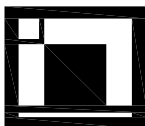




TÚ 0761 Beroun-osn.n. – Rakovník

DÚ 08 Nižbor – Zbečno

03		
02		
01		
ZMĚNA	POPIS	DATUM



ING. IVAN ŠÍR

PROJEKTOVÁNÍ DOPRAVNÍCH STAVEB CZ s.r.o.

Haškova 1714/3, 500 02 Hradec Králové, tel: +420 603 181 473, sir@sirivan.cz, www.sirivan.cz

IČ: 259 62 914

Objednatel: Správa železnic, s.o.

Oblastní ředitelství Praha, Partyzánská 24, 170 00 Praha 7

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha - I. etapa

■ kraj:
Středočeský

■ MÚ / OU:
Nižbor

■ stupeň utajení:
bez utajení

■ datum:
06 2023

■ zakázkové číslo:
O22 014

■ stupeň PD:
PZ

■ odpovědný projektant stavby:
Ing. Ivan Šír

■ odpovědný projektant objektu:
Ing. Ivan Šír

■ vypracoval:
Ing. Zdeněk Lakmayer

■ kontroloval:
Ing. Jan Fiala

■ změna číslo:
00

■ měřítko:
-

JS

MOST V KM 12,884 TRATI BEROUN OS. N. - RAKOVNÍK

PŘEPOČET ZATÍŽITELNOSTI

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



OBSAH:

1	TECHNICKÁ ZPRÁVA	6
1.1	ROZSAH POSUZOVANÝCH KONSTRUKCÍ.....	6
1.2	ZÁKLADNÍ ÚDAJE	6
1.2.1	Umístění objektu.....	6
1.2.2	Členění nosných konstrukcí.....	6
1.2.3	Členění spodní stavby.....	6
1.2.4	Charakteristické rozměry mostu.....	7
1.2.5	Geometrická poloha koleje	7
1.2.6	Požadavky na zatížení mostu.....	8
1.2.7	Členění statického výpočtu.....	8
1.3	TECHNICKÝ POPIS JEDNOTLIVÝCH ČÁSTÍ KONSTRUKCÍ.....	8
1.3.1	Nosná konstrukce K01, K02.....	8
1.3.2	Nosná konstrukce K03.....	8
1.3.3	Spodní stavba	11
1.3.4	Železniční svršek.....	14
1.3.5	Závady uvažované ve výpočtu	15
1.4	VÝPOČETNÍ MODEL.....	15
1.4.1	Model pro globální analýzu	15
1.4.2	Model přípojů.....	16
1.5	VÝPOČETNÍ POMŮCKY.....	29
1.5.1	Výpočetní programy.....	29
1.6	PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY, NOREM A VL.....	29
1.6.1	Použité normy.....	29
1.6.2	Použitá literatura.....	31
1.6.3	Vzorové listy.....	31
1.6.4	Související předpisy	31
1.7	PODKLADY	33
1.7.1	Existující dokumentace	33
1.7.2	Geodetická dokumentace	33
1.7.3	Výsledky výpočtu rychlosti větru	33
1.7.4	Výsledky diagnostiky.....	33
1.7.5	Výsledky prohlídek.....	38
1.7.6	Zvláštní požadavky zadavatele	38
1.8	IDENTIFIKACE AUTORA	39
2	GRAFICKÉ PŘÍLOHY	40
3	ZATÍŽENÍ	55
3.1	STÁLÉ	55
3.1.1	Vlastní tíha LC1.....	55
3.1.2	Ostatní stálé (nahodilé dlouhodobé) LC2.....	55
3.2	NAHODILÉ KRÁTKODOBÉ.....	64
3.2.1	Rozjezdové a brzděné síly LC3.....	64
3.2.2	Zatížení bočními rázy LC4.....	67
3.2.3	Zatížení větrem LC5.....	68
3.2.4	Zatížení železniční dopravou – Model zatížení 71.....	72
3.2.5	Vliv odstředivých sil.....	74
3.2.6	Vliv excentricity.....	74
3.2.7	Kolová síla pro lokální účinky.....	75

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4	STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI NOSNÉ KONSTRUKCE.....	77
4.1	PŘEDPOKLADY VÝPOČTU	77
4.1.1	Materiálové charakteristiky	77
4.1.2	Dynamické součinitele zatížitelnosti K_{01}	78
4.1.3	Zatížitelnost prvku	79
4.1.4	Kombinace zatížení.....	79
4.1.5	Globální posouzení konstrukce	82
4.1.6	Stabilita tlačného pásu.....	82
4.2	PODÉLNÍK POD 1P	86
4.2.1	Vliv klopení	86
4.2.2	Průřezové charakteristiky	86
4.2.3	Podélník POD 1P v místě maximálního svislého ohybového momentu.....	88
4.2.4	Podélník POD 1P v místě maximální posouvající síly.....	88
4.3	PODÉLNÍK POD 2P	90
4.3.1	Vliv klopení	90
4.3.2	Průřezové charakteristiky	90
4.3.3	Podélník POD 2P v místě maximálního svislého ohybového momentu.....	92
4.3.4	Podélník POD 2P v místě maximální posouvající síly.....	93
4.4	PODÉLNÍK POD 3P	95
4.4.1	Vliv klopení	95
4.4.2	Průřezové charakteristiky	96
4.4.3	Podélník POD 3P v místě maximálního svislého ohybového momentu.....	98
4.4.4	Podélník POD 3P v místě maximálního vodorovného ohybového momentu	98
4.4.5	Podélník POD 3P v místě maximální posouvající síly.....	99
4.5	PODÉLNÍK POD 4P	102
4.5.1	Vliv klopení	102
4.5.2	Průřezové charakteristiky	103
4.5.3	Podélník POD 4P v místě maximálního svislého ohybového momentu.....	105
4.5.4	Podélník POD 4P v místě maximálního vodorovného ohybového momentu	105
4.5.5	Podélník POD 4P v místě maximální posouvající síly.....	106
4.6	PŘÍČNÍK PR S1	109
4.6.1	Vliv klopení	109
4.6.2	Průřezové charakteristiky	110
4.6.3	Příčník PR S1 v místě maximálního svislého ohybového momentu.....	112
4.6.4	Příčník PR S1 v místě maximálního vodorovného ohybového momentu	112
4.6.5	Příčník PR S1 v místě maximální posouvající síly.....	113
4.6.6	Příčník PR S1 v místě maximální tlakové normálové síly.....	115
4.7	PŘÍČNÍK PR S2	117
4.7.1	Vliv klopení	117
4.7.2	Průřezové charakteristiky	118
4.7.3	Příčník PR S2 v místě maximálního svislého ohybového momentu.....	120
4.7.4	Příčník PR S2 v místě maximálního vodorovného ohybového momentu	120
4.7.5	Příčník PR S2 v místě maximální posouvající síly.....	122
4.7.6	Příčník PR S2 v místě maximální tlakové normálové síly.....	124
4.8	POLOPŘÍČNÍK S10.....	125
4.8.1	Vliv klopení	125
4.8.2	Průřezové charakteristiky	125
4.8.3	Koncový polopříčník v místě maximálního svislého kladného ohybového momentu....	127
4.8.4	Koncový polopříčník v místě maximálního vodorovného ohybového momentu.....	128
4.8.5	Koncový polopříčník v místě maximální posouvající síly	129
4.9	HLAVNÍ NOSNÍK – HORNÍ PÁS.....	132
4.9.1	Průřezové charakteristiky	132

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.9.2	Horní pás O1 v místě maximální normálové síly a svislého ohybového momentu.....	138
4.9.3	Horní pás O1 v místě maximálního vodorovného ohybového momentu.....	138
4.9.4	Horní pás O2 v místě maximální normálové síly a svislého ohybového momentu.....	138
4.9.5	Horní pás O2 v místě maximálního vodorovného ohybového momentu.....	139
4.9.6	Horní pás O3 v místě maximální normálové síly a svislého ohybového momentu.....	139
4.9.7	Horní pás O4 v místě maximální normálové síly	140
4.9.1	Horní pás O4 v místě maximálního svislého ohybového momentu.....	141
4.9.2	Horní pás O4 v místě maximálního vodorovného ohybového momentu.....	142
4.9.3	Horní pás O5 v místě maximální normálové síly a svislého ohybového momentu.....	142
4.9.4	Horní pás O5 v místě maximálního vodorovného ohybového momentu.....	143
4.9.5	Horní pás O6 v místě maximální normálové síly a svislého ohybového momentu.....	144
4.9.6	Horní pás O6 v místě maximálního vodorovného ohybového momentu.....	145
4.10	HLAVNÍ NOSNÍK – DOLNÍ PÁS	146
4.10.1	Průřezové charakteristiky	146
4.10.2	Dolní pás U1 v místě maximální normálové tahové síly.....	151
4.10.3	Dolní pás U1 v místě maximálního svislého ohybového momentu a tahové síly.....	151
4.10.4	Dolní pás U2 v místě maximální normálové tahové síly.....	152
4.10.5	Dolní pás U2 v místě maximálního svislého ohybového momentu a tahové síly.....	153
4.10.6	Dolní pás U3 v místě maximální normálové tahové síly.....	153
4.10.7	Dolní pás U3 v místě maximálního svislého ohybového momentu a tahové síly.....	154
4.10.8	Dolní pás U4 v místě maximální normálové tlakové síly.....	155
4.10.9	Dolní pás U4 v místě maximální normálové tahové síly a vodorovného ohybového momentu 156	
4.10.10	Dolní pás U4 v místě maximální normálové tlakové síly a svislého ohybového momentu 156	
4.10.11	Dolní pás U5 v místě maximální normálové tlakové síly.....	156
4.10.12	Dolní pás U5 v místě normálové tlakové síly a maximálního záporného svislého ohybového momentu.....	157
4.10.13	Dolní pás U5 v místě maximální normálové tahové síly a kladného svislého ohybového momentu.....	158
4.10.14	Dolní pás U5 v místě maximální normálové tahové síly a vodorovného ohybového momentu 159	
4.10.15	Dolní pás U5 v místě normálové tahové síly a maximálního vodorovného ohybového momentu 160	
4.11	HLAVNÍ NOSNÍK – DIAGONÁLY.....	162
4.11.1	Průřezové charakteristiky	162
4.11.2	Diagonála D1P v místě maximální tlakové síly a svislého ohybového momentu.....	173
4.11.3	Diagonála D1P v místě maximální tlakové síly a vodorovného ohybového momentu .174	
4.11.4	Diagonála D1P v místě maximálního vodorovného ohybového momentu.....	174
4.11.5	Diagonála D2P (oslabená) v místě maximální tahové síly a svislého ohybového momentu 175	
4.11.6	Diagonála D2P (oslabená) v místě maximálního vodorovného ohybového momentu .175	
4.11.7	Diagonála D3P v místě maximální tlakové síly a svislého ohybového momentu.....	176
4.11.8	Diagonála D3P v místě maximální tlakové síly a vodorovného ohybového momentu .177	
4.11.9	Diagonála D4 v místě maximální tlakové síly a svislého ohybového momentu	178
4.11.10	Diagonála D4 v místě maximální tahové síly a vodorovného ohybového momentu.179	
4.11.11	Diagonála D9P v místě maximální tahové síly a svislého ohybového momentu.....	179
4.11.12	Diagonála D9P v místě maximálního vodorovného ohybového momentu.....	180
4.11.13	Diagonála D10P v místě maximální tlakové síly a svislého ohybového momentu ...181	
4.11.14	Diagonála D10P v místě maximálního vodorovného ohybového momentu.....	181
4.11.15	Diagonála D1L v místě maximální tlakové síly.....	182
4.11.16	Diagonála D1L v místě maximálního svislého ohybového momentu.....	183

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.11.17	Diagonála D1L v místě maximálního vodorovného ohybového momentu.....	184
4.11.18	Diagonála D2L (oslabená) v místě maximální tahové síly	184
4.11.19	Diagonála D2L (oslabená) v místě maximální tahové síly a svislého ohybového momentu	184
4.11.20	Diagonála D2L (oslabená) v místě maximální tahové síly a vodorovného ohybového momentu	185
4.11.21	Diagonála D3L v místě maximální tlakové síly.....	186
4.11.22	Diagonála D3L v místě tlakové síly a svislého ohybového momentu	187
4.11.23	Diagonála D3L v místě tlakové síly a vodorovného ohybového momentu.....	187
4.11.24	Diagonála D9L (oslabená) v místě maximální tahové síly a vodorovného ohybového momentu	188
4.11.25	Diagonála D9L (oslabená) v místě maximální tahové síly a svislého ohybového momentu	189
4.11.26	Diagonála D9L (oslabená) v místě maximálního vodorovného ohybového momentu	190
4.11.27	Diagonála D10L v místě maximální tlakové síly a vodorovného ohybového momentu	190
4.11.28	Diagonála D10L v místě maximálního svislého ohybového momentu.....	191
4.12	HLAVNÍ NOSNÍK – SVISLICE.....	193
4.12.1	Průřezové charakteristiky	193
4.12.2	Svislice V1 v místě maximální tahové síly a svislého ohybového momentu	194
4.12.3	Svislice V1 v místě maximálního vodorovného ohybového momentu	194
4.13	PRŮHYB HLAVNÍHO NOSNÍKU	195
4.14	VODOROVNÉ A PŘÍČNÉ ZTUŽENÍ	195
5	STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI NOSNÉ KONSTRUKCE S UVAŽOVÁNÍM ÚLEV	196
5.1	PŘEDPOKLADY VÝPOČTU	196
5.1.1	Materiálové charakteristiky	196
5.1.2	Dynamické součinitele zatížitelnosti K01.....	197
5.1.3	Zatížitelnost prvku	198
5.1.4	Kombinace zatížení.....	198
5.1.5	Globální posouzení konstrukce	198
5.1.6	Stabilita tlačného pásu.....	198
5.2	PODÉLNÍK POD 2P	199
5.2.1	Vliv klopení	199
5.2.2	Průřezové charakteristiky	199
5.2.3	Podélník POD 2P v místě maximálního svislého ohybového momentu.....	199
5.3	PODÉLNÍK POD 3P	200
5.3.1	Vliv klopení	200
5.3.2	Průřezové charakteristiky	200
5.3.3	Podélník POD 3P v místě maximálního svislého ohybového momentu.....	200
5.4	PODÉLNÍK POD 4P	201
5.4.1	Vliv klopení	201
5.4.2	Průřezové charakteristiky	201
5.4.3	Podélník POD 4P v místě maximálního svislého ohybového momentu.....	201
5.5	PŘÍČNÍK PR S1	202
5.5.1	Vliv klopení	202
5.5.2	Průřezové charakteristiky	202
5.5.3	Příčník PR S1 v místě maximálního svislého ohybového momentu.....	202
5.5.1	Příčník PR S1 v místě maximálního vodorovného ohybového momentu	202
5.6	PŘÍČNÍK PR S2	203
5.6.1	Vliv klopení	203
5.6.2	Průřezové charakteristiky	203

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



5.6.3	Příčník PR S2 v místě maximálního svislého ohybového momentu.....	203
5.6.1	Příčník PR S2 v místě maximálního vodorovného ohybového momentu	203
5.7	POLOPŘÍČNÍK S10.....	204
5.7.1	Vliv klopení	204
5.7.2	Průřezové charakteristiky	204
5.7.3	Koncový polopříčník v místě maximálního svislého kladného ohybového momentu....	204
5.7.4	Koncový polopříčník v místě maximálního vodorovného ohybového momentu.....	204
5.8	HLAVNÍ NOSNÍK – HORNÍ PÁS.....	205
5.8.1	Průřezové charakteristiky	205
5.8.2	Horní pás O5 v místě maximální normálové síly a svislého ohybového momentu.....	205
5.9	HLAVNÍ NOSNÍK – DOLNÍ PÁS	205
5.9.1	Průřezové charakteristiky	205
5.9.2	Dolní pás U5 v místě normálové tahové síly a maximálního svislého ohybového momentu 205	205
5.10	HLAVNÍ NOSNÍK – DIAGONÁLY.....	206
5.10.1	Průřezové charakteristiky	206
5.10.2	Diagonála D1P v místě maximální tlakové síly a svislého ohybového momentu.....	206
5.10.3	Diagonála D2P (oslabená) v místě maximálního vodorovného ohybového momentu	206
5.10.4	Diagonála D10L v místě maximální tlakové síly a vodorovného ohybového momentu.....	207
6	POSOUZENÍ PŘECHODNOSTI - PODÉLNÍK.....	208
6.1	TRAŤOVÁ TŘÍDA C3/70	208
6.1.1	Vnitřní síly pro $M_{y,max}$ od LM71.....	208
6.1.2	Odpovídající vnitřní síly od C3	208
6.1.3	Výpočet podílu účinku na celkovém namáhání:	209
6.1.4	Stanovení přechodnosti ze dvou účinků (M_y , M_z)	210
6.2	TRAŤOVÁ TŘÍDA C3/30	211
6.2.1	Stanovení přechodnosti ze dvou účinků (M_y , M_z)	211
7	POSOUZENÍ PŘECHODNOSTI – HLAVNÍ NOSNÍK	212
7.1	TRAŤOVÁ TŘÍDA C3/70	212
7.1.1	Vnitřní síly pro N_{min} od LM71	212
7.1.2	Odpovídající vnitřní síly od C3	212
7.1.3	Stanovení přechodnosti z jednoho účinku (N_{min})	213
7.2	TRAŤOVÁ TŘÍDA C3/10	214
7.2.1	Stanovení přechodnosti z jednoho účinku (N_{min})	214
8	ZBYTKOVÁ ŽIVOTNOST KONSTRUKCE.....	215
8.1	ZBYTKOVÁ ŽIVOTNOST 10 LET.....	215
8.1.1	Zatížitelnost podélníku POD 3P v místě maximálního svislého ohybového momentu.....	217
8.1.2	Posouzení přechodnosti – podélník POD 3P	230
8.1.3	Zatížitelnost diagonály D10L v místě maximální tlakové síly a vodorovného ohybového momentu 232	232
8.1.1	Posouzení přechodnosti – diagonála D10L.....	239
9	STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI SPODNÍ STAVBY	241
10	ZÁVĚR.....	242

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



1 TECHNICKÁ ZPRÁVA K PŘEPOČTU

1.1 Rozsah posuzovaných konstrukcí

Předmětem statického výpočtu je stanovení zatížitelnosti mostu v km 12,884 trati Beroun-os.n. – Rakovník.

Zadavatel požaduje ověření přechodnosti pro provozní zatížení odpovídající traťové třídě C3 s přidruženou rychlostí 70 km/h.

1.2 Základní údaje

1.2.1 Umístění objektu

Evidenční km:	12,884		
Traťový úsek:	<i>Beroun-os.n. (mimo) – Rakovník (včetně)</i>	č. TÚ	0761
Definiční úsek	<i>Nižbor – Zbečno</i>	č. DÚ	<i>08</i>
Místní název	<i>„Žloukovický“</i>		
Přemostřovaná překážka	otvor č. 1: zpevněná účelová komunikace, inundace; otvor č. 2: inundace; otvor č. 3: vodní tok - řeka Berounka; otvor č. 4: místní komunikace		
Počet mostních otvorů	4	Počet převáděných železničních kolejí	1
Šikmost mostu	pravá	Úhel šikmosti	64,75°

1.2.2 Členění nosných konstrukcí

Poř. č.	Ozn.	Rozpětí	Typ
1	K01	20,00 m	trámová, z předpjatého betonu, prostá, šikmá, s průběžným kolejovým ložem
2	K02	20,00 m	trámová, z předpjatého betonu, prostá, šikmá, s průběžným kolejovým ložem
3	K03	42,50 +42,50 m	ocelová, spojitá, trámová, příhradová, s dolní mostovkou, šikmá

1.2.3 Členění spodní stavby

Poř. č.	Ozn.	Materiál opěr	Materiál úložných prahů
1	O01	kamenné zdivo	železobeton

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



2	P01	železobeton	železobeton
3	P02	kamenné zdivo	železobeton
4	P03	kamenné zdivo	železobeton
5	O02	kamenné zdivo	železobeton

1.2.4 Charakteristické rozměry mostu

dle ČSN 73 6200

Šířka mostu 8,07 m

Délka mostu 143,20 m

Výška objektu 11,12 m

Délka konstrukce

konstrukce č. 1 21,25 m

konstrukce č. 2 21,25 m

konstrukce č. 3 85,85 m

Délka přemostění 123,20 m

Výška mostního otvoru

otvoru č. 1 5,10 m

otvoru č. 2 5,70 m

otvoru č. 3 9,70 m

otvoru č. 4 9,40 m

Světlost mostního otvoru – kolmá

otvoru č. 1 17,08 m

otvoru č. 2 17,13 m

otvoru č. 3 36,32 m

otvoru č. 4 36,23 m

Světlost mostního otvoru – šikmá

otvoru č. 1 18,84 m

otvoru č. 2 18,90 m

otvoru č. 3 40,07 m

otvoru č. 4 39,98 m

Úhel křížení 65°

Přehled rozpětí a stavebních výšek konstrukcí

Poř. č.	Ozn.	Rozpětí	Stavební výška
1	K01	20,00 m	není známo
2	K02	20,00 m	není známo
3	K03	42,50 + 42,50 m	931 mm

1.2.5 Geometrická poloha koleje

Směrový průběh koleje:

Kolej se na mostě nachází v přímé, délka přímého úseku je 134,45 m. Před mostem se nachází levostranný oblouk o poloměru $R = 280$ m s převýšením $D =$

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



120 mm. Délka kružnicové části je 86,55 m. Za mostem se nachází pravostranný oblouk o poloměru $R = 289$ m s převýšením $D = 100$ mm. Délka kružnicové části je 199,63 m.

Excentricita koleje vůči ose nosné konstrukce

na začátku 87 mm vlevo

uprostřed 91 mm vlevo

na konci 43 mm vlevo

Výškový průběh koleje

Kolej na mostě stoupá +0,12‰.

1.2.6 Požadavky na zatížení mostu

Požadavkem zadavatele přepočtu je stanovení zatížitelnosti mostu a ověření jeho přechodnosti pro provozní zatížení odpovídající traťové třídě C3 s přidruženou rychlostí 70 km/h.

Pro určení zatížitelnosti je konstrukce zatížena modelem zatížení 71 dle 6.3.2 ČSN EN 1991-2 – Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou.

Zatížitelnost je určena dle předpisu SŽ S5/1 *Diagnostika, zatížitelnost a přechodnost železničních mostních objektů*. Pro určení přechodnosti provozního zatížení použito zatěžovací schéma pro traťovou třídu C4 dle ČSN EN 15528.

Zadavatel přepočtu:

SŽ, s.o., OŘ Praha
Partyzánská 24
170 00 Praha 7

IČ: 709 94 234
DIČ: CZ 709 94 234

1.2.7 Členění statického výpočtu

Členění statického výpočtu je zřejmé z přehledného obsahu – viz str.1.

1.3 Technický popis jednotlivých částí konstrukcí

1.3.1 Nosná konstrukce K01, K02

Nejsou předmětem tohoto přepočtu.

1.3.2 Nosná konstrukce K03

Pochází z roku 1967.

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Nosná konstrukce je ocelová, spojitá, trémová, příhradová, šikmá, s dolní mostovkou. Konstrukce je svařovaná se šroubovanými třecími montážními spoji. Uložení nosné konstrukce je šikmé. Ukončení mostovky je kolmé.

Konstrukce se skládá z hlavních nosníků a z prvkové mostovky tvořené z příčníků a podélníků. Hlavní nosníky působí jako spojitý nosník o dvou polích. Hlavní nosníky jsou příhradové kosoúhlé soustavy s podružnými svislicemi. Prvky jsou svařované z plechů. Horní a dolní pás je průřezu truhlíku, částečně otevřeného směrem dolů oválnými otvory. Svislice jsou tvaru „I“, svařované z plechu. Diagonály jsou tvaru „I“, svařované z plechu nebo uzavřené, truhlíkové. Průřezy pásů nejsou konstantní, jsou po délce odstupňované stojinami i pásnicemi. Průřezy svislic a diagonál nejsou identické, jsou odstupňované po délce konstrukce.

Horní pásy mají prostor mezi stojinami šířky 400 mm kvůli vložení svislic a diagonál, které jsou všechny výšky 400 mm. Svislice V1 jsou identického průřezu, a sice tvaru „I“, svařované z pásnic P16 x 250 a stojiny P16 x 368 mm. Diagonála D1, D8 a D10 jsou uzavřené, truhlíkové. Ostatní diagonály jsou tvaru „I“, svařované s pásnicemi šířky 250 nebo 200 mm (D4, D5). Ukončení hlavního nosníku nad ložiskem je průřezu mohutného truhlíkového průřezu s horní pásnicí P20 x 450 a dolní pásnicí P12 x 450, stojiny jsou P12 x 980 mm, celková výška průřezu je 1012 mm. Ztužidlo v úrovni horních pásů není.

Nosná konstrukce vesměs není symetrická stranově ani podle středu. Levý a pravý hlavní nosník jsou navzájem různé. Osová vzdálenost hlavních nosníků je 5,30 m. Hlavní nosníky jsou navzájem podélně odsazené o 2,50 m.

Příčnický jsou plnostěnné, průřezu symetrického „I“, svařované z plechu, konstantní výšky průřezu, s výztuhou a výztužnou pásnicí u připojení na hlavní nosník v místě svislice. Jsou rozmístěny podélně po 4,250 m šikmo na osu NK. Příčnický mají výšku 670 mm, pásnice symetricky P20 x 350 mm a stojinu buďto tl. 12 mm (příčnický S1, S5, S9) nebo 10 mm (ostatní příčnický).

Polopříčnický (příčnickové výměny v šikmém ukončení) jsou plnostěnné, průřezu symetrického „I“, svařované z plechu, konstantní výšky průřezu 280 mm, pásnice symetricky P20 x 220 mm a stojinu tl. 10 mm. Polopříčnický jsou půdorysně v podélném směru odsazené od teoretického bodu podepření o 250 mm.

Podélníky jsou vloženy mezi příčnický. Rozpětí podélníků je 4,250 m v běžném poli. V koncových lichoběžníkových polích je teoretické rozpětí podélníků 986 resp. 1912 mm na začátku a 2014 resp. 1088 na konci. Mostovka je vůči ose hlavních nosníků posunutá příčně o 100 mm doleva.

Běžné podélníky jsou plnostěnné, tvaru „I“, svařované z plechu. Horní pásnice je vždy P16 x 280, stojina je tl. 10 mm. Dolní pásnice je buďto P16 x 200 (průřez podélníku označený POD 3P) nebo P16 x 220 (POD 4P). Liší se tedy jen šířkou dolní pásnice. Výška podélníku v běžných polích je 520 mm. V místě připojení brzděného ztužidla na příčník je podélník zvýšen lineárním náběhem na 670 mm. Délka náběhu je 300 mm.

Podélníky v ukončení mostovky jsou průřezů tvaru „I“, svařované z plechu. Kratší podélník (na začátku vlevo, na konci vpravo) je označený POD 1P. Horní pásnice

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



je P16 x 220, stojina je tl. 12 mm, dolní pásnice je P16 x 200. Výška nosníku je 280 mm. Delší podélník (na začátku vpravo, na konci vlevo) je označený POD 2P. Horní pásnice je P16 x 220, stojina je tl. 12 mm, dolní pásnice je P20 x 200. Výška nosníku je 250 mm. Jsou konstantní výšky.

V rovině podélníků je umístěno mezipodélníkové ztužidlo. Je propojeno s příčným ztužidlem pomocí brzděného ztužidla tvaru diamantu v místě příčníků č. 5 a 15. V běžných polích má mezipodélníkové ztužidlo podobu příčky průřezu U120 a dvou diagonál kosoúhlé soustavy průřezu úhelníku L70x8. V místě brzděných ztužidel je příčka průřezu U160 a doplněná o svislý spojovací prvek průřezu U120, propojující brzděné ztužidlo a příčné ztužidlo. Průřez diagonál brzděného ztužidla je dvojice úhelníků L100x8.

Příčné mostní ztužidlo je umístěno pod podélníky v úrovni dolních pásů příhrad hlavních nosníků. Ztužidlo je násobné soustavy, svislice jsou tvořeny příčníky. Diagonály jsou tvořeny dvojicemi úhelníků. Průřezy jsou různé, odstupňované po délce konstrukce.

Ložiska na P02 a P03 jsou ocelová, vahadlová, pohyblivá, válcová (2x válec), na O02 ocelová, vahadlová, stolicová, pevná. Podružná ložiska pod podélníky na P02 a O02 jsou tangenciální, ocelová, bez příčných zarážek. Na začátku levého hlavního nosníku a na konci pravého hlavního nosníku jsou tahová ložiska. Mají podobu konzoly šroubově připojené na čelní desku hlavního nosníku v podpoře, tato konzola zapadá do spáry ve svislém ocelovém svařovaném třmenu, který je kotvený do opěry. Tím je zabráněno nadzdvížení šikmých konců nosné konstrukce.

Kolejnice jsou na plošně uložených mostnicích. Mostnice jsou připojené svislými mostnicovými šrouby k horním pásnicím podélníků.

Závady nosné konstrukce K03:

Hlavní nosníky:

- *Bez zřejmých poruch.*
- *Bez koroze.*
- *PKO porušená na svislicích č. 18 vlevo a 6 vpravo na výztuze.*

Příčníky:

- *Jednotlivé prvky korozně oslabené až o 1-2 mm.*
- *Dolní pásnice v místech napojení na hlavní nosníky místy korozně oslabené až o 2 mm.*

Polopříčníky:

- *U podružného ložiska (na P 02 tzn. na začátku) vpravo u přípoje na podélník horní části stojiny svislá trhlina v délce 10 mm a v dolní části stojiny vodorovná trhlina v délce 20 mm.*

Podélníky:

- *Jednotlivé prvky korozně oslabené až o 1-2 mm.*
- *Pravý podélník na konci nedoléhá na podružné ložisko až o 1 mm.*
- *V připojení podélníků na příčníky chybí šrouby:*
 - o *ve 3. otvoru u 4. příčníku na pravé vnitřní straně 1 ks*
 - o *ve 3. otvoru u 5. příčníku na levé vnější straně 1 ks*

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



- ve 3. otvoru u 6. příčnicku na levé vnější straně 1 ks
- ve 3. otvoru u 6. příčnicku na pravé vnitřní straně 1 ks
- ve 3. otvoru u 8. příčnicku na levé vnější straně 1 ks
- ve 4. otvoru u 15. příčnicku na levé vnější straně 1 ks volný bez matice
- ve 4. otvoru u 15. příčnicku na levé vnitřní + vnější straně 1 ks + na pravé straně vnější
- ve 4. otvoru u 16. příčnicku na pravé vnitřní straně 1 ks

Ztužení:

- Jednotlivé prvky korozně oslabené až o 1-2 mm – kryto nátěrem
- Bez patrných vážnějších poruch.
- Bez koroze.

Ložiska:

- Podružné ložisko na O02 oslabení až 1 mm a podružné ložisko zamačkané.
- Válce k vahadlům ložisek vpravo na P02 posunutá směrem ke K02
- Válce pohyblivých ložisek na P02 a P03 promazané.
- Ložisko zatlačené směrem ke K02 jednostranně zamáčklé.

1.3.3 Spodní stavba

Spodní stavba byla původně postavena v roce 1875. Zděné části jsou pravděpodobně původní. Betonové části byly doplněny v rámci přestavby. Přestavba proběhla v roce 1967.

Skládá se ze dvou opěr a tří pilířů. Součástí opěr jsou rovnoběžná betonová křídla a svahové kužely. Díky opěr jsou zděné z kamene, úložné prahy a římsy železobetonové. Pilíř P01 je železobetonový, ostatní jsou zděné z kamene s železobetonovými úložnými prahy.

Opěra O01 má rovnoběžná betonová křídla a svahové kužely opevněné dlažbou z kamene. Opěra O02 má rovnoběžná betonová křídla, svahový kužel vlevo opevněný dlažbou z kamene, svahový kužel vpravo bez opevnění. Na opěru O02 vpravo navazuje opěrná zeď.

Pilíř P01 je železobetonový, délky 2,0 m, s železobetonovým úložným prahem. Pilíř P02 a P03 je zděný z kamene, délky 3,0 m, s železobetonovým úložným prahem.

Rozměry spodní stavby jsou uvedeny v tabulce:

Poř. č.	Ozn.	Výška dříku	Šířka podpěry	Materiál
1	O01	4,10 m	7,10 m	kamenné zdivo
2	P01	6,80 m	9,40 m	železobeton
3	P02	7,20 m	9,90 m	kamenné zdivo
4	P03	7,50 m	9,90 m	kamenné zdivo
5	O02	4,10 m	9,15 m	kamenné zdivo

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Přechod na opěru O01 je řešený šikmou spárou, na nosné konstrukci je kolej vedena v uzavřeném loži tj. stejně jako v předpolí.

Přechod na opěru O02 – uložení K03 je šikmé, ukončení mostovky je kolmé s podružným ložiskem pod podélníkem. Závěrná zeď je kolmá na osu koleje.

Závady spodní stavby:

Opěra O 01

Závěrná zeď:

- Povrchová úprava místy popraskaná, v krajích místy drobné průsaky vody s výluhy pojiva
- Jednotlivé obnažená výztuž s korozí

Úložný práh:

- Povrchová úprava místy popraskaná, zejména v krajích, místy drobné průsaky vody s výluhy pojiva
- Shora mírně zanesený štěrkem, v krajích nárůst mechu
- Vpravo z boční strany uražená dolní hrana v délce až 400 mm, obnažená výztuž s korozí + 1 x místo s odpadlou povrchovou úpravou, obnažená výztuž s korozí

Dřík opěry:

- Jednotlivé kameny popraskané, prasklé
- Jednotlivé kameny zvětralé

Křídlo vlevo:

- Povrchová úprava jednotlivě mírně popraskané
- Římsa místy mírně nepravidelně popraskaná, na začátku shora degradace betonu
- Spárování přilehlého kamenného kuželu místy popraskané, kužel porůstá drobnou vegetací + kužel sesedlý

Křídlo vpravo:

- Ve střední části vodorovná trhlinka v povrchové úpravě z úložného prahu s drobnými průsaky vody a výluhy pojiva
- Spárování přilehlého kamenného kuželu místy popraskané, kužel porůstá drobnou vegetací

Pilíř P 01

Úložný práh:

- Jednotlivě popraskaná povrchová úprava i na horní ploše, vlevo i vpravo při dolní hraně na jednotlivých místech odpadlá
- Z podhledu místy nedostatečné krytí výztuže, obnažená výztuž s korozí
- Shora povrchová úprava v místě ložisek silně popraskaná, trhliny až 6 mm
- Stopy po stékání vody, jednotlivě nárůst mechu a lišejníků

Dřík:

- Jednotlivě povrchová úprava popraskaná a odpadlá

Pilíř P 02

Úložný práh:

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



- Povrchová úprava z bočních stran silně nepravidelně popraskaná s průsaky vody a výluhy pojiva, vpravo na jednom místě odpadlá
- Z pohledu místy nedostatečné krytí výztuže, obnažená výztuž s korozí
- Shora mírně zanesený, znečištěno od holubů
- Stopy po stékání vody, jednotlivě nárůst mechu a lišejníků

Dřík:

- Jednotlivé kameny popraskané, prasklé

Pilíř P 03

Úložný práh:

- Povrchová úprava místy popraskaná s průsaky vody a výluhy pojiva, jednotlivě v malých plochách odpadlá
- Horní plocha zcela zanesená od holubího trusu
- Z pohledu místy nedostatečné krytí výztuže, obnažená výztuž s korozí
- Stopy po stékání vody, nárůst mechu a lišejníků

Dřík:

- Jednotlivé kameny popraskané, prasklé
- Vpravo v dolní části zdivo obnažené, spárování jednotlivě vyplavené do hloubky až 70 (v otvoru č. 4 vpravo), kameny zvětřelé do hloubky až 30 mm
- Stopy po stékání vody, nárůst mechu

Opěra O 02

Závěrná zeď:

- Povrchová úprava místy nepravidelně popraskaná do šířky až 0,9 mm s drobnými průsaky vody a výluhy pojiva

Úložný práh:

- Povrchová úprava silně nepravidelně popraskaná zejména v krajích s průsaky vody a výluhy pojiva,
- povrchová úprava místy vzdutá
- Stopy po stékání vody, nárůst mechu, výskyt mikroflóry

Dřík opěry:

- Spárování zdiva pouze jednotlivě mírně porušené
- Zdivo místy porůstá mechem a lišejníky

Křídlo vlevo:

- Povrchová úprava betonové části křídla v začátku popraskaná se silnými průsaky vody a výluhy pojiva
- Přilehlý svahový kužel místy s vypadaným spárováním, porůstá drobnou vegetací a keřem + odtržení až o 70 mm

Křídlo vpravo:

- Na začátku svislá trhлина na celou výšku betonové části křídla s průsaky vody a výluhy pojiva, pokračuje i přes římsu
- Z pohledu římsy v začátku silně popraskaná povrchová úprava s průsaky vody a výluhy pojiva
- Z boční strany římsy místy drobné nepravidelné trhliny

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Opěra nevykazuje známky přetížení nebo nevhodného založení.

1.3.4 Železniční svršek

Tvar kolejnic 49E1 (S49), podkladnice žebrové, pružné upevnění. Kolejové dilatační zařízení je vloženo cca 3,1 m před K03. Kolej je vedena na dřevěných mostnicích. Dřevěné mostnice jsou na podélnících uloženy plošně, připojeny svislým mostnicovým šroubem. Pojistné úhelníky jsou osazeny. Kolej je bezстыková. Ve výběžích dřevěné pražce.

Závady železničního svršku:

Upevnění koleje na NK (držebnost upevňovadel):

- *Levý kolejnicový pás – držebnost dobrá*
- *Pravý kolejnicový pás – držebnost dobrá*

Upevnění koleje ve výběhu č. 1 (držebnost upevňovadel) konec K 02:

- *Levý kolejnicový pás – jednotlivé svěrkové šrouby povolené, na šestém pražci od konce ve svaru prasklá svěrka*
- *Pravý kolejnicový pás – jednotlivé svěrkové šrouby povolené*

Upevnění koleje ve výběhu č. 2 (držebnost upevňovadel):

- *Levý kolejnicový pás – držebnost dobrá*
- *Pravý kolejnicový pás – držebnost dobrá*

Mostnice:

- *Podélně popraskané*
- *Upevnění šroubů na začátku vlevo 2x matice povolená, na mostnici č. 56L, 159L a 161L chybí matice*

Pozednice:

- *Podélně popraskané*

Pražce ve výběžích:

- *Podélně popraskané*

Ostatní:

- *Nárůst vegetace v kolejovém loži*
- *Pojistný úhelník v dobrém stavu, na začátku vlevo chybí 1 šroub*

Vybavení a okolí mostu

Podlahy na K03

- *Podlahy mezi kolejnicemi v dobrém stavu*
- *Podlahy na hlavách v dobrém stavu, mírně zvlněné*
- *Podlahy na chodnících v dobrém stavu. Rošty u výztuh nedostatečně kryjí otvor*

Zábradlí

- *Bez zásadních zjištěných závad, mírná koroze*
- *U sloupku vpravo na začátku K03 atypické řešení, utržené madlo ve svaru*

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Revizní zařízení

- Na začátku vpravo na pilíři P02 nosník připojen pouze jedním šroubem, chybí 3 šrouby ze 4
- Jinak bez zásadních poruch

Bezpečnostní nátěry a výstražné tabulky

- Nejsou osazeny.

Jiná a cizí zařízení

- Závady nezjištěny.

1.3.5 Závady uvažované ve výpočtu

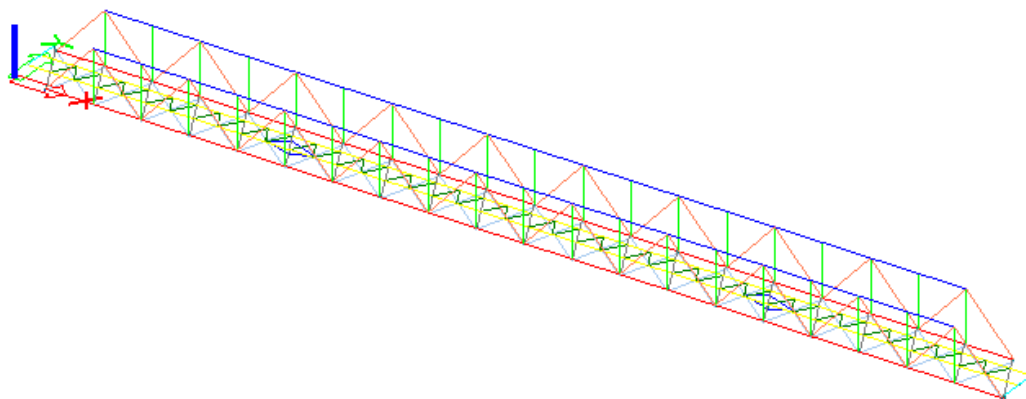
Bylo uvažováno oslabení o 1 mm shora na horní pásnici běžných podélníků.

Ostatní závady byly shledány jako staticky nevýznamné.

1.4 Výpočetní model

1.4.1 Model pro globální analýzu

Konstrukce je modelována v programu SCIA ENGINEER jako prostorová prutová konstrukce. Obrázek modelu viz také *Grafické přílohy* nebo *P4 - Strojový výpočet*.



celkový pohled na model

Podélníky jsou modelovány jako prosté od příčnicku na příčník. Přípoje jsou kloubové v souladu s modelem přípoje viz odst. 1.4.2.

Hlavní nosníky jsou podepřeny podporami v uzlech dle podepření ve skutečnosti (dle ložisek). Podepření ve svislém směru je tuhé. Podepření v podélném a příčném směru je pružné. Tuhost podepření byla volena taková, aby maximální posun v pevném ložisku podélně i příčně byl roven 5 mm (pro zatížení v charakteristické kombinaci) s přesností $\pm 0,2$ mm. Podružná ložiska jsou bez zárážek, tudíž příslušné podpory jsou modelovány jako příčně i podélně bez omezení posunutí.

Tuhost pevných ložisek v podélném směru (osa X) je nastavena 210 MN/m pro pravé i levé ložisko. Tuhost ložisek v příčném směru (osa Y) je nastavena

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

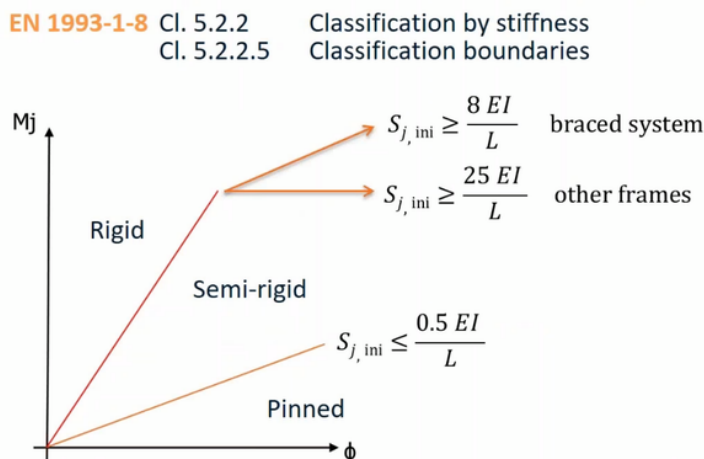
Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



23 MN/m na začátku vlevo, 29 MN/m na začátku vpravo, 71 MN/m uprostřed (na pilíři) vlevo, 29 MN/m uprostřed (na pilíři) vpravo, 40 MN/m na konci vlevo a 13 MN/m na konci vpravo.

1.4.2 Model přípoju

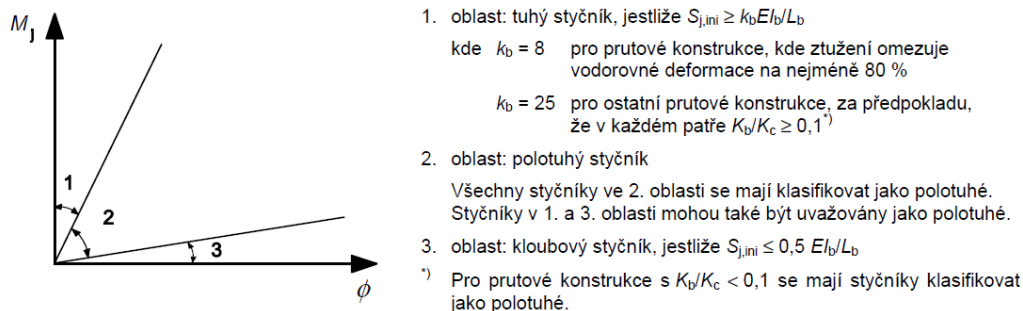
1.4.2.1 Obecné podmínky



ČSN EN 1993-1-8 ed. 2

5.2.2.5 Klasifikační hranice

(1) Klasifikační hranice styčníků, kromě kotvení sloupů, jsou uvedeny v 5.2.2.1(1) a na obrázku 5.4.



kde K_b je střední hodnota I_b/L_b pro všechny nosníky nad uvažovaným podlažím;

K_c střední hodnota I_c/L_c pro všechny sloupy v uvažovaném podlaží;

I_b moment setrvačnosti nosníku;

I_c moment setrvačnosti sloupu;

L_b rozpětí nosníku (mezi středy sloupů);

L_c výška podlaží (sloupu).

Obrázek 5.4 – Klasifikace styčníků podle tuhosti

V globální analýze by se většinou měla používat **počáteční** nikoli sečná tuhost, která je výstupem z programu IDEA StatiCa Connection. Pro klasifikaci přípoje se používá počáteční tuhost předpokládaná ve výši $2/3 M_{j,Rd}$.

Tuhý přípoj - použij průběžné pruty

Kloubový přípoj - vlož dokonalý kloub

Polotuhé přípoje:

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



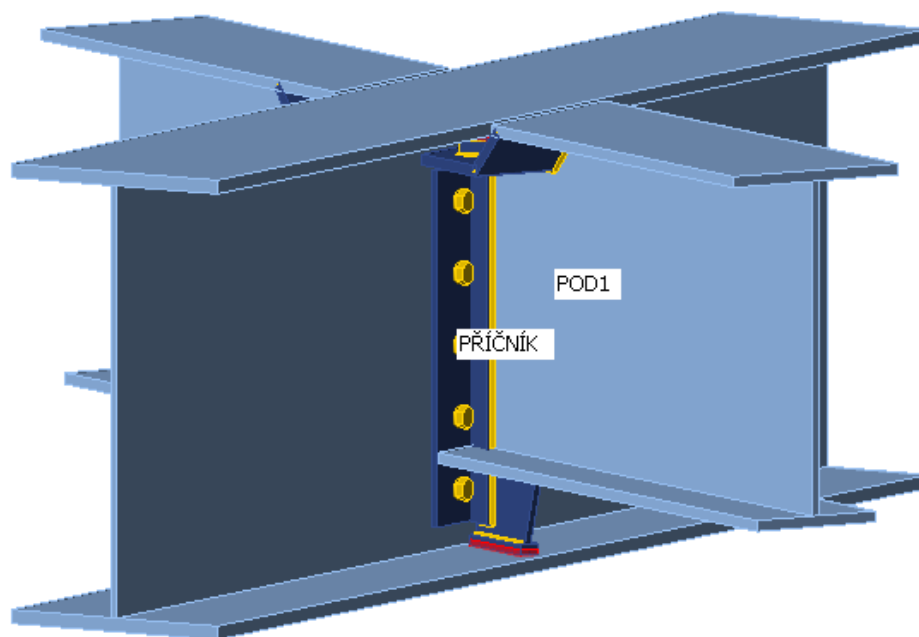
$$M_{j,Ed} < 2/3 M_{j,Rd} - \text{použij } S_{j,ini}$$
$$M_{j,Ed} > 2/3 M_{j,Rd} - \text{použij } S_{j,ini} / \eta$$

Tabulka 5.2 – Součinitel změny tuhosti η

Typ spoje	Styčnick nosníku se sloupem	Jiné typy styčnicků (přípoj nosníku na průvlak, spoj nosníků, kotvení sloupů)
Svařovaný	2,0	3,0
Šroubovaný s čelní deskou	2,0	3,0
Šroubovaný s úhelníky na pásnicích	2,0	3,5
Patní desky	–	3,0

1.4.2.2 Přípoj podélníku typu 3P na příčník

Jedná se o přípoj v místech s nižším podélníkem (typický přípoj). Styčník je modelován v programu IDEA StatiCa v modulu Connection.



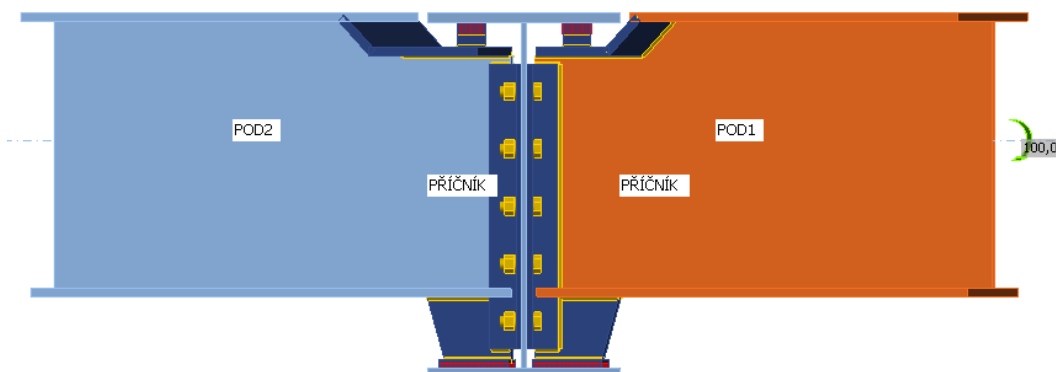
model styčníku

Přepočet zatížitelnosti

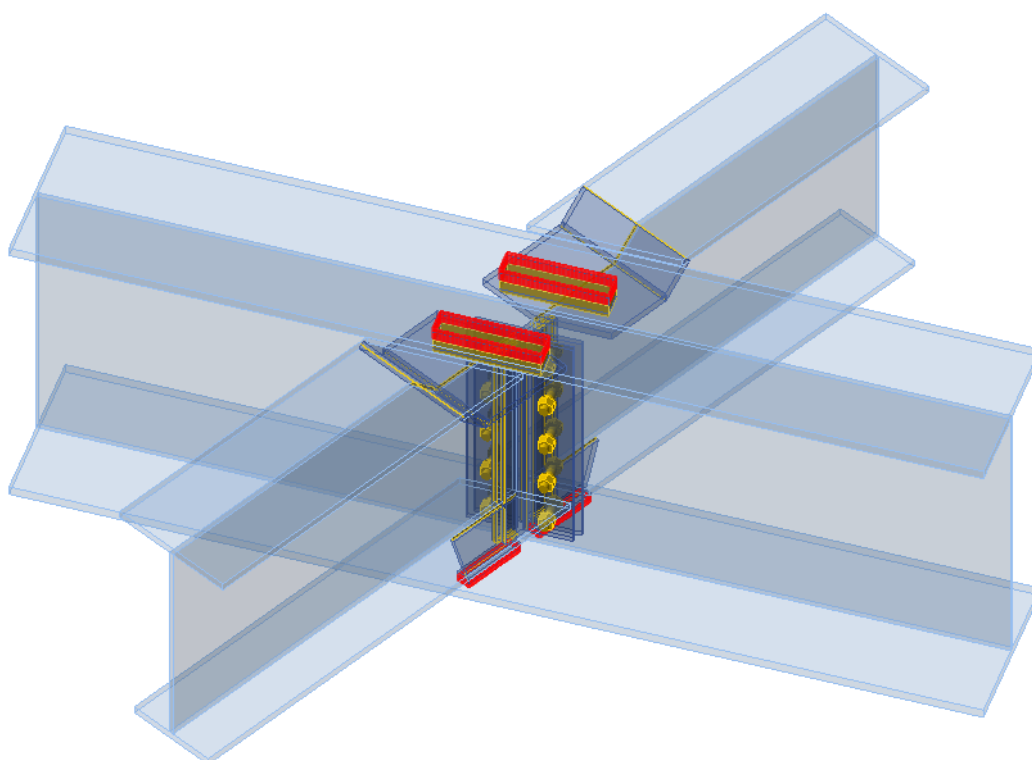
Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa

Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

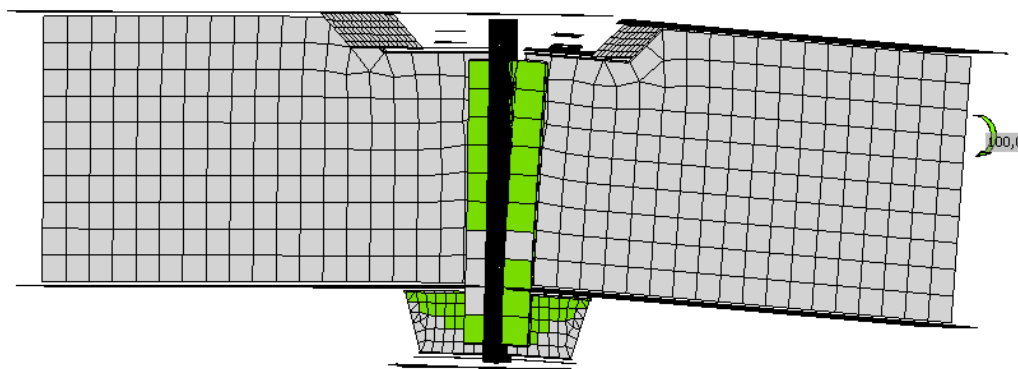
Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



model styčníku – pohled kolmo na příčník



model styčníku – axonometrický pohled s průhledností

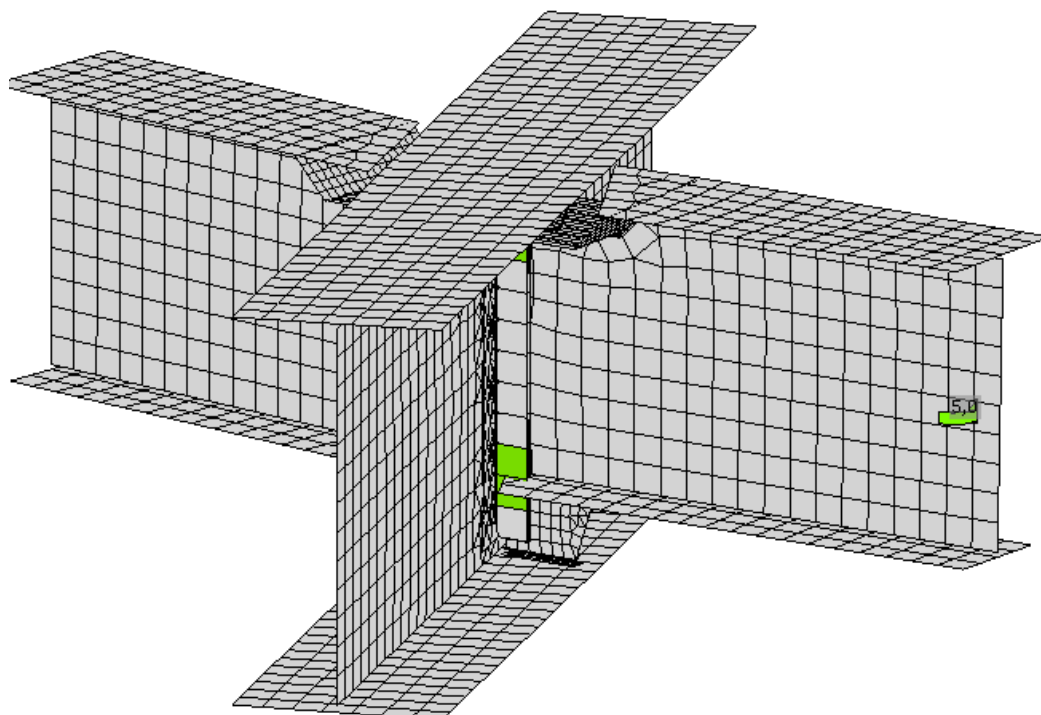


model styčníku po deformaci M_y

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



model styčnicku po deformaci Mz

Ve svislém směru působí styčník jako kloubový ($S_{j,ini} = 12,6 \text{ MNm/rad}$).
Přípoj je modelován jako kloubový.

Ve vodorovném směru působí styčník jako kloubový ($S_{j,ini} = 0,3 \text{ MNm/rad}$).
Přípoj je modelován jako kloubový.

Podrobné informace viz příloha P4 - Strojový výpočet.

1.4.2.3 Přípoj podélníku typu 4P a 5P na příčník

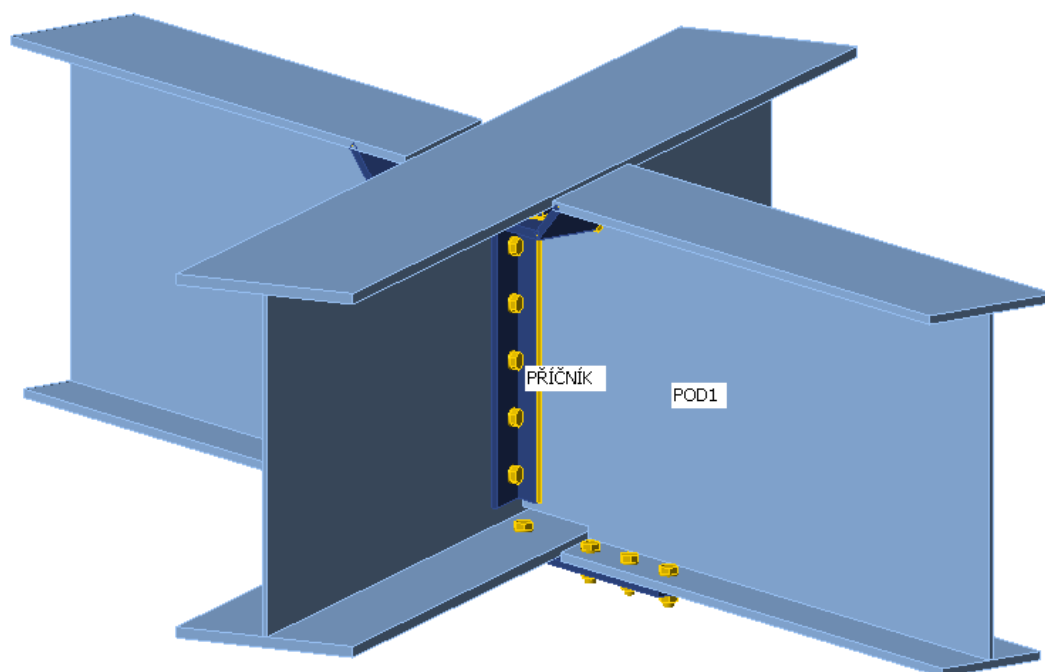
Jedná se o přípoj v místech s vyšším podélníkem (přípoj v místě brzdných ztužidel). Styčník je modelován v programu IDEA StatiCa v modulu Connection.

Přepočet zatížitelnosti

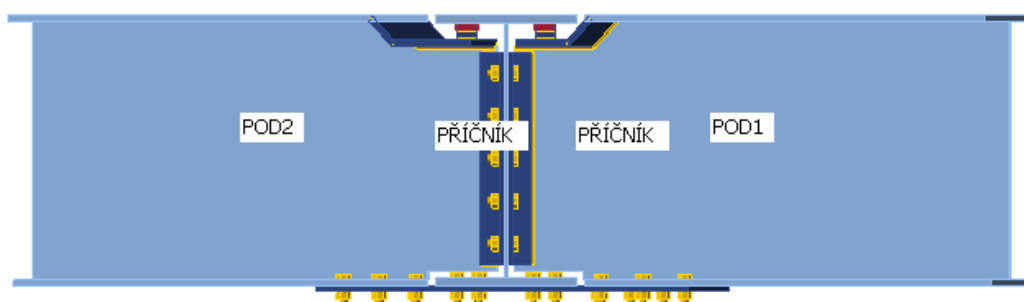
Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa

Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



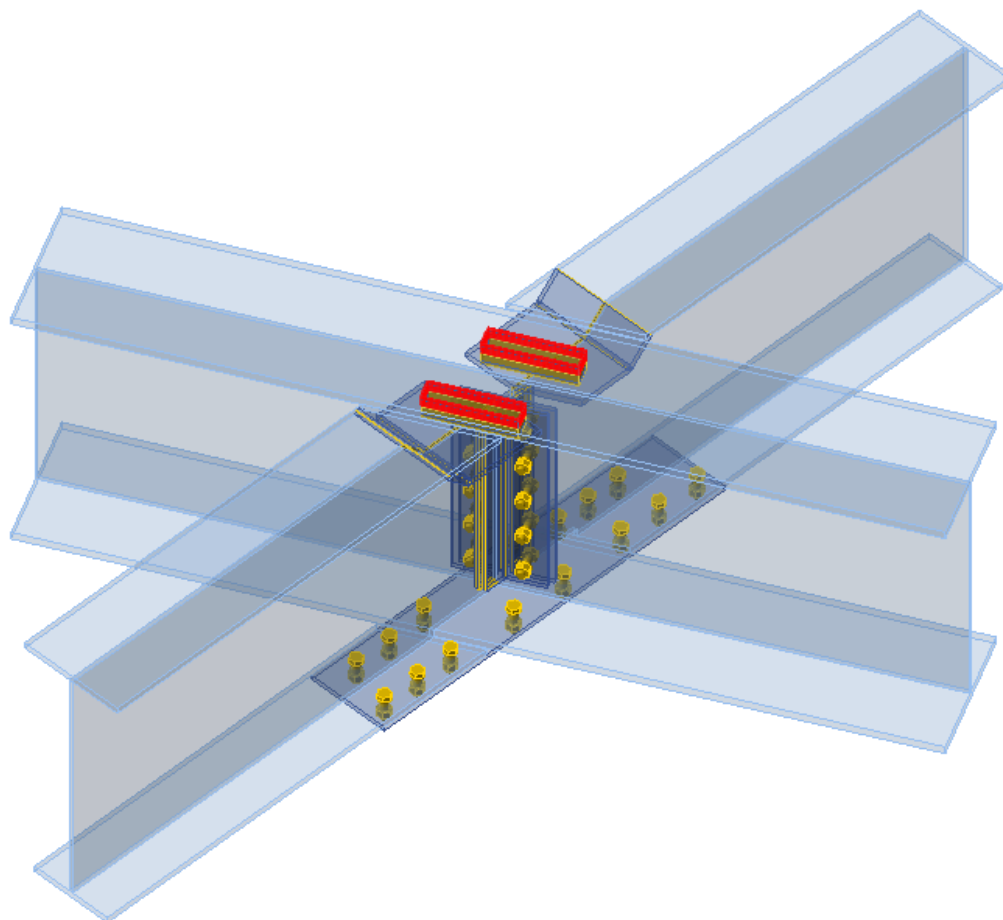
model styčnicku



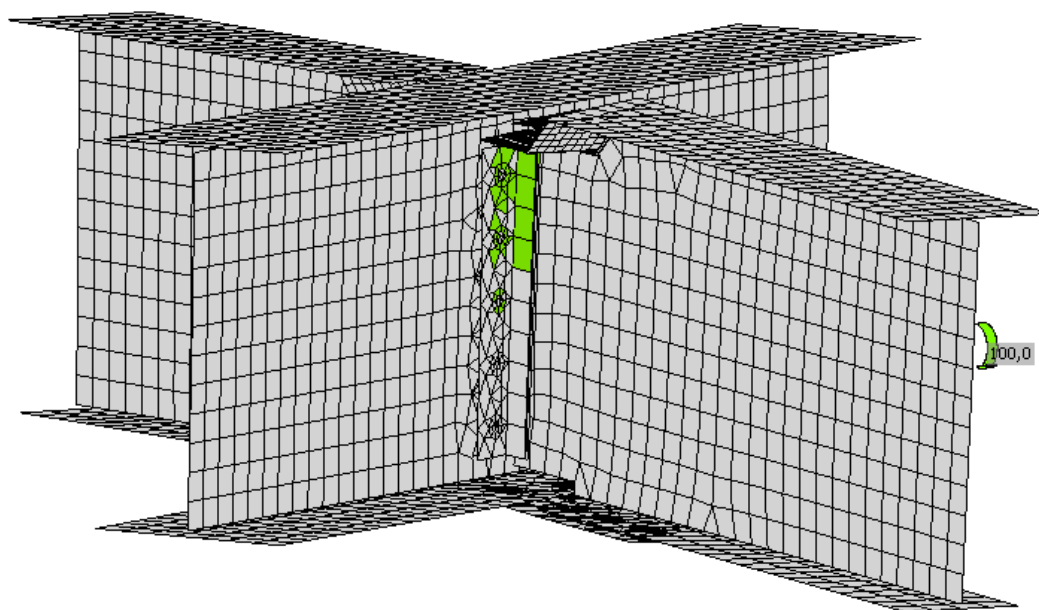
model styčnicku – pohled kolmo na příčník

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník
Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



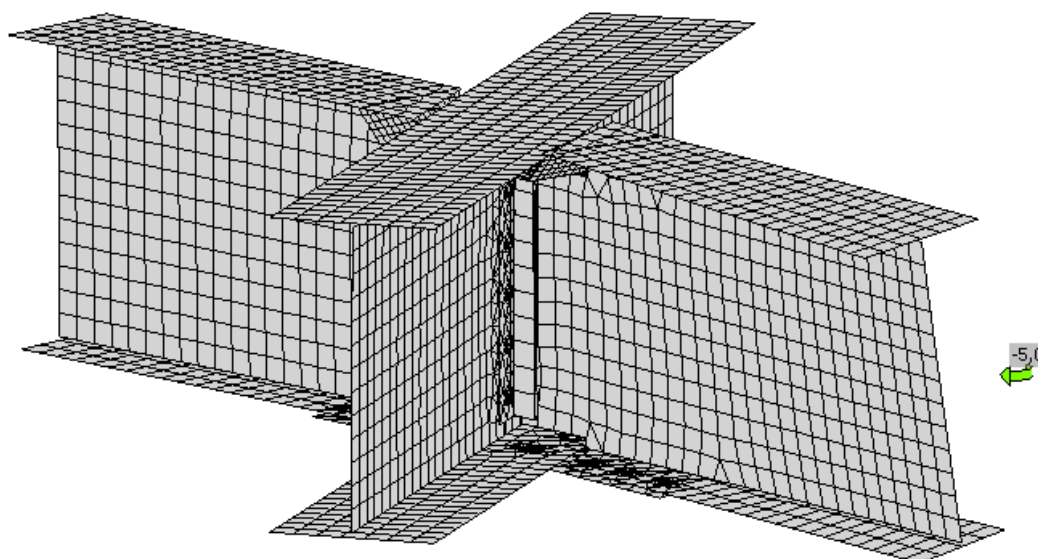
model styčníku – axonometrický pohled s průhledností



model styčníku po deformaci M_y

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník
Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



model styčníku po deformaci Mz

Ve svislém směru působí styčník jako kloubový ($S_{j,ini} = 19,4 \text{ MNm/rad}$).
Přípoj je modelován jako kloubový.

Ve vodorovném směru působí styčník jako kloubový ($S_{j,ini} = 1,5 \text{ MNm/rad}$).
Přípoj je modelován jako kloubový.

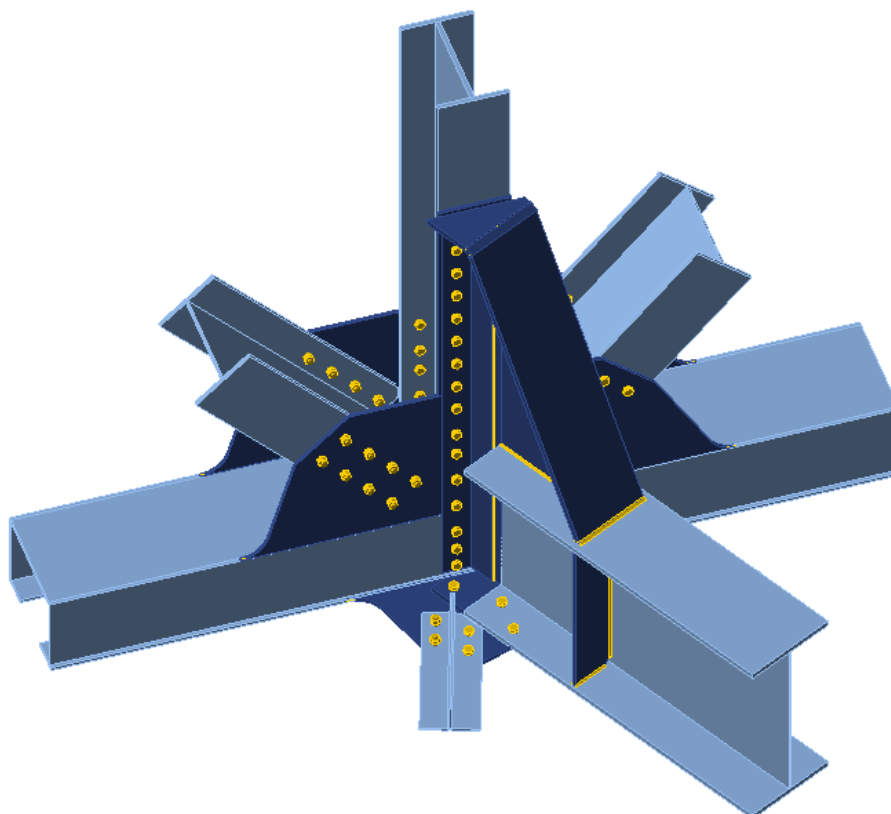
Podrobné informace viz příloha P4 - Strojový výpočet.

1.4.2.4 Přípoje příčnicku na hlavní nosník

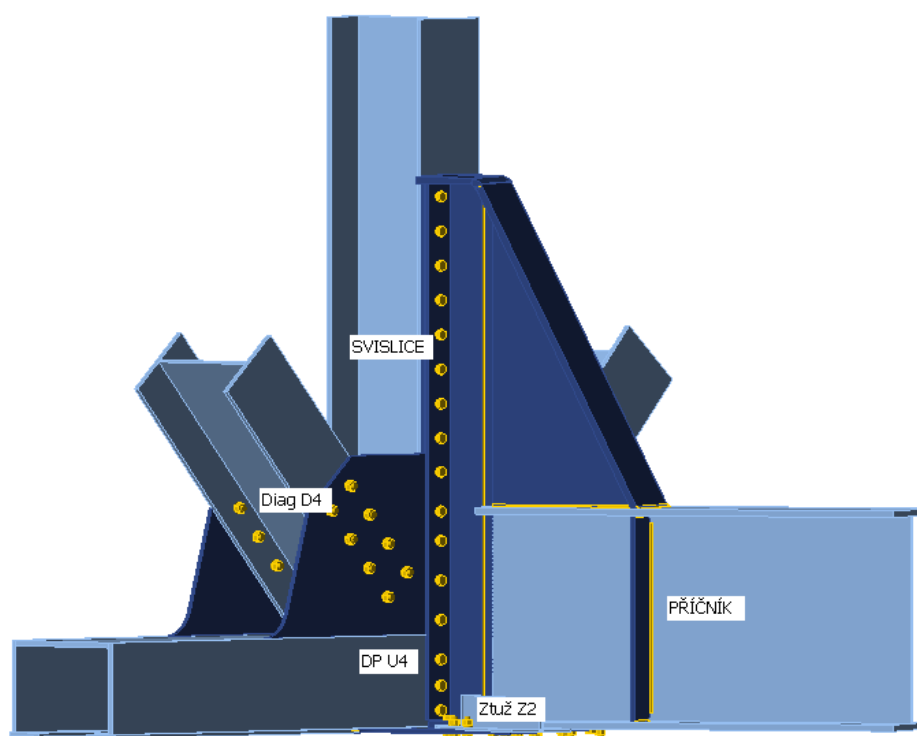
Jedná se o typický přípoj příčnicku k dolnímu pásu v místech svislic. Styčník je modelován v programu IDEA StatiCa v modulu Connection.

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník
Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



model styčnicku – axonometrický pohled



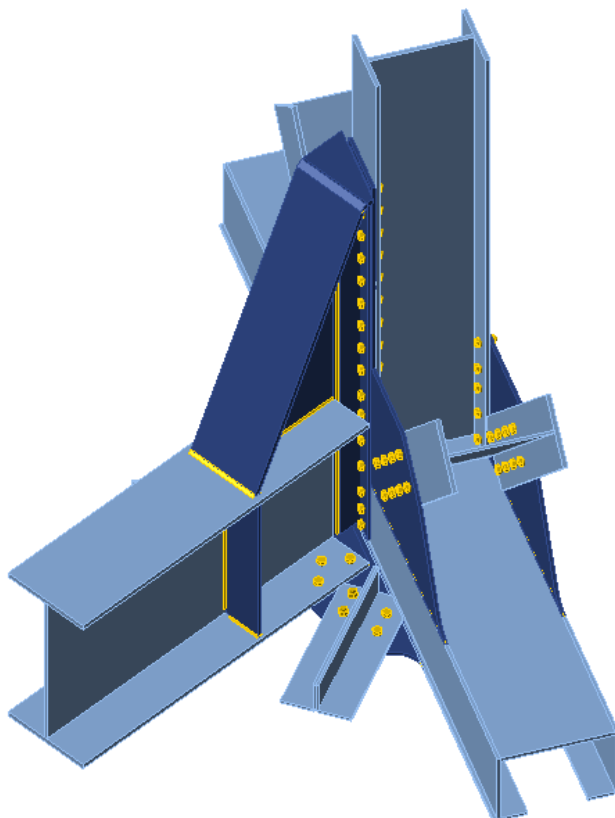
model styčnicku – pohled na příčník a vyztuhu

Přepočet zatížitelnosti

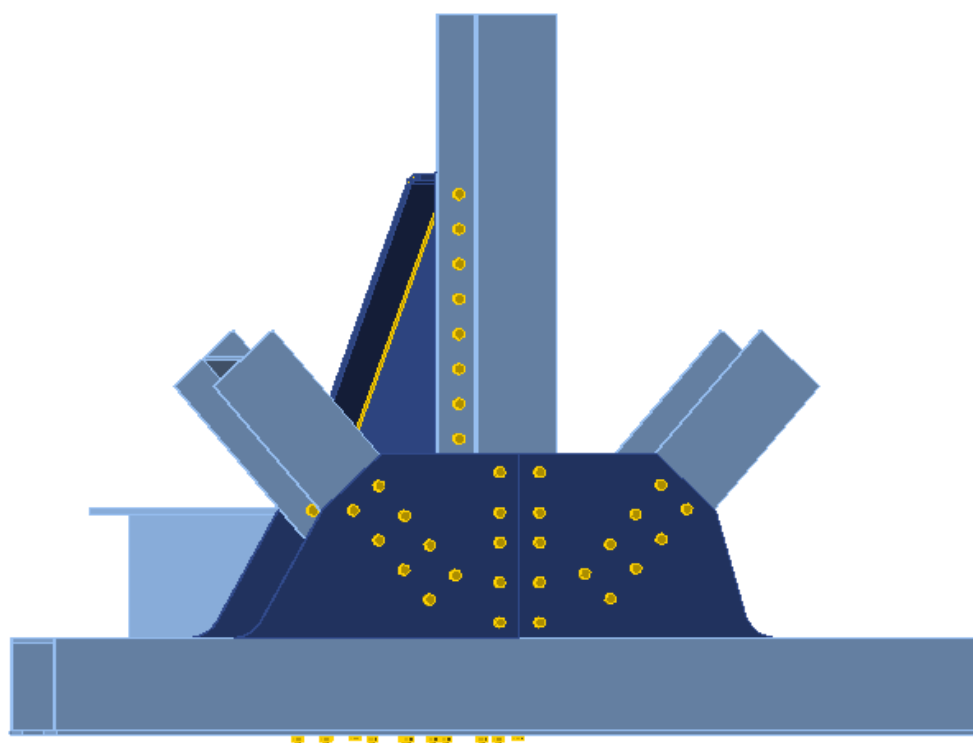
Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa

Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



model styčnicku – pohled na příčník a vyztuhu z opačné strany



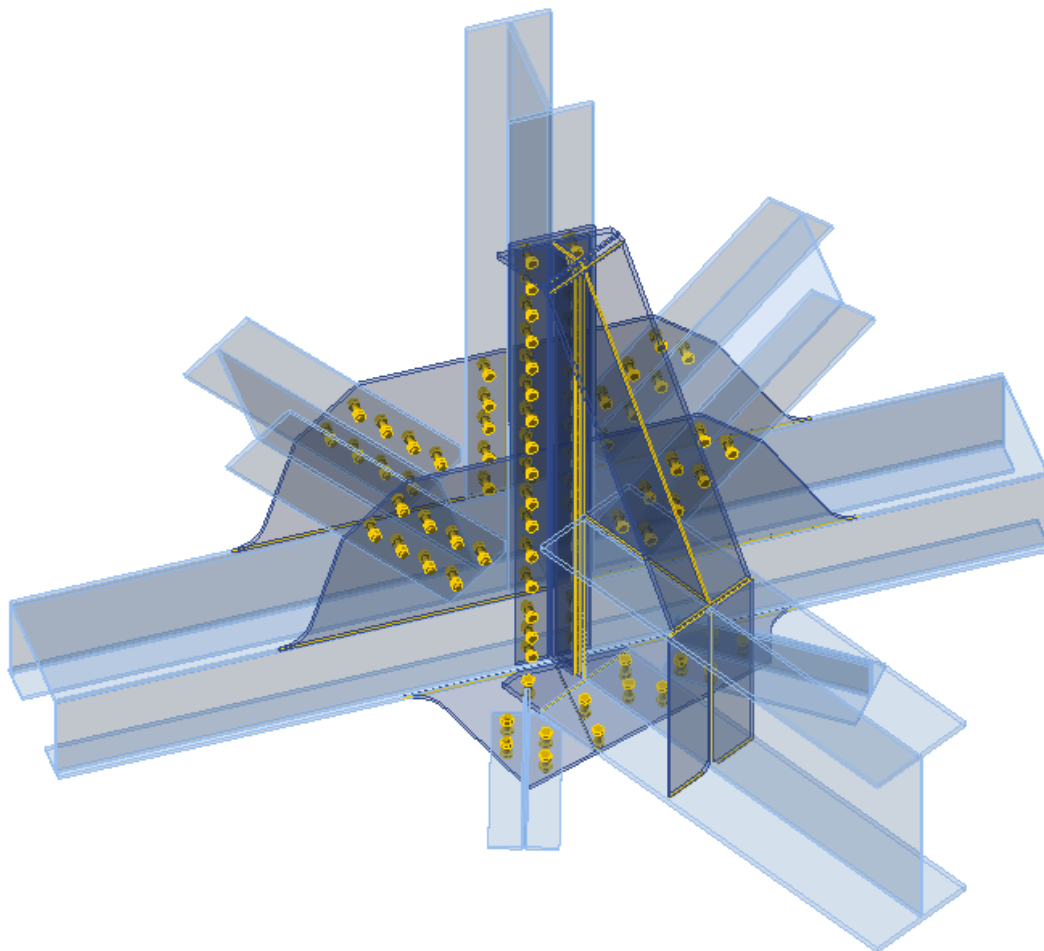
model styčnicku – vnější pohled

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa

Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



model styčnicku – axonometrický pohled s průhledností

Ve svislém směru působí styčník jako polotuhý ($S_{j,ini} = 1178,7 \text{ MNm/rad}$).

$$M_{y,Ed} = 401,3 \text{ kNm}$$

$$M_{y,Rd} = 690,2 \text{ kNm}$$

$$M_{y,Ed} > 2/3 M_{y,Rd}$$

$$401,3 > 2/3 * 690,2$$

$$401,3 < 460,1 \text{ kNm}$$

Podmínka pro redukci není splněna, v globálním modelu je použita neredukovaná tuhost $S_{j,ini}$

$$\mathbf{S_{j,ini} = 1178,7 \text{ MNm/rad}}$$

Ve vodorovném směru působí styčník jako polotuhý ($S_{j,ini} = 4,5 \text{ MNm/rad}$).

$$M_{z,Ed} = 230 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rd} = 49 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Ed} > 2/3 M_{z,Rd}$$

$$230 > 2/3 * 49$$

$$230 > 33 \text{ kNm}$$

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Podmínka pro redukci je splněna, v globálním modelu je použita redukovaná

tuhost $S_{j,ini,red} = S_{j,ini} / \eta$

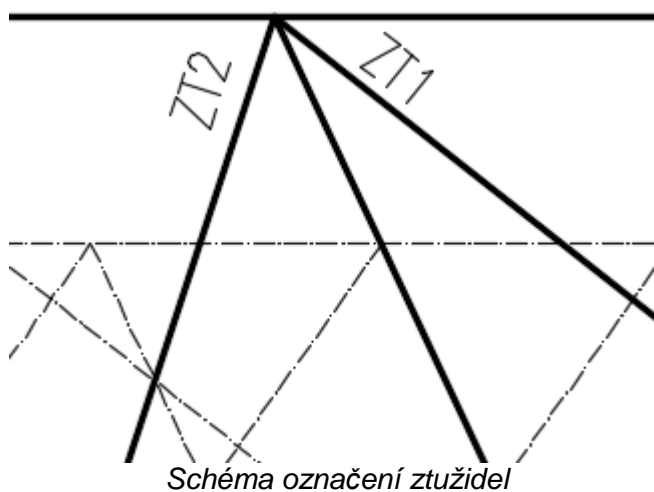
$S_{j,ini,red} = 4,5 / 3,0$

$S_{j,ini,red} = 1,5 \text{ MNm/rad}$

Podrobné informace viz příloha P4 - Strojový výpočet.

1.4.2.5 Tuhost přípoje hlavního příčného ztužidla

Byl využit stejný model, jako pro přípoj příčnicku na hlavní nosník.



Ve svislém i vodorovném směru působí přípoje jako polotuhé.

1.4.2.5.1 ZT1 (delší prvek)

Ve svislém směru:

$S_{j,ini} = 0,3 \text{ MNm/rad}$

Ve vodorovném směru:

$S_{j,ini} = 1,6 \text{ MNm/rad}$

1.4.2.5.2 ZT2 (kratší prvek)

Ve svislém směru:

$S_{j,ini} = 0,1 \text{ MNm/rad}$

Ve vodorovném směru:

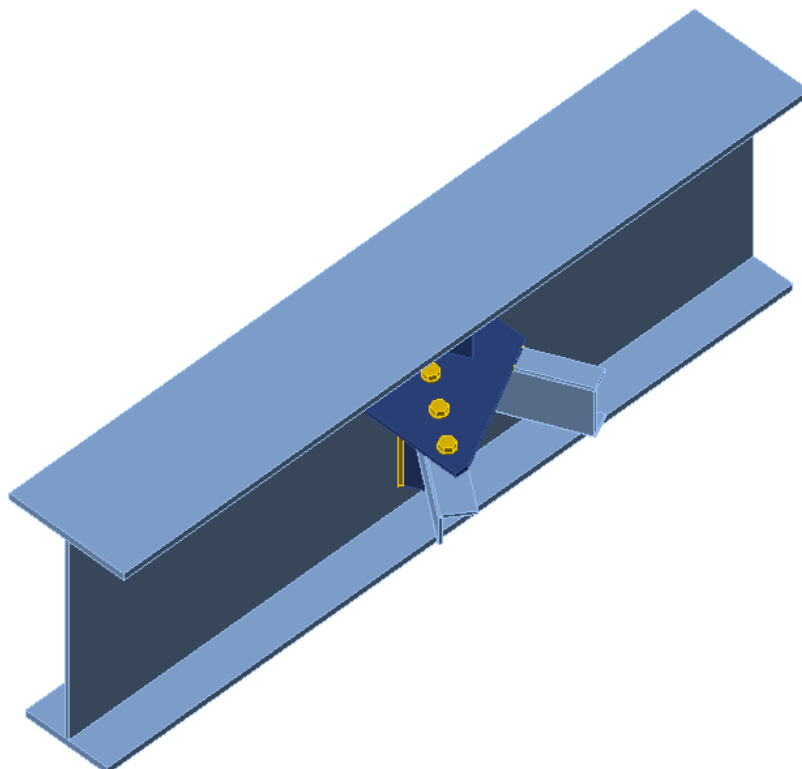
$S_{j,ini} = 0,9 \text{ MNm/rad}$

Přepočet zatížitelnosti

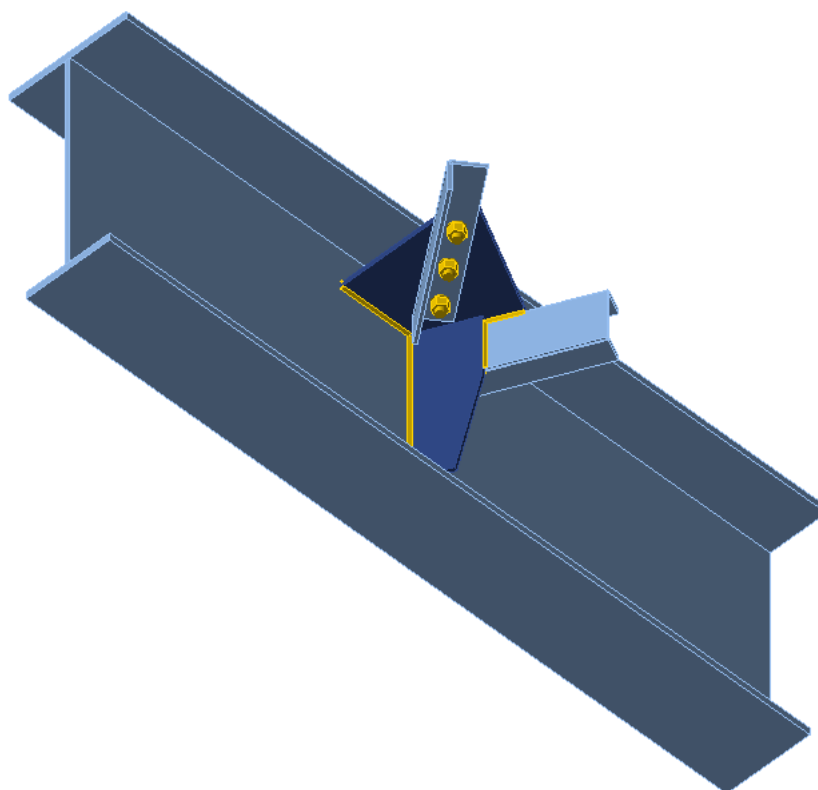
Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník
Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



1.4.2.6 Tuhost přípoje mezipodélníkového ztužidla



model styčnicku – axonometrický pohled shora

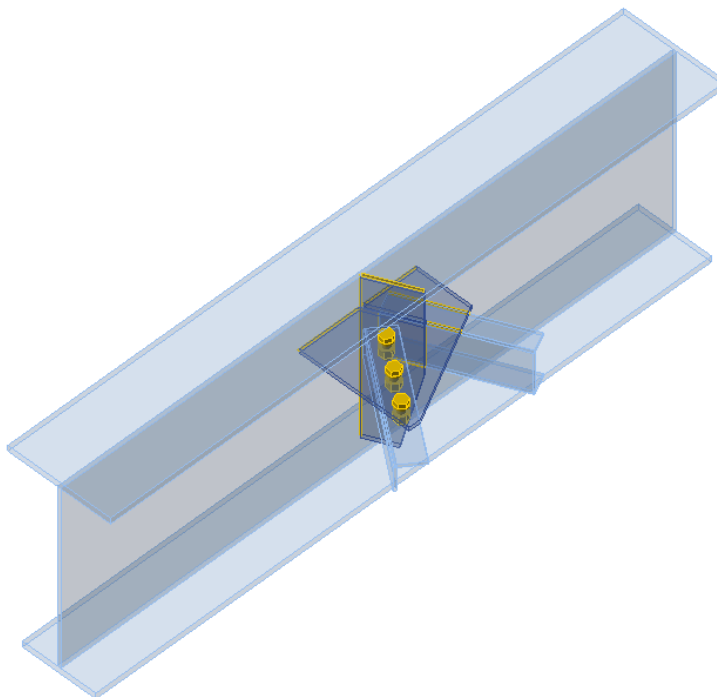


model styčnicku – axonometrický pohled zdola

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



model styčníku – axonometrický pohled s průhledností

1.4.2.6.1 MPZ1 (U-profil)

Ve svislém směru působí přípoj jako polotuhý.

Ve vodorovném směru působí přípoj jako tuhý.

Ve svislém směru:

$$S_{j,ini} = 0,8 \text{ MNm/rad}$$

Přípoj v globálním modelu modelován jako pružný.

Ve vodorovném směru:

$$S_{j,ini} = 3,1 \text{ MNm/rad}$$

Přípoj v globálním modelu modelován jako tuhý.

1.4.2.6.2 MPZ2 (úhelník)

Ve svislém směru působí přípoj jako tuhý nebo polotuhý podle orientace zatížení.

Ve vodorovném směru působí přípoj jako tuhý.

Ve svislém směru:

$$S_{j,ini} = 0,3 \text{ MNm/rad nahoru; } 2,5 \text{ MNm/rad dolů}$$

Přípoj v globálním modelu modelován jako pružný s tuhostí 0,3 MNm/rad.

Ve vodorovném směru:

$$S_{j,ini} = \infty \text{ MNm/rad}$$

Přípoj v globálním modelu modelován jako tuhý.



1.5 Výpočetní pomůcky

1.5.1 Výpočetní programy

Výpočty vnitřních sil a deformací jsou zpracovány programem SCIA ENGINEER – SCIA CZ s.r.o.

Zatížitelnost jednotlivých částí je vypočtena jednoduchými programy vytvořenými v tabulkovém procesoru Microsoft Excel.

Kompletní počítačové výpočty jsou archivovány u zpracovatele statického výpočtu.

1.6 Přehled použité literatury, norem a VL

1.6.1 Použité normy

ČSN 72 2605 Zkoušení cihlářských výrobků. Stanovení mechanických vlastností

ČSN 73 1201 Navrhování betonových konstrukcí

ČSN 73 1317 Stanovení pevnosti betonu v tlaku

ČSN 73 6200 Mosty - Terminologie a třídění

ČSN P 73 6213 Navrhování zděných mostních konstrukcí

ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem

ČSN EN 1991-1-5 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-5: Obecná zatížení - Zatížení teplotou

ČSN EN 1991-1-7 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-7: Obecná zatížení - Mimořádná zatížení

ČSN EN 1991-2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou

ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1 : Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 1992-2 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 2 : Betonové mosty – Navrhování a konstrukční zásady

ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 1993-1-5 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-5: Boulení stěn

ČSN EN 1993-1-8 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčníků

ČSN EN 1993-1-9 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-9: Únava

ČSN EN 1993-2 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 2 : Ocelové mosty

ČSN EN 1994-1-1 Eurokód 4: Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 1994-2 Eurokód 4: Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí - Část 2: Obecná pravidla a pravidla pro mosty

ČSN EN 1996-1-1 Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla. Pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OR Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



ČSN EN 1996-3 Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí - Část 3: Zjednodušené metody výpočtu nevyztužených zděných konstrukcí
ČSN EN 1997 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí
ČSN EN 206+A2 Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
ČSN EN 772-1 Zkušební metody pro zdicí prvky - Část 1: Stanovení pevnosti v tlaku
ČSN EN 998-2 Specifikace malt pro zdivo - Část 2: Malty pro zdění
ČSN EN 1015-11 Zkušební metody malt pro zdivo - Část 11: Stanovení pevnosti zatvrdlých malt v tahu za ohybu a v tlaku
ČSN EN 1052-1 Zkušební metody pro zdivo - Část 1: Stanovení pevnosti v tlaku
ČSN EN 1052-2 Zkušební metody pro zdivo - Část 2: Stanovení pevnosti v tahu za ohybu
ČSN EN 1052-3 Zkušební metody pro zdivo - Část 3: Stanovení počáteční pevnosti ve smyku
ČSN EN 1052-4 Zkušební metody pro zdivo - Část 4: Stanovení pevnosti ve smyku zdiva s hydroizolací
ČSN EN 1052-5 Zkušební metody pro zdivo - Část 5: Stanovení přídržnosti malty v ložné spáře v tahu za ohybu
ČSN EN 1926 Zkušební metody přírodního kamene - Stanovení pevnosti v tlaku
ČSN EN 10025-1 Výrobky válcované za tepla z konstrukčních ocelí – Část 1: Všeobecné technické dodací podmínky
ČSN EN 10025-2 Výrobky válcované za tepla z konstrukčních ocelí – Část 2: Technické dodací podmínky pro nelegované konstrukční oceli
ČSN EN 12504-1 Zkoušení betonu v konstrukcích - Část 1: Vývrty - Odběr, vyšetření a zkoušení v tlaku
ČSN EN 12504-2 Zkoušení betonu v konstrukcích - Část 2: Nedestruktivní zkoušení - Stanovení tvrdosti odrazovým tvrdoměrem
ČSN EN 12504-4 Zkoušení betonu - Část 4: Stanovení rychlosti šíření ultrazvukového impulsu
ČSN EN 15528 Železniční aplikace - Traťové třídy zatížení pro určení vztahu mezi dovoleným zatížením infrastruktury a maximálním zatížením vozidly
ČSN ISO 2394 Obecné zásady spolehlivosti konstrukcí
ČSN EN ISO 6892-1 Kovové materiály - Zkoušení tahem - Část 1: Zkušební metoda za pokojové teploty
ČSN EN ISO 13918 Svařování - Svorníky a keramické kroužky pro obloukové přivařování svorníků
ČSN EN ISO 15630-1 Ocel pro výztuž a předpínání do betonu - Zkušební metody - Část 1: Tyče, válcovaný drát a drát pro výztuž do betonu
ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí. Hodnocení existujících konstrukcí
ČSN 73 0038 Hodnocení existujících konstrukcí – doplňující ustanovení pro navrhování
TP 224 Ověřování existujících betonových mostů pozemních komunikací
Mostní řád c. k. ministerstva železnic (1887)
Nařízení c. k. ministerstva železnic ze dne 28. srpna 1904 o mostech železnicových, nadželeznicových a mostech silnic příjezdných o železných nebo dřevěných ústrojinách, číslo 97 z r. 1904 (Nový mostní řád)
USS Nosné konstrukce ze zabetonovaných válených nosníků. Normální plán (1939)
Železniční deskové mostní konstrukce se zabetonovanými ocelovými nosníky - Předběžná směrnice pro návrh a provádění (1971)
Ocelobetonové nosné konstrukce železničních mostů - Směrnice pro návrh a provádění (1981)

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



IRS 70778-3 Recommendations for the inspection, assessment and maintenance of masonry arch bridges (2017)

Vyhláška UIC 778-3 Doporučení pro kontrolu, hodnocení a údržbu zděných klenbových mostů (český překlad, 2014)

Pomůcka pro používání programu LimitState RING pracovníky Správy železnic (2016)

Metodický pokyn SŽDC – Určování zatížitelnosti železničních mostních objektů

SŽ S5/1 Diagnostika, zatížitelnost a přechodnost železničních mostních objektů

1.6.2 Použitá literatura

- [1] Novák J. – Hořejší J.: Statika stavebních konstrukcí, SNTL Praha, 1973
- [2] Hořejší J. – Šafka J.: Statické tabulky, SNTL Praha, 1988
- [3] Vítek J.: Mostní stavby, SNTL Praha, 1989
- [4] Kolektiv autorů: Silniční a mostní stavby – texty, Sekurkon Praha, 1996
- [5] Studnička J.: Ocelové konstrukce 10, ČVUT Praha, 2000
- [6] Wald F.: Ocelové konstrukce – Tabulky, ČVUT Praha, 2000
- [7] Rotter, Studnička: Ocelové konstrukce 30 – Ocelové mosty, ČVUT Praha

1.6.3 Vzorové listy

MVL 120 - Vzorový statický výpočet plnostěnné ocelové konstrukce s horní mostovkou a kolejovým ložem

MVL 121 - Vzorový statický výpočet plnostěnné ocelové konstrukce s dolní mostovkou a mostnicemi

MVL 122 - Vzorový statický výpočet plnostěnné ocelové konstrukce s dolní mostovkou a kolejovým ložem

MVL 123 - Vzorový statický výpočet příhradové ocelové konstrukce s dolní mostovkou a kolejovým ložem

MVL 124 - Vzorový statický výpočet ocelobetonové konstrukce spřažené, s horní mostovkou, s plnostěnnými nosníky

MVL 130 - Vzorový statický přepočet a výpočet zatížitelnosti ocelové konstrukce plnostěnného mostu s dolní prvkovou mostovkou

MVL 131 - Vzorový statický přepočet hlavního nosníka příhradového mosta a stanovení jeho zatížitelnosti

MVL 132 - Vzorový statický přepočet a výpočet zatížitelnosti komorové ocelové konstrukce s přímým uložením koleje

MVL 150 - Kombinovaná odezva mostu a koleje

MVL 511 Nosné konstrukce železničních mostů se zabetonovanými ocelovými nosníky (2005)

MVL 701 - Pružné uložení koleje na mostech s mostnicemi

1.6.4 Související předpisy

ČSN 02 2038 Nýty - Technické dodací předpisy

ČSN 02 2301 Nýty s půlkulovou hlavou

SŽ S5/1 Účinnost dnem zveřejnění 44

ČSN 02 2302 Přesné nýty s půlkulovou hlavou

ČSN 72 1860 Kámen na zdivo a stavební účely. Společná ustanovení

ČSN 72 2440 Zkoušení malt a maltových směsí. Společná ustanovení

ČSN 73 1370 Nedestruktivní zkoušení betonu - Společná ustanovení

ČSN 73 1371 Nedestruktivní zkoušení betonu - Ultrazvuková impulsová metoda

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OR Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



zkoušení betonu

ČSN 73 1372 Nedestruktivní zkoušení betonu - Rezonanční metoda zkoušení betonu

ČSN 73 1373 Nedestruktivní zkoušení betonu - Tvrdoměrné metody zkoušení betonu

ČSN 73 2011 Nedestruktivní zkoušení betonových konstrukcí

ČSN 73 2603 Ocelové mostní konstrukce - Doplňující specifikace pro provádění, kontrolu kvality a prohlídky

ČSN 73 3251 Navrhování konstrukcí z kamene

ČSN 73 6201 Projektování mostních objektů

ČSN 73 6209 Zatěžovací zkoušky mostů

ČSN EN 771-2 Specifikace zdicích prvků - Část 2: Vápenopískové zdicí prvky

ČSN EN 771-3 Specifikace zdicích prvků - Část 3: Betonové tvárnice s hutným nebo pórovitým kamenivem

ČSN EN 771-4 Specifikace zdicích prvků - Část 4: Pórobetonové tvárnice

ČSN EN 771-5 Specifikace zdicích prvků - Část 5: Zdicí prvky z umělého kamene

ČSN EN 771-6 Specifikace zdicích prvků - Část 6: Zdicí prvky z přírodního kamene

ČSN EN 1090-1 Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí - Část 1: Požadavky na posouzení shody konstrukčních dílců

ČSN EN 10025-3 Výrobky válcované za tepla z konstrukčních ocelí - Část 3: Technické dodací podmínky pro normalizačně žíhané/ normalizačně válcované svařitelné jemnozrné konstrukční oceli

ČSN EN 10025-4 Výrobky válcované za tepla z konstrukčních ocelí - Část 4: Technické dodací podmínky pro termomechanicky válcované svařitelné jemnozrné konstrukční oceli

ČSN EN 10025-5 Výrobky válcované za tepla z konstrukčních ocelí - Část 5: Technické dodací podmínky na konstrukční oceli se zvýšenou odolností proti atmosférické korozi

ČSN EN 10080 Ocel pro výztuž do betonu - Svařitelná betonářská ocel – Všeobecně

ČSN EN 12390-3 Zkoušení ztvrdlého betonu - Část 3: Pevnost v tlaku zkušebních těles

ČSN EN ISO 2394 Obecné zásady spolehlivosti konstrukcí

ČSN EN ISO 4014 Spojovací součásti. Šrouby se šestihrannou hlavou. Výrobní třída A a B

ČSN EN ISO 4016 Spojovací součásti. Šrouby se šestihrannou hlavou. Výrobní třída C

ČSN EN ISO 4032 Spojovací součásti. Šestihranné matice, typ 1. Výrobní třída A a B

ČSN EN ISO 4034 Spojovací součásti. Šestihranné matice. Výrobní třída C

ČSN EN ISO 5817 Svařování - Svarové spoje oceli, niklu, titanu a jejich slitin zhotovené tavným svařováním (mimo elektronového a laserového svařování) - Určování stupňů jakosti

ČSN EN ISO 11666 Nedestruktivní zkoušení svarů - Zkoušení ultrazvukem – Stupně přípustnosti

ČSN EN ISO 17635 Nedestruktivní zkoušení svarů - Všeobecná pravidla pro kovové materiály

ČSN EN ISO 17640 Nedestruktivní zkoušení svarů - Zkoušení ultrazvukem - Techniky, třídy zkoušení a hodnocení

TP 42 Opravy, obnovy a přestavby ocelových nosných konstrukcí mostů. Metody a technologie k zvýšení zatížitelnosti a prodloužení životnosti.

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



1.7 Podklady

1.7.1 Existující dokumentace

K mostnímu objektu se dochovala archivní dokumentace a byla poskytnuta zpracovateli. Zpracovatel přepočtu měl k dispozici dílenskou dokumentaci z roku 1965 (*O. k. žel. mostu Beroun – Rakovník v km 12,884, Vítkovické železářny Klementa Gottwalda, Ostrava 71 – Mostárna Vítkovice, projektant Ing. Waleczko*). Dále byl k dispozici protokol o podrobné prohlídce z roku 2021.

1.7.2 Geodetická dokumentace

Geodetické zaměření konstrukce pro účely výpočtu nebylo provedeno.

1.7.3 Výsledky výpočtu rychlosti větru

Rychlost větru byla stanovena výpočtem na odborném pracovišti ČHMÚ.

Rychlost větru s dobou návratu 50 let a intenzita horizontální turbulence v lokalitě Žloutkovice; 224 m n. m., výška 14,8 m, drsnost 0,5 m, $v_{b,0} = 22,6$ m/s.

Směr větru	Rychlost větru [m/s]	Intenzita horizontální turbulence [%]
S	6,5	43,7
SV	3,0	108,2
V	3,3	98,2
JV	5,7	39,2
J	6,1	38,9
JZ	6,9	94,9
Z	7,9	85,4
SZ	7,1	40,9

1.7.4 Výsledky diagnostiky

Byl proveden podrobný diagnostický průzkum. Jeho předmětem bylo:

- kontrola základních rozměrů konstrukce mostu
- kontrola stavu spodní stavby
- zmapování závad a poruch na všech nosných konstrukcích - lokalizace, četnost; především zjištění oslabení rozhodujících prvků nosné konstrukce a stav spojů pro statické posouzení
- kontrola stavu uložení
- kontrola stavu přechodů mezi NK a SS

Byl proveden průzkum zaměřený na stanovení materiálových vlastností oceli. Z prověřované nosné konstrukce byly odebrány 3 ks vzorků pro tahovou zkoušku. Vzorky plechů byly odebrány ze svislé výztuhy v přípoji příčníku na svislici hlavního nosníku. Označení vzorků je „1P 13S“, „2L 12S“ a „3P 7S“. Konkrétní

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



místa odběrů byla zakreslena do schématu a fotograficky zdokumentována. Z každého vzorku byla vytvořena 3 zkušební tělesa, na kterých byla provedena zkouška v souladu s ČSN EN 10 002-1. Na každém typu vzorku byla provedena analýza metalografie a chemického složení. Dále byla provedena nedestruktivní měření tvrdosti. Výsledky měření jsou podrobně uvedeny v samostatné části dokumentace *Podrobný diagnostický průzkum*.

Vzhledem k výrazně nižším parametrům jednoho z odebraných vzorků byl proveden doplňkový průzkum měřením tvrdosti na mostní konstrukci. Tvrdost byla změřena na 24 prvcích a kvůli kalibraci na 2 místech, kde byly v předchozím průzkumu odebírány vzorky. Výsledky tohoto doplňkového průzkumu naznačují, že přítomnost plechu nízké pevnosti v konstrukci je spíše ojedinělá. Pro vyšší jistotu by bylo nutno provést komplexnější průzkum na řádově několika stovkách zkušebních míst, ideálně na každém plechu.

1.7.4.1 Výsledky tahových zkoušek

Č. vzorku	1P 13S/1	1P 13S/2	1P 13S/3	2L 12S/1	2L 12S/2	2L 12S/3
Mez kluzu (MPa)	391,8	387,3	371,0	327,9	335,3	333,6
Mez pevnosti (MPa)	539,0	540,4	528,7	507,5	489,7	492,8
Č. vzorku	3P 7S/1	3P 7S/2	3P 7S/3			
Mez kluzu (MPa)	233,3	241,0	233,8			
Mez pevnosti (MPa)	368,0	371,8	354,2			

1.7.4.2 Statistické vyhodnocení výsledků

1.7.4.2.1 Vyhodnocení všech vzorků

Označení zkušebních vzorků	místo	plech / úhelník	mez kluzu	mez pevnosti	mez kluzu	mez pevnosti
1P 13S/1	svislá výztuha v přípoji příčnicku na svislici č. 13 vpravo	P			391,8	539,0
1P 13S/2	svislá výztuha v přípoji příčnicku na svislici č. 13 vpravo	P			387,3	540,4
1P 13S/3	svislá výztuha v přípoji příčnicku na svislici č. 13 vpravo	P			371,0	528,7
2L 12S/1	svislá výztuha v přípoji příčnicku na svislici č. 12 vlevo	P			327,9	507,5
2L 12S/2	svislá výztuha v přípoji příčnicku na svislici č. 12 vlevo	P			335,3	489,7
2L 12S/3	svislá výztuha v přípoji příčnicku na svislici č. 12 vlevo	P			333,6	492,8
3P 7S/1	svislá výztuha v přípoji příčnicku na svislici č. 7 vpravo	P			233,3	368,0
3P 7S/2	svislá výztuha v přípoji příčnicku na svislici č. 7 vpravo	P			241,0	371,8
3P 7S/3	svislá výztuha v přípoji příčnicku na svislici č. 7 vpravo	P			233,8	354,2

počet zkušebních těles

plechů	9			317,2	465,8
úhelníků	0	-	-		
celkem	9				

Výsledky:

Průměrná mez kluzu plechu	317,2	MPa
Průměrná mez kluzu úhelníku	-	MPa

Mez kluzu

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



max	391,8	MPa
min	233,3	MPa
medián	333,6	MPa
průměr	317,2	MPa
rozptyl	3765,1	MPa
variační koeficient	0,21	
směrodatná odchylka	65,08	MPa
šikmost	-0,40	
špičatost	-1,65	

kvartil 1 (25%)	241,0	MPa
kvartil 2 (50%)	333,6	MPa
kvartil 3 (75%)	371,0	MPa
variační rozpětí	158,5	MPa
kvartilové rozpětí	130,0	MPa
součinitel k_n, X dle tab. 4.2	1,73	
zaručená mez kluzu (dolní 5%)	204,6	MPa

Mez pevnosti

max	540,4	MPa
min	354,2	MPa
medián	492,8	MPa
průměr	465,8	MPa
rozptyl	5419,4	MPa
variační koeficient	0,17	
směrodatná odchylka	78,08	MPa
šikmost	-0,67	
špičatost	-1,66	

kvartil 1 (25%)	371,8	MPa
kvartil 2 (50%)	492,8	MPa
kvartil 3 (75%)	528,7	MPa
variační rozpětí	186,2	MPa
kvartilové rozpětí	156,9	MPa
součinitel k_n, X dle tab. 4.2	1,73	
zaručená mez pevnosti (dolní 5%)	330,7	MPa

Odběry byly provedeny pouze z plechů, protože úhelníky se vyskytují v konstrukci jen v úloze ztužidel. Na zatížitelnost nemají úhelníky zásadní vliv, byly proto z podrobné diagnostiky vypuštěny.

Výsledná mez kluzu 204,6 MPa je velmi nízká a silně limituje zatížitelnost konstrukce. Vzhledem k výrazné fyzikální i chemické odlišnosti od zbývajících vzorků byl **vzorek č. 3 vyloučen** ze statistického vyhodnocení. Vyloučení vzorku

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



bylo podloženo doplňujícím měřením tvrdosti oceli na nosné konstrukci
a odsouhlaseno odborným útvarem zadavatele.

1.7.4.2.2 Vyhodnocení výběru vzorků

Označení zkušebních vzorků	místo	plech / úhelník	mez kluzu	mez pevnosti	mez kluzu	mez pevnosti
1P 13S/1	svislá výztuha v přípoji příčnicku na svislici č. 13 vpravo	P			391,8	539,0
1P 13S/2	svislá výztuha v přípoji příčnicku na svislici č. 13 vpravo	P			387,3	540,4
1P 13S/3	svislá výztuha v přípoji příčnicku na svislici č. 13 vpravo	P			371,0	528,7
2L 12S/1	svislá výztuha v přípoji příčnicku na svislici č. 12 vlevo	P			327,9	507,5
2L 12S/2	svislá výztuha v přípoji příčnicku na svislici č. 12 vlevo	P			335,3	489,7
2L 12S/3	svislá výztuha v přípoji příčnicku na svislici č. 12 vlevo	P			333,6	492,8

počet zkušebních těles

plechů	6			357,8	516,4
úhelníků	0	-	-		
celkem	6				

Výsledky:

Průměrná mez kluzu plechu	357,8	MPa
Průměrná mez kluzu úhelníku	-	MPa

Mez kluzu

max	391,8	MPa
min	327,9	MPa
medián	353,2	MPa
průměr	357,8	MPa
rozptyl	697,7	MPa
variační koeficient	0,08	
směrodatná odchylka	28,94	MPa
šikmost	0,18	
špičatost	-2,73	

kvartil 1 (25%)	334,0	MPa
kvartil 2 (50%)	353,2	MPa
kvartil 3 (75%)	383,2	MPa
variační rozpětí	63,9	MPa
kvartilové rozpětí	49,2	MPa
součinitel kn,X dle tab. 4.2	1,77	
zaručená mez kluzu (dolní 5%)	306,6	MPa

Mez pevnosti

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



max	540,4	MPa
min	489,7	MPa
medián	518,1	MPa
průměr	516,4	MPa
rozptyl	431,2	MPa
variační koeficient	0,04	
směrodatná odchylka	22,75	MPa
šikmost	-0,13	
špičatost	-2,49	

kvartil 1 (25%)	496,5	MPa
kvartil 2 (50%)	518,1	MPa
kvartil 3 (75%)	536,4	MPa
variační rozpětí	50,7	MPa
kvartilové rozpětí	39,9	MPa
součinitel k_n, X dle tab. 4.2	1,77	
zaručená mez pevnosti (dolní 5%)	476,1	MPa

Odběry byly provedeny pouze z plechů, protože úhelníky se vyskytují v konstrukci jen v úloze ztužidel. Na zatížitelnost nemají úhelníky zásadní vliv, byly proto z podrobné diagnostiky vypuštěny.

Vyhodnocení bylo provedeno dle ČSN 73 0038 odst. 4.2.3 v souladu s SŽ S5/1 odst. A.1.1.2. **Zaručená mez kluzu konstrukční oceli je 306,6 MPa. Mez pevnosti konstrukční oceli je 476,1 MPa.**

1.7.4.3 Porovnání s nedestruktivními zkouškami

Chemické složení oceli

V rámci podrobné diagnostiky byly provedeny zkoušky chemického složení. Dle výsledků chemické analýzy odpovídají zkoušené vzorky jemnozrnné konstrukční oceli, obvyklé pro mostní konstrukce.

Nedestruktivní měření tvrdosti oceli

Označení zkušebních vzorků	plech / úhelník	průměr
2-1B	P	362
2-2B	P	384
2-3B	P	343

počet zkušebních těles	3	363
------------------------	---	-----

Výsledky:

Průměrná hodnota	363
------------------	-----

Metalografie

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Všechny vzorky mají relativně stejnou strukturu. Jedná se o běžnou feriticko-perlitickou strukturu. Struktura je výrazně řádkovaná – vliv válcování oceli.

1.7.4.4 Porovnání s tabulkovými hodnotami

Dle Tab A.1 se může jednat o ocel 37 (S235) nebo o ocel 52 (S355).

Zaručená mez kluzu oceli 37 je 230 MPa pro tl. ≤ 25 mm a 210 MPa pro tl. > 25 mm. Mez pevnosti je 360 MPa pro tl. ≤ 25 mm a 340 MPa pro tl. > 25 mm.

Zaručená mez kluzu je 360 MPa pro tl. ≤ 16 mm a 340 MPa pro tl. > 17 mm. Mez pevnosti je 510 MPa pro tl. ≤ 16 mm a 490 MPa pro tl. > 17 mm.

Hodnoty zjištěné tahovými zkouškami, jsou přibližně srovnatelné s tabulkovými hodnotami.

1.7.4.5 Porovnání s archivní dokumentací

Dle dochovaného výpisu materiálu jsou jednotlivé části nosné konstrukce vyrobeny z různých tříd oceli. Podélníky mají být vyrobeny z oceli 11 375 a 11 373. Příčníky vč. koncových polopříčniců mají být vyrobeny z oceli 11 523. Ztužidla mají být z oceli 11 373. Hlavní nosníky mají být vyrobeny z oceli 11 523.

Vzorky byly odebrány z příčniců, tj. zjištěné hodnoty by měly odpovídat oceli č. 52. Zaručená mez kluzu by měla být nejméně 360 MPa. U vzorků č. 1 a 2 se zjištěné hodnoty meze kluzu pohybují okolo této hodnoty, u vzorku č. 3 odpovídají hodnoty spíše oceli č. 37.

Variační rozpětí meze kluzu zjištěné zkouškami je 159 MPa. Vzhledem k tomu, že vzorky byly odebrány na příčnicích ze stejných míst, poukazuje toto zjištění na vyšší pravděpodobnost velkého rozptylu materiálových vlastností použitých ocelí.

Ve výpočtu byly bezpečně uvažovány mechanické parametry oceli zjištěné tahovými zkouškami. Jedná se o předpoklad na stranu bezpečnosti. Pokud byly ve výpočtu zatížitelnosti prvku použity hodnoty dle archivní dokumentace, je to uvedeno v poznámce v přehledu zatížitelnosti.

1.7.5 Výsledky prohlídek

Klasifikace stavu dle předpisu SŽDC S5:

nosná konstrukce	K 2
spodní stavba	S 2

1.7.6 Zvláštní požadavky zadavatele

Zadavatel požaduje ověření přechodnosti pro provozní zatížení odpovídající traťové třídě C3 s přidruženou rychlostí 70 km/h.

V případě, že konstrukce nebude přechodná pro TTZ C3/70, má být uvažována zbytková životnost 10 let.

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník
Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



1.8 Identifikace autora

autor: Ing. Zdeněk Lakmayer

firma: Ing. Ivan Šír
Projektování dopravních staveb CZ s.r.o.
Haškova 1714/3
Hradec Králové
500 02

kontrolující statik: Ing. Jan Fiala
- autorizovaný inženýr v oboru mosty a inženýrské konstrukce
- autorizovaný inženýr v oboru dopravní stavby

zodp. projektant: Ing. Ivan Šír
- autorizovaný inženýr v oboru mosty a inženýrské konstrukce
- autorizovaný inženýr v oboru statika a dynamika staveb

Podpisy a razítka jsou uvedeny na konci statického výpočtu.

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa

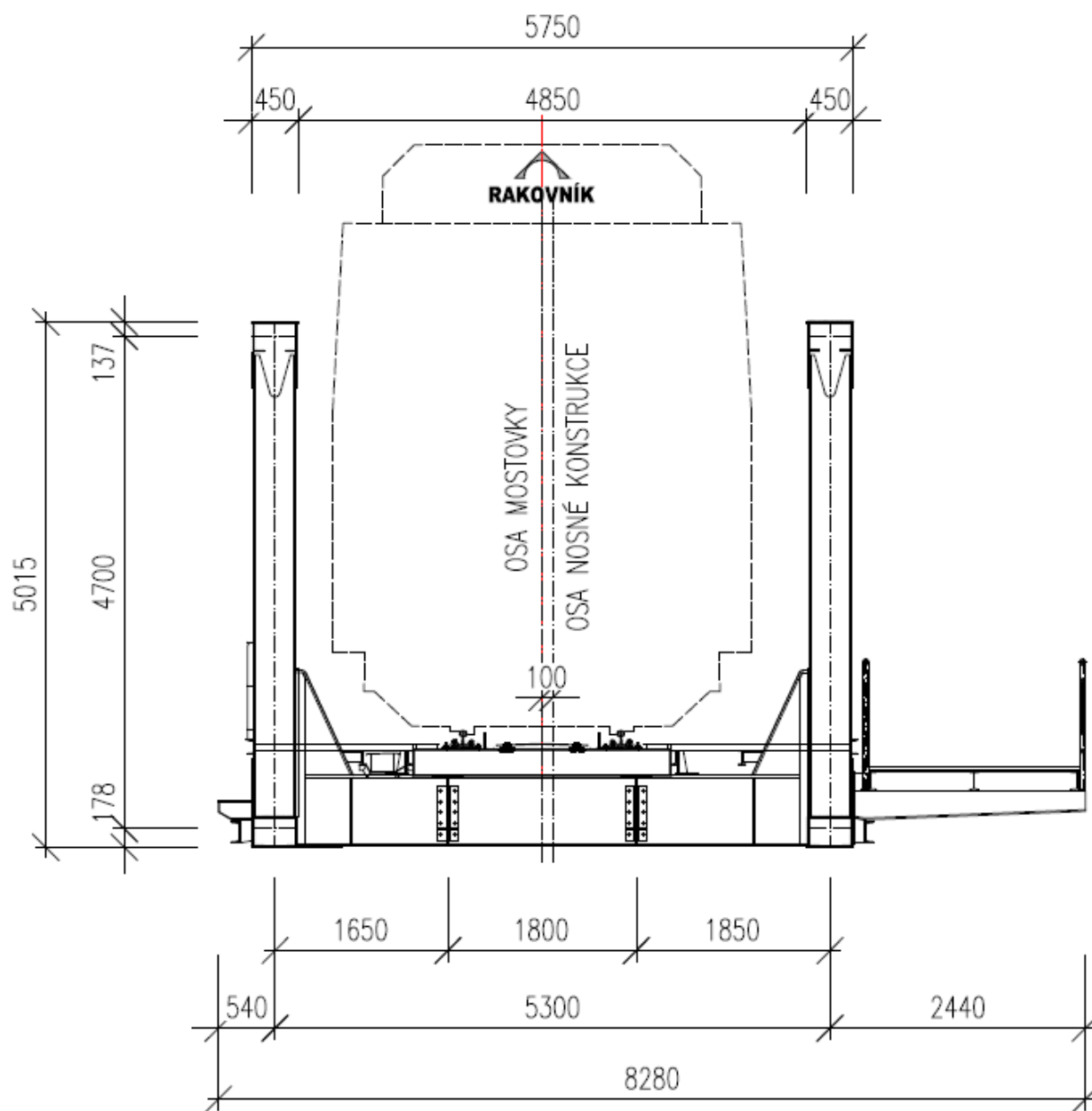
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



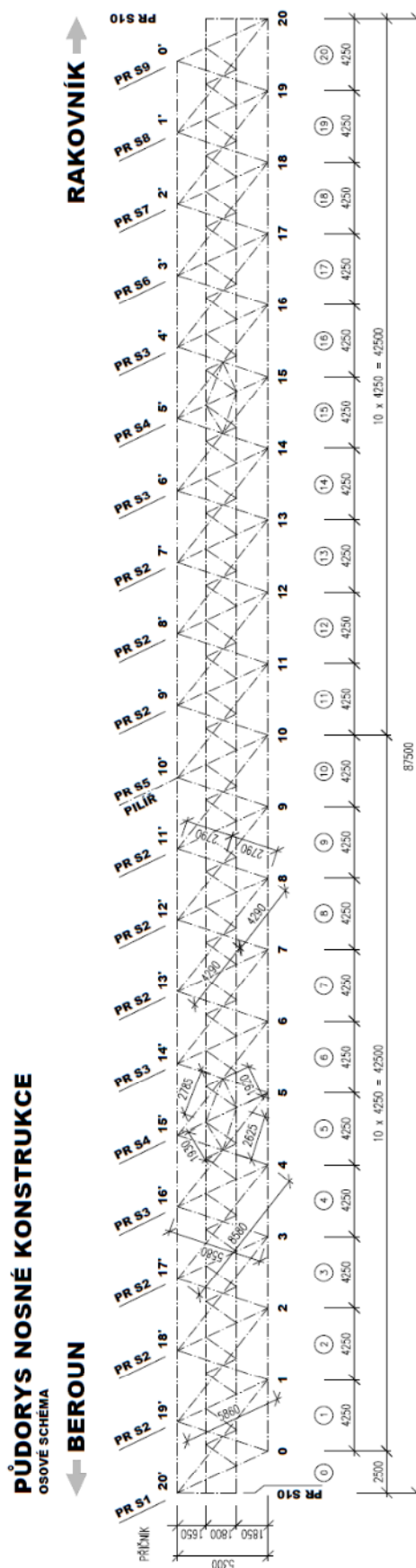
2 GRAFICKÉ PŘÍLOHY

Příčný řez konstrukcí K01



příčný řez v poli

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník
Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer

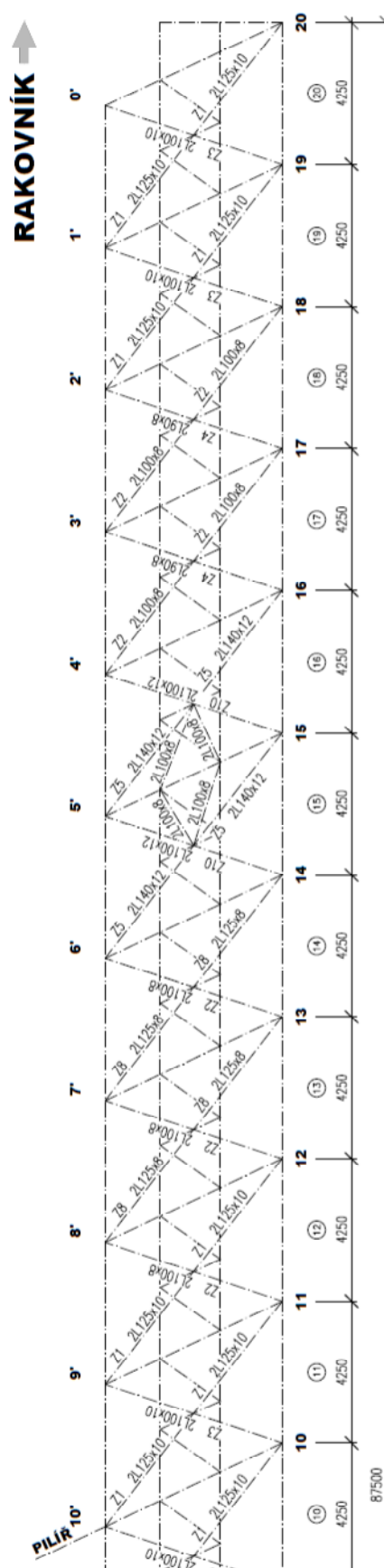
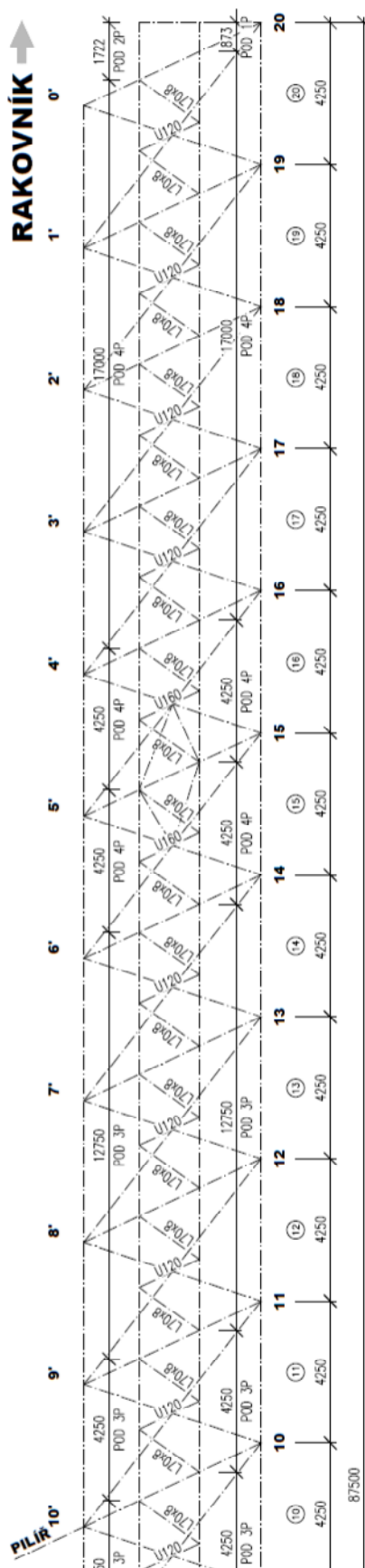


Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa

Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

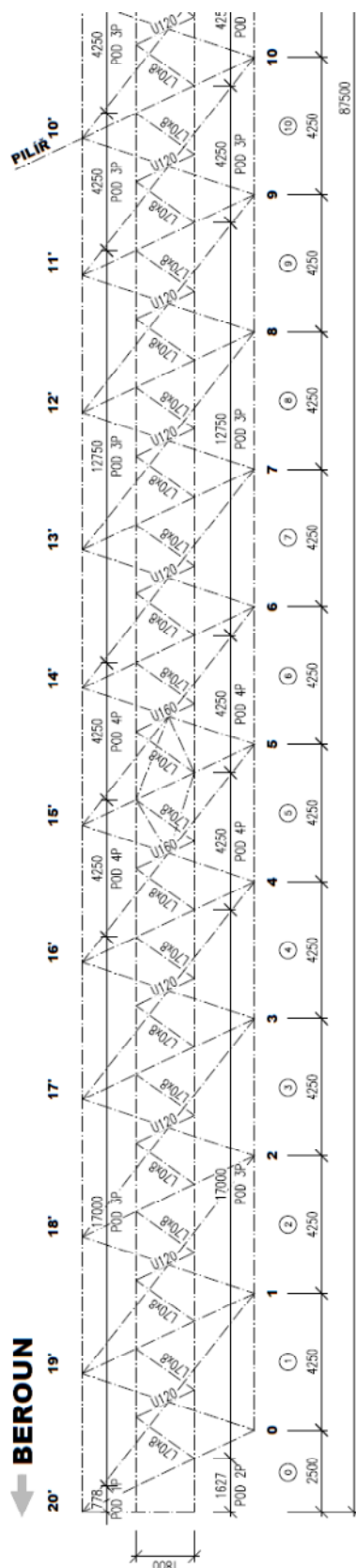
Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



PŮDORYS NOSNÉ KONSTRUKCE

SCHEMA MOSTOVKY

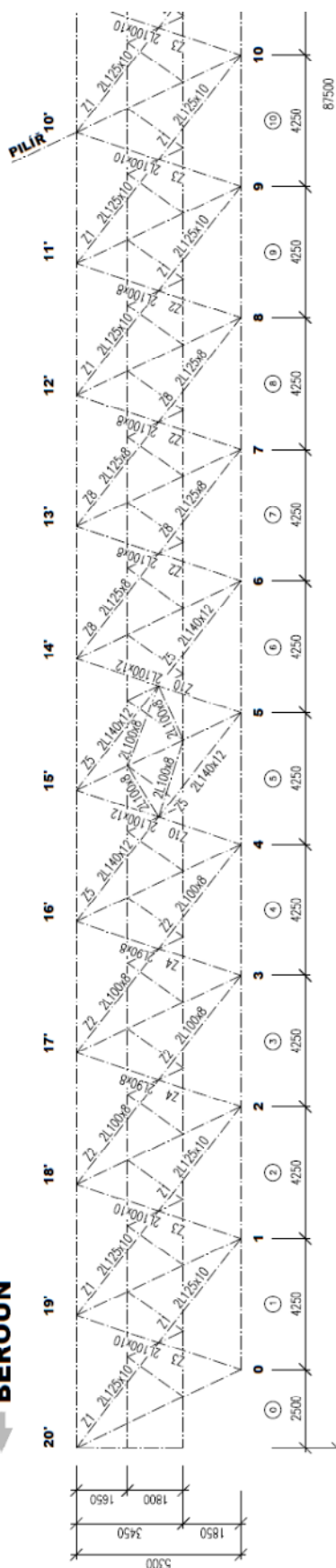
BEROUN



PŮDORYS NOSNÉ KONSTRUKCE

SCHEMA PRÍČNÉHO ZTŮZIDLA

BEROUN



Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník
Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Přepočet zatížitelnosti

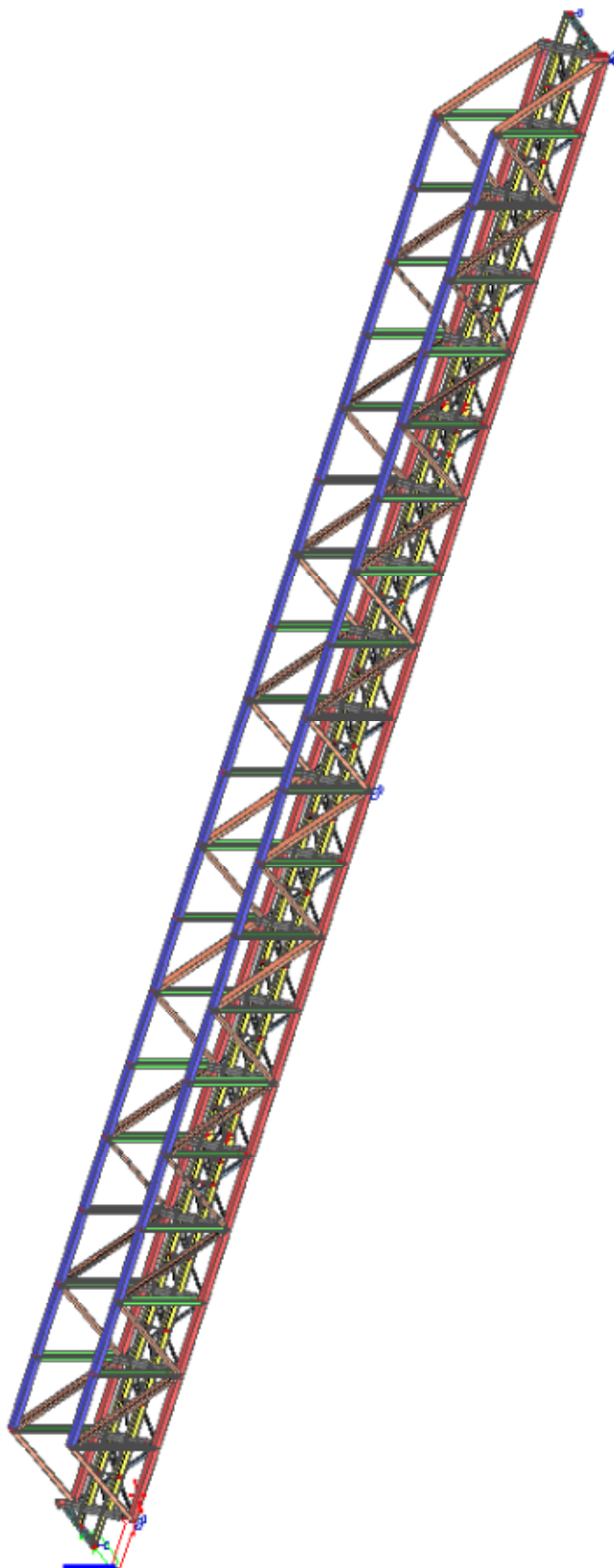
Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa

Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Model konstrukce K01

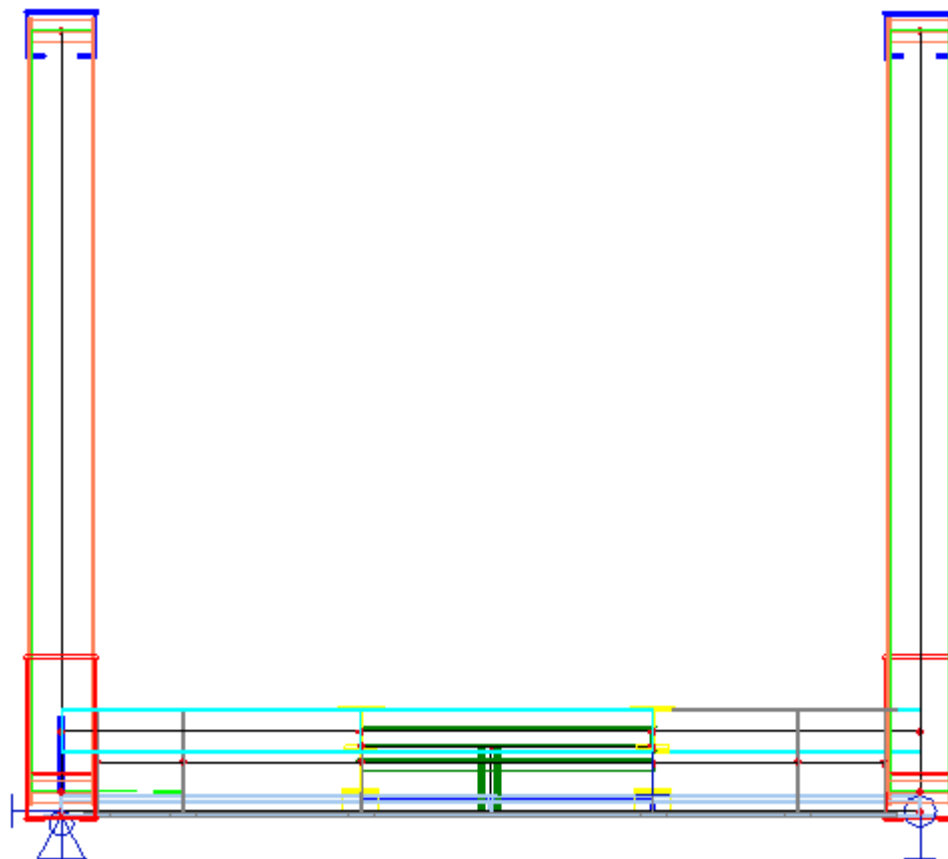


Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa

Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



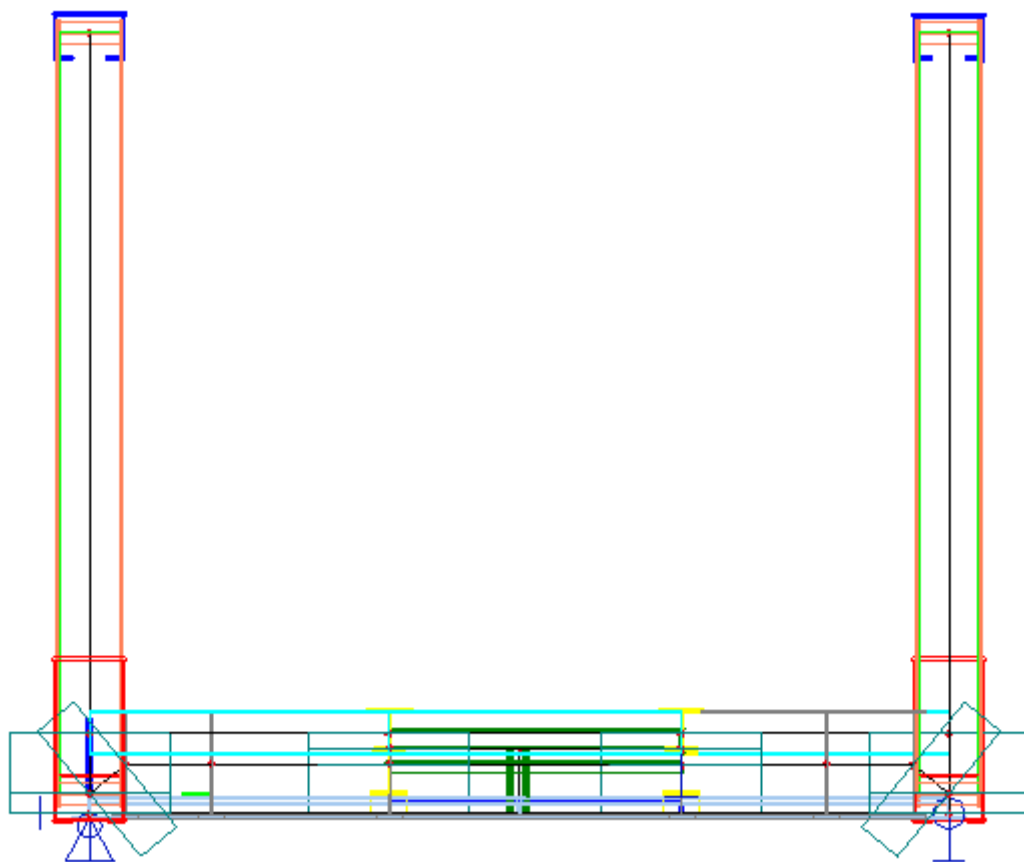
příčný řez včetně tloušťek prvků

Přepočet zatížitelnosti

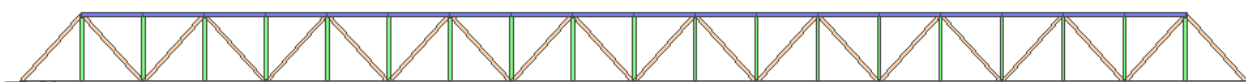
Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa

Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



příčný řez včetně tloušťek prvků a pomocných prutů



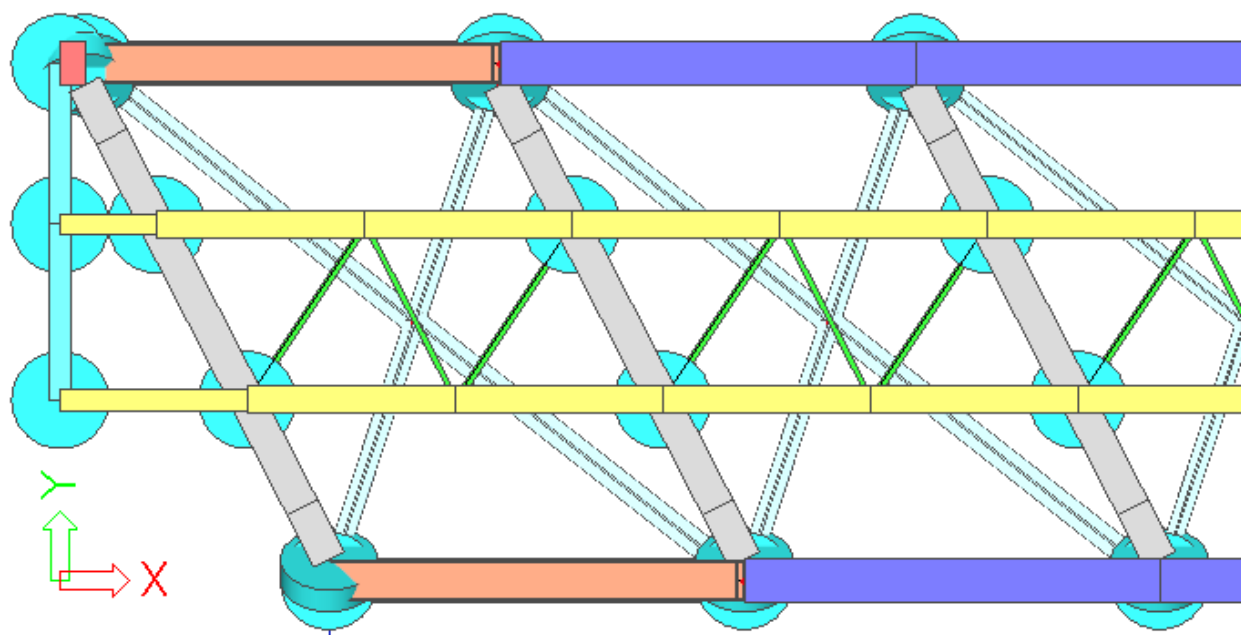
boční pohled na hlavní nosník

Přepočet zatížitelnosti

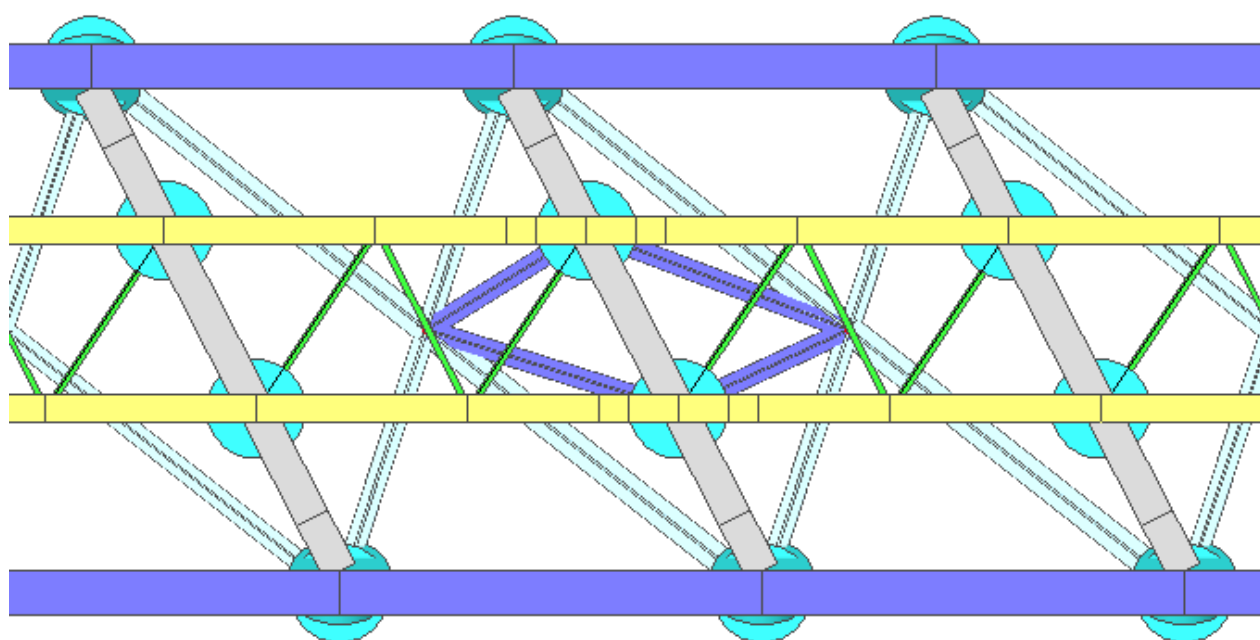
Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa

Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



půdorys - začátek



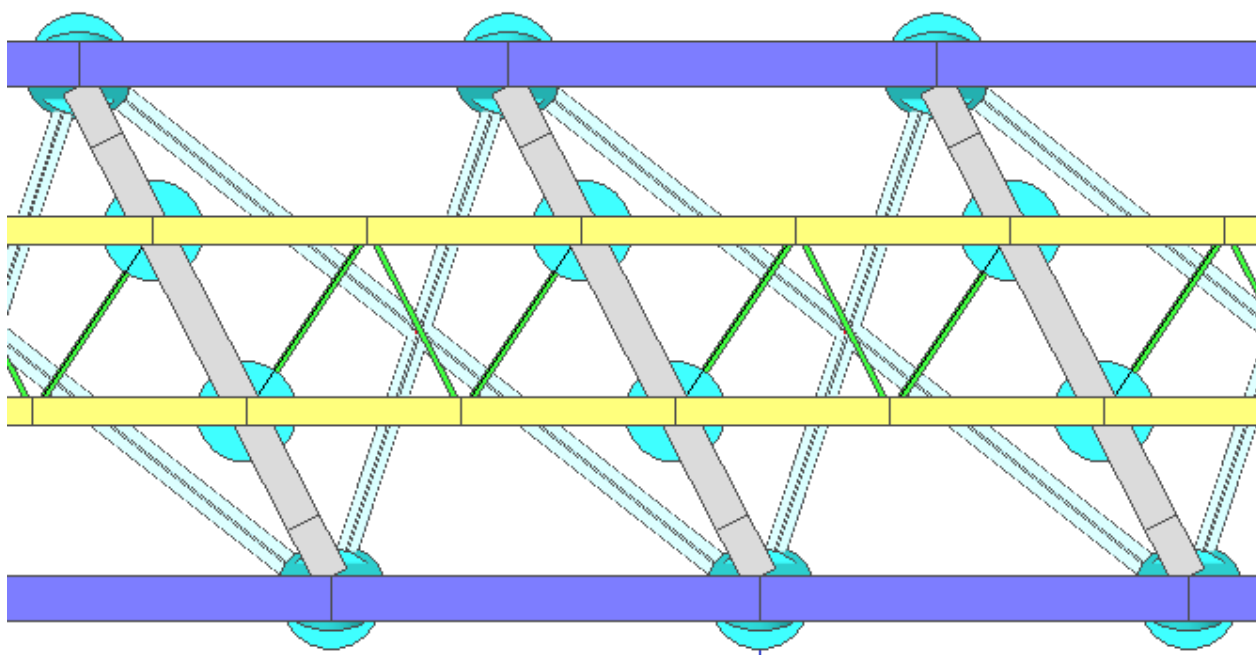
půdorys – brzdné ztužidlo

Přepočet zatížitelnosti

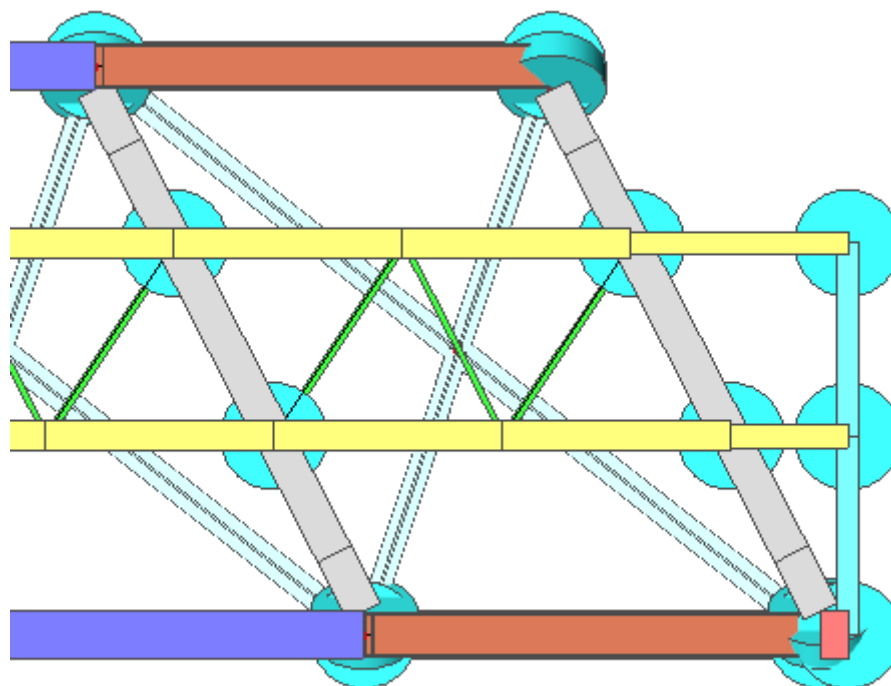
Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa

Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



půdorys – nad ložiskem



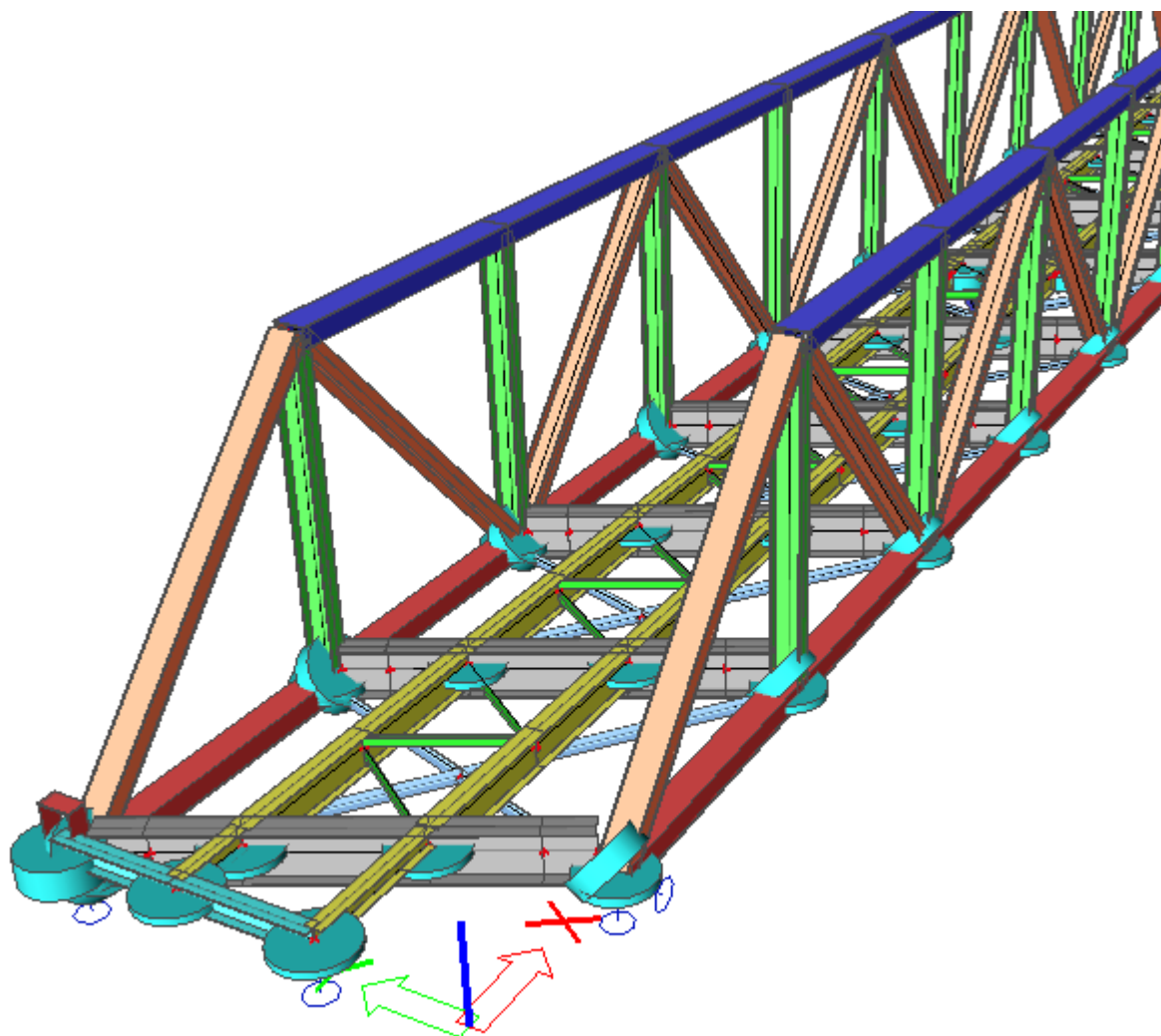
půdorys - konec

Přepočet zatížitelnosti

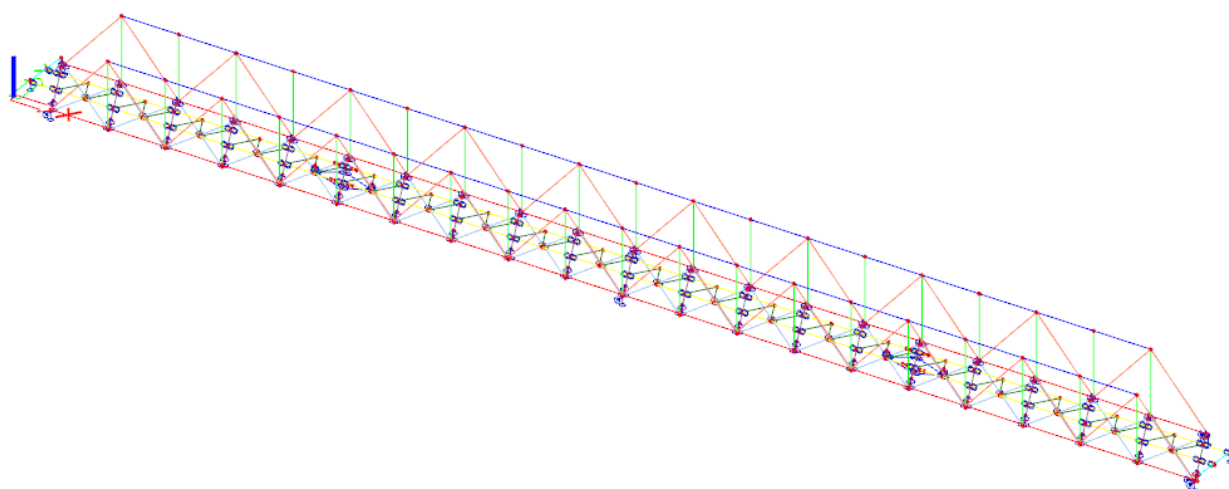
Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa

Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



začátek modelu nosné konstrukce K03 – perspektivní pohled



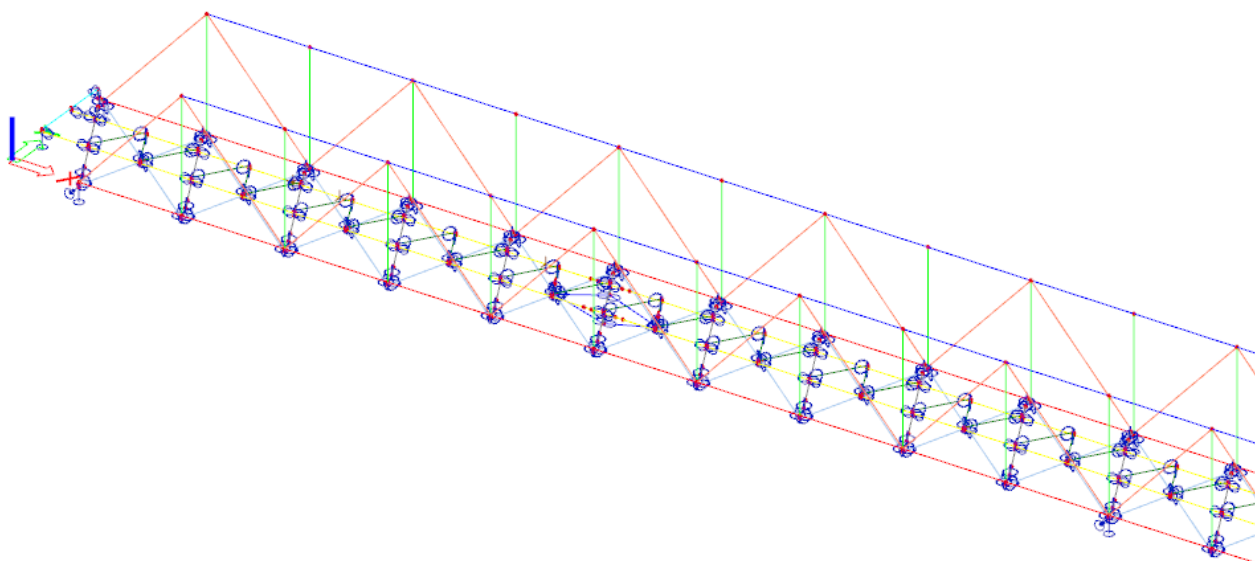
nosná konstrukce – model

Přepočet zatížitelnosti

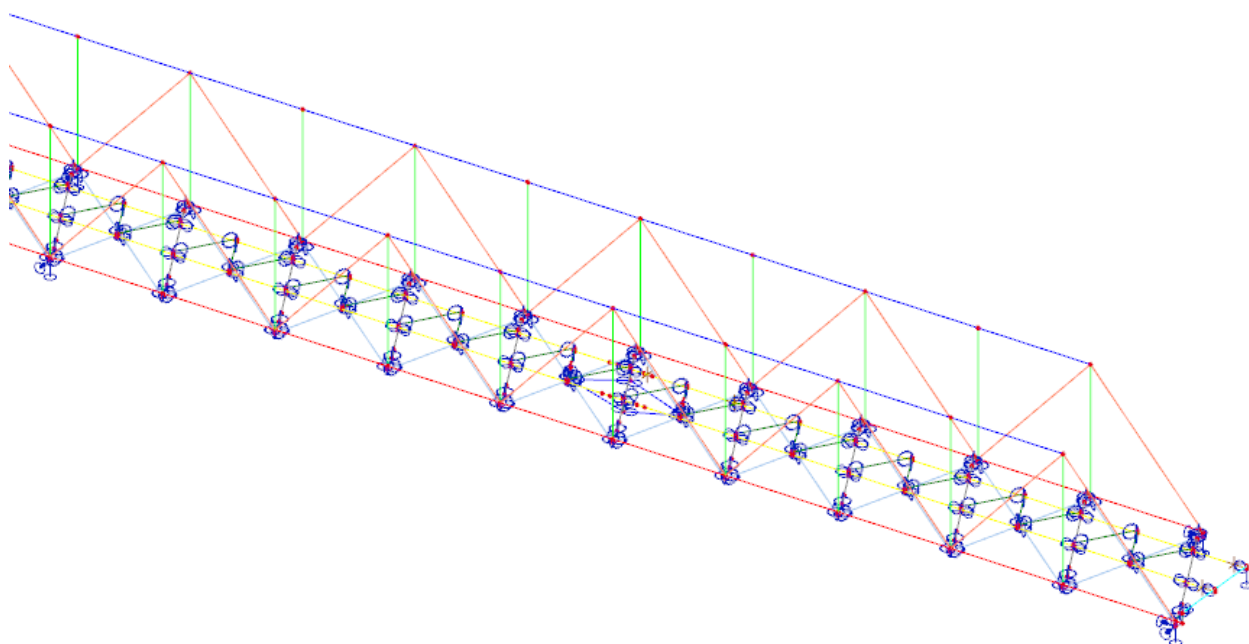
Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa

Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



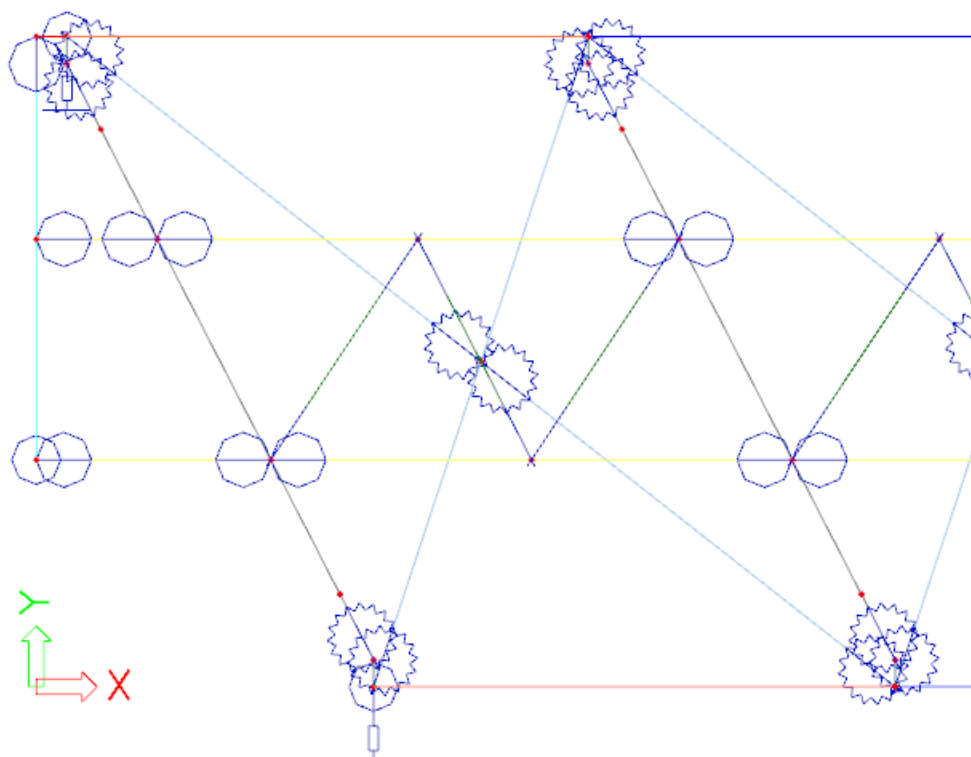
nosná konstrukce v 1. poli



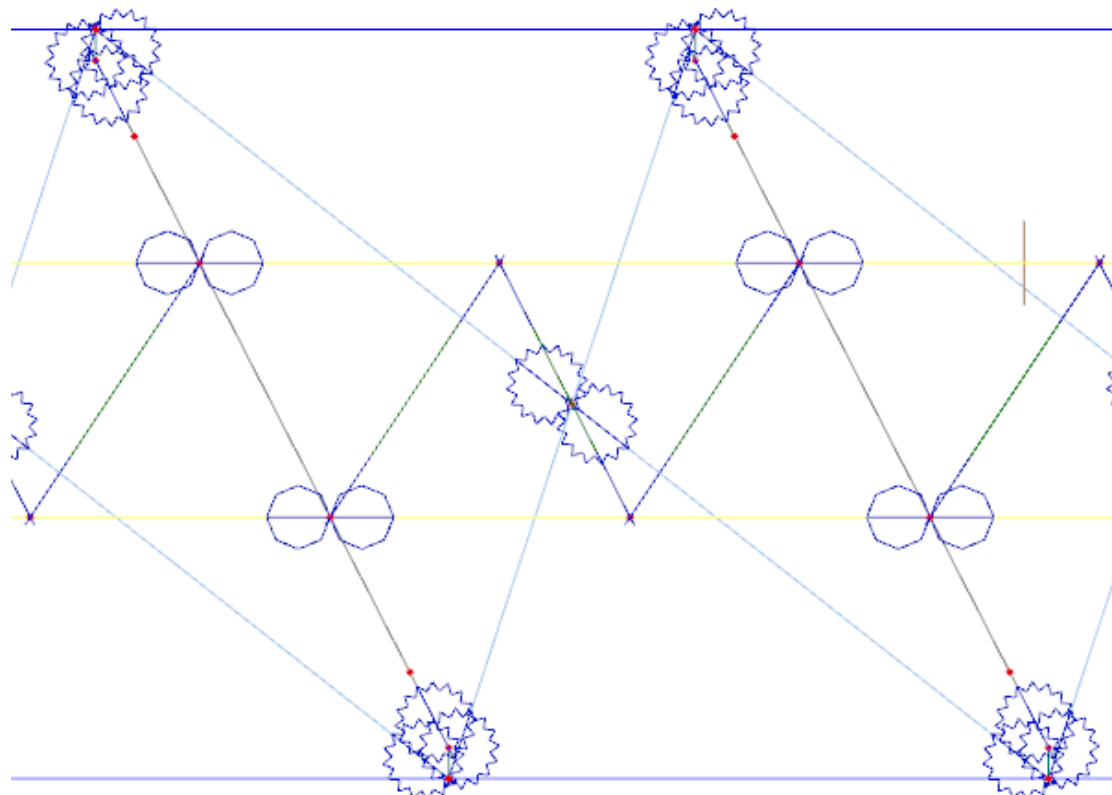
nosná konstrukce v 2. poli

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník
Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



mostovka v krajní podpoře a ukončení – půdorys



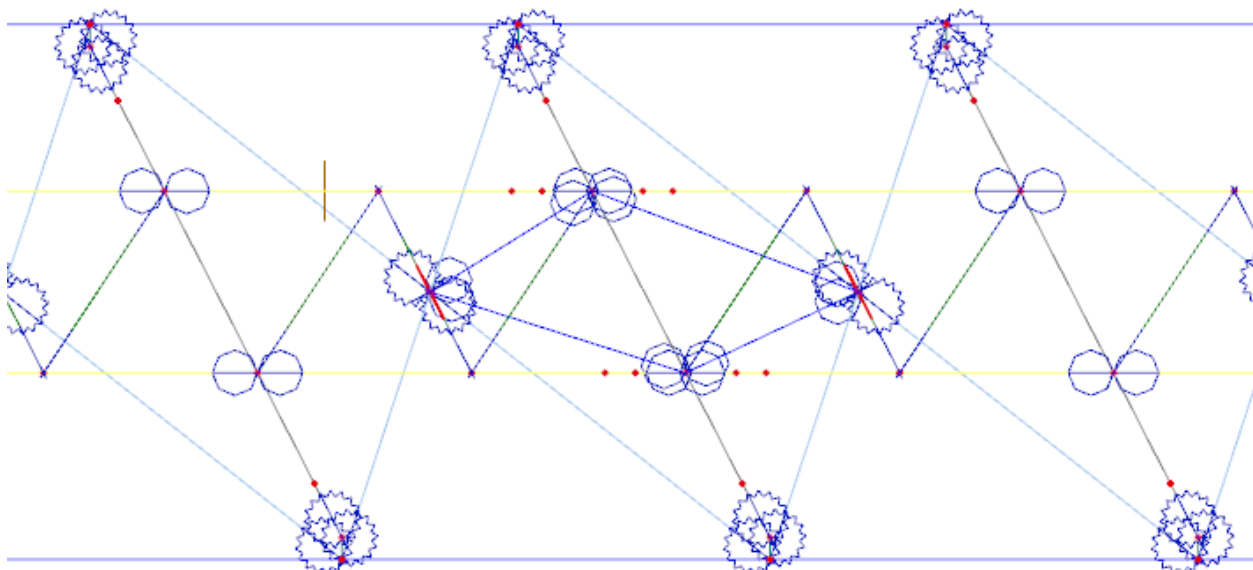
mostovka v běžném poli – půdorys

Přepočet zatížitelnosti

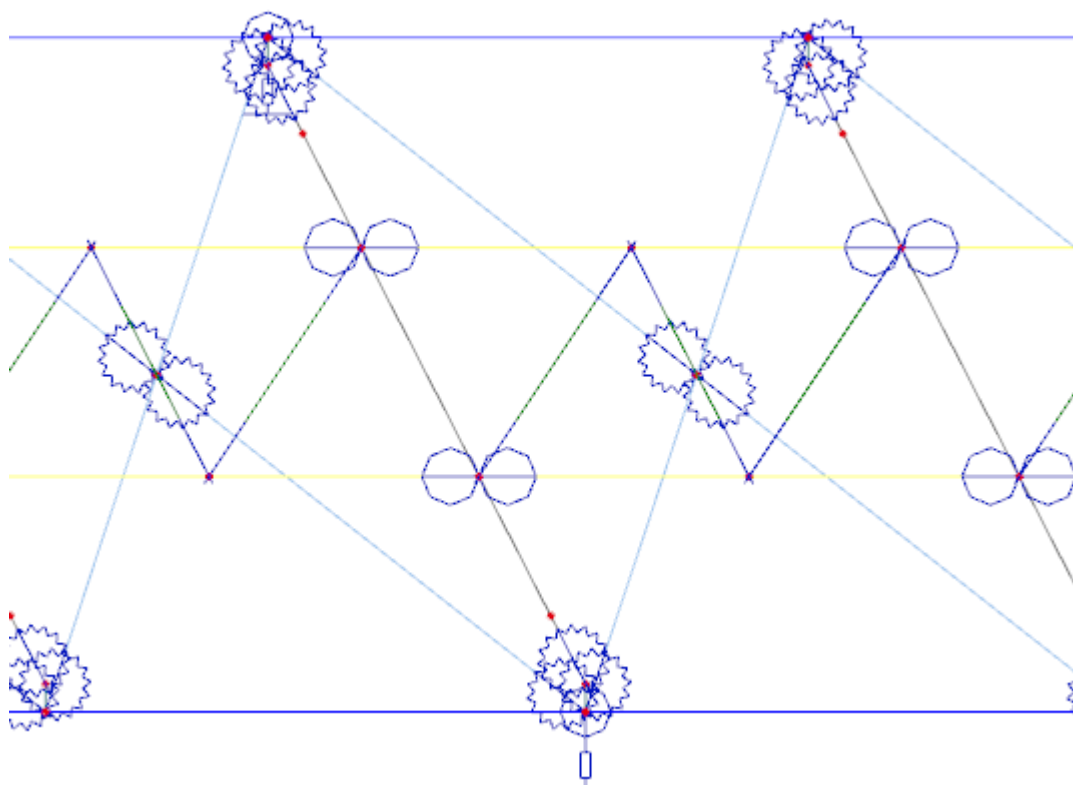
Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa

Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer

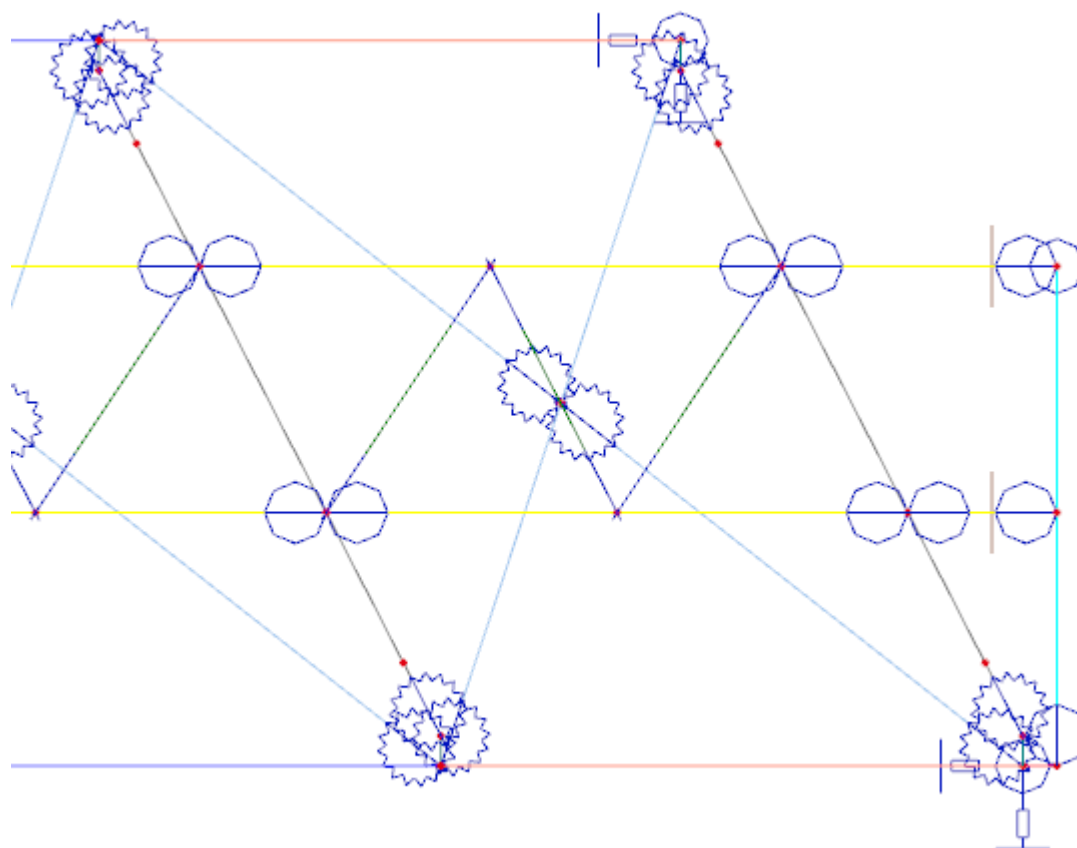


mostovka v místě brzdného ztužidla – půdorys



mostovka ve střední podpoře – půdorys

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník
Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



hlavní nosník – celkový boční pohled

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



3 ZATÍŽENÍ

3.1 Stálé

Dílčí součinitele účinků stálého zatížení γ_G					
Prvky nebo části mladší než 30 let		Prvky nebo části starší než 30 let			
Ocelové a prefabrikované betonové prvky	Prvky z ostatních materiálů	Ocelové a prefabrikované betonové prvky		Prvky z ostatních materiálů	
		Kontrola měřením rozměrů	Bez kontroly	Kontrola měřením rozměrů	Bez kontroly
1,25	1,30	1,20	1,25	1,25	1,30

3.1.1 Vlastní tíha LC1

Vlastní tíha ocelové konstrukce byla automaticky generována programem SCIA ENGINEER dle použitých průřezů.

Na základě zkušeností s podobnými konstrukcemi z a vzhledem k členitosti konstrukce (výztuhy, styčnickové plechy apod.) je uvažováno 15% zatížení vlastní tíhou navíc.

Zatížení vlastní tíhou je v kombinacích násobeno přídatným součinitelem 1,15.

výsledný součinitel:

$$1,25 \times 1,15 = 1,44$$

3.1.2 Ostatní stálé (nahodilé dlouhodobé) LC2

Liniové rovnoměrné zatížení		g_k	g_s	g_d	
Železniční kolejnice s upevňovacími, mostnice, plechy, pojistné úhelníky	500 kg/m * 0,5	2,50	1,25	3,13	kNm ⁻¹

Konzola s podlahami, podlahovými nosníky, zábradlím vpravo a nosníkem drážky revizního vozíku

Bodové zatížení v místě připojení konzol		G_k	g_s	G_d	
Konzoly, podlahové nosníky, zábradlí a podlahové rošty, nosník drážky revizního vozíku (tabulka viz níže)	2210 kg	22,1	1,25	27,6	kN

Podlahový nosník a zábradlí vlevo

Bodové zatížení v místě připojení nosníků		G_k	g_s	G_d	
Podlahové nosníky, zábradlí a podlahové rošty nosník drážky revizního vozíku (tabulka viz níže)	350 kg	3,5	1,25	4,4	kN

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Zatížení podlahami na příčnicích

Bodové zatížení v místě připojení nosníků		G_k	g_g	G_d	
Podlahové rošty a nosník (tabulka viz níže) – nosník 2 vlevo (G2L)	136 kg	1,36	1,25	1,70	kN
Podlahové rošty a nosník (tabulka viz níže) – nosník 3 vlevo (G3L)	95 kg	0,95	1,25	1,19	kN
Podlahové rošty a nosník (tabulka viz níže) – nosník 3 vpravo (G3P)	105 kg	1,05	1,25	1,32	kN
Podlahové rošty a nosník (tabulka viz níže) – nosník 2 vpravo (G2P)	146 kg	1,46	1,25	1,82	kN

podlahový rošt 2

zatěžovací délka	4,25 m
měrná hmotnost	24 kg/m ²
zatěžovací šířka	0,739 m
hmotnost	75,4 kg

podlahový rošt 4

zatěžovací délka	4,25 m
měrná hmotnost	24 kg/m ²
zatěžovací šířka	0,366 m
hmotnost	37,3 kg

podlahový rošt 3

zatěžovací délka	4,25 m
měrná hmotnost	24 kg/m ²
zatěžovací šířka	0,266 m
hmotnost	27,1 kg

podlahový rošt 5

zatěžovací délka	4,25 m
měrná hmotnost	24 kg/m ²
zatěžovací šířka	0,831 m
hmotnost	84,8 kg

podlahový nosník 2

zatěžovací délka	4,25 m
měrná hmotnost	14,3 kg/m
počet	1 ks
hmotnost	60,8 kg

podlahový nosník 3

zatěžovací délka	4,25 m
měrná hmotnost	16 kg/m
počet	1 ks
hmotnost	68,0 kg

Zatížení obsahem kabelového žlabu

Množství a hmotnost kabelů je odhadována na 50 kg/m' na žlab. Výsledné zatížení je:

$$G_{k,žlab} = 0,50 \cdot 4,250 = 2,13 \text{ kN}$$

Zatížení kabelovým žlabem

kabelový žlab

a	323 mm
b	4250 mm
c	3 mm
počet	1 ks
hmotnost	32,3 kg

víko kabelového žlabu

a	574 mm
b	4250 mm
c	4 mm
počet	1 ks
hmotnost	76,6 kg

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



chodník na příčnicích vlevo

	hmotnost	tíha
	kg	kN
podlahový rošt 2	75,4	0,75
podlahový rošt 3	27,1	0,27
podlahový nosník 2	60,8	0,61
podlahový nosník 3	68,0	0,68

G2L	136,2	1,36
G3L	95,1	0,95

kabelový žlab	158,9	1,59
na 1 nosník	79,5	0,79

G2L + kabelový žlab	215,6	2,16
G3L + kabelový žlab	174,6	1,75

chodník na příčnicích vpravo

	hmotnost	tíha
	kg	kN
podlahový rošt 4	37,3	0,37
podlahový rošt 5	84,8	0,85
podlahový nosník 2	60,8	0,61
podlahový nosník 3	68,0	0,68

G3P	105,3	1,05
G2P	145,5	1,46

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



3.1.2.1 Chodníková konzola vpravo

konzola		pochozí plocha (asfalt)	
délka konzoly	2,212 m	tloušťka	30 mm
měrná hmotnost	63,9 kg/m	šířka	2011 mm
hmotnost	141,3 kg	zatěžovací délka	4250 mm
		hmotnost	641,0 kg
styčnickový plech 1		podlahový plech	
a	130 mm	tloušťka	10 mm
b	160 mm	šířka	2011 mm
c	8 mm	zatěžovací délka	4250 mm
počet	1 ks	hmotnost	670,9 kg
hmotnost	1,3 kg		
styčnickový plech 2		podlahový nosník 1	
a	155 mm	zatěžovací délka	4,25 m
b	160 mm	měrná hmotnost	22 kg/m
c	8 mm	hmotnost 1 ks	93,5 kg
počet	1 ks	počet	1 ks
hmotnost	1,6 kg	hmotnost	93,5 kg
výztuha		podlahový nosník 2	
a	160 mm	zatěžovací délka	4,25 m
b	160 mm	měrná hmotnost	21,9 kg/m
c	12 mm	hmotnost 1 ks	93,1 kg
počet	1 ks	počet	1 ks
hmotnost	2,4 kg	hmotnost	93,1 kg
styčnickový plech 3		podlahový nosník 3	
a	132 mm	zatěžovací délka	4,25 m
b	160 mm	měrná hmotnost	22 kg/m
c	10 mm	hmotnost 1 ks	93,5 kg
počet	1 ks	počet	1 ks
hmotnost	1,7 kg	hmotnost	93,5 kg
styčnickový plech 4		lemovací úhelník	
a	250 mm	zatěžovací délka	4,25 m
b	685 mm	měrná hmotnost	4,8 kg/m
c	12 mm	hmotnost 1 ks	20,4 kg
počet	1 ks	počet	1 ks
hmotnost	16,1 kg	hmotnost	20,4 kg

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



zábradlí - sloupek vlevo

délka	1,2 m
měrná hmotnost	5,1 kg/m
hmotnost 1 ks	6,1 kg
počet	2 ks
hmotnost	12,2 kg

zábradlí - madlo 1

zatěžovací délka	4,25 m
měrná hmotnost	5,1 kg/m
počet	1 ks
hmotnost	21,7 kg

zábradlí - madlo 2

zatěžovací délka	4,25 m
měrná hmotnost	5,1 kg/m
počet	1 ks
hmotnost	21,7 kg

zábradlí výplň

tloušťka	1 mm
šířka	1300 mm
zatěžovací délka	4250 mm
hmotnost	43,4 kg

zábradlí - madlo 3

zatěžovací délka	4,25 m
měrná hmotnost	2,02 kg/m
počet	3 ks
hmotnost	25,8 kg

zábradlí - sloupek vpravo

délka	1,2 m
měrná hmotnost	5,1 kg/m
hmotnost 1 ks	6,1 kg
počet	2 ks
hmotnost	12,2 kg

zábradlí výplň

délka	0,461 m
měrná hmotnost	1,2 kg/m
hmotnost 1 ks	0,6 kg
počet	26 ks
hmotnost	14,4 kg

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



	hmotnost	tíha	rameno	moment
	kg	kN	m	kNm
konzola	141,3	1,41	1,334	1,89
styčnickový plech 1	1,3	0,01	2,351	0,03
styčnickový plech 1	1,3	0,01	1,378	0,02
styčnickový plech 2	1,6	0,02	2,351	0,04
styčnickový plech 2	1,6	0,02	1,378	0,02
výztuha	2,4	0,02	0,366	0,01
styčnickový plech 3	1,7	0,02	0,294	0,00
styčnickový plech 4	16,1	0,16	0,222	0,04
pochozí plocha (asfalt)	641,0	6,41	1,378	8,83
podlahový plech	670,9	6,71	1,378	9,25
podlahový nosník 1	93,5	0,94	0,391	0,37
podlahový nosník 2	93,1	0,93	1,378	1,28
podlahový nosník 3	93,5	0,94	2,351	2,20
lemovací úhelník	20,4	0,20	0,372	0,08
zábradlí - sloupek vlevo	12,2	0,12	0,344	0,04
zábradlí - madlo 1	21,7	0,22	0,344	0,07
zábradlí výplň	43,4	0,43	0,344	0,15
zábradlí - sloupek vpravo	12,2	0,12	2,412	0,30
zábradlí - madlo 2	21,7	0,22	2,412	0,52
zábradlí - madlo 3	25,8	0,26	2,412	0,62
zábradlí výplň	14,4	0,14	2,412	0,35
celkem	1931,0	19,3		26,1

Zatížení působí bodově na dolním pásu příhrady hlavního nosníku v místě připojení konzol tj. v místě připojení svislic. Sčítá se zatížení konzolou s chodníkem a zábradlím a zatížení od drážky revizního vozíku.

Zatížení od drážky revizního vozíku

$$G_{k5} = 1,28 \text{ kN}$$

$$M_{k5} = 0,45 \text{ kNm}$$

Zatížení celkem

$$G_{k1} = 19,3 + 1,28$$

$$\mathbf{G_{k1} = 20,6 \text{ kN}}$$

Momentová zatížení

$$M_{k1} = 26,1 + 0,45$$

$$\mathbf{M_{k1} = 26,6 \text{ kNm}}$$

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



3.1.2.2 Zábradlí a podlahový nosník vlevo

podlahový nosník vnější

zatěžovací délka	4,25 m
měrná hmotnost	16 kg/m
počet	1 ks
hmotnost	68,0 kg

zábradlí - sloupek

délka	0,925 m
měrná hmotnost	4,8 kg/m
hmotnost	4,4 kg

zábradlí - madlo

zatěžovací délka	4,25 m
měrná hmotnost	4,8 kg/m
počet	3 ks
hmotnost	61,2 kg

úložný plech

a	4250 mm
b	100 mm
c	10 mm
počet	1 ks
hmotnost	33,4 kg

podlahový rošt

zatěžovací délka	4,25 m
měrná hmotnost	24 kg/m ²
zatěžovací šířka	0,52 m
hmotnost	53,0 kg

	hmotnost	tíha	rameno	moment
	kg	kN	m	kNm
podlahový nosník vnější	68,0	0,68	0,218	0,15
zábradlí - sloupek	4,4	0,04	0,218	0,01
zábradlí - madlo	61,2	0,61	0,218	0,13
úložný plech	33,4	0,33	0,150	0,05
podlahový rošt	53,0	0,53	0,060	0,03
celkem	220,0	2,2		0,4

Zatížení působí bodově na dolním pásu příhrady hlavního nosníku v místě připojení konzol tj. v místě připojení svislic. Sčítá se zatížení zábradlím a podlahovým nosníkem a zatížení od drážky revizního vozíku.

Zatížení od drážky revizního vozíku

$$G_{k5} = 1,28 \text{ kN}$$

$$M_{k5} = 0,45 \text{ kNm}$$

Zatížení celkem

$$G_{k2} = 2,20 + 1,28$$

$$\underline{G_{k2} = 3,5 \text{ kN}}$$

Momentová zatížení

$$M_{k2} = 0,40 + 0,45$$

$$\underline{M_{k2} = 0,85 \text{ kNm}}$$

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



3.1.2.3 Podlahový nosník vpravo

podlahový nosník vnější

zatěžovací délka	4,25 m
měrná hmotnost	16 kg/m
počet	1 ks
hmotnost	68,0 kg

úložný plech

a	4250 mm	podlahový rošt	
b	100 mm	zatěžovací délka	4,25 m
c	10 mm	měrná hmotnost	24 kg/m ²
počet	1 ks	zatěžovací šířka	0,52 m
hmotnost	33,4 kg	hmotnost	53,0 kg

	hmotnost	tíha	rameno	moment
	kg	kN	m	kNm
podlahový nosník vnější	68,0	0,68	0,218	0,15
úložný plech	33,4	0,33	0,218	0,07
podlahový rošt	53,0	0,53	0,072	0,04
celkem	154,4	1,5		0,3

$$G_{k3} = 1,5 \text{ kN}$$

$$M_{k3} = 0,3 \text{ kNm}$$

Zatížení se přičítá k zatížení od chodníkové konzoly:

Zatížení svislé celkem

$$G_k = 20,6 + 1,5$$

$$\underline{G_k = 22,1 \text{ kN}}$$

Momentová zatížení celkem

$$M_k = 26,6 + 0,3 \text{ kNm}$$

$$\underline{M_k = 26,9 \text{ kNm}}$$

3.1.2.4 Dodatečné zatížení lampou VO

Lampy veřejného osvětlení původně umístěné na konzolách byly demontovány.
V tomto přepočtu s nimi není uvažováno.

3.1.2.5 Zatížení konzolou drážky revizního vozíku

Revizní drážka je zavěšena na konzolách, které jsou připojeny k dolnímu pásu hlavního nosníku v místě uzlů příhrady (pod svislicemi).

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



		výztuha	
		a	100 mm
		b	229 mm
		c	10 mm
konzola		počet	1 ks
délka konzoly	0,316 m	hmotnost	1,8 kg
měrná hmotnost	25,3 kg/m		
hmotnost	8,0 kg		
		nosník drážky	
styčnickový plech		zatěžovací délka	4,25 m
a	250 mm	měrná hmotnost	25,3 kg/m
b	465 mm	hmotnost 1 ks	107,5 kg
c	12 mm	počet	1 ks
počet	1 ks	hmotnost	107,5 kg
hmotnost	11,0 kg		

	hmotnost	tíha	rameno	moment
	kg	kN	m	kNm
konzola	8,0	0,08	0,382	0,03
styčnickový plech	11,0	0,11	0,218	0,02
výztuha	1,8	0,02	0,272	0,00
nosník drážky	107,5	1,08	0,36	0,39
celkem	128,3	1,28		0,45

$$G_{k5} = 1,28 \text{ kN}$$

$$M_{k5} = 0,45 \text{ kNm}$$

Zatížení na mostě vpravo se přičítá k zatížení od ostatního stálého zatížení viz výše.

3.1.2.6 Zatížení revizním vozíkem

Hmotnost pojezdového vozíku je přibližně 1500 kg. Hmotnost závěsů a mechanického pohonu je odhadována na 500 kg. Dohromady je hmotnost vozíku s pohonem cca 2000 kg. Zatížení vozíkem je tedy 20 kN celkem. Vozík je zavěšen na čtyřech závěsech, tudíž charakteristické zatížení do každého závěsu je cca $20 / 4 = 5 \text{ kN}$. Momentový účinek je $5 \cdot 0,360 = 1,8 \text{ kNm}$

Vzdálenost pojezdových kol vozíku je uvažována 850 mm. Vozík je uvažován zavěšený permanentně u pilíře P03. V každém mostním poli je jeden vozík.

Užitné zatížení vozíku při revizi nebylo v tomto přepočtu zatížitelnosti uvažováno.

3.1.2.7 Zatížení zavěšenou zábranou (stříškou)

Hmotnost dle výkazu materiálu je 1560 kg. Zatížení je uvažováno $G_k = 15,6 \text{ kN}$. Stříška je zavěšena na drážce revizní lávky v šesti závěsných bodech. Přibližně jedna třetina zatížení na každé straně se přenáší do bodu příhrady č. „0“, dvě třetiny do bodu č. „1“.

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



$$G_k / 6 = 15,6 / 6 = \mathbf{2,6 \text{ kN/bod 0}}$$

$$2 * G_k = 2 * 2,6 = \mathbf{5,2 \text{ kN/bod 1}}$$

Zatížení je přičteno k ostatnímu stálému zatížení.

3.1.2.8 Stabilizující síly horního pásu příhrady

Síly působí vodorovně kolmo na rovinu nosníku a jsou umístěny v uzlech příhrady. Hodnota stabilizující síly je uvažována jako setina max. charakteristické tlakové normálové síly v příslušném prvku horního pásu příhrady. Stabilizující síly byly zahrnuty mezi ostatní stálá zatížení (LC2), čímž pádem budou působit prakticky v každé kombinaci.

Uvažované síly viz tabulka:

pole	N		Nmax	F.stab
	vlevo	vpravo		
	kN			kN
1	0	0	0	0
2	1910	1924	1924	19
3	1915	1928	1928	19
4	2693	2682	2693	27
5	2693	2683	2693	27
6	2336	2303	2336	23
7	2333	2300	2333	23
8	952	867	952	10
9	948	862	948	9
10	0	0	0	0
11	0	0	0	0
12	939	857	939	9
13	943	862	943	9
14	2365	2301	2365	24
15	2367	2304	2367	24
16	2685	2666	2685	27
17	2684	2665	2684	27
18	1907	1903	1907	19
19	1902	1899	1902	19
20	0	0	0	0

3.2 Nahodilé krátkodobé

3.2.1 Rozjezdové a brzdné síly LC3

přičiňující délky:

$$L_{a,b} = 0,25 + 87,5 + 0,25 = 88,0 \text{ m}$$

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



3.2.1.1 Podélníky POD 1P

excentricita síly vzhledem k těžišti podélníku POD 1P je uvažována $e_1 = 0,557$ m

Rozjezdová síla

$L_t =$	88 m	příčiňující délka
$q_{lak} =$	33 kN/m koleje	charakteristické zatížení rozjezdovou silou
$a =$	1,00	klasifikační součinitel
$q_{la,LM,k} =$	33 kN/m koleje	charakteristické klasifikované zatížení - normálová složka
$x =$	0,557 m	výška působíště nad vztáznou rovinou
$m_{la,LM,k} =$	18,38 kNm/m koleje	momentová složka
$L_{la,LM} =$	30,3 m	maximální délka zatížení

Brzdná síla

$q_{lbk} =$	20 kN/m koleje	charakteristické zatížení brzdou silou
$a =$	1,00	klasifikační součinitel
$q_{lb,LM,k} =$	20 kN/m koleje	charakteristické klasifikované zatížení - normálová složka
$x =$	0,557 m	výška působíště nad vztáznou rovinou
$m_{lb,LM,k} =$	11,14 kNm/m koleje	momentová složka
$L_{lb,LM} =$	300 m	maximální délka zatížení

3.2.1.2 Podélníky POD 2P

excentricita síly vzhledem k těžišti podélníku POD 2P je uvažována $e_1 = 0,550$ m

Rozjezdová síla

$L_t =$	88 m	příčiňující délka
$q_{lak} =$	33 kN/m koleje	charakteristické zatížení rozjezdovou silou
$a =$	1,00	klasifikační součinitel
$q_{la,LM,k} =$	33 kN/m koleje	charakteristické klasifikované zatížení - normálová složka
$x =$	0,550 m	výška působíště nad vztáznou rovinou
$m_{la,LM,k} =$	18,15 kNm/m koleje	momentová složka
$L_{la,LM} =$	30,3 m	maximální délka zatížení

Brzdná síla

$q_{lbk} =$	20 kN/m koleje	charakteristické zatížení brzdou silou
$a =$	1,00	klasifikační součinitel
$q_{lb,LM,k} =$	20 kN/m koleje	charakteristické klasifikované zatížení - normálová složka
$x =$	0,550 m	výška působíště nad vztáznou rovinou
$m_{lb,LM,k} =$	11 kNm/m koleje	momentová složka
$L_{lb,LM} =$	300 m	maximální délka zatížení

3.2.1.3 Podélníky POD 3P

excentricita síly vzhledem k těžišti podélníku POD 3P je uvažována $e_1 = 0,655$ m

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Rozjezdová síla

$L_t =$	88 m	příčiňující délka
$q_{lak} =$	33 kN/m koleje	charakteristické zatížení rozjezdovou silou
$a =$	1,00	klasifikační součinitel
$q_{la,LM,k} =$	33 kN/m koleje	charakteristické klasifikované zatížení - normálová složka
$x =$	0,655 m	výška působíště nad vztaznou rovinou
$m_{la,LM,k} =$	21,62 kNm/m koleje	momentová složka
$L_{la,LM} =$	30,3 m	maximální délka zatížení

Brzdná síla

$q_{lbk} =$	20 kN/m koleje	charakteristické zatížení brzdou silou
$a =$	1,00	klasifikační součinitel
$q_{lb,LM,k} =$	20 kN/m koleje	charakteristické klasifikované zatížení - normálová složka
$x =$	0,655 m	výška působíště nad vztaznou rovinou
$m_{lb,LM,k} =$	13,1 kNm/m koleje	momentová složka
$L_{lb,LM} =$	300 m	maximální délka zatížení

$$g_{Qab} = 1,30 \text{ (dle 4.3.13 předpisu SŽ S5/1)}$$

3.2.1.4 Podélníky POD 4P

excentricita síly vzhledem k těžišti podélníku POD 4P je uvažována $e_1 = 0,662$ m

Rozjezdová síla

$L_t =$	88 m	příčiňující délka
$q_{lak} =$	33 kN/m koleje	charakteristické zatížení rozjezdovou silou
$a =$	1,00	klasifikační součinitel
$q_{la,LM,k} =$	33 kN/m koleje	charakteristické klasifikované zatížení - normálová složka
$x =$	0,662 m	výška působíště nad vztaznou rovinou
$m_{la,LM,k} =$	21,85 kNm/m koleje	momentová složka
$L_{la,LM} =$	30,3 m	maximální délka zatížení

Brzdná síla

$q_{lbk} =$	20 kN/m koleje	charakteristické zatížení brzdou silou
$a =$	1,00	klasifikační součinitel
$q_{lb,LM,k} =$	20 kN/m koleje	charakteristické klasifikované zatížení - normálová složka
$x =$	0,662 m	výška působíště nad vztaznou rovinou
$m_{lb,LM,k} =$	13,24 kNm/m koleje	momentová složka
$L_{lb,LM} =$	300 m	maximální délka zatížení

3.2.1.5 Podélníky POD 4P vysoký

excentricita síly vzhledem k těžišti podélníku POD 4P (vysoký) je uvažována $e_1 = 0,734$ m

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Rozjezdová síla

$L_t =$	88 m	přičiňující délka
$q_{lak} =$	33 kN/m koleje	charakteristické zatížení rozjezdovou silou
$a =$	1,00	klasifikační součinitel
$q_{la,LM,k} =$	33 kN/m koleje	charakteristické klasifikované zatížení - normálová složka
$x =$	0,734 m	výška působíště nad vztaznou rovinou
$m_{la,LM,k} =$	24,22 kNm/m koleje	momentová složka
$L_{la,LM} =$	30,3 m	maximální délka zatížení

Brzdná síla

$q_{lbk} =$	20 kN/m koleje	charakteristické zatížení brzdou silou
$a =$	1,00	klasifikační součinitel
$q_{lb,LM,k} =$	20 kN/m koleje	charakteristické klasifikované zatížení - normálová složka
$x =$	0,734 m	výška působíště nad vztaznou rovinou
$m_{lb,LM,k} =$	14,68 kNm/m koleje	momentová složka
$L_{lb,LM} =$	300 m	maximální délka zatížení

3.2.2 Zatížení bočními rázy LC4

Boční ráz

Zatížení působí jako osamělá síla, působící vodorovně v úrovni temene kolejnice kolmo na osu koleje

$Q_{sk} =$	100 kN	charakteristická hodnota bočního rázu
$a =$	1,00	klasifikační součinitel
$Q_{nt} =$	100 kN	charakteristická klasifikovaná hodnota bočního rázu

Zatížení bočním rázem se rozdělí na tři kolejnicové podpory podle 4.3.10 předpisu SŽ S5/1 (podle obr. 6.4 v ČSN EN 1991-2). Vzdálenost sil je uvažována **533 mm** dle 4.3.10 předpisu SŽ S5/1. Zároveň se předpokládá rozdělení do dvou podélníků.

$$Q_{sk} = 100 \text{ kN}$$
$$Q_{sk} / 4 = 100 / 4 = 25 \text{ kN}$$
$$Q_{sk} / 8 = 100 / 8 = 12,5 \text{ kN}$$

$$g_{Qs} = 1,30 \text{ (dle 4.3.13 předpisu SŽ S5/1)}$$

	Q_{sk}	g_{Qs}	Q_{sd}	
Boční ráz dle MP	100	1,30	130,0	kNm ⁻¹

Schéma zatížení viz příloha P4 - Strojový výpočet.

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



3.2.2.1 Podélníky POD 1P a 2P

Roznos na prutové konstrukci

Předpokládá se, že boční ráz se rozdělí do dvojice soustav svislých a vodorovných sil

$Q_{nt,h} = 50 \text{ kN}$	vodorovná složka
$s = 1,8 \text{ m}$	osová vzdálenost podporových prvků
$x = 0,557 \text{ m}$	výška působíště nad vztaznou rovinou
$Q_{nt,v} = 30,94 \text{ kN}$	svislá složka (v obou směrech)

$$Q_{nt,v} / 2 = 30,94 / 2 = 15,5 \text{ kN}$$

$$Q_{nt,v} / 4 = 30,94 / 4 = 7,7 \text{ kN}$$

3.2.2.2 Podélníky POD 3P a 4P

Roznos na prutové konstrukci

Předpokládá se, že boční ráz se rozdělí do dvojice soustav svislých a vodorovných sil

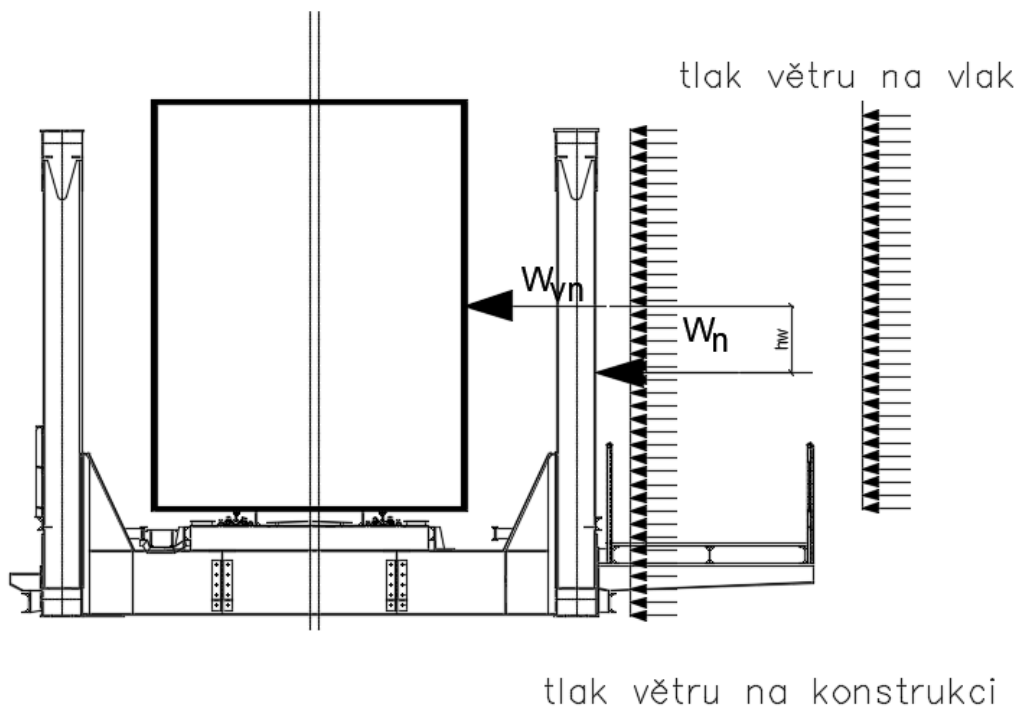
$Q_{nt,h} = 50 \text{ kN}$	vodorovná složka
$s = 1,8 \text{ m}$	osová vzdálenost podporových prvků
$x = 0,655 \text{ m}$	výška působíště nad vztaznou rovinou
$Q_{nt,v} = 36,39 \text{ kN}$	svislá složka (v obou směrech)

$$Q_{nt,v} / 2 = 36,39 / 2 = 18,2 \text{ kN}$$

$$Q_{nt,v} / 4 = 36,39 / 4 = 9,1 \text{ kN}$$

3.2.3 Zatížení větrem LC5

Schéma zatížení větrem



obecný obrázek

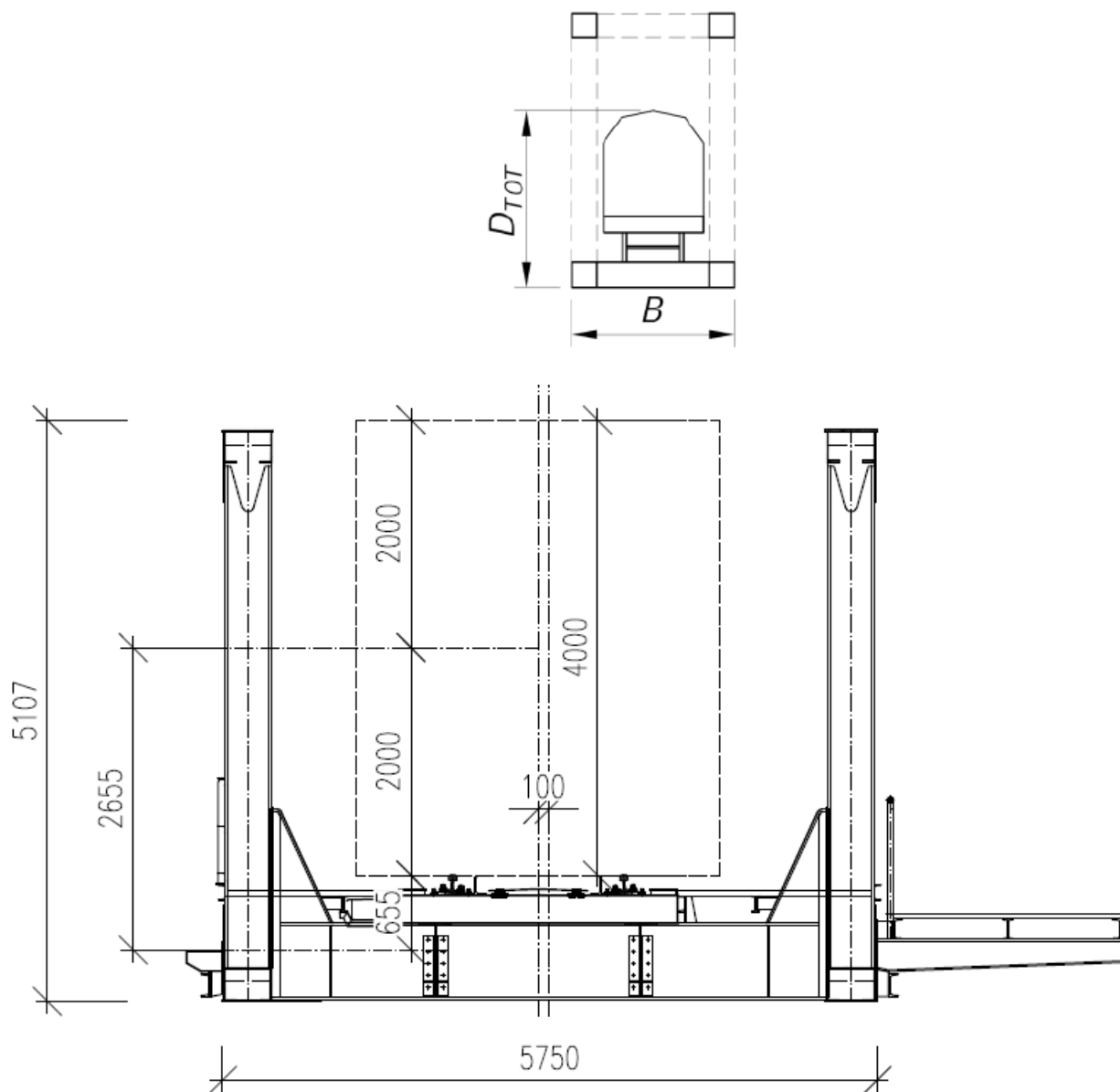
Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Maximální výška dopravy je uvažována 4,30 m dle tabulka G.2 předpisu SŽ S5/1.
Výška vozidla pro výpočet účinné plochy je 4,0 m.



Vzdálenost podélníků

$b = 1,80 \text{ m}$

Vzdálenost působíště zatížení větru

na vlak od těžiště podélníků (ztužení) $h_w = 4,0 / 2 + 0,655 = 2,655 \text{ m}$

Šířka konstrukce B

$B = 5,750 \text{ m}$

Výška zatížení D_{tot}

$D_{tot} = 5,107 \text{ m}$

V části 4 tohoto výpočtu byla uvažována rychlost větru 25 m/s. V části 5 (s uvažováním úlev) byly použity přesné hodnoty rychlosti větru vypočtené ČHMÚ. Na stranu bezpečnosti byla uvažována maximální vypočtená rychlost větru v předmětné lokalitě, tj. 7,1 m/s.

Přepočet zatížitelnosti

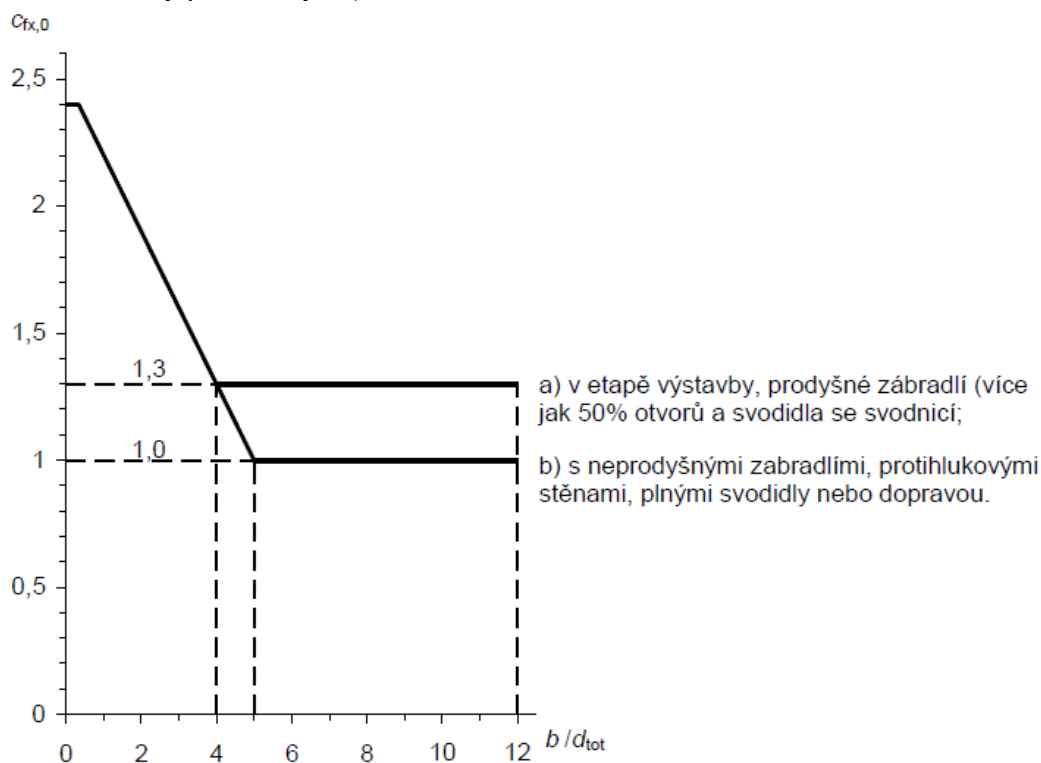
Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



$v_b = 7,1$ m/s	základní rychlost větru
$r = 1,25$ kg/m ³	měrná hmotnost vzduchu
$b = 5,75$ m	šířka (hloubka) konstrukce ve směru větru
$d_{tot} = 5,107$ m	výška konstrukce
$z_e = 14,5$ m	výška nad terénem
$b/d_{tot} = 1,126$	

Součinitel síly pro mosty $c_{fx,0}$:



Obrázek 8.3 – Součinitel síly pro mosty $c_{fx,0}$

$$b/d_{tot} < 5$$

$c_{fx,0}$ je získáno z lineární části grafu $y = -0,3 x + 2,5$ (obr. 8.3 ČSN EN 1991-1-4 – součinitel síly pro mosty)

$$\begin{aligned} c_{fx,0} &= -0,3 \cdot b/d_{tot} + 2,5 \\ c_{fx,0} &= -0,3 \cdot 1,126 + 2,5 \\ c_{fx,0} &= 2,16 \end{aligned}$$

pro mosty platí (vztah 8.1 ČSN EN 1991-1-4, odst. 8.3.1)

$$c_{fx} = c_{fx,0}$$

Redukce zatížení větrem korekčním součinitelem dle SŽ S5/1, příloha G:

- 1) Posuzovaný most odpovídá nejbližše mostu č. 1 dle tab. G.1 Příhradový most s dolní prvkovou mostovkou).

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



- 2) KVD 3, max. výška dopravy 4,30 m dle tab. G.2
- 3) Korekční součinitel $c_{kor,x} = 1,04$ dle tab. G.3
- 4) Světlá výška > 5,0 m, součinitel není třeba dále upravovat

$$C_{fx} = C_{kor,x} \cdot C_{fx,0}$$
$$C_{fx} = 1,04 \cdot 2,16$$
$$C_{fx} = 2,25$$

$$C = c_e(z) \cdot C_{fx}$$

C – součinitel zatížení větrem

$c_e(z)$ – součinitel expozice (viz 4.5 ČSN EN 1991-1-4)

kat.terénu	2	[-]
v_b	7,1	[m/s]
q_b	0,032	kN/m ²
$q_p(h)$	0,082	kN/m ²
$c_e(h)$	2,593	[-]

$$c_e(z) = 2,593$$

Součinitel $c_e(z)$ byl stanoven pro výšku 14,5 m, což je výška od terénu resp. vodní hladiny po uvažovanou horní úroveň zatěžované plochy.

$$C = 2,593 \cdot 2,25$$

$$C = 5,83$$

$$C = 5,83$$

součinitel zatížení větrem (součinitel tvaru konstrukce)

Pro celý pás

$$l = 85,8 \text{ m}$$

délka konstrukce

$$A_{ref,x} = 343,2 \text{ m}^2$$

referenční plocha

$$F_w = \frac{1}{2} \rho v_b^2 C A_{ref,x} =$$

$$63,0 \text{ kN}$$

celková síla od větru na vozidla

$$f_{w,l,h} = 0,73 \text{ kN/m}$$

rovnoměrné zatížení na jednotku délky - vodorovné

$$s = 1,8 \text{ m}$$

osová vzdálenost podporových prvků

$$x = 2,655 \text{ m}$$

výška působíště nad vztažnou rovinou

$$f_{w,l,v} = 1,08 \text{ kN/m}$$

rovnoměrné zatížení na jednotku délky - svislé

Pro dílčí části

$$q_b = \frac{1}{2} \rho v_b^2 C = 0,2 \text{ kN/m}^2$$

prvek	šířka prvku [m]	zatížení prvku
HP	0,30	0,06 kN/m
DP	0,30	0,06 kN/m
Svislice	0,25	0,05 kN/m
Diagonála	0,25	0,05 kN/m
Diagonála	0,20	0,04 kN/m
Podélník	0,52	0,10 kN/m

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



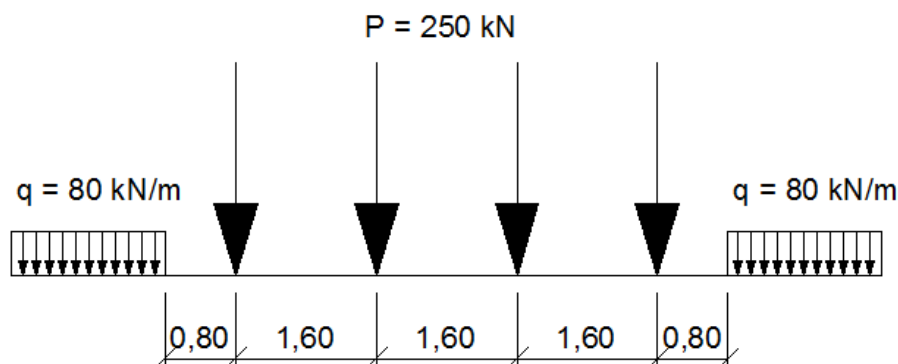
- vodorovnými a svislými účinky zatíženy podélníky

$g_D = 1,35$ pro prvky starší než 30 let (dle 4.3.30 předpisu SŽ S5/1)

Schéma zatížení viz příloha P4 - Strojový výpočet.

3.2.4 Zatížení železniční dopravou – Model zatížení 71

Zatížení dle 6.3.2 ČSN EN 1991-2



$g_{Q,LM71} = 1,30$ (dle 4.3.13 předpisu SŽ S5/1)

3.2.4.1 Stanovení dynamických součinitelů f_3 (MSÚ)

Výpočet dynamických součinitelů se řídí pravidly v ČSN EN 1991-2 odst. 6.4.5 a tab. 6.2 v souladu s předpisem SŽ S5/1 odst. 4.3.15.

• **Hlavní nosník**

Dynamický součinitel

Kvalita jízdní dráhy standardně udržovaná kolej

dyn.souč. f_3

Hlavní nosník - spojitý nosník o n polích

k x průměrné rozpětí L_m

Náhradní délka $L_f = 51,0$ m

$1,2 \times 42,5$

$$f_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_f} - 0,2} + 0,73 = 1,04$$

$< f_{\min} = 1,00$

$< f_{\max} = 2,0$

$f = 1,04$

• **Podélník v běžném poli**

prvková mostovka bez KL - podélníky prosté

vzdálenost příčniců + 3,0 m

Náhradní délka $L_f = 7,3$ m

$4,250 + 3,0$

$$f_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_f} - 0,2} + 0,73 = 1,60$$

$> f_{\min} = 1,00$

$< f_{\max} = 2,0$

$f = 1,60$

• **Podélník v šikmém poli - kratší**

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



prvková mostovka bez KL - podélníky prosté

vzdálenost příčníků + 3,0 m

Náhradní délka $L_f = 4,0$ m

$0,986 + 3,0$

$$f_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_f} - 0,2} + 0,73 = 1,93$$

$$\begin{array}{l} > f_{\min} = 1,00 \\ < f_{\max} = 2,0 \end{array} \quad f = 1,93$$

- Podélník v šikmém poli - delší**

prvková mostovka bez KL - podélníky prosté

vzdálenost příčníků + 3,0 m

Náhradní délka $L_f = 4,9$ m

$1,912 + 3,0$

$$f_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_f} - 0,2} + 0,73 = 1,80$$

$$\begin{array}{l} > f_{\min} = 1,00 \\ < f_{\max} = 2,0 \end{array} \quad f = 1,80$$

- Příčník**

prvková mostovka bez KL - příčníky

dvojnásobek délky příčníků

Náhradní délka $L_f = 11,7$ m

$2 \times 5,860$

$$f_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_f} - 0,2} + 0,73 = 1,40$$

$$\begin{array}{l} > f_{\min} = 1,00 \\ < f_{\max} = 2,0 \end{array} \quad f = 1,40$$

- Polopříčník**

Prvková mostovka bez KL - koncové příčníky

3,6 m

Náhradní délka $L_f = 3,6$ m

$$f_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_f} - 0,2} + 0,73 = 2,00$$

$$\begin{array}{l} > f_{\min} = 1,00 \\ > f_{\max} = 2,0 \end{array} \quad f = 2,00$$

- Hlavní nosník**

Náhradní délka $L_F = 1,2 \cdot 42,5 = 51,0$ m $d = 1,04$

- Podélník v běžném poli**

Náhradní délka $L_F = 4,250 + 3,0 = 7,25$ m $d = 1,60$

- Podélník v šikmém poli - kratší**

Náhradní délka $L_F = 0,986 + 3,0 = 3,986$ m $d = 1,93$

- Podélník v šikmém poli - delší**

Náhradní délka $L_F = 1,912 + 3,0 = 4,912$ m $d = 1,80$

- Příčník**

Náhradní délka $L_F = 2 \cdot 5,860 = 11,7$ m $d = 1,40$

- Polopříčník**

Náhradní délka $L_F = 3,6$ m $d = 2,00$

3.2.4.2 Stanovení dynamických součinitelů f_2 (MSP)

- Hlavní nosník**

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Dynamický součinitel

Kvalita jízdní dráhy pečlivě udržovaná kolej (tranzitní koridory)

dyn.souč. f_2

Hlavní nosník - spojitý nosník o n polích

k x průměrné rozpětí L_m

Náhradní délka $L_f =$ 51,0 m

$1,2 \times (42,5 + 42,5) / 2$

$$f_2 = \frac{1,44}{\sqrt{L_f} - 0,2} + 0,82 = 1,03$$

$< f_{\min} = 1,00$

$< f_{\max} = 1,67$

$f = 1,03$

Hlavní nosník

Náhradní délka $L_F = 1,2 \times 42,5 = 51,0$ m $\Rightarrow d = 1,03$

3.2.4.3 Schémata postavení LM71 na nosné konstrukci

Schématu postavení viz příloha na konci statického výpočtu. Konstrukce je pro přehlednost zobrazena schematicky.

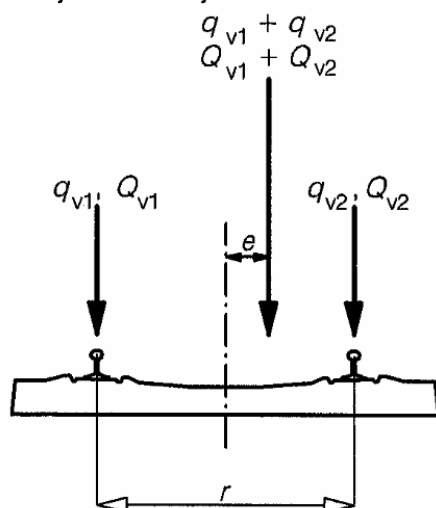
3.2.5 Vliv odstředivých sil

Kolej na mostě se nachází v přímé, vliv odstředivých sil není uvažován.

3.2.6 Vliv excentricity

Vliv excentricity svislého proměnného zatížení železniční dopravou je zohledněn součinitelem. Ve výpočtu byla zohledněna skutečná excentricita zjištěná na mostním objektu. Současně se uvažuje i excentricita svislého proměnného zatížení v důsledku nerovnoměrnosti kolových sil podle 6.3.5 v krajní poloze dle 6.8.1 v ČSN EN 1991-2.

Kolej na mostě je vedena 100 mm vlevo od osy nosné konstrukce.



$$q_{v1}, q_{v2}, Q_{v1}, Q_{v2} = (1)$$

$$q_{v1} + q_{v2}, Q_{v1} + Q_{v2} = (2)$$

$$\frac{q_{v2}}{q_{v1}}, \frac{Q_{v2}}{Q_{v1}} \leq 1,25$$

$$e \leq \frac{r}{18}$$

$$r = (3)$$

Na konstrukci K03 byla změřena maximální excentricita koleje vůči nosné konstrukci 91 mm, což znamená excentricitu vůči ose podélníku $e_{\max} = 100 - 91 = 9$ mm. $e_{\text{teor}} = 1500 / 18 = 83,3$ mm $> e_{\max} = 9$ mm. Jedná se o most s prvkovou mostovkou, vzhledem k VMP a ke geometrii koleje není výrazně větší excentricita

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



reálně možná; ve výpočtu je uvažována maximální teoretická excentricita $e_{\max} = 83,3 \text{ mm}$.

Vliv excentricity

Q	250 kN	zatížení
q	80 kN/m	
r	1500 mm	vzdálenost kolejnic
e	83,3 mm	excentricita (max. 83,3 mm)

a1 666,7 mm

a2 833,3 mm

Teoretické hodnoty z podmínky rovnováhy momentů

Qv1	138,9 kN	qv1	44,4 kN
Qv2	111,1 kN	qv2	35,6 kN

K odlehčování vlivem excentricity se nepřihlíží, proto budou použity následující hodnoty:

Qv1	138,9 kN	qv1	44,4 kN
Qv2	125,0 kN	qv2	40,0 kN
poměr	1,11	poměr	1,11

Vliv excentricity koleje vůči nosné konstrukci je do výpočtu zahrnut dodatečným součinitelem excentricity 1,11.

**Se souhlasem odborného útvaru zadavatele součinitel snížen z 1,11 na 1,05.
Ve výpočtu je použit součinitel 1,05.**

3.2.7 Kolová síla pro lokální účinky

Osamělé síly od dopravy (LM71 nebo jiná soustředěná kolová zatížení) jsou dle předpisu SŽ S5/1 odst. 4.3.10, 4.3.22 a obr. 6.4 v ČSN EN 1991-2 rozděleny na tři sousední kolejnicové podpory v poměru 0,25 : 0,5 : 0,25.

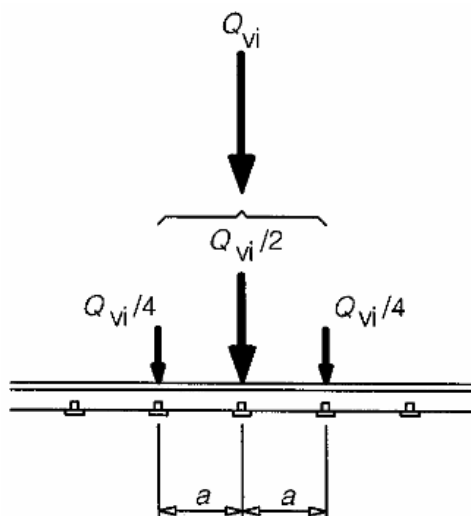
Za kolejnicové podpory jsou pro účely tohoto přepočtu zatížitelnosti považovány mostnice.

Přepočet zatížitelnosti

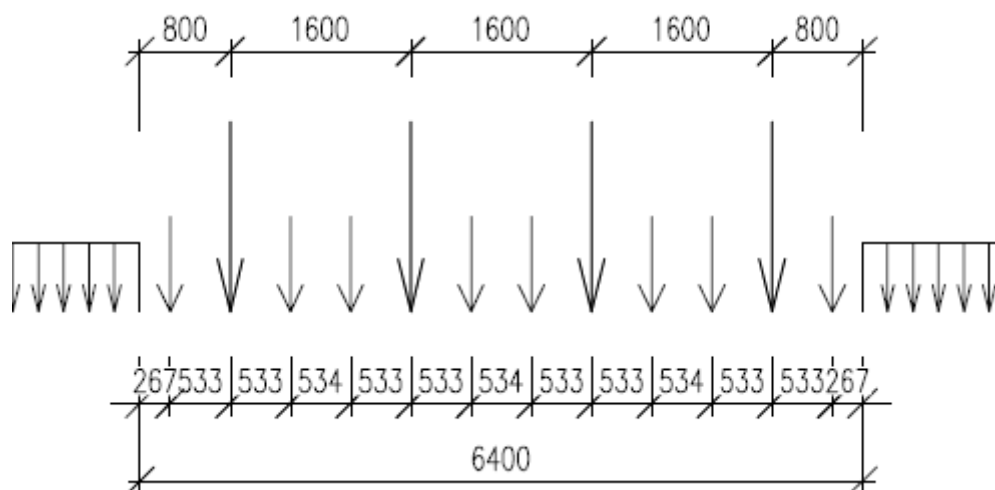
Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa

Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



hodnoty pro 1 kolo	hodnoty pro nápravu
$Q_{vi} = 250 / 2$ $Q_{vi} = 125 \text{ kN}$	$Q_{vi} = 250 \text{ kN}$
$Q_{vi}/2 = 125 / 2$ $Q_{vi}/2 = 62,5 \text{ kN}$	$Q_{vi}/2 = 250 / 2$ $Q_{vi}/2 = 125 \text{ kN}$
$Q_{vi}/4 = 125 / 4 \text{ kN}$ $Q_{vi}/4 = 31,25 \text{ kN}$	$Q_{vi}/4 = 250 / 4 \text{ kN}$ $Q_{vi}/4 = 62,5 \text{ kN}$



Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4 STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI NOSNÉ KONSTRUKCE

4.1 Předpoklady výpočtu

Při výpočtu zatížitelnosti bylo postupováno dle předpisu SŽ S5/1 a norem v něm odkazovaných.

4.1.1 Materiálové charakteristiky

Rok výroby nosné konstrukce je předpokládán 1967. Materiál je uvažován jako ocel č. 37. Podrobný diagnostický průzkum pro účely stanovení mechanických vlastností materiálu byl proveden. Při určení pevnosti postupováno podle A.1.1.1 b) předpisu SŽ S5/1. Uvažovaná zaručená mez kluzu konstrukční oceli je **204,6 MPa**, mez pevnosti je **330,7 MPa**. Mez kluzu oceli pro tl. > 25 mm byl redukován redukčním součinitelem.

Redukční součinitel byl uvažován dle tab. A.1 poměrem mezí kluzu pro příslušné období roku výroby: $210 / 230 = 0,9130$.

Mez kluzu pro tl. > 25 mm je $0,9130 \cdot 204,6 = \mathbf{186,8 \text{ MPa}}$

Mez pevnosti pro tl. > 25 mm je redukována stejným způsobem, jako mez kluzu. Redukční součinitel byl uvažován $340 / 360 = 0,9444$.

Mez pevnosti pro tl. > 25 mm je $0,9444 \cdot 330,7 = \mathbf{312,3 \text{ MPa}}$

Rok výroby	Materiál pevnostní třídy		Zaručená mez kluzu	Mez pevnosti
			f_y	f_u
			[MPa]	[MPa]
1967	37 (S235)	$t \leq 25$	204,6	330,7
		> 25	186,8	312,3

Materiálové charakteristiky byly předmětem úlev, blíže viz samostatná část – odst. 5 Stanovení zatížitelnosti nosné konstrukce s uvažováním úlev.

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Rok výroby	Materiál pevnostní třídy		Dovolené namáhání σ_{adm} [MPa]	Zaručená mez kluzu f_y [MPa]	Mez pevnosti f_u [MPa]	γ_{M0}	γ_{M1}	γ_{M2}	Norma	
do 1894	svářkové železo		130	210	340	1,10	1,20	1,30		
1895 - 1904	svářkové železo		130	210	340	1,10	1,20	1,30	Nařízení 97/1904	
	plávková ocel		140	230	360	1,10	1,20	1,30		
1905 - 1937	plávková ocel		140	230	360	1,10	1,20	1,30	ČSN 1230	
1938 - 1950	37 (S235)		140	230	360	1,10	1,20	1,30	ČSN 1232	
	52 (S355)		195	335	490	1,10	1,25	1,30		
1951 - 1968	37 (S235)	tloušťka $t \leq 25$ mm	140	230	360	1,10	1,20	1,30	Směrnice pro navrhování mostů,	
		> 25	130	210	340	1,10	1,20	1,30		
	52 (S355)	≤ 16	210	360	510	1,10	1,25	1,30	ČSN 73 6202	
		> 17	200	340	490	1,10	1,25	1,30	ČSN 73 6204	
1969 - 1985	37 (S235)	≤ 25		235	360	1,00	1,10	1,25	ČSN 73 6205 ČSN ISO 13822 ČSN 73 0038 ČSN EN 10025-2, 3	
		> 25		215	360					
	52 (S355)	≤ 50		355	510					
1986 - 1998	37 (S235)	≤ 25		235	360	1,00	1,10	1,25		
		> 25		215	360					
	52 (S355)	≤ 25		355	510					
		> 25		335	470					
Po roku 1998	S235	≤ 40		235	360	1,00	1,10	1,25		
	S235	$40 < t \leq 80$		215	360					
	S275	≤ 40		275	430					
	S275	$40 < t \leq 80$		255	410					
	S355	≤ 40		355	510					
	S355	$40 < t \leq 80$		335	470					
	S460	≤ 40		460	550					
	S460	$40 < t \leq 80$		430	550					

Tabulka A.2 - Charakteristické hodnoty vlastností materiálu nýtů a šroubů

Pevnostní charakteristiky	Nýty		Přesné šrouby	
	v konstrukcích z materiálu s mezí kluzu			
	$f_y \leq 300$ MPa	$f_y > 300$ MPa	$f_y \leq 300$ MPa	$f_y > 300$ MPa
f_y [MPa]	200	245	300	
f_u [MPa]	310	440	500	

Materiálové vlastnosti spojovacího materiálu se v archivní dokumentaci nedochovaly. Pro materiál šroubů byla bezpečně uvažována mez kluzu $f_{yb} = 300$ MPa a mez pevnosti $f_{ub} = 500$ MPa. Dílčí součinitel bezpečnosti $\gamma_{M2} = 1,30$.

Zatížitelnost vypočtena pro zatěžovací model 71.

4.1.2 Dynamické součinitele zatížitelnosti K01

Hlavní nosník	$d = 1,04$
Podélník v běžném poli	$d = 1,60$
Podélník v šikmém poli – kratší	$d = 1,93$
Podélník v šikmém poli – delší	$d = 1,80$

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Příčník	d = 1,40
Polopříčník	d = 2,00

4.1.3 Zatížitelnost prvku

Zatížitelnost Z_{LM71} prvku mostního objektu se stanoví podle obecného vztahu

$$Z_{LM71} = \left(R_d - \sum_{i=1}^{n-1} E_{rs,Ed,i} \right) / E_{LM71,Ed}$$

R_d návrhová hodnota únosnosti průřezu nebo prvku mostního objektu

$E_{LM71,Ed}$ návrhová hodnota účinků svislého proměnného zatížení železniční dopravou, reprezentovaného modelem zatížení 71 včetně dynamických vlivů

$SE_{rs,Ed,i}$ návrhové, kombinační nebo skupinové hodnoty účinků ostatních zatížení, které působí současně se svislým proměnným zatížením železniční dopravou.

4.1.4 Kombinace zatížení

Jednotlivá proměnná zatížení železniční dopravou, reprezentovaná modelem zatížení 71 včetně zatížení bočním rázem, rozjezdovými a brzdnými silami a odstředivou silou pro mostní objekty s kolejí v oblouku, se v přepočtech stávajících mostních objektů považují za skupinové vícetřížkové zatížení železniční dopravou s pravidly tvoření skupin podle tabulky 6.11 v ČSN EN 1991-2. Každá z těchto skupin zatížení, vzájemně se vylučujících, představuje jedno charakteristické proměnné zatížení pro kombinaci s nedopravními zatíženími.

Kombinace zatížení současně se vyskytujících spolu se zatížením železniční dopravou se v přepočtech stávajících mostních objektů stanoví podle A2.2.4 v ČSN EN 1990. Součinitele ψ kombinačních, častých a kvazistálých hodnot proměnných zatížení pro trvalé a dočasné návrhové situace se určí z tabulky A2.3 v ČSN EN 1990. V souladu s národní přílohou k ČSN EN 1990 se při výběru kombinačních pravidel z hlediska mezních stavů únosnosti upřednostňuje méně příznivá kombinace z (6.10a) nebo (6.10b) podle ČSN EN 1990. V mezních stavech použitelnosti se uvažují kombinace zatížení v trvalých a dočasných návrhových situacích dle A.2.4 v ČSN EN 1990.

$$\left\{ \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \right. \quad (6.10a)$$

$$\left\{ \sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \right. \quad (6.10b)$$

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Tabulka A2.4(B) – Návrhové hodnoty zatížení (STR/GEO) (Soubor B)

Trvalé a dočasné návrhové situace	Stálá zatížení		Předpětí	Hlavní proměnné zatížení (*)	Vedlejší proměnná zatížení (*)		Trvalé a dočasné návrhové situace	Stálá zatížení		Předpětí	Hlavní proměnné zatížení (*)	Vedlejší proměnná zatížení (*)	
	Nepříznivá	Příznivá			Nejúčinnější (pokud se vyskytuje)	Ostatní		Nepříznivá	Příznivá			Nejúčinnější (pokud se vyskytuje)	Ostatní
(Výraz (6.10))	$\gamma_{G,sup} G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,inf} G_{k,j,inf}$	$\gamma_P P$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,i} \psi_0 Q_{k,i}$	(Výraz (6.10a))	$\gamma_{G,sup} G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,inf} G_{k,j,inf}$	$\gamma_P P$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$	$\gamma_{Q,i} \psi_0 Q_{k,i}$	$\gamma_{Q,i} \psi_0 Q_{k,i}$
							(Výraz (6.10b))	$\xi \gamma_{G,sup} G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,inf} G_{k,j,inf}$	$\gamma_P P$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,i} \psi_0 Q_{k,i}$

(*) Proměnná zatížení jsou ta, která jsou uvedena v tabulkách A2.1 až A2.3.

POZNÁMKA 1 Volba mezi (6.10), nebo (6.10a) a (6.10b) je uvedena v národní příloze. V případě použití (6.10a) a (6.10b) může národní příloha upravit (6.10a) tak, že zahrnuje pouze stálá zatížení.^{NP20)}

POZNÁMKA 2 Hodnoty součinitelů γ a ξ lze stanovit v národní příloze. Při použití výrazů (6.10), nebo (6.10a) a (6.10b) jsou doporučené hodnoty součinitelů γ a ξ následující:^{NP20)}

$\gamma_{G,sup} = 1,35$ ¹⁾

$\gamma_{G,inf} = 1,00$

$\gamma_Q = 1,35$, pokud Q reprezentuje nepříznivé působící zatížení od silniční dopravy nebo od chodců; (0 pro příznivá);

$\gamma_Q = 1,45$, pokud Q reprezentuje nepříznivé působící zatížení od železniční dopravy, pro sestavy zatížení 11 až 31 (s výjimkou 16, 17, 26³⁾ a 27³⁾), model zatížení 71, SW/0 a HSLM a skutečné vlaky, pokud se uvažují jako jednotlivá hlavní zatížení dopravou; (0 pro příznivá);

$\gamma_Q = 1,20$, pokud Q reprezentuje nepříznivé působící zatížení od železniční dopravy, pro sestavy zatížení 16 a 17 a SW/2; (0 pro příznivá);

$\gamma_Q = 1,50$ pro ostatní zatížení dopravou a pro další proměnná zatížení;²⁾

$\xi = 0,85$ (takže $\xi \gamma_{G,sup} = 0,85 \times 1,35 \approx 1,15$).

$\gamma_{Gset} = 1,20$ v případě pružné lineární analýzy a $\gamma_{Gset} = 1,35$ v případě nelineární analýzy, pro návrhové situace, kdy nerovnoměrné sedání může mít nepříznivé účinky. Pro návrhové situace, kdy zatížení způsobená nerovnoměrným sedáním mohou mít příznivé účinky, se tato zatížení neuvažují.

Viz také EN 1991 až EN 1999 pro hodnoty γ , které se použijí pro vynucená přetvoření.

γ_P = doporučené hodnoty definované v příslušných Eurokódech pro navrhování.

Pravidla kombinování účinků zatížení větrem s účinky proměnného zatížení železniční dopravou se uvažují v souladu s ČSN EN 1990. Hodnoty součinitelů ψ pro kombinační, častou a kvázistálou hodnotu zatížení větrem se berou z tabulky A2.3 v ČSN EN 1990 s tím, že hodnoty součinitele ψ_0 lze upravit dle tabulky 2 při výpočtu zatížitelnosti i při ověřování přechodnosti provozního zatížení. Hodnota součinitele ψ_0 závisí na charakteru a součiniteli zatížení železniční dopravou a na způsobu a přesnosti stanovení součinitele síly.

Tabulka 2- Doporučené hodnoty kombinačního součinitele ψ_0

Alternativa ověření spolehlivosti	Model zatížení dopravou	Metoda stanovení součinitele síly od zatížení větrem	ψ_0
Stanovení zatížitelnosti a ověření přechodnosti - mosty mladší než 30 let	LM71 Přechodnostní schéma	Zatížení větrem dle kap. G	0,60
		Zatížení větrem dle ČSN EN 1991-1-4	
Stanovení zatížitelnosti a ověření přechodnosti - mosty starší než 30 let	LM71 Přechodnostní schéma	Zatížení větrem dle kap. G	0,50
		Zatížení větrem dle ČSN EN 1991-1-4	
	Skutečné vozy dle tabulky 4	Zatížení větrem dle kap. G	0,75
		Zatížení větrem dle ČSN EN 1991-1-4	0,65

Most starší než 30 let, model zatížení LM71 a přechodnostní schéma, zatížení větrem dle přílohy G, tudíž $\psi_0 = 0,50$ (dle tab. 2 předpisu SŽ S5/1).

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Tabulka A2.3 – Doporučené hodnoty součinitelů ψ železničních mostů

Zatížení			ψ_0	ψ_1	$\psi_2^{4)}$	
Jednotlivé složky zatížení dopravou ⁵⁾	LM 71		0,80	¹⁾	0	
	SW/0		0,80	¹⁾	0	
	SW/2		0	1,00	0	
	Nezatížený vlak		1,00	–	–	
	HSLM		1,00	1,00	0	
	Rozjezdové a brzděné síly Odstředivé síly Síly interakce způsobené deformací od svislého zatížení		U jednotlivých složek zatížení dopravou v návrhových situacích, kde se zatížení dopravou uvažuje jako jedno vícesměrné hlavní zatížení a nikoli jako sestava zatížení, se mají použít stejné hodnoty součinitelů ψ jako u vedlejších svislých zatížení			
	Boční ráz		1,00	0,80	0	
	Zatížení na neveřejných lávkách		0,80	0,50	0	
	Skutečné vlaky		1,00	1,00	0	
	Vodorovný zemní tlak způsobený přitížením od zatížení dopravou		0,80	¹⁾	0	
	Aerodynamické účinky		0,80	0,50	0	
	Nejúčinnější zatížení dopravou (sestavy zatížení)	gr11 (LM71 + SW/0)	Max. svislé 1 a max. podélné	0,80	0,8	0
		gr12 (LM71 + SW/0)	Max. svislé 2 a max. příčné			
gr13 (brzdění/rozjezd)		Max. podélné				
gr14 (odstředivé/boční ráz)		Max. příčné				
gr15 (nezatížený vlak)		Příčná stabilita s „nezatíženým“ vlakem				
gr16 (SW/2)		SW/2 a max. podélné	0,80	0,70	0	
gr17 (SW/2)		SW/2 a maximální příčné				
gr21 (LM71 + SW/0)		Max. svislé 1 a max. podélné				
gr22 (LM71 + SW/0)		Max. svislé 2 a max. příčné				
gr23 (brzdění/rozjezd)		Max. podélné				
gr24 (odstředivé/boční ráz)		Max. příčné				
gr26 (SW/2)		SW/2 a max. podélné				
gr27 (SW2)		SW/2 a maximální příčné				
	gr31 (LM71 + SW/0)	Doplňkové zatěžovací stavy	0,80	0,60	0	
Ostatní provozní zatížení	Aerodynamické účinky		0,80	0,50	0	
	Obecná zatížení pro údržbu na neveřejných lávkách		0,80	0,50	0	
Zatížení větrem ²⁾	F_{wk}		0,75	0,50	0	
	F_w^{**}		1,00	0	0	
Zatížení teplotou ³⁾	T_k		0,60	0,60	0,50	
Zatížení sněhem	$Q_{Sn,k}$ (během provádění)		0,80	–	0	
Staveništní zatížení	Q_c		1,0	–	1,0	

¹⁾ 0,8 pro zatížení pouze 1 koleje;
0,7 pro současně zatížené 2 koleje;
0,6 pro 3 a více současně zatížených kolejí.

²⁾ Pokud zatížení větrem působí současně se zatížením dopravou, nemá se zatížení větrem $\psi_0 F_{wk}$ uvažovat větší než F_w^{**} (viz EN 1991-1-4). Viz A2.2.4(4).

³⁾ Viz EN 1991-1-5.

⁴⁾ Pokud se v trvalých a dočasných návrhových situacích ověřují přetvoření, součinitel ψ_2 pro zatížení kolejovou dopravou se má uvažovat hodnotou 1,00. Pro seizmické návrhové situace viz tabulka A2.5.

⁵⁾ Minimální hodnota současně příznivě působícího svislého zatížení s jednotlivými složkami zatížení železniční dopravou (např. odstředivými, rozjezdovými nebo brzdovými) je 0,5 LM71, atd.

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.1.5 Globální posouzení konstrukce

Programem SCIA ENGINEER byly stanoveny vnitřní síly na jednotlivých prutech modelu, které jsou dále použity v detailním výpočtu zatížitelnosti.

Pro prokázání dostatečné únosnosti prvků, u kterých není zatížitelnost přímo stanovena (nebo ve smyslu vzorce 4.4 článku 4.7.7 předpisu SŽ S5/1 nemá její stanovení pro přechodnost význam) je provedeno posouzení celé konstrukce programem SCIA ENGINEER. Pro výpočet kombinací a posudek konstrukce byly uvažovány tyto předpoklady:

- mez kluzu materiálu $f_y = 204,6$ MPa (ocel 37 do 25 mm včetně); $f_y = 186,8$ MPa (ocel 37 od 25 mm)
- mez pevnosti materiálu $f_u = 330,7$ MPa (ocel 37 do 25 mm včetně); $f_u = 312,3$ MPa (ocel 37 od 25 mm)
- dílčí součinitele g účinků zatížení dle předpisu SŽ S5/1
- součinitele kombinací dle ČSN EN 1990/A1 a SŽ S5/1
- dynamický součinitel pro celou konstrukci dle hl. nosníku – tj. 1,04
- posouzení provedeno dle ČSN EN 1993-1-1, 1993-1-8, 1993-2
- vzpěrné délky a délky pro stanovení součinitele klopení zadány dle 6.3.1 a 6.3.2 v ČSN EN 1993-1-1 a ČSN EN 1993-2

Z výše uvedených předpokladů je zřejmé, že uvedené automatické posudky by bylo možno použít i pro stanovení zatížitelnosti dle předpisu SŽ S5/1, ale slouží pro orientační ověření únosnosti a určení prvků limitujících zatížitelnost.

Detailní stanovení zatížitelnosti je pro rozhodující profily provedeno ručně dle postupů a norem odkazovaných v předpisu SŽ S5/1.

4.1.6 Stabilita tlačného pásu

4.1.6.1 Obecně

Tlačený horní pás hlavních nosníků je proti vybočení z roviny nosníků zajištěn pouze pružným odporem příčných rámu tvořených příčníky a svislicemi. Součástí výpočtu je tak kontrola, zda tuhost příčných polorámů je dostatečná pro zajištění stability tlačného pásu jako celku. Pro ověření tuhosti je použito řešení dle F. Engessera, ze kterého jsou odvozeny normové postupy dle ČSN 73 6205 a současných norem.

4.1.6.2 Předpoklady výpočtu

Nosná konstrukce je ocelová, spojitá, trámová, příhradová, šikmá, s dolní mostovkou. Konstrukce je svařovaná se šroubovanými třecími montážními spoji. Uložení nosné konstrukce je šikmé. Ukončení mostovky je kolmé.

Koncové body tlačného pásu na koncích nosné konstrukce jsou v řešeném případě pevně zajištěny proti vybočení, protože horní pás přechází krajní diagonálou až k podpoře.

Koncové body tlačného pásu v polovině rozpětí nosné konstrukce jsou v řešeném případě pevně zajištěny proti vybočení, protože horní pás je zde v rozhodujících zatěžovacích stavech tažen a tlak přechází krajní diagonálou až k středové podpoře.

Je tedy zřejmé, že pružný odpor krajních rámu je v obou případech dostatečný.

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



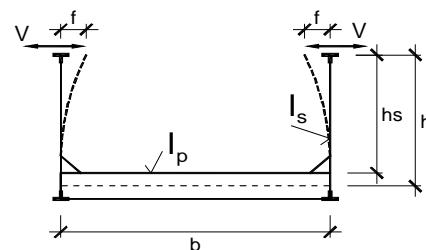
4.1.6.3 Stanovení pružného odporu rámu

Pružný odpor rámu byl stanoven pro levou příhradu na K03 v prvním dílčím poli (ve třetím mostním otvoru). Z geometrie nosné konstrukce, použitých průřezů a průběhu vnitřních sil je zřejmé, že výsledky v ostatních příhradách budou obdobné a lze výsledný předpoklad aplikovat na celou nosnou konstrukci, respektive její horní pás.

Ve vzorcích je používáno původní značení a postup dle ČSN 73 6205:99, případně ČSN 73 6205:84. Na metodiku výpočtu a výsledky nemá různé značení proměnných veličin vliv.

Pružný odpor příčných rámu

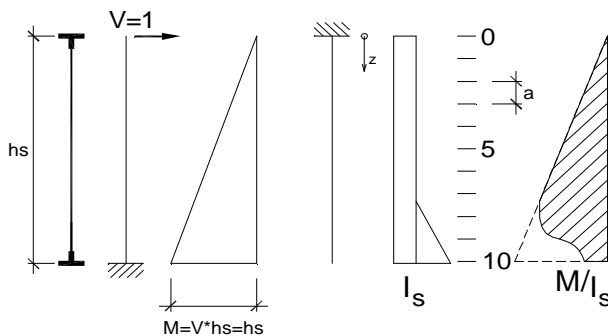
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$h_s =$	4200 mm	rozhodující délka svislice
$b =$	5300 mm	vzdálenost hlavních nosníků
$I_{pp} =$	1,69E+09 mm ⁴	moment setrvačnosti podp.příčnicku
$I_{vp} =$	1,69E+09 mm ⁴	moment setrvačnosti vnitř. příčnicku
$I_{sk} =$	2,87E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti podporové svislice
$I_{sp} =$	2,87E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti svislice v poli
$h =$	4550 mm	vzdálenost těžištních os příčnicku a horního pásu



Svislice vyztužená koutovou výztuhou - předpoklady výpočtu

- pro stanovení hodnoty f_s (od přetvoření svislice) je užita Mohrova věta. Průhyb prutu od zatížení M se stanoví jako ohybový moment na duální konstrukci zatížené M/EI_s
- zatížení M/EI_s je nahrazeno ideálními břemeny P_r na hranicích dílků za předpokladu lineární proměny I_s

$$EP_r = \frac{\alpha M_{r-1}}{I_{r-1}} + 2 \frac{M_r}{I_r} + \frac{M_{r+1}}{I_{r+1}} \cdot \frac{\alpha}{4} \quad \frac{f_s}{E} = \sum_{0=r}^{10} P_r \cdot z$$



Obr. Výpočet přetvoření svislice

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Vnitřní svislice vyztužená koutovou výztuhou

a =	420 mm	délka dílku svislice
b =	400 mm	výška průřezu prutu svislice
A _s =	13888 mm	plocha průřezu svislice
t =	10 mm	tloušťka plechu výztuhy
w =	525 mm	maximální šířka plechu výztuhy
z =	1000 mm	výška plechu výztuhy
h _r ...		výšková úroveň v místě výpočtu
y _t ...		vzdálenost těžiště od vnější hrany svislice
z _r ...		působící šířka plechu výztuhy

dílek	z = M mm	h _r mm	z _r mm	y _t mm	I _s mm ⁴	M/I _s mm ⁻³	EPr mm ⁻²	EPr * z mm ⁻¹
0	0	3990	0	200	2,87E+08	0,00E+00	1,54E-04	0,000
1	420	3570	0	200	2,87E+08	1,46E-06	6,15E-04	0,258
2	840	3150	0	200	2,87E+08	2,93E-06	1,23E-03	1,033
3	1260	2730	0	200	2,87E+08	4,39E-06	1,84E-03	2,323
4	1680	2310	0	200	2,87E+08	5,85E-06	2,46E-03	4,130
5	2100	1890	0	200	2,87E+08	7,32E-06	3,07E-03	6,454
6	2520	1470	0	200	2,87E+08	8,78E-06	3,69E-03	9,293
7	2940	1050	0	200	2,87E+08	1,02E-05	3,76E-03	11,066
8	3360	630	194	236	5,11E+08	6,58E-06	2,72E-03	9,127
9	3780	210	415	294	1,53E+09	2,47E-06	1,38E-03	5,226
10	4200	0	525	327	2,55E+09	1,65E-06	6,05E-04	2,542
f _{sp} = S =								51,453

Pružný odpor vnitřního rámu

- v případě koutové výztuhy za f_s dosazena hodnota f_{sp}

$$C_v = \frac{1}{f} = \frac{1}{f_s + f_p} = \frac{E}{\frac{h_s^3}{3 * I_{sp}} + \frac{b * h^2}{2 * I_p}} = \frac{210000}{51,5 + 32,5} = 2501 \text{ N/m}$$

Stanovení poměrů b pásu

C... příčná síla způsobující jednotkovou deformaci ve směru síly

c ... nejnižší přípustný součinitel vzpěrnosti dílčího prutu

N_{Sd}... extrémní výpočtová síla dílčího prutu včetně dyn.součinitele

A ... průřezová plocha dílčího prutu

s ... skutečná délka dílčího prutu

L_{z,max} největší přípustná délka dílčího prutu

b ... poměr největší přípustné a skutečné délky prutu

i_z ... poloměr setrvačnosti prutu ke svislé ose

R_d = 204,6 MPa

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



prut	průřez	A	N	c	S _i	i _z	l _{odp.}	l ₁	l _{max}	L _{z,max}	b	b
		mm ²	kN		mm	mm				mm	skut.	výpoč.
O1	D1	1,20E+04	2342	0,954	6350	157,2	0,290	95,1	27,6	4338	0,683	0,683
O2	O3	1,30E+04	2716	1,021	4250	169,4	0,200	95,1	19,0	3223	0,758	0,758
O3	O3	1,30E+04	2720	1,023	4250	169,4	0,200	95,1	19,0	3223	0,758	0,758
O4	O4	1,79E+04	3820	1,042	4250	167,0	0,200	95,1	19,0	3178	0,748	0,748
O5	O4	1,79E+04	3820	1,042	4250	167,0	0,200	95,1	19,0	3178	0,748	0,748
O6	O4	1,79E+04	3319	0,905	4250	167,0	0,380	95,1	36,1	6038	1,421	1,421
O7	O4	1,79E+04	3313	0,905	4250	167,1	0,380	95,1	36,1	6042	1,422	1,422
O8	O3	1,30E+04	1364	0,513	4250	169,4	0,837	95,1	79,6	13487	3,174	3,000
O9	O3	1,30E+04	1356	0,510	4251	169,4	0,837	95,1	79,6	13487	3,173	3,000
O10	D10	1,35E+04	3223	1,165	6350	152,4	0,200	95,1	19,0	2900	0,457	0,457

Počet polí n = 10

Průměr bm = 1,299

4.1.6.4 Porovnání odporu ráků s požadavky normy

Nutný pružný odpor krajních ráků

$$8' C_{\min} = \underline{14691,8 \text{ N/m}} < C_k = \underline{50000 \text{ N/m}}$$

Tuhost koncových ráků je dostatečná - konce
tlačeného pásu jsou uloženy neposuvně.

Nutný pružný odpor vnitřních ráků

$$C_{\min} = \frac{3 * N_{Sd,max}}{b_m^2 S_{\min}} * g_{M1} = \underline{1836,5 \text{ N/m}} < C_v = \underline{2501 \text{ N/m}}$$

Tuhost vnitřních ráků je dostatečná

**Pružný odpor všech příčných ráků je dostatečný - jednotlivé pruty tlačeného pásu
lze považovat za zajištěné proti vybočení z roviny nosníku**

Na základě výpočtu odporu příčných ráků jsou vzpěrné délky horního pásu
uvažovány následovně:

- v rovině příhrady je součinitel vzpěru b = 1,0 při délce prutu na délku
dílčího pole příhrady
- z roviny příhrady je součinitel vzpěru b = 1,0 při délce prutu na délku
dílčího pole příhrady

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.2 Podélník POD 1P

Koncové podélníky POD 1P v koncovém poli na začátku vlevo a na konci vpravo jsou shodného průřezu, jsou symetrické podle svislé osy. Podélníky působí jako prosté.

4.2.1 Vliv klopení

Posuzovaný prut nebyl posuzován na klopení, protože je jeho tlačný pás zabezpečen proti vybočení ve vzdálenosti menší než 40ti násobek poloměru setrvačnosti konvenčního tlačného pásu nosníku. Přitom se uvažuje poloměr setrvačnosti z roviny ohybu konvenčního tlačného pásu nosníku, který je tvořen pásnicí a přilehlou částí stojiny, zahrnující 1/6 její plochy.

Tlačný horní pás je proti vybočení z roviny ohybu zabezpečen mostnicemi po vzdálenostech max. $L = 540$ mm.

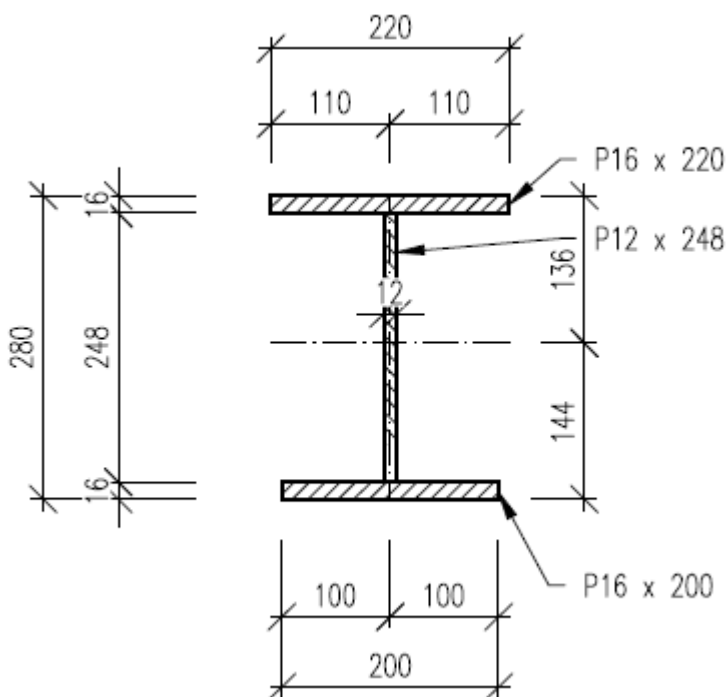
· Vliv klopení

$$40 \cdot i_{zp} = 40 \cdot 63,51 = 2540 \text{ mm} > 540 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

není třeba uvažovat vliv klopení

4.2.2 Průřezové charakteristiky



Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



POD 1P

A [mm²] = 9,6960e+03
Ay [mm²] = 6,4661e+03
Az [mm²] = 3,4094e+03
AL [m²/m] = 1,3760e+00
AD [m²/m] = 1,3760e+00
cYUCS [mm] = 110
cZUCS [mm] = 144
 α [deg] = 0,00
ly [mm⁴] = 1,3230e+08
lz [mm⁴] = 2,4900e+07
iy [mm] = 117
iz [mm] = 51
Wely [mm³] = 9,1649e+05
Welz [mm³] = 2,2636e+05
Wply [mm³] = 1,0694e+06
Wplz [mm³] = 3,6253e+05
dy [mm] = 0
dz [mm] = 14
It [mm⁴] = 7,2550e+05
lw [mm⁶] = 4,2449e+11
 β_y [mm] = -34
 β_z [mm] = 0

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník
Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.2.3 Podélník POD 1P v místě maximálního svislého ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu.

4.2.4 Podélník POD 1P v místě maximální posouvající síly

Materiálové vlastnosti

druh oceli		ocel 37
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$g_{M0} =$	1,10	
$g_{M1} =$	1,20	
$g_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	1088 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_f =$	3,986 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$f =$	1,93	dynam. součinitel vypočtený
$f =$	1,93	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2
$t =$	12 mm	tloušťka stojiny
$h_w =$	248 mm	výška stojiny účinná na smyk
$A_v =$	2976 mm ²	smyková plocha

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Ostatní součinitele

$m_M = 1,11$

$a = 1,00$

$x = 0,95$

$1,15$

součinitel vlivu excentricity

klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2

redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1

přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení

gr12

Kombinace zatížení dle výrazu

6.10b

ZS	Zatížení	Gr	y o	gr12	Vnitřní síly charakteristické	Vnitřní síly návrhové
					Vz	Vz
					kN	kN
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,4	0,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	1,4	1,6
3	Rozjezdové a brzdě síly	1,3	1	0,5	10,8	7,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	20,8	27,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	10,6	7,2
UL Vz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	244,3	681,2

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI ZE SMYKOVÉ SÍLY

PODPOROVÁ VÝZTUHA

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 724,6 \text{ kN}$$

Vliv boulení je třeba zahrnout

$$V_{b,Rd} = 1275,2 \text{ kN}$$

$$Z_{LM71} = (R_d - E_{rs,Ed}) / E_{LM71,Ed}$$

$$Z_{LM71} = \frac{1275,2 - 43,41}{681,2}$$

$$Z_{LM71} = 1,81$$

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.3 Podélník POD 2P

Koncové podélníky POD 2P v koncovém poli na začátku vpravo a na konci vlevo jsou shodného průřezu, jsou symetrické podle svislé osy. Podélníky působí jako prosté.

4.3.1 Vliv klopení

Posuzovaný prut nebyl posuzován na klopení, protože je jeho tlačný pás zabezpečen proti vybočení ve vzdálenosti menší než 40ti násobek poloměru setrvačnosti konvenčního tlačného pásu nosníku. Přitom se uvažuje poloměr setrvačnosti z roviny ohybu konvenčního tlačného pásu nosníku, který je tvořen pásnicí a přilehlou částí stojiny, zahrnující 1/6 její plochy.

Tlačný horní pás je proti vybočení z roviny ohybu zabezpečen mostnicemi po vzdálenostech max. $L = 540$ mm.

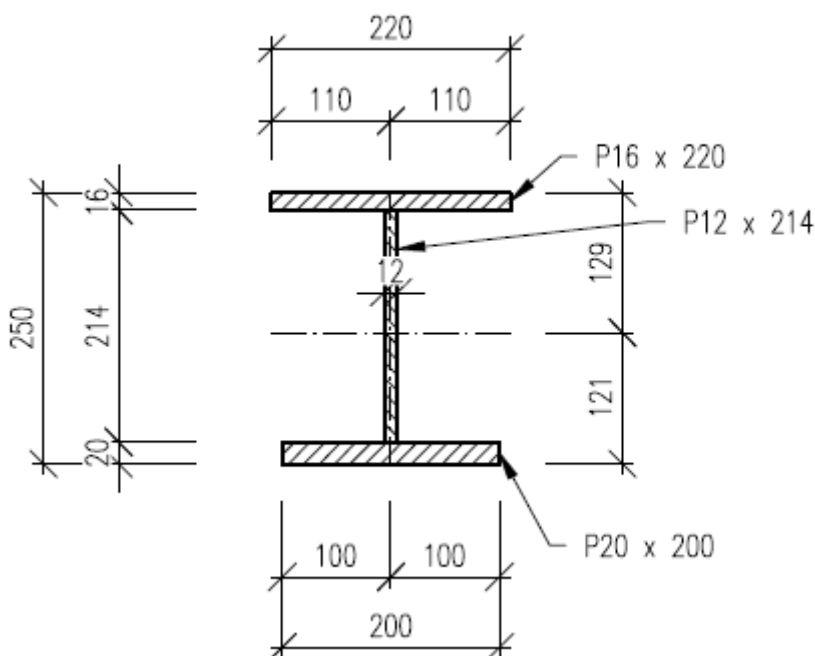
• Vliv klopení

$$40 \cdot i_{zp} = 40 \cdot 63,51 = 2540 \text{ mm} > 540 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

není třeba uvažovat vliv klopení

4.3.2 Průřezové charakteristiky



Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa

Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



POD 2P

A [mm²] = 1,0088e+04
Ay [mm²] = 7,1634e+03
Az [mm²] = 3,0533e+03
AL [m²/m] = 1,3160e+00
AD [m²/m] = 1,3160e+00
cYUCS [mm] = 110
cZUCS [mm] = 121
 α [deg] = 0,00
ly [mm⁴] = 1,1092e+08
lz [mm⁴] = 2,7561e+07
iy [mm] = 105
iz [mm] = 52
Wely [mm³] = 8,5809e+05
Welz [mm³] = 2,5056e+05
Wply [mm³] = 1,0054e+06
Wplz [mm³] = 4,0130e+05
dy [mm] = 0
dz [mm] = 9
lt [mm⁴] = 9,6734e+05
lw [mm⁶] = 3,7009e+11
 β_y [mm] = -7
 β_z [mm] = 0

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.3.3 Podélník POD 2P v místě maximálního svislého ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

		původní hodnoty		iterace č. 1	
				$Z_{LM71} =$	0,32
ZS	Zatížení	My kNm	Mz kNm	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	0,3	0,0	0,3	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	0,9	0,0	0,9	0,0
3	Rozjezdové a brzdné síly	0,0	0,0	0,0	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	8,6	-11,9	2,8	-3,8
5	Vitr - celkový účinek	7,1	-2,3	7,1	-2,3
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	98,2	0,0	98,2	0,0

		iterace č. 2		iterace č. 3		iterace č. 4	
		$Z_{LM71} =$	0,49	$Z_{LM71} =$	0,45	$Z_{LM71} =$	0,46
ZS		My kNm	Mz kNm	My kNm	Mz kNm	My kNm	Mz kNm
1		0,3	0,0	0,3	0,0	0,3	0,0
2		0,9	0,0	0,9	0,0	0,9	0,0
3		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4		4,2	-5,8	3,9	-5,3	4,0	-5,5
5		7,1	-2,3	7,1	-2,3	7,1	-2,3
UL My		98,2	0,0	98,2	0,0	98,2	0,0

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.3.4 Podélník POD 2P v místě maximální posouvající síly

Materiálové vlastnosti

druh oceli		ocel 37
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$g_{M0} =$	1,10	
$g_{M1} =$	1,20	
$g_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	2014 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_f =$	4,912 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$f =$	1,80	dynam. součinitel vypočtený
$f =$	1,80	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2
$t =$	12 mm	tloušťka stojiny
$h_w =$	214 mm	výška stojiny účinná na smyk
$A_v =$	2568 mm ²	smyková plocha

Ostatní součinitele

$m_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$a =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$x =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

ZS	Zatížení	g_f	y_o	gr12	Vnitřní síly charakteristické	Vnitřní síly návrhové
					Vz kN	Vz kN
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,8	1,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	2,5	3,0
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	10,8	7,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	18,2	23,7
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	19,6	13,2
UL Vz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	348,4	905,5

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI ZE SMYKOVÉ SÍLY

PODPOROVÁ VÝZTUHA

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 953,5 \text{ kN}$$

Vliv boulení je třeba zahrnout

$$V_{b,Rd} = 1349,6 \text{ kN}$$

$$Z_{LM71} = (R_d - E_{rs,Ed}) / E_{LM71,Ed}$$

$$Z_{LM71} = \frac{1349,6 - 47,99}{905,5}$$

$$Z_{LM71} = 1,44$$

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník
Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.4 Podélník POD 3P

Běžné podélníky POD 3P vlevo a vpravo jsou shodného průřezu, jsou symetrické podle svislé osy. Podélníky působí jako prosté.

4.4.1 Vliv klopení

Posuzovaný prut nebyl posuzován na klopení, protože je jeho tlačný pás zabezpečen proti vybočení ve vzdálenosti menší než 40ti násobek poloměru setrvačnosti konvenčního tlačného pásu nosníku. Přitom se uvažuje poloměr setrvačnosti z roviny ohybu konvenčního tlačného pásu nosníku, který je tvořen pásnicí a přílehlou částí stojiny, zahrnující 1/6 její plochy.

Tlačný horní pás je proti vybočení z roviny ohybu zabezpečen mostnicemi po vzdálenostech max. $L = 540 \text{ mm}$.

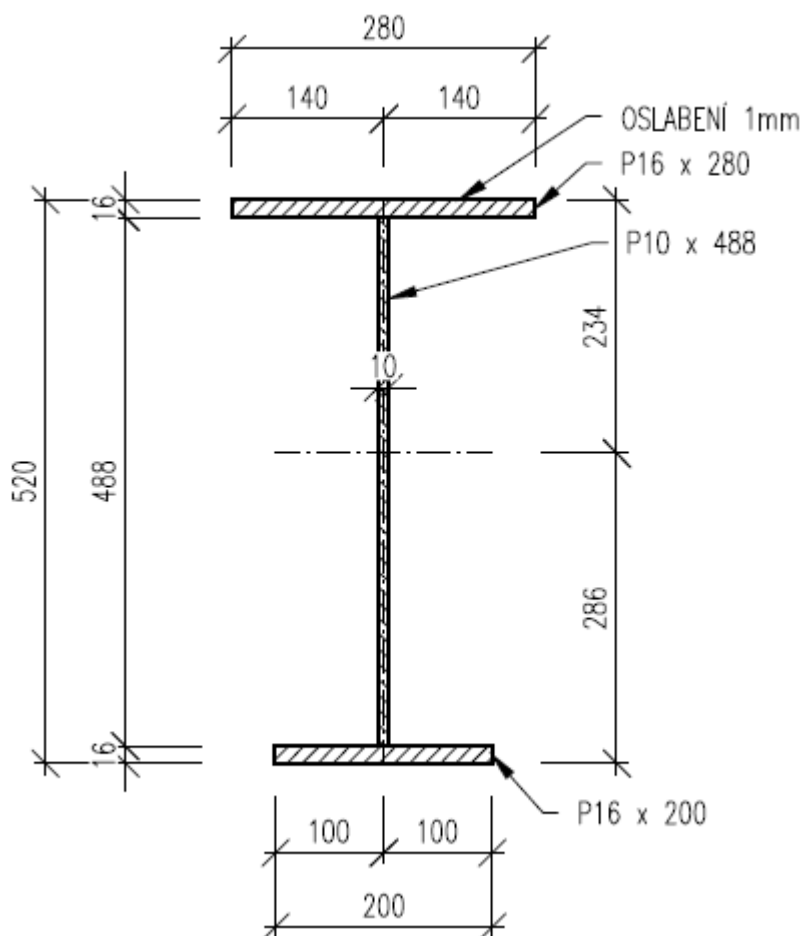
· *Vliv klopení*

$$40 \cdot i_{zp} = 40 \cdot 80,83 = \underline{3233 \text{ mm} > 540 \text{ mm}}$$

VYHOVUJE

není třeba uvažovat vliv klopení

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník
Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



POD 3P (oslabený)

A [mm²] = 1,2280e+04
Ay [mm²] = 7,2442e+03
Az [mm²] = 5,2439e+03
AL [m²/m] = 1,9780e+00
AD [m²/m] = 1,9780e+00
cYUCS [mm] = 140
cZUCS [mm] = 280
 α [deg] = 0,00
ly [mm⁴] = 5,6078e+08
lz [mm⁴] = 3,8147e+07
iy [mm] = 214
iz [mm] = 56
Wely [mm³] = 2,0003e+06
Welz [mm³] = 2,7248e+05
Wply [mm³] = 2,4331e+06
Wplz [mm³] = 4,6620e+05
dy [mm] = 0
dz [mm] = 91
lt [mm⁴] = 7,5590e+05
lw [mm⁶] = 1,9472e+12
 β_y [mm] = -208
 β_z [mm] = 0

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.4.3 Podélník POD 3P v místě maximálního svislého ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

		původní hodnoty		iterace č. 1	
				$Z_{LM71} =$	0,41
ZS	Zatížení	My kNm	Mz kNm	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	2,3	0,1	2,3	0,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	5,4	-0,4	5,4	-0,4
3	Rozjezdové a brzdné síly	0,9	2,9	0,4	1,2
4	Boční rázy (ostatní)	29,9	-7,8	12,2	-3,2
5	Vitr - celkový účinek	41,5	-1,9	41,5	-1,9
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	217,9	0,4	217,9	0,4

		iterace č. 2		iterace č. 3	
		$Z_{LM71} =$	0,50	$Z_{LM71} =$	0,49
ZS		My kNm	Mz kNm	My kNm	Mz kNm
1		2,3	0,1	2,3	0,1
2		5,4	-0,4	5,4	-0,4
3		0,5	1,5	0,5	1,4
4		14,9	-3,9	14,6	-3,8
5		41,5	-1,9	41,5	-1,9
UL My		217,9	0,4	217,9	0,4

4.4.4 Podélník POD 3P v místě maximálního vodorovného ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



ZS	Zatížení	původní hodnoty		iterace č. 1	
		My	Mz	Z _{LM71} =	0,61
		kNm	kNm	kNm	kNm
1	VI. tíha	2,4	0,7	2,4	0,7
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	5,7	0,9	5,7	0,9
3	Rozjezdové a brzděné síly	-1,0	6,6	-0,6	4,0
4	Boční rázy (ostatní)	35,3	4,3	21,5	2,6
5	Vítr - celkový účinek	45,3	1,6	45,3	1,6
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	118,4	6,0	118,4	6,0

ZS	iterace č. 2		iterace č. 3		iterace č. 4	
	Z _{LM71} =	0,74	Z _{LM71} =	0,70	Z _{LM71} =	0,71
	My	Mz	My	Mz	My	Mz
	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm
1	2,4	0,7	2,4	0,7	2,4	0,7
2	5,7	0,9	5,7	0,9	5,7	0,9
3	-0,7	4,9	-0,7	4,6	-0,7	4,7
4	26,1	3,2	24,7	3,0	25,1	3,1
5	45,3	1,6	45,3	1,6	45,3	1,6
UL Mz	118,4	6,0	118,4	6,0	118,4	6,0

4.4.5 Podélník POD 3P v místě maximální posouvající síly

Materiálové vlastnosti

druh oceli

ocel 37

$f_y = 204,6$ MPa

charakteristická mez kluzu

$f_{y,d} = 186,0$ MPa

návrhová mez kluzu

$f_{y,w,d} = 186,0$ MPa

návrhová pevnost ve smyku

$E = 210000$ MPa

modul pružnosti

$g_{M0} = 1,10$

$g_{M1} = 1,20$

$g_{M2} = 1,30$

Geometrické vlastnosti

$L = 4250$ mm

délka prutu v rozhodujícím směru

$L_f = 7,250$ m

náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2

$f = 1,60$

dynam. součinitel vypočtený

$f = 1,60$

dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

$t = 10$ mm

tloušťka stojiny

$h_w = 488$ mm

výška stojiny účinná na smyk

$A_v = 4880$ mm²

smyková plocha

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Ostatní součinitele

$m_{\text{M}} = 1,11$

$a = 1,00$

$x = 0,95$

$1,15$

součinitel vlivu excentricity

klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2

redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1

přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení

gr12

Kombinace zatížení dle výrazu

6.10b

ZS	Zatížení	g _f	y _o	gr12	Vnitřní síly charakteristické	Vnitřní síly návrhové
					V _z	V _z
					kN	kN
1	VI. tíha	1,3656	1	1	1,9	2,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	4,4	5,2
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	11,2	7,3
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	28,8	37,4
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	36,2	24,5
UL Vz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	289,5	666,9

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI ZE SMYKOVÉ SÍLY

$$V_{\text{Ed}} = Z_{\text{LM71}} \cdot V_{\text{LM71,Ed}} + V_{\text{rs,Ed}}$$

$$V_{\text{Ed}} = 743,9 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{\text{plRd}} = 476,4 \text{ kN}$$

$$Z_{\text{LM71}} = (R_{\text{d}} - E_{\text{rs,Ed}}) / E_{\text{LM71,Ed}}$$

$$Z_{\text{LM71}} = \frac{476,4 - 76,94}{666,9}$$

$$Z_{\text{LM71}} = 0,60$$

Zatížitelnost $Z_{\text{LM71}} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



ZS	Zatížení	pův. hod. iterace č.		
		1	2	3
		0,60	0,63	0,62
1	VI. tíha	1,9	1,9	1,9
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	4,4	4,4	4,4
3	Rozjezdové a brzdné síly	11,2	6,7	7,1
4	Boční rázy (ostatní)	28,8	17,3	18,1
5	Vitr - celkový účinek	36,2	36,2	36,2
UL Vz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	289,5	289,5	289,5

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI ZE SMYKOVÉ SÍLY

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 726,9 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 476,4 \text{ kN}$$

$$Z_{LM71} = (R_d - E_{rs,Ed}) / E_{LM71,Ed}$$

$$Z_{LM71} = \frac{476,4 - 59,96}{666,9}$$

$$Z_{LM71} = 0,62$$

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník
Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.5 Podélník POD 4P

Běžné podélníky POD 4P vlevo a vpravo jsou shodného průřezu, jsou symetrické podle svislé osy. Podélníky působí jako prosté.

4.5.1 Vliv klopení

Posuzovaný prut nebyl posuzován na klopení, protože je jeho tlačný pás zabezpečen proti vybočení ve vzdálenosti menší než 40ti násobek poloměru setrvačnosti konvenčního tlačného pásu nosníku. Přitom se uvažuje poloměr setrvačnosti z roviny ohybu konvenčního tlačného pásu nosníku, který je tvořen pásnicí a přilehlou částí stojiny, zahrnující 1/6 její plochy.

Tlačný horní pás je proti vybočení z roviny ohybu zabezpečen mostnicemi po vzdálenostech max. $L = 540 \text{ mm}$.

· *Vliv klopení*

$$40 \cdot i_{zp} = 40 \cdot 80,83 = \underline{3233 \text{ mm} > 540 \text{ mm}}$$

VYHOVUJE

není třeba uvažovat vliv klopení

Přepočet zatížitelnosti

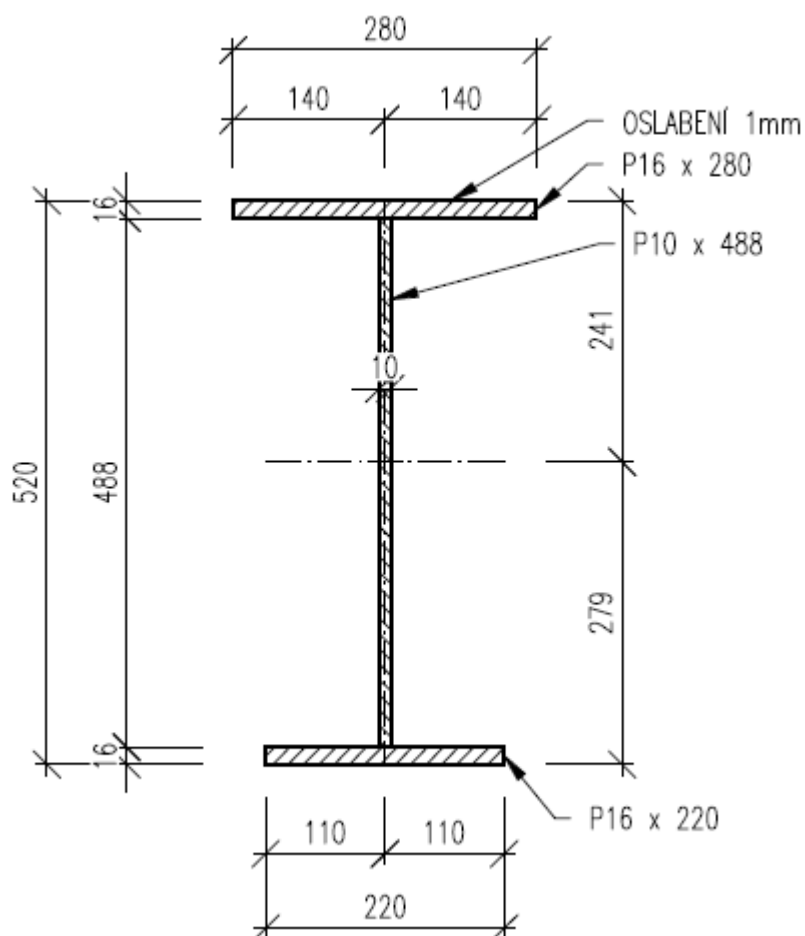
Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa

Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.5.2 Průřezové charakteristiky



Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



POD 4P (oslabený)

A [mm²] = 1,2600e+04
Ay [mm²] = 7,3742e+03
Az [mm²] = 5,2592e+03
AL [m²/m] = 2,0180e+00
AD [m²/m] = 2,0180e+00
cYUCS [mm] = 140
cZUCS [mm] = 273
 α [deg] = 0,00
ly [mm⁴] = 5,8392e+08
lz [mm⁴] = 4,1678e+07
iy [mm] = 215
iz [mm] = 58
Wely [mm³] = 2,1355e+06
Welz [mm³] = 2,9770e+05
Wply [mm³] = 2,5271e+06
Wplz [mm³] = 4,9980e+05
dy [mm] = 0
dz [mm] = 67
lt [mm⁴] = 7,8321e+05
lw [mm⁶] = 2,3720e+12
 β_y [mm] = -151
 β_z [mm] = 0

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.5.3 Podélník POD 4P v místě maximálního svislého ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

ZS	Zatížení	původní hodnoty		iterace č. 1	
				$Z_{LM71} =$	0,35
		My kNm	Mz kNm	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	3,8	-0,2	3,8	-0,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	5,5	-0,5	5,5	-0,5
3	Rozjezdové a brzdné síly	7,4	-2,7	2,6	-0,9
4	Boční rázy (ostatní)	31,1	-6,1	10,9	-2,1
5	Vitr - celkový účinek	43,5	-1,7	43,5	-1,7
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	221,0	-1,1	221,0	-1,1

ZS	iterace č.		2 iterace č.		3
	$Z_{LM71} =$		$Z_{LM71} =$		0,45
	My kNm	Mz kNm	My kNm	Mz kNm	
1	3,8	-0,2	3,8	-0,2	
2	5,5	-0,5	5,5	-0,5	
3	3,4	-1,2	3,3	-1,2	
4	14,3	-2,8	14,0	-2,7	
5	43,5	-1,7	43,5	-1,7	
UL My	221,0	-1,1	221,0	-1,1	

4.5.4 Podélník POD 4P v místě maximálního vodorovného ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



ZS	Zatížení	původní hodnoty		iterace č. 1	
		My	Mz	Z _{LM71} =	0,90
		kNm	kNm	My	Mz
1	VI. tíha	2,3	-0,8	2,3	-0,8
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	5,5	-0,7	5,5	-0,7
3	Rozjezdové a brzdné síly	2,0	11,5	1,8	10,3
4	Boční rázy (ostatní)	39,3	-5,2	35,3	-4,7
5	Vítr - celkový účinek	45,1	-2,0	45,1	-2,0
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	117,3	-6,7	117,3	-6,7

ZS	iterace č. 2	
	Z _{LM71} =	0,91
	My	Mz
	kNm	kNm
1	2,3	-0,8
2	5,5	-0,7
3	1,8	10,4
4	35,7	-4,8
5	45,1	-2,0
UL My	117,3	-6,7

4.5.5 Podélník POD 4P v místě maximální posouvající síly

Materiálové vlastnosti

druh oceli

ocel 37

$f_y = 204,6$ MPa

charakteristická mez kluzu

$f_{y,d} = 186,0$ MPa

návrhová mez kluzu

$f_{y,w,d} = 186,0$ MPa

návrhová pevnost ve smyku

$E = 210000$ MPa

modul pružnosti

$g_{M0} = 1,10$

$g_{M1} = 1,20$

$g_{M2} = 1,30$

Geometrické vlastnosti

$L = 4250$ mm

délka prutu v rozhodujícím směru

$L_f = 7,250$ m

náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2

$f = 1,60$

dynam. součinitel vypočtený

$f = 1,60$

dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



$t = 10$ mm tloušťka stojiny
 $h_w = 488$ mm výška stojiny účinná na smyk
 $Av = 4880$ mm² smyková plocha

Ostatní součinitele

$m_M = 1,11$ součinitel vlivu excentricity
 $a = 1,00$ klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
 $x = 0,95$ redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
 $1,15$ přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

ZS	Zatížení	Gr	y o	gr12	Vnitřní síly charakteristické	Vnitřní síly návrhové
					Vz	Vz
					kN	kN
1	VI. tíha	1,3656	1	1	2,9	3,9
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	4,5	5,4
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	16,5	10,7
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	30,0	39,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	38,1	25,7
UL Vz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	290,1	668,3

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI ZE SMYKOVÉ SÍLY

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 753,0 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 476,4 \text{ kN}$$

$$Z_{LM71} = (R_d - E_{rs,Ed}) / E_{LM71,Ed}$$

$$Z_{LM71} = \frac{476,4 - 84,68}{668,3}$$

$$Z_{LM71} = 0,59$$

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



pův. hod. iterace č.

ZS	Zatížení				
			1 0,59	2 0,62	3 0,61
1	VI. tíha	2,9	2,9	2,9	2,9
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	4,5	4,5	4,5	4,5
3	Rozjezdové a brzdné síly	16,5	9,7	10,1	10,1
4	Boční rázy (ostatní)	30,0	17,7	18,4	18,4
5	Vítr - celkový účinek	38,1	38,1	38,1	38,1
UL Vz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	290,1	290,1	290,1	290,1

Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

ZS	Zatížení	gr	y o	gr12	Vnitřní síly charakteristické	Vnitřní síly návrhové
					Vz	Vz
					kN	kN
1	VI. tíha	1,3656	1	1	2,9	3,9
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	4,5	5,4
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	10,1	6,6
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	18,4	23,9
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	38,1	25,7
UL Vz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	290,1	668,3

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI ZE SMYKOVÉ SÍLY

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 733,8 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 476,4 \text{ kN}$$

$$Z_{LM71} = (R_d - E_{rs,Ed}) / E_{LM71,Ed}$$

$$Z_{LM71} = \frac{476,4 - 65,51}{668,3}$$

$$Z_{LM71} = 0,61$$

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník
Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.6 Příčník PR S1

4.6.1 Vliv klopení

Posuzovaný prut nebyl posuzován na klopení, protože je jeho tlačný (horní) pás zabezpečen proti vybočení ve vzdálenosti menší než 40ti násobek poloměru setrvačnosti konvenčního tlačného pásu nosníku. Přitom se uvažuje poloměr setrvačnosti z roviny ohybu konvenčního tlačného pásu nosníku, který je tvořen pásnicí a přilehlou částí stojiny, zahrnující 1/6 její plochy.

Tlačný pás je proti vybočení z roviny ohybu zabezpečen podélníky po vzdálenostech max. $L = 2024 \text{ mm}$.

• *Vliv klopení*

$$40 \cdot i_{zp} = 40 \cdot 101,04 = \underline{4041 \text{ mm}} > \underline{2024 \text{ mm}}$$

VYHOVUJE

není třeba uvažovat vliv klopení

Přepočet zatížitelnosti

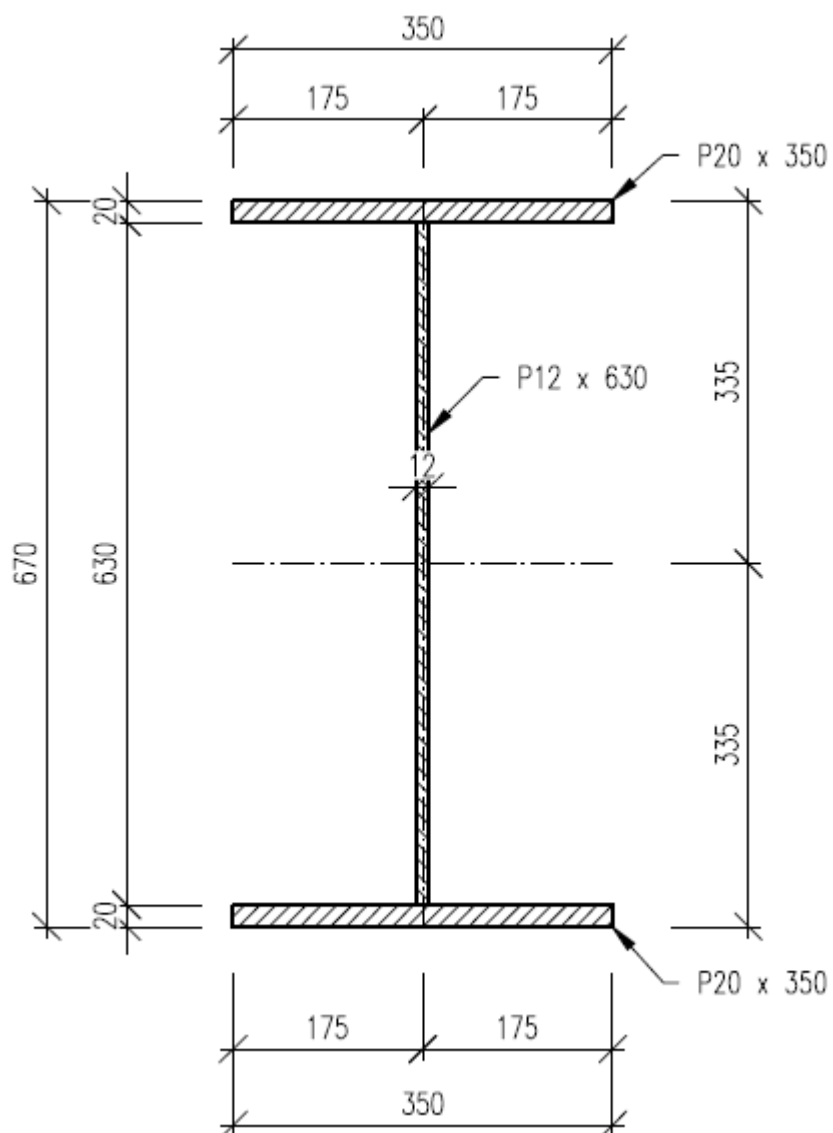
Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa

Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.6.2 Průřezové charakteristiky



Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa

Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



PR S1

A [mm²] = 2,1560e+04
Ay [mm²] = 1,2431e+04
Az [mm²] = 7,9393e+03
AL [m²/m] = 2,7160e+00
AD [m²/m] = 2,7160e+00
cYUCS [mm] = 175
cZUCS [mm] = 335
 α [deg] = 0,00
ly [mm⁴] = 1,7293e+09
lz [mm⁴] = 1,4301e+08
iy [mm] = 283
iz [mm] = 81
Wely [mm³] = 5,1620e+06
Welz [mm³] = 8,1719e+05
Wply [mm³] = 5,7407e+06
Wplz [mm³] = 1,2477e+06
dy [mm] = 0
dz [mm] = 0
lt [mm⁴] = 2,1521e+06
lw [mm⁶] = 1,5087e+13
 β_y [mm] = 0
 β_z [mm] = 0

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.6.3 Příčník PR S1 v místě maximálního svislého ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

ZS	Zatížení	původní hodnoty		iterace č. 1	
				$Z_{LM71} =$	0,40
		My kNm	Mz kNm	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	21,7	-0,1	21,7	-0,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	41,4	-1,5	41,4	-1,5
3	Rozjezdové a brzdné síly	-13,2	-23,5	-5,3	-9,4
4	Boční rázy (ostatní)	21,7	-16,0	8,7	-6,4
5	Vitr - celkový účinek	124,3	-21,0	124,3	-21,0
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	578,0	-4,8	578,0	-4,8

ZS	iterace č.		2 iterace č.		3 iterace č.		4
	$Z_{LM71} =$		0,53		$Z_{LM71} =$		$Z_{LM71} =$
	My kNm	Mz kNm	My kNm	Mz kNm	My kNm	Mz kNm	0,51
1	21,7	-0,1	21,7	-0,1	21,7	-0,1	
2	41,4	-1,5	41,4	-1,5	41,4	-1,5	
3	-7,0	-12,5	-6,6	-11,8	-6,7	-12,0	
4	11,5	-8,5	10,9	-8,0	11,1	-8,2	
5	124,3	-21,0	124,3	-21,0	124,3	-21,0	
UL My	578,0	-4,8	578,0	-4,8	578,0	-4,8	

4.6.4 Příčník PR S1 v místě maximálního vodorovného ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



ZS	Zatížení	původní hodnoty		iterace č. 1	
		My	Mz	Z _{LM71} =	0,33
				My	Mz
		kNm	kNm	kNm	kNm
1	VI. tíha	13,5	6,2	13,5	6,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	31,8	5,6	31,8	5,6
3	Rozjezdové a brzdné síly	2,5	37,6	0,8	12,4
4	Boční rázy (ostatní)	0,0	3,9	0,0	1,3
5	Vítr - celkový účinek	62,1	24,8	62,1	24,8
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	136,3	58,3	136,3	58,3

ZS	iterace č. 2		iterace č. 3		iterace č. 4	
	Z _{LM71} =	0,55	Z _{LM71} =	0,48	Z _{LM71} =	0,50
	My	Mz	My	Mz	My	Mz
	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm
1	13,5	6,2	13,5	6,2	13,5	6,2
2	31,8	5,6	31,8	5,6	31,8	5,6
3	1,4	20,7	1,2	18,0	1,3	18,8
4	0,0	2,1	0,0	1,9	0,0	1,9
5	62,1	24,8	62,1	24,8	62,1	24,8
UL My	136,3	58,3	136,3	58,3	136,3	58,3

4.6.5 Příčník PR S1 v místě maximální posouvající síly

Materiálové vlastnosti

druh oceli

ocel 37

$f_y = 204,6$ MPa

charakteristická mez kluzu

$f_{y,d} = 186,0$ MPa

návrhová mez kluzu

$f_{y,w,d} = 186,0$ MPa

návrhová pevnost ve smyku

$E = 210000$ MPa

modul pružnosti

$g_{M0} = 1,10$

$g_{M1} = 1,20$

$g_{M2} = 1,30$

Geometrické vlastnosti

$L = 1608$ mm

délka prutu v rozhodujícím směru

$L_f = 11,720$ m

náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2

$f = 1,40$

dynam. součinitel vypočtený

$f = 1,40$

dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

$t = 12$ mm

tloušťka stojiny

$h_w = 630$ mm

výška stojiny účinná na smyk

$A_v = 7560$ mm²

smyková plocha

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Ostatní součinitele

$m_M = 1,11$

$a = 1,00$

$x = 0,95$

$1,15$

součinitel vlivu excentricity

klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2

redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1

přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení

gr12

Kombinace zatížení dle výrazu

6.10b

ZS	Zatížení	Gr	y o	gr12	Vnitřní síly charakteristické	Vnitřní síly návrhové
					Vz	Vz
					kN	kN
1	VI. tíha	1,3656	1	1	7,4	10,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	3,8	4,5
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	0,5	7,3	4,7
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	17,5	22,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	86,8	58,6
UL Vz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	344,6	696,1

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI ZE SMYKOVÉ SÍLY

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 796,8 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pIRd} = 738,0 \text{ kN}$$

$$Z_{LM71} = (R_d - E_{rs,Ed}) / E_{LM71,Ed}$$

$$Z_{LM71} = \frac{738,0 - 100,66}{696,1}$$

$$Z_{LM71} = 0,92$$

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

pův. hod. iterace č.

ZS	Zatížení	1	
		0,92	
1	VI. tíha	7,4	7,4
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	3,8	3,8
3	Rozjezdové a brzděné síly	7,3	6,7
4	Boční rázy (ostatní)	17,5	16,1
5	Vítr - celkový účinek	86,8	86,8
UL Vz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	344,6	344,6

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

ZS	Zatížení	g _f	y _o	gr12	Vnitřní síly charakteristické	Vnitřní síly návrhové
					V _z	V _z
					kN	kN
1	VI. tíha	1,3656	1	1	7,4	10,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	3,8	4,5
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	0,5	6,7	4,4
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	16,1	20,9
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	86,8	58,6
UL Vz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	344,6	696,1

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI ZE SMYKOVÉ SÍLY

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 794,6 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 738,0 \text{ kN}$$

$$Z_{LM71} = (R_d - E_{rs,Ed}) / E_{LM71,Ed}$$

$$Z_{LM71} = \frac{738,0 - 98,46}{696,1}$$

$$Z_{LM71} = 0,92$$

4.6.1 Příčník PR S1 v místě maximální tlakové normálové síly

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

ZS	Zatížení	původní hodnoty		iterace č. 1	
				$Z_{LM71} =$	0,54
		My kNm	Mz kNm	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	19,2	0,1	19,2	0,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	55,1	1,0	55,1	1,0
3	Rozjezdové a brzděné síly	-2,2	-43,3	-1,2	-23,4
4	Boční rázy (ostatní)	-3,9	-1,6	-2,1	-0,9
5	Vítr - celkový účinek	68,3	25,7	68,3	25,7
UL Nmin	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	510,5	2,9	510,5	2,9

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa

Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



ZS	iterace č.	2 iterace č.		3 iterace č.		4 iterace č.		5
	$Z_{LM71} =$	0,71	$Z_{LM71} =$	0,64	$Z_{LM71} =$	0,67	$Z_{LM71} =$	0,66
	My kNm	Mz kNm	My kNm	Mz kNm	My kNm	Mz kNm	My kNm	Mz kNm
1	19,2	0,1	19,2	0,1	19,2	0,1	19,2	0,1
2	55,1	1,0	55,1	1,0	55,1	1,0	55,1	1,0
3	-1,6	-30,7	-1,4	-27,7	-1,5	-29,0	-1,4	-28,6
4	-2,8	-1,1	-2,5	-1,0	-2,6	-1,1	-2,6	-1,0
5	68,3	25,7	68,3	25,7	68,3	25,7	68,3	25,7
UL Nmin	510,5	2,9	510,5	2,9	510,5	2,9	510,5	2,9

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.7 Příčník PR S2

4.7.1 Vliv klopení

Posuzovaný prut nebyl posuzován na klopení, protože je jeho tlačný (horní) pás zabezpečen proti vybočení ve vzdálenosti menší než 40ti násobek poloměru setrvačnosti konvenčního tlačného pásu nosníku. Přitom se uvažuje poloměr setrvačnosti z roviny ohybu konvenčního tlačného pásu nosníku, který je tvořen pásnicí a přilehlou částí stojiny, zahrnující 1/6 její plochy.

Tlačný pás je proti vybočení z roviny ohybu zabezpečen podélníky po vzdálenostech max. $L = 2024 \text{ mm}$.

• *Vliv klopení*

$$40 \cdot i_{zp} = 40 \cdot 101,04 = \underline{4041 \text{ mm} > 2024 \text{ mm}}$$

VYHOVUJE

není třeba uvažovat vliv klopení

Přepočet zatížitelnosti

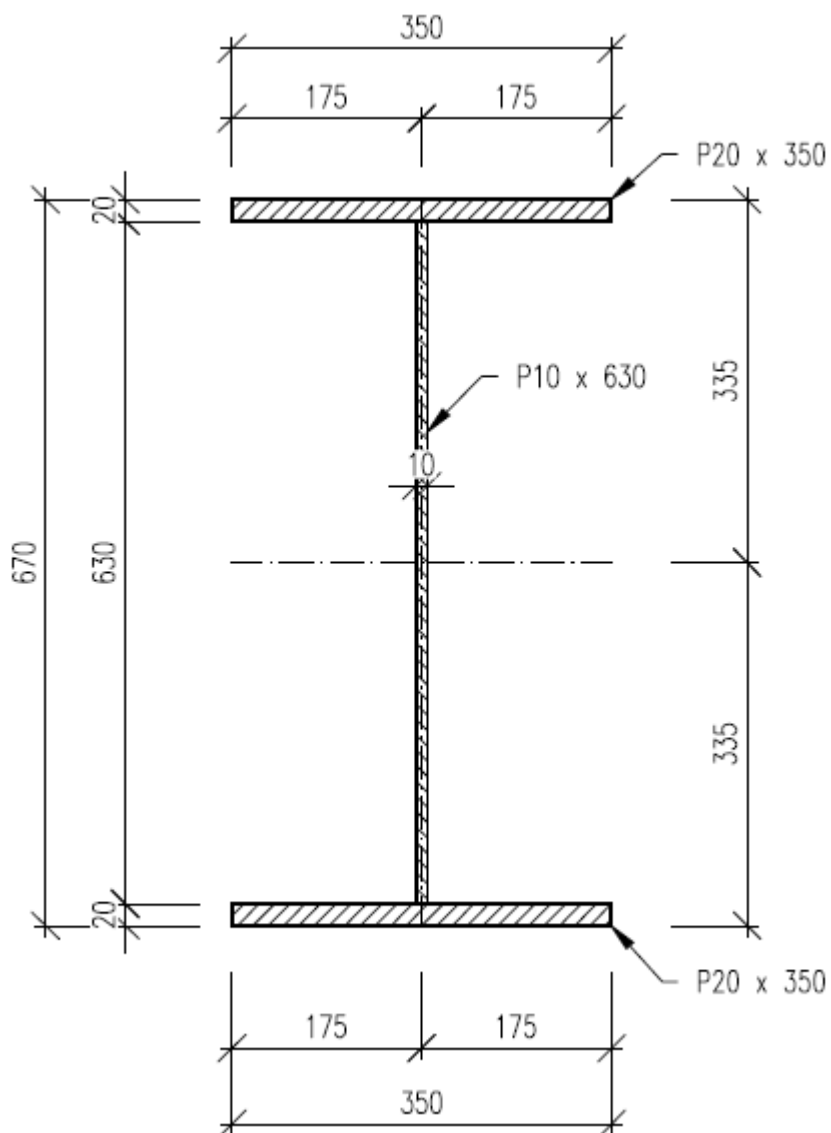
Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa

Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.7.2 Průřezové charakteristiky



Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa

Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



PR S2

A [mm²] = 2,0300e+04
Ay [mm²] = 1,2312e+04
Az [mm²] = 6,6333e+03
AL [m²/m] = 2,7200e+00
AD [m²/m] = 2,7200e+00
cYUCS [mm] = 175
cZUCS [mm] = 335
 α [deg] = 0,00
ly [mm⁴] = 1,6876e+09
lz [mm⁴] = 1,4297e+08
iy [mm] = 288
iz [mm] = 84
Wely [mm³] = 5,0376e+06
Welz [mm³] = 8,1697e+05
Wply [mm³] = 5,5423e+06
Wplz [mm³] = 1,2408e+06
dy [mm] = 0
dz [mm] = 0
lt [mm⁴] = 1,9898e+06
lw [mm⁶] = 1,5089e+13
 β y [mm] = 0
 β z [mm] = 0

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník
Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.7.3 Příčník PR S2 v místě maximálního svislého ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

ZS	Zatížení	původní hodnoty		iterace č. 1	
				$Z_{LM71} =$	0,50
		My kNm	Mz kNm	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	21,0	-1,4	21,0	-1,4
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	39,5	-2,1	39,5	-2,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,8	19,1	0,9	9,5
4	Boční rázy (ostatní)	17,0	-14,7	8,5	-7,4
5	Vítr - celkový účinek	86,0	-12,4	86,0	-12,4
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	582,6	-13,3	582,6	-13,3

ZS	iterace č. 2	
	$Z_{LM71} =$	0,53
	My kNm	Mz kNm
1	21,0	-1,4
2	39,5	-2,1
3	1,0	10,1
4	9,0	-7,8
5	86,0	-12,4
UL My	582,6	-13,3

4.7.4 Příčník PR S2 v místě maximálního vodorovného ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



ZS	Zatížení	původní hodnoty		iterace č. 1	
		My	Mz	Z _{LM71} =	0,15
		kNm	kNm	My	Mz
1	VI. tíha	16,5	3,6	16,5	3,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	82,8	4,3	82,8	4,3
3	Rozjezdové a brzdné síly	3,7	44,7	0,6	6,7
4	Boční rázy (ostatní)	19,7	16,5	2,9	2,5
5	Vítr - celkový účinek	86,2	17,5	86,2	17,5
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	279,2	42,4	279,2	42,4

ZS	iterace č. 2		iterace č. 3		iterace č. 4	
	Z _{LM71} =	0,51	Z _{LM71} =	0,35	Z _{LM71} =	0,42
	My	Mz	My	Mz	My	Mz
1	16,5	3,6	16,5	3,6	16,5	3,6
2	82,8	4,3	82,8	4,3	82,8	4,3
3	1,9	22,8	1,3	15,6	1,6	18,8
4	10,0	8,4	6,9	5,8	8,3	6,9
5	86,2	17,5	86,2	17,5	86,2	17,5
UL My	279,2	42,4	279,2	42,4	279,2	42,4

ZS	iterace č. 5		iterace č. 6	
	Z _{LM71} =	0,39	Z _{LM71} =	0,40
	My	Mz	My	Mz
1	16,5	3,6	16,5	3,6
2	82,8	4,3	82,8	4,3
3	1,4	17,4	1,5	17,9
4	7,7	6,5	7,9	6,6
5	86,2	17,5	86,2	17,5
UL My	279,2	42,4	279,2	42,4

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.7.5 Příčník PR S2 v místě maximální posouvající síly

Materiálové vlastnosti

druh oceli		ocel 37
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$g_{M0} =$	1,10	
$g_{M1} =$	1,20	
$g_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	1608 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_f =$	11,720 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$f =$	1,40	dynam. součinitel vypočtený
$f =$	1,40	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2
$t =$	10 mm	tloušťka stojiny
$h_w =$	630 mm	výška stojiny účinná na smyk
$A_v =$	6300 mm ²	smyková plocha

Ostatní součinitele

$m_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$a =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$x =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

ZS	Zatížení	g_f	y_o	gr12	Vnitřní síly charakteristické	Vnitřní síly návrhové
					Vz	Vz
					kN	kN
1	VI. tíha	1,3656	1	1	7,2	9,8
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	5,1	6,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	0,1	0,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	16,2	21,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	69,2	46,7
UL Vz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	342,8	692,5

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI ZE SMYKOVÉ SÍLY

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 776,2 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 615,0 \text{ kN}$$

$$Z_{LM71} = (R_d - E_{rs,Ed}) / E_{LM71,Ed}$$

$$Z_{LM71} = \frac{615,0 - 83,66}{692,5}$$

$$Z_{LM71} = 0,77$$

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

		pův. hod. iterace č.	
		1	
		0,77	
ZS	Zatížení		
1	VI. tíha	7,2	7,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	5,1	5,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	0,1	0,1
4	Boční rázy (ostatní)	16,2	12,5
5	Vítr - celkový účinek	69,2	69,2
UL Vz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	342,8	342,8

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI ZE SMYKOVÉ SÍLY

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 771,3 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 615,0 \text{ kN}$$

$$Z_{LM71} = (R_d - E_{rs,Ed}) / E_{LM71,Ed}$$

$$Z_{LM71} = \frac{615,0 - 78,80}{692,5}$$

$$Z_{LM71} = 0,77$$

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.7.6 Příčník PR S2 v místě maximální tlakové normálové síly

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

ZS	Zatížení	původní hodnoty		iterace č. 1	
				$Z_{LM71} =$	0,20
		My kNm	Mz kNm	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	10,9	-2,7	10,9	-2,7
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	124,1	0,6	124,1	0,6
3	Rozjezdové a brzdné síly	-8,1	-41,1	-1,6	-8,2
4	Boční rázy (ostatní)	9,6	-3,1	1,9	-0,6
5	Vitr - celkový účinek	42,7	-20,5	42,7	-20,5
Nmin	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	470,7	-11,4	470,7	-11,4

ZS	iterace č.		2 iterace č.		3 iterace č.		4
	$Z_{LM71} =$		0,43		0,36		$Z_{LM71} =$
	My kNm	Mz kNm	My kNm	Mz kNm	My kNm	Mz kNm	
1	10,9	-2,7	10,9	-2,7	10,9	-2,7	
2	124,1	0,6	124,1	0,6	124,1	0,6	
3	-3,5	-17,7	-2,9	-14,8	-3,1	-15,6	
4	4,1	-1,3	3,4	-1,1	3,6	-1,2	
5	42,7	-20,5	42,7	-20,5	42,7	-20,5	
UL My	470,7	-11,4	470,7	-11,4	470,7	-11,4	

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.8 Polopříčník S10

4.8.1 Vliv klopení

Posuzovaný prut nebyl posuzován na klopení, protože je jeho tlačný (horní) pás zabezpečen proti vybočení ve vzdálenosti menší než 40ti násobek poloměru setrvačnosti konvenčního tlačného pásu nosníku. Přitom se uvažuje poloměr setrvačnosti z roviny ohybu konvenčního tlačného pásu nosníku, který je tvořen pásnicí a přilehlou částí stojiny, zahrnující 1/6 její plochy.

Tlačný pás je proti vybočení z roviny ohybu zabezpečen podélníky po vzdálenostech max. $L = 1800$ mm.

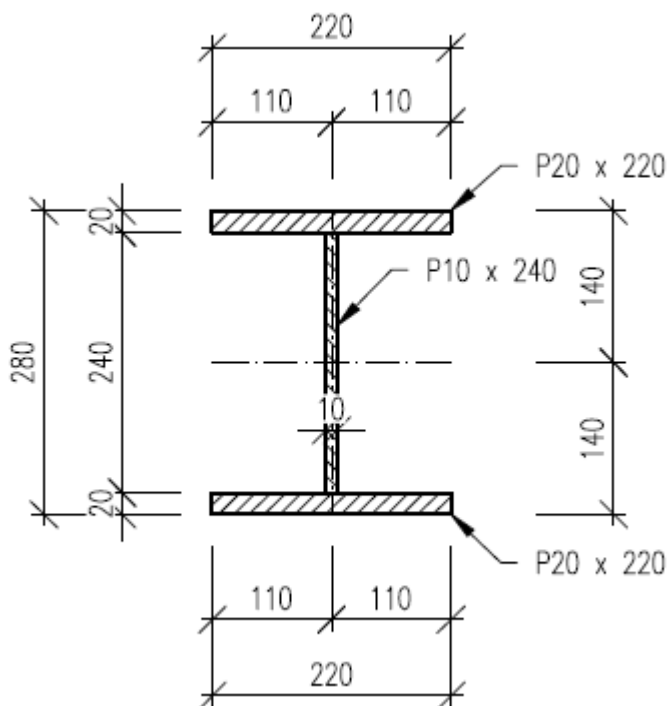
• Vliv klopení

$$40 \cdot i_{zp} = 40 \cdot 63,51 = 2540 \text{ mm} > 1800 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

není třeba uvažovat vliv klopení

4.8.2 Průřezové charakteristiky



Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa

Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



POLOPR S10

A [mm²] = 1,1200e+04
Ay [mm²] = 7,9699e+03
Az [mm²] = 2,8080e+03
AL [m²/m] = 1,4200e+00
AD [m²/m] = 1,4200e+00
cYUCS [mm] = 110
cZUCS [mm] = 140
 α [deg] = 0,00
ly [mm⁴] = 1,6053e+08
lz [mm⁴] = 3,5513e+07
iy [mm] = 120
iz [mm] = 56
Wely [mm³] = 1,1467e+06
Welz [mm³] = 3,2285e+05
Wply [mm³] = 1,2880e+06
Wplz [mm³] = 4,9000e+05
dy [mm] = 0
dz [mm] = 0
lt [mm⁴] = 1,2600e+06
lw [mm⁶] = 5,9984e+11
 β_y [mm] = 0
 β_z [mm] = 0

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.8.3 Koncový polopříčník v místě maximálního svislého kladného ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

ZS	Zatížení	původní hodnoty		iterace č. 1	
				$Z_{LM71} =$	0,48
		My kNm	Mz kNm	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,9	-1,2	1,9	-1,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,3	-1,3	1,3	-1,3
3	Rozjezdové a brzděné síly	-7,8	-13,6	-3,8	-6,5
4	Boční rázy (ostatní)	3,4	-0,6	1,6	-0,3
5	Vítr - celkový účinek	6,2	-2,0	6,2	-2,0
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	73,3	-9,0	73,3	-9,0

ZS	iterace č.		2 iterace č.		3 iterace č.		4
	$Z_{LM71} =$		$Z_{LM71} =$		$Z_{LM71} =$		$Z_{LM71} =$
	My kNm	Mz kNm	My kNm	Mz kNm	My kNm	Mz kNm	
1	1,9	-1,2	1,9	-1,2	1,9	-1,2	
2	1,3	-1,3	1,3	-1,3	1,3	-1,3	
3	-4,5	-7,9	-4,4	-7,6	-4,4	-7,7	
4	2,0	-0,3	1,9	-0,3	1,9	-0,3	
5	6,2	-2,0	6,2	-2,0	6,2	-2,0	
UL My	73,3	-9,0	73,3	-9,0	73,3	-9,0	

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.8.1 Koncový polopříčník v místě maximálního vodorovného ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

		původní hodnoty		iterace č. 1	
				$Z_{LM71} =$	0,92
ZS	Zatížení	My kNm	Mz kNm	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,7	1,3	1,7	1,3
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1	0,9	1,1	0,9
3	Rozjezdové a brzděné síly	-4,4	9,7	-4,1	9,0
4	Boční rázy (ostatní)	0,0	0,9	0,0	0,8
5	Vítr - celkový účinek	5,3	3,6	5,3	3,6
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	17,7	12,2	17,7	12,2

		iterace č. 2		iterace č. 3	
		$Z_{LM71} =$	0,94	$Z_{LM71} =$	0,93
ZS		My kNm	Mz kNm	My kNm	Mz kNm
1		1,7	1,3	1,7	1,3
2		1,1	0,9	1,1	0,9
3		-4,2	9,1	-4,1	9,1
4		0,0	0,8	0,0	0,8
5		5,3	3,6	5,3	3,6
UL My		17,7	12,2	17,7	12,2

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník
Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.8.2 Koncový polopříčník v místě maximální posouvající síly

Materiálové vlastnosti

druh oceli		ocel 37
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$g_{M0} =$	1,10	
$g_{M1} =$	1,20	
$g_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	3650 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_f =$	3,600 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$f =$	2,00	dynam. součinitel vypočtený
$f =$	2,00	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2
$t =$	10 mm	tloušťka stojiny
$h_w =$	240 mm	výška stojiny účinná na smyk
$A_v =$	2400 mm ²	smyková plocha

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

ZS	Zatížení	g _f	y _o	gr12	Vnitřní síly charakteristické	Vnitřní síly návrhové
					V _z kN	V _z kN
1	VI. tíha	1,3656	1	1	2,0	2,7
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	1,0	1,2
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	0,5	5,8	3,8
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	4,7	6,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	10,9	7,3
UL Vz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	91,1	262,8

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI ZE SMYKOVÉ SÍLY

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 284,0 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 234,3 \text{ kN}$$

$$Z_{LM71} = (R_d - E_{rs,Ed}) / E_{LM71,Ed}$$

$$Z_{LM71} = \frac{234,3 - 21,14}{262,8}$$

$$Z_{LM71} = 0,81$$

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

ZS	Zatížení	pův. hod. iterace č.		
		1	2	
		0,81	0,82	
1	VI. tíha	2,0	2,0	2,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,0	1,0	1,0
3	Rozjezdové a brzděné síly	5,8	4,7	4,8
4	Boční rázy (ostatní)	4,7	3,8	3,8
5	Vítr - celkový účinek	10,9	10,9	10,9
UL Vz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	91,1	91,1	91,1

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa

Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI ZE SMYKOVÉ SÍLY

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 282,2 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 234,3 \text{ kN}$$

$$Z_{LM71} = (R_d - E_{rs,Ed}) / E_{LM71,Ed}$$

$$Z_{LM71} = \frac{234,3 - 19,37}{262,8}$$

$$Z_{LM71} = 0,82$$

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

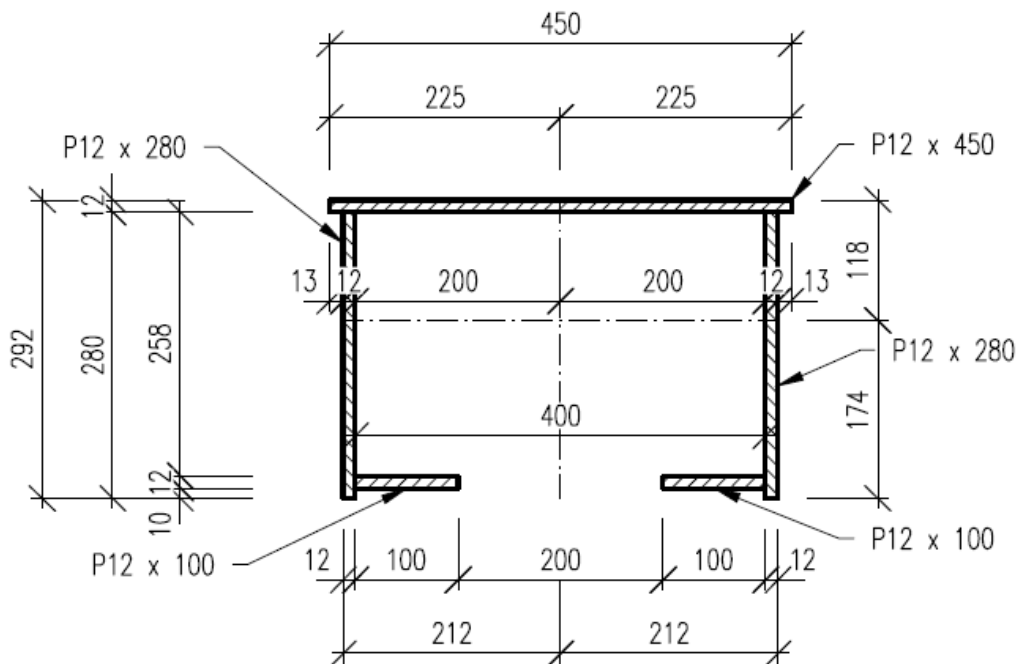
Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.9 Hlavní nosník – horní pás

4.9.1 Průřezové charakteristiky

4.9.1.1 O1



O1

A [mm²] = 1,4520e+04
Ay [mm²] = 6,2324e+03
Az [mm²] = 6,6180e+03
AL [m²/m] = 2,4440e+00
AD [m²/m] = 2,4440e+00
cYUCS [mm] = 225
cZUCS [mm] = 174
 α [deg] = 0,00
Iy [mm⁴] = 1,7942e+08
Iz [mm⁴] = 4,3238e+08
iy [mm] = 111
iz [mm] = 173
Wely [mm³] = 1,0323e+06
Welz [mm³] = 1,9217e+06
Wply [mm³] = 1,4626e+06
Wplz [mm³] = 2,3518e+06
dy [mm] = 0
dz [mm] = 266
It [mm⁴] = 6,5379e+05
Iw [mm⁶] = 9,8427e+12
 β_y [mm] = -614
 β_z [mm] = 0

Přepočet zatížitelnosti

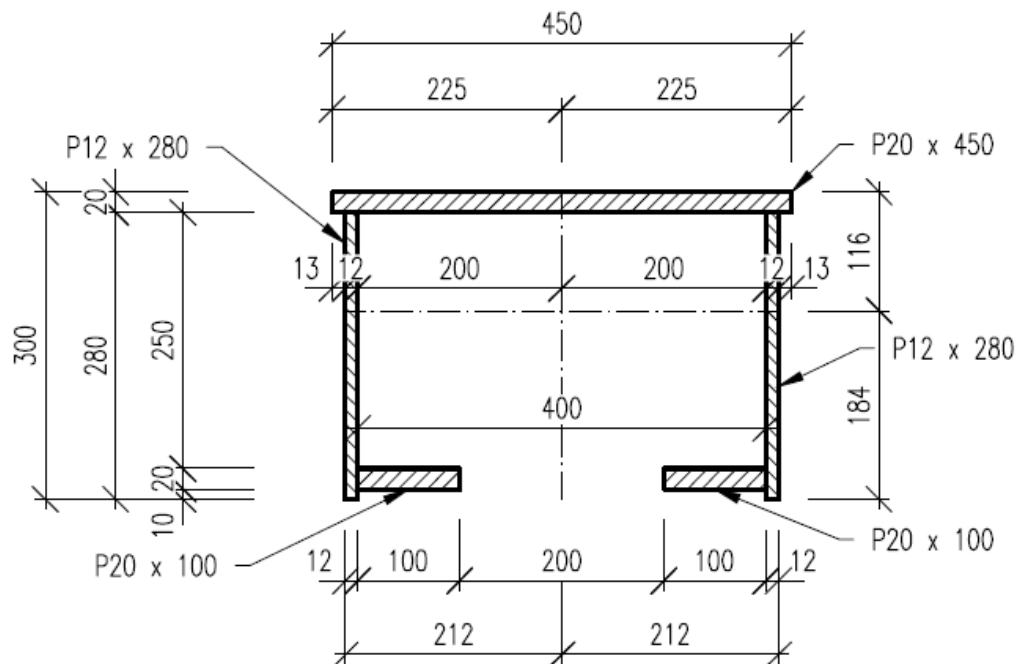
Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa

Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.9.1.2 O2



O2

A [mm²] = 1,9720e+04
Ay [mm²] = 9,9795e+03
Az [mm²] = 6,8640e+03
AL [m²/m] = 2,4600e+00
AD [m²/m] = 2,4600e+00
cYUCS [mm] = 225
cZUCS [mm] = 184
 α [deg] = 0,00
Iy [mm⁴] = 2,6605e+08
Iz [mm⁴] = 5,3046e+08
iy [mm] = 116
iz [mm] = 164
Wely [mm³] = 1,4450e+06
Welz [mm³] = 2,3576e+06
Wply [mm³] = 2,0400e+06
Wplz [mm³] = 2,9968e+06
dy [mm] = 0
dz [mm] = 265
It [mm⁴] = 1,8625e+06
Iw [mm⁶] = 1,5097e+13
 β_y [mm] = -624
 β_z [mm] = 0

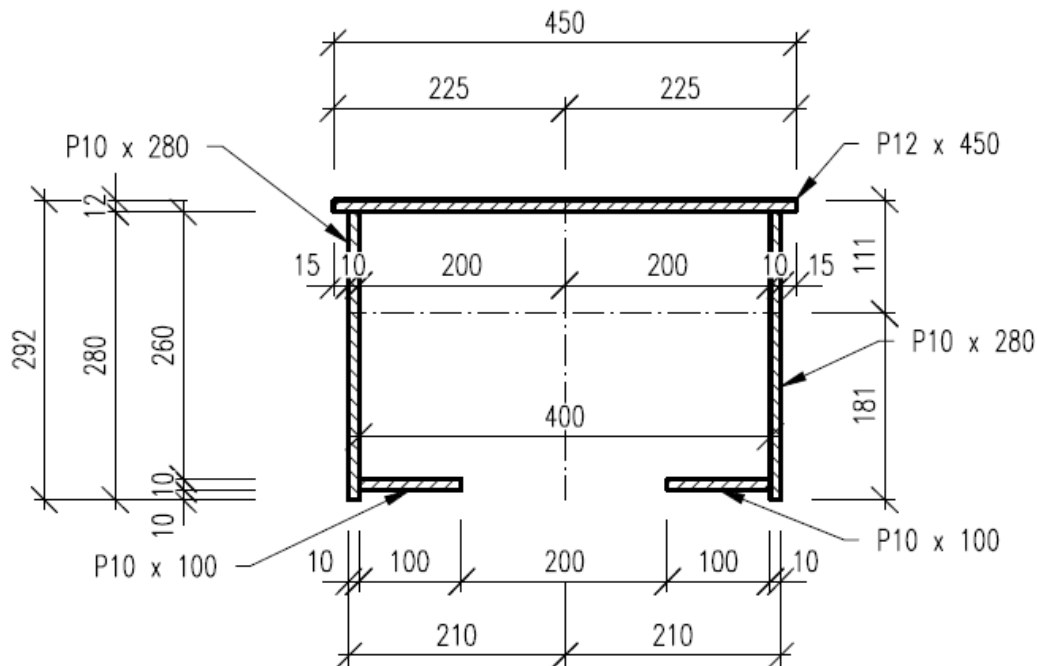
Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.9.1.3 O3



O3

A [mm²] = 1,3000e+04
Ay [mm²] = 6,0018e+03
Az [mm²] = 5,5101e+03
AL [m²/m] = 2,4440e+00
AD [m²/m] = 2,4440e+00
cYUCS [mm] = 225
cZUCS [mm] = 181
 α [deg] = 0,00
Iy [mm⁴] = 1,6073e+08
Iz [mm⁴] = 3,7318e+08
iy [mm] = 111
iz [mm] = 169
Wely [mm³] = 8,8596e+05
Welz [mm³] = 1,6586e+06
Wply [mm³] = 1,2859e+06
Wplz [mm³] = 2,0555e+06
dy [mm] = 0
dz [mm] = 252
It [mm⁴] = 5,0202e+05
Iw [mm⁶] = 8,4848e+12
 β_y [mm] = -603
 β_z [mm] = 0

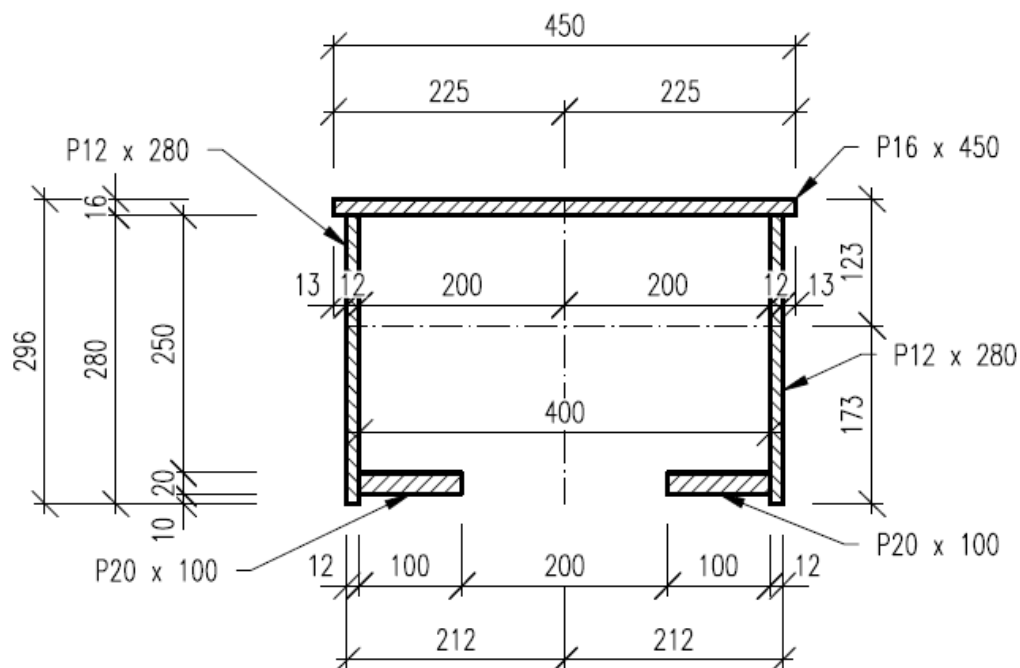
Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.9.1.4 O4



O4

A [mm²] = 1,7920e+04
Ay [mm²] = 8,2852e+03
Az [mm²] = 6,7685e+03
AL [m²/m] = 2,4520e+00
AD [m²/m] = 2,4520e+00
cYUCS [mm] = 225
cZUCS [mm] = 173
 α [deg] = 0,00
Iy [mm⁴] = 2,4036e+08
Iz [mm⁴] = 5,0008e+08
iy [mm] = 116
iz [mm] = 167
Wely [mm³] = 1,3920e+06
Welz [mm³] = 2,2226e+06
Wply [mm³] = 1,9093e+06
Wplz [mm³] = 2,7943e+06
dy [mm] = 0
dz [mm] = 282
It [mm⁴] = 1,3388e+06
Iw [mm⁶] = 1,4116e+13
 β_y [mm] = -636
 β_z [mm] = 0

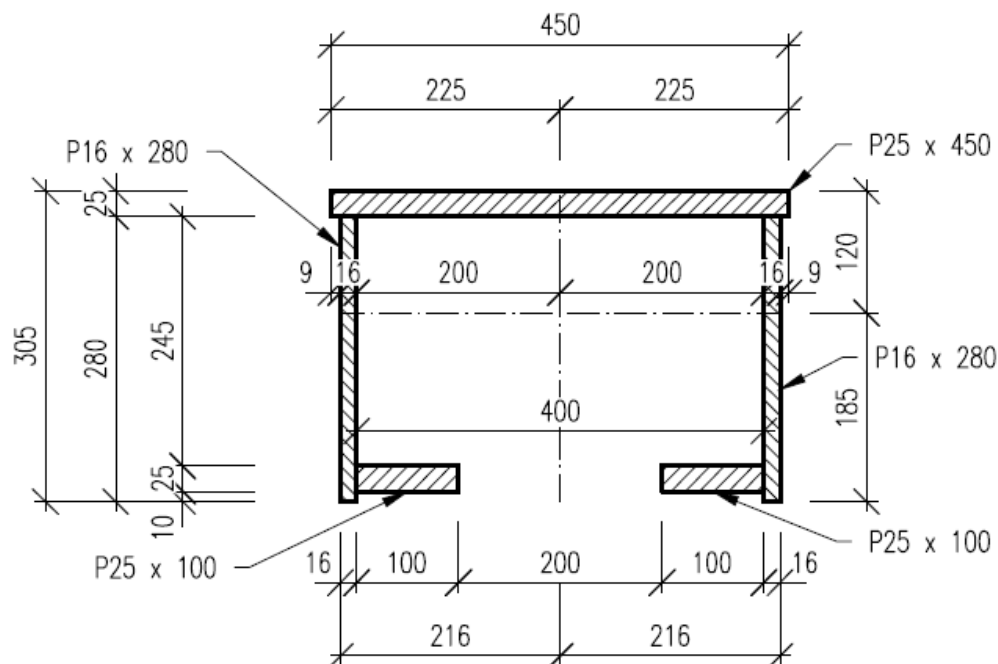
Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.9.1.6 O6



O6

A [mm²] = 2,5210e+04
 A_y [mm²] = 1,2297e+04
 A_z [mm²] = 9,3947e+03
 AL [m²/m] = 2,4700e+00
 AD [m²/m] = 2,4700e+00
 $cYUCS$ [mm] = 225
 $cZUCS$ [mm] = 185
 α [deg] = 0,00
 I_y [mm⁴] = 3,3957e+08
 I_z [mm⁴] = 6,9435e+08
 i_y [mm] = 116
 i_z [mm] = 166
 W_{ely} [mm³] = 1,8380e+06
 W_{elz} [mm³] = 3,0860e+06
 W_{ply} [mm³] = 2,6251e+06
 W_{plz} [mm³] = 3,8793e+06
 d_y [mm] = 0
 d_z [mm] = 268
 I_t [mm⁴] = 3,8870e+06
 I_w [mm⁶] = 1,9553e+13
 β_y [mm] = -630
 β_z [mm] = 0

šrouby M20
otvory d_0 = 22 mm

Výpočet oslabení:

$$A_{osl} = 4 \cdot 22 \cdot 25 + 2 \cdot 3 \cdot 22 \cdot 16 + 2 \cdot 22 \cdot 25$$
$$A_{osl} = 2200 + 2112 + 1100$$
$$A_{osl} = 5412 \text{ mm}^2$$

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.9.2 Horní pás O1 v místě maximální normálové síly a svislého ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

ZS	původní hodnoty			iterace č. 1		
	N	My	Mz	N	My	Mz
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm
1	-161,4	0,9	-0,3	-161,4	0,9	-0,3
2	-199,9	3,7	-6,7	-199,9	3,7	-6,7
3	-52,7	1,1	-0,2	-35,3	0,8	-0,1
4	-24,8	0,4	-2,4	-16,6	0,2	-1,6
5	-308,3	4,1	5,5	-308,3	4,1	5,5
UL My	-1311,2	21,4	-16,5	-1311,2	21,4	-16,5

ZS	Zatížení	iterace č. 2		
		N	My	Mz
		kN	kNm	kNm
1	VI. tíha	-161,4	0,9	-0,3
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	-199,9	3,7	-6,7
3	Rozjezdové a brzděné síly	-36,4	0,8	-0,1
4	Boční rázy (ostatní)	-17,1	0,3	-1,6
5	Vítr - celkový účinek	-308,3	4,1	5,5
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	-1311,2	21,4	-16,5

4.9.3 Horní pás O1 v místě maximálního vodorovného ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu.

4.9.4 Horní pás O2 v místě maximální normálové síly a svislého ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



ZS	původní hodnoty			iterace č. 1		
	N	My	Mz	N	My	Mz
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm
1	-213,6	1,0	0,0	-213,6	1,0	0,0
2	-268,1	4,5	-10,1	-268,1	4,5	-10,1
3	-106,7	1,5	0,7	-74,7	1,1	0,5
4	-31,1	0,6	-4,4	-21,7	0,4	-3,1
5	-393,1	4,5	14,6	-393,1	4,5	14,6
UL My	-1839,4	28,6	-16,1	-1839,4	28,6	-16,1

ZS	Zatížení	iterace č. 2		
		N	My	Mz
		kN	kNm	kNm
1	VI. tíha	-213,6	1,0	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	-268,1	4,5	-10,1
3	Rozjezdové a brzděné síly	-76,8	1,1	0,5
4	Boční rázy (ostatní)	-22,4	0,4	-3,1
5	Vítr - celkový účinek	-393,1	4,5	14,6
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	-1839,4	28,6	-16,1

4.9.5 Horní pás O2 v místě maximálního vodorovného ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu.

4.9.6 Horní pás O3 v místě maximální normálové síly a svislého ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



původní hodnoty				iterace č. 1		
				$Z_{LM71} = 0,59$		
ZS	N	My	Mz	N	My	Mz
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm
1	-159,0	1,3	0,1	-159,0	1,3	0,1
2	-71,0	2,3	8,1	-71,0	2,3	8,1
3	-37,9	0,6	1,7	-22,3	0,3	1,0
4	-25,4	0,5	-1,5	-15,0	0,3	-0,9
5	-326,4	5,2	-2,0	-326,4	5,2	-2,0
UL My	-1405,9	25,7	11,4	-1405,9	25,7	11,4

				iterace č. 2		
				$Z_{LM71} = 0,61$		
ZS	Zatížení			N	My	Mz
				kN	kNm	kNm
1	VI. tíha			-159,0	1,3	0,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)			-71,0	2,3	8,1
3	Rozjezdové a brzděné síly			-23,1	0,4	1,0
4	Boční rázy (ostatní)			-15,5	0,3	-0,9
5	Vitr - celkový účinek			-326,4	5,2	-2,0
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)			-1405,9	25,7	11,4

4.9.7 Horní pás O4 v místě maximální normálové síly

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

původní hodnoty				iterace č. 1		
				$Z_{LM71} = 0,68$		
ZS	N	My	Mz	N	My	Mz
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm
1	-212,8	-1,8	-1,1	-212,8	-1,8	-1,1
2	-98,8	1,5	-1,1	-98,8	1,5	-1,1
3	-91,9	-4,0	0,9	-62,5	-2,7	0,6
4	-33,1	0,9	-6,4	-22,5	0,6	-4,3
5	-423,1	3,7	-17,3	-423,1	3,7	-17,3
UL My	-1986,1	6,8	-11,0	-1986,1	6,8	-11,0

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



		iterace č. 2		
		$Z_{LM71} = 0,69$		
ZS	Zatížení	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	-212,8	-1,8	-1,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	-98,8	1,5	-1,1
3	Rozjezdové a brzděné síly	-63,4	-2,8	0,6
4	Boční rázy (ostatní)	-22,8	0,6	-4,4
5	Vítr - celkový účinek	-423,1	3,7	-17,3
ULminN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	-1986,1	6,8	-11,0

4.9.1 Horní pás O4 v místě maximálního svislého ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

původní hodnoty				iterace č. 1		
				$Z_{LM71} = 0,77$		
ZS	N kN	My kNm	Mz kNm	N kN	My kNm	Mz kNm
1	-151,6	1,1	-0,3	-151,6	1,1	-0,3
2	-56,2	2,2	15,1	-56,2	2,2	15,1
3	-154,2	1,2	0,8	-118,7	0,9	0,6
4	-14,7	0,3	4,6	-11,3	0,2	3,5
5	-282,0	5,6	-11,7	-282,0	5,6	-11,7
UL My	-1698,8	25,2	6,0	-1698,8	25,2	6,0

		iterace č. 2		
		$Z_{LM71} = 0,79$		
ZS	Zatížení	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	-151,6	1,1	-0,3
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	-56,2	2,2	15,1
3	Rozjezdové a brzděné síly	-121,8	0,9	0,6
4	Boční rázy (ostatní)	-11,6	0,3	3,6
5	Vítr - celkový účinek	-282,0	5,6	-11,7
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	-1698,8	25,2	6,0

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.9.2 Horní pás O4 v místě maximálního vodorovného ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

původní hodnoty				iterace č. 1		
				Z _{LM71} =	0,92	
ZS	N	My	Mz	N	My	Mz
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm
1	-212,8	-1,8	-1,1	-212,8	-1,8	-1,1
2	-98,8	1,5	-1,1	-98,8	1,5	-1,1
3	-91,9	-4,0	0,9	-84,5	-3,7	0,8
4	-31,0	1,2	-6,5	-28,5	1,1	-6,0
5	-423,1	3,7	-17,3	-423,1	3,7	-17,3
minMz	-1319,3	0,3	-32,7	-1319,3	0,3	-32,7

		iterace č. 2		
		$Z_{LM71} =$	0,93	
ZS	Zatížení	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	-212,8	-1,8	-1,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	-98,8	1,5	-1,1
3	Rozjezdové a brzděné síly	-85,5	-3,7	0,8
4	Boční rázy (ostatní)	-28,8	1,1	-6,0
5	Vítr - celkový účinek	-423,1	3,7	-17,3
minMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	-1319,3	0,3	-32,7

4.9.3 Horní pás O5 v místě maximální normálové síly a svislého ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



ZS	původní hodnoty			iterace č. 1		
	N	My	Mz	N	My	Mz
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm
1	320,5	-13,0	1,2	320,5	-13,0	1,2
2	140,7	-5,2	-18,2	140,7	-5,2	-18,2
3	249,7	-42,1	-0,1	89,9	-15,2	0,0
4	20,9	-0,8	1,6	7,5	-0,3	0,6
5	699,8	-21,1	23,6	699,8	-21,1	23,6
MaxN	1948,7	-65,3	6,4	1948,7	-65,3	6,4

ZS	iterace č. 1			iterace č. 2		
	N	My	Mz	N	My	Mz
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm
1	320,5	-13,0	1,2	320,5	-13,0	1,2
2	140,7	-5,2	-18,2	140,7	-5,2	-18,2
3	89,9	-15,2	0,0	127,4	-21,5	0,0
4	7,5	-0,3	0,6	10,6	-0,4	0,8
5	699,8	-21,1	23,6	699,8	-21,1	23,6
MaxN	1948,7	-65,3	6,4	1948,7	-65,3	6,4

ZS	iterace č. 3			iterace č. 4		
	N	My	Mz	N	My	Mz
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm
1	320,5	-13,0	1,2	320,5	-13,0	1,2
2	140,7	-5,2	-18,2	140,7	-5,2	-18,2
3	117,4	-19,8	0,0	119,9	-20,2	0,0
4	9,8	-0,4	0,8	10,0	-0,4	0,8
5	699,8	-21,1	23,6	699,8	-21,1	23,6
MaxN	1948,7	-65,3	6,4	1948,7	-65,3	6,4

4.9.4 Horní pás O5 v místě maximálního vodorovného ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



původní hodnoty				iterace č. 1		
				$Z_{LM71} = 0,84$		
ZS	N	My	Mz	N	My	Mz
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm
1	320,5	-0,1	2,5	320,5	-0,1	2,5
2	140,7	2,1	-6,6	140,7	2,1	-6,6
3	249,7	2,1	0,1	209,8	1,8	0,0
4	21,6	-0,6	4,4	18,1	-0,5	3,7
5	699,8	1,0	28,1	699,8	1,0	28,1
UL Mz	1351,8	12,3	37,4	1351,8	12,3	37,4

				iterace č. 2		
				$Z_{LM71} = 0,86$		
ZS	Zatížení			N	My	Mz
				kN	kNm	kNm
1	VI. tíha			320,5	-0,1	2,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)			140,7	2,1	-6,6
3	Rozjezdové a brzděné síly			214,8	1,8	0,0
4	Boční rázy (ostatní)			18,6	-0,5	3,8
5	Vitr - celkový účinek			699,8	1,0	28,1
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)			1351,8	12,3	37,4

4.9.5 Horní pás O6 v místě maximální normálové síly a svislého ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

původní hodnoty				iterace č. 1		
				$Z_{LM71} = 0,68$		
ZS	N	My	Mz	N	My	Mz
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm
1	344,1	-13,0	0,5	344,1	-13,0	0,5
2	401,4	-11,8	11,5	401,4	-11,8	11,5
3	271,7	-4,9	-0,2	184,7	-3,3	-0,1
4	25,6	-0,4	3,4	17,4	-0,3	2,3
5	694,6	-17,9	-29,0	694,6	-17,9	-29,0
MaxN	1890,6	-53,8	9,9	1890,6	-53,8	9,9

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



		iterace č. 2		
		$Z_{LM71} = 0,72$		
ZS	Zatížení	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	344,1	-13,0	0,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	401,4	-11,8	11,5
3	Rozjezdové a brzděné síly	195,6	-3,5	-0,2
4	Boční rázy (ostatní)	18,5	-0,3	2,4
5	Vitr - celkový účinek	694,6	-17,9	-29,0
MaxN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1890,6	-53,8	9,9

4.9.6 Horní pás O6 v místě maximálního vodorovného ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

původní hodnoty				iterace č. 1		
				$Z_{LM71} = 0,89$		
ZS	N kN	My kNm	Mz kNm	N kN	My kNm	Mz kNm
1	344,1	1,0	1,8	344,1	1,0	1,8
2	401,6	3,0	7,3	401,6	3,0	7,3
3	271,7	3,8	0,1	241,8	3,4	0,1
4	25,3	0,2	3,7	22,6	0,2	3,3
5	694,2	5,0	-12,9	694,2	5,0	-12,9
MaxN	1688,7	9,2	35,5	1688,7	9,2	35,5

		iterace č. 2		
		$Z_{LM71} = 0,91$		
ZS	Zatížení	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	344,1	1,0	1,8
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	401,6	3,0	7,3
3	Rozjezdové a brzděné síly	247,2	3,5	0,1
4	Boční rázy (ostatní)	23,1	0,2	3,3
5	Vitr - celkový účinek	694,2	5,0	-12,9
MaxN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1688,7	9,2	35,5

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

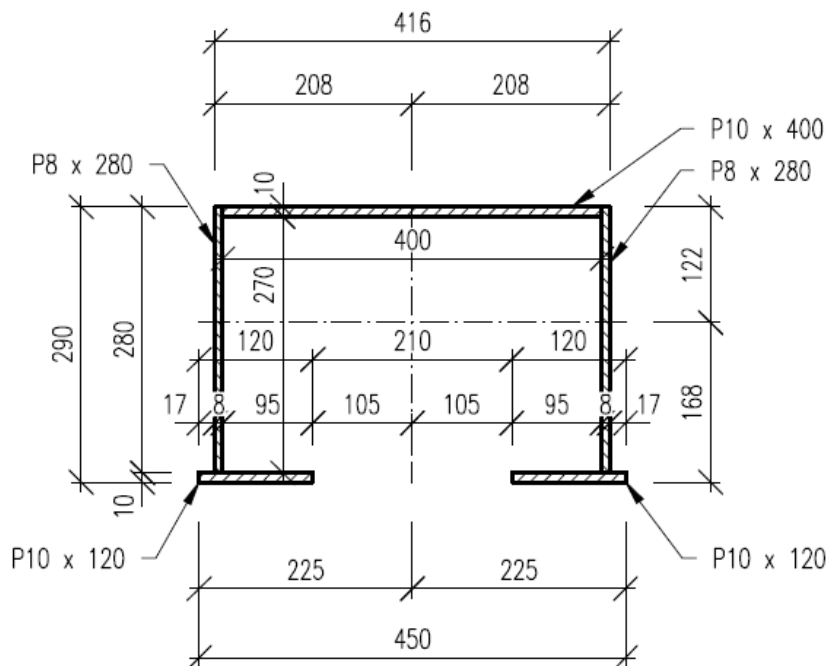
Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.10 Hlavní nosník – dolní pás

4.10.1 Průřezové charakteristiky

4.10.1.1 U1



U1

A [mm²] = 1,0880e+04
 A_y [mm²] = 4,9960e+03
 A_z [mm²] = 4,5466e+03
 AL [m²/m] = 2,4200e+00
 AD [m²/m] = 2,4200e+00
 c_{YUCS} [mm] = 225
 c_{ZUCS} [mm] = 168
 α [deg] = 0,00
 I_y [mm⁴] = 1,4929e+08
 I_z [mm⁴] = 3,0802e+08
 i_y [mm] = 117
 i_z [mm] = 168
 W_{ely} [mm³] = 8,9053e+05
 W_{elz} [mm³] = 1,3690e+06
 W_{ply} [mm³] = 1,1616e+06
 W_{plz} [mm³] = 1,7099e+06
 d_y [mm] = 0
 d_z [mm] = 284
 I_t [mm⁴] = 2,9933e+05
 I_w [mm⁶] = 7,4032e+12
 β_y [mm] = -658
 β_z [mm] = 0

šrouby M20
otvory d_0 = 22 mm

Výpočet oslabení:

$$A_{osl} = 4 \cdot 22 \cdot 10 + 2 \cdot 3 \cdot 22 \cdot 8 + 2 \cdot 22 \cdot 10$$
$$A_{osl} = 880 + 1056 + 440$$
$$A_{osl} = 2376 \text{ mm}^2$$

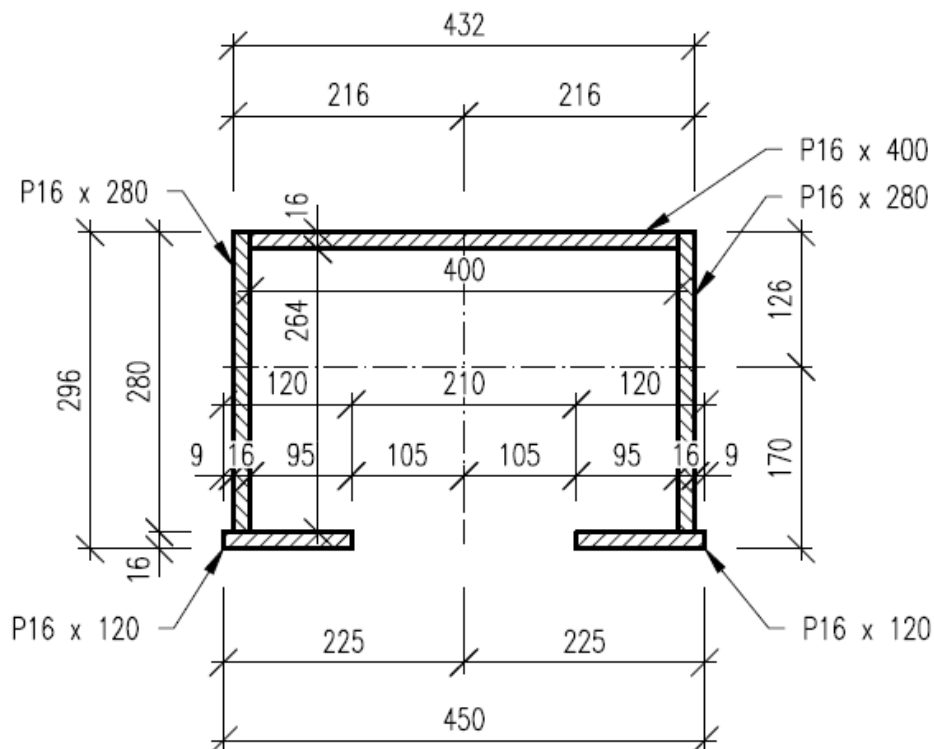
Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.10.1.2 U2



U2

A [mm²] = 1,9200e+04
Ay [mm²] = 8,3462e+03
Az [mm²] = 9,1516e+03
AL [m²/m] = 2,4320e+00
AD [m²/m] = 2,4320e+00
cYUCS [mm] = 225
cZUCS [mm] = 170
 α [deg] = 0,00
Iy [mm⁴] = 2,5040e+08
Iz [mm⁴] = 5,8232e+08
iy [mm] = 114
iz [mm] = 174
Wely [mm³] = 1,4695e+06
Welz [mm³] = 2,5881e+06
Wply [mm³] = 1,9891e+06
Wplz [mm³] = 3,1373e+06
dy [mm] = 0
dz [mm] = 279
It [mm⁴] = 1,5105e+06
Iw [mm⁶] = 1,3281e+13
 β_y [mm] = -646
 β_z [mm] = 0

šrouby M20
otvory d_0 = 22 mm

Výpočet oslabení:

$$A_{osl} = 4 \cdot 22 \cdot 16 + 2 \cdot 3 \cdot 22 \cdot 16 + 2 \cdot 22 \cdot 16$$
$$A_{osl} = 1408 + 2112 + 704$$
$$A_{osl} = 4224 \text{ mm}^2$$

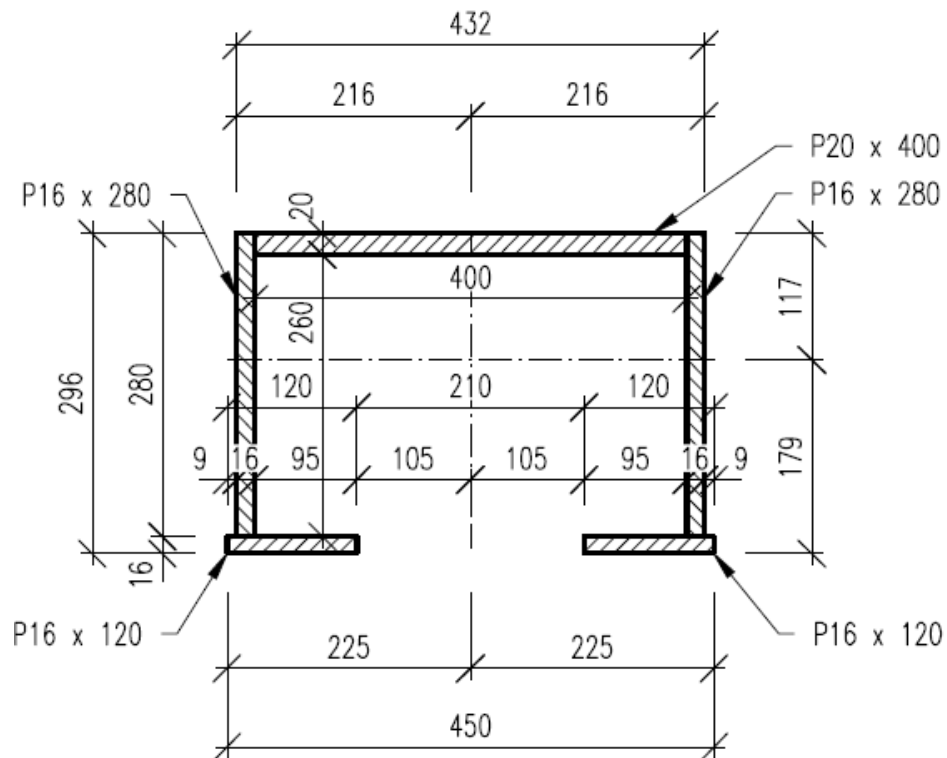
Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.10.1.3 U3



U3

A [mm²] = 2,0800e+04
Ay [mm²] = 1,0054e+04
Az [mm²] = 9,2246e+03
AL [m²/m] = 2,4240e+00
AD [m²/m] = 2,4240e+00
cYUCS [mm] = 225
cZUCS [mm] = 179
 α [deg] = 0,00
Iy [mm⁴] = 2,6750e+08
Iz [mm⁴] = 6,0366e+08
iy [mm] = 113
iz [mm] = 170
Wely [mm³] = 1,4971e+06
Welz [mm³] = 2,6829e+06
Wply [mm³] = 2,1003e+06
Wplz [mm³] = 3,2973e+06
dy [mm] = 0
dz [mm] = 262
It [mm⁴] = 2,0264e+06
lw [mm⁶] = 1,3672e+13
 β_y [mm] = -632
 β_z [mm] = 0

šrouby M20
otvory d_0 = 22 mm

Výpočet oslabení:

$$A_{osl} = 4 \cdot 22 \cdot 20 + 2 \cdot 3 \cdot 22 \cdot 16 + 2 \cdot 22 \cdot 16$$
$$A_{osl} = 1760 + 2112 + 704$$
$$A_{osl} = 4576 \text{ mm}^2$$

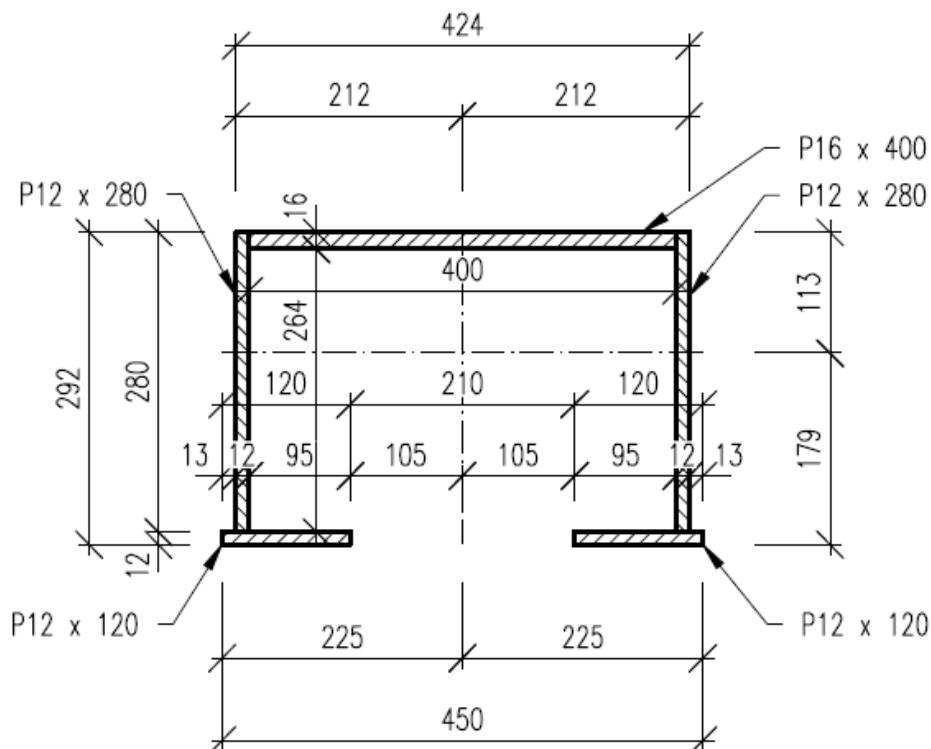
Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.10.1.4 U4



U4

A [mm²] = 1,6000e+04
Ay [mm²] = 7,8106e+03
Az [mm²] = 6,8127e+03
AL [m²/m] = 2,4160e+00
AD [m²/m] = 2,4160e+00
cYUCS [mm] = 225
cZUCS [mm] = 179
 α [deg] = 0,00
Iy [mm⁴] = 2,0573e+08
Iz [mm⁴] = 4,5245e+08
iy [mm] = 113
iz [mm] = 168
Wely [mm³] = 1,1524e+06
Welz [mm³] = 2,0109e+06
Wply [mm³] = 1,6066e+06
Wplz [mm³] = 2,4995e+06
dy [mm] = 0
dz [mm] = 258
It [mm⁴] = 9,4575e+05
Iw [mm⁶] = 1,0043e+13
 β_y [mm] = -631
 β_z [mm] = 0

šrouby M20
otvory d_0 = 22 mm

Výpočet oslabení:

$$A_{osl} = 4 \cdot 22 \cdot 16 + 2 \cdot 3 \cdot 22 \cdot 12 + 2 \cdot 22 \cdot 12$$
$$A_{osl} = 1408 + 1584 + 528$$
$$A_{osl} = 3520 \text{ mm}^2$$

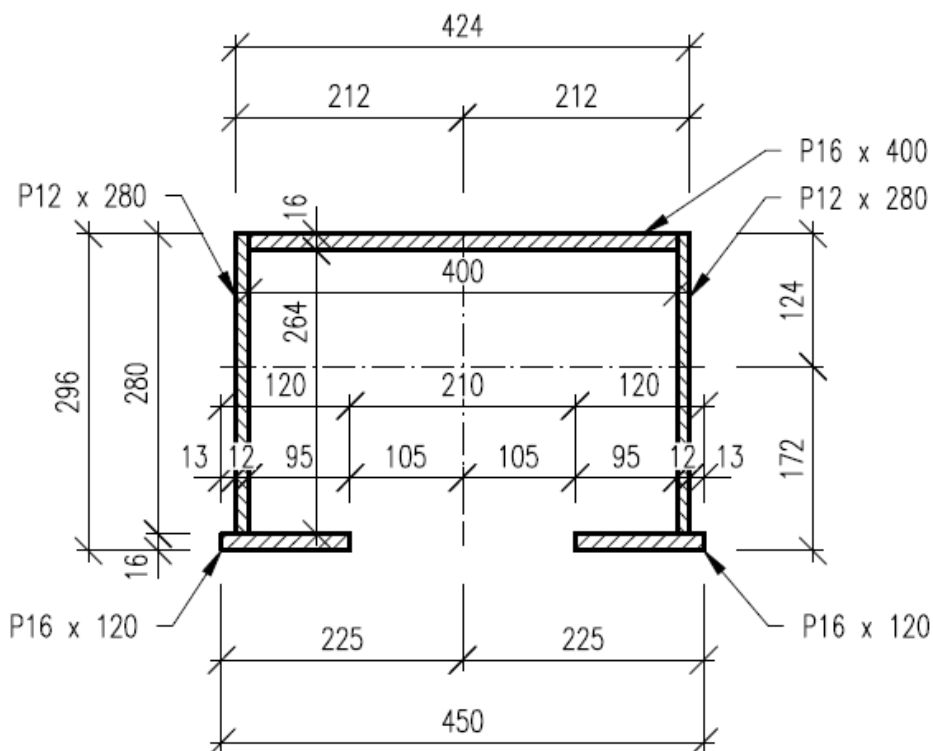
Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.10.1.5 U5



U5

A [mm²] = 1,6960e+04
Ay [mm²] = 8,0291e+03
Az [mm²] = 6,9361e+03
AL [m²/m] = 2,4320e+00
AD [m²/m] = 2,4320e+00
cYUCS [mm] = 225
cZUCS [mm] = 172
 α [deg] = 0,00
Iy [mm⁴] = 2,3524e+08
Iz [mm⁴] = 4,7974e+08
iy [mm] = 118
iz [mm] = 168
Wely [mm³] = 1,3653e+06
Welz [mm³] = 2,1322e+06
Wply [mm³] = 1,8153e+06
Wplz [mm³] = 2,6579e+06
dy [mm] = 0
dz [mm] = 283
It [mm⁴] = 1,1074e+06
Iw [mm⁶] = 1,2141e+13
 β_y [mm] = -659
 β_z [mm] = 0

šrouby M20
otvory d_0 = 22 mm

Výpočet oslabení:

$$A_{osl} = 4 \cdot 22 \cdot 16 + 2 \cdot 3 \cdot 22 \cdot 12 + 2 \cdot 22 \cdot 16$$
$$A_{osl} = 1408 + 1584 + 704$$
$$A_{osl} = 3696 \text{ mm}^2$$

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.10.2 Dolní pás U1 v místě maximální normálové tahové síly

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu. Iterační výpočet nekonverguje. Hodnota zatížitelnosti nalezena nepřímou iterační metodou půlení intervalu.

původní hodnoty				iterace č. 1		
				Z _{LM71} =	0,00	
ZS	N	My	Mz	N	My	Mz
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm
1	78,2	-1,8	2,0	78,2	-1,8	2,0
2	73,8	-14,3	1,3	73,8	-14,3	1,3
3	728,4	-22,3	23,6	0,0	0,0	0,0
4	34,8	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0
5	221,8	-4,9	10,7	221,8	-4,9	10,7
MaxN	650,1	1,3	15,6	650,1	1,3	15,6

iterace č. 2				iterace č. 3		
$Z_{LM71} =$				0,61		
$Z_{LM71} =$				0,54		
ZS	N	My	Mz	N	My	Mz
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm
1	78,2	-1,8	2,0	78,2	-1,8	2,0
2	73,8	-14,3	1,3	73,8	-14,3	1,3
3	444,3	-13,6	14,4	389,7	-11,9	12,6
4	21,2	0,0	0,9	18,6	0,0	0,8
5	221,8	-4,9	10,7	221,8	-4,9	10,7
MaxN	650,1	1,3	15,6	650,1	1,3	15,6

4.10.3 Dolní pás U1 v místě maximálního svislého ohybového momentu a tahové síly

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. Hodnota zatížitelnosti před a po iteraci je shodná.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



ZS	původní hodnoty			iterace č. 1		
				$Z_{LM71} = 0,96$		
	N kN	My kNm	Mz kNm	N kN	My kNm	Mz kNm
1	76,5	-1,5	-4,0	76,5	-1,5	-4,0
2	20,0	-10,0	14,1	20,0	-10,0	14,1
3				0,0	0,0	0,0
4	2,3	-3,3	3,6	2,2	-3,1	3,4
5	236,4	5,1	-16,8	236,4	5,1	-16,8
UL Vz	528,2	-42,3	-32,0	528,2	-42,3	-32,0

Zatížení rozjezdovými a brzdnými silami bylo úmyslně vynecháno, zatížitelnost vychází nižší bez něho.

4.10.4 Dolní pás U2 v místě maximální normálové tahové síly

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

ZS	původní hodnoty			iterace č. 1		
				$Z_{LM71} = 0,93$		
	N kN	My kNm	Mz kNm	N kN	My kNm	Mz kNm
1	169,3	-0,8	0,7	169,3	-0,8	0,7
2	45,5	-24,8	4,8	45,5	-24,8	4,8
3	92,7	-2,0	6,2	86,2	-1,8	5,8
4	162,3	0,4	-2,1	150,9	0,4	-2,0
5	641,1	0,8	-5,2	641,1	0,8	-5,2
MaxN	1650,5	15,0	8,0	1650,5	15,0	8,0

ZS	Zatížení	iterace č. 2		
		$Z_{LM71} = 0,94$		
		N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	169,3	-0,8	0,7
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	45,5	-24,8	4,8
3	Rozjezdové a brzdné síly	87,2	-1,8	5,9
4	Boční rázy (ostatní)	152,5	0,4	-2,0
5	Vitr - celkový účinek	641,1	0,8	-5,2
MaxN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1650,5	15,0	8,0

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.10.5 Dolní pás U2 v místě maximálního svislého ohybového momentu a tahové síly

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

původní hodnoty				iterace č. 1		
				$Z_{LM71} =$	0,57	
ZS	N kN	My kNm	Mz kNm	N kN	My kNm	Mz kNm
1	168,3	-0,1	-1,4	168,3	-0,1	-1,4
2	41,2	26,8	-4,9	41,2	26,8	-4,9
3	27,7	3,1	-6,5	15,8	1,8	-3,7
4	169,0	3,2	-4,3	96,3	1,8	-2,4
5	694,7	12,1	-8,4	694,7	12,1	-8,4
MaxMy	1504,6	35,7	-20,8	1504,6	35,7	-20,8

			iterace č. 2		
			$Z_{LM71} =$	0,62	
ZS	Zatížení	N kN	My kNm	Mz kNm	
1	VI. tíha	168,3	-0,1	-1,4	
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	41,2	26,8	-4,9	
3	Rozjezdové a brzděné síly	17,1	1,9	-4,0	
4	Boční rázy (ostatní)	103,9	2,0	-2,6	
5	Vítr - celkový účinek	694,7	12,1	-8,4	
MaxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1504,6	35,7	-20,8	

4.10.6 Dolní pás U3 v místě maximální normálové tahové síly

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



původní hodnoty				iterace č. 1		
				$Z_{LM71} = 0,71$		
ZS	N	My	Mz	N	My	Mz
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm
1	176,8	-1,0	1,7	176,8	-1,0	1,7
2	172,7	26,5	2,4	172,7	26,5	2,4
3	388,4	-5,5	-3,4	275,7	-3,9	-2,4
4	150,0	0,8	4,6	106,5	0,6	3,3
5	567,9	6,3	15,6	567,9	6,3	15,6
MaxMy	1567,5	11,6	11,5	1567,5	11,6	11,5

			iterace č. 2		
			$Z_{LM71} = 0,75$		
ZS	Zatížení	N	My	Mz	
		kN	kNm	kNm	
1	VI. tíha	176,8	-1,0	1,7	
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	172,7	26,5	2,4	
3	Rozjezdové a brzdné síly	292,8	-4,1	-2,6	
4	Boční rázy (ostatní)	113,1	0,6	3,5	
5	Vitr - celkový účinek	567,9	6,3	15,6	
MaxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1567,5	11,6	11,5	

4.10.7 Dolní pás U3 v místě maximálního svislého ohybového momentu a tahové síly

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

původní hodnoty				iterace č. 1		
				$Z_{LM71} = 0,60$		
ZS	N	My	Mz	N	My	Mz
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm
1	175,5	-0,7	1,5	175,5	-0,7	1,5
2	164,1	22,3	6,1	164,1	22,3	6,1
3	468,8	2,0	-4,8	281,3	1,2	-2,9
4	149,4	2,5	4,3	89,7	1,5	2,6
5	591,4	8,4	8,3	591,4	8,4	8,3
MaxMy	1337,0	31,2	21,0	1337,0	31,2	21,0

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



ZS	iterace č. 2			iterace č. 3		
	$Z_{LM71} = 0,70$			$Z_{LM71} = 0,68$		
	N kN	My kNm	Mz kNm	N kN	My kNm	Mz kNm
1	175,5	-0,7	1,5	175,5	-0,7	1,5
2	164,1	22,3	6,1	164,1	22,3	6,1
3	328,2	1,4	-3,4	318,8	1,3	-3,3
4	104,6	1,7	3,0	101,6	1,7	2,9
5	591,4	8,4	8,3	591,4	8,4	8,3
MaxMy	1337,0	31,2	21,0	1337,0	31,2	21,0

4.10.8 Dolní pás U4 v místě maximální normálové tlakové síly

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

ZS	původní hodnoty			iterace č. 1		
				$Z_{LM71} = 0,85$		
	N kN	My kNm	Mz kNm	N kN	My kNm	Mz kNm
1	-163,9	0,0	-0,9	-163,9	0,0	-0,9
2	-70,2	-10,5	1,8	-70,2	-10,5	1,8
3	-116,7	0,9	-5,6	-99,2	0,8	-4,8
4	-63,4	0,1	-0,4	-53,9	0,1	-0,3
5	-730,6	-3,4	-13,8	-730,6	-3,4	-13,8
ULminN	-1164,5	1,7	-4,0	-1164,5	1,7	-4,0

ZS	Zatížení	iterace č. 2		
		$Z_{LM71} = 0,86$		
		N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	-163,9	0,0	-0,9
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	-70,2	-10,5	1,8
3	Rozjezdové a brzděné síly	-100,8	0,8	-4,9
4	Boční rázy (ostatní)	-54,8	0,1	-0,3
5	Vítr - celkový účinek	-730,6	-3,4	-13,8
ULminN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	-1164,5	1,7	-4,0

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.10.9 Dolní pás U4 v místě maximální normálové tahové síly a vodorovného ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu.

4.10.10 Dolní pás U4 v místě maximální normálové tlakové síly a svislého ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

původní hodnoty				iterace č. 1		
				$Z_{LM71} = 0,53$		
ZS	N	My	Mz	N	My	Mz
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm
1	-165,2	-10,2	-1,2	-165,2	-10,2	-1,2
2	-62,6	-14,2	-2,2	-62,6	-14,2	-2,2
3	-145,8	6,6	-4,9	-77,3	3,5	-2,6
4	-58,7	-0,2	-5,3	-31,1	-0,1	-2,8
5	-631,9	-5,5	43,7	-631,9	-5,5	43,7
minMy	-867,7	-64,2	4,4	-867,7	-64,2	4,4

			iterace č. 2		
			$Z_{LM71} = 0,54$		
ZS	Zatížení	N	My	Mz	
		kN	kNm	kNm	
1	VI. tíha	-165,2	-10,2	-1,2	
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	-62,6	-14,2	-2,2	
3	Rozjezdové a brzdné síly	-78,7	3,6	-2,6	
4	Boční rázy (ostatní)	-31,7	-0,1	-2,8	
5	Vítr - celkový účinek	-631,9	-5,5	43,7	
minMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	-867,7	-64,2	4,4	

4.10.11 Dolní pás U5 v místě maximální normálové tlakové síly

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



původní hodnoty				iterace č. 1		
				Z _{LM71} =	0,62	
ZS	N	My	Mz	N	My	Mz
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm
1	-170,3	-7,5	-1,3	-170,3	-7,5	-1,3
2	-209,0	-10,9	-1,0	-209,0	-10,9	-1,0
3	-139,3	5,3	3,7	-86,4	3,3	2,3
4	-68,1	-1,1	-6,0	-42,2	-0,7	-3,7
5	-677,8	-12,7	-47,1	-677,8	-12,7	-47,1
ULminN	-1091,3	-18,8	3,3	-1091,3	-18,8	3,3

			iterace č. 2	
			$Z_{LM71} =$	0,65
ZS	Zatížení	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	-170,3	-7,5	-1,3
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	-209,0	-10,9	-1,0
3	Rozjezdové a brzděné síly	-91,1	3,5	2,4
4	Boční rázy (ostatní)	-44,5	-0,7	-4,0
5	Vitr - celkový účinek	-677,8	-12,7	-47,1
ULminN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	-1091,3	-18,8	3,3

4.10.12 Dolní pás U5 v místě normálové tlakové síly a maximálního záporného svislého ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

původní hodnoty				iterace č. 1			
				Z _{LM71} =	0,66		
ZS	N	My	Mz	N	My	Mz	
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm	
	1	-172,0	-8,9	1,6	-172,0	-8,9	1,6
	2	-201,3	-11,2	1,6	-201,3	-11,2	1,6
	3	-106,1	1,5	-1,5	-70,0	1,0	-1,0
	4	-48,3	-1,7	-1,0	-31,9	-1,1	-0,7
	5	-691,4	-1,5	-25,6	-691,4	-1,5	-25,6
minMy	-814,8	-53,3	-3,6	-814,8	-53,3	-3,6	

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



		iterace č. 2		
		$Z_{LM71} = 0,69$		
ZS	Zatížení	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	-172,0	-8,9	1,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	-201,3	-11,2	1,6
3	Rozjezdové a brzděné síly	-73,2	1,0	-1,1
4	Boční rázy (ostatní)	-33,3	-1,2	-0,7
5	Vítr - celkový účinek	-691,4	-1,5	-25,6
minMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	-814,8	-53,3	-3,6

4.10.13 Dolní pás U5 v místě maximální normálové tahové síly a kladného svislého ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

původní hodnoty				iterace č. 1		
				$Z_{LM71} = 0,46$		
ZS	N kN	My kNm	Mz kNm	N kN	My kNm	Mz kNm
1	179,5	1,1	-1,1	179,5	1,1	-1,1
2	65,4	30,9	-3,1	65,4	30,9	-3,1
3	50,0	1,0	-3,4	23,0	0,4	-1,6
4	163,1	0,4	-3,2	75,0	0,2	-1,5
5	736,7	5,2	-12,4	736,7	5,2	-12,4
MaxMy	1461,5	35,9	-16,9	1461,5	35,9	-16,9

		iterace č. 2		
		$Z_{LM71} = 0,51$		
ZS	Zatížení	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	179,5	1,1	-1,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	65,4	30,9	-3,1
3	Rozjezdové a brzděné síly	25,5	0,5	-1,7
4	Boční rázy (ostatní)	83,2	0,2	-1,6
5	Vítr - celkový účinek	736,7	5,2	-12,4
MaxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1461,5	35,9	-16,9

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.10.14 Dolní pás U5 v místě maximální normálové tahové síly a vodorovného ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

původní hodnoty				iterace č. 1		
				Z _{LM71} =	0,39	
ZS	N	My	Mz	N	My	Mz
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm
1	179,1	-0,4	1,9	179,1	-0,4	1,9
2	97,3	-27,6	4,2	97,3	-27,6	4,2
3	571,7	-6,6	10,7	223,0	-2,6	4,2
4	129,1	-1,8	-2,1	50,3	-0,7	-0,8
5	597,3	-3,0	-5,4	597,3	-3,0	-5,4
MaxMz	1585,9	-1,1	23,4	1585,9	-1,1	23,4

		iterace č. 2		
		$Z_{LM71} =$	0,62	
ZS	Zatížení	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	179,1	-0,4	1,9
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	97,3	-27,6	4,2
3	Rozjezdové a brzděné síly	354,4	-4,1	6,6
4	Boční rázy (ostatní)	80,0	-1,1	-1,3
5	Vítr - celkový účinek	597,3	-3,0	-5,4
MaxMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1585,9	-1,1	23,4

iterace č. 3				iterace č. 4		
$Z_{LM71} =$				$Z_{LM71} =$		
0,53				0,57		
ZS	N kN	My kNm	Mz kNm	N kN	My kNm	Mz kNm
1	179,1	-0,4	1,9	179,1	-0,4	1,9
2	97,3	-27,6	4,2	97,3	-27,6	4,2
3	303,0	-3,5	5,6	325,9	-3,8	6,1
4	68,4	-1,0	-1,1	73,6	-1,0	-1,2
5	597,3	-3,0	-5,4	597,3	-3,0	-5,4
MaxMz	1585,9	-1,1	23,4	1585,9	-1,1	23,4

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



ZS	iterace č. 5			iterace č. 6		
	$Z_{LM71} = 0,55$			$Z_{LM71} = 0,56$		
	N kN	My kNm	Mz kNm	N kN	My kNm	Mz kNm
1	179,1	-0,4	1,9	179,1	-0,4	1,9
2	97,3	-27,6	4,2	97,3	-27,6	4,2
3	314,4	-3,6	5,9	320,1	-3,7	6,0
4	71,0	-1,0	-1,2	72,3	-1,0	-1,2
5	597,3	-3,0	-5,4	597,3	-3,0	-5,4
MaxMz	1585,9	-1,1	23,4	1585,9	-1,1	23,4

4.10.15 Dolní pás U5 v místě normálové tahové síly a maximálního vodorovného ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

ZS	původní hodnoty			iterace č. 1		
				$Z_{LM71} = 0,33$		
	N kN	My kNm	Mz kNm	N kN	My kNm	Mz kNm
1	180,3	0,4	-2,1	180,3	0,4	-2,1
2	104,1	29,9	4,9	104,1	29,9	4,9
3	611,1	5,0	-11,8	201,7	1,6	-3,9
4	56,8	1,3	-4,9	18,7	0,4	-1,6
5	516,1	10,0	-7,4	516,1	10,0	-7,4
MinMz	1134,8	21,4	-30,2	1134,8	21,4	-30,2

ZS	Zatížení	iterace č. 2		
		$Z_{LM71} = 0,62$		
		N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	180,3	0,4	-2,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	104,1	29,9	4,9
3	Rozjezdové a brzděné síly	378,9	3,1	-7,3
4	Boční rázy (ostatní)	35,2	0,8	-3,0
5	Vitr - celkový účinek	516,1	10,0	-7,4
MinMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1134,8	21,4	-30,2

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



ZS	iterace č. 3			iterace č. 4		
	$Z_{LM71} = 0,50$			$Z_{LM71} = 0,55$		
	N kN	My kNm	Mz kNm	N kN	My kNm	Mz kNm
1	180,3	0,4	-2,1	180,3	0,4	-2,1
2	104,1	29,9	4,9	104,1	29,9	4,9
3	305,5	2,5	-5,9	336,1	2,7	-6,5
4	28,4	0,7	-2,5	31,2	0,7	-2,7
5	516,1	10,0	-7,4	516,1	10,0	-7,4
MinMz	1134,8	21,4	-30,2	1134,8	21,4	-30,2

ZS	iterace č. 5		
	$Z_{LM71} = 0,53$		
	N kN	My kNm	Mz kNm
1	180,3	0,4	-2,1
2	104,1	29,9	4,9
3	326,3	2,6	-6,3
4	30,3	0,7	-2,6
5	516,1	10,0	-7,4
MinMz	1134,8	21,4	-30,2

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer

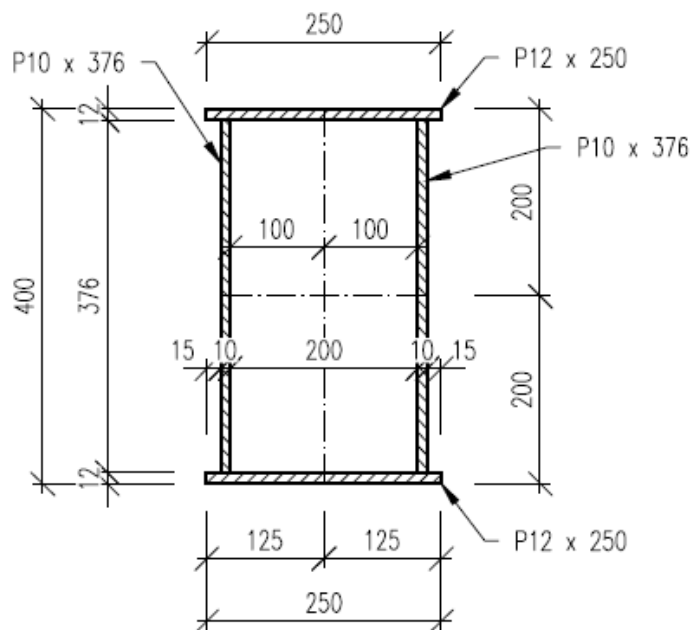


4.11 Hlavní nosník – diagonály

4.11.1 Průřezové charakteristiky

Pro posouzení uvažovány průřezy s oslabením tažené části otvory pro šrouby.

4.11.1.1 D1P (D8P)



D1P

A [mm²] = 1,3520e+04
Ay [mm²] = 5,2556e+03
Az [mm²] = 7,8898e+03
AL [m²/m] = 1,3600e+00
AD [m²/m] = 2,5120e+00
cYUCS [mm] = 125
cZUCS [mm] = 200
 α [deg] = 0,00
Iy [mm⁴] = 3,1448e+08
Iz [mm⁴] = 1,1422e+08
iy [mm] = 153
iz [mm] = 92
Wely [mm³] = 1,5724e+06
Welz [mm³] = 9,1377e+05
Wply [mm³] = 1,8709e+06
Wplz [mm³] = 1,1646e+06
dy [mm] = 0
dz [mm] = 0
It [mm⁴] = 2,3639e+08
Iw [mm⁶] = 3,4394e+11
 β_y [mm] = 0
 β_z [mm] = 0

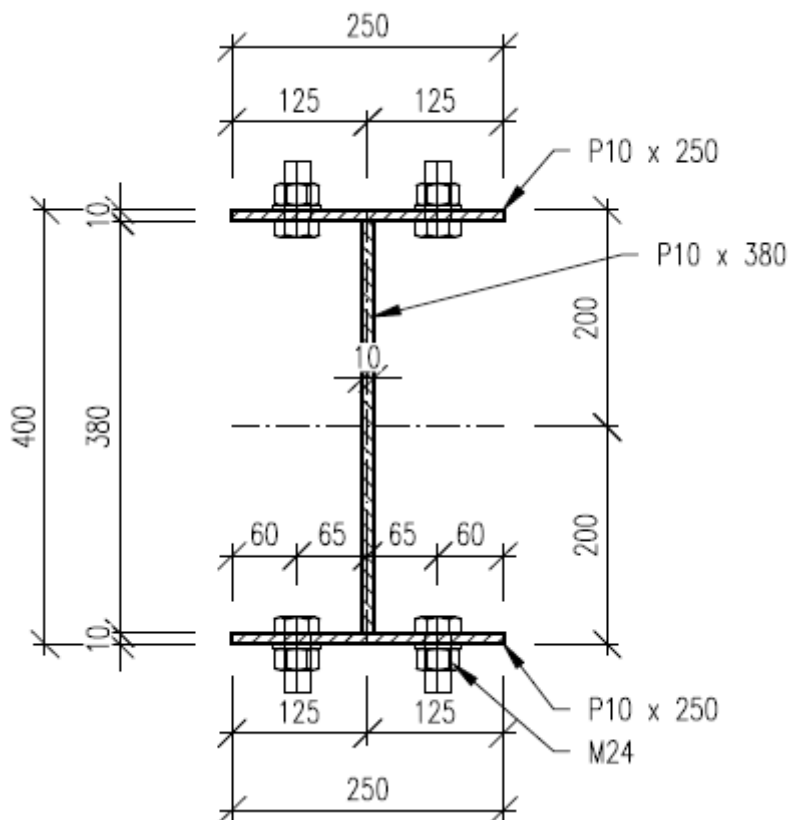
Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.11.1.2 D2P (D7P)



D2P (oslabený)

A [mm²] = 7,7600e+03
Ay [mm²] = 3,7245e+03
Az [mm²] = 5,3957e+03
AL [m²/m] = 1,6520e+00
AD [m²/m] = 1,6520e+00
cYUCS [mm] = 125
cZUCS [mm] = 200
 α [deg] = 0,00
Iy [mm⁴] = 1,9634e+08
Iz [mm⁴] = 2,1621e+07
iy [mm] = 159
iz [mm] = 53
Wely [mm³] = 9,8169e+05
Welz [mm³] = 1,7297e+05
Wply [mm³] = 1,1332e+06
Wplz [mm³] = 2,5440e+05
dy [mm] = 0
dz [mm] = 0
It [mm⁴] = 2,4508e+05
Iw [mm⁶] = 4,0103e+11
 β_y [mm] = 0
 β_z [mm] = 0

D2P (neoslabený)

A [mm²] = 8,8000e+03
Ay [mm²] = 4,5774e+03
Az [mm²] = 3,9309e+03
AL [m²/m] = 1,7800e+00
AD [m²/m] = 1,7800e+00
cYUCS [mm] = 125
cZUCS [mm] = 200
 α [deg] = 0,00
Iy [mm⁴] = 2,3589e+08
Iz [mm⁴] = 2,6073e+07
iy [mm] = 164
iz [mm] = 54
Wely [mm³] = 1,1795e+06
Welz [mm³] = 2,0859e+05
Wply [mm³] = 1,3360e+06
Wplz [mm³] = 3,2200e+05
dy [mm] = 0
dz [mm] = 0
It [mm⁴] = 2,9667e+05
Iw [mm⁶] = 9,9023e+11
 β_y [mm] = 0
 β_z [mm] = 0

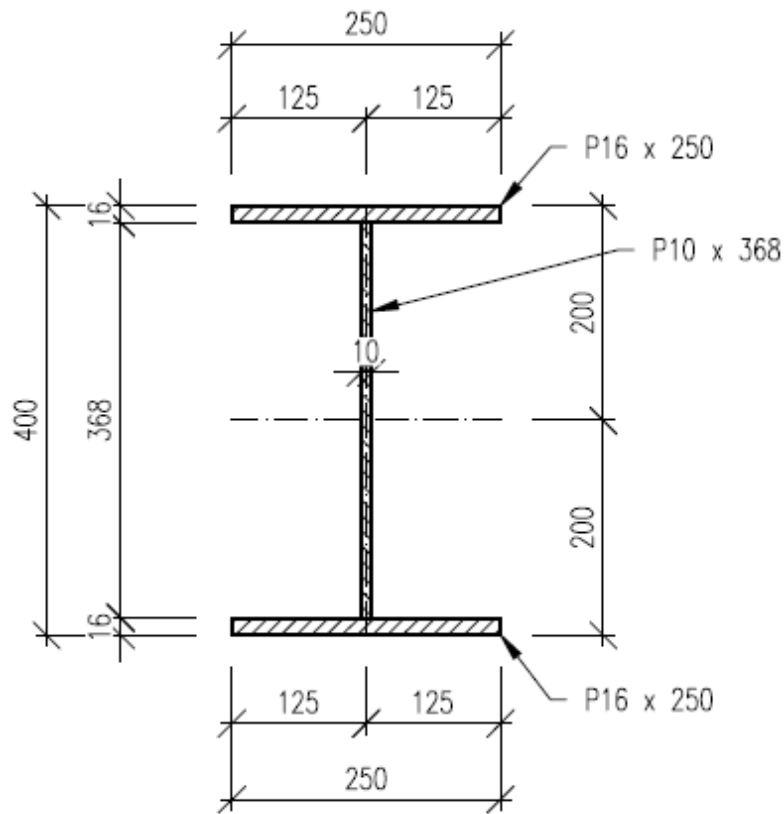
Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.11.1.3 D3P (D6P)



D3P

A [mm²] = 1,1680e+04
A_y [mm²] = 7,2898e+03
A_z [mm²] = 4,0400e+03
A_L [m²/m] = 1,7800e+00
A_D [m²/m] = 1,7800e+00
c_{YUCS} [mm] = 125
c_{ZUCS} [mm] = 200
α [deg] = 0,00
I_y [mm⁴] = 3,3661e+08
I_z [mm⁴] = 4,1697e+07
i_y [mm] = 170
i_z [mm] = 60
W_{ely} [mm³] = 1,6831e+06
W_{elz} [mm³] = 3,3358e+05
W_{ply} [mm³] = 1,8746e+06
W_{plz} [mm³] = 5,0920e+05
d_y [mm] = 0
d_z [mm] = 0
I_t [mm⁴] = 8,1067e+05
I_w [mm⁶] = 1,5360e+12
β_y [mm] = 0
β_z [mm] = 0

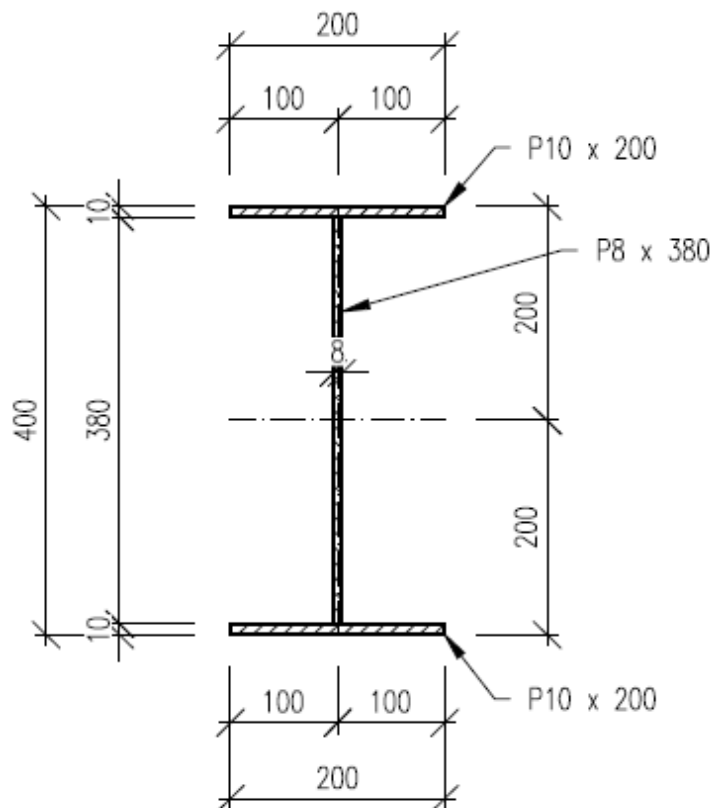
Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.11.1.4 D4 (D5)



D4

A [mm²] = 7,0400e+03
Ay [mm²] = 3,6619e+03
Az [mm²] = 3,1447e+03
AL [m²/m] = 1,5840e+00
AD [m²/m] = 1,5840e+00
cYUCS [mm] = 100
cZUCS [mm] = 200
 α [deg] = 0,00
Iy [mm⁴] = 1,8871e+08
Iz [mm⁴] = 1,3350e+07
iy [mm] = 164
iz [mm] = 44
Wely [mm³] = 9,4357e+05
Welz [mm³] = 1,3350e+05
Wply [mm³] = 1,0688e+06
Wplz [mm³] = 2,0608e+05
dy [mm] = 0
dz [mm] = 0
It [mm⁴] = 1,9989e+05
Iw [mm⁶] = 5,0700e+11
 β_y [mm] = 0
 β_z [mm] = 0

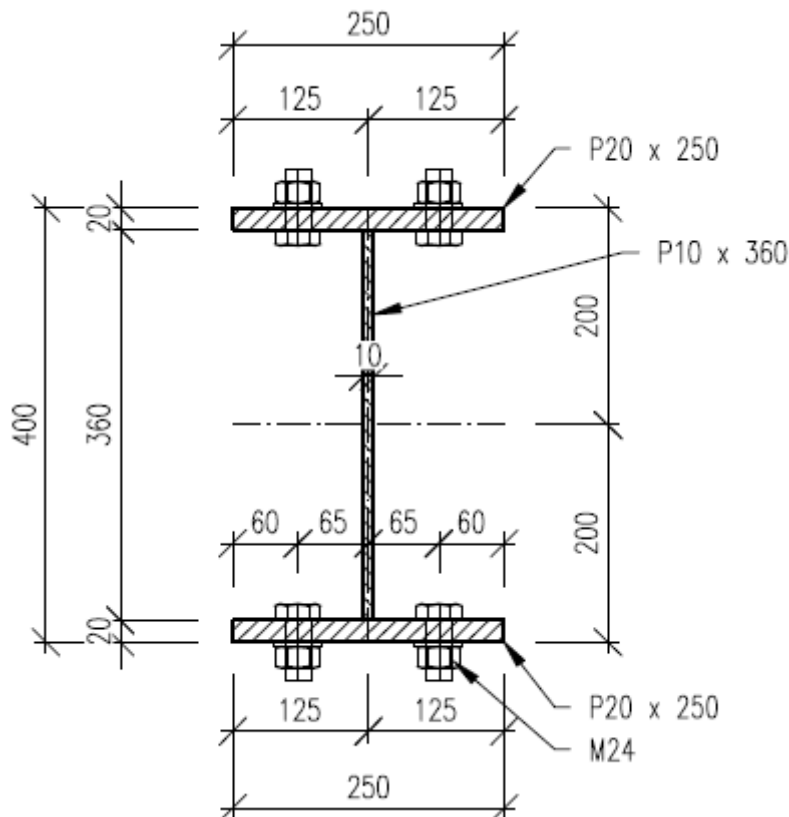
Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.11.1.5 D9P



D9P (oslabený)

A [mm²] = 1,1520e+04
Ay [mm²] = 7,2901e+03
Az [mm²] = 7,0244e+03
AL [m²/m] = 1,7320e+00
AD [m²/m] = 1,7320e+00
cYUCS [mm] = 125
cZUCS [mm] = 200
 α [deg] = 0,00
Iy [mm⁴] = 3,2506e+08
Iz [mm⁴] = 4,3208e+07
iy [mm] = 168
iz [mm] = 61
Wely [mm³] = 1,6253e+06
Welz [mm³] = 3,4567e+05
Wply [mm³] = 1,8288e+06
Wplz [mm³] = 4,9880e+05
dy [mm] = 0
dz [mm] = 0
It [mm⁴] = 9,3269e+05
lw [mm⁶] = 8,6233e+11
 β_y [mm] = 0
 β_z [mm] = 0

D9P (neoslabený)

A [mm²] = 1,3600e+04
Ay [mm²] = 8,9472e+03
Az [mm²] = 3,9617e+03
AL [m²/m] = 1,7800e+00
AD [m²/m] = 1,7800e+00
cYUCS [mm] = 125
cZUCS [mm] = 200
 α [deg] = 0,00
Iy [mm⁴] = 4,0021e+08
Iz [mm⁴] = 5,2113e+07
iy [mm] = 172
iz [mm] = 62
Wely [mm³] = 2,0011e+06
Welz [mm³] = 4,1691e+05
Wply [mm³] = 2,2240e+06
Wplz [mm³] = 6,3400e+05
dy [mm] = 0
dz [mm] = 0
It [mm⁴] = 1,3363e+06
lw [mm⁶] = 1,8769e+12
 β_y [mm] = 0
 β_z [mm] = 0

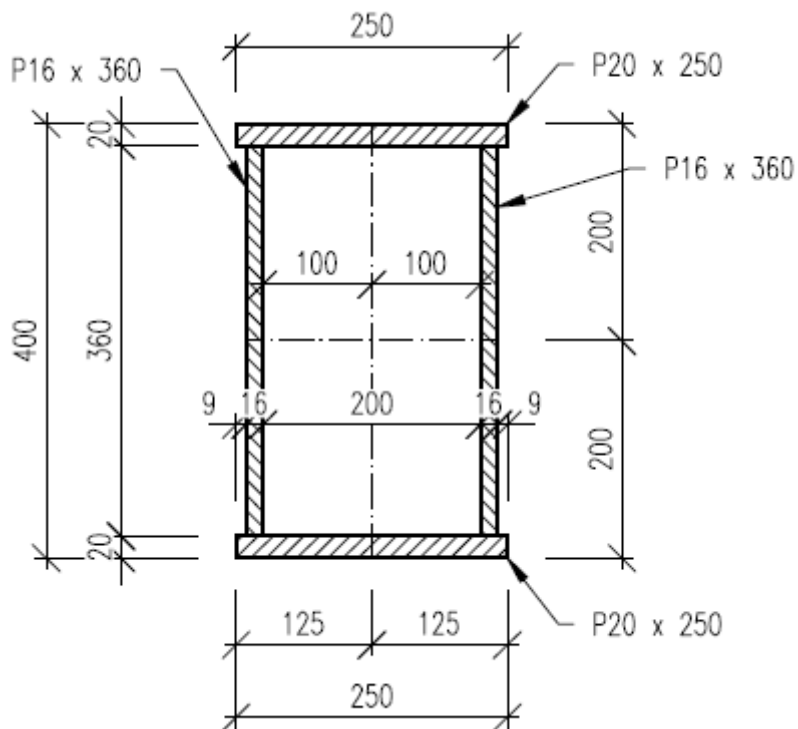
Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.11.1.6 D10P



D10P

A [mm²] = 2,1520e+04
Ay [mm²] = 9,1348e+03
Az [mm²] = 1,2288e+04
AL [m²/m] = 1,3360e+00
AD [m²/m] = 2,4560e+00
cYUCS [mm] = 125
cZUCS [mm] = 200
 α [deg] = 0,00
Iy [mm⁴] = 4,8575e+08
Iz [mm⁴] = 1,8670e+08
iy [mm] = 150
iz [mm] = 93
Wely [mm³] = 2,4287e+06
Welz [mm³] = 1,4936e+06
Wply [mm³] = 2,9368e+06
Wplz [mm³] = 1,8692e+06
dy [mm] = 0
dz [mm] = 0
It [mm⁴] = 3,9236e+08
Iw [mm⁶] = 5,2912e+11
 β_y [mm] = 0
 β_z [mm] = 0

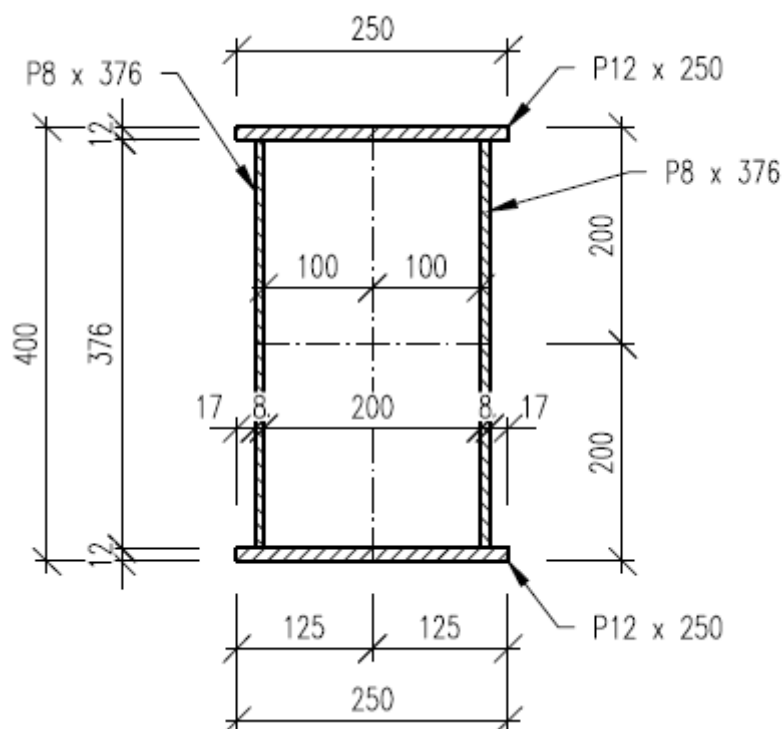
Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.11.1.7 D1L (D8L)



D1L

A [mm²] = 1,2016e+04
Ay [mm²] = 5,1827e+03
Az [mm²] = 6,3810e+03
AL [m²/m] = 1,3680e+00
AD [m²/m] = 2,5200e+00
cYUCS [mm] = 125
cZUCS [mm] = 200
 α [deg] = 0,00
Iy [mm⁴] = 2,9676e+08
Iz [mm⁴] = 9,6351e+07
iy [mm] = 157
iz [mm] = 90
Wely [mm³] = 1,4838e+06
Welz [mm³] = 7,7081e+05
Wply [mm³] = 1,7295e+06
Wplz [mm³] = 1,0007e+06
dy [mm] = 0
dz [mm] = 0
It [mm⁴] = 1,9829e+08
Iw [mm⁶] = 4,7737e+11
 β_y [mm] = 0
 β_z [mm] = 0

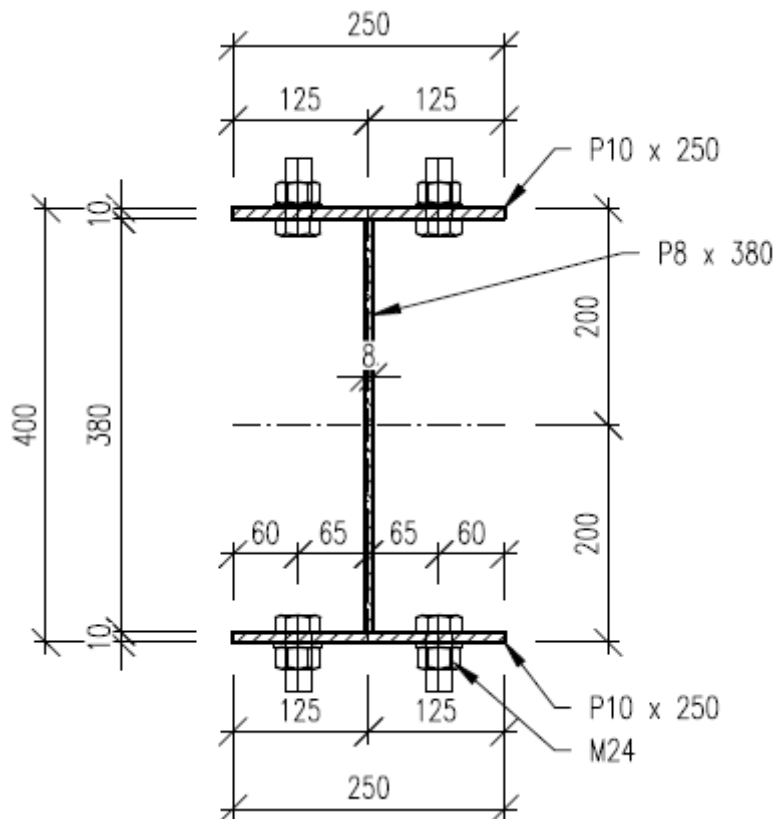
Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.11.1.8 D2L (D7L)



D2L (oslabený)

A [mm²] = 7,0000e+03
Ay [mm²] = 3,5982e+03
Az [mm²] = 4,6611e+03
AL [m²/m] = 1,6560e+00
AD [m²/m] = 1,6560e+00
cYUCS [mm] = 125
cZUCS [mm] = 200
 α [deg] = 0,00
Iy [mm⁴] = 1,8719e+08
Iz [mm⁴] = 2,1605e+07
iy [mm] = 164
iz [mm] = 56
Wely [mm³] = 9,3597e+05
Welz [mm³] = 1,7284e+05
Wply [mm³] = 1,0610e+06
Wplz [mm³] = 2,5098e+05
dy [mm] = 0
dz [mm] = 0
It [mm⁴] = 1,8438e+05
lw [mm⁶] = 3,8222e+11
 β_y [mm] = 0
 β_z [mm] = 0

D2L (neoslabený)

A [mm²] = 8,0400e+03
Ay [mm²] = 4,4237e+03
Az [mm²] = 3,1578e+03
AL [m²/m] = 1,7840e+00
AD [m²/m] = 1,7840e+00
cYUCS [mm] = 125
cZUCS [mm] = 200
 α [deg] = 0,00
Iy [mm⁴] = 2,2675e+08
Iz [mm⁴] = 2,6058e+07
iy [mm] = 168
iz [mm] = 57
Wely [mm³] = 1,1337e+06
Welz [mm³] = 2,0846e+05
Wply [mm³] = 1,2638e+06
Wplz [mm³] = 3,1858e+05
dy [mm] = 0
dz [mm] = 0
It [mm⁴] = 2,2506e+05
lw [mm⁶] = 9,8946e+11
 β_y [mm] = 0
 β_z [mm] = 0

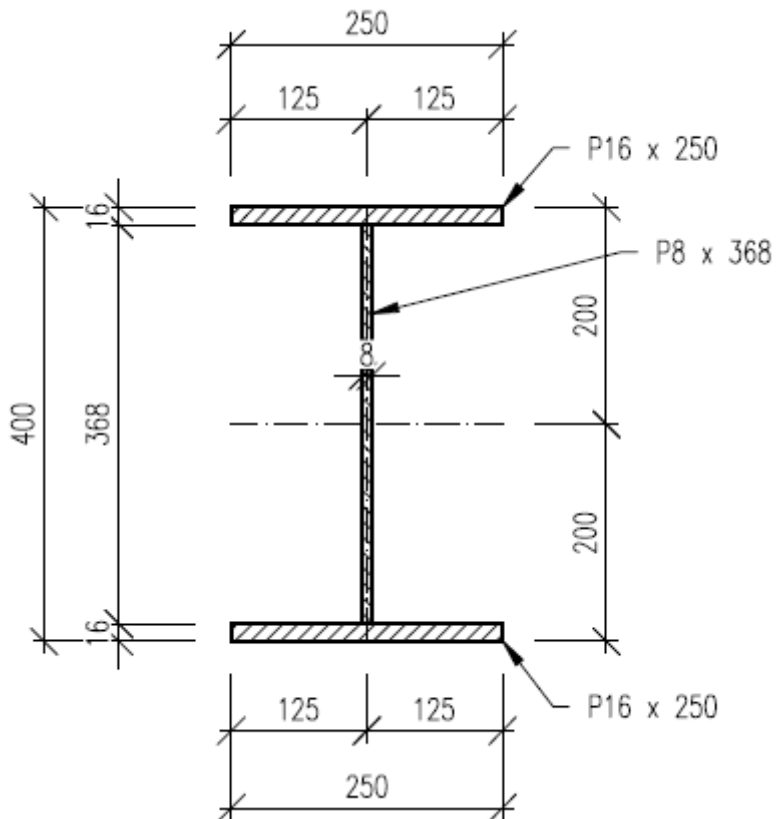
Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



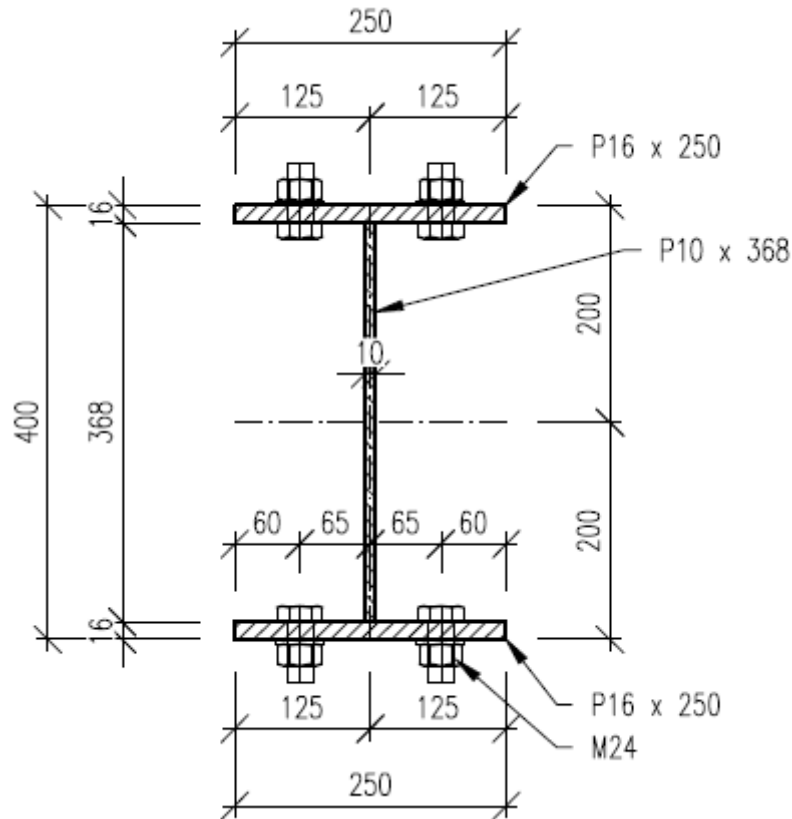
4.11.1.9 D3L (D6L)



D3L

A [mm²] = 1,0944e+04
Ay [mm²] = 7,2686e+03
Az [mm²] = 3,2464e+03
AL [m²/m] = 1,7840e+00
AD [m²/m] = 1,7840e+00
cYUCS [mm] = 125
cZUCS [mm] = 200
 α [deg] = 0,00
Iy [mm⁴] = 3,2831e+08
Iz [mm⁴] = 4,1682e+07
iy [mm] = 173
iz [mm] = 62
Wely [mm³] = 1,6415e+06
Welz [mm³] = 3,3346e+05
Wply [mm³] = 1,8068e+06
Wplz [mm³] = 5,0589e+05
dy [mm] = 0
dz [mm] = 0
It [mm⁴] = 7,4820e+05
Iw [mm⁶] = 1,5360e+12
 β_y [mm] = 0
 β_z [mm] = 0

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník
Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



D9L (neoslabený)

A [mm^2] = 1,1680e+04
 Ay [mm^2] = 7,1231e+03
 Az [mm^2] = 3,9518e+03
 AL [m^2/m] = 1,7800e+00
 AD [m^2/m] = 1,7800e+00
 cYUCS [mm] = 125
 cZUCS [mm] = 200
 α [deg] = 0,00
 ly [mm^4] = 3,3661e+08
 lz [mm^4] = 4,1697e+07
 iy [mm] = 170
 iz [mm] = 60
 Wely [mm^3] = 1,6831e+06
 Welz [mm^3] = 3,3358e+05
 Wply [mm^3] = 1,8746e+06
 Wplz [mm^3] = 5,0920e+05
 dy [mm] = 0
 dz [mm] = 0
 lt [mm^4] = 7,3383e+05
 lw [mm^6] = 1,5329e+12
 β y [mm] = 0
 β z [mm] = 0

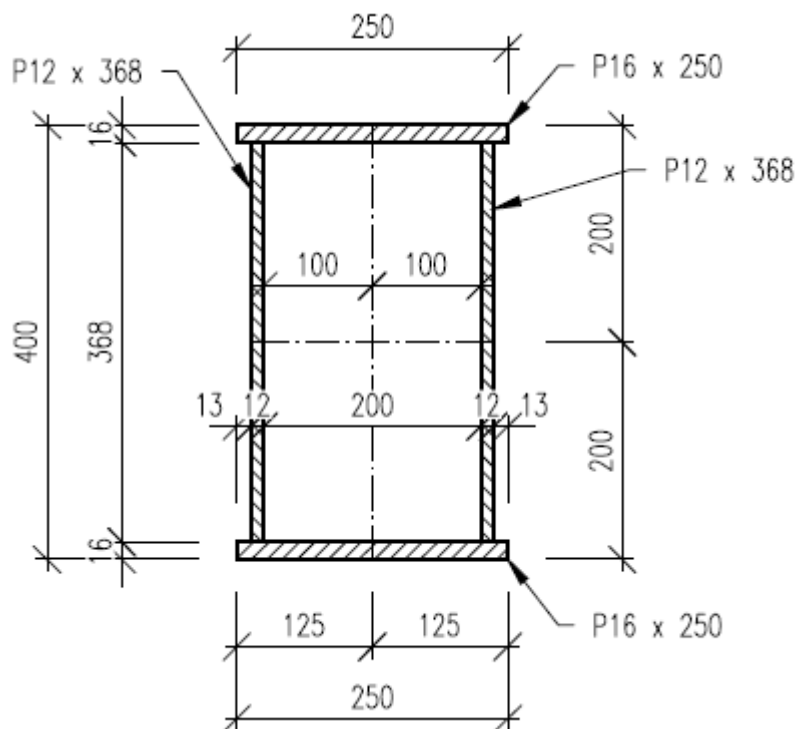
Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.11.1.11 D10L



D10L

A [mm²] = 1,3520e+04
Ay [mm²] = 5,2556e+03
Az [mm²] = 7,8898e+03
AL [m²/m] = 1,3600e+00
AD [m²/m] = 2,5120e+00
cYUCS [mm] = 125
cZUCS [mm] = 200
 α [deg] = 0,00
Iy [mm⁴] = 3,1448e+08
Iz [mm⁴] = 1,1422e+08
iy [mm] = 153
iz [mm] = 92
Wely [mm³] = 1,5724e+06
Welz [mm³] = 9,1377e+05
Wply [mm³] = 1,8709e+06
Wplz [mm³] = 1,1646e+06
dy [mm] = 0
dz [mm] = 0
It [mm⁴] = 2,3639e+08
Iw [mm⁶] = 3,4394e+11
 β_y [mm] = 0
 β_z [mm] = 0

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.11.2 Diagonála D1P v místě maximální tlakové síly a svislého ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

původní hodnoty				iterace č. 1		
				Z _{LM71} =	0,11	
ZS	N	My	Mz	N	My	Mz
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm
1	-142,0	-1,6	-1,2	-142,0	-1,6	-1,2
2	-191,5	-26,5	-1,2	-191,5	-26,5	-1,2
3	4,5	-34,2	32,5	0,5	-3,8	3,6
4	-17,7	-5,8	0,7	-1,9	-0,6	0,1
5	-88,5	-34,6	3,6	-88,5	-34,6	3,6
minMy	-1126,6	-52,0	-0,8	-1126,6	-52,0	-0,8

iterace č. 2				iterace č. 3		
$Z_{LM71} =$				$Z_{LM71} =$		
0,43				0,31		
ZS	N	My	Mz	N	My	Mz
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm
1	-142,0	-1,6	-1,2	-142,0	-1,6	-1,2
2	-191,5	-26,5	-1,2	-191,5	-26,5	-1,2
3	1,9	-14,7	14,0	1,4	-10,6	10,1
4	-7,6	-2,5	0,3	-5,5	-1,8	0,2
5	-88,5	-34,6	3,6	-88,5	-34,6	3,6
minMy	-1126,6	-52,0	-0,8	-1126,6	-52,0	-0,8

iterace č. 4				iterace č. 5		
$Z_{LM71} =$				$Z_{LM71} =$		
0,35				0,34		
ZS	N	My	Mz	N	My	Mz
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm
1	-142,0	-1,6	-1,2	-142,0	-1,6	-1,2
2	-191,5	-26,5	-1,2	-191,5	-26,5	-1,2
3	1,6	-12,0	11,4	1,5	-11,6	11,1
4	-6,2	-2,0	0,2	-6,0	-2,0	0,2
5	-88,5	-34,6	3,6	-88,5	-34,6	3,6
minMy	-1126,6	-52,0	-0,8	-1126,6	-52,0	-0,8

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.11.3 Diagonála D1P v místě maximální tlakové síly a vodorovného ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

původní hodnoty				iterace č. 1		
				Z _{LM71} =	0,43	
ZS	N	My	Mz	N	My	Mz
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm
1	-142,1	0,0	0,1	-142,1	0,0	0,1
2	-173,4	-25,0	1,1	-173,4	-25,0	1,1
3	-39,6	-1,9	1,5	-17,0	-0,8	0,6
4	-22,4	-2,9	0,2	-9,6	-1,2	0,1
5	-86,4	-26,6	3,1	-86,4	-26,6	3,1
maxMz	-1126,6	-29,9	11,7	-1126,6	-29,9	11,7

		iterace č. 2		
		$Z_{LM71} =$	0,46	
ZS	Zatížení	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	-142,1	0,0	0,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	-173,4	-25,0	1,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	-18,2	-0,9	0,7
4	Boční rázy (ostatní)	-10,3	-1,3	0,1
5	Vítr - celkový účinek	-86,4	-26,6	3,1
maxMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	-1126,6	-29,9	11,7

4.11.4 Diagonála D1P v místě maximálního vodorovného ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu.

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.11.5 Diagonála D2P (oslabená) v místě maximální tahové síly a svislého ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

původní hodnoty				iterace č. 1		
				$Z_{LM71} =$	0,79	
ZS	N kN	My kNm	Mz kNm	N kN	My kNm	Mz kNm
1	99,4	0,8	-1,5	99,4	0,8	-1,5
2	125,8	-22,5	1,4	125,8	-22,5	1,4
3	43,9	-5,8	0,2	34,7	-4,6	0,1
4	17,1	2,3	0,0	13,5	1,8	0,0
5	191,3	-3,8	-0,2	191,3	-3,8	-0,2
maxMy	866,6	28,5	-0,1	866,6	28,5	-0,1

			iterace č. 2		
			$Z_{LM71} =$	0,81	
ZS	Zatížení	N kN	My kNm	Mz kNm	
1	VI. tíha	99,4	0,8	-1,5	
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	125,8	-22,5	1,4	
3	Rozjezdové a brzděné síly	35,6	-4,7	0,1	
4	Boční rázy (ostatní)	13,9	1,9	0,0	
5	Vítr - celkový účinek	191,3	-3,8	-0,2	
maxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	866,6	28,5	-0,1	

4.11.6 Diagonála D2P (oslabená) v místě maximálního vodorovného ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



původní hodnoty				iterace č. 1		
				Z _{LM71} =	0,43	
ZS	N	My	Mz	N	My	Mz
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm
1	114,9	-0,4	-1,6	114,9	-0,4	-1,6
2	136,6	-26,4	-1,4	136,6	-26,4	-1,4
3	50,6	-0,4	-0,2	21,7	-0,2	-0,1
4	15,5	-1,8	-0,2	6,7	-0,8	-0,1
5	227,6	-9,1	-0,5	227,6	-9,1	-0,5
minMz	651,7	-3,7	-1,6	651,7	-3,7	-1,6

		iterace č. 2		iterace č. 3		
		Z _{LM71} =	0,49	Z _{LM71} =	0,48	
ZS	N	My	Mz	N	My	Mz
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm
1	114,9	-0,4	-1,6	114,9	-0,4	-1,6
2	136,6	-26,4	-1,4	136,6	-26,4	-1,4
3	24,8	-0,2	-0,1	24,3	-0,2	-0,1
4	7,6	-0,9	-0,1	7,4	-0,9	-0,1
5	227,6	-9,1	-0,5	227,6	-9,1	-0,5
minMz	651,7	-3,7	-1,6	651,7	-3,7	-1,6

4.11.7 Diagonála D3P v místě maximální tlakové síly a svislého ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

původní hodnoty				iterace č. 1		
				Z _{LM71} =	0,50	
ZS	N	My	Mz	N	My	Mz
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm
1	-63,9	-1,0	-1,7	-63,9	-1,0	-1,7
2	-69,7	-37,2	-1,8	-69,7	-37,2	-1,8
3	-48,8	3,9	-0,1	-24,4	2,0	0,0
4	-12,2	-0,5	-0,2	-6,1	-0,3	-0,1
5	-102,2	2,6	0,7	-102,2	2,6	0,7
minMy	-662,3	-36,3	0,8	-662,3	-36,3	0,8

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



		iterace č. 2		
		$Z_{LM71} = 0,52$		
ZS	Zatížení	N	My	Mz
		kN	kNm	kNm
1	VI. tíha	-63,9	-1,0	-1,7
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	-69,7	-37,2	-1,8
3	Rozjezdové a brzděné síly	-25,4	2,0	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	-6,3	-0,3	-0,1
5	Vitr - celkový účinek	-102,2	2,6	0,7
minMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	-662,3	-36,3	0,8

4.11.8 Diagonála D3P v místě maximální tlakové síly a vodorovného ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

původní hodnoty				iterace č. 1		
				$Z_{LM71} = 0,53$		
ZS	N	My	Mz	N	My	Mz
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm
1	-62,7	0,4	-1,6	-62,7	0,4	-1,6
2	-76,4	-35,9	2,6	-76,4	-35,9	2,6
3	-41,3	-0,7	0,4	-21,9	-0,4	0,2
4	-13,5	-2,3	0,2	-7,2	-1,2	0,1
5	-100,6	8,3	1,0	-100,6	8,3	1,0
maxMz	-627,9	-24,1	3,9	-627,9	-24,1	3,9

		iterace č. 2		
		$Z_{LM71} = 0,56$		
ZS	Zatížení	N	My	Mz
		kN	kNm	kNm
1	VI. tíha	-62,7	0,4	-1,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	-76,4	-35,9	2,6
3	Rozjezdové a brzděné síly	-23,1	-0,4	0,2
4	Boční rázy (ostatní)	-7,6	-1,3	0,1
5	Vitr - celkový účinek	-100,6	8,3	1,0
maxMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	-627,9	-24,1	3,9

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.11.9 Diagonála D4 v místě maximální tlakové síly a svislého ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

původní hodnoty				iterace č. 1		
				Z _{LM71} =	0,46	
ZS	N	My	Mz	N	My	Mz
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm
1	17,0	0,7	-1,2	17,0	0,7	-1,2
2	7,9	24,8	-0,8	7,9	24,8	-0,8
3	-35,6	0,0	-0,1	-16,4	0,0	-0,1
4	-12,6	2,0	0,0	-5,8	0,9	0,0
5				0,0	0,0	0,0
minN	-365,5	21,2	0,4	-365,5	21,2	0,4

iterace č. 2				iterace č. 3		
$Z_{LM71} =$				$Z_{LM71} =$		
0,73				0,61		
ZS	N	My	Mz	N	My	Mz
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm
1	17,0	0,7	-1,2	17,0	0,7	-1,2
2	7,9	24,8	-0,8	7,9	24,8	-0,8
3	-26,0	0,0	-0,1	-21,7	0,0	-0,1
4	-9,2	1,5	0,0	-7,7	1,2	0,0
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
minN	-365,5	21,2	0,4	-365,5	21,2	0,4

iterace č. 4				iterace č. 5		
$Z_{LM71} =$				$Z_{LM71} =$		
0,56				0,53		
ZS	N	My	Mz	N	My	Mz
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm
1	17,0	0,7	-1,2	17,0	0,7	-1,2
2	7,9	24,8	-0,8	7,9	24,8	-0,8
3	-19,9	0,0	-0,1	-18,9	0,0	-0,1
4	-7,0	1,1	0,0	-6,7	1,1	0,0
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
minN	-365,5	21,2	0,4	-365,5	21,2	0,4

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



		iterace č. 6		
		$Z_{LM71} = 0,51$		
ZS	Zatížení	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	17,0	0,7	-1,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	7,9	24,8	-0,8
3	Rozjezdové a brzděné síly	-18,2	0,0	-0,1
4	Boční rázy (ostatní)	-6,4	1,0	0,0
5	Vítr - celkový účinek	0,0	0,0	0,0
minN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	-365,5	21,2	0,4

4.11.10 Diagonála D4 v místě maximální tahové síly a vodorovného ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu.

4.11.11 Diagonála D9P v místě maximální tahové síly a svislého ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

původní hodnoty				iterace č. 1		
				$Z_{LM71} = 0,63$		
ZS	N kN	My kNm	Mz kNm	N kN	My kNm	Mz kNm
1	201,6	0,7	-2,6	201,6	0,7	-2,6
2	238,4	-11,7	-1,7	238,4	-11,7	-1,7
3	51,1	-0,6	-0,6	32,2	-0,4	-0,4
4	23,1	3,6	0,3	14,6	2,2	0,2
5	396,9	-9,6	-1,6	396,9	-9,6	-1,6
maxMy	1286,6	44,5	-0,8	1286,6	44,5	-0,8

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



		iterace č. 2		
		$Z_{LM71} = 0,65$		
ZS	Zatížení	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	201,6	0,7	-2,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	238,4	-11,7	-1,7
3	Rozjezdové a brzděné síly	33,2	-0,4	-0,4
4	Boční rázy (ostatní)	15,0	2,3	0,2
5	Vitr - celkový účinek	396,9	-9,6	-1,6
maxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1286,6	44,5	-0,8

4.11.12 Diagonála D9P v místě maximálního vodorovného ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

původní hodnoty				iterace č. 1		
				$Z_{LM71} = 0,59$		
ZS	N kN	My kNm	Mz kNm	N kN	My kNm	Mz kNm
1	201,6	0,7	-2,6	201,6	0,7	-2,6
2	238,4	-11,7	-1,7	238,4	-11,7	-1,7
3	51,1	-0,6	-0,6	30,2	-0,3	-0,4
4	21,1	-3,6	-0,3	12,5	-2,1	-0,2
5	396,9	-9,6	-1,6	396,9	-9,6	-1,6
minMz	1085,2	-7,3	-3,7	1085,2	-7,3	-3,7

		iterace č. 2		iterace č. 3		
		Z _{LM71} =	0,62	Z _{LM71} =	0,61	
ZS	N	My	Mz	N	My	Mz
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm
1	201,6	0,7	-2,6	201,6	0,7	-2,6
2	238,4	-11,7	-1,7	238,4	-11,7	-1,7
3	31,7	-0,3	-0,4	31,2	-0,3	-0,4
4	13,1	-2,2	-0,2	12,9	-2,2	-0,2
5	396,9	-9,6	-1,6	396,9	-9,6	-1,6
minMz	1085,2	-7,3	-3,7	1085,2	-7,3	-3,7

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.11.13 Diagonála D10P v místě maximální tlakové síly a svislého ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

původní hodnoty				iterace č. 1		
				Z _{LM71} =	0,55	
ZS	N	My	Mz	N	My	Mz
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm
1	-254,6	-2,3	-5,2	-254,6	-2,3	-5,2
2	-294,8	-12,6	0,1	-294,8	-12,6	0,1
3	-42,2	0,8	-2,1	-23,2	0,5	-1,2
4	-21,9	-4,3	-0,2	-12,1	-2,4	-0,1
5	-473,9	-17,1	-6,0	-473,9	-17,1	-6,0
minMy	-1516,1	-51,2	0,1	-1516,1	-51,2	0,1

			iterace č. 2	
			$Z_{LM71} =$	0,56
ZS	Zatížení	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	-254,6	-2,3	-5,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	-294,8	-12,6	0,1
3	Rozjezdové a brzděné síly	-23,6	0,5	-1,2
4	Boční rázy (ostatní)	-12,3	-2,4	-0,1
5	Vítr - celkový účinek	-473,9	-17,1	-6,0
minMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	-1516,1	-51,2	0,1

4.11.14 Diagonála D10P v místě maximálního vodorovného ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



původní hodnoty				iterace č. 1		
				$Z_{LM71} = 0,73$		
ZS	N	My	Mz	N	My	Mz
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm
1	-251,2	0,5	-5,9	-251,2	0,5	-5,9
2	-315,0	-7,9	-3,7	-315,0	-7,9	-3,7
3	-35,5	-0,6	-1,1	-25,9	-0,4	-0,8
4	-23,1	-3,4	-0,8	-16,9	-2,5	-0,6
5	-114,1	-45,7	-8,5	-114,1	-45,7	-8,5
minMz	-1180,7	-17,3	-16,3	-1180,7	-17,3	-16,3

			iterace č. 2		
			$Z_{LM71} = 0,74$		
ZS	Zatížení	N	My	Mz	
		kN	kNm	kNm	
1	VI. tíha	-251,2	0,5	-5,9	
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	-315,0	-7,9	-3,7	
3	Rozjezdové a brzděné síly	-26,3	-0,4	-0,8	
4	Boční rázy (ostatní)	-17,1	-2,5	-0,6	
5	Vítr - celkový účinek	-114,1	-45,7	-8,5	
minMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	-1180,7	-17,3	-16,3	

4.11.15 Diagonála D1L v místě maximální tlakové síly

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

původní hodnoty				iterace č. 1		
				$Z_{LM71} = 0,55$		
ZS	N	My	Mz	N	My	Mz
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm
1	-135,6	-0,9	-3,2	-135,6	-0,9	-3,2
2	-63,4	9,9	-1,0	-63,4	9,9	-1,0
3	-18,5	-4,6	7,8	-10,2	-2,5	4,3
4	-22,4	0,0	-0,5	-12,3	0,0	-0,3
5	-284,2	-9,3	2,0	-284,2	-9,3	2,0
minN	-1209,2	-17,0	-3,7	-1209,2	-17,0	-3,7

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



		iterace č. 2		
		$Z_{LM71} = 0,58$		
ZS	Zatížení	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	-135,6	-0,9	-3,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	-63,4	9,9	-1,0
3	Rozjezdové a brzděné síly	-10,7	-2,7	4,5
4	Boční rázy (ostatní)	-13,0	0,0	-0,3
5	Vítr - celkový účinek	-284,2	-9,3	2,0
minN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	-1209,2	-17,0	-3,7

4.11.16 Diagonála D1L v místě maximálního svislého ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

původní hodnoty				iterace č. 1		
				$Z_{LM71} = 0,53$		
ZS	N kN	My kNm	Mz kNm	N kN	My kNm	Mz kNm
1	-139,3	0,6	-1,0	-139,3	0,6	-1,0
2	-68,7	36,8	-1,0	-68,7	36,8	-1,0
3	-37,8	12,5	4,6	-20,1	6,6	2,4
4	-16,9	5,3	-0,7	-9,0	2,8	-0,4
5	-100,0	29,8	-3,4	-100,0	29,8	-3,4
minN	-680,2	39,1	-0,5	-680,2	39,1	-0,5

		iterace č. 2		
		$Z_{LM71} = 0,57$		
ZS	Zatížení	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	-139,3	0,6	-1,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	-68,7	36,8	-1,0
3	Rozjezdové a brzděné síly	-21,6	7,1	2,6
4	Boční rázy (ostatní)	-9,6	3,0	-0,4
5	Vítr - celkový účinek	-100,0	29,8	-3,4
maxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	-680,2	39,1	-0,5

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.11.17 Diagonála D1L v místě maximálního vodorovného ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu.

4.11.18 Diagonála D2L (oslabená) v místě maximální tahové síly

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

původní hodnoty				iterace č. 1		
				$Z_{LM71} = 0,68$		
ZS	N kN	My kNm	Mz kNm	N kN	My kNm	Mz kNm
1	100,2	-0,1	-1,2	100,2	-0,1	-1,2
2	46,1	-10,0	-0,6	46,1	-10,0	-0,6
3	34,6	-0,3	-0,1	23,5	-0,2	0,0
4	15,9	-0,1	0,0	10,8	0,0	0,0
5	199,6	3,4	0,3	199,6	3,4	0,3
maxN	927,5	-1,4	1,3	927,5	-1,4	1,3

		iterace č. 2		
		Z _{LM71} = 0,70		
ZS	Zatížení	N	My	Mz
		kN	kNm	kNm
1	VI. tíha	100,2	-0,1	-1,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	46,1	-10,0	-0,6
3	Rozjezdové a brzdné síly	24,2	-0,2	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	11,1	0,0	0,0
5	Vítr - celkový účinek	199,6	3,4	0,3
maxN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	927,5	-1,4	1,3

4.11.19 Diagonála D2L (oslabená) v místě maximální tahové síly a svislého ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



původní hodnoty				iterace č. 1		
				$Z_{LM71} = 0,73$		
ZS	N	My	Mz	N	My	Mz
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm
1	109,8	0,8	-1,5	109,8	0,8	-1,5
2	47,6	21,4	-1,6	47,6	21,4	-1,6
3	36,8	-0,2	-0,3	26,8	-0,1	-0,2
4	5,5	3,2	-0,1	4,0	2,3	-0,1
5	233,2	11,4	-0,5	233,2	11,4	-0,5
maxMy	234,4	28,5	-0,5	234,4	28,5	-0,5

			iterace č. 2		
			$Z_{LM71} = 0,76$		
ZS	Zatížení	N	My	Mz	
		kN	kNm	kNm	
1	VI. tíha	109,8	0,8	-1,5	
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	47,6	21,4	-1,6	
3	Rozjezdové a brzděné síly	28,0	-0,2	-0,2	
4	Boční rázy (ostatní)	4,2	2,4	-0,1	
5	Vitr - celkový účinek	233,2	11,4	-0,5	
maxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	234,4	28,5	-0,5	

4.11.20 Diagonála D2L (oslabená) v místě maximální tahové síly a vodorovného ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

původní hodnoty				iterace č. 1		
				$Z_{LM71} = 0,89$		
ZS	N	My	Mz	N	My	Mz
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm
1	112,7	0,6	-1,1	112,7	0,6	-1,1
2	47,6	-11,5	0,8	47,6	-11,5	0,8
3	36,8	0,1	0,2	32,7	0,1	0,2
4	-0,5	2,2	0,0	-0,4	2,0	0,0
5	233,2	7,6	0,7	233,2	7,6	0,7
maxMz	673,9	2,5	2,2	673,9	2,5	2,2

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



		iterace č. 2		
		$Z_{LM71} = 0,89$		
ZS	Zatížení	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	112,7	0,6	-1,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	47,6	-11,5	0,8
3	Rozjezdové a brzděné síly	32,7	0,1	0,2
4	Boční rázy (ostatní)	-0,4	2,0	0,0
5	Vítr - celkový účinek	233,2	7,6	0,7
maxMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	673,9	2,5	2,2

4.11.21 Diagonála D3L v místě maximální tlakové síly

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

původní hodnoty				iterace č. 1		
				$Z_{LM71} = 0,62$		
ZS	N kN	My kNm	Mz kNm	N kN	My kNm	Mz kNm
1	-59,0	-1,1	-2,1	-59,0	-1,1	-2,1
2	-27,7	9,3	-1,3	-27,7	9,3	-1,3
3	-44,9	1,7	-0,8	-27,9	1,0	-0,5
4	-14,8	0,0	0,0	-9,2	0,0	0,0
5	-112,9	-3,8	-0,3	-112,9	-3,8	-0,3
minN	-717,9	-10,0	-2,7	-717,9	-10,0	-2,7

		iterace č. 2		
		$Z_{LM71} = 0,65$		
ZS	Zatížení	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	-59,0	-1,1	-2,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	-27,7	9,3	-1,3
3	Rozjezdové a brzděné síly	-29,2	1,1	-0,5
4	Boční rázy (ostatní)	-9,6	0,0	0,0
5	Vítr - celkový účinek	-112,9	-3,8	-0,3
minN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	-717,9	-10,0	-2,7

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.11.22 Diagonála D3L v místě tlakové síly a svislého ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

původní hodnoty				iterace č. 1		
				$Z_{LM71} = 0,76$		
ZS	N	My	Mz	N	My	Mz
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm
1	-63,9	0,6	-1,4	-63,9	0,6	-1,4
2	-23,9	39,1	-2,5	-23,9	39,1	-2,5
3	-37,5	1,1	0,6	-28,5	0,9	0,4
4	-8,1	2,2	0,2	-6,2	1,6	0,1
5	-52,7	14,0	-0,7	-52,7	14,0	-0,7
maxMy	-404,0	31,5	0,6	-404,0	31,5	0,6

		iterace č. 2		
		$Z_{LM71} = 0,78$		
ZS	Zatížení	N	My	Mz
		kN	kNm	kNm
1	VI. tíha	-63,9	0,6	-1,4
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	-23,9	39,1	-2,5
3	Rozjezdové a brzděné síly	-29,2	0,9	0,5
4	Boční rázy (ostatní)	-6,3	1,7	0,1
5	Vítr - celkový účinek	-52,7	14,0	-0,7
maxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	-404,0	31,5	0,6

4.11.23 Diagonála D3L v místě tlakové síly a vodorovného ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



původní hodnoty				iterace č. 1			
				Z _{LM71} =	0,56		
ZS	N	My	Mz	N	My	Mz	
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm	
	1	-63,0	-0,9	-1,3	-63,0	-0,9	-1,3
	2	-27,7	38,8	3,0	-27,7	38,8	3,0
	3	14,2	1,0	0,3	7,9	0,6	0,2
	4	-14,8	-2,4	0,2	-8,3	-1,3	0,1
	5	-112,9	-9,3	1,6	-112,9	-9,3	1,6
maxMz	-669,9	10,9	5,9	-669,9	10,9	5,9	

			iterace č. 2	
			$Z_{LM71} =$	0,57
ZS	Zatížení	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	-63,0	-0,9	-1,3
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	-27,7	38,8	3,0
3	Rozjezdové a brzděné síly	8,1	0,6	0,2
4	Boční rázy (ostatní)	-8,4	-1,4	0,1
5	Vitr - celkový účinek	-112,9	-9,3	1,6
maxMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	-669,9	10,9	5,9

4.11.24 Diagonála D9L (oslabená) v místě maximální tahové síly a vodorovného ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

původní hodnoty				iterace č. 1			
				Z _{LM71} =	0,52		
ZS	N	My	Mz	N	My	Mz	
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm	
	1	199,1	-1,2	-1,5	199,1	-1,2	-1,5
	2	78,3	-8,1	0,9	78,3	-8,1	0,9
	3	39,2	0,2	0,7	20,4	0,1	0,3
	4	23,0	0,1	0,2	12,0	0,0	0,1
	5	411,2	-11,2	1,4	411,2	-11,2	1,4
maxMz	1370,2	-8,0	4,5	1370,2	-8,0	4,5	

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



		iterace č. 2		
		$Z_{LM71} = 0,54$		
ZS	Zatížení	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	199,1	-1,2	-1,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	78,3	-8,1	0,9
3	Rozjezdové a brzděné síly	21,1	0,1	0,4
4	Boční rázy (ostatní)	12,4	0,0	0,1
5	Vitr - celkový účinek	411,2	-11,2	1,4
maxMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1370,2	-8,0	4,5

4.11.25 Diagonála D9L (oslabená) v místě maximální tahové síly a svislého ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

původní hodnoty				iterace č. 1		
				$Z_{LM71} = 0,58$		
ZS	N kN	My kNm	Mz kNm	N kN	My kNm	Mz kNm
1	194,9	0,5	-2,6	194,9	0,5	-2,6
2	78,3	7,3	-1,8	78,3	7,3	-1,8
3	39,2	-1,2	-0,9	22,7	-0,7	-0,5
4	23,0	3,2	-0,2	13,3	1,9	-0,1
5	411,2	9,3	-2,2	411,2	9,3	-2,2
maxMy	690,4	35,2	-3,2	690,4	35,2	-3,2

		iterace č. 2		
		$Z_{LM71} = 0,61$		
ZS	Zatížení	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	194,9	0,5	-2,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	78,3	7,3	-1,8
3	Rozjezdové a brzděné síly	23,9	-0,7	-0,5
4	Boční rázy (ostatní)	14,0	1,9	-0,1
5	Vitr - celkový účinek	411,2	9,3	-2,2
maxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	690,4	35,2	-3,2

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.11.26 Diagonála D9L (oslabená) v místě maximálního vodorovného ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

ZS	původní hodnoty			iterace č. 1		
				$Z_{LM71} =$		
	N kN	My kNm	Mz kNm	N kN	My kNm	Mz kNm
1	194,9	0,5	-2,6	194,9	0,5	-2,6
2	78,3	7,3	-1,8	78,3	7,3	-1,8
3	39,2	-1,2	-0,9	16,8	-0,5	-0,4
4	20,9	2,4	-0,4	9,0	1,0	-0,2
5	411,2	9,3	-2,2	411,2	9,3	-2,2
minMz	1182,1	15,3	-5,2	1182,1	15,3	-5,2

ZS	Zatížení	iterace č. 2		
		$Z_{LM71} =$		
		N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	194,9	0,5	-2,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	78,3	7,3	-1,8
3	Rozjezdové a brzděné síly	18,0	-0,6	-0,4
4	Boční rázy (ostatní)	9,6	1,1	-0,2
5	Vítr - celkový účinek	411,2	9,3	-2,2
minMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1182,1	15,3	-5,2

4.11.27 Diagonála D10L v místě maximální tlakové síly a vodorovného ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



původní hodnoty				iterace č. 1		
				$Z_{LM71} = 0,33$		
ZS	N	My	Mz	N	My	Mz
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm
1	-233,7	0,2	-3,5	-233,7	0,2	-3,5
2	-97,4	11,3	-1,8	-97,4	11,3	-1,8
3	-32,1	-0,2	0,0	-10,6	-0,1	0,0
4	-23,5	-0,2	0,0	-7,8	-0,1	0,0
5	-487,0	1,3	-2,2	-487,0	1,3	-2,2
minMz	-1596,7	0,3	-10,3	-1596,7	0,3	-10,3

			iterace č. 2		
			$Z_{LM71} = 0,34$		
ZS	Zatížení	N	My	Mz	
		kN	kNm	kNm	
1	VI. tíha	-233,7	0,2	-3,5	
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	-97,4	11,3	-1,8	
3	Rozjezdové a brzděné síly	-10,9	-0,1	0,0	
4	Boční rázy (ostatní)	-8,0	-0,1	0,0	
5	Vitr - celkový účinek	-487,0	1,3	-2,2	
minMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	-1596,7	0,3	-10,3	

4.11.28 Diagonála D10L v místě maximálního svislého ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

původní hodnoty				iterace č. 1		
				$Z_{LM71} = 0,47$		
ZS	N	My	Mz	N	My	Mz
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm
1	-236,1	-2,1	-3,3	-236,1	-2,1	-3,3
2	-117,4	10,0	-3,3	-117,4	10,0	-3,3
3	-37,1	-1,3	-1,5	-17,4	-0,6	-0,7
4	-20,7	-3,8	0,6	-9,7	-1,8	0,3
5	-490,6	-21,7	1,2	-490,6	-21,7	1,2
minMy	-874,5	-40,5	-4,6	-874,5	-40,5	-4,6

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



zS	iterace č. 2			iterace č. 3		
	$Z_{LM71} =$			$Z_{LM71} =$		
	0,53			0,50		
	N	My	Mz	N	My	Mz
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm
1	-236,1	-2,1	-3,3	-236,1	-2,1	-3,3
2	-117,4	10,0	-3,3	-117,4	10,0	-3,3
3	-19,7	-0,7	-0,8	-18,6	-0,6	-0,7
4	-11,0	-2,0	0,3	-10,4	-1,9	0,3
5	-490,6	-21,7	1,2	-490,6	-21,7	1,2
minMy	-874,5	-40,5	-4,6	-874,5	-40,5	-4,6

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

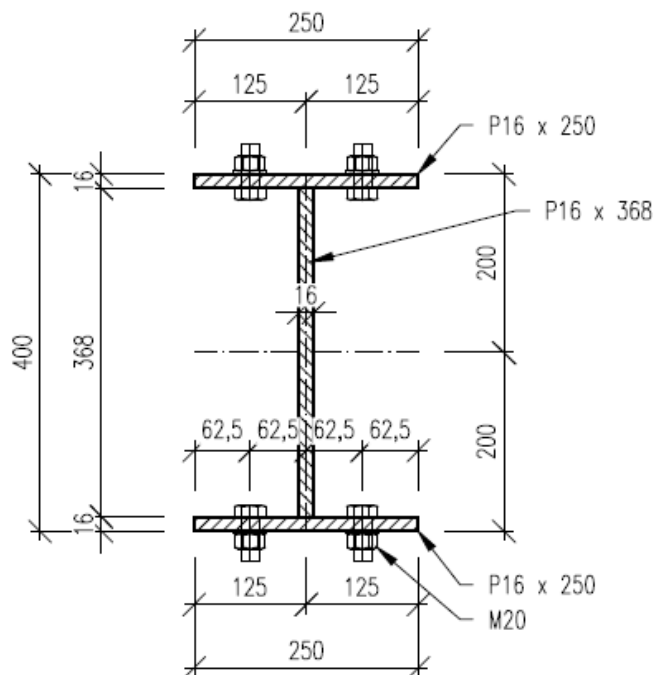
Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.12 Hlavní nosník – svislice

4.12.1 Průřezové charakteristiky

4.12.1.1 V1



V1 (oslabený)

A [mm²] = 1,2480e+04
Ay [mm²] = 6,7528e+03
Az [mm²] = 8,8109e+03
AL [m²/m] = 1,7200e+00
AD [m²/m] = 1,7200e+00
cYUCS [mm] = 125
cZUCS [mm] = 200
 α [deg] = 0,00
Iy [mm⁴] = 3,0960e+08
Iz [mm⁴] = 3,6235e+07
iy [mm] = 158
iz [mm] = 54
Wely [mm³] = 1,5480e+06
Welz [mm³] = 2,8988e+05
Wply [mm³] = 1,8074e+06
Wplz [mm³] = 4,3555e+05
dy [mm] = 0
dz [mm] = 0
It [mm⁴] = 9,6404e+05
lw [mm⁶] = 8,5529e+11
 β_y [mm] = 0
 β_z [mm] = 0

V1 (neoslabený)

A [mm²] = 1,3888e+04
Ay [mm²] = 7,9423e+03
Az [mm²] = 6,3809e+03
AL [m²/m] = 1,7680e+00
AD [m²/m] = 1,7680e+00
cYUCS [mm] = 125
cZUCS [mm] = 200
 α [deg] = 0,00
Iy [mm⁴] = 3,6153e+08
Iz [mm⁴] = 4,1792e+07
iy [mm] = 161
iz [mm] = 55
Wely [mm³] = 1,8077e+06
Welz [mm³] = 3,3434e+05
Wply [mm³] = 2,0777e+06
Wplz [mm³] = 5,2355e+05
dy [mm] = 0
dz [mm] = 0
It [mm⁴] = 1,2070e+06
lw [mm⁶] = 1,5360e+12
 β_y [mm] = 0
 β_z [mm] = 0

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník
Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.12.2 Svislice V1 v místě maximální tahové síly a svislého ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu.

4.12.3 Svislice V1 v místě maximálního vodorovného ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu.

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



4.13 Průhyb hlavního nosníku

Při stanovení zatížitelnosti z hlediska použitelnosti bylo postupováno dle předpisu SŽ S5/1.

Stanovení zatížitelnosti z průhybů

$L = 42,50$ m rozpětí pole mostu

$u_{nad} = 23,5$ mm uvažované výrobní nadvýšení

Mezní průhyb stanoven ČSN EN 1990/A1, příloha A2:

$$f_{\max} = \frac{L}{600} = 70,8 \text{ mm}$$

ZS	Zatížení	Deformace
1	VI. tíha	5,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	2,1
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,9
5	Vítr - celkový účinek	14,0
ULuz	Nahod. krátkodobé vč. dyn. účinků	53,9

Zatížitelnost z průhybů

$$z_{UIC} = \frac{f_{\max} - f_{rs}}{f_{UIC}} = 1,30$$

4.14 Vodorovné a příčné ztužení

Výpočtem na prostorovém modelu bylo zjištěno, že prvky ztužení vyhoví na všechny možné kombinace zatížení. Je tedy zřejmé, že nebudou limitujícím prvkem konstrukce.

Zatížitelnost těchto prvků ve smyslu vzorce 4.4 článku 4.7.6 předpisu SŽ S5/1 nebyla stanovena, protože nemá pro určení přechodnosti praktický význam.



5 STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI NOSNÉ KONSTRUKCE S UVAŽOVÁNÍM ÚLEV

5.1 Předpoklady výpočtu

Při výpočtu zatížitelnosti bylo postupováno dle předpisu SŽ S5/1 a norem v něm odkazovaných.

Zatížitelnosti byly stanoveny pro vybrané kritické prvky z výpočtů uvedených v odst. 4 *Stanovení zatížitelnosti nosné konstrukce*.

5.1.1 Materiálové charakteristiky

Rok výroby nosné konstrukce je předpokládán 1967. Materiál je uvažován v souladu s archivní dokumentací, tj. ocel č. 37 nebo č. 52 dle prvku. Při určení pevnosti oceli č. 37 bylo postupováno podle A.1.1.1 a) předpisu SŽ S5/1. Uvažovaná zaručená mez kluzu konstrukční oceli u prvků z oceli č. 37 je **230 MPa**, mez pevnosti je **360 MPa**.

Podrobný diagnostický průzkum pro účely stanovení mechanických vlastností materiálu byl proveden pro ocel č. 52. Při určení pevnosti prvků z oceli č. 52 bylo postupováno podle A.1.1.1 b) předpisu SŽ S5/1. Uvažovaná zaručená mez kluzu je **306,6 MPa**, mez pevnosti je **476,1 MPa**. Mez kluzu oceli pro tl. > 17 mm byla redukována redukčním součinitelem.

Redukční součinitel byl uvažován dle tab. A.1 poměrem mezí kluzu pro příslušné období roku výroby: $340 / 360 = 0,9444$.

Mez kluzu pro tl. > 17 mm je $0,9444 \cdot 306,6 = \mathbf{289,6 \text{ MPa}}$

Mez pevnosti pro tl. > 17 mm je redukována stejným postupem, jako mez kluzu. Redukční součinitel byl uvažován $490 / 510 = 0,9608$.

Mez pevnosti pro tl. > 17 mm je $0,9608 \cdot 476,1 = \mathbf{457,4 \text{ MPa}}$

Rok výroby	Materiál pevnostní třídy		Zaručená mez kluzu	Mez pevnosti
			f_y	f_u
			[MPa]	[MPa]
1967	37 (S235)	$t \leq 25$	230	360
		> 25	210	340
	52 (S355)	$t \leq 16$	306,6	476,1
		> 17	289,6	457,4

Prvky, u kterých byly při výpočtu zatížitelnosti využity mechanické vlastnosti odpovídající oceli č. 37, jsou v přehledu zatížitelnosti označeny poznámkou „*ocel č. 37 dle archivní dokumentace*“, ostatní prvky jsou označeny „*ocel č. 52 dle zkoušek*“.

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Rok výroby	Materiál pevnostní třídy		Dovolené namáhání σ_{adm} [MPa]	Zaručená mez kluzu f_y [MPa]	Mez pevnosti f_u [MPa]	γ_{M0}	γ_{M1}	γ_{M2}	Norma
do 1894	svářkové železo		130	210	340	1,10	1,20	1,30	
1895 - 1904	svářkové železo		130	210	340	1,10	1,20	1,30	Nařízení 97/1904
	plávková ocel		140	230	360	1,10	1,20	1,30	
1905 - 1937	plávková ocel		140	230	360	1,10	1,20	1,30	ČSN 1230
1938 - 1950	37 (S235)		140	230	360	1,10	1,20	1,30	ČSN 1232
	52 (S355)		195	335	490	1,10	1,25	1,30	
1951 - 1968	37 (S235)	tloušťka $t \leq 25$ mm	140	230	360	1,10	1,20	1,30	Směrnice pro navrhování mostů, ČSN 73 6202 ČSN 73 6204
		> 25	130	210	340	1,10	1,20	1,30	
	52 (S355)	≤ 16	210	360	510	1,10	1,25	1,30	
		> 17	200	340	490	1,10	1,25	1,30	
1969 - 1985	37 (S235)	≤ 25		235	360	1,00	1,10	1,25	ČSN 73 6205 ČSN ISO 13822 ČSN 73 0038 ČSN EN 10025-2, 3
		> 25		215	360				
	52 (S355)	≤ 50		355	510				
1986 - 1998	37 (S235)	≤ 25		235	360	1,00	1,10	1,25	
		> 25		215	360				
	52 (S355)	≤ 25		355	510				
		> 25		335	470				
Po roku 1998	S235	≤ 40		235	360	1,00	1,10	1,25	
	S235	$40 < t \leq 80$		215	360				
	S275	≤ 40		275	430				
	S275	$40 < t \leq 80$		255	410				
	S355	≤ 40		355	510				
	S355	$40 < t \leq 80$		335	470				
	S460	≤ 40		460	550				
	S460	$40 < t \leq 80$		430	550				

Tabulka A.2 - Charakteristické hodnoty vlastností materiálu nýtů a šroubů

Pevnostní charakteristiky	Nýty		Přesné šrouby	
	v konstrukcích z materiálu s mezí kluzu			
	$f_y \leq 300$ MPa	$f_y > 300$ MPa	$f_y \leq 300$ MPa	$f_y > 300$ MPa
f_y [MPa]	200	245	300	
f_u [MPa]	310	440	500	

Materiálové vlastnosti spojovacího materiálu se v archivní dokumentaci nedochovaly. Pro materiál šroubů byla bezpečně uvažována mez kluzu $f_{yb} = 300$ MPa a mez pevnosti $f_{ub} = 500$ MPa. Dílčí součinitel bezpečnosti $\gamma_{M2} = 1,30$.

Zatížitelnost vypočtena pro zatěžovací model 71.

5.1.2 Dynamické součinitele zatížitelnosti K01

Viz odst. 4.1.2.

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník
Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



5.1.3 Zatížitelnost prvku

Viz odst. 4.1.3.

5.1.4 Kombinace zatížení

Viz odst. 4.1.4.

5.1.5 Globální posouzení konstrukce

Viz odst. 4.1.5.

5.1.6 Stabilita tlačného pásu

Viz odst. 4.1.6.

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



5.2 Podélník POD 2P

Koncové podélníky POD 2P v koncovém poli na začátku vpravo a na konci vlevo jsou shodného průřezu, jsou symetrické podle svislé osy. Podélníky působí jako prosté.

5.2.1 Vliv klopení

Viz odst. 4.3.1.

5.2.2 Průřezové charakteristiky

Viz odst. 4.3.2

5.2.3 Podélník POD 2P v místě maximálního svislého ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

ZS	Zatížení	původní hodnoty		iterace č. 1	
				$Z_{LM71} =$	0,61
		My kNm	Mz kNm	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	0,3	0,0	0,3	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	0,9	0,0	0,9	0,0
3	Rozjezdové a brzdné síly	0,0	0,0	0,0	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	7,3	-11,9	4,5	-7,2
5	Vítr - celkový účinek	0,4	-0,1	0,4	-0,1
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	76,2	0,0	76,2	0,0

ZS	iterace č. 1		2 iterace č.		3 iterace č.		4
	$Z_{LM71} =$	0,74	$Z_{LM71} =$	0,70	$Z_{LM71} =$	0,71	
	My kNm	Mz kNm	My kNm	Mz kNm	My kNm	Mz kNm	
1	0,3	0,0	0,3	0,0	0,3	0,0	
2	0,9	0,0	0,9	0,0	0,9	0,0	
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
4	5,4	-8,8	5,1	-8,3	5,2	-8,4	
5	0,4	-0,1	0,4	-0,1	0,4	-0,1	
UL My	76,2	0,0	76,2	0,0	76,2	0,0	

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



5.3 Podélník POD 3P

Běžné podélníky POD 3P vlevo a vpravo jsou shodného průřezu, jsou symetrické podle svislé osy. Podélníky působí jako prosté.

5.3.1 Vliv klopení

Viz odst. 4.4.1.

5.3.2 Průřezové charakteristiky

Viz odst. 4.4.2.

5.3.3 Podélník POD 3P v místě maximálního svislého ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

ZS	Zatížení	původní hodnoty		iterace č. 1	
				$Z_{LM71} =$	0,55
		My kNm	Mz kNm	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	2,3	-0,6	2,3	-0,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	5,2	-0,3	5,2	-0,3
3	Rozjezdové a brzdné síly	0,6	-2,7	0,3	-1,5
4	Boční rázy (ostatní)	28,2	-10,7	15,5	-5,9
5	Vítr - celkový účinek	2,4	-0,5	2,4	-0,5
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	199,6	-4,2	199,6	-4,2

ZS	iterace č. 1		2 iterace č. 2		3 iterace č. 3	
	$Z_{LM71} =$		$Z_{LM71} =$		$Z_{LM71} =$	
	My kNm	Mz kNm	My kNm	Mz kNm	My kNm	Mz kNm
1	2,3	-0,6	2,3	-0,6	2,3	-0,6
2	5,2	-0,3	5,2	-0,3	5,2	-0,3
3	0,4	-1,7	0,4	-1,7	0,4	-1,7
4	18,6	-7,0	18,0	-6,8	18,0	-6,8
5	2,4	-0,5	2,4	-0,5	2,4	-0,5
UL My	199,6	-4,2	199,6	-4,2	199,6	-4,2

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



5.4 Podélník POD 4P

Běžné podélníky POD 4P vlevo a vpravo jsou shodného průřezu, jsou symetrické podle svislé osy. Podélníky působí jako prosté.

5.4.1 Vliv klopení

Viz odst. 4.5.1.

5.4.2 Průřezové charakteristiky

Viz odst. 4.5.2.

5.4.3 Podélník POD 4P v místě maximálního svislého ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

		původní hodnoty		iterace č. 1	
				$Z_{LM71} =$	0,63
ZS	Zatížení	My kNm	Mz kNm	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	4,2	0,1	4,2	0,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	5,0	-0,1	5,0	-0,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	7,5	-4,6	4,7	-2,9
4	Boční rázy (ostatní)	34,6	-4,8	21,8	-3,0
5	Vítr - celkový účinek	3,0	-0,3	3,0	-0,3
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	204,3	0,3	204,3	0,3

		iterace č. 2		3	
		$Z_{LM71} =$	0,70	$Z_{LM71} =$	0,69
ZS		My kNm	Mz kNm	My kNm	Mz kNm
1		4,2	0,1	4,2	0,1
2		5,0	-0,1	5,0	-0,1
3		5,2	-3,2	5,1	-3,1
4		24,2	-3,3	23,9	-3,3
5		3,0	-0,3	3,0	-0,3
UL My		204,3	0,3	204,3	0,3

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



5.5 Příčník PR S1

5.5.1 Vliv klopení

Viz odst. 4.6.1.

5.5.2 Průřezové charakteristiky

Viz odst. 4.6.2.

5.5.3 Příčník PR S1 v místě maximálního svislého ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu.

5.5.1 Příčník PR S1 v místě maximálního vodorovného ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

		původní hodnoty		iterace č. 1	
				$Z_{LM71} =$	0,61
ZS	Zatížení	My kNm	Mz kNm	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	8,9	-5,3	8,9	-5,3
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	34,4	-3,0	34,4	-3,0
3	Rozjezdové a brzdné síly	-37,3	-82,9	-22,7	-50,6
4	Boční rázy (ostatní)	8,6	-9,8	5,2	-6,0
5	Vítr - celkový účinek	0,8	-0,8	0,8	-0,8
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	196,4	-45,8	196,4	-45,8

		iterace č.		2 iterace č.		3 iterace č.		4 iterace č.		5
		Z _{LM71} =	0,89	Z _{LM71} =	0,69	Z _{LM71} =	0,79	Z _{LM71} =	0,77	
ZS	My	Mz	My	Mz	My	Mz	My	Mz		
	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	
1	8,9	-5,3	8,9	-5,3	8,9	-5,3	8,9	-5,3		
2	34,4	-3,0	34,4	-3,0	34,4	-3,0	34,4	-3,0		
3	-33,2	-73,8	-25,7	-57,2	-29,5	-65,5	-28,9	-64,1		
4	7,6	-8,7	5,9	-6,7	6,8	-7,7	6,6	-7,6		
5	0,8	-0,8	0,8	-0,8	0,8	-0,8	0,8	-0,8		
UL Mz	196,4	-45,8	196,4	-45,8	196,4	-45,8	196,4	-45,8		

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



5.6 Příčník PR S2

5.6.1 Vliv klopení

Viz odst. 4.7.1.

5.6.2 Průřezové charakteristiky

Viz odst. 4.7.2.

5.6.3 Příčník PR S2 v místě maximálního svislého ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu.

5.6.1 Příčník PR S2 v místě maximálního vodorovného ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

		původní hodnoty		iterace č. 1	
				$Z_{LM71} =$	0,73
ZS	Zatížení	My kNm	Mz kNm	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	9,4	4,7	9,4	4,7
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	72,5	2,7	72,5	2,7
3	Rozjezdové a brzdné síly	-1,1	39,4	-0,8	28,7
4	Boční rázy (ostatní)	1,5	9,8	1,1	7,2
5	Vítr - celkový účinek	1,3	1,9	1,3	1,9
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	264,1	42,7	264,1	42,7

		iterace č. 2		iterace č. 3		iterace č. 4	
		$Z_{LM71} =$	0,82	$Z_{LM71} =$	0,79	$Z_{LM71} =$	0,80
ZS		My kNm	Mz kNm	My kNm	Mz kNm	My kNm	Mz kNm
1		9,4	4,7	9,4	4,7	9,4	4,7
2		72,5	2,7	72,5	2,7	72,5	2,7
3		-0,9	32,3	-0,8	31,1	-0,9	31,5
4		1,3	8,0	1,2	7,7	1,2	7,8
5		1,3	1,9	1,3	1,9	1,3	1,9
UL Mz		264,1	42,7	264,1	42,7	264,1	42,7

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník
Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



5.7 Polopříčník S10

5.7.1 Vliv klopení

Viz odst. 4.8.1.

5.7.2 Průřezové charakteristiky

Viz odst. 4.8.2.

5.7.3 Koncový polopříčník v místě maximálního svislého kladného ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu.

5.7.4 Koncový polopříčník v místě maximálního vodorovného ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu.

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník
Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



5.8 Hlavní nosník – horní pás

5.8.1 Průřezové charakteristiky

Viz odst. 4.9.1.

5.8.2 Horní pás O5 v místě maximální normálové síly a svislého ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu.

5.9 Hlavní nosník – dolní pás

5.9.1 Průřezové charakteristiky

Viz odst. 4.10.1.

5.9.2 Dolní pás U5 v místě normálové tahové síly a maximálního svislého ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu.

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



5.10 Hlavní nosník – diagonály

5.10.1 Průřezové charakteristiky

Viz odst. 4.11.1.

5.10.2 Diagonála D1P v místě maximální tlakové síly a svislého ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

původní hodnoty				iterace č. 1		
				$Z_{LM71} = 0,82$		
ZS	N	My	Mz	N	My	Mz
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm
1	-141,8	-0,1	0,0	-141,8	-0,1	0,0
2	-173,7	-25,1	1,1	-173,7	-25,1	1,1
3	-42,0	-2,1	2,1	-34,4	-1,7	1,7
4	-22,0	2,6	-0,4	-18,0	2,1	-0,3
5	-12,3	1,3	-0,2	-12,3	1,3	-0,2
minN	-1125,1	-45,2	11,6	-1125,1	-45,2	11,6

				iterace č. 2		
				$Z_{LM71} = 0,83$		
ZS	N	My	Mz			
	kN	kNm	kNm			
1	-141,8	-0,1	0,0			
2	-173,7	-25,1	1,1			
3	-34,9	-1,7	1,7			
4	-18,3	2,2	-0,3			
5	-12,3	1,3	-0,2			
minN	-1125,1	-45,2	11,6			

5.10.3 Diagonála D2P (oslabená) v místě maximálního vodorovného ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu.

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



5.10.4 Diagonála D10L v místě maximální tlakové síly a vodorovného ohybového momentu

Výpočet zatížitelnosti je uveden v příloze na konci statického výpočtu. Výpočet je uveden v obou variantách – před iterací a po iteraci. V přehledu zatížitelnosti je uvedena hodnota zatížitelnosti po iteraci.

Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

původní hodnoty

ZS	Zatížení	N	My	Mz
		kN	kNm	kNm
1	VI. tíha	-233,9	0,2	-3,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	-97,5	11,3	-1,8
3	Rozjezdové a brzděné síly	-33,3	-0,2	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	-23,2	-0,1	0,0
5	Vitr - celkový účinek	-23,1	0,1	-0,1
minN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	-1594,2	-1,6	-10,3

ZS	iterace č. 1			iterace č. 2		
	$Z_{LM71} =$			$Z_{LM71} =$		
	0,73			0,74		
	N	My	Mz	N	My	Mz
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm
1	-233,9	0,2	-3,5	-233,9	0,2	-3,5
2	-97,5	11,3	-1,8	-97,5	11,3	-1,8
3	-24,3	-0,2	0,0	-24,6	-0,2	0,0
4	-16,9	-0,1	0,0	-17,2	-0,1	0,0
5	-23,1	0,1	-0,1	-23,1	0,1	-0,1
minN	-1594,2	-1,6	-10,3	-1594,2	-1,6	-10,3

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



6 POSOUZENÍ PŘECHODNOSTI - PODÉLNÍK

6.1 Traťová třída C3/70

Na mostě byla zjištěná minimální zatížitelnost $Z_{\min} = 0,64$ na podélníku POD 3P v místě maximálního svislého ohybového momentu z normálových napětí v dolních pravých vláknech. Vzhledem k tomu, že minimální zatížitelnost mostu $Z_{LM71} < 1,0$, je nutno ověřit přechodnost pro zatížení odpovídající požadované traťové třídě C3 při rychlosti 70 km/h.

6.1.1 Vnitřní síly pro $M_{y,\max}$ od LM71

Vnitřní síly na prutu

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní

Výběr : B232

Třída : ZS UIC

Dílec	css	dx [mm]	Stav	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
B232	POD 3P rev - podélníky	1592,000	UL-rozdel71-Min Vz	-78,29	158,38	0,62
B232	POD 3P rev - podélníky	0,000	UL-rozdel71-Max Vz	201,77	0,00	0,00
B232	POD 3P rev - podélníky	2125,000	UL-rozdel71-Min My	-0,18	-0,38	1,75
B232	POD 3P rev - podélníky	1592,000	UL-rozdel71-Max My	-62,80	199,56	-4,22
B232	POD 3P rev - podélníky	2125,000	UL-rozdel71-Min Mz	-7,40	91,59	-6,67
B232	POD 3P rev - podélníky	2125,000	UL-rozdel71-Max Mz	-0,16	-0,33	1,91

Účinek od LM71:

$M_{y,LM71} = 199,56 \text{ kNm}$

Účinek od LM71:

$M_{z,LM71} = -4,22 \text{ kNm}$

6.1.2 Odpovídající vnitřní síly od C3

Vnitřní síly na prutu

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní

Výběr : B232

Třída : C3

Dílec	css	dx [mm]	Stav	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
B232	POD 3P rev - podélníky	1770,830	UL-C3rozdel-Max My	-59,32	144,58	-3,00
B232	POD 3P rev - podélníky	0,000	UL-C3rozdel-Max My	133,91	0,00	0,00
B232	POD 3P rev - podélníky	2125,000	UL-C3rozdel-Min My	-0,11	-0,24	1,39
B232	POD 3P rev - podélníky	2125,000	UL-C3rozdel-Min Mz	-21,79	91,46	-5,02
B232	POD 3P rev - podélníky	2125,000	UL-C3rozdel-Max Mz	-0,11	-0,24	1,39

Účinek zatížení pro traťovou třídu C3 – svislý ohybový moment:

$M_{y,C3} = 144,58 \text{ kNm}$

Účinek zatížení pro traťovou třídu C3 – vodorovný ohybový moment:

$M_{z,C3} = -3,00 \text{ kNm}$

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník
Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



6.1.3 Výpočet podílu účinku na celkovém namáhání:

Hodnoty viz tabulka napětí od LM71 pro zatížitelnost podélníku od $M_y + M_z$.

Charakteristické napětí od M_y je 99,6 MPa

Charakteristické napětí od M_z je 11,1 MPa

$$99,6 + 11,1 = 110,7 \text{ MPa}$$

podíl napětí od svislého ohybového momentu na celkovém napětí:

$$99,6 / 110,7 = \mathbf{0,900}$$

podíl napětí od vodorovného ohybového momentu na celkovém napětí:

$$11,1 / 110,7 = \mathbf{0,100}$$

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



6.1.4 Stanovení přechodnosti ze dvou účinků (M_y , M_z)

STANOVENÍ PŘECHODNOSTI

km 12,884

Základní údaje

Podélník POD 3P

$z_{LM71} =$	0,64	zatížitelnost rozhodujícího prvku konstrukce
$L_f =$	7,25 m	náhradní délka
$F =$	1,60	dynamický součinitel pro výpočet zatížitelnosti
$v =$	70 km/h	návrhová rychlost \hat{a} $v =$ 19,4 m/s
$f_T =$	1,73	dynamický součinitel pro provozní zatížení

Posouzení přechodnosti

$$y = \frac{f_{Ti}}{F} = 1,084 \quad \text{součinitel dynamické redukce}$$

Účinky pro první příčinkovou čáru - ohybový moment ve svislé rovině

$k_1 =$	0,9	podíl účinků na celkovém namáhání prvku
$E_{LM71,k} =$	199,6 kNm	účinek zatěžovacího schématu LM71 na daný prvek - charakteristický
$g_{Q,LM71} =$	1,30	součinitel zatížení pro zatížení LM71 ve výpočtu zatížitelnosti
$E_{LM71,Ed} =$	259,4 kNm	účinek zatěžovacího schématu LM71 na daný prvek - návrhový
$E_{T,k} =$	144,6 kNm	účinek ověřovaného provozního zatížení pro daný prvek - charakteristický
$g_T =$	1,30	součinitel účinků provozního zatížení
$E_{T,Ed} =$	188,0 kNm	účinek ověřovaného provozního zatížení pro daný prvek - návrhový

$$I_{LM71} = \frac{E_{T,Ed}}{E_{LM71,Ed}} = 0,724 \quad \text{účinnost provozního zatížení pro 1. PČ}$$

Účinky pro druhou příčinkovou čáru - ohybový moment ve vodorovné rovině

$k_1 =$	0,1	podíl účinků na celkovém namáhání prvku
$E_{LM71,k} =$	4,2 kNm	účinek zatěžovacího schématu LM71 na daný prvek - charakteristický
$g_{Q,LM71} =$	1,30	součinitel zatížení pro zatížení LM71 ve výpočtu zatížitelnosti
$E_{LM71,Ed} =$	5,5 kNm	účinek zatěžovacího schématu LM71 na daný prvek - návrhový
$E_{T,k} =$	3,0 kNm	účinek ověřovaného provozního zatížení pro daný prvek - charakteristický
$g_T =$	1,30	součinitel účinků provozního zatížení
$E_{T,Ed} =$	3,9 kNm	účinek ověřovaného provozního zatížení pro daný prvek - návrhový

$$I_{LM71} = \frac{E_{T,Ed}}{E_{LM71,Ed}} = 0,711 \quad \text{účinnost provozního zatížení pro 1. PČ}$$

$$z_{UIC} = 0,64 < \hat{a} \cdot k_{y_i} \cdot I_{UIC,i} = 0,784$$

KONSTRUKCE **NENÍ** PŘECHODNÁ PRO TRAŽOVOU TŘÍDU **C3**
PŘI RYCHLOSTI **70 km/h**

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



6.2 Traťová třída C3/30

6.2.1 Stanovení přechodnosti ze dvou účinků (M_y , M_z)

STANOVENÍ PŘECHODNOSTI

km 12,884

Základní údaje

Podélník POD 3P

$z_{LM71} =$	0,64	zatížitelnost rozhodujícího prvku konstrukce
$L_f =$	7,25 m	náhradní délka
$F =$	1,60	dynamický součinitel pro výpočet zatížitelnosti
$v =$	30 km/h	návrhová rychlost \hat{a} $v =$ 8,3 m/s
$f_T =$	1,31	dynamický součinitel pro provozní zatížení

Posouzení přechodnosti

$$y = \frac{f_{Ti}}{F} = 0,819 \quad \text{součinitel dynamické redukce}$$

Účinky pro první příčinkovou čáru - ohybový moment ve svislé rovině

$k_1 =$	0,9	podíl účinků na celkovém namáhání prvku
$E_{LM71,k} =$	199,6 kNm	účinek zatěžovacího schématu LM71 na daný prvek - charakteristický
$g_{LM71} =$	1,30	součinitel zatížení pro zatížení LM71 ve výpočtu zatížitelnosti
$E_{LM71,Ed} =$	259,4 kNm	účinek zatěžovacího schématu LM71 na daný prvek - návrhový
$E_{T,k} =$	144,6 kNm	účinek ověřovaného provozního zatížení pro daný prvek - charakteristický
$g_T =$	1,30	součinitel účinků provozního zatížení
$E_{T,Ed} =$	188,0 kNm	účinek ověřovaného provozního zatížení pro daný prvek - návrhový

$$I_{LM71} = \frac{E_{T,Ed}}{E_{LM71,Ed}} = 0,724 \quad \text{účinnost provozního zatížení pro 1. PČ}$$

Účinky pro druhou příčinkovou čáru - ohybový moment ve vodorovné rovině

$k_1 =$	0,1	podíl účinků na celkovém namáhání prvku
$E_{LM71,k} =$	4,2 kNm	účinek zatěžovacího schématu LM71 na daný prvek - charakteristický
$g_{LM71} =$	1,30	součinitel zatížení pro zatížení LM71 ve výpočtu zatížitelnosti
$E_{LM71,Ed} =$	5,5 kNm	účinek zatěžovacího schématu LM71 na daný prvek - návrhový
$E_{T,k} =$	3,0 kNm	účinek ověřovaného provozního zatížení pro daný prvek - charakteristický
$g_T =$	1,30	součinitel účinků provozního zatížení
$E_{T,Ed} =$	3,9 kNm	účinek ověřovaného provozního zatížení pro daný prvek - návrhový

$$I_{LM71} = \frac{E_{T,Ed}}{E_{LM71,Ed}} = 0,711 \quad \text{účinnost provozního zatížení pro 1. PČ}$$

$$z_{UIC} = 0,64 \geq \hat{a} \cdot k_y \cdot I_{UIC,i} = 0,592$$

KONSTRUKCE JE PŘECHODNÁ PRO TRAŤOVOU TŘÍDU C3
PŘI RYCHLOSTI 30 km/h

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



7 POSOUZENÍ PŘECHODNOSTI – HLAVNÍ NOSNÍK

7.1 Traťová třída C3/70

Na hlavních nosnících byla zjištěná minimální zatížitelnost $Z_{\min} = 0,74$ na tlačené diagonále D10L z normálových napětí v horních levých vláknech. Vzhledem k tomu, že zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, bylo provedeno ověření přechodnosti pro zatížení odpovídající požadované traťové třídě C3 při rychlosti 70 km/h.

7.1.1 Vnitřní síly pro N_{\min} od LM71

Vnitřní síly na prutu

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní

Výběr : B127

Třída : ZS UIC

Dílec	css	dx [mm]	Stav	N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
B127	D10L - Komora fl	0,000	UL-rozdel71-Min N	-1594,20	-1,62	-9,76
B127	D10L - Komora fl	0,000	UL-rozdel71-Max N	0,48	0,01	0,00
B127	D10L - Komora fl	6336,600	UL-rozdel71-Min My	-666,68	-27,58	-2,83
B127	D10L - Komora fl	6336,600	UL-rozdel71-Max My	-964,33	27,80	-1,33
B127	D10L - Komora fl	0,000	UL-rozdel71-Min Mz	-1563,57	1,07	-10,29
B127	D10L - Komora fl	6336,600	UL-rozdel71-Max Mz	-957,48	23,66	3,27

Účinek od LM71:

$N_{LM71} = -1594,20 \text{ kNm}$

7.1.2 Odpovídající vnitřní síly od C3

Vnitřní síly na prutu

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní

Výběr : B127

Třída : C3

Dílec	css	dx [mm]	Stav	N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
B127	D10L - Komora fl	0,000	UL-C3rozdel-Min Mz	-1197,16	-2,64	-7,65
B127	D10L - Komora fl	4118,790	UL-C3rozdel-Max Mz	0,03	0,00	0,00
B127	D10L - Komora fl	6336,600	UL-C3rozdel-Min My	-124,88	-10,45	-5,70
B127	D10L - Komora fl	6336,600	UL-C3rozdel-Max My	-1172,21	10,61	-3,82
B127	D10L - Komora fl	6336,600	UL-C3rozdel-Max Mz	-1168,46	0,27	1,69

Účinek zatížení pro traťovou třídu C3

$N_{C3} = -1197,16 \text{ kNm}$

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



7.1.3 Stanovení přechodnosti z jednoho účinku (N_{min})

STANOVENÍ PŘECHODNOSTI

km 12,884

Základní údaje

Tlačená diagonála

$z_{LM71} =$	0,74	zatížitelnost rozhodujícího prvku konstrukce
$L_f =$	51,00 m	náhradní délka
$F =$	1,04	dynamický součinitel pro výpočet zatížitelnosti
$v =$	70 km/h	návrhová rychlost \hat{a} $v =$ 19,4 m/s
$f_T =$	1,09	dynamický součinitel pro provozní zatížení

Posouzení přechodnosti

$$y = \frac{f_{Ti}}{F} = 1,047 \quad \text{součinitel dynamické redukce}$$

$E_{LM71,k} =$ 1594,2 kN účinek zatěžovacího schématu LM-71 na daný prvek - charakteristický

$g_{LM71} =$ 1,30 součinitel zatížení pro zatížení LM71 ve výpočtu zatížitelnosti

$E_{LM71,Ed} =$ 2072,5 kN účinek zatěžovacího schématu LM-71 na daný prvek - návrhový

$E_{T,k} =$ 1197,2 kN účinek ověřovaného provozního zatížení pro daný prvek - charakteristický

$g_T =$ 1,30 součinitel účinků provozního zatížení

$E_{T,Ed} =$ 1556,3 kN účinek ověřovaného provozního zatížení pro daný prvek - návrhový

$$I_{LM71} = \frac{E_{T,Ed}}{E_{LM71,Ed}} = 0,751 \quad \text{účinnost provozního zatížení}$$

$$z_{UIC} = 0,74 < y I_{UIC} = 0,786$$

KONSTRUKCE NENÍ PŘECHODNÁ PRO TRAŤOVOU TŘÍDU C3
PŘI RYCHLOSTI 70 km/h

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



7.2 Traťová třída C3/10

7.2.1 Stanovení přechodnosti z jednoho účinku (N_{\min})

STANOVENÍ PŘECHODNOSTI

km 12,884

Základní údaje

Tlačená diagonála

$z_{LM71} =$	0,74	zatížitelnost rozhodujícího prvku konstrukce
$L_f =$	51,00 m	náhradní délka
$F =$	1,04	dynamický součinitel pro výpočet zatížitelnosti
$v =$	10 km/h	návrhová rychlost \hat{a} $v =$ 2,8 m/s
$f_T =$	1,05	dynamický součinitel pro provozní zatížení

Posouzení přechodnosti

$$y = \frac{f_{Ti}}{F} = 1,008 \quad \text{součinitel dynamické redukce}$$

$E_{LM71,k} =$ 1594,2 kN účinek zatěžovacího schématu LM-71 na daný prvek - charakteristický

$g_{LM71} =$ 1,30 součinitel zatížení pro zatížení LM71 ve výpočtu zatížitelnosti

$E_{LM71,Ed} =$ 2072,5 kN účinek zatěžovacího schématu LM-71 na daný prvek - návrhový

$E_{T,k} =$ 1197,2 kN účinek ověřovaného provozního zatížení pro daný prvek - charakteristický

$g_T =$ 1,30 součinitel účinků provozního zatížení

$E_{T,Ed} =$ 1556,3 kN účinek ověřovaného provozního zatížení pro daný prvek - návrhový

$$I_{LM71} = \frac{E_{T,Ed}}{E_{LM71,Ed}} = 0,751 \quad \text{účinnost provozního zatížení}$$

$$z_{UIC} = 0,74 < y \cdot I_{UIC} = 0,757$$

**KONSTRUKCE NENÍ PŘECHODNÁ PRO TRÁTOVOU TŘÍDU C3
PŘI RYCHLOSTI 10 km/h**

V souladu s požadavky zadavatele byla stanovena zatížitelnost při zbytkové životnosti 10 let.



8 ZBYTKOVÁ ŽIVOTNOST KONSTRUKCE

Návrhová životnost novostavby dle přílohy F.1 předpisu SŽ S5/1 činí 100 roků. Nosná konstrukce K03 byla vyrobena v r. 1967, její stáří je 56 roků. Podle současných předpisů tedy životnost konstrukce vyprší v roce 2067.

Vzhledem k nízké životnosti a zjištěným nedostatkům byla stanovena zbytková životnost na 10 roků. To je předpokládaná lhůta, za kterou bude nosná konstrukce zesílena. Tím se životnost konstrukce přinejmenším vrátí zpět na požadovanou dle přílohy F.1 předpisu SŽ S5/1.

8.1 Zbytková životnost 10 let

Stáří nosného prvku je 56 roků. Index dle tab. F.1 stanoven lineární interpolací:

	X	Y
A	50	3,155
B	56	3,127
C	60	3,108

F.1.4 Součinitel stálého zatížení

bt 3,127

$$\gamma_G = \gamma_{sd} \cdot (1 - \alpha_E \cdot \beta_t \cdot v_G)$$

vG	0,1
aE	-0,28
g _{sd}	1,05
gG	1,14

$g_s < 1,25$

Bude použit součinitel $g_s = 1,14$.

F.1.5 Součinitel zatížení železniční dopravou

$$\gamma_{Q,LM71} = \gamma_{sd} \cdot \frac{1 - v_Q [0,449 + 0,778 \cdot \ln(-\ln \Phi(-\alpha_E \cdot \beta_t))]}{1 - v_Q [0,449 + 0,778 \cdot \ln(-\ln(0,95))]}$$

vQ	0,29
aE	-0,7
g _{sd}	1,05

-aE * bt 2,1889

$\Phi(-\alpha_E \cdot \beta_t)$ 0,98566

g_{Q,LM71} 1,24

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



F.1.6 Součinitel klimatických zatížení

$$\gamma_Q = \gamma_{sd} \cdot \frac{1 - v_Q [0,449 - 0,778 \cdot \ln N + 0,778 \cdot \ln(-\ln \Phi(-\alpha_E \cdot \beta_t))]}{1 - v_Q [0,449 + 0,778 \cdot \ln(-\ln(0,98))]}$$

v _Q	0,125
a _E	-0,28
g _{sd}	1,05

$$-a_E \cdot \beta_t = 0,87556$$

$$\Phi(-\alpha_E \cdot \beta_t) = 0,80915$$

N	10 let
g _Q	1,05

F.1.7 Dílčí součinitel spolehlivosti oceli

$$\gamma_{M,i} = \gamma_{Rd} \frac{1 - k_{\alpha x} \cdot (1 - \kappa_k \cdot a_R) \cdot v_R}{m_a \left[1 + \alpha_R \cdot \beta_t \cdot (1 - \kappa_d \cdot a_R) \cdot \sqrt{v_R^2 + v_a^2} \right]}$$

g _{Rd}	1
k.alfax	1,645
m _a	1,03
v _a	0,067
v _r	0,081
a _r	0,183
kappa.d	0,354
kappa.k	0,2
alfa.R	-0,8

g _{M,0}	1,12
------------------	------

vyčíslení konstanty k_d:

	X	Y
A	50	0,358
B	56	0,354
C	60	0,352

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník
Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



8.1.1 Zatížitelnost podélníku POD 3P v místě maximálního svislého ohybového momentu

Materiálové vlastnosti

druh oceli	ocel 37
$f_y =$	230 MPa charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	205,4 MPa návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	205,4 MPa návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa modul pružnosti
$g_{M0} =$	1,12
$g_{M1} =$	1,20
$g_{M2} =$	1,30

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_f =$	7,250 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$f =$	1,60	dynam. součinitel vypočtený
$f =$	1,60	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,2280E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	5,6078E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	3,8147E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	213,7 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	55,7 mm	poloměr setrvačnosti
$i_{min} =$	55,7 mm	minimální poloměr setrvačnosti
$t =$	10 mm	tloušťka stojiny
$h_w =$	488 mm	výška stojiny účinná na smyk
$A_v =$	4880 mm ²	smyková plocha
$d =$	519 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	239 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	280 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



$b_{hor} =$	280 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	140 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	140 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	200 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	100 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	100 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	2,3464E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	2,0028E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	2,7248E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	3,8147E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	2,7248E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	3,8147E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak není uvažován

b	
$a =$	0,34
$b =$	1
$L_{cr} =$	4250 mm
$l =$	76,25
$l_1 =$	94,93
$l_d =$	0,803
$f =$	0,925
$c_y =$	1,000

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak není uvažován

c		křivka vzpěrné pevnosti
$a =$	0,49	součinitel imperfekce
$b =$	0,5	součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} =$	2125 mm	kritická délka
$l =$	38,13	štíhlost
$l_1 =$	94,93	srovnávací štíhlost
$l_d =$	0,402	poměrná štíhlost
$f =$	0,630	
$c_z =$	1,000	součinitel vzpěrnosti

$c =$	1,000	výsledný součinitel vzpěrnosti
-------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele

$m_M =$	1,05	součinitel vlivu excentricity
$a =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$x =$	1,00	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	Gr	y o	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3110	1	1	0,7	5,0	2,3	-0,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,14	1	1	1,3	5,8	5,2	-0,3
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,24	1	0,5	0,2	18,8	0,6	-2,7
4	Boční rázy (ostatní)	1,24	1	1	17,7	7,8	28,2	-10,7
5	Vítr - celkový účinek	1,05	0,5	1	0,7	0,9	2,4	-0,5
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,24	1	1	62,8	40,5	199,6	-4,2

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	Gr	y o	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3110	1	1	0,9	6,6	3,0	-0,8
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,14	1	1	1,4	6,6	5,9	-0,3
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,24	1	0,5	0,1	11,6	0,4	-1,6
4	Boční rázy (ostatní)	1,24	1	1	21,9	9,7	34,9	-13,2
5	Vítr - celkový účinek	1,05	0,5	1	0,3	0,5	1,3	-0,3
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,24	1	1	130,5	84,2	414,8	-8,8

					Lokální břemeno		
					síly	napětí	
ZS	Zatížení	Gr	y o	gr12	Fz kN	charakt. MPa	návrhové MPa
1	VI. tíha	1,3110	1	1	0,0	0,0	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,14	1	1	1,6	0,6	0,7
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,24	1	0,5	0,0	0,0	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,24	1	1	18,2	6,7	8,4
5	Vítr - celkový účinek	1,05	0,5	1	0,6	0,2	0,1
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,24	1	1	62,5	23,1	48,1

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 155,3 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pl,Rd} = 516,6 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (A.2)$$

$$h_3 = 0,301 \leq 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) je splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

						$Z_{LM71} =$
1 $h_{1,rs} =$	$\frac{34883,8}{2521785,7}$	+	$\frac{45491210,0}{411286352}$	+	$\frac{-16146380,0}{78337589}$	= 0,082
						0,99
2 $h_{1,rs} =$	$\frac{34883,8}{2521785,7}$	+	$\frac{45491210,0}{411286352}$	+	$\frac{16146380,0}{78337589}$	= 0,331
						0,58
3 $h_{1,rs} =$	$\frac{34883,8}{2521785,7}$	+	$\frac{-45491210,0}{481841751}$	+	$\frac{16146380,0}{55955421}$	= 0,208
						1,18
4 $h_{1,rs} =$	$\frac{34883,8}{2521785,7}$	+	$\frac{-45491210,0}{481841751}$	+	$\frac{-16146380,0}{55955421}$	= 0,369
						0,64

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1 $h_{1,LM71} =$	$\frac{84230,4}{2521785,7}$	+	$\frac{414832484}{411286352}$	+	$\frac{-8772264,4}{78337589}$	= 0,930
2 $h_{1,LM71} =$	$\frac{84230,4}{2521785,7}$	+	$\frac{414832484}{411286352}$	+	$\frac{8772264,4}{78337589}$	= 1,154
3 $h_{1,LM71} =$	$\frac{84230,4}{2521785,7}$	+	$\frac{-414832484}{481841751}$	+	$\frac{8772264,4}{55955421}$	= 0,671
4 $h_{1,LM71} =$	$\frac{84230,4}{2521785,7}$	+	$\frac{-414832484}{481841751}$	+	$\frac{-8772264,4}{55955421}$	= 0,984

$$Z_{LM71} = 0,58 \quad \text{z napětí v dolních pravých vláknech}$$

KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

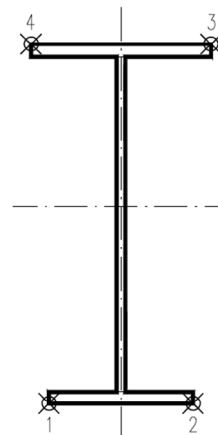
$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 100,5 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pl,Rd} = 516,6 \text{ kN}$$

$$h_3 = 0,194 \leq 0,5 \quad \text{Podmínka A.2 je splněna.}$$



Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Účinky lokálního zatížení

$$P = 129,9 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 15 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$c = 270 \text{ mm}$$

$$s_{z,LM71,Ed} = 48,1 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$h_{2,LM71} = 0,234 \quad (\text{A.17})$$

$$h_{2,rs} = 0,045 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 4,08 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \ Z_{LM71} = 1,32$$

$$2 \ Z_{LM71} = 0,94$$

$$3 \ Z_{LM71} = 1,54$$

$$4 \ Z_{LM71} = 1,04$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 0,94 \quad (\text{A.19})$$

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Vyšetřování napětí po průřezu

zs	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/W _{zp}	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	S _h MPa						S _d MPa					
1	0,4	-1,0	-2,1	2,1	-2,7	1,6	0,4	1,2	-1,5	1,5	0,0	3,1
2	0,5	-2,2	-0,9	0,9	-2,7	-0,8	0,5	2,6	-0,7	0,7	2,4	3,7
3	1,5	-0,3	-9,7	9,7	-8,5	11,0	1,5	0,3	-6,9	6,9	-5,1	8,8
4	0,6	-12,0	-39,1	39,1	-50,5	27,7	0,6	14,1	-27,9	27,9	-13,2	42,6
5	0,1	-1,0	-1,8	1,8	-2,7	0,8	0,1	1,2	-1,3	1,3	0,0	2,5
UL My	3,3	-85,1	-15,5	15,5	-97,2	-66,3	3,3	99,6	-11,1	11,1	91,9	114,0

zs	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/W _{zp}	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	S _h MPa						S _d MPa					
1	0,5	-1,3	-2,8	2,8	-3,5	2,0	0,5	1,5	-2,0	2,0	0,1	4,0
2	0,5	-2,5	-1,0	1,0	-3,0	-0,9	0,5	2,9	-0,7	0,7	2,7	4,2
3	0,9	-0,2	-6,0	6,0	-5,2	6,8	0,9	0,2	-4,3	4,3	-3,2	5,4
4	0,8	-14,9	-48,5	48,5	-62,6	34,4	0,8	17,4	-34,6	34,6	-16,4	52,8
5	0,0	-0,5	-0,9	0,9	-1,4	0,4	0,0	0,6	-0,7	0,7	0,0	1,3
UL My	6,9	-176,8	-32,2	32,2	-202,1	-137,7	6,9	207,1	-23,0	23,0	191,0	237,0

Vyčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$s_1 = \sqrt{s_y^2 + s_z^2 - s_y s_z + 3t^2} \cdot R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

$$s_1 = 230,22 \text{ MPa} \quad \%$$

S _{uic_y} = -176,8 MPa	S _{RS_y} = -19,4 MPa	0,77
S _{uic_z} = 48,1 MPa	S _{RS_z} = 9,1 MPa	0,23
t _{uc} = 0,0 MPa	t _{RS} = 0,0 MPa	0,00

Srovnávací napětí - dolní vlákna

$$s_1 = 263,19 \text{ MPa} \quad \%$$

S _{uic_y} = 207,1 MPa	S _{RS_y} = 22,7 MPa	0,82
S _{uic_z} = -48,1 MPa	S _{RS_z} = -9,1 MPa	0,18
t _{uc} = 0,0 MPa	t _{RS} = 0,0 MPa	0,00

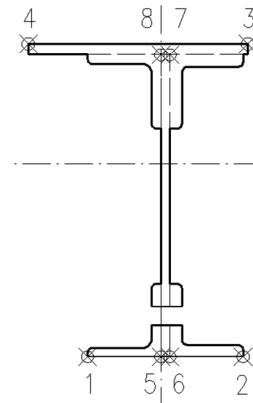
Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník
Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Ověření pružné únosnosti stěny

d =	519 mm	celková výška průřezu
zh =	224 mm	vzdálenost horních krajních vláken stěny od těžiště
zd =	264 mm	vzdálenost dolních krajních vláken stěny od těžiště
b _{hor} =	10 mm	celková šířka stěny
b _{p,hor} =	5 mm	vzdálenost pravých krajních vláken
b _{l,hor} =	5 mm	vzdálenost levých krajních vláken
W _{y,H} =	2,5035E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	2,1242E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,L} =	7,6294E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým vláknům
W _{z,P} =	7,6294E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům



$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

vlákna

5 h _{1,rs} =	$\frac{34883,8}{2521785,7}$	+	$\frac{45491210,0}{436212798}$	+	$\frac{-16146380,0}{1,5668E+09}$	=	0,108
6 h _{1,rs} =	$\frac{34883,8}{2521785,7}$	+	$\frac{45491210,0}{436212798}$	+	$\frac{16146380,0}{1566751786}$	=	0,128
7 h _{1,rs} =	$\frac{34883,8}{2521785,7}$	+	$\frac{45491210,0}{514107940}$	+	$\frac{16146380,0}{1566751786}$	=	0,113
8 h _{1,rs} =	$\frac{34883,8}{2521785,7}$	+	$\frac{45491210,0}{514107940}$	+	$\frac{-16146380,0}{1,5668E+09}$	=	0,092

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

5 h _{1,LM71} =	$\frac{84230,4}{2521785,7}$	+	$\frac{414832484}{436212798}$	+	$\frac{-8772264,4}{1,5668E+09}$	=	0,979
6 h _{1,LM71} =	$\frac{84230,4}{2521785,7}$	+	$\frac{414832484}{436212798}$	+	$\frac{8772264,4}{1566751786}$	=	0,990
7 h _{1,LM71} =	$\frac{84230,4}{2521785,7}$	+	$\frac{414832484}{514107940}$	+	$\frac{8772264,4}{1566751786}$	=	0,846
8 h _{1,LM71} =	$\frac{84230,4}{2521785,7}$	+	$\frac{414832484}{514107940}$	+	$\frac{-8772264,4}{1,5668E+09}$	=	0,835

$$Z_{LM71}^2 \cdot (\eta_{1,LM71}^2 + \eta_{2,LM71}^2 - \eta_{1,LM71} \cdot \eta_{2,LM71} + 3 \cdot \eta_{3,LM71}^2) +$$

$$+ Z_{LM71} \cdot (2 \cdot \eta_{1,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot \eta_{2,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \eta_{1,rs} \cdot \eta_{2,LM71} -$$

$$- \eta_{2,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot \eta_{3,rs} \cdot \eta_{3,LM71}) + \eta_{1,rs}^2 + \eta_{2,rs}^2 - \eta_{1,rs} \cdot \eta_{2,rs} + 3 \cdot \eta_{3,rs}^2 = 1$$

řešení kvadratické rovnice

vlákna	Z _{LM71} =						h _{3,rs} =	0,048
a	b	c	D	x1	x2		h _{3,LM71} =	0,253
5	0,97516	0,18970102	-0,984	3,875418562	0,912	-1,107		
6	0,99458	0,22759704	-0,98	3,951984585	0,885	-1,114		
7	0,76381	0,17397598	-0,983	3,034997341	1,027	-1,254		
8	0,74762	0,14237355	-0,987	2,971157191	1,058	-1,248		
					0,88			
Z _{LM71} =	0,88 zatížitelnost z pružné únosnosti stěny							

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

ZS	Zatížení	původní hodnoty		iterace č. 1	
		My	Mz	Z _{LM71} =	0,58
		kNm	kNm	kNm	kNm
1	VI. tíha	2,3	-0,6	2,3	-0,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	5,2	-0,3	5,2	-0,3
3	Rozjezdové a brzdné síly	0,6	-2,7	0,4	-1,5
4	Boční rázy (ostatní)	28,2	-10,7	16,3	-6,2
5	Vítr - celkový účinek	2,4	-0,5	2,4	-0,5
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	199,6	-4,2	199,6	-4,2

ZS	iterace č. 2		3 iterace č.		4	
	Z _{LM71} =	0,68	Z _{LM71} =	0,65	Z _{LM71} =	0,66
	My	Mz	My	Mz	My	Mz
	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm
1	2,3	-0,6	2,3	-0,6	2,3	-0,6
2	5,2	-0,3	5,2	-0,3	5,2	-0,3
3	0,4	-1,8	0,4	-1,7	0,4	-1,7
4	19,2	-7,2	18,3	-6,9	18,6	-7,0
5	2,4	-0,5	2,4	-0,5	2,4	-0,5
UL My	199,6	-4,2	199,6	-4,2	199,6	-4,2

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	Gr	y o	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3110	1	1	0,7	5,0	2,3	-0,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,14	1	1	1,3	5,8	5,2	-0,3
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,24	1	0,5	0,2	18,8	0,4	-1,7
4	Boční rázy (ostatní)	1,24	1	1	17,7	7,8	18,6	-7,0
5	Vítr - celkový účinek	1,05	0,5	1	0,7	0,9	2,4	-0,5
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,24	1	1	62,8	40,5	199,6	-4,2

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	Gr	y o	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3110	1	1	0,9	6,6	3,0	-0,8
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,14	1	1	1,4	6,6	5,9	-0,3
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,24	1	0,5	0,1	11,6	0,2	-1,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,24	1	1	21,9	9,7	23,1	-8,7
5	Vítr - celkový účinek	1,05	0,5	1	0,3	0,5	1,3	-0,3
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,24	1	1	130,5	84,2	414,8	-8,8

					Lokální břemeno		
					síly	napětí	
ZS	Zatížení	Gr	y o	gr12	Fz kN	charakt. MPa	návrhové MPa
1	VI. tíha	1,3110	1	1	0,0	0,0	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,14	1	1	1,6	0,6	0,7
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,24	1	0,5	0,0	0,0	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,24	1	1	18,2	6,7	8,4
5	Vítr - celkový účinek	1,05	0,5	1	0,6	0,2	0,1
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,24	1	1	62,5	23,1	48,1

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 155,3 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pl,Rd} = 516,6 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (A.2)$$

$$h_3 = 0,301 \leq 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) je splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

ákna						$Z_{LM71} =$	
1 $h_{1,rs} =$	$\frac{34883,8}{2521785,7}$	+	$\frac{33486150,0}{411286352}$	+	$\frac{-11097720,0}{78337589}$	$= 0,046$	1,03
2 $h_{1,rs} =$	$\frac{34883,8}{2521785,7}$	+	$\frac{33486150,0}{411286352}$	+	$\frac{11097720,0}{78337589}$	$= 0,237$	0,66
3 $h_{1,rs} =$	$\frac{34883,8}{2521785,7}$	+	$\frac{-33486150}{481841751}$	+	$\frac{11097720,0}{55955421}$	$= 0,143$	1,28
4 $h_{1,rs} =$	$\frac{34883,8}{2521785,7}$	+	$\frac{-33486150}{481841751}$	+	$\frac{-11097720,0}{55955421}$	$= 0,254$	0,76

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$h_{1,LM71} =$	$\frac{84230,4}{2521785,7}$	+	$\frac{414832484}{411286352}$	+	$\frac{-8772264,4}{78337589} = 0,930$
2	$h_{1,LM71} =$	$\frac{84230,4}{2521785,7}$	+	$\frac{414832484}{411286352}$	+	$\frac{8772264,4}{78337589} = 1,154$
3	$h_{1,LM71} =$	$\frac{84230,4}{2521785,7}$	+	$\frac{-414832484}{481841751}$	+	$\frac{8772264,4}{55955421} = 0,671$
4	$h_{1,LM71} =$	$\frac{84230,4}{2521785,7}$	+	$\frac{-414832484}{481841751}$	+	$\frac{-8772264,4}{55955421} = 0,984$

$$Z_{LM71} = 0,66 \quad \text{z napětí v dolních pravých vláknech}$$

KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

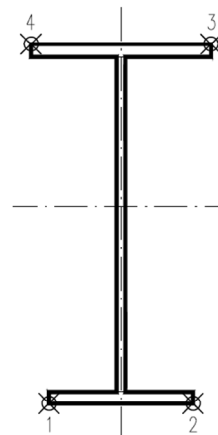
$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 111,1 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pl,Rd} = 516,6 \text{ kN}$$

$$h_3 = 0,215 \leq 0,5 \quad \text{Podmínka A.2 je splněna.}$$



Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Účinky lokálního zatížení

$$P = 129,9 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 15 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$c = 270 \text{ mm}$$

$$s_{z,LM71,Ed} = 48,1 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$h_{2,LM71} = 0,234 \quad (\text{A.17})$$

$$h_{2,rs} = 0,045 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 4,08 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \ Z_{LM71} = 1,35$$

$$2 \ Z_{LM71} = 1,01$$

$$3 \ Z_{LM71} = 1,61$$

$$4 \ Z_{LM71} = 1,13$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 1,01 \quad (\text{A.19})$$

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Vyšetřování napětí po průřezu

Napětí charakteristické												
horní okraj							dolní okraj					
N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/W _{zp}	celkem L	celkem P		N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
S _h							S _d					
MPa							MPa					
1	0,4	-1,0	-2,1	2,1	-2,7	1,6	0,4	1,2	-1,5	1,5	0,0	3,1
2	0,5	-2,2	-0,9	0,9	-2,7	-0,8	0,5	2,6	-0,7	0,7	2,4	3,7
3	1,5	-0,2	-6,4	6,4	-5,1	7,8	1,5	0,2	-4,6	4,6	-2,9	6,3
4	0,6	-7,9	-25,8	25,8	-33,1	18,5	0,6	9,3	-18,4	18,4	-8,5	28,3
5	0,1	-1,0	-1,8	1,8	-2,7	0,8	0,1	1,2	-1,3	1,3	0,0	2,5
UL My	3,3	-85,1	-15,5	15,5	-97,2	-66,3	3,3	99,6	-11,1	11,1	91,9	114,0

Napětí návrhové												
horní okraj							dolní okraj					
N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/W _{zp}	celkem L	celkem P		N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
S _h							S _d					
MPa							MPa					
1	0,5	-1,3	-2,8	2,8	-3,5	2,0	0,5	1,5	-2,0	2,0	0,1	4,0
2	0,5	-2,5	-1,0	1,0	-3,0	-0,9	0,5	2,9	-0,7	0,7	2,7	4,2
3	0,9	-0,1	-4,0	4,0	-3,1	4,8	0,9	0,1	-2,8	2,8	-1,8	3,9
4	0,8	-9,8	-32,0	32,0	-41,0	22,9	0,8	11,5	-22,8	22,8	-10,6	35,1
5	0,0	-0,5	-0,9	0,9	-1,4	0,4	0,0	0,6	-0,7	0,7	0,0	1,3
UL My	6,9	-176,8	-32,2	32,2	-202,1	-137,7	6,9	207,1	-23,0	23,0	191,0	237,0

Vyčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$s_1 = \sqrt{s_y^2 + s_z^2 - s_y s_z + 3t^2} \cdot R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

$$s_1 = 225,23 \text{ MPa}$$

%

$$s_{uic_y} = -176,8 \text{ MPa}$$

$$s_{RS_y} = -14,3 \text{ MPa}$$

$$0,76$$

$$s_{uic_z} = 48,1 \text{ MPa}$$

$$s_{RS_z} = 9,1 \text{ MPa}$$

$$0,24$$

$$t_{uc} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$t_{RS} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$0,00$$

Srovnávací napětí - dolní vlákna

$$s_1 = 257,31 \text{ MPa}$$

%

$$s_{uic_y} = 207,1 \text{ MPa}$$

$$s_{RS_y} = 16,7 \text{ MPa}$$

$$0,81$$

$$s_{uic_z} = -48,1 \text{ MPa}$$

$$s_{RS_z} = -9,1 \text{ MPa}$$

$$0,19$$

$$t_{uc} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$t_{RS} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$0,00$$

Přepočet zatížitelnosti

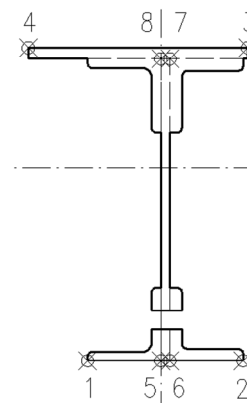
Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Ověření pružné únosnosti stěny

d =	519 mm	celková výška průřezu
zh =	224 mm	vzdálenost horních krajních vláken stěny od těžiště
zd =	264 mm	vzdálenost dolních krajních vláken stěny od těžiště
b _{hor} =	10 mm	celková šířka stěny
b _{p,hor} =	5 mm	vzdálenost pravých krajních vláken
b _{l,hor} =	5 mm	vzdálenost levých krajních vláken
W _{y,H} =	2,5035E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	2,1242E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,L} =	7,6294E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým vláknům
W _{z,P} =	7,6294E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům



$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

vlákna

5 h _{1,rs} =	$\frac{34883,8}{2521785,7}$	+	$\frac{33486150,0}{436212798}$	+	$\frac{-11097720,0}{1,5668E+09}$	=	0,084
6 h _{1,rs} =	$\frac{34883,8}{2521785,7}$	+	$\frac{33486150,0}{436212798}$	+	$\frac{11097720,0}{1566751786}$	=	0,098
7 h _{1,rs} =	$\frac{34883,8}{2521785,7}$	+	$\frac{33486150}{514107940}$	+	$\frac{11097720,0}{1566751786}$	=	0,086
8 h _{1,rs} =	$\frac{34883,8}{2521785,7}$	+	$\frac{33486150}{514107940}$	+	$\frac{-11097720,0}{1,5668E+09}$	=	0,072

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

5 h _{1,LM71} =	$\frac{84230,4}{2521785,7}$	+	$\frac{414832484}{436212798}$	+	$\frac{-8772264,4}{1,5668E+09}$	=	0,979
6 h _{1,LM71} =	$\frac{84230,4}{2521785,7}$	+	$\frac{414832484}{436212798}$	+	$\frac{8772264,4}{1566751786}$	=	0,990
7 h _{1,LM71} =	$\frac{84230,4}{2521785,7}$	+	$\frac{414832484}{514107940}$	+	$\frac{8772264,4}{1566751786}$	=	0,846
8 h _{1,LM71} =	$\frac{84230,4}{2521785,7}$	+	$\frac{414832484}{514107940}$	+	$\frac{-8772264,4}{1,5668E+09}$	=	0,835

$$Z_{LM71}^2 \cdot (\eta_{1,LM71}^2 + \eta_{2,LM71}^2 - \eta_{1,LM71} \cdot \eta_{2,LM71} + 3 \cdot \eta_{3,LM71}^2) +$$

$$+ Z_{LM71} \cdot (2 \cdot \eta_{1,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot \eta_{2,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \eta_{1,rs} \cdot \eta_{2,LM71} -$$

$$- \eta_{2,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot \eta_{3,rs} \cdot \eta_{3,LM71}) + \eta_{1,rs}^2 + \eta_{2,rs}^2 - \eta_{1,rs} \eta_{2,rs} + 3 \cdot \eta_{3,rs}^2 = 1$$

řešení kvadratické rovnice

vlákna	a	b	c	D	Z _{LM71} =	x1	x2	h _{3,rs} =	h _{3,LM71} =
5	0,97516	0,147828	-0,988	3,875197857	0,934	-1,085		0,048	0,253
6	0,99458	0,17392952	-0,986	3,95264254	0,912	-1,087			
7	0,76381	0,13524553	-0,988	3,035535041	1,052	-1,229			
8	0,74762	0,11348698	-0,989	2,970950869	1,077	-1,229			
					0,91				
Z _{LM71} =	0,91 zatížitelnost z pružné únosnosti stěny								

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



8.1.2 Posouzení přechodnosti – podélník POD 3P

8.1.2.1 Traťová třída C3/70

STANOVENÍ PŘECHODNOSTI

km 12,884

Základní údaje

Podélník POD 3P

$z_{LM71} =$	0,66	zatížitelnost rozhodujícího prvku konstrukce
$L_f =$	7,25 m	náhradní délka
$F =$	1,60	dynamický součinitel pro výpočet zatížitelnosti
$v =$	70 km/h	návrhová rychlost \hat{a} $v =$ 19,4 m/s
$f_T =$	1,73	dynamický součinitel pro provozní zatížení

Posouzení přechodnosti

$$y = \frac{f_{Ti}}{F} = 1,084 \quad \text{součinitel dynamické redukce}$$

Účinky pro první příčinkovou čáru - ohybový moment ve svislé rovině

$k_1 =$	0,9	podíl účinků na celkovém namáhání prvku
$E_{LM71,k} =$	199,6 kNm	účinek zatěžovacího schématu LM71 na daný prvek - charakteristický
$g_{Q,LM71} =$	1,24	součinitel zatížení pro zatížení LM71 ve výpočtu zatížitelnosti
$E_{LM71,Ed} =$	247,5 kNm	účinek zatěžovacího schématu LM71 na daný prvek - návrhový
$E_{T,k} =$	144,6 kNm	účinek ověřovaného provozního zatížení pro daný prvek - charakteristický
$g_T =$	1,24	součinitel účinků provozního zatížení
$E_{T,Ed} =$	179,3 kNm	účinek ověřovaného provozního zatížení pro daný prvek - návrhový

$$I_{LM71} = \frac{E_{T,Ed}}{E_{LM71,Ed}} = 0,724 \quad \text{účinnost provozního zatížení pro 1. PČ}$$

Účinky pro druhou příčinkovou čáru - ohybový moment ve vodorovné rovině

$k_1 =$	0,1	podíl účinků na celkovém namáhání prvku
$E_{LM71,k} =$	4,2 kNm	účinek zatěžovacího schématu LM71 na daný prvek - charakteristický
$g_{Q,LM71} =$	1,24	součinitel zatížení pro zatížení LM71 ve výpočtu zatížitelnosti
$E_{LM71,Ed} =$	5,2 kNm	účinek zatěžovacího schématu LM71 na daný prvek - návrhový
$E_{T,k} =$	3,0 kNm	účinek ověřovaného provozního zatížení pro daný prvek - charakteristický
$g_T =$	1,24	součinitel účinků provozního zatížení
$E_{T,Ed} =$	3,7 kNm	účinek ověřovaného provozního zatížení pro daný prvek - návrhový

$$I_{LM71} = \frac{E_{T,Ed}}{E_{LM71,Ed}} = 0,711 \quad \text{účinnost provozního zatížení pro 1. PČ}$$

$$z_{UIC} = 0,66 < \hat{a} \cdot k_{y,i} \cdot I_{UIC,i} = 0,784$$

KONSTRUKCE NENÍ PŘECHODNÁ PRO TRAŤOVOU TŘÍDU C3
PŘI RYCHLOSTI 70 km/h

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



8.1.2.2 Traťová třída C3/40

STANOVENÍ PŘECHODNOSTI

km 12,884

Základní údaje

Podélník POD 3P

$z_{LM71} =$	0,66	zatížitelnost rozhodujícího prvku konstrukce
$L_f =$	7,25 m	náhradní délka
$F =$	1,60	dynamický součinitel pro výpočet zatížitelnosti
$v =$	40 km/h	návrhová rychlost \hat{a} $v =$ 11,1 m/s
$f_T =$	1,42	dynamický součinitel pro provozní zatížení

Posouzení přechodnosti

$$y = \frac{f_{Ti}}{F} = 0,886 \quad \text{součinitel dynamické redukce}$$

Účinky pro první příčinkovou čáru - ohybový moment ve svislé rovině

$k_1 =$	0,9	podíl účinků na celkovém namáhání prvku
$E_{LM71,k} =$	199,6 kNm	účinek zatěžovacího schématu LM71 na daný prvek - charakteristický
$g_{Q,LM71} =$	1,24	součinitel zatížení pro zatížení LM71 ve výpočtu zatížitelnosti
$E_{LM71,Ed} =$	247,5 kNm	účinek zatěžovacího schématu LM71 na daný prvek - návrhový
$E_{T,k} =$	144,6 kNm	účinek ověřovaného provozního zatížení pro daný prvek - charakteristický
$g_T =$	1,24	součinitel účinků provozního zatížení
$E_{T,Ed} =$	179,3 kNm	účinek ověřovaného provozního zatížení pro daný prvek - návrhový

$$I_{LM71} = \frac{E_{T,Ed}}{E_{LM71,Ed}} = 0,724 \quad \text{účinnost provozního zatížení pro 1. PČ}$$

Účinky pro druhou příčinkovou čáru - ohybový moment ve vodorovné rovině

$k_1 =$	0,1	podíl účinků na celkovém namáhání prvku
$E_{LM71,k} =$	4,2 kNm	účinek zatěžovacího schématu LM71 na daný prvek - charakteristický
$g_{Q,LM71} =$	1,24	součinitel zatížení pro zatížení LM71 ve výpočtu zatížitelnosti
$E_{LM71,Ed} =$	5,2 kNm	účinek zatěžovacího schématu LM71 na daný prvek - návrhový
$E_{T,k} =$	3,0 kNm	účinek ověřovaného provozního zatížení pro daný prvek - charakteristický
$g_T =$	1,24	součinitel účinků provozního zatížení
$E_{T,Ed} =$	3,7 kNm	účinek ověřovaného provozního zatížení pro daný prvek - návrhový

$$I_{LM71} = \frac{E_{T,Ed}}{E_{LM71,Ed}} = 0,711 \quad \text{účinnost provozního zatížení pro 1. PČ}$$

$$z_{UIC} = 0,66 \geq \hat{a} \cdot k_{y_i} \cdot I_{UIC,i} = 0,641$$

KONSTRUKCE JE PŘECHODNÁ PRO TRAŤOVOU TŘÍDU C3
PŘI RYCHLOSTI 40 km/h

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník
Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



8.1.3 Zatížitelnost diagonály D10L v místě maximální tlakové síly a vodorovného ohybového momentu

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 16 mm vč.
$f_y =$	306,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	273,8 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	273,8 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$g_{M0} =$	1,12	
$g_{M1} =$	1,25	
$g_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_f =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$f =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$f =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,3520E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	3,1448E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,1422E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	152,5 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	91,9 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,5724E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,5724E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak je uvažován	
c	
a =	0,49
b =	1
$L_{cr} =$	6337 mm
$I =$	41,55
$I_1 =$	82,22
$I_d =$	0,505
f =	0,703
c =	0,840

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak je uvažován		křivka vzpěrné pevnosti
c		
a =	0,49	součinitel imperfekce
b =	1	součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} =$	6337 mm	kritická délka
$I =$	68,94	štíhlost
$I_1 =$	82,22	srovnávací štíhlost
$I_d =$	0,839	poměrná štíhlost
f =	1,008	
c =	0,638	součinitel vzpěrnosti

c =	0,638	výsledný součinitel vzpěrnosti
-----	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele

$m_M =$	1,05	součinitel vlivu excentricity
a =	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
x =	1,00	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	g _r	y _o	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3110	1	1	-233,9	0,2	-3,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,14	1	1	-97,5	11,3	-1,8
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,24	1	1	-33,3	-0,2	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,24	1	0,5	-23,2	-0,1	0,0
5	Vítr - celkový účinek	1,05	0,5	1	-23,1	0,1	-0,1
minN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,24	1	1	-1594,2	-1,6	-10,3

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	g _r	y _o	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3110	1	1	-306,7	0,2	-4,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1400	1	1	-111,1	12,9	-2,0
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,24	1	1	-41,3	-0,3	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,24	1	0,5	-14,4	0,0	0,0
5	Vítr - celkový účinek	1,05	0,5	1	-12,1	0,0	0,0
minN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,24	1	1	-2161,1	-1,6	-13,9

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

1	$h_{1,rs} =$	$\frac{-485544,9}{2361229,0}$	+	$\frac{12832570,0}{430444500}$	+	$\frac{-6671880,0}{250141800}$	=	0,202	$Z_{LM71} =$	0,82
2	$h_{1,rs} =$	$\frac{-485544,9}{2361229,0}$	+	$\frac{12832570,0}{430444500}$	+	$\frac{6671880,0}{250141800}$	=	0,149		0,99
3	$h_{1,rs} =$	$\frac{-485544,9}{2361229,0}$	+	$\frac{-12832570,0}{430444500}$	+	$\frac{6671880,0}{250141800}$	=	0,209		0,92
4	$h_{1,rs} =$	$\frac{-485544,9}{2361229,0}$	+	$\frac{-12832570,0}{430444500}$	+	$\frac{-6671880,0}{250141800}$	=	0,262		0,76

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

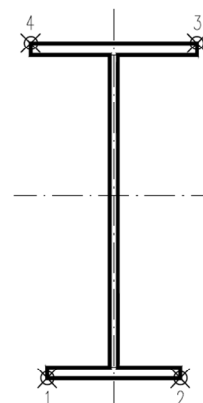
1	$h_{1,LM71} =$	$\frac{-2161113,5}{2361229,0}$	+	$\frac{-1620000}{430444500}$	+	$\frac{-13949227,3}{250141800}$	=	0,975
2	$h_{1,LM71} =$	$\frac{-2161113,5}{2361229,0}$	+	$\frac{-1620000}{430444500}$	+	$\frac{13949227,3}{250141800}$	=	0,863
3	$h_{1,LM71} =$	$\frac{-2161113,5}{2361229,0}$	+	$\frac{1620000}{430444500}$	+	$\frac{13949227,3}{250141800}$	=	0,856
4	$h_{1,LM71} =$	$\frac{-2161113,5}{2361229,0}$	+	$\frac{1620000}{430444500}$	+	$\frac{-13949227,3}{250141800}$	=	0,967

$Z_{LM71} = 0,76$ z napětí v horních levých vláknech

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/W _y	Mz/W _{zl}	Mz/W _{zp}	celkem L	celkem P	N/A	My/W _y	Mz/W _{zl}	Mz/W _{zp}	celkem L	celkem P
	S _h MPa						S _d MPa					
1	-17,3	-0,1	-3,9	-3,9	-21,3	-21,3	-17,3	0,1	-3,9	-3,9	-21,1	-21,1
2	-7,2	-7,2	-1,9	-1,9	-16,3	-16,3	-7,2	7,2	-1,9	-1,9	-2,0	-2,0
3	-2,5	0,1	0,0	0,0	-2,3	-2,3	-2,5	-0,1	0,0	0,0	-2,6	-2,6
4	-1,7	0,0	0,0	0,0	-1,7	-1,7	-1,7	0,0	0,0	0,0	-1,8	-1,8
5	-1,7	0,0	-0,1	-0,1	-1,8	-1,8	-1,7	0,0	-0,1	-0,1	-1,7	-1,7
minN	-117,9	1,0	-11,3	-11,3	-128,1	-128,1	-117,9	-1,0	-11,3	-11,3	-130,2	-130,2

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/W _y	Mz/W _{zl}	Mz/W _{zp}	celkem L	celkem P	N/A	My/W _y	Mz/W _{zl}	Mz/W _{zp}	celkem L	celkem P
	S _h MPa						S _d MPa					
1	-35,6	-0,1	-5,1	-5,1	-40,8	-40,8	-35,6	0,1	-5,1	-5,1	-40,5	-40,5
2	-12,9	-8,2	-2,2	-2,2	-23,3	-23,3	-12,9	8,2	-2,2	-2,2	-6,9	-6,9
3	-4,8	0,2	0,0	0,0	-4,6	-4,6	-4,8	-0,2	0,0	0,0	-5,0	-5,0
4	-1,7	0,0	0,0	0,0	-1,6	-1,6	-1,7	0,0	0,0	0,0	-1,7	-1,7
5	-1,4	0,0	0,0	0,0	-1,5	-1,5	-1,4	0,0	0,0	0,0	-1,4	-1,4
minN	-250,5	1,0	-15,3	-15,3	-264,8	-264,8	-250,5	-1,0	-15,3	-15,3	-266,8	-266,8



Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Zatížitelnost $Z_{LM71} < 1,0$, proto bylo v souladu s předpisem S5/1, odst. 4.7.8 přistoupeno k iteračnímu výpočtu.

původní hodnoty

ZS	Zatížení	N	My	Mz
		kN	kNm	kNm
1	VI. tíha	-233,9	0,2	-3,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	-97,5	11,3	-1,8
3	Rozjezdové a brzděné síly	-33,3	-0,2	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	-23,2	-0,1	0,0
5	Vítr - celkový účinek	-23,1	0,1	-0,1
minN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	-1594,2	-1,6	-10,3

ZS	iterace č. 1			iterace č. 2		
	$Z_{LM71} =$			$Z_{LM71} =$		
	N	My	Mz	N	My	Mz
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm
1	-233,9	0,2	-3,5	-233,9	0,2	-3,5
2	-97,5	11,3	-1,8	-97,5	11,3	-1,8
3	-25,3	-0,2	0,0	-25,6	-0,2	0,0
4	-17,6	-0,1	0,0	-17,9	-0,1	0,0
5	-23,1	0,1	-0,1	-23,1	0,1	-0,1
minN	-1594,2	-1,6	-10,3	-1594,2	-1,6	-10,3

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	g _r	y _o	gr11	N	My	Mz
					kN	kNm	kNm
1	VI. tíha	1,3110	1	1	-233,9	0,2	-3,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,14	1	1	-97,5	11,3	-1,8
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,24	1	1	-25,6	-0,2	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,24	1	0,5	-17,9	-0,1	0,0
5	Vítr - celkový účinek	1,05	0,5	1	-23,1	0,1	-0,1
minN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,24	1	1	-1594,2	-1,6	-10,3

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	g _r	y _o	gr11	N	My	Mz
					kN	kNm	kNm
1	VI. tíha	1,3110	1	1	-306,7	0,2	-4,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1400	1	1	-111,1	12,9	-2,0
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,24	1	1	-31,8	-0,2	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,24	1	0,5	-11,1	0,0	0,0
5	Vítr - celkový účinek	1,05	0,5	1	-12,1	0,0	0,0
minN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,24	1	1	-2161,1	-1,6	-13,9

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

1	$h_{1,rs} = \frac{-472735,1}{2361229,0} + \frac{12902444,0}{430444500} + \frac{-6671880,0}{250141800} = 0,197$	0,82
2	$h_{1,rs} = \frac{-472735,1}{2361229,0} + \frac{12902444,0}{430444500} + \frac{6671880,0}{250141800} = 0,144$	0,99
3	$h_{1,rs} = \frac{-472735,1}{2361229,0} + \frac{-12902444}{430444500} + \frac{6671880,0}{250141800} = 0,204$	0,93
4	$h_{1,rs} = \frac{-472735,1}{2361229,0} + \frac{-12902444}{430444500} + \frac{-6671880,0}{250141800} = 0,257$	0,77

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

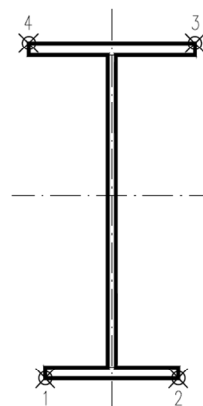
1	$h_{1,LM71} = \frac{-2161113,5}{2361229,0} + \frac{-1620000}{430444500} + \frac{-13949227,3}{250141800} = 0,975$
2	$h_{1,LM71} = \frac{-2161113,5}{2361229,0} + \frac{-1620000}{430444500} + \frac{13949227,3}{250141800} = 0,863$
3	$h_{1,LM71} = \frac{-2161113,5}{2361229,0} + \frac{1620000}{430444500} + \frac{13949227,3}{250141800} = 0,856$
4	$h_{1,LM71} = \frac{-2161113,5}{2361229,0} + \frac{1620000}{430444500} + \frac{-13949227,3}{250141800} = 0,967$

$Z_{LM71} = 0,77$ z napětí v horních levých vláknech

Vyšetřování napětí po průřezu

ZS	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/W _y	Mz/W _{zl}	Mz/W _{zp}	celkem L	celkem P	N/A	My/W _y	Mz/W _{zl}	Mz/W _{zp}	celkem L	celkem P
	S _h MPa						S _d MPa					
1	-17,3	-0,1	-3,9	-3,9	-21,3	-21,3	-17,3	0,1	-3,9	-3,9	-21,1	-21,1
2	-7,2	-7,2	-1,9	-1,9	-16,3	-16,3	-7,2	7,2	-1,9	-1,9	-2,0	-2,0
3	-1,9	0,1	0,0	0,0	-1,8	-1,8	-1,9	-0,1	0,0	0,0	-2,0	-2,0
4	-1,3	0,0	0,0	0,0	-1,3	-1,3	-1,3	0,0	0,0	0,0	-1,4	-1,4
5	-1,7	0,0	-0,1	-0,1	-1,8	-1,8	-1,7	0,0	-0,1	-0,1	-1,7	-1,7
minN	-117,9	1,0	-11,3	-11,3	-128,1	-128,1	-117,9	-1,0	-11,3	-11,3	-130,2	-130,2

ZS	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/W _y	Mz/W _{zl}	Mz/W _{zp}	celkem L	celkem P	N/A	My/W _y	Mz/W _{zl}	Mz/W _{zp}	celkem L	celkem P
	S _h MPa						S _d MPa					
1	-35,6	-0,1	-5,1	-5,1	-40,8	-40,8	-35,6	0,1	-5,1	-5,1	-40,5	-40,5
2	-12,9	-8,2	-2,2	-2,2	-23,3	-23,3	-12,9	8,2	-2,2	-2,2	-6,9	-6,9
3	-3,7	0,1	0,0	0,0	-3,6	-3,6	-3,7	-0,1	0,0	0,0	-3,8	-3,8
4	-1,3	0,0	0,0	0,0	-1,3	-1,3	-1,3	0,0	0,0	0,0	-1,3	-1,3
5	-1,4	0,0	0,0	0,0	-1,5	-1,5	-1,4	0,0	0,0	0,0	-1,4	-1,4
minN	-250,5	1,0	-15,3	-15,3	-264,8	-264,8	-250,5	-1,0	-15,3	-15,3	-266,8	-266,8



Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



8.1.1 Posouzení přechodnosti – diagonála D10L

8.1.1.1 Traťová třída C3/70

STANOVENÍ PŘECHODNOSTI

km 12,884

Základní údaje

Tlačená diagonála

$z_{LM71} =$	0,77	zatížitelnost rozhodujícího prvku konstrukce
$L_f =$	51,00 m	náhradní délka
$F =$	1,04	dynamický součinitel pro výpočet zatížitelnosti
$v =$	70 km/h	návrhová rychlost \hat{a} $v =$ 19,4 m/s
$f_T =$	1,09	dynamický součinitel pro provozní zatížení

Posouzení přechodnosti

$$y = \frac{f_{Ti}}{F} = 1,047 \quad \text{součinitel dynamické redukce}$$

$E_{LM71,k} =$ 1594,2 kN účinek zatěžovacího schématu LM-71 na daný prvek - charakteristický

$g_{Q,LM71} =$ 1,24 součinitel zatížení pro zatížení LM71 ve výpočtu zatížitelnosti

$E_{LM71,Ed} =$ 1976,8 kN účinek zatěžovacího schématu LM-71 na daný prvek - návrhový

$E_{T,k} =$ 1197,2 kN účinek ověřovaného provozního zatížení pro daný prvek - charakteristický

$g_T =$ 1,24 součinitel účinků provozního zatížení

$E_{T,Ed} =$ 1484,5 kN účinek ověřovaného provozního zatížení pro daný prvek - návrhový

$$I_{LM71} = \frac{E_{T,Ed}}{E_{LM71,Ed}} = 0,751 \quad \text{účinnost provozního zatížení}$$

$$z_{UIC} = 0,77 < y I_{UIC} = 0,786$$

KONSTRUKCE NENÍ PŘECHODNÁ PRO TRAŤOVOU TŘÍDU C3
PŘI RYCHLOSTI 70 km/h

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



8.1.1.2 Traťová třída C3/50

STANOVENÍ PŘECHODNOSTI

km 12,884

Základní údaje

Tlačená diagonála

$z_{LM71} =$	0,77	zatížitelnost rozhodujícího prvku konstrukce
$L_f =$	51,00 m	náhradní délka
$F =$	1,04	dynamický součinitel pro výpočet zatížitelnosti
$v =$	50 km/h	návrhová rychlost \hat{a} $v =$ 13,9 m/s
$f_T =$	1,06	dynamický součinitel pro provozní zatížení

Posouzení přechodnosti

$$y = \frac{f_{Ti}}{F} = 1,018 \quad \text{součinitel dynamické redukce}$$

$E_{LM71,k} = 1594,2 \text{ kN}$ účinek zatěžovacího schématu LM-71 na daný prvek - charakteristický

$g_{LM71} = 1,24$ součinitel zatížení pro zatížení LM71 ve výpočtu zatížitelnosti

$E_{LM71,Ed} = 1976,8 \text{ kN}$ účinek zatěžovacího schématu LM-71 na daný prvek - návrhový

$E_{T,k} = 1197,2 \text{ kN}$ účinek ověřovaného provozního zatížení pro daný prvek - charakteristický

$g_T = 1,24$ součinitel účinků provozního zatížení

$E_{T,Ed} = 1484,5 \text{ kN}$ účinek ověřovaného provozního zatížení pro daný prvek - návrhový

$$I_{LM71} = \frac{E_{T,Ed}}{E_{LM71,Ed}} = 0,751 \quad \text{účinnost provozního zatížení}$$

$$z_{UIC} = 0,77 \geq y I_{UIC} = 0,765$$

KONSTRUKCE JE PŘECHODNÁ PRO TRAŤOVOU TŘÍDU C3
PŘI RYCHLOSTI 50 km/h



9 STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI SPODNÍ STAVBY

V souladu s pokyny zadavatele a v souladu s 4.8.1 předpisu SŽ S5/1 zatížitelnost spodní stavby **nebyla stanovována**. Stavební a konstrukční stav SS zjištěný v době podrobné vizuální prohlídky mostu není limitní pro zatížitelnost a přechodnost mostu.

Spodní stavba nevykazuje viditelné statické poruchy. Vzhledem k tomu, že se nezvyšuje zatížení základové spáry a spodní stavba nevykazuje jiné statické poruchy a příznaky nadměrného sedání, je zřejmé, že nebude limitujícím prvkem z hlediska zatížitelnosti.



10 ZÁVĚR

Vzhledem k velmi nízkým zatížitelnostem byly po projednání s odborným útvarem zadavatele provedeny změny výpočetního modelu. Dále byly aplikovány dílčí výpočetní úlevy, a sice snížený vliv excentricity, redukce statistického souboru odebraných vzorků oceli a snížení uvažované rychlosti větru dle údajů z ČHMÚ.

Původní výpočty zatížitelnosti jednotlivých prvků byly ponechány v odst. 4 tohoto přepočtu. Byly doplněny o nové výpočty vybraných kritických prvků limitujících pro výslednou zatížitelnost. Jsou uvedeny v odst. 5 tohoto přepočtu a k nim se vztahuje výpočet přechodnosti.

Byla uvažována zbytková životnost 10 let.

Na mostě byla zjištěna druhá minimální zatížitelnost $Z_{min} = 0,66$ na podélníku POD 3P v místě maximálního svislého ohybového momentu z normálových napětí v dolních pravých vláknech.

Nosná konstrukce není přechodná pro provozní zatížení odpovídající traťové třídě C3 s přidruženou rychlostí 70 km/h dle EN 15528 a nesplňuje tak požadavek zadavatele.

Nosná konstrukce je přechodná pro provozní zatížení odpovídající traťové třídě C3 s přidruženou rychlostí 40 km/h dle EN 15528.

Doporučujeme provést zesílení nosné konstrukce, zejména podélníků, příčníků a kritických diagonál.

Úpravu je třeba řešit komplexně a spočítat zatížitelnosti ostatních prvků nosné konstrukce v návaznosti na zvoleném řešení. To však není předmětem tohoto přepočtu. Pro případnou stavební úpravu bude třeba zpracovat samostatný projekt, jehož součástí bude statický výpočet.

V Hradci Králové 6/2023

Ing. Zdeněk Lakmayer

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa

Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Příloha č.1 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI

MOST V KM 12,884

BEROUN – RAKOVNÍK

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI K ODST. 4

471 stran

**STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI K ODST. 5
S UVAŽOVÁNÍM ÚLEV**

104 stran

Počet stran přílohy: 575

SEZNAM VÝPOČTŮ ZATÍŽITELNOSTI

prvek	průřez	účinek	počet stran	poznámka
Podélník	POD 1P	My,max	6	
		Vz,max	-	viz odst. 4.1.4
	POD 2P	My,max	5	před iterací
			5	po iteraci
		Vz,max	-	viz odst. 4.2.4
	POD 3P	My,max	6	před iterací
			6	po iteraci
		Mz,max	6	před iterací
			6	po iteraci
		Vz,max	-	viz odst. 4.3.5
	POD 4P	My,max	6	před iterací
			6	po iteraci
		Mz,max	6	před iterací
			6	po iteraci
		Vz,max	-	viz odst. 4.4.5
Příčník	PR S1	My,max	6	před iterací
			6	po iteraci
		Mz,max	6	před iterací
			6	po iteraci
		Vz,max	-	viz odst. 4.5.5
		N-,max	6	před iterací
	PR S2		6	po iteraci
		My,max	6	před iterací
			6	po iteraci
		Mz,max	6	před iterací
			6	po iteraci
		Vz,max	-	viz odst. 4.6.5
		N-,max	6	před iterací
Koncový polopříčník	POLOPR S10		6	po iteraci
		My,max	6	před iterací
			6	po iteraci
		Mz,max	6	před iterací
			6	po iteraci
		Vz,max	-	viz odst. 4.7.3

SEZNAM VÝPOČTŮ ZATÍŽITELNOSTI

prvek	průřez	účinek	počet stran	poznámka
Hlavní nosník - horní pás	O1	N+My	3	před iterací
			3	po iteraci
		N+Mz	3	
	O2	N+My	3	před iterací
			3	po iteraci
		N+Mz	3	
	O3	N+My	3	před iterací
			3	po iteraci
	O4	N-,max	3	před iterací
			3	po iteraci
		N+My	3	před iterací
			3	po iteraci
		N+Mz	3	před iterací
			3	po iteraci
	O5	N+My	3	před iterací
			3	po iteraci
		N+Mz	3	před iterací
			3	po iteraci
	O6	N+My	3	před iterací
			3	po iteraci
		N+Mz	3	před iterací
			3	po iteraci

SEZNAM VÝPOČTŮ ZATÍŽITELNOSTI

prvek	průřez	účinek	počet stran	poznámka
Hlavní nosník - dolní pás	U1	N+,max	3	před iterací
			3	po iteraci
		N+My	3	před iterací
			3	po iteraci
	U2	N+,max	3	před iterací
			3	po iteraci
		N+My	3	před iterací
			3	po iteraci
	U3	N+,max	3	před iterací
			3	po iteraci
		N+My	3	před iterací
			3	po iteraci
	U4	N-,max	3	před iterací
			3	po iteraci
		N+Mz	3	
		N+My	3	před iterací
			3	po iteraci
	U5	N-,max	3	před iterací
			3	po iteraci
		N,max+My	3	před iterací
			3	po iteraci
		N,max+Mz	3	před iterací
			3	po iteraci
		N,min+My,min	3	před iterací
			3	po iteraci
		N+Mz,max	3	před iterací
			3	po iteraci

SEZNAM VÝPOČTŮ ZATÍŽITELNOSTI

prvek	průřez	účinek	počet stran	poznámka
Hlavní nosník - diagonály	D1P	N ₋ ,max+My	3	před iterací
			3	po iteraci
		N ₋ ,max+Mz	3	před iterací
			3	po iteraci
		N+Mz,max	3	
	D2P oslab	N+My	3	před iterací
			3	po iteraci
		N+Mz	3	před iterací
			3	po iteraci
	D3P	N+My	3	před iterací
			3	po iteraci
		N+Mz	3	před iterací
			3	po iteraci
	D4	N+My	3	před iterací
			3	po iteraci
		N+Mz	3	
	D9P oslab	N+My	3	před iterací
			3	po iteraci
		N+Mz	3	před iterací
			3	po iteraci
	D10P	N+My	3	před iterací
			3	po iteraci
		N+Mz	3	před iterací
			3	po iteraci
	D1L	N ₋ ,max+My	3	před iterací
			3	po iteraci
		N ₋ ,max+Mz	3	před iterací
			3	po iteraci
		N+Mz,max	3	
	D2L oslab	N ₊ ,max	3	před iterací
			3	po iteraci
		N+My	3	před iterací
			3	po iteraci
		N+Mz	3	před iterací
			3	po iteraci
	D3L	N ₋ ,max	3	před iterací
			3	po iteraci
		N+My	3	před iterací
			3	po iteraci
		N+Mz	3	před iterací
			3	po iteraci

SEZNAM VÝPOČTŮ ZATÍŽITELNOSTI

prvek	průřez	účinek	počet stran	poznámka
Hlavní nosník - diagonály	D9L oslab	N,max+Mz	3	před iterací
			3	po iteraci
		N+My,max	3	před iterací
			3	po iteraci
		N+Mz,max	3	před iterací
			3	po iteraci
	D10L	N+Mz	3	před iterací
			3	po iteraci
		N+My	3	před iterací
			3	po iteraci
Hlavní nosník - svislice	V1 oslab	N+My	3	
		N+Mz	3	
Celkem			466	

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
E	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0}	1,10	
γ_{M1}	1,20	
γ_{M2}	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	1088 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ	3,986 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ	1,93	dynam. součinitel vypočtený
ϕ	1,93	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A	9,6960E+03 mm ²	plocha průřezu
I_y	1,3230E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z	2,4900E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y	116,8 mm	poloměr setrvačnosti
i_z	50,7 mm	poloměr setrvačnosti
i_{min}	50,7 mm	minimální poloměr setrvačnosti
t	12 mm	tloušťka stojiny
h_w	248 mm	výška stojiny účinná na smyk
A_v	2976 mm ²	smyková plocha
d	280 mm	celková výška průřezu
z_h	136 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d	144 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
b_{hor}	220 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$	110 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$	110 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol}	200 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$	100 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$	100 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H}$	9,7279E+05 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$	9,1875E+05 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$	2,2636E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$	2,4900E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$	2,2636E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$	2,4900E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlacených prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak není uvažován

b	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	1088 mm
$\lambda =$	21,47
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,213
$\phi =$	0,525
$\chi_y =$	1,000

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak není uvažován

c		křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,49	součinitel imperfekce
$\beta =$	0,5	součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} =$	544 mm	kritická délka
$\lambda =$	10,73	štíhlost
$\lambda_1 =$	100,65	srovnávací štíhlost
$\lambda_d =$	0,107	poměrná štíhlost
$\phi =$	0,483	
$\chi_z =$	1,000	součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	1,000	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení

gr12

Kombinace zatížení dle výrazu

6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,1	4,8	0,1	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	0,2	6,7	0,4	0,0
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	0,5	6,6	66,6	0,0	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	2,6	6,6	3,1	4,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	1,4	10,4	2,8	0,9
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	68,9	-2,1	33,5	0,0

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,1	6,5	0,2	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	0,2	7,9	0,4	0,0
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	0,5	4,3	43,3	0,0	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	3,4	8,6	4,0	5,5
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	0,9	7,0	1,9	0,6
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	192,0	-2,1	93,3	0,0

					Lokální břemeno		
					síly	napětí	
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Fz kN	charakt. MPa	návrhové MPa
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,0	0,0	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	1,6	0,5	0,6
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	0,5	0,0	0,0	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	18,2	5,6	7,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	10,5	3,2	2,2
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	62,5	19,1	53,4

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 200,9 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pl,Rd} = 290,5 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$\eta_3 = 0,691 > 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) není splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

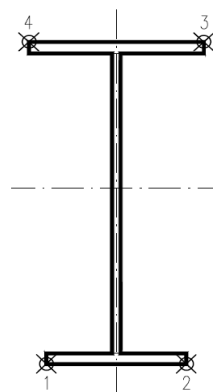
$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{73297,9}{1803456,0}$	+	$\frac{6498718,8}{170887500}$	+	$\frac{6113250,0}{46314000}$	=	0,211	1,45
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{73297,9}{1803456,0}$	+	$\frac{6498718,8}{170887500}$	+	$\frac{-6113250,0}{46314000}$	=	0,053	1,74
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{73297,9}{1803456,0}$	+	$\frac{-6498719}{180939706}$	+	$\frac{-6113250,0}{42103636}$	=	0,140	1,66
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{73297,9}{1803456,0}$	+	$\frac{-6498719}{180939706}$	+	$\frac{6113250,0}{42103636}$	=	0,150	1,64

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2100,0}{1803456,0}$	+	$\frac{93298744}{170887500}$	+	$\frac{0,0}{46314000}$	=	0,545
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2100,0}{1803456,0}$	+	$\frac{93298744}{170887500}$	+	$\frac{0,0}{46314000}$	=	0,545
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2100,0}{1803456,0}$	+	$\frac{-93298744}{180939706}$	+	$\frac{0,0}{42103636}$	=	0,517
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2100,0}{1803456,0}$	+	$\frac{-93298744}{180939706}$	+	$\frac{0,0}{42103636}$	=	0,517

$$Z_{LM71} = 1,45 \quad \text{z napětí v dolních levých vláknech}$$



KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 287,1 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 290,5 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = 0,988 > 0,5 \quad \text{Podmínka A2. není splněna, je třeba postupovat dle A.2.2.12, vztah (A.11).}$$

Účinky lokálního zatížení

$$P = 174,3 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 16 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 12 \text{ mm}$$

$$c = 272 \text{ mm}$$

$$\sigma_{z,LM71,Ed} = 53,4 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,LM71} = 0,287 \quad (\text{A.17})$$

$$\eta_{2,rs} = 0,054 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 3,30 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \quad Z_{LM71} = 1,63$$

$$2 \quad Z_{LM71} = 1,80$$

$$3 \quad Z_{LM71} = 1,76$$

$$4 \quad Z_{LM71} = 1,75$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 1,63 \quad (\text{A.19})$$

Vyšetřování napětí po průřezu

Napětí charakteristické												
horní okraj							dolní okraj					
N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P		N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
ZS	σ_h						σ_d					
	MPa						MPa					
1	0,5	-0,1	0,0	0,0	0,4	0,4	0,5	0,1	0,0	0,0	0,6	0,6
2	0,7	-0,4	0,0	0,0	0,3	0,3	0,7	0,4	0,0	0,0	1,1	1,1
3	6,9	0,0	0,0	0,0	6,9	6,9	6,9	0,0	0,0	0,0	6,9	6,9
4	0,7	-3,2	18,7	-18,7	16,2	-21,2	0,7	3,4	17,0	-17,0	21,0	-13,0
5	1,1	-2,9	4,0	-4,0	2,2	-5,9	1,1	3,1	3,7	-3,7	7,8	0,5
UL My	-0,2	-34,4	0,0	0,0	-34,6	-34,6	-0,2	36,4	0,0	0,0	36,2	36,2

Napětí návrhové												
horní okraj							dolní okraj					
N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P		N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
ZS	σ_h						σ_d					
	MPa						MPa					
1	0,7	-0,2	0,0	0,0	0,5	0,5	0,7	0,2	0,0	0,0	0,8	0,8
2	0,8	-0,4	0,0	0,0	0,4	0,4	0,8	0,5	0,0	0,0	1,3	1,3
3	4,5	0,0	0,0	0,0	4,5	4,5	4,5	0,0	0,0	0,0	4,5	4,5
4	0,9	-4,1	24,3	-24,3	21,1	-27,5	0,9	4,4	22,1	-22,1	27,3	-16,8
5	0,7	-2,0	2,7	-2,7	1,5	-4,0	0,7	2,1	2,5	-2,5	5,3	0,3
UL My	-0,2	-95,9	0,0	0,0	-96,1	-96,1	-0,2	101,5	0,0	0,0	101,3	101,3

Výčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau^2} \leq R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

$\sigma_1 =$ 145,08 MPa < 186,0 MPa **VYHOVUJE** %

$\sigma_{uicy} =$ -95,9 MPa

$\sigma_{RSy} =$ -6,7 MPa

0,47

$\sigma_{uicz} =$ 53,4 MPa

$\sigma_{RSz} =$ 10,0 MPa

0,53

$\tau_{uic} =$ 0,0 MPa

$\tau_{RS} =$ 0,0 MPa

0,00

Srovnávací napětí - dolní vlákna

$\sigma_1 =$ 150,68 MPa < 186,0 MPa **VYHOVUJE** %

$\sigma_{uicy} =$ 101,5 MPa

$\sigma_{RSy} =$ 7,1 MPa

0,50

$\sigma_{uicz} =$ -53,4 MPa

$\sigma_{RSz} =$ -10,0 MPa

0,50

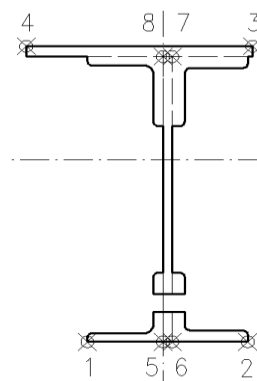
$\tau_{uic} =$ 0,0 MPa

$\tau_{RS} =$ 0,0 MPa

0,00

Ověření pružné únosnosti stěny

d =	280 mm	celková výška průřezu
zh =	120 mm	vzdálenost horních krajních vláken stěny od těžiště
zd =	128 mm	vzdálenost dolních krajních vláken stěny od těžiště
b _{hor} =	12 mm	celková šířka stěny
b _{p,hor} =	6 mm	vzdálenost pravých krajních vláken
b _{l,hor} =	6 mm	vzdálenost levých krajních vláken
W _{y,H} =	1,1025E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	1,0336E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,L} =	4,1500E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým vláknům
W _{z,P} =	4,1500E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům



$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

vlákna

5	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{73297,9}{1803456,0}$	+	$\frac{6498718,8}{192248438}$	+	$\frac{6113250,0}{7,7190E+08}$	=	0,082
6	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{73297,9}{1803456,0}$	+	$\frac{6498718,8}{192248438}$	+	$\frac{-6113250,0}{771900000}$	=	0,067
7	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{73297,9}{1803456,0}$	+	$\frac{6498719}{205065000}$	+	$\frac{-6113250,0}{771900000}$	=	0,064
8	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{73297,9}{1803456,0}$	+	$\frac{6498719}{205065000}$	+	$\frac{6113250,0}{7,7190E+08}$	=	0,080

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

5	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2100,0}{1803456,0}$	+	$\frac{93298744}{192248438}$	+	$\frac{0,0}{7,7190E+08}$	=	0,484
6	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2100,0}{1803456,0}$	+	$\frac{93298744}{192248438}$	+	$\frac{0,0}{771900000}$	=	0,484
7	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2100,0}{1803456,0}$	+	$\frac{93298744}{205065000}$	+	$\frac{0,0}{771900000}$	=	0,454
8	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2100,0}{1803456,0}$	+	$\frac{93298744}{205065000}$	+	$\frac{0,0}{7,7190E+08}$	=	0,454

$$Z_{LM71}^2 \cdot (\eta_{1,LM71}^2 + \eta_{2,LM71}^2 - \eta_{1,LM71} \cdot \eta_{2,LM71} + 3 \cdot \eta_{3,LM71}^2) + \\ + Z_{LM71} \cdot (2 \cdot \eta_{1,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot \eta_{2,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \eta_{1,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \\ - \eta_{2,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot 2 \cdot \eta_{3,rs} \cdot \eta_{3,LM71}) + \eta_{1,rs}^2 + \eta_{2,rs}^2 - \eta_{1,rs} \eta_{2,rs} + 3 \cdot \eta_{3,rs}^2 = 1$$

řešení kvadratické rovnice

vlákna				Z _{LM71} =			η _{3,rs} =	0,030
a	b	c	D	x1	x2		η _{3,LM71} =	0,661
5	1,4885	0,105189	-0,992	5,9172686	0,782	-0,852		
6	1,4885	0,0943988	-0,993	5,92408327	0,786	-0,849		
7	1,4688	0,0906838	-0,994	5,84589823	0,792	-0,854		
8	1,4688	0,1005131	-0,992	5,83932147	0,788	-0,857		
				0,78				
Z _{LM71} =				0,78 zatížitelnost z pružné únosnosti stěny				

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	2014 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	4,912 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,80	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,80	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	1,0088E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	1,1092E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	2,7561E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	104,9 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	52,3 mm	poloměr setrvačnosti
$i_{min} =$	52,3 mm	minimální poloměr setrvačnosti
t =	12 mm	tloušťka stojiny
$h_w =$	214 mm	výška stojiny účinná na smyk
$A_v =$	2568 mm ²	smyková plocha
d =	250 mm	celková výška průřezu
zh =	129 mm	vzdálenost horních krajních vláken
zd =	121 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	220 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	110 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	110 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	200 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	100 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	100 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	8,5984E+05 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	9,1669E+05 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	2,5055E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	2,7561E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	2,5055E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	2,7561E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlacených prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak je uvažován

b	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	2014 mm
$\lambda =$	38,53
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,383
$\phi =$	0,604
$\chi_y =$	0,933

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak je uvažován

c	
$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	2014 mm
$\lambda =$	38,53
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,383
$\phi =$	0,618
$\chi_z =$	0,906

křivka vzpěrné pevnosti
součinitel imperfekce
součinitel vzpěrné délky
kritická délka
štíhlost
srovnávací štíhlost
poměrná štíhlost

součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	0,906	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,4	-1,3	0,3	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	1,3	-1,6	0,9	0,0
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	6,6	-24,5	0,0	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	9,1	-1,7	8,6	-11,9
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	10,4	-0,4	7,1	-2,3
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	206,9	0,6	98,2	0,0

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,6	-1,8	0,4	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	1,6	-1,9	1,1	0,0
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	4,3	-15,9	0,0	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	11,8	-2,3	11,2	-15,4
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	7,0	-0,3	4,8	-1,5
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	537,9	0,6	255,3	0,0

					Lokální břemeno		
					síly	napětí	
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Fz kN	charakt. MPa	návrhové MPa
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,0	0,0	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	1,6	0,5	0,6
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	0,0	0,0	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	18,2	5,6	7,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	10,5	3,2	2,2
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	62,5	19,1	49,8

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 563,1 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pl,Rd} = 250,7 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$\eta_3 = 2,246 > 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) není splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

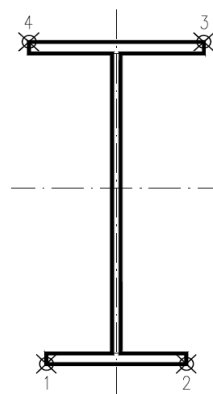
$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-22174,9}{1700670,1}$	+	$\frac{17488000,0}{170505124}$	+	$\frac{-16957000,0}{51263460}$	=	0,241	0,51
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-22174,9}{1700670,1}$	+	$\frac{17488000,0}{170505124}$	+	$\frac{16957000,0}{51263460}$	=	0,420	0,39
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-22174,9}{1700670,1}$	+	$\frac{-17488000}{159931163}$	+	$\frac{16957000,0}{46603145}$	=	0,241	0,48
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-22174,9}{1700670,1}$	+	$\frac{-17488000}{159931163}$	+	$\frac{-16957000,0}{46603145}$	=	0,486	0,32

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{620,0}{1700670,1}$	+	$\frac{255322257}{170505124}$	+	$\frac{0,0}{51263460}$	=	1,498
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{620,0}{1700670,1}$	+	$\frac{255322257}{170505124}$	+	$\frac{0,0}{51263460}$	=	1,498
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{620,0}{1700670,1}$	+	$\frac{-255322257}{159931163}$	+	$\frac{0,0}{46603145}$	=	1,596
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{620,0}{1700670,1}$	+	$\frac{-255322257}{159931163}$	+	$\frac{0,0}{46603145}$	=	1,596

$$Z_{LM71} = 0,32 \quad \text{z napětí v horních levých vláknech}$$



KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 198,4 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 250,7 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = 0,791 > 0,5 \quad \text{Podmínka A2. není splněna, je třeba postupovat dle A.2.2.12, vztah (A.11).}$$

Účinky lokálního zatížení

$$P = 162,5 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 16 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 12 \text{ mm}$$

$$c = 272 \text{ mm}$$

$$\sigma_{z,LM71,Ed} = 49,8 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,LM71} = 0,268 \quad (\text{A.17})$$

$$\eta_{2,rs} = 0,054 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 3,54 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \quad Z_{LM71} = 0,79$$

$$2 \quad Z_{LM71} = 0,69$$

$$3 \quad Z_{LM71} = 0,75$$

$$4 \quad Z_{LM71} = 0,62$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 0,62 \quad (\text{A.19})$$

Vyšetřování napětí po průřezu

Napětí charakteristické												
horní okraj							dolní okraj					
N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P		N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
ZS	σ_h						σ_d					
	MPa						MPa					
1	-0,1	-0,3	0,0	0,0	-0,5	-0,5	-0,1	0,3	0,0	0,0	0,2	0,2
2	-0,2	-1,1	0,0	0,0	-1,2	-1,2	-0,2	1,0	0,0	0,0	0,8	0,8
3	-2,4	0,0	0,0	0,0	-2,4	-2,4	-2,4	0,0	0,0	0,0	-2,4	-2,4
4	-0,2	-10,0	-47,3	47,3	-57,5	37,1	-0,2	9,4	-43,0	43,0	-33,8	52,3
5	0,0	-8,3	-9,1	9,1	-17,4	0,8	0,0	7,8	-8,3	8,3	-0,5	16,0
UL My	0,1	-114,2	0,0	0,0	-114,2	-114,2	0,1	107,2	0,0	0,0	107,2	107,2

Napětí návrhové												
horní okraj							dolní okraj					
N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P		N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
ZS	σ_h						σ_d					
	MPa						MPa					
1	-0,2	-0,4	0,0	0,0	-0,6	-0,6	-0,2	0,4	0,0	0,0	0,2	0,2
2	-0,2	-1,3	0,0	0,0	-1,5	-1,5	-0,2	1,2	0,0	0,0	1,0	1,0
3	-1,7	0,0	0,0	0,0	-1,7	-1,7	-1,7	0,0	0,0	0,0	-1,7	-1,7
4	-0,2	-13,0	-61,5	61,5	-74,8	48,2	-0,2	12,2	-55,9	55,9	-44,0	67,9
5	0,0	-5,6	-6,1	6,1	-11,8	0,5	0,0	5,2	-5,6	5,6	-0,4	10,8
UL My	0,1	-296,9	0,0	0,0	-296,9	-296,9	0,1	278,5	0,0	0,0	278,6	278,6

Výčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau^2} \leq R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

$\sigma_1 =$ 351,01 MPa > 186,0 MPa NEVYHOVUJE %

$\sigma_{uicy} =$ -296,9 MPa

$\sigma_{RSy} =$ -20,3 MPa

0,90

$\sigma_{uicz} =$ 49,8 MPa

$\sigma_{RSz} =$ 10,0 MPa

0,10

$\tau_{uic} =$ 0,0 MPa

$\tau_{RS} =$ 0,0 MPa

0,00

Srovnávací napětí - dolní vlákna

$\sigma_1 =$ 331,56 MPa > 186,0 MPa NEVYHOVUJE %

$\sigma_{uicy} =$ 278,5 MPa

$\sigma_{RSy} =$ 19,1 MPa

0,89

$\sigma_{uicz} =$ -49,8 MPa

$\sigma_{RSz} =$ -10,0 MPa

0,11

$\tau_{uic} =$ 0,0 MPa

$\tau_{RS} =$ 0,0 MPa

0,00

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	2014 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	4,912 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,80	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,80	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	1,0088E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	1,1092E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	2,7561E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	104,9 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	52,3 mm	poloměr setrvačnosti
$i_{min} =$	52,3 mm	minimální poloměr setrvačnosti
t =	12 mm	tloušťka stojiny
$h_w =$	214 mm	výška stojiny účinná na smyk
$A_v =$	2568 mm ²	smyková plocha
d =	250 mm	celková výška průřezu
zh =	129 mm	vzdálenost horních krajních vláken
zd =	121 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	220 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	110 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	110 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	200 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	100 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	100 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	8,5984E+05 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	9,1669E+05 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	2,5055E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	2,7561E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	2,5055E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	2,7561E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlacených prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak je uvažován

b	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	2014 mm
$\lambda =$	38,53
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,383
$\phi =$	0,604
$\chi_y =$	0,933

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak je uvažován

c	
$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	2014 mm
$\lambda =$	38,53
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,383
$\phi =$	0,618
$\chi_z =$	0,906

křivka vzpěrné pevnosti
součinitel imperfekce
součinitel vzpěrné délky
kritická délka
štíhlost
srovnávací štíhlost
poměrná štíhlost

součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	0,906	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,4	-1,3	0,3	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	1,3	-1,6	0,9	0,0
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	6,6	-24,5	0,0	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	9,1	-1,7	4,0	-5,5
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	10,4	-0,4	7,1	-2,3
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	206,9	0,6	98,2	0,0

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,6	-1,8	0,4	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	1,6	-1,9	1,1	0,0
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	4,3	-15,9	0,0	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	11,8	-2,3	5,2	-7,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	7,0	-0,3	4,8	-1,5
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	537,9	0,6	255,3	0,0

					Lokální břemeno		
					síly	napětí	
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Fz kN	charakt. MPa	návrhové MPa
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,0	0,0	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	1,6	0,5	0,6
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	0,0	0,0	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	18,2	5,6	7,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	10,5	3,2	2,2
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	62,5	19,1	49,8

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 563,1 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pl,Rd} = 250,7 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$\eta_3 = 2,246 > 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) není splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

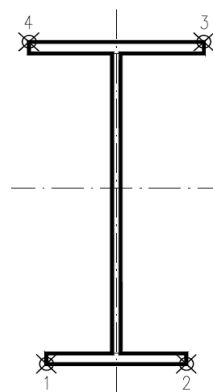
$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-22174,9}{1700670,1}$	+	$\frac{11429740,0}{170505124}$	+	$\frac{-8631280,0}{51263460}$	=	0,114	0,59
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-22174,9}{1700670,1}$	+	$\frac{11429740,0}{170505124}$	+	$\frac{8631280,0}{51263460}$	=	0,222	0,52
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-22174,9}{1700670,1}$	+	$\frac{-11429740}{159931163}$	+	$\frac{8631280,0}{46603145}$	=	0,101	0,56
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-22174,9}{1700670,1}$	+	$\frac{-11429740}{159931163}$	+	$\frac{-8631280,0}{46603145}$	=	0,270	0,46

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{620,0}{1700670,1}$	+	$\frac{255322257}{170505124}$	+	$\frac{0,0}{51263460}$	=	1,498
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{620,0}{1700670,1}$	+	$\frac{255322257}{170505124}$	+	$\frac{0,0}{51263460}$	=	1,498
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{620,0}{1700670,1}$	+	$\frac{-255322257}{159931163}$	+	$\frac{0,0}{46603145}$	=	1,596
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{620,0}{1700670,1}$	+	$\frac{-255322257}{159931163}$	+	$\frac{0,0}{46603145}$	=	1,596

$$Z_{LM71} = 0,46 \quad \text{z napětí v horních levých vláknech}$$



KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 271,3 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 250,7 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = 1,082 > 0,5 \quad \text{Podmínka A2. není splněna, je třeba postupovat dle A.2.2.12, vztah (A.11).}$$

Účinky lokálního zatížení

$$P = 162,5 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 16 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 12 \text{ mm}$$

$$c = 272 \text{ mm}$$

$$\sigma_{z,LM71,Ed} = 49,8 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,LM71} = 0,268 \quad (\text{A.17})$$

$$\eta_{2,rs} = 0,054 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 3,54 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \quad Z_{LM71} = 0,86$$

$$2 \quad Z_{LM71} = 0,80$$

$$3 \quad Z_{LM71} = 0,82$$

$$4 \quad Z_{LM71} = 0,73$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 0,73 \quad (\text{A.19})$$

Vyšetřování napětí po průřezu

Napětí charakteristické												
horní okraj							dolní okraj					
N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P		N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
ZS	σ_h						σ_d					
	MPa						MPa					
1	-0,1	-0,3	0,0	0,0	-0,5	-0,5	-0,1	0,3	0,0	0,0	0,2	0,2
2	-0,2	-1,1	0,0	0,0	-1,2	-1,2	-0,2	1,0	0,0	0,0	0,8	0,8
3	-2,4	0,0	0,0	0,0	-2,4	-2,4	-2,4	0,0	0,0	0,0	-2,4	-2,4
4	-0,2	-4,6	-21,8	21,8	-26,6	17,0	-0,2	4,3	-19,8	19,8	-15,6	24,0
5	0,0	-8,3	-9,1	9,1	-17,4	0,8	0,0	7,8	-8,3	8,3	-0,5	16,0
UL My	0,1	-114,2	0,0	0,0	-114,2	-114,2	0,1	107,2	0,0	0,0	107,2	107,2

Napětí návrhové												
horní okraj							dolní okraj					
N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P		N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
ZS	σ_h						σ_d					
	MPa						MPa					
1	-0,2	-0,4	0,0	0,0	-0,6	-0,6	-0,2	0,4	0,0	0,0	0,2	0,2
2	-0,2	-1,3	0,0	0,0	-1,5	-1,5	-0,2	1,2	0,0	0,0	1,0	1,0
3	-1,7	0,0	0,0	0,0	-1,7	-1,7	-1,7	0,0	0,0	0,0	-1,7	-1,7
4	-0,2	-6,0	-28,3	28,3	-34,6	22,1	-0,2	5,6	-25,7	25,7	-20,4	31,1
5	0,0	-5,6	-6,1	6,1	-11,8	0,5	0,0	5,2	-5,6	5,6	-0,4	10,8
UL My	0,1	-296,9	0,0	0,0	-296,9	-296,9	0,1	278,5	0,0	0,0	278,6	278,6

Výčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau^2} \leq R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

$\sigma_1 = 344,04$ MPa > 186,0 MPa **NEVYHOVUJE** %

$\sigma_{uicy} = -296,9$ MPa

$\sigma_{rsy} = -13,3$ MPa

0,90

$\sigma_{uicz} = 49,8$ MPa

$\sigma_{rsz} = 10,0$ MPa

0,10

$\tau_{uic} = 0,0$ MPa

$\tau_{rs} = 0,0$ MPa

0,00

Srovnávací napětí - dolní vlákna

$\sigma_1 = 325,03$ MPa > 186,0 MPa **NEVYHOVUJE** %

$\sigma_{uicy} = 278,5$ MPa

$\sigma_{rsy} = 12,5$ MPa

0,88

$\sigma_{uicz} = -49,8$ MPa

$\sigma_{rsz} = -10,0$ MPa

0,12

$\tau_{uic} = 0,0$ MPa

$\tau_{rs} = 0,0$ MPa

0,00

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	7,250 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,60	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,60	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	1,2280E+04 mm ²	plocha průřezu
I_y =	5,6078E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	3,8147E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	213,7 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	55,7 mm	poloměr setrvačnosti
i_{min} =	55,7 mm	minimální poloměr setrvačnosti
t =	10 mm	tloušťka stojiny
h_w =	488 mm	výška stojiny účinná na smyk
A_v =	4880 mm ²	smyková plocha
d =	519 mm	celková výška průřezu
z_h =	239 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	280 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
b_{hor} =	280 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$ =	140 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$ =	140 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	200 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$ =	100 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$ =	100 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H}$ =	2,3464E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	2,0028E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	2,7248E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	3,8147E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	2,7248E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	3,8147E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak není uvažován

b	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	4250 mm
$\lambda =$	76,25
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,758
$\phi =$	0,882
$\chi_y =$	1,000

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak není uvažován

c		křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,49	součinitel imperfekce
$\beta =$	0,5	součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} =$	2125 mm	kritická délka
$\lambda =$	38,13	štíhlost
$\lambda_1 =$	100,65	srovnávací štíhlost
$\lambda_d =$	0,379	poměrná štíhlost
$\phi =$	0,616	
$\chi_z =$	1,000	součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	1,000	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení

gr12

Kombinace zatížení dle výrazu

6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,7	14,5	2,3	0,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	1,4	10,3	5,4	-0,4
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	0,5	6,0	4,1	0,9	2,9
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	18,8	12,7	29,9	-7,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	10,6	81,7	41,5	-1,9
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	96,6	135,7	217,9	0,4

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,9	19,7	3,2	0,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	1,7	12,2	6,4	-0,4
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	0,5	3,9	2,7	0,6	1,9
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	24,4	16,5	38,8	-10,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	7,1	55,1	28,0	-1,2
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	222,4	312,7	501,9	0,4

					Lokální břemeno		
					síly	napětí	
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Fz kN	charakt. MPa	návrhové MPa
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,0	0,0	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	1,6	0,6	0,7
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	0,5	0,0	0,0	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	18,2	6,7	8,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	10,5	3,9	2,6
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	62,5	23,1	53,3

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 260,4 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pl,Rd} = 476,4 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$\eta_3 = 0,547 > 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) není splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

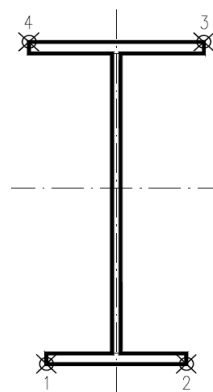
$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{106284,3}{2284080,0}$	+	$\frac{77027875,0}{372518143}$	+	$\frac{-9788843,8}{70953420}$	=	0,115	0,59
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{106284,3}{2284080,0}$	+	$\frac{77027875,0}{372518143}$	+	$\frac{9788843,8}{70953420}$	=	0,391	0,41
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{106284,3}{2284080,0}$	+	$\frac{-77027875,0}{436422929}$	+	$\frac{9788843,8}{50681014}$	=	0,063	0,92
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{106284,3}{2284080,0}$	+	$\frac{-77027875,0}{436422929}$	+	$\frac{-9788843,8}{50681014}$	=	0,323	0,67

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{312724,9}{2284080,0}$	+	$\frac{501894195}{372518143}$	+	$\frac{440000,0}{70953420}$	=	1,490
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{312724,9}{2284080,0}$	+	$\frac{501894195}{372518143}$	+	$\frac{-440000,0}{70953420}$	=	1,478
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{312724,9}{2284080,0}$	+	$\frac{-501894195}{436422929}$	+	$\frac{-440000,0}{50681014}$	=	1,022
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{312724,9}{2284080,0}$	+	$\frac{-501894195}{436422929}$	+	$\frac{440000,0}{50681014}$	=	1,004

$$Z_{LM71} = 0,41 \quad \text{z napětí v dolních pravých vláknech}$$



KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 129,6 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 476,4 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = 0,272 \leq 0,5 \quad \text{Podmínka A.2 je splněna.}$$

Účinky lokálního zatížení

$$P = 144,0 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 15 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$c = 270 \text{ mm}$$

$$\sigma_{z,LM71,Ed} = 53,3 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,LM71} = 0,287 \quad (\text{A.17})$$

$$\eta_{2,rs} = 0,065 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 3,26 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \quad Z_{LM71} = 0,84$$

$$2 \quad Z_{LM71} = 0,70$$

$$3 \quad Z_{LM71} = 1,16$$

$$4 \quad Z_{LM71} = 0,99$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 0,70 \quad (\text{A.19})$$

Vyšetřování napětí po průřezu

Napětí charakteristické												
horní okraj							dolní okraj					
N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P		N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
ZS	σ_h						σ_d					
	MPa						MPa					
1	1,2	-1,0	0,3	-0,3	0,5	-0,1	1,2	1,2	0,2	-0,2	2,6	2,1
2	0,8	-2,3	-1,3	1,3	-2,8	-0,1	0,8	2,7	-0,9	0,9	2,6	4,5
3	0,3	-0,4	10,7	-10,7	10,6	-10,7	0,3	0,5	7,6	-7,6	8,4	-6,8
4	1,0	-12,7	-28,6	28,6	-40,3	16,9	1,0	14,9	-20,4	20,4	-4,5	36,4
5	6,7	-17,7	-6,8	6,8	-17,8	-4,3	6,7	20,7	-4,8	4,8	22,5	32,2
UL My	11,1	-92,8	1,6	-1,6	-80,2	-83,4	11,1	108,8	1,2	-1,2	121,0	118,7

Napětí návrhové												
horní okraj							dolní okraj					
N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P		N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
ZS	σ_h						σ_d					
	MPa						MPa					
1	1,6	-1,4	0,5	-0,5	0,7	-0,2	1,6	1,6	0,3	-0,3	3,5	2,9
2	1,0	-2,7	-1,6	1,6	-3,3	-0,2	1,0	3,2	-1,1	1,1	3,1	5,3
3	0,2	-0,3	6,9	-6,9	6,9	-7,0	0,2	0,3	5,0	-5,0	5,5	-4,4
4	1,3	-16,5	-37,2	37,2	-52,4	22,0	1,3	19,4	-26,5	26,5	-5,8	47,3
5	4,5	-11,9	-4,6	4,6	-12,0	-2,9	4,5	14,0	-3,3	3,3	15,2	21,8
UL My	25,5	-213,9	1,6	-1,6	-186,8	-190,1	25,5	250,6	1,2	-1,2	277,2	274,9

Výčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau^2} \leq R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

$\sigma_1 = 285,13$ MPa > 186,0 MPa NEVYHOVUJE %

$\sigma_{uicy} = -213,9$ MPa

$\sigma_{rsy} = -32,8$ MPa

0,83

$\sigma_{uicz} = 53,3$ MPa

$\sigma_{rsz} = 12,1$ MPa

0,17

$\tau_{uic} = 0,0$ MPa

$\tau_{rs} = 0,0$ MPa

0,00

Srovnávací napětí - dolní vlákna

$\sigma_1 = 326,72$ MPa > 186,0 MPa NEVYHOVUJE %

$\sigma_{uicy} = 250,6$ MPa

$\sigma_{rsy} = 38,5$ MPa

0,87

$\sigma_{uicz} = -53,3$ MPa

$\sigma_{rsz} = -12,1$ MPa

0,13

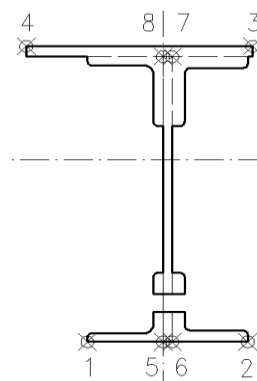
$\tau_{uic} = 0,0$ MPa

$\tau_{rs} = 0,0$ MPa

0,00

Ověření pružné únosnosti stěny

d =	519 mm	celková výška průřezu
zh =	224 mm	vzdálenost horních krajních vláken stěny od těžiště
zd =	264 mm	vzdálenost dolních krajních vláken stěny od těžiště
b _{hor} =	10 mm	celková šířka stěny
b _{p,hor} =	5 mm	vzdálenost pravých krajních vláken
b _{l,hor} =	5 mm	vzdálenost levých krajních vláken
W _{y,H} =	2,5035E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	2,1242E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,L} =	7,6294E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým vláknům
W _{z,P} =	7,6294E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům



$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

vlákna

5	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{106284,3}{2284080,0}$	+	$\frac{77027875,0}{395095000}$	+	$\frac{-9788843,8}{1,4191E+09}$	=	0,235
6	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{106284,3}{2284080,0}$	+	$\frac{77027875,0}{395095000}$	+	$\frac{9788843,8}{1419068400}$	=	0,248
7	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{106284,3}{2284080,0}$	+	$\frac{77027875}{465647679}$	+	$\frac{9788843,8}{1419068400}$	=	0,219
8	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{106284,3}{2284080,0}$	+	$\frac{77027875}{465647679}$	+	$\frac{-9788843,8}{1,4191E+09}$	=	0,205

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

5	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{312724,9}{2284080,0}$	+	$\frac{501894195}{395095000}$	+	$\frac{440000,0}{1,4191E+09}$	=	1,408
6	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{312724,9}{2284080,0}$	+	$\frac{501894195}{395095000}$	+	$\frac{-440000,0}{1419068400}$	=	1,407
7	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{312724,9}{2284080,0}$	+	$\frac{501894195}{465647679}$	+	$\frac{-440000,0}{1419068400}$	=	1,214
8	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{312724,9}{2284080,0}$	+	$\frac{501894195}{465647679}$	+	$\frac{440000,0}{1,4191E+09}$	=	1,215

$$Z_{LM71}^2 \cdot (\eta_{1,LM71}^2 + \eta_{2,LM71}^2 - \eta_{1,LM71} \cdot \eta_{2,LM71} + 3 \cdot \eta_{3,LM71}^2) + \\ + Z_{LM71} \cdot (2 \cdot \eta_{1,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot \eta_{2,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \eta_{1,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \\ - \eta_{2,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot 2 \cdot \eta_{3,rs} \cdot \eta_{3,LM71}) + \eta_{1,rs}^2 + \eta_{2,rs}^2 - \eta_{1,rs} \eta_{2,rs} + 3 \cdot \eta_{3,rs}^2 = 1$$

řešení kvadratické rovnice

vlákna	a	b	c	D	Z _{LM71} =		$\eta_{3,rs} =$	0,080
					x1	x2	$\eta_{3,LM71} =$	0,467
5	2,3138	0,6208388	-0,937	9,05663258	0,516	-0,784		
6	2,3122	0,6554527	-0,931	9,04160523	0,508	-0,792		
7	1,8629	0,5090752	-0,943	7,28604633	0,588	-0,861		
8	1,8642	0,4797354	-0,948	7,29896629	0,596	-0,853		
					0,51			

Z_{LM71} = 0,51 zatížitelnost z pružné únosnosti stěny

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	7,250 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,60	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,60	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	1,2280E+04 mm ²	plocha průřezu
I_y =	5,6078E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	3,8147E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	213,7 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	55,7 mm	poloměr setrvačnosti
i_{min} =	55,7 mm	minimální poloměr setrvačnosti
t =	10 mm	tloušťka stojiny
h_w =	488 mm	výška stojiny účinná na smyk
A_v =	4880 mm ²	smyková plocha
d =	519 mm	celková výška průřezu
z_h =	239 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	280 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
b_{hor} =	280 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$ =	140 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$ =	140 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	200 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$ =	100 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$ =	100 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H}$ =	2,3464E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	2,0028E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	2,7248E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	3,8147E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	2,7248E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	3,8147E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlacených prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak není uvažován

b	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	4250 mm
$\lambda =$	76,25
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,758
$\phi =$	0,882
$\chi_y =$	1,000

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak není uvažován

c	
$\alpha =$	0,49
$\beta =$	0,5
$L_{cr} =$	2125 mm
$\lambda =$	38,13
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,379
$\phi =$	0,616
$\chi_z =$	1,000

křivka vzpěrné pevnosti
součinitel imperfekce
součinitel vzpěrné délky
kritická délka
štíhlost
srovnávací štíhlost
poměrná štíhlost

součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	1,000	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,7	14,5	2,3	0,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	1,4	10,3	5,4	-0,4
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	6,0	4,1	0,5	1,4
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	18,8	12,7	14,6	-3,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	10,6	81,7	41,5	-1,9
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	96,6	135,7	217,9	0,4

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,9	19,7	3,2	0,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	1,7	12,2	6,4	-0,4
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	3,9	2,7	0,3	0,9
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	24,4	16,5	19,0	-5,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	7,1	55,1	28,0	-1,2
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	222,4	312,7	501,9	0,4

					Lokální břemeno		
					síly	napětí	
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Fz kN	charakt. MPa	návrhové MPa
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,0	0,0	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	1,6	0,6	0,7
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	0,0	0,0	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	18,2	6,7	8,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	10,5	3,9	2,6
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	62,5	23,1	53,3

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 260,4 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pl,Rd} = 476,4 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$\eta_3 = 0,547 > 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) není splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

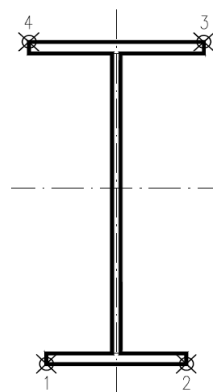
$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{106284,3}{2284080,0}$	+	$\frac{56925715,0}{372518143}$	+	$\frac{-5588738,8}{70953420}$	=	0,121	0,59
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{106284,3}{2284080,0}$	+	$\frac{56925715,0}{372518143}$	+	$\frac{5588738,8}{70953420}$	=	0,278	0,49
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{106284,3}{2284080,0}$	+	$\frac{-56925715}{436422929}$	+	$\frac{5588738,8}{50681014}$	=	0,026	0,95
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{106284,3}{2284080,0}$	+	$\frac{-56925715}{436422929}$	+	$\frac{-5588738,8}{50681014}$	=	0,194	0,80

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{312724,9}{2284080,0}$	+	$\frac{501894195}{372518143}$	+	$\frac{440000,0}{70953420}$	=	1,490
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{312724,9}{2284080,0}$	+	$\frac{501894195}{372518143}$	+	$\frac{-440000,0}{70953420}$	=	1,478
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{312724,9}{2284080,0}$	+	$\frac{-501894195}{436422929}$	+	$\frac{-440000,0}{50681014}$	=	1,022
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{312724,9}{2284080,0}$	+	$\frac{-501894195}{436422929}$	+	$\frac{440000,0}{50681014}$	=	1,004

$$Z_{LM71} = 0,49 \quad \text{z napětí v dolních pravých vláknech}$$



KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 146,6 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 476,4 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = 0,308 \leq 0,5 \quad \text{Podmínka A.2 je splněna.}$$

Účinky lokálního zatížení

$$P = 144,0 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 15 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$c = 270 \text{ mm}$$

$$\sigma_{z,LM71,Ed} = 53,3 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,LM71} = 0,287 \quad (\text{A.17})$$

$$\eta_{2,rs} = 0,065 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 3,26 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \quad Z_{LM71} = 0,84$$

$$2 \quad Z_{LM71} = 0,76$$

$$3 \quad Z_{LM71} = 1,19$$

$$4 \quad Z_{LM71} = 1,08$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 0,76 \quad (\text{A.19})$$

Vyšetřování napětí po průřezu

Napětí charakteristické												
horní okraj							dolní okraj					
N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P		N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
ZS	σ_h						σ_d					
	MPa						MPa					
1	1,2	-1,0	0,3	-0,3	0,5	-0,1	1,2	1,2	0,2	-0,2	2,6	2,1
2	0,8	-2,3	-1,3	1,3	-2,8	-0,1	0,8	2,7	-0,9	0,9	2,6	4,5
3	0,3	-0,2	5,2	-5,2	5,4	-5,1	0,3	0,2	3,7	-3,7	4,3	-3,2
4	1,0	-6,2	-14,0	14,0	-19,2	8,8	1,0	7,3	-10,0	10,0	-1,7	18,3
5	6,7	-17,7	-6,8	6,8	-17,8	-4,3	6,7	20,7	-4,8	4,8	22,5	32,2
UL My	11,1	-92,8	1,6	-1,6	-80,2	-83,4	11,1	108,8	1,2	-1,2	121,0	118,7

Napětí návrhové												
horní okraj							dolní okraj					
N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P		N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
ZS	σ_h						σ_d					
	MPa						MPa					
1	1,6	-1,4	0,5	-0,5	0,7	-0,2	1,6	1,6	0,3	-0,3	3,5	2,9
2	1,0	-2,7	-1,6	1,6	-3,3	-0,2	1,0	3,2	-1,1	1,1	3,1	5,3
3	0,2	-0,1	3,4	-3,4	3,5	-3,3	0,2	0,1	2,4	-2,4	2,8	-2,1
4	1,3	-8,1	-18,2	18,2	-25,0	11,5	1,3	9,5	-13,0	13,0	-2,2	23,9
5	4,5	-11,9	-4,6	4,6	-12,0	-2,9	4,5	14,0	-3,3	3,3	15,2	21,8
UL My	25,5	-213,9	1,6	-1,6	-186,8	-190,1	25,5	250,6	1,2	-1,2	277,2	274,9

Výčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau^2} \leq R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

$\sigma_1 =$ 276,74 MPa > 186,0 MPa **NEVYHOVUJE** %

$\sigma_{uicy} =$ -213,9 MPa

$\sigma_{RSy} =$ -24,3 MPa

0,82

$\sigma_{uicz} =$ 53,3 MPa

$\sigma_{RSz} =$ 12,1 MPa

0,18

$\tau_{uic} =$ 0,0 MPa

$\tau_{RS} =$ 0,0 MPa

0,00

Srovnávací napětí - dolní vlákna

$\sigma_1 =$ 316,84 MPa > 186,0 MPa **NEVYHOVUJE** %

$\sigma_{uicy} =$ 250,6 MPa

$\sigma_{RSy} =$ 28,4 MPa

0,86

$\sigma_{uicz} =$ -53,3 MPa

$\sigma_{RSz} =$ -12,1 MPa

0,14

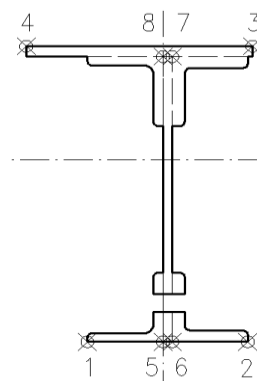
$\tau_{uic} =$ 0,0 MPa

$\tau_{RS} =$ 0,0 MPa

0,00

Ověření pružné únosnosti stěny

d =	519 mm	celková výška průřezu
zh =	224 mm	vzdálenost horních krajních vláken stěny od těžiště
zd =	264 mm	vzdálenost dolních krajních vláken stěny od těžiště
b _{hor} =	10 mm	celková šířka stěny
b _{p,hor} =	5 mm	vzdálenost pravých krajních vláken
b _{l,hor} =	5 mm	vzdálenost levých krajních vláken
W _{y,H} =	2,5035E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	2,1242E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,L} =	7,6294E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým vláknům
W _{z,P} =	7,6294E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům



$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

vlákna

5	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{106284,3}{2284080,0}$	+	$\frac{56925715,0}{395095000}$	+	$\frac{-5588738,8}{1,4191E+09}$	=	0,187
6	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{106284,3}{2284080,0}$	+	$\frac{56925715,0}{395095000}$	+	$\frac{5588738,8}{1419068400}$	=	0,195
7	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{106284,3}{2284080,0}$	+	$\frac{56925715}{465647679}$	+	$\frac{5588738,8}{1419068400}$	=	0,173
8	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{106284,3}{2284080,0}$	+	$\frac{56925715}{465647679}$	+	$\frac{-5588738,8}{1,4191E+09}$	=	0,165

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

5	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{312724,9}{2284080,0}$	+	$\frac{501894195}{395095000}$	+	$\frac{440000,0}{1,4191E+09}$	=	1,408
6	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{312724,9}{2284080,0}$	+	$\frac{501894195}{395095000}$	+	$\frac{-440000,0}{1419068400}$	=	1,407
7	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{312724,9}{2284080,0}$	+	$\frac{501894195}{465647679}$	+	$\frac{-440000,0}{1419068400}$	=	1,214
8	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{312724,9}{2284080,0}$	+	$\frac{501894195}{465647679}$	+	$\frac{440000,0}{1,4191E+09}$	=	1,215

$$Z_{LM71}^2 \cdot (\eta_{1,LM71}^2 + \eta_{2,LM71}^2 - \eta_{1,LM71} \cdot \eta_{2,LM71} + 3 \cdot \eta_{3,LM71}^2) + \\ + Z_{LM71} \cdot (2 \cdot \eta_{1,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot \eta_{2,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \eta_{1,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \\ - \eta_{2,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot 2 \cdot \eta_{3,rs} \cdot \eta_{3,LM71}) + \eta_{1,rs}^2 + \eta_{2,rs}^2 - \eta_{1,rs} \eta_{2,rs} + 3 \cdot \eta_{3,rs}^2 = 1$$

řešení kvadratické rovnice

vlákna	a	b	c	D	Z _{LM71} =		$\eta_{3,rs} =$	0,080
					x1	x2	$\eta_{3,LM71} =$	0,467
5	2,3138	0,4996812	-0,954	9,07886474	0,543	-0,759		
6	2,3122	0,5193951	-0,951	9,06993865	0,539	-0,764		
7	1,8629	0,4102566	-0,958	7,30744294	0,615	-0,836		
8	1,8642	0,3935476	-0,96	7,31511157	0,620	-0,831		

0,54

Z_{LM71} = 0,54 zatížitelnost z pružné únosnosti stěny

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	7,250 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,60	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,60	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	1,2280E+04 mm ²	plocha průřezu
I_y =	5,6078E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	3,8147E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	213,7 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	55,7 mm	poloměr setrvačnosti
i_{min} =	55,7 mm	minimální poloměr setrvačnosti
t =	10 mm	tloušťka stojiny
h_w =	488 mm	výška stojiny účinná na smyk
A_v =	4880 mm ²	smyková plocha
d =	519 mm	celková výška průřezu
z_h =	239 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	280 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
b_{hor} =	280 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$ =	140 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$ =	140 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	200 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$ =	100 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$ =	100 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H}$ =	2,3464E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	2,0028E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	2,7248E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	3,8147E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	2,7248E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	3,8147E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlacených prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak není uvažován

b	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	4250 mm
$\lambda =$	76,25
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,758
$\phi =$	0,882
$\chi_y =$	1,000

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak není uvažován

c	
$\alpha =$	0,49
$\beta =$	0,5
$L_{cr} =$	2125 mm
$\lambda =$	38,13
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,379
$\phi =$	0,616
$\chi_z =$	1,000

křivka vzpěrné pevnosti
součinitel imperfekce
součinitel vzpěrné délky
kritická délka
štíhlost
srovnávací štíhlost
poměrná štíhlost

součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	1,000	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,1	2,2	2,4	0,7
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	0,0	5,6	5,7	0,9
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	10,4	-64,3	-1,0	6,6
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	9,8	6,7	35,3	4,3
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	0,6	39,7	45,3	1,6
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	14,0	11,0	118,4	6,0

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,1	3,0	3,2	1,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	0,0	6,7	6,8	1,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	6,7	-41,8	-0,6	4,3
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	12,7	8,7	45,9	5,6
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	0,4	26,8	30,6	1,1
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	32,3	11,0	272,9	13,7

					Lokální břemeno		
					síly	napětí	
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Fz kN	charakt. MPa	návrhové MPa
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,0	0,0	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	1,6	0,6	0,7
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	0,0	0,0	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	18,2	6,7	8,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	10,5	3,9	2,6
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	62,5	23,1	53,3

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 52,3 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pl,Rd} = 476,4 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (A.2)$$

$$\eta_3 = 0,110 \leq 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) je splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

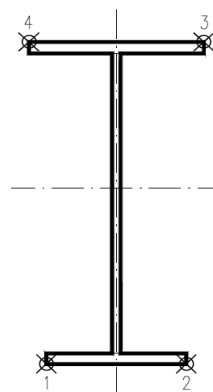
$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{3401,7}{2284080,0}$	+	$\frac{85807718,8}{372518143}$	+	$\frac{13032718,8}{70953420}$	=	0,416	0,63
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{3401,7}{2284080,0}$	+	$\frac{85807718,8}{372518143}$	+	$\frac{-13032718,8}{70953420}$	=	0,048	1,75
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{3401,7}{2284080,0}$	+	$\frac{-85807719}{436422929}$	+	$\frac{-13032718,8}{50681014}$	=	0,452	0,61
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{3401,7}{2284080,0}$	+	$\frac{-85807719}{436422929}$	+	$\frac{13032718,8}{50681014}$	=	0,062	2,68

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{10970,0}{2284080,0}$	+	$\frac{272868251}{372518143}$	+	$\frac{13730958,9}{70953420}$	=	0,931
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{10970,0}{2284080,0}$	+	$\frac{272868251}{372518143}$	+	$\frac{-13730958,9}{70953420}$	=	0,544
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{10970,0}{2284080,0}$	+	$\frac{-272868251}{436422929}$	+	$\frac{-13730958,9}{50681014}$	=	0,891
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{10970,0}{2284080,0}$	+	$\frac{-272868251}{436422929}$	+	$\frac{13730958,9}{50681014}$	=	0,350

$$Z_{LM71} = 0,61 \quad \text{z napětí v horních pravých vláknech}$$



KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 39,8 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 476,4 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = 0,084 \leq 0,5 \quad \text{Podmínka A.2 je splněna.}$$

Účinky lokálního zatížení

$$P = 144,0 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 15 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$c = 270 \text{ mm}$$

$$\sigma_{z,LM71,Ed} = 53,3 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,LM71} = 0,287 \quad (\text{A.17})$$

$$\eta_{2,rs} = 0,065 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 3,26 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \quad Z_{LM71} = 0,97$$

$$2 \quad Z_{LM71} = 1,80$$

$$3 \quad Z_{LM71} = 0,97$$

$$4 \quad Z_{LM71} = 2,27$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 0,97 \quad (\text{A.19})$$

Vyšetřování napětí po průřezu

Napětí charakteristické												
horní okraj							dolní okraj					
N/A	My/W _y	Mz/W _z l	Mz/W _z p	celkem L	celkem P		N/A	My/W _y	Mz/W _z l	Mz/W _z p	celkem L	celkem P
ZS	σ _h						σ _d					
	MPa						MPa					
1	0,2	-1,0	2,6	-2,6	1,8	-3,4	0,2	1,2	1,9	-1,9	3,2	-0,5
2	0,5	-2,4	3,3	-3,3	1,3	-5,2	0,5	2,8	2,3	-2,3	5,6	1,0
3	-5,2	0,4	24,3	-24,3	19,5	-29,1	-5,2	-0,5	17,4	-17,4	11,6	-23,1
4	0,5	-15,0	15,8	-15,8	1,3	-30,3	0,5	17,6	11,3	-11,3	29,5	6,9
5	3,2	-19,3	6,0	-6,0	-10,1	-22,0	3,2	22,6	4,3	-4,3	30,1	21,6
UL Mz	0,9	-50,5	21,9	-21,9	-27,7	-71,5	0,9	59,1	15,6	-15,6	75,7	44,4

Napětí návrhové												
horní okraj							dolní okraj					
N/A	My/W _y	Mz/W _z l	Mz/W _z p	celkem L	celkem P		N/A	My/W _y	Mz/W _z l	Mz/W _z p	celkem L	celkem P
ZS	σ _h						σ _d					
	MPa						MPa					
1	0,2	-1,4	3,6	-3,6	2,4	-4,7	0,2	1,6	2,5	-2,5	4,4	-0,7
2	0,5	-2,9	3,9	-3,9	1,5	-6,2	0,5	3,4	2,8	-2,8	6,7	1,2
3	-3,4	0,3	15,8	-15,8	12,7	-18,9	-3,4	-0,3	11,3	-11,3	7,6	-15,0
4	0,7	-19,6	20,6	-20,6	1,7	-39,4	0,7	22,9	14,7	-14,7	38,3	8,9
5	2,2	-13,0	4,0	-4,0	-6,8	-14,9	2,2	15,3	2,9	-2,9	20,3	14,6
UL Mz	0,9	-116,3	50,4	-50,4	-65,0	-165,8	0,9	136,2	36,0	-36,0	173,1	101,1

Výčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau^2} \leq R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

σ₁ = 194,04 MPa > 186,0 MPa NEVYHOVUJE %

σ_{UICy} = -116,3 MPa

σ_{RSy} = -36,6 MPa

0,66

σ_{UICz} = 53,3 MPa

σ_{RSz} = 12,1 MPa

0,34

τ_{UIC} = 0,0 MPa

τ_{RS} = 0,0 MPa

0,00

Srovnávací napětí - dolní vlákna

σ₁ = 219,25 MPa > 186,0 MPa NEVYHOVUJE %

σ_{UICy} = 136,2 MPa

σ_{RSy} = 42,8 MPa

0,72

σ_{UICz} = -53,3 MPa

σ_{RSz} = -12,1 MPa

0,28

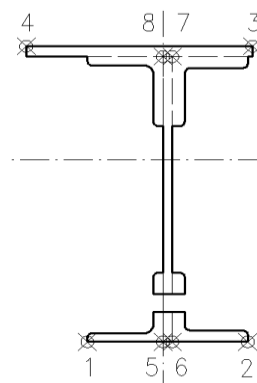
τ_{UIC} = 0,0 MPa

τ_{RS} = 0,0 MPa

0,00

Ověření pružné únosnosti stěny

d =	519 mm	celková výška průřezu
zh =	224 mm	vzdálenost horních krajních vláken stěny od těžiště
zd =	264 mm	vzdálenost dolních krajních vláken stěny od těžiště
b _{hor} =	10 mm	celková šířka stěny
b _{p,hor} =	5 mm	vzdálenost pravých krajních vláken
b _{l,hor} =	5 mm	vzdálenost levých krajních vláken
W _{y,H} =	2,5035E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	2,1242E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,L} =	7,6294E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým vláknům
W _{z,P} =	7,6294E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům



$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

vlákna

5	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{3401,7}{2284080,0}$	+	$\frac{85807718,8}{395095000}$	+	$\frac{13032718,8}{1,4191E+09}$	=	0,228
6	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{3401,7}{2284080,0}$	+	$\frac{85807718,8}{395095000}$	+	$\frac{-13032718,8}{1419068400}$	=	0,209
7	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{3401,7}{2284080,0}$	+	$\frac{85807719}{465647679}$	+	$\frac{-13032718,8}{1419068400}$	=	0,177
8	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{3401,7}{2284080,0}$	+	$\frac{85807719}{465647679}$	+	$\frac{13032718,8}{1,4191E+09}$	=	0,195

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

5	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{10970,0}{2284080,0}$	+	$\frac{272868251}{395095000}$	+	$\frac{13730958,9}{1,4191E+09}$	=	0,705
6	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{10970,0}{2284080,0}$	+	$\frac{272868251}{395095000}$	+	$\frac{-13730958,9}{1419068400}$	=	0,686
7	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{10970,0}{2284080,0}$	+	$\frac{272868251}{465647679}$	+	$\frac{-13730958,9}{1419068400}$	=	0,581
8	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{10970,0}{2284080,0}$	+	$\frac{272868251}{465647679}$	+	$\frac{13730958,9}{1,4191E+09}$	=	0,600

$$Z_{LM71}^2 \cdot (\eta_{1,LM71}^2 + \eta_{2,LM71}^2 - \eta_{1,LM71} \cdot \eta_{2,LM71} + 3 \cdot \eta_{3,LM71}^2) + \\ + Z_{LM71} \cdot (2 \cdot \eta_{1,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot \eta_{2,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \eta_{1,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \\ - \eta_{2,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot 2 \cdot \eta_{3,rs} \cdot \eta_{3,LM71}) + \eta_{1,rs}^2 + \eta_{2,rs}^2 - \eta_{1,rs} \eta_{2,rs} + 3 \cdot \eta_{3,rs}^2 = 1$$

řešení kvadratické rovnice

vlákna				Z _{LM71} =			η _{3,rs} =	0,042
a	b	c	D	x1	x2		η _{3,LM71} =	0,068
5	0,391	0,2536877	-0,953	1,55546163	1,270	-1,919		
6	0,3696	0,2262015	-0,96	1,47089428	1,335	-1,947		
7	0,2671	0,1603539	-0,971	1,06277196	1,630	-2,230		
8	0,2844	0,1827223	-0,965	1,13129026	1,549	-2,191		
						1,27		
Z _{LM71} = 1,27 zatížitelnost z pružné únosnosti stěny								

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	7,250 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,60	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,60	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	1,2280E+04 mm ²	plocha průřezu
I_y =	5,6078E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	3,8147E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	213,7 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	55,7 mm	poloměr setrvačnosti
i_{min} =	55,7 mm	minimální poloměr setrvačnosti
t =	10 mm	tloušťka stojiny
h_w =	488 mm	výška stojiny účinná na smyk
A_v =	4880 mm ²	smyková plocha
d =	519 mm	celková výška průřezu
z_h =	239 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	280 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
b_{hor} =	280 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$ =	140 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$ =	140 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	200 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$ =	100 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$ =	100 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H}$ =	2,3464E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	2,0028E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	2,7248E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	3,8147E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	2,7248E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	3,8147E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlacených prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak není uvažován

b	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	4250 mm
$\lambda =$	76,25
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,758
$\phi =$	0,882
$\chi_y =$	1,000

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak není uvažován

c	
$\alpha =$	0,49
$\beta =$	0,5
$L_{cr} =$	2125 mm
$\lambda =$	38,13
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,379
$\phi =$	0,616
$\chi_z =$	1,000

křivka vzpěrné pevnosti
součinitel imperfekce
součinitel vzpěrné délky
kritická délka
štíhlost
srovnávací štíhlost
poměrná štíhlost

součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	1,000	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,1	2,2	2,4	0,7
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	0,0	5,6	5,7	0,9
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	10,4	-64,3	-0,7	4,7
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	9,8	6,7	25,1	3,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	0,6	39,7	45,3	1,6
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	14,0	11,0	118,4	6,0

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,1	3,0	3,2	1,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	0,0	6,7	6,8	1,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	6,7	-41,8	-0,4	3,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	12,7	8,7	32,6	4,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	0,4	26,8	30,6	1,1
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	32,3	11,0	272,9	13,7

					Lokální břemeno		
					síly	napětí	
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Fz kN	charakt. MPa	návrhové MPa
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,0	0,0	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	1,6	0,6	0,7
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	0,0	0,0	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	18,2	6,7	8,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	10,5	3,9	2,6
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	62,5	23,1	53,3

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 52,3 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pl,Rd} = 476,4 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$\eta_3 = 0,110 \leq 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) je splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

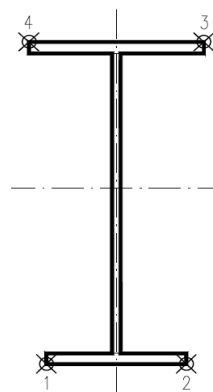
$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{3401,7}{2284080,0}$	+	$\frac{72678693,8}{372518143}$	+	$\frac{10159978,8}{70953420}$	=	0,340	0,71
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{3401,7}{2284080,0}$	+	$\frac{72678693,8}{372518143}$	+	$\frac{-10159978,8}{70953420}$	=	0,053	1,74
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{3401,7}{2284080,0}$	+	$\frac{-72678694}{436422929}$	+	$\frac{-10159978,8}{50681014}$	=	0,366	0,71
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{3401,7}{2284080,0}$	+	$\frac{-72678694}{436422929}$	+	$\frac{10159978,8}{50681014}$	=	0,035	2,76

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{10970,0}{2284080,0}$	+	$\frac{272868251}{372518143}$	+	$\frac{13730958,9}{70953420}$	=	0,931
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{10970,0}{2284080,0}$	+	$\frac{272868251}{372518143}$	+	$\frac{-13730958,9}{70953420}$	=	0,544
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{10970,0}{2284080,0}$	+	$\frac{-272868251}{436422929}$	+	$\frac{-13730958,9}{50681014}$	=	0,891
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{10970,0}{2284080,0}$	+	$\frac{-272868251}{436422929}$	+	$\frac{13730958,9}{50681014}$	=	0,350

$$Z_{LM71} = 0,71 \quad \text{z napětí v dolních levých vláknech}$$



KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 42,9 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 476,4 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = 0,090 \leq 0,5 \quad \text{Podmínka A.2 je splněna.}$$

Účinky lokálního zatížení

$$P = 144,0 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 15 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$c = 270 \text{ mm}$$

$$\sigma_{z,LM71,Ed} = 53,3 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,LM71} = 0,287 \quad (\text{A.17})$$

$$\eta_{2,rs} = 0,065 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 3,26 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \quad Z_{LM71} = 1,03$$

$$2 \quad Z_{LM71} = 1,79$$

$$3 \quad Z_{LM71} = 1,04$$

$$4 \quad Z_{LM71} = 2,31$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 1,03 \quad (\text{A.19})$$

Vyšetřování napětí po průřezu

Napětí charakteristické												
horní okraj							dolní okraj					
N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wz _p	celkem L	celkem P		N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
ZS	σ_h						σ_d					
	MPa						MPa					
1	0,2	-1,0	2,6	-2,6	1,8	-3,4	0,2	1,2	1,9	-1,9	3,2	-0,5
2	0,5	-2,4	3,3	-3,3	1,3	-5,2	0,5	2,8	2,3	-2,3	5,6	1,0
3	-5,2	0,3	17,2	-17,2	12,3	-22,2	-5,2	-0,3	12,3	-12,3	6,7	-17,9
4	0,5	-10,7	11,2	-11,2	1,1	-21,4	0,5	12,5	8,0	-8,0	21,1	5,0
5	3,2	-19,3	6,0	-6,0	-10,1	-22,0	3,2	22,6	4,3	-4,3	30,1	21,6
UL Mz	0,9	-50,5	21,9	-21,9	-27,7	-71,5	0,9	59,1	15,6	-15,6	75,7	44,4

Napětí návrhové												
horní okraj							dolní okraj					
N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wz _p	celkem L	celkem P		N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
ZS	σ_h						σ_d					
	MPa						MPa					
1	0,2	-1,4	3,6	-3,6	2,4	-4,7	0,2	1,6	2,5	-2,5	4,4	-0,7
2	0,5	-2,9	3,9	-3,9	1,5	-6,2	0,5	3,4	2,8	-2,8	6,7	1,2
3	-3,4	0,2	11,2	-11,2	8,0	-14,4	-3,4	-0,2	8,0	-8,0	4,4	-11,6
4	0,7	-13,9	14,6	-14,6	1,4	-27,8	0,7	16,3	10,4	-10,4	27,4	6,5
5	2,2	-13,0	4,0	-4,0	-6,8	-14,9	2,2	15,3	2,9	-2,9	20,3	14,6
UL Mz	0,9	-116,3	50,4	-50,4	-65,0	-165,8	0,9	136,2	36,0	-36,0	173,1	101,1

Výčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau^2} \leq R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

$\sigma_1 = 188,69$ MPa > 186,0 MPa NEVYHOVUJE %

$\sigma_{uicy} = -116,3$ MPa

$\sigma_{RSy} = -31,0$ MPa

0,64

$\sigma_{uicz} = 53,3$ MPa

$\sigma_{RSz} = 12,1$ MPa

0,36

$\tau_{uic} = 0,0$ MPa

$\tau_{RS} = 0,0$ MPa

0,00

Srovnávací napětí - dolní vlákna

$\sigma_1 = 212,92$ MPa > 186,0 MPa NEVYHOVUJE %

$\sigma_{uicy} = 136,2$ MPa

$\sigma_{RSy} = 36,3$ MPa

0,71

$\sigma_{uicz} = -53,3$ MPa

$\sigma_{RSz} = -12,1$ MPa

0,29

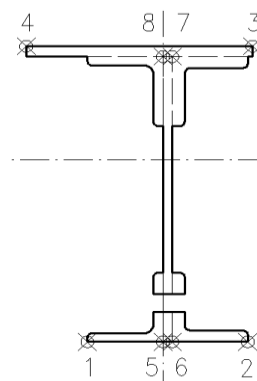
$\tau_{uic} = 0,0$ MPa

$\tau_{RS} = 0,0$ MPa

0,00

Ověření pružné únosnosti stěny

d =	519 mm	celková výška průřezu
zh =	224 mm	vzdálenost horních krajních vláken stěny od těžiště
zd =	264 mm	vzdálenost dolních krajních vláken stěny od těžiště
b _{hor} =	10 mm	celková šířka stěny
b _{p,hor} =	5 mm	vzdálenost pravých krajních vláken
b _{l,hor} =	5 mm	vzdálenost levých krajních vláken
W _{y,H} =	2,5035E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	2,1242E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,L} =	7,6294E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým vláknům
W _{z,P} =	7,6294E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům



$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

vlákna

5	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{3401,7}{2284080,0}$	+	$\frac{72678693,8}{395095000}$	+	$\frac{10159978,8}{1,4191E+09}$	=	0,193
6	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{3401,7}{2284080,0}$	+	$\frac{72678693,8}{395095000}$	+	$\frac{-10159978,8}{1419068400}$	=	0,178
7	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{3401,7}{2284080,0}$	+	$\frac{72678694}{465647679}$	+	$\frac{-10159978,8}{1419068400}$	=	0,150
8	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{3401,7}{2284080,0}$	+	$\frac{72678694}{465647679}$	+	$\frac{10159978,8}{1,4191E+09}$	=	0,165

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

5	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{10970,0}{2284080,0}$	+	$\frac{272868251}{395095000}$	+	$\frac{13730958,9}{1,4191E+09}$	=	0,705
6	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{10970,0}{2284080,0}$	+	$\frac{272868251}{395095000}$	+	$\frac{-13730958,9}{1419068400}$	=	0,686
7	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{10970,0}{2284080,0}$	+	$\frac{272868251}{465647679}$	+	$\frac{-13730958,9}{1419068400}$	=	0,581
8	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{10970,0}{2284080,0}$	+	$\frac{272868251}{465647679}$	+	$\frac{13730958,9}{1,4191E+09}$	=	0,600

$$Z_{LM71}^2 \cdot (\eta_{1,LM71}^2 + \eta_{2,LM71}^2 - \eta_{1,LM71} \cdot \eta_{2,LM71} + 3 \cdot \eta_{3,LM71}^2) + \\ + Z_{LM71} \cdot (2 \cdot \eta_{1,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot \eta_{2,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \eta_{1,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \\ - \eta_{2,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot 2 \cdot \eta_{3,rs} \cdot \eta_{3,LM71}) + \eta_{1,rs}^2 + \eta_{2,rs}^2 - \eta_{1,rs} \eta_{2,rs} + 3 \cdot \eta_{3,rs}^2 = 1$$

řešení kvadratické rovnice

vlákna				Z _{LM71} =			η _{3,rs} =	0,042
a	b	c	D	x1	x2		η _{3,LM71} =	0,068
5	0,391	0,2140787	-0,966	1,55653105	1,322	-1,869		
6	0,3696	0,1923492	-0,97	1,47161581	1,381	-1,901		
7	0,2671	0,1374406	-0,978	1,06327205	1,673	-2,188		
8	0,2844	0,1550946	-0,974	1,13208569	1,598	-2,143		
				1,32				
Z _{LM71} =				1,32 zatížitelnost z pružné únosnosti stěny				

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	7,250 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,60	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,60	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	1,2600E+04 mm ²	plocha průřezu
I_y =	5,8392E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	4,1678E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	215,3 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	57,5 mm	poloměr setrvačnosti
i_{min} =	57,5 mm	minimální poloměr setrvačnosti
t =	10 mm	tloušťka stojiny
h_w =	488 mm	výška stojiny účinná na smyk
A_v =	4880 mm ²	smyková plocha
d =	519 mm	celková výška průřezu
z_h =	246 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	273 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
b_{hor} =	280 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$ =	140 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$ =	140 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	220 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$ =	110 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$ =	110 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H}$ =	2,3737E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	2,1389E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	2,9770E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	3,7889E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	2,9770E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	3,7889E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak není uvažován

b	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	4250 mm
$\lambda =$	73,90
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,734
$\phi =$	0,860
$\chi_y =$	1,000

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak není uvažován

c		křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,49	součinitel imperfekce
$\beta =$	0,5	součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} =$	2125 mm	kritická délka
$\lambda =$	36,95	štíhlost
$\lambda_1 =$	100,65	srovnávací štíhlost
$\lambda_d =$	0,367	poměrná štíhlost
$\phi =$	0,608	
$\chi_z =$	1,000	součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	1,000	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení

gr12

Kombinace zatížení dle výrazu

6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	1,6	14,0	3,8	-0,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	1,5	5,1	5,5	-0,5
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	0,5	15,5	164,8	7,4	-2,7
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	19,6	30,5	31,1	-6,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	11,8	95,9	43,5	-1,7
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	94,9	153,0	221,0	-1,1

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	2,2	19,1	5,2	-0,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	1,7	6,0	6,5	-0,6
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	0,5	10,0	107,1	4,8	-1,7
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	25,4	39,6	40,5	-7,9
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	8,0	64,7	29,3	-1,1
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	218,6	352,5	509,1	-2,6

					Lokální břemeno		
					síly	napětí	
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Fz kN	charakt. MPa	návrhové MPa
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,0	0,0	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	1,6	0,6	0,7
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	0,5	0,0	0,0	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	18,2	6,7	8,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	10,5	3,9	2,6
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	62,5	23,1	53,3

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 266,0 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pl,Rd} = 476,4 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$\eta_3 = 0,558 > 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) není splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

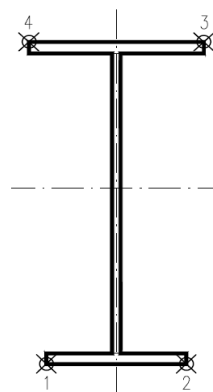
$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{236476,0}{2343600,0}$	+	$\frac{86309343,8}{397835604}$	+	$\frac{-11508843,8}{70473709}$	=	0,155	0,61
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{236476,0}{2343600,0}$	+	$\frac{86309343,8}{397835604}$	+	$\frac{11508843,8}{70473709}$	=	0,481	0,35
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{236476,0}{2343600,0}$	+	$\frac{-86309344}{441500488}$	+	$\frac{11508843,8}{55372200}$	=	0,113	0,93
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{236476,0}{2343600,0}$	+	$\frac{-86309344}{441500488}$	+	$\frac{-11508843,8}{55372200}$	=	0,302	0,67

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{352466,3}{2343600,0}$	+	$\frac{509082214}{397835604}$	+	$\frac{-2557275,9}{70473709}$	=	1,394
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{352466,3}{2343600,0}$	+	$\frac{509082214}{397835604}$	+	$\frac{2557275,9}{70473709}$	=	1,466
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{352466,3}{2343600,0}$	+	$\frac{-509082214}{441500488}$	+	$\frac{2557275,9}{55372200}$	=	0,956
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{352466,3}{2343600,0}$	+	$\frac{-509082214}{441500488}$	+	$\frac{-2557275,9}{55372200}$	=	1,049

$$Z_{LM71} = 0,35 \quad \text{z napětí v dolních pravých vláknech}$$



KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 124,7 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 476,4 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = 0,262 \leq 0,5 \quad \text{Podmínka A.2 je splněna.}$$

Účinky lokálního zatížení

$$P = 144,0 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 15 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$c = 270 \text{ mm}$$

$$\sigma_{z,LM71,Ed} = 53,3 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,LM71} = 0,287 \quad (\text{A.17})$$

$$\eta_{2,rs} = 0,065 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 3,26 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \quad Z_{LM71} = 0,86$$

$$2 \quad Z_{LM71} = 0,65$$

$$3 \quad Z_{LM71} = 1,18$$

$$4 \quad Z_{LM71} = 0,97$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 0,65 \quad (\text{A.19})$$

Vyšetřování napětí po průřezu

Napětí charakteristické												
horní okraj							dolní okraj					
N/A	My/W _y	Mz/W _z l	Mz/W _z p	celkem L	celkem P		N/A	My/W _y	Mz/W _z l	Mz/W _z p	celkem L	celkem P
ZS	σ_h						σ_d					
	MPa						MPa					
1	1,1	-1,6	-0,5	0,5	-1,0	0,0	1,1	1,8	-0,4	0,4	2,5	3,3
2	0,4	-2,3	-1,6	1,6	-3,5	-0,3	0,4	2,6	-1,3	1,3	1,7	4,2
3	13,1	-3,1	-8,9	8,9	1,1	18,9	13,1	3,5	-7,0	7,0	9,5	23,5
4	2,4	-13,1	-20,4	20,4	-31,1	9,7	2,4	14,6	-16,0	16,0	1,0	33,0
5	7,6	-18,3	-5,6	5,6	-16,3	-5,1	7,6	20,3	-4,4	4,4	23,5	32,3
UL My	12,1	-93,1	-3,7	3,7	-84,7	-77,2	12,1	103,3	-2,9	2,9	112,5	118,4

Napětí návrhové												
horní okraj							dolní okraj					
N/A	My/W _y	Mz/W _z l	Mz/W _z p	celkem L	celkem P		N/A	My/W _y	Mz/W _z l	Mz/W _z p	celkem L	celkem P
ZS	σ_h						σ_d					
	MPa						MPa					
1	1,5	-2,2	-0,7	0,7	-1,4	0,0	1,5	2,4	-0,5	0,5	3,4	4,5
2	0,5	-2,7	-1,9	1,9	-4,2	-0,4	0,5	3,0	-1,5	1,5	2,0	5,0
3	8,5	-2,0	-5,8	5,8	0,7	12,3	8,5	2,2	-4,5	4,5	6,2	15,3
4	3,1	-17,1	-26,5	26,5	-40,4	12,6	3,1	18,9	-20,8	20,8	1,2	42,9
5	5,1	-12,4	-3,8	3,8	-11,0	-3,5	5,1	13,7	-3,0	3,0	15,9	21,8
UL My	28,0	-214,5	-8,6	8,6	-195,1	-177,9	28,0	238,0	-6,7	6,7	259,2	272,7

Výčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau^2} \leq R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

$\sigma_1 =$ 289,15 MPa > 186,0 MPa **NEVYHOVUJE** %

$\sigma_{uicy} =$ -214,5 MPa

$\sigma_{RSy} =$ -36,4 MPa

0,84

$\sigma_{uicz} =$ 53,3 MPa

$\sigma_{RSz} =$ 12,1 MPa

0,16

$\tau_{uic} =$ 0,0 MPa

$\tau_{RS} =$ 0,0 MPa

0,00

Srovnávací napětí - dolní vlákna

$\sigma_1 =$ 316,19 MPa > 186,0 MPa **NEVYHOVUJE** %

$\sigma_{uicy} =$ 238,0 MPa

$\sigma_{RSy} =$ 40,4 MPa

0,86

$\sigma_{uicz} =$ -53,3 MPa

$\sigma_{RSz} =$ -12,1 MPa

0,14

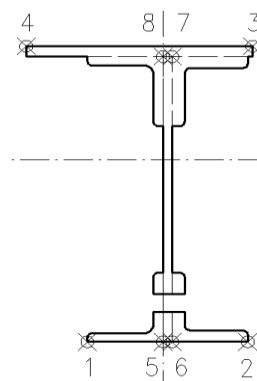
$\tau_{uic} =$ 0,0 MPa

$\tau_{RS} =$ 0,0 MPa

0,00

Ověření pružné únosnosti stěny

d =	519 mm	celková výška průřezu
zh =	231 mm	vzdálenost horních krajních vláken stěny od těžiště
zd =	257 mm	vzdálenost dolních krajních vláken stěny od těžiště
b _{hor} =	10 mm	celková šířka stěny
b _{p,hor} =	5 mm	vzdálenost pravých krajních vláken
b _{l,hor} =	5 mm	vzdálenost levých krajních vláken
W _{y,H} =	2,5278E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	2,2721E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,L} =	8,3356E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým vláknům
W _{z,P} =	8,3356E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům



$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

vlákna

5	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{236476,0}{2343600,0}$	+	$\frac{86309343,8}{422603580}$	+	$\frac{-11508843,8}{1,5504E+09}$	=	0,298
6	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{236476,0}{2343600,0}$	+	$\frac{86309343,8}{422603580}$	+	$\frac{11508843,8}{1,550421600}$	=	0,313
7	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{236476,0}{2343600,0}$	+	$\frac{86309344}{470169351}$	+	$\frac{11508843,8}{1,550421600}$	=	0,292
8	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{236476,0}{2343600,0}$	+	$\frac{86309344}{470169351}$	+	$\frac{-11508843,8}{1,5504E+09}$	=	0,277

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

5	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{352466,3}{2343600,0}$	+	$\frac{509082214}{422603580}$	+	$\frac{-2557275,9}{1,5504E+09}$	=	1,353
6	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{352466,3}{2343600,0}$	+	$\frac{509082214}{422603580}$	+	$\frac{2557275,9}{1,550421600}$	=	1,357
7	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{352466,3}{2343600,0}$	+	$\frac{509082214}{470169351}$	+	$\frac{2557275,9}{1,550421600}$	=	1,235
8	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{352466,3}{2343600,0}$	+	$\frac{509082214}{470169351}$	+	$\frac{-2557275,9}{1,5504E+09}$	=	1,232

$$Z_{LM71}^2 \cdot (\eta_{1,LM71}^2 + \eta_{2,LM71}^2 - \eta_{1,LM71} \cdot \eta_{2,LM71} + 3 \cdot \eta_{3,LM71}^2) + \\ + Z_{LM71} \cdot (2 \cdot \eta_{1,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot \eta_{2,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \eta_{1,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \\ - \eta_{2,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot 2 \cdot \eta_{3,rs} \cdot \eta_{3,LM71}) + \eta_{1,rs}^2 + \eta_{2,rs}^2 - \eta_{1,rs} \eta_{2,rs} + 3 \cdot \eta_{3,rs}^2 = 1$$

řešení kvadratické rovnice

vlákna				Z _{LM71} =			η _{3,rs} =	0,099
a	b	c	D	x1	x2		η _{3,LM71} =	0,459
5	2,1576	0,7700774	-0,897	8,33356054	0,491	-0,847		
6	2,1656	0,8078531	-0,889	8,35172729	0,481	-0,854		
7	1,8848	0,6944941	-0,9	7,26688004	0,531	-0,899		
8	1,8776	0,6604733	-0,907	7,25108569	0,541	-0,893		
						0,48		
Z _{LM71} = 0.48 zatížitelnost z pružné únosnosti stěny								

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	7,250 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,60	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,60	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	1,2600E+04 mm ²	plocha průřezu
I_y =	5,8392E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	4,1678E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	215,3 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	57,5 mm	poloměr setrvačnosti
i_{min} =	57,5 mm	minimální poloměr setrvačnosti
t =	10 mm	tloušťka stojiny
h_w =	488 mm	výška stojiny účinná na smyk
A_v =	4880 mm ²	smyková plocha
d =	519 mm	celková výška průřezu
z_h =	246 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	273 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
b_{hor} =	280 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$ =	140 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$ =	140 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	220 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$ =	110 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$ =	110 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H}$ =	2,3737E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	2,1389E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	2,9770E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	3,7889E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	2,9770E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	3,7889E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlacených prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak není uvažován

b	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	4250 mm
$\lambda =$	73,90
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,734
$\phi =$	0,860
$\chi_y =$	1,000

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak není uvažován

c	
$\alpha =$	0,49
$\beta =$	0,5
$L_{cr} =$	2125 mm
$\lambda =$	36,95
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,367
$\phi =$	0,608
$\chi_z =$	1,000

křivka vzpěrné pevnosti
součinitel imperfekce
součinitel vzpěrné délky
kritická délka
štíhlost
srovnávací štíhlost
poměrná štíhlost

součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	1,000	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	1,6	14,0	3,8	-0,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	1,5	5,1	5,5	-0,5
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	15,5	164,8	3,3	-1,2
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	19,6	30,5	14,0	-2,7
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	11,8	95,9	43,5	-1,7
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	94,9	153,0	221,0	-1,1

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	2,2	19,1	5,2	-0,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	1,7	6,0	6,5	-0,6
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	10,0	107,1	2,2	-0,8
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	25,4	39,6	18,2	-3,6
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	8,0	64,7	29,3	-1,1
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	218,6	352,5	509,1	-2,6

					Lokální břemeno		
					síly	napětí	
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Fz kN	charakt. MPa	návrhové MPa
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,0	0,0	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	1,6	0,6	0,7
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	0,0	0,0	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	18,2	6,7	8,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	10,5	3,9	2,6
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	62,5	23,1	53,3

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 266,0 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pl,Rd} = 476,4 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$\eta_3 = 0,558 > 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) není splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

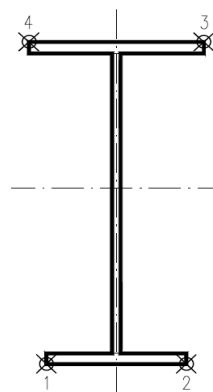
$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{236476,0}{2343600,0}$	+	$\frac{61402318,8}{397835604}$	+	$\frac{-6221418,8}{70473709}$	=	0,167	0,60
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{236476,0}{2343600,0}$	+	$\frac{61402318,8}{397835604}$	+	$\frac{6221418,8}{70473709}$	=	0,344	0,45
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{236476,0}{2343600,0}$	+	$\frac{-61402319}{441500488}$	+	$\frac{6221418,8}{55372200}$	=	0,074	0,97
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{236476,0}{2343600,0}$	+	$\frac{-61402319}{441500488}$	+	$\frac{-6221418,8}{55372200}$	=	0,151	0,81

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{352466,3}{2343600,0}$	+	$\frac{509082214}{397835604}$	+	$\frac{-2557275,9}{70473709}$	=	1,394
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{352466,3}{2343600,0}$	+	$\frac{509082214}{397835604}$	+	$\frac{2557275,9}{70473709}$	=	1,466
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{352466,3}{2343600,0}$	+	$\frac{-509082214}{441500488}$	+	$\frac{2557275,9}{55372200}$	=	0,956
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{352466,3}{2343600,0}$	+	$\frac{-509082214}{441500488}$	+	$\frac{-2557275,9}{55372200}$	=	1,049

$$Z_{LM71} = 0,45 \quad \text{z napětí v dolních pravých vláknech}$$



KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 145,2 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 476,4 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = 0,305 \leq 0,5 \quad \text{Podmínka A.2 je splněna.}$$

Účinky lokálního zatížení

$$P = 144,0 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 15 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$c = 270 \text{ mm}$$

$$\sigma_{z,LM71,Ed} = 53,3 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,LM71} = 0,287 \quad (\text{A.17})$$

$$\eta_{2,rs} = 0,065 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 3,26 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \quad Z_{LM71} = 0,86$$

$$2 \quad Z_{LM71} = 0,73$$

$$3 \quad Z_{LM71} = 1,21$$

$$4 \quad Z_{LM71} = 1,08$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 0,73 \quad (\text{A.19})$$

Vyšetřování napětí po průřezu

Napětí charakteristické												
horní okraj							dolní okraj					
N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P		N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
ZS	σ_h						σ_d					
	MPa						MPa					
1	1,1	-1,6	-0,5	0,5	-1,0	0,0	1,1	1,8	-0,4	0,4	2,5	3,3
2	0,4	-2,3	-1,6	1,6	-3,5	-0,3	0,4	2,6	-1,3	1,3	1,7	4,2
3	13,1	-1,4	-4,0	4,0	7,7	15,7	13,1	1,6	-3,1	3,1	11,5	17,8
4	2,4	-5,9	-9,2	9,2	-12,7	5,7	2,4	6,6	-7,2	7,2	1,8	16,2
5	7,6	-18,3	-5,6	5,6	-16,3	-5,1	7,6	20,3	-4,4	4,4	23,5	32,3
UL My	12,1	-93,1	-3,7	3,7	-84,7	-77,2	12,1	103,3	-2,9	2,9	112,5	118,4

Napětí návrhové												
horní okraj							dolní okraj					
N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P		N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
ZS	σ_h						σ_d					
	MPa						MPa					
1	1,5	-2,2	-0,7	0,7	-1,4	0,0	1,5	2,4	-0,5	0,5	3,4	4,5
2	0,5	-2,7	-1,9	1,9	-4,2	-0,4	0,5	3,0	-1,5	1,5	2,0	5,0
3	8,5	-0,9	-2,6	2,6	5,0	10,2	8,5	1,0	-2,0	2,0	7,5	11,6
4	3,1	-7,7	-11,9	11,9	-16,5	7,4	3,1	8,5	-9,4	9,4	2,3	21,0
5	5,1	-12,4	-3,8	3,8	-11,0	-3,5	5,1	13,7	-3,0	3,0	15,9	21,8
UL My	28,0	-214,5	-8,6	8,6	-195,1	-177,9	28,0	238,0	-6,7	6,7	259,2	272,7

Výčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau^2} \leq R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

$\sigma_1 = 278,87$ MPa > 186,0 MPa NEVYHOVUJE %

$\sigma_{uicy} = -214,5$ MPa

$\sigma_{RSy} = -25,9$ MPa

0,83

$\sigma_{uicz} = 53,3$ MPa

$\sigma_{RSz} = 12,1$ MPa

0,17

$\tau_{uic} = 0,0$ MPa

$\tau_{RS} = 0,0$ MPa

0,00

Srovnávací napětí - dolní vlákna

$\sigma_1 = 304,75$ MPa > 186,0 MPa NEVYHOVUJE %

$\sigma_{uicy} = 238,0$ MPa

$\sigma_{RSy} = 28,7$ MPa

0,85

$\sigma_{uicz} = -53,3$ MPa

$\sigma_{RSz} = -12,1$ MPa

0,15

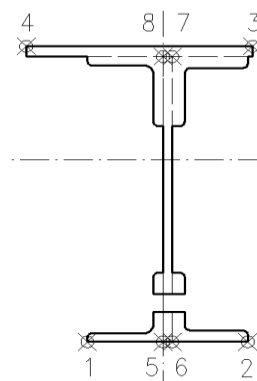
$\tau_{uic} = 0,0$ MPa

$\tau_{RS} = 0,0$ MPa

0,00

Ověření pružné únosnosti stěny

d =	519 mm	celková výška průřezu
zh =	231 mm	vzdálenost horních krajních vláken stěny od těžiště
zd =	257 mm	vzdálenost dolních krajních vláken stěny od těžiště
b _{hor} =	10 mm	celková šířka stěny
b _{p,hor} =	5 mm	vzdálenost pravých krajních vláken
b _{l,hor} =	5 mm	vzdálenost levých krajních vláken
W _{y,H} =	2,5278E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	2,2721E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,L} =	8,3356E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým vláknům
W _{z,P} =	8,3356E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům



$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

vlákna

5	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{236476,0}{2343600,0}$	+	$\frac{61402318,8}{422603580}$	+	$\frac{-6221418,8}{1,5504E+09}$	=	0,242
6	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{236476,0}{2343600,0}$	+	$\frac{61402318,8}{422603580}$	+	$\frac{6221418,8}{1,550421600}$	=	0,250
7	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{236476,0}{2343600,0}$	+	$\frac{61402319}{470169351}$	+	$\frac{6221418,8}{1,550421600}$	=	0,236
8	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{236476,0}{2343600,0}$	+	$\frac{61402319}{470169351}$	+	$\frac{-6221418,8}{1,5504E+09}$	=	0,227

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

5	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{352466,3}{2343600,0}$	+	$\frac{509082214}{422603580}$	+	$\frac{-2557275,9}{1,5504E+09}$	=	1,353
6	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{352466,3}{2343600,0}$	+	$\frac{509082214}{422603580}$	+	$\frac{2557275,9}{1,550421600}$	=	1,357
7	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{352466,3}{2343600,0}$	+	$\frac{509082214}{470169351}$	+	$\frac{2557275,9}{1,550421600}$	=	1,235
8	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{352466,3}{2343600,0}$	+	$\frac{509082214}{470169351}$	+	$\frac{-2557275,9}{1,5504E+09}$	=	1,232

$$Z_{LM71}^2 \cdot (\eta_{1,LM71}^2 + \eta_{2,LM71}^2 - \eta_{1,LM71} \cdot \eta_{2,LM71} + 3 \cdot \eta_{3,LM71}^2) + \\ + Z_{LM71} \cdot (2 \cdot \eta_{1,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot \eta_{2,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \eta_{1,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \\ - \eta_{2,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot 2 \cdot \eta_{3,rs} \cdot \eta_{3,LM71}) + \eta_{1,rs}^2 + \eta_{2,rs}^2 - \eta_{1,rs} \eta_{2,rs} + 3 \cdot \eta_{3,rs}^2 = 1$$

řešení kvadratické rovnice

vlákna				Z _{LM71} =			η _{3,rs} =	0,099
a	b	c	D	x1	x2		η _{3,LM71} =	0,459
5	2,1576	0,6357005	-0,923	8,37222288	0,523	-0,818		
6	2,1656	0,6565587	-0,92	8,3989888	0,518	-0,821		
7	1,8848	0,5714117	-0,926	7,30761741	0,566	-0,869		
8	1,8776	0,5526067	-0,929	7,28383456	0,572	-0,866		
						0,52		
Z _{LM71} = 0.52 zatížitelnost z pružné únosnosti stěny								

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	7,250 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,60	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,60	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	1,2600E+04 mm ²	plocha průřezu
I_y =	5,8392E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	4,1678E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	215,3 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	57,5 mm	poloměr setrvačnosti
i_{min} =	57,5 mm	minimální poloměr setrvačnosti
t =	10 mm	tloušťka stojiny
h_w =	488 mm	výška stojiny účinná na smyk
A_v =	4880 mm ²	smyková plocha
d =	519 mm	celková výška průřezu
z_h =	246 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	273 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
b_{hor} =	280 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$ =	140 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$ =	140 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	220 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$ =	110 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$ =	110 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H}$ =	2,3737E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	2,1389E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	2,9770E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	3,7889E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	2,9770E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	3,7889E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlacených prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak není uvažován

b	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	4250 mm
$\lambda =$	73,90
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,734
$\phi =$	0,860
$\chi_y =$	1,000

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak není uvažován

c		křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,49	součinitel imperfekce
$\beta =$	0,5	součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} =$	2125 mm	kritická délka
$\lambda =$	36,95	štíhlost
$\lambda_1 =$	100,65	srovnávací štíhlost
$\lambda_d =$	0,367	poměrná štíhlost
$\phi =$	0,608	
$\chi_z =$	1,000	součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	1,000	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení

gr12

Kombinace zatížení dle výrazu

6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,0	2,1	2,3	-0,8
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	0,1	-1,0	5,5	-0,7
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	7,5	19,0	2,0	11,5
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	11,7	24,1	39,3	-5,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	0,5	17,9	45,1	-2,0
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	12,5	12,5	117,3	-6,7

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,0	2,9	3,2	-1,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	0,1	-1,1	6,5	-0,8
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	4,9	12,4	1,3	7,4
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	15,2	31,3	51,1	-6,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	0,4	12,1	30,5	-1,3
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	28,7	28,8	270,3	-6,7

					Lokální břemeno		
					síly	napětí	
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Fz kN	charakt. MPa	návrhové MPa
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,0	0,0	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	1,6	0,6	0,7
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	0,0	0,0	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	18,2	6,7	8,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	10,5	3,9	2,6
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	62,5	23,1	53,3

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 49,2 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pl,Rd} = 476,4 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$\eta_3 = 0,103 \leq 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) je splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

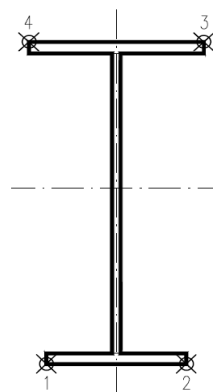
$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{57518,2}{2343600,0}$	+	$\frac{92558281,3}{397835604}$	+	$\frac{-2509843,8}{70473709}$	=	0,222	1,30
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{57518,2}{2343600,0}$	+	$\frac{92558281,3}{397835604}$	+	$\frac{2509843,8}{70473709}$	=	0,293	0,90
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{57518,2}{2343600,0}$	+	$\frac{-92558281}{441500488}$	+	$\frac{2509843,8}{55372200}$	=	0,140	1,80
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{57518,2}{2343600,0}$	+	$\frac{-92558281}{441500488}$	+	$\frac{-2509843,8}{55372200}$	=	0,230	1,07

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{28798,2}{2343600,0}$	+	$\frac{270264898}{397835604}$	+	$\frac{-6680000,0}{70473709}$	=	0,597
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{28798,2}{2343600,0}$	+	$\frac{270264898}{397835604}$	+	$\frac{6680000,0}{70473709}$	=	0,786
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{28798,2}{2343600,0}$	+	$\frac{-270264898}{441500488}$	+	$\frac{6680000,0}{55372200}$	=	0,479
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{28798,2}{2343600,0}$	+	$\frac{-270264898}{441500488}$	+	$\frac{-6680000,0}{55372200}$	=	0,721

$$Z_{LM71} = 0,90 \quad \text{z napětí v dolních pravých vláknech}$$



KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 46,3 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 476,4 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = 0,097 \leq 0,5 \quad \text{Podmínka A.2 je splněna.}$$

Účinky lokálního zatížení

$$P = 144,0 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 15 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$c = 270 \text{ mm}$$

$$\sigma_{z,LM71,Ed} = 53,3 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,LM71} = 0,287 \quad (\text{A.17})$$

$$\eta_{2,rs} = 0,065 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 3,26 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \quad Z_{LM71} = 1,51$$

$$2 \quad Z_{LM71} = 1,20$$

$$3 \quad Z_{LM71} = 1,83$$

$$4 \quad Z_{LM71} = 1,33$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 1,20 \quad (\text{A.19})$$

Vyšetřování napětí po průřezu

Napětí charakteristické												
horní okraj							dolní okraj					
N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P		N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
ZS	σ_h						σ_d					
	MPa						MPa					
1	0,2	-1,0	-2,5	2,5	-3,3	1,7	0,2	1,1	-2,0	2,0	-0,7	3,2
2	-0,1	-2,3	-2,3	2,3	-4,7	-0,1	-0,1	2,6	-1,8	1,8	0,7	4,3
3	1,5	-0,9	38,5	-38,5	39,1	-37,8	1,5	0,9	30,2	-30,2	32,7	-27,8
4	1,9	-16,5	-17,6	17,6	-32,2	2,9	1,9	18,4	-13,8	13,8	6,5	34,1
5	1,4	-19,0	-6,6	6,6	-24,1	-11,0	1,4	21,1	-5,1	5,1	17,4	27,7
UL Mz	1,0	-49,4	-22,4	22,4	-70,9	-26,0	1,0	54,8	-17,6	17,6	38,2	73,5

Napětí návrhové												
horní okraj							dolní okraj					
N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P		N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
ZS	σ_h						σ_d					
	MPa						MPa					
1	0,2	-1,3	-3,4	3,4	-4,6	2,3	0,2	1,5	-2,7	2,7	-1,0	4,4
2	-0,1	-2,8	-2,8	2,8	-5,6	-0,1	-0,1	3,1	-2,2	2,2	0,8	5,1
3	1,0	-0,6	25,0	-25,0	25,4	-24,6	1,0	0,6	19,7	-19,7	21,3	-18,1
4	2,5	-21,5	-22,8	22,8	-41,9	3,8	2,5	23,9	-17,9	17,9	8,4	44,3
5	1,0	-12,8	-4,4	4,4	-16,3	-7,5	1,0	14,2	-3,5	3,5	11,7	18,7
UL Mz	2,3	-113,9	-22,4	22,4	-134,0	-89,1	2,3	126,4	-17,6	17,6	111,0	146,3

Výčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau^2} \leq R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

$\sigma_1 =$ 194,02 MPa > 186,0 MPa NEVYHOVUJE %

$\sigma_{uicy} =$ -113,9 MPa

$\sigma_{RSy} =$ -39,0 MPa

0,66

$\sigma_{uicz} =$ 53,3 MPa

$\sigma_{RSz} =$ 12,1 MPa

0,34

$\tau_{uic} =$ 0,0 MPa

$\tau_{RS} =$ 0,0 MPa

0,00

Srovnávací napětí - dolní vlákna

$\sigma_1 =$ 210,13 MPa > 186,0 MPa NEVYHOVUJE %

$\sigma_{uicy} =$ 126,4 MPa

$\sigma_{RSy} =$ 43,3 MPa

0,70

$\sigma_{uicz} =$ -53,3 MPa

$\sigma_{RSz} =$ -12,1 MPa

0,30

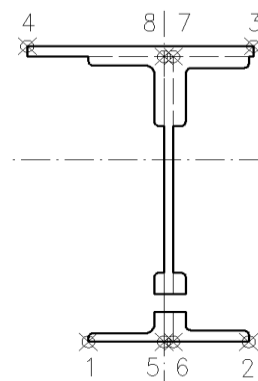
$\tau_{uic} =$ 0,0 MPa

$\tau_{RS} =$ 0,0 MPa

0,00

Ověření pružné únosnosti stěny

d =	519 mm	celková výška průřezu
zh =	231 mm	vzdálenost horních krajních vláken stěny od těžiště
zd =	257 mm	vzdálenost dolních krajních vláken stěny od těžiště
b _{hor} =	10 mm	celková šířka stěny
b _{p,hor} =	5 mm	vzdálenost pravých krajních vláken
b _{l,hor} =	5 mm	vzdálenost levých krajních vláken
W _{y,H} =	2,5278E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	2,2721E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,L} =	8,3356E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým vláknům
W _{z,P} =	8,3356E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům



$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

vlákna

5	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{57518,2}{2343600,0}$	+	$\frac{92558281,3}{422603580}$	+	$\frac{-2509843,8}{1,5504E+09}$	=	0,242
6	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{57518,2}{2343600,0}$	+	$\frac{92558281,3}{422603580}$	+	$\frac{2509843,8}{1550421600}$	=	0,245
7	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{57518,2}{2343600,0}$	+	$\frac{92558281,3}{470169351}$	+	$\frac{2509843,8}{1550421600}$	=	0,223
8	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{57518,2}{2343600,0}$	+	$\frac{92558281,3}{470169351}$	+	$\frac{-2509843,8}{1,5504E+09}$	=	0,220

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

5	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{28798,2}{2343600,0}$	+	$\frac{270264898}{422603580}$	+	$\frac{-6680000,0}{1,5504E+09}$	=	0,648
6	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{28798,2}{2343600,0}$	+	$\frac{270264898}{422603580}$	+	$\frac{6680000,0}{1550421600}$	=	0,656
7	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{28798,2}{2343600,0}$	+	$\frac{270264898}{470169351}$	+	$\frac{6680000,0}{1550421600}$	=	0,591
8	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{28798,2}{2343600,0}$	+	$\frac{270264898}{470169351}$	+	$\frac{-6680000,0}{1,5504E+09}$	=	0,583

$$Z_{LM71}^2 \cdot (\eta_{1,LM71}^2 + \eta_{2,LM71}^2 - \eta_{1,LM71} \cdot \eta_{2,LM71} + 3 \cdot \eta_{3,LM71}^2) + \\ + Z_{LM71} \cdot (2 \cdot \eta_{1,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot \eta_{2,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \eta_{1,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \\ - \eta_{2,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot \eta_{3,rs} \cdot \eta_{3,LM71}) + \eta_{1,rs}^2 + \eta_{2,rs}^2 - \eta_{1,rs} \eta_{2,rs} + 3 \cdot \eta_{3,rs}^2 = 1$$

řešení kvadratické rovnice

vlákna				Z _{LM71} =			η _{3,rs} =	0,043
a	b	c	D	x1	x2		η _{3,LM71} =	0,060
5	0,3267	0,2448218	-0,947	1,29800607	1,369	-2,118		
6	0,3355	0,2517513	-0,946	1,33282147	1,346	-2,096		
7	0,2733	0,2043774	-0,955	1,08573353	1,532	-2,280		
8	0,2656	0,1982487	-0,956	1,05535165	1,560	-2,307		
						1,35		
Z _{LM71} = 1,35 zatížitelnost z pružné únosnosti stěny								

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	7,250 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,60	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,60	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	1,2600E+04 mm ²	plocha průřezu
I_y =	5,8392E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	4,1678E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	215,3 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	57,5 mm	poloměr setrvačnosti
i_{min} =	57,5 mm	minimální poloměr setrvačnosti
t =	10 mm	tloušťka stojiny
h_w =	488 mm	výška stojiny účinná na smyk
A_v =	4880 mm ²	smyková plocha
d =	519 mm	celková výška průřezu
z_h =	246 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	273 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
b_{hor} =	280 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$ =	140 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$ =	140 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	220 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$ =	110 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$ =	110 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H}$ =	2,3737E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	2,1389E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	2,9770E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	3,7889E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	2,9770E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	3,7889E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak není uvažován

b	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	4250 mm
$\lambda =$	73,90
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,734
$\phi =$	0,860
$\chi_y =$	1,000

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak není uvažován

c		křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,49	součinitel imperfekce
$\beta =$	0,5	součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} =$	2125 mm	kritická délka
$\lambda =$	36,95	štíhlost
$\lambda_1 =$	100,65	srovnávací štíhlost
$\lambda_d =$	0,367	poměrná štíhlost
$\phi =$	0,608	
$\chi_z =$	1,000	součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	1,000	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,0	2,1	2,3	-0,8
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	0,1	-1,0	5,5	-0,7
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	0,5	7,5	19,0	1,8	10,4
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	11,7	24,1	35,7	-4,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	0,5	17,9	45,1	-2,0
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	12,5	12,5	117,3	-6,7

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,0	2,9	3,2	-1,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	0,1	-1,1	6,5	-0,8
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	0,5	4,9	12,4	1,2	6,8
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	15,2	31,3	46,5	-6,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	0,4	12,1	30,5	-1,3
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	28,7	28,8	270,3	-6,7

					Lokální břemeno		
					síly	napětí	
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Fz kN	charakt. MPa	návrhové MPa
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,0	0,0	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	1,6	0,6	0,7
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	0,5	0,0	0,0	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	18,2	6,7	8,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	10,5	3,9	2,6
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	62,5	23,1	53,3

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 49,2 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pl,Rd} = 476,4 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$\eta_3 = 0,103 \leq 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) je splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

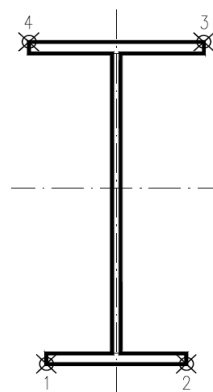
$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{57518,2}{2343600,0}$	+	$\frac{87844936,3}{397835604}$	+	$\frac{-2568343,8}{70473709}$	=	0,209	1,33
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{57518,2}{2343600,0}$	+	$\frac{87844936,3}{397835604}$	+	$\frac{2568343,8}{70473709}$	=	0,282	0,91
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{57518,2}{2343600,0}$	+	$\frac{-87844936}{441500488}$	+	$\frac{2568343,8}{55372200}$	=	0,128	1,82
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{57518,2}{2343600,0}$	+	$\frac{-87844936}{441500488}$	+	$\frac{-2568343,8}{55372200}$	=	0,221	1,08

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{28798,2}{2343600,0}$	+	$\frac{270264898}{397835604}$	+	$\frac{-6680000,0}{70473709}$	=	0,597
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{28798,2}{2343600,0}$	+	$\frac{270264898}{397835604}$	+	$\frac{6680000,0}{70473709}$	=	0,786
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{28798,2}{2343600,0}$	+	$\frac{-270264898}{441500488}$	+	$\frac{6680000,0}{55372200}$	=	0,479
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{28798,2}{2343600,0}$	+	$\frac{-270264898}{441500488}$	+	$\frac{-6680000,0}{55372200}$	=	0,721

$$Z_{LM71} = 0,91 \quad \text{z napětí v dolních pravých vláknech}$$



KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 46,7 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 476,4 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = 0,098 \leq 0,5 \quad \text{Podmínka A.2 je splněna.}$$

Účinky lokálního zatížení

$$P = 144,0 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 15 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$c = 270 \text{ mm}$$

$$\sigma_{z,LM71,Ed} = 53,3 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,LM71} = 0,287 \quad (\text{A.17})$$

$$\eta_{2,rs} = 0,065 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 3,26 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \quad Z_{LM71} = 1,53$$

$$2 \quad Z_{LM71} = 1,21$$

$$3 \quad Z_{LM71} = 1,84$$

$$4 \quad Z_{LM71} = 1,34$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 1,21 \quad (\text{A.19})$$

Vyšetřování napětí po průřezu

Napětí charakteristické												
horní okraj							dolní okraj					
N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P		N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
ZS	σ_h						σ_d					
	MPa						MPa					
1	0,2	-1,0	-2,5	2,5	-3,3	1,7	0,2	1,1	-2,0	2,0	-0,7	3,2
2	-0,1	-2,3	-2,3	2,3	-4,7	-0,1	-0,1	2,6	-1,8	1,8	0,7	4,3
3	1,5	-0,8	35,0	-35,0	35,8	-34,3	1,5	0,9	27,5	-27,5	29,9	-25,2
4	1,9	-15,1	-16,0	16,0	-29,1	2,8	1,9	16,7	-12,6	12,6	6,1	31,2
5	1,4	-19,0	-6,6	6,6	-24,1	-11,0	1,4	21,1	-5,1	5,1	17,4	27,7
UL Mz	1,0	-49,4	-22,4	22,4	-70,9	-26,0	1,0	54,8	-17,6	17,6	38,2	73,5

Napětí návrhové												
horní okraj							dolní okraj					
N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P		N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
ZS	σ_h						σ_d					
	MPa						MPa					
1	0,2	-1,3	-3,4	3,4	-4,6	2,3	0,2	1,5	-2,7	2,7	-1,0	4,4
2	-0,1	-2,8	-2,8	2,8	-5,6	-0,1	-0,1	3,1	-2,2	2,2	0,8	5,1
3	1,0	-0,5	22,8	-22,8	23,2	-22,3	1,0	0,6	17,9	-17,9	19,4	-16,3
4	2,5	-19,6	-20,8	20,8	-37,9	3,7	2,5	21,7	-16,3	16,3	7,9	40,5
5	1,0	-12,8	-4,4	4,4	-16,3	-7,5	1,0	14,2	-3,5	3,5	11,7	18,7
UL Mz	2,3	-113,9	-22,4	22,4	-134,0	-89,1	2,3	126,4	-17,6	17,6	111,0	146,3

Výčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau^2} \leq R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

$\sigma_1 = 192,13$ MPa > 186,0 MPa NEVYHOVUJE %

$\sigma_{uicy} = -113,9$ MPa

$\sigma_{RSy} = -37,0$ MPa

0,65

$\sigma_{uicz} = 53,3$ MPa

$\sigma_{RSz} = 12,1$ MPa

0,35

$\tau_{uic} = 0,0$ MPa

$\tau_{RS} = 0,0$ MPa

0,00

Srovnávací napětí - dolní vlákna

$\sigma_1 = 208,01$ MPa > 186,0 MPa NEVYHOVUJE %

$\sigma_{uicy} = 126,4$ MPa

$\sigma_{RSy} = 41,1$ MPa

0,70

$\sigma_{uicz} = -53,3$ MPa

$\sigma_{RSz} = -12,1$ MPa

0,30

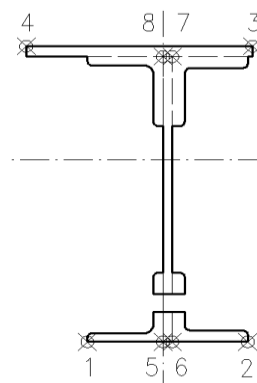
$\tau_{uic} = 0,0$ MPa

$\tau_{RS} = 0,0$ MPa

0,00

Ověření pružné únosnosti stěny

d =	519 mm	celková výška průřezu
zh =	231 mm	vzdálenost horních krajních vláken stěny od těžiště
zd =	257 mm	vzdálenost dolních krajních vláken stěny od těžiště
b _{hor} =	10 mm	celková šířka stěny
b _{p,hor} =	5 mm	vzdálenost pravých krajních vláken
b _{l,hor} =	5 mm	vzdálenost levých krajních vláken
W _{y,H} =	2,5278E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	2,2721E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,L} =	8,3356E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým vláknům
W _{z,P} =	8,3356E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům



$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

vlákna

5	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{57518,2}{2343600,0}$	+	$\frac{87844936,3}{422603580}$	+	$\frac{-2568343,8}{1,5504E+09}$	=	0,231
6	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{57518,2}{2343600,0}$	+	$\frac{87844936,3}{422603580}$	+	$\frac{2568343,8}{1550421600}$	=	0,234
7	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{57518,2}{2343600,0}$	+	$\frac{87844936,3}{470169351}$	+	$\frac{2568343,8}{1550421600}$	=	0,213
8	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{57518,2}{2343600,0}$	+	$\frac{87844936,3}{470169351}$	+	$\frac{-2568343,8}{1,5504E+09}$	=	0,210

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

5	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{28798,2}{2343600,0}$	+	$\frac{270264898}{422603580}$	+	$\frac{-6680000,0}{1,5504E+09}$	=	0,648
6	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{28798,2}{2343600,0}$	+	$\frac{270264898}{422603580}$	+	$\frac{6680000,0}{1550421600}$	=	0,656
7	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{28798,2}{2343600,0}$	+	$\frac{270264898}{470169351}$	+	$\frac{6680000,0}{1550421600}$	=	0,591
8	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{28798,2}{2343600,0}$	+	$\frac{270264898}{470169351}$	+	$\frac{-6680000,0}{1,5504E+09}$	=	0,583

$$Z_{LM71}^2 \cdot (\eta_{1,LM71}^2 + \eta_{2,LM71}^2 - \eta_{1,LM71} \cdot \eta_{2,LM71} + 3 \cdot \eta_{3,LM71}^2) + \\ + Z_{LM71} \cdot (2 \cdot \eta_{1,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot \eta_{2,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \eta_{1,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \\ - \eta_{2,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot 2 \cdot \eta_{3,rs} \cdot \eta_{3,LM71}) + \eta_{1,rs}^2 + \eta_{2,rs}^2 - \eta_{1,rs} \eta_{2,rs} + 3 \cdot \eta_{3,rs}^2 = 1$$

řešení kvadratické rovnice

vlákna	a	b	c	D	x1	x2	$\eta_{3,rs} =$	$\eta_{3,LM71} =$
5	0,3267	0,2335383	-0,952	1,29856998	1,387	-2,102	0,043	0,060
6	0,3355	0,2403523	-0,951	1,33338981	1,363	-2,079		
7	0,2733	0,1954277	-0,959	1,08620604	1,549	-2,264		
8	0,2656	0,1894049	-0,96	1,05582029	1,578	-2,291		
					1,36			

Z_{LM71} = 1,36 zatížitelnost z pružné únosnosti stěny

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	2024 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	11,720 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,40	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,40	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	2,1560E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	1,7293E+09 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,4301E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	283,2 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	81,4 mm	poloměr setrvačnosti
$i_{\min} =$	81,4 mm	minimální poloměr setrvačnosti
t =	12 mm	tloušťka stojiny
$h_w =$	630 mm	výška stojiny účinná na smyk
$A_v =$	7560 mm ²	smyková plocha
d =	670 mm	celková výška průřezu
zh =	335 mm	vzdálenost horních krajních vláken
zd =	335 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{\text{hor}} =$	350 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,\text{hor}} =$	175 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,\text{hor}} =$	175 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{\text{dol}} =$	350 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,\text{dol}} =$	175 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,\text{dol}} =$	175 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	5,1621E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	5,1621E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	8,1720E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	8,1720E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	8,1720E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	8,1720E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak je uvažován

b	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	2024 mm
$\lambda =$	24,85
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,247
$\phi =$	0,538
$\chi_y =$	0,983

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak je uvažován

c	
$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	2024 mm
$\lambda =$	24,85
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,247
$\phi =$	0,542
$\chi_z =$	0,976

křivka vzpěrné pevnosti

součinitel imperfekce

součinitel vzpěrné délky

kritická délka

štíhlost

srovnávací štíhlost

poměrná štíhlost

součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	0,976	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení

gr12

Kombinace zatížení dle výrazu

6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,4	10,7	21,7	-0,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	6,8	-9,0	41,4	-1,5
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	0,4	-6,1	-13,2	-23,5
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	10,8	-47,3	21,7	-16,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	3,5	106,9	124,3	-21,0
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	20,6	-103,9	578,0	-4,8

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,365625	1	1	0,6	14,6	29,7	-0,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	8,1	-10,7	49,1	-1,8
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	0,2	-4,0	-8,6	-15,3
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	14,0	-61,5	28,2	-20,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	2,3	72,2	83,9	-14,2
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	37,4	-103,9	1052,0	-8,8

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 62,7 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pl,Rd} = 738,0 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$\eta_3 = 0,085 \leq 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) je splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

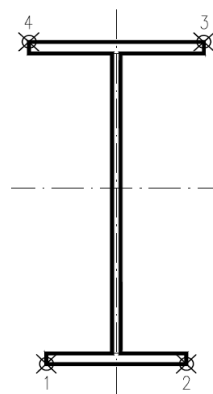
 $Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{10606,3}{3914481,3}$	+	$\frac{182305375,0}{960148657}$	+	$\frac{-52170812,5}{151999200}$	=	0,151	0,84
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{10606,3}{3914481,3}$	+	$\frac{182305375,0}{960148657}$	+	$\frac{52170812,5}{151999200}$	=	0,536	0,41
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{10606,3}{3914481,3}$	+	$\frac{-182305375}{960148657}$	+	$\frac{52170812,5}{151999200}$	=	0,156	0,79
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{10606,3}{3914481,3}$	+	$\frac{-182305375}{960148657}$	+	$\frac{-52170812,5}{151999200}$	=	0,530	0,40

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-103900,0}{3914481,3}$	+	$\frac{1052045678}{960148657}$	+	$\frac{-8772962,7}{151999200}$	=	1,011
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-103900,0}{3914481,3}$	+	$\frac{1052045678}{960148657}$	+	$\frac{8772962,7}{151999200}$	=	1,127
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-103900,0}{3914481,3}$	+	$\frac{-1052045678}{960148657}$	+	$\frac{8772962,7}{151999200}$	=	1,065
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-103900,0}{3914481,3}$	+	$\frac{-1052045678}{960148657}$	+	$\frac{-8772962,7}{151999200}$	=	1,180

$$Z_{LM71} = 0,40 \quad \text{z napětí v horních levých vláknech}$$



KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 40,2 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 738,0 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = 0,054 \leq 0,5 \quad \text{Podmínka A.2 je splněna.}$$

Účinky lokálního zatížení

$$P = 113,8 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 20 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 12 \text{ mm}$$

$$c = 280 \text{ mm}$$

$$\sigma_{z,LM71,Ed} = 33,9 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,LM71} = 0,182 \quad (\text{A.17})$$

$$\eta_{2,rs} = 0,051 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 5,21 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \quad Z_{LM71} = 1,24$$

$$2 \quad Z_{LM71} = 0,85$$

$$3 \quad Z_{LM71} = 1,18$$

$$4 \quad Z_{LM71} = 0,82$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 0,82 \quad (\text{A.19})$$

Vyšetřování napětí po průřezu

Napětí charakteristické												
horní okraj							dolní okraj					
N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P		N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
ZS	σ_h						σ_d					
	MPa						MPa					
1	0,5	-4,2	-0,1	0,1	-3,8	-3,6	0,5	4,2	-0,1	0,1	4,6	4,8
2	-0,4	-8,0	-1,8	1,8	-10,2	-6,6	-0,4	8,0	-1,8	1,8	5,8	9,4
3	-0,3	2,6	-28,8	28,8	-26,5	31,1	-0,3	-2,6	-28,8	28,8	-31,6	26,0
4	-2,2	-4,2	-19,6	19,6	-26,0	13,2	-2,2	4,2	-19,6	19,6	-17,6	21,6
5	5,0	-24,1	-25,7	25,7	-44,8	6,6	5,0	24,1	-25,7	25,7	3,3	54,8
UL My	-4,8	-112,0	-5,9	5,9	-122,7	-110,9	-4,8	112,0	-5,9	5,9	101,3	113,1

Napětí návrhové												
horní okraj							dolní okraj					
N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P		N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
ZS	σ_h						σ_d					
	MPa						MPa					
1	0,7	-5,7	-0,2	0,2	-5,2	-4,9	0,7	5,7	-0,2	0,2	6,3	6,6
2	-0,5	-9,5	-2,2	2,2	-12,2	-7,9	-0,5	9,5	-2,2	2,2	6,9	11,2
3	-0,2	1,7	-18,7	18,7	-17,2	20,2	-0,2	-1,7	-18,7	18,7	-20,6	16,9
4	-2,9	-5,5	-25,4	25,4	-33,8	17,1	-2,9	5,5	-25,4	25,4	-22,9	28,0
5	3,4	-16,2	-17,4	17,4	-30,2	4,6	3,4	16,2	-17,4	17,4	2,3	37,0
UL My	-4,8	-203,8	-10,7	10,7	-219,4	-197,9	-4,8	203,8	-10,7	10,7	188,2	209,7

Vyčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau^2} \leq R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

$\sigma_1 = 263,47 \text{ MPa} > 186,0 \text{ MPa}$ **NEVYHOVUJE** %

$\sigma_{uicy} = -203,8 \text{ MPa}$

$\sigma_{RSy} = -35,3 \text{ MPa}$

0,88

$\sigma_{uicz} = 33,9 \text{ MPa}$

$\sigma_{RSz} = 9,5 \text{ MPa}$

0,12

$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$

$\tau_{RS} = 0,0 \text{ MPa}$

0,00

Srovnávací napětí - dolní vlákna

$\sigma_1 = 263,47 \text{ MPa} > 186,0 \text{ MPa}$ **NEVYHOVUJE** %

$\sigma_{uicy} = 203,8 \text{ MPa}$

$\sigma_{RSy} = 35,3 \text{ MPa}$

0,88

$\sigma_{uicz} = -33,9 \text{ MPa}$

$\sigma_{RSz} = -9,5 \text{ MPa}$

0,12

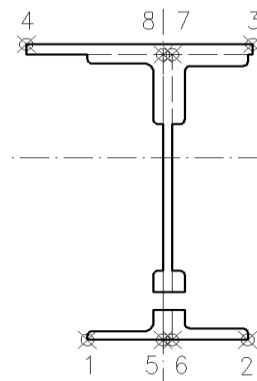
$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$

$\tau_{RS} = 0,0 \text{ MPa}$

0,00

Ověření pružné únosnosti stěny

d =	670 mm	celková výška průřezu
zh =	315 mm	vzdálenost horních krajních vláken stěny od těžiště
zd =	315 mm	vzdálenost dolních krajních vláken stěny od těžiště
b _{hor} =	12 mm	celková šířka stěny
b _{p,hor} =	6 mm	vzdálenost pravých krajních vláken
b _{l,hor} =	6 mm	vzdálenost levých krajních vláken
W _{y,H} =	5,4898E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	5,4898E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,L} =	2,3835E+07 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým vláknům
W _{z,P} =	2,3835E+07 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům



$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

vlákna

5	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{10606,3}{3914481,3}$	+	$\frac{182305375,0}{1021110476}$	+	$\frac{-52170812,5}{4,4333E+09}$	=	0,169
6	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{10606,3}{3914481,3}$	+	$\frac{182305375,0}{1021110476}$	+	$\frac{52170812,5}{4,433310000}$	=	0,193
7	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{10606,3}{3914481,3}$	+	$\frac{182305375,0}{1021110476}$	+	$\frac{52170812,5}{4,433310000}$	=	0,193
8	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{10606,3}{3914481,3}$	+	$\frac{182305375,0}{1021110476}$	+	$\frac{-52170812,5}{4,4333E+09}$	=	0,169

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

5	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-103900,0}{3914481,3}$	+	$\frac{1052045678}{1021110476}$	+	$\frac{-8772962,7}{4,4333E+09}$	=	1,002
6	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-103900,0}{3914481,3}$	+	$\frac{1052045678}{1021110476}$	+	$\frac{8772962,7}{4,433310000}$	=	1,006
7	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-103900,0}{3914481,3}$	+	$\frac{1052045678}{1021110476}$	+	$\frac{8772962,7}{4,433310000}$	=	1,006
8	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-103900,0}{3914481,3}$	+	$\frac{1052045678}{1021110476}$	+	$\frac{-8772962,7}{4,4333E+09}$	=	1,002

$$Z_{LM71}^2 \cdot (\eta_{1,LM71}^2 + \eta_{2,LM71}^2 - \eta_{1,LM71} \cdot \eta_{2,LM71} + 3 \cdot \eta_{3,LM71}^2) + \\ + Z_{LM71} \cdot (2 \cdot \eta_{1,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot \eta_{2,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \eta_{1,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \\ - \eta_{2,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot 2 \cdot \eta_{3,rs} \cdot \eta_{3,LM71}) + \eta_{1,rs}^2 + \eta_{2,rs}^2 - \eta_{1,rs} \eta_{2,rs} + 3 \cdot \eta_{3,rs}^2 = 1$$

řešení kvadratické rovnice

vlákna				Z _{LM71} =			η _{3,rs} =	0,034
a	b	c	D	x1	x2		η _{3,LM71} =	0,051
5	0,862	0,280037	-0,974	3,43623772	0,913	-1,238		
6	0,8693	0,3242343	-0,966	3,46559131	0,884	-1,257		
7	0,8693	0,3242343	-0,966	3,46559131	0,884	-1,257		
8	0,862	0,280037	-0,974	3,43623772	0,913	-1,238		
0,88								
Z _{LM71} = 0,88 zatížitelnost z pružné únosnosti stěny								

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	2024 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	11,720 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,40	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,40	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	2,1560E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	1,7293E+09 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,4301E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	283,2 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	81,4 mm	poloměr setrvačnosti
$i_{\min} =$	81,4 mm	minimální poloměr setrvačnosti
t =	12 mm	tloušťka stojiny
$h_w =$	630 mm	výška stojiny účinná na smyk
$A_v =$	7560 mm ²	smyková plocha
d =	670 mm	celková výška průřezu
zh =	335 mm	vzdálenost horních krajních vláken
zd =	335 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{\text{hor}} =$	350 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,\text{hor}} =$	175 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,\text{hor}} =$	175 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{\text{dol}} =$	350 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,\text{dol}} =$	175 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,\text{dol}} =$	175 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	5,1621E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	5,1621E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	8,1720E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	8,1720E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	8,1720E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	8,1720E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak je uvažován

b	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	2024 mm
$\lambda =$	24,85
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,247
$\phi =$	0,538
$\chi_y =$	0,983

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak je uvažován

c	
$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	2024 mm
$\lambda =$	24,85
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,247
$\phi =$	0,542
$\chi_z =$	0,976

křivka vzpěrné pevnosti

součinitel imperfekce

součinitel vzpěrné délky

kritická délka

štíhlost

srovnávací štíhlost

poměrná štíhlost

součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	0,976	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení

gr12

Kombinace zatížení dle výrazu

6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,4	10,7	21,7	-0,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	6,8	-9,0	41,4	-1,5
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	0,4	-6,1	-6,7	-12,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	10,8	-47,3	11,1	-8,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	3,5	106,9	124,3	-21,0
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	20,6	-103,9	578,0	-4,8

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,365625	1	1	0,6	14,6	29,7	-0,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	8,1	-10,7	49,1	-1,8
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	0,2	-4,0	-4,4	-7,8
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	14,0	-61,5	14,4	-10,6
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	2,3	72,2	83,9	-14,2
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	37,4	-103,9	1052,0	-8,8

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 62,7 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pl,Rd} = 738,0 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$\eta_3 = 0,085 \leq 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) je splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

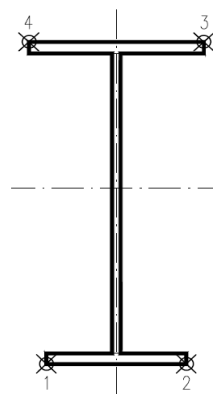
 $Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{10606,3}{3914481,3}$	+	$\frac{172683490,0}{960148657}$	+	$\frac{-34490877,5}{151999200}$	=	0,044	0,94
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{10606,3}{3914481,3}$	+	$\frac{172683490,0}{960148657}$	+	$\frac{34490877,5}{151999200}$	=	0,409	0,52
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{10606,3}{3914481,3}$	+	$\frac{-172683490,0}{960148657}$	+	$\frac{34490877,5}{151999200}$	=	0,050	0,89
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{10606,3}{3914481,3}$	+	$\frac{-172683490,0}{960148657}$	+	$\frac{-34490877,5}{151999200}$	=	0,404	0,51

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-103900,0}{3914481,3}$	+	$\frac{1052045678}{960148657}$	+	$\frac{-8772962,7}{151999200}$	=	1,011
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-103900,0}{3914481,3}$	+	$\frac{1052045678}{960148657}$	+	$\frac{8772962,7}{151999200}$	=	1,127
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-103900,0}{3914481,3}$	+	$\frac{-1052045678}{960148657}$	+	$\frac{8772962,7}{151999200}$	=	1,065
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-103900,0}{3914481,3}$	+	$\frac{-1052045678}{960148657}$	+	$\frac{-8772962,7}{151999200}$	=	1,180

$$Z_{LM71} = 0,51 \quad \text{z napětí v horních levých vláknech}$$



KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 44,2 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 738,0 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = 0,060 \leq 0,5 \quad \text{Podmínka A.2 je splněna.}$$

Účinky lokálního zatížení

$$P = 113,8 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 20 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 12 \text{ mm}$$

$$c = 280 \text{ mm}$$

$$\sigma_{z,LM71,Ed} = 33,9 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,LM71} = 0,182 \quad (\text{A.17})$$

$$\eta_{2,rs} = 0,051 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 5,21 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \quad Z_{LM71} = 1,33$$

$$2 \quad Z_{LM71} = 0,94$$

$$3 \quad Z_{LM71} = 1,27$$

$$4 \quad Z_{LM71} = 0,91$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 0,91 \quad (\text{A.19})$$

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h						σ_d					
ZS	MPa						MPa					
1	0,5	-4,2	-0,1	0,1	-3,8	-3,6	0,5	4,2	-0,1	0,1	4,6	4,8
2	-0,4	-8,0	-1,8	1,8	-10,2	-6,6	-0,4	8,0	-1,8	1,8	5,8	9,4
3	-0,3	1,3	-14,7	14,7	-13,7	15,7	-0,3	-1,3	-14,7	14,7	-16,3	13,1
4	-2,2	-2,1	-10,0	10,0	-14,3	5,6	-2,2	2,1	-10,0	10,0	-10,0	9,9
5	5,0	-24,1	-25,7	25,7	-44,8	6,6	5,0	24,1	-25,7	25,7	3,3	54,8
UL My	-4,8	-112,0	-5,9	5,9	-122,7	-110,9	-4,8	112,0	-5,9	5,9	101,3	113,1

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h						σ_d					
ZS	MPa						MPa					
1	0,7	-5,7	-0,2	0,2	-5,2	-4,9	0,7	5,7	-0,2	0,2	6,3	6,6
2	-0,5	-9,5	-2,2	2,2	-12,2	-7,9	-0,5	9,5	-2,2	2,2	6,9	11,2
3	-0,2	0,8	-9,5	9,5	-8,9	10,2	-0,2	-0,8	-9,5	9,5	-10,6	8,5
4	-2,9	-2,8	-13,0	13,0	-18,7	7,3	-2,9	2,8	-13,0	13,0	-13,1	12,8
5	3,4	-16,2	-17,4	17,4	-30,2	4,6	3,4	16,2	-17,4	17,4	2,3	37,0
UL My	-4,8	-203,8	-10,7	10,7	-219,4	-197,9	-4,8	203,8	-10,7	10,7	188,2	209,7

Výčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau^2} \leq R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

$\sigma_1 = 261,63 \text{ MPa} > 186,0 \text{ MPa}$ **NEVYHOVUJE** %

$\sigma_{uicy} = -203,8 \text{ MPa}$

$\sigma_{RSy} = -33,5 \text{ MPa}$

0,87

$\sigma_{uicz} = 33,9 \text{ MPa}$

$\sigma_{RSz} = 9,5 \text{ MPa}$

0,13

$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$

$\tau_{RS} = 0,0 \text{ MPa}$

0,00

Srovnávací napětí - dolní vlákna

$\sigma_1 = 261,63 \text{ MPa} > 186,0 \text{ MPa}$ **NEVYHOVUJE** %

$\sigma_{uicy} = 203,8 \text{ MPa}$

$\sigma_{RSy} = 33,5 \text{ MPa}$

0,87

$\sigma_{uicz} = -33,9 \text{ MPa}$

$\sigma_{RSz} = -9,5 \text{ MPa}$

0,13

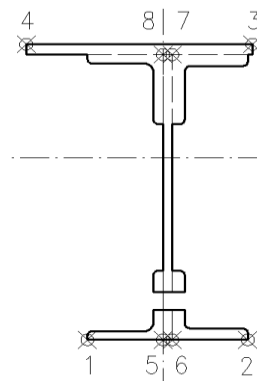
$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$

$\tau_{RS} = 0,0 \text{ MPa}$

0,00

Ověření pružné únosnosti stěny

d =	670 mm	celková výška průřezu
zh =	315 mm	vzdálenost horních krajních vláken stěny od těžiště
zd =	315 mm	vzdálenost dolních krajních vláken stěny od těžiště
b _{hor} =	12 mm	celková šířka stěny
b _{p,hor} =	6 mm	vzdálenost pravých krajních vláken
b _{l,hor} =	6 mm	vzdálenost levých krajních vláken
W _{y,H} =	5,4898E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	5,4898E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,L} =	2,3835E+07 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým vláknům
W _{z,P} =	2,3835E+07 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům



$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

vlákna

5	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{10606,3}{3914481,3}$	+	$\frac{172683490,0}{1021110476}$	+	$\frac{-34490877,5}{4,4333E+09}$	=	0,164
6	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{10606,3}{3914481,3}$	+	$\frac{172683490,0}{1021110476}$	+	$\frac{34490877,5}{4,433310000}$	=	0,180
7	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{10606,3}{3914481,3}$	+	$\frac{172683490,0}{1021110476}$	+	$\frac{34490877,5}{4,433310000}$	=	0,180
8	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{10606,3}{3914481,3}$	+	$\frac{172683490,0}{1021110476}$	+	$\frac{-34490877,5}{4,4333E+09}$	=	0,164

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

5	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-103900,0}{3914481,3}$	+	$\frac{1052045678}{1021110476}$	+	$\frac{-8772962,7}{4,4333E+09}$	=	1,002
6	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-103900,0}{3914481,3}$	+	$\frac{1052045678}{1021110476}$	+	$\frac{8772962,7}{4,433310000}$	=	1,006
7	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-103900,0}{3914481,3}$	+	$\frac{1052045678}{1021110476}$	+	$\frac{8772962,7}{4,433310000}$	=	1,006
8	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-103900,0}{3914481,3}$	+	$\frac{1052045678}{1021110476}$	+	$\frac{-8772962,7}{4,4333E+09}$	=	1,002

$$Z_{LM71}^2 \cdot (\eta_{1,LM71}^2 + \eta_{2,LM71}^2 - \eta_{1,LM71} \cdot \eta_{2,LM71} + 3 \cdot \eta_{3,LM71}^2) + \\ + Z_{LM71} \cdot (2 \cdot \eta_{1,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot \eta_{2,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \eta_{1,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \\ - \eta_{2,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot 2 \cdot \eta_{3,rs} \cdot \eta_{3,LM71}) + \eta_{1,rs}^2 + \eta_{2,rs}^2 - \eta_{1,rs} \eta_{2,rs} + 3 \cdot \eta_{3,rs}^2 = 1$$

řešení kvadratické rovnice

vlákna				Z _{LM71} =			η _{3,rs} =	0,034
a	b	c	D	x1	x2		η _{3,LM71} =	0,051
5	0,862	0,270137	-0,975	3,43608666	0,918	-1,232		
6	0,8693	0,2996998	-0,971	3,46528309	0,898	-1,243		
7	0,8693	0,2996998	-0,971	3,46528309	0,898	-1,243		
8	0,862	0,270137	-0,975	3,43608666	0,918	-1,232		
							0,90	
Z _{LM71} = 0,90 zatížitelnost z pružné únosnosti stěny								

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	2024 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	11,720 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,40	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,40	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	2,1560E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	1,7293E+09 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,4301E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	283,2 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	81,4 mm	poloměr setrvačnosti
$i_{\min} =$	81,4 mm	minimální poloměr setrvačnosti
t =	12 mm	tloušťka stojiny
$h_w =$	630 mm	výška stojiny účinná na smyk
$A_v =$	7560 mm ²	smyková plocha
d =	670 mm	celková výška průřezu
zh =	335 mm	vzdálenost horních krajních vláken
zd =	335 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{\text{hor}} =$	350 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,\text{hor}} =$	175 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,\text{hor}} =$	175 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{\text{dol}} =$	350 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,\text{dol}} =$	175 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,\text{dol}} =$	175 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	5,1621E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	5,1621E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	8,1720E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	8,1720E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	8,1720E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	8,1720E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak je uvažován

b	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	2024 mm
$\lambda =$	24,85
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,247
$\phi =$	0,538
$\chi_y =$	0,983

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak je uvažován

c	
$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	2024 mm
$\lambda =$	24,85
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,247
$\phi =$	0,542
$\chi_z =$	0,976

křivka vzpěrné pevnosti

součinitel imperfekce

součinitel vzpěrné délky

kritická délka

štíhlost

srovnávací štíhlost

poměrná štíhlost

součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	0,976	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení

gr11

Kombinace zatížení dle výrazu

6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	3,4	-10,5	13,5	6,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	3,8	-17,5	31,8	5,6
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	2,4	0,0	2,5	37,6
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	3,1	-26,1	0,0	3,9
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	42,1	-50,8	62,1	24,8
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	63,2	-93,7	136,3	58,3

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	4,6	-14,4	18,4	8,4
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	4,5	-20,8	37,7	6,6
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	3,1	0,0	3,3	48,9
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	2,0	-17,0	0,0	2,5
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	28,4	-34,3	41,9	16,7
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	115,0	-170,6	248,1	106,1

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 157,6 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pl,Rd} = 738,0 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$\eta_3 = 0,214 \leq 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) je splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

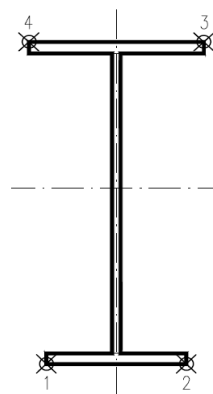
 $Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-86379,0}{3914481,3}$	+	$\frac{101311375,0}{960148657}$	+	$\frac{83177812,5}{151999200}$	=	0,631	0,40
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-86379,0}{3914481,3}$	+	$\frac{101311375,0}{960148657}$	+	$\frac{-83177812,5}{151999200}$	=	0,464	1,11
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-86379,0}{3914481,3}$	+	$\frac{-101311375}{960148657}$	+	$\frac{-83177812,5}{151999200}$	=	0,675	0,33
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-86379,0}{3914481,3}$	+	$\frac{-101311375}{960148657}$	+	$\frac{83177812,5}{151999200}$	=	0,420	1,47

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-170563,1}{3914481,3}$	+	$\frac{248118314}{960148657}$	+	$\frac{106058202,5}{151999200}$	=	0,913
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-170563,1}{3914481,3}$	+	$\frac{248118314}{960148657}$	+	$\frac{\text{#####}}{151999200}$	=	0,483
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-170563,1}{3914481,3}$	+	$\frac{-248118314}{960148657}$	+	$\frac{\text{#####}}{151999200}$	=	1,000
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-170563,1}{3914481,3}$	+	$\frac{-248118314}{960148657}$	+	$\frac{106058202,5}{151999200}$	=	0,396

$$Z_{LM71} = 0,33 \quad \text{z napětí v horních pravých vláknech}$$



KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 80,0 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 738,0 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = 0,108 \leq 0,5 \quad \text{Podmínka A.2 je splněna.}$$

Účinky lokálního zatížení

$$P = 113,8 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 20 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 12 \text{ mm}$$

$$c = 280 \text{ mm}$$

$$\sigma_{z,LM71,Ed} = 33,9 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,LM71} = 0,182 \quad (\text{A.17})$$

$$\eta_{2,rs} = 0,031 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 5,33 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \quad Z_{LM71} = 0,95$$

$$2 \quad Z_{LM71} = 1,76$$

$$3 \quad Z_{LM71} = 0,84$$

$$4 \quad Z_{LM71} = 2,07$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 0,84 \quad (\text{A.19})$$

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h						σ_d					
ZS	MPa						MPa					
1	-0,5	-2,6	7,6	-7,6	4,5	-10,7	-0,5	2,6	7,6	-7,6	9,7	-5,4
2	-0,8	-6,2	6,8	-6,8	-0,2	-13,8	-0,8	6,2	6,8	-6,8	12,1	-1,5
3	0,0	-0,5	46,0	-46,0	45,5	-46,5	0,0	0,5	46,0	-46,0	46,5	-45,5
4	-1,2	0,0	4,7	-4,7	3,5	-5,9	-1,2	0,0	4,7	-4,7	3,5	-5,9
5	-2,4	-12,0	30,4	-30,4	16,0	-44,7	-2,4	12,0	30,4	-30,4	40,0	-20,7
UL Mz	-4,3	-26,4	71,3	-71,3	40,6	-102,1	-4,3	26,4	71,3	-71,3	93,4	-49,2

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h						σ_d					
ZS	MPa						MPa					
1	-0,7	-3,6	10,3	-10,3	6,1	-14,6	-0,7	3,6	10,3	-10,3	13,2	-7,4
2	-1,0	-7,3	8,1	-8,1	-0,2	-16,4	-1,0	7,3	8,1	-8,1	14,4	-1,8
3	0,0	-0,6	59,8	-59,8	59,2	-60,4	0,0	0,6	59,8	-59,8	60,4	-59,2
4	-0,8	0,0	3,1	-3,1	2,3	-3,9	-0,8	0,0	3,1	-3,1	2,3	-3,9
5	-1,6	-8,1	20,5	-20,5	10,7	-30,2	-1,6	8,1	20,5	-20,5	27,0	-14,0
UL Mz	-8,1	-48,1	129,8	-129,8	73,6	-186,0	-8,1	48,1	129,8	-129,8	169,7	-89,8

Vyčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau^2} \leq R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

$\sigma_1 = 93,94 \text{ MPa} < 186,0 \text{ MPa}$ **VYHOVUJE** %

$\sigma_{uicy} = -48,1 \text{ MPa}$

$\sigma_{RSy} = -19,6 \text{ MPa}$

0,38

$\sigma_{uicz} = 33,9 \text{ MPa}$

$\sigma_{RSz} = 5,7 \text{ MPa}$

0,62

$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$

$\tau_{RS} = 0,0 \text{ MPa}$

0,00

Srovnávací napětí - dolní vlákna

$\sigma_1 = 93,94 \text{ MPa} < 186,0 \text{ MPa}$ **VYHOVUJE** %

$\sigma_{uicy} = 48,1 \text{ MPa}$

$\sigma_{RSy} = 19,6 \text{ MPa}$

0,38

$\sigma_{uicz} = -33,9 \text{ MPa}$

$\sigma_{RSz} = -5,7 \text{ MPa}$

0,62

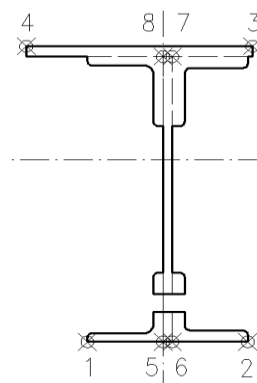
$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$

$\tau_{RS} = 0,0 \text{ MPa}$

0,00

Ověření pružné únosnosti stěny

d =	670 mm	celková výška průřezu
zh =	315 mm	vzdálenost horních krajních vláken stěny od těžiště
zd =	315 mm	vzdálenost dolních krajních vláken stěny od těžiště
b _{hor} =	12 mm	celková šířka stěny
b _{p,hor} =	6 mm	vzdálenost pravých krajních vláken
b _{l,hor} =	6 mm	vzdálenost levých krajních vláken
W _{y,H} =	5,4898E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	5,4898E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,L} =	2,3835E+07 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým vláknům
W _{z,P} =	2,3835E+07 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům



$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

vlákna

5	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-86379,0}{3914481,3}$	+	$\frac{101311375,0}{1021110476}$	+	$\frac{83177812,5}{4,4333E+09}$	=	0,096
6	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-86379,0}{3914481,3}$	+	$\frac{101311375,0}{1021110476}$	+	$\frac{-83177812,5}{4433310000}$	=	0,058
7	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-86379,0}{3914481,3}$	+	$\frac{101311375,0}{1021110476}$	+	$\frac{-83177812,5}{4433310000}$	=	0,058
8	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-86379,0}{3914481,3}$	+	$\frac{101311375,0}{1021110476}$	+	$\frac{83177812,5}{4,4333E+09}$	=	0,096

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

5	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-170563,1}{3914481,3}$	+	$\frac{248118314}{1021110476}$	+	$\frac{106058202,5}{4,4333E+09}$	=	0,223
6	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-170563,1}{3914481,3}$	+	$\frac{248118314}{1021110476}$	+	#####	=	0,175
7	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-170563,1}{3914481,3}$	+	$\frac{248118314}{1021110476}$	+	#####	=	0,175
8	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-170563,1}{3914481,3}$	+	$\frac{248118314}{1021110476}$	+	$\frac{106058202,5}{4,4333E+09}$	=	0,223

$$Z_{LM71}^2 \cdot (\eta_{1,LM71}^2 + \eta_{2,LM71}^2 - \eta_{1,LM71} \cdot \eta_{2,LM71} + 3 \cdot \eta_{3,LM71}^2) + \\ + Z_{LM71} \cdot (2 \cdot \eta_{1,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot \eta_{2,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \eta_{1,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \\ - \eta_{2,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot 2 \cdot \eta_{3,rs} \cdot \eta_{3,LM71}) + \eta_{1,rs}^2 + \eta_{2,rs}^2 - \eta_{1,rs} \eta_{2,rs} + 3 \cdot \eta_{3,rs}^2 = 1$$

řešení kvadratické rovnice

vlákna	a	b	c	D	Z _{LM71} =		$\eta_{3,rs} =$	0,058
					x1	x2	$\eta_{3,LM71} =$	0,156
5	0,1152	0,0494925	-0,983	0,45519543	2,714	-3,144		
6	0,1048	0,0354415	-0,987	0,4151667	2,905	-3,243		
7	0,1048	0,0354415	-0,987	0,4151667	2,905	-3,243		
8	0,1152	0,0494925	-0,983	0,45519543	2,714	-3,144		
					2,71			
Z _{LM71} = 2,71 zatížitelnost z pružné únosnosti stěny								

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	2024 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	11,720 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,40	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,40	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	2,1560E+04 mm ²	plocha průřezu
I_y =	1,7293E+09 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	1,4301E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	283,2 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	81,4 mm	poloměr setrvačnosti
i_{\min} =	81,4 mm	minimální poloměr setrvačnosti
t =	12 mm	tloušťka stojiny
h_w =	630 mm	výška stojiny účinná na smyk
A_v =	7560 mm ²	smyková plocha
d =	670 mm	celková výška průřezu
z_h =	335 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	335 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
b_{hor} =	350 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,\text{hor}}$ =	175 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,\text{hor}}$ =	175 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	350 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,\text{dol}}$ =	175 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,\text{dol}}$ =	175 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H}$ =	5,1621E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	5,1621E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	8,1720E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	8,1720E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	8,1720E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	8,1720E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak je uvažován

b	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	2024 mm
$\lambda =$	24,85
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,247
$\phi =$	0,538
$\chi_y =$	0,983

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak je uvažován

c	
$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	2024 mm
$\lambda =$	24,85
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,247
$\phi =$	0,542
$\chi_z =$	0,976

křivka vzpěrné pevnosti

součinitel imperfekce

součinitel vzpěrné délky

kritická délka

štíhlost

srovnávací štíhlost

poměrná štíhlost

součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	0,976	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení

gr11

Kombinace zatížení dle výrazu

6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	3,4	-10,5	13,5	6,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	3,8	-17,5	31,8	5,6
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	2,4	0,0	1,3	18,8
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	3,1	-26,1	0,0	1,9
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	42,1	-50,8	62,1	24,8
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	63,2	-93,7	136,3	58,3

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	4,6	-14,4	18,4	8,4
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	4,5	-20,8	37,7	6,6
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	3,1	0,0	1,6	24,4
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	2,0	-17,0	0,0	1,3
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	28,4	-34,3	41,9	16,7
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	115,0	-170,6	248,1	106,1

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 157,6 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pl,Rd} = 738,0 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$\eta_3 = 0,214 \leq 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) je splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

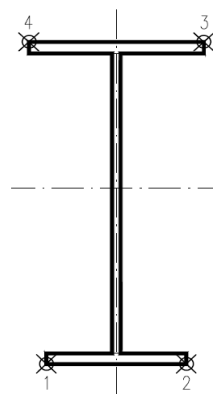
 $Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-86379,0}{3914481,3}$	+	$\frac{99686375,0}{960148657}$	+	$\frac{57483312,5}{151999200}$	=	0,460	0,59
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-86379,0}{3914481,3}$	+	$\frac{99686375,0}{960148657}$	+	$\frac{-57483312,5}{151999200}$	=	0,296	1,46
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-86379,0}{3914481,3}$	+	$\frac{-99686375}{960148657}$	+	$\frac{-57483312,5}{151999200}$	=	0,504	0,50
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-86379,0}{3914481,3}$	+	$\frac{-99686375}{960148657}$	+	$\frac{57483312,5}{151999200}$	=	0,252	1,89

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-170563,1}{3914481,3}$	+	$\frac{248118314}{960148657}$	+	$\frac{106058202,5}{151999200}$	=	0,913
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-170563,1}{3914481,3}$	+	$\frac{248118314}{960148657}$	+	$\frac{\text{#####}}{151999200}$	=	0,483
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-170563,1}{3914481,3}$	+	$\frac{-248118314}{960148657}$	+	$\frac{\text{#####}}{151999200}$	=	1,000
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-170563,1}{3914481,3}$	+	$\frac{-248118314}{960148657}$	+	$\frac{106058202,5}{151999200}$	=	0,396

$$Z_{LM71} = 0,50 \quad \text{z napětí v horních pravých vláknech}$$



KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 99,7 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 738,0 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = 0,135 \leq 0,5 \quad \text{Podmínka A.2 je splněna.}$$

Účinky lokálního zatížení

$$P = 113,8 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 20 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 12 \text{ mm}$$

$$c = 280 \text{ mm}$$

$$\sigma_{z,LM71,Ed} = 33,9 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,LM71} = 0,182 \quad (\text{A.17})$$

$$\eta_{2,rs} = 0,031 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 5,33 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \quad Z_{LM71} = 1,10$$

$$2 \quad Z_{LM71} = 1,99$$

$$3 \quad Z_{LM71} = 0,98$$

$$4 \quad Z_{LM71} = 2,34$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 0,98 \quad (\text{A.19})$$

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h						σ_d					
ZS	MPa						MPa					
1	-0,5	-2,6	7,6	-7,6	4,5	-10,7	-0,5	2,6	7,6	-7,6	9,7	-5,4
2	-0,8	-6,2	6,8	-6,8	-0,2	-13,8	-0,8	6,2	6,8	-6,8	12,1	-1,5
3	0,0	-0,2	23,0	-23,0	22,8	-23,2	0,0	0,2	23,0	-23,0	23,2	-22,8
4	-1,2	0,0	2,4	-2,4	1,2	-3,6	-1,2	0,0	2,4	-2,4	1,2	-3,6
5	-2,4	-12,0	30,4	-30,4	16,0	-44,7	-2,4	12,0	30,4	-30,4	40,0	-20,7
UL Mz	-4,3	-26,4	71,3	-71,3	40,6	-102,1	-4,3	26,4	71,3	-71,3	93,4	-49,2

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h						σ_d					
ZS	MPa						MPa					
1	-0,7	-3,6	10,3	-10,3	6,1	-14,6	-0,7	3,6	10,3	-10,3	13,2	-7,4
2	-1,0	-7,3	8,1	-8,1	-0,2	-16,4	-1,0	7,3	8,1	-8,1	14,4	-1,8
3	0,0	-0,3	29,9	-29,9	29,6	-30,2	0,0	0,3	29,9	-29,9	30,2	-29,6
4	-0,8	0,0	1,5	-1,5	0,7	-2,3	-0,8	0,0	1,5	-1,5	0,7	-2,3
5	-1,6	-8,1	20,5	-20,5	10,7	-30,2	-1,6	8,1	20,5	-20,5	27,0	-14,0
UL Mz	-8,1	-48,1	129,8	-129,8	73,6	-186,0	-8,1	48,1	129,8	-129,8	169,7	-89,8

Vyčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau^2} \leq R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

$\sigma_1 = 93,65 \text{ MPa} < 186,0 \text{ MPa}$ **VYHOVUJE** %

$\sigma_{uicy} = -48,1 \text{ MPa}$

$\sigma_{RSy} = -19,3 \text{ MPa}$

0,38

$\sigma_{uicz} = 33,9 \text{ MPa}$

$\sigma_{RSz} = 5,7 \text{ MPa}$

0,62

$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$

$\tau_{RS} = 0,0 \text{ MPa}$

0,00

Srovnávací napětí - dolní vlákna

$\sigma_1 = 93,65 \text{ MPa} < 186,0 \text{ MPa}$ **VYHOVUJE** %

$\sigma_{uicy} = 48,1 \text{ MPa}$

$\sigma_{RSy} = 19,3 \text{ MPa}$

0,38

$\sigma_{uicz} = -33,9 \text{ MPa}$

$\sigma_{RSz} = -5,7 \text{ MPa}$

0,62

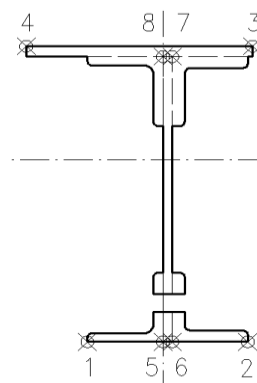
$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$

$\tau_{RS} = 0,0 \text{ MPa}$

0,00

Ověření pružné únosnosti stěny

d =	670 mm	celková výška průřezu
zh =	315 mm	vzdálenost horních krajních vláken stěny od těžiště
zd =	315 mm	vzdálenost dolních krajních vláken stěny od těžiště
b _{hor} =	12 mm	celková šířka stěny
b _{p,hor} =	6 mm	vzdálenost pravých krajních vláken
b _{l,hor} =	6 mm	vzdálenost levých krajních vláken
W _{y,H} =	5,4898E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	5,4898E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,L} =	2,3835E+07 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým vláknům
W _{z,P} =	2,3835E+07 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům



$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

vlákna

5	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-86379,0}{3914481,3}$	+	$\frac{99686375,0}{1021110476}$	+	$\frac{57483312,5}{4,4333E+09}$	=	0,089
6	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-86379,0}{3914481,3}$	+	$\frac{99686375,0}{1021110476}$	+	$\frac{-57483312,5}{4433310000}$	=	0,063
7	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-86379,0}{3914481,3}$	+	$\frac{99686375,0}{1021110476}$	+	$\frac{-57483312,5}{4433310000}$	=	0,063
8	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-86379,0}{3914481,3}$	+	$\frac{99686375,0}{1021110476}$	+	$\frac{57483312,5}{4,4333E+09}$	=	0,089

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

5	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-170563,1}{3914481,3}$	+	$\frac{248118314}{1021110476}$	+	$\frac{106058202,5}{4,4333E+09}$	=	0,223
6	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-170563,1}{3914481,3}$	+	$\frac{248118314}{1021110476}$	+	#####	=	0,175
7	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-170563,1}{3914481,3}$	+	$\frac{248118314}{1021110476}$	+	#####	=	0,175
8	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-170563,1}{3914481,3}$	+	$\frac{248118314}{1021110476}$	+	$\frac{106058202,5}{4,4333E+09}$	=	0,223

$$Z_{LM71}^2 \cdot (\eta_{1,LM71}^2 + \eta_{2,LM71}^2 - \eta_{1,LM71} \cdot \eta_{2,LM71} + 3 \cdot \eta_{3,LM71}^2) + \\ + Z_{LM71} \cdot (2 \cdot \eta_{1,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot \eta_{2,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \eta_{1,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \\ - \eta_{2,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot 2 \cdot \eta_{3,rs} \cdot \eta_{3,LM71}) + \eta_{1,rs}^2 + \eta_{2,rs}^2 - \eta_{1,rs} \eta_{2,rs} + 3 \cdot \eta_{3,rs}^2 = 1$$

řešení kvadratické rovnice

vlákna	a	b	c	D	Z _{LM71} =		$\eta_{3,rs} =$	0,058
					x1	x2	$\eta_{3,LM71} =$	0,156
5	0,1152	0,0475374	-0,984	0,45552903	2,724	-3,137		
6	0,1048	0,0361519	-0,987	0,41505839	2,901	-3,246		
7	0,1048	0,0361519	-0,987	0,41505839	2,901	-3,246		
8	0,1152	0,0475374	-0,984	0,45552903	2,724	-3,137		
					2,72			
Z _{LM71} = 2,72 zatížitelnost z pružné únosnosti stěny								

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	2024 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	11,720 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,40	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,40	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	2,1560E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	1,7293E+09 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,4301E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	283,2 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	81,4 mm	poloměr setrvačnosti
$i_{\min} =$	81,4 mm	minimální poloměr setrvačnosti
t =	12 mm	tloušťka stojiny
$h_w =$	630 mm	výška stojiny účinná na smyk
$A_v =$	7560 mm ²	smyková plocha
d =	670 mm	celková výška průřezu
zh =	335 mm	vzdálenost horních krajních vláken
zd =	335 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{\text{hor}} =$	350 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,\text{hor}} =$	175 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,\text{hor}} =$	175 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{\text{dol}} =$	350 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,\text{dol}} =$	175 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,\text{dol}} =$	175 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	5,1621E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	5,1621E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	8,1720E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	8,1720E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	8,1720E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	8,1720E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak je uvažován

b	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	2024 mm
$\lambda =$	24,85
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,247
$\phi =$	0,538
$\chi_y =$	0,983

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak je uvažován

c	
$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	2024 mm
$\lambda =$	24,85
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,247
$\phi =$	0,542
$\chi_z =$	0,976

křivka vzpěrné pevnosti

součinitel imperfekce

součinitel vzpěrné délky

kritická délka

štíhlost

srovnávací štíhlost

poměrná štíhlost

součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	0,976	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení

gr11

Kombinace zatížení dle výrazu

6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	7,4	10,6	19,2	0,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	3,8	-8,0	55,1	1,0
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	0,0	-24,0	-2,2	-43,3
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	3,6	-43,6	-3,9	-1,6
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	86,8	-193,8	68,3	25,7
UL Nmin	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	337,5	-193,0	510,5	2,9

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,365625	1	1	10,0	14,4	26,2	0,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	4,5	-9,5	65,4	1,2
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	0,0	-31,1	-2,8	-56,3
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	2,3	-28,4	-2,6	-1,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	58,6	-130,8	46,1	17,3
UL Nmin	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	614,2	-351,2	929,2	2,9

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 689,7 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pl,Rd} = 738,0 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$\eta_3 = 0,935 > 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) není splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

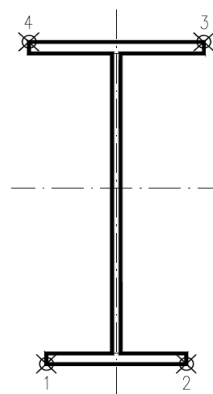
 $Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-185371,9}{3914481,3}$	+	$\frac{132235250,0}{960148657}$	+	$\frac{-38677093,8}{151999200}$	=	0,164	0,93
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-185371,9}{3914481,3}$	+	$\frac{132235250,0}{960148657}$	+	$\frac{38677093,8}{151999200}$	=	0,345	0,76
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-185371,9}{3914481,3}$	+	$\frac{-132235250}{960148657}$	+	$\frac{38677093,8}{151999200}$	=	0,069	0,86
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-185371,9}{3914481,3}$	+	$\frac{-132235250}{960148657}$	+	$\frac{-38677093,8}{151999200}$	=	0,440	0,54

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-351191,5}{3914481,3}$	+	$\frac{929224200}{960148657}$	+	$\frac{2870000,0}{151999200}$	=	0,897
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-351191,5}{3914481,3}$	+	$\frac{929224200}{960148657}$	+	$\frac{-2870000,0}{151999200}$	=	0,859
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-351191,5}{3914481,3}$	+	$\frac{-929224200}{960148657}$	+	$\frac{-2870000,0}{151999200}$	=	1,076
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-351191,5}{3914481,3}$	+	$\frac{-929224200}{960148657}$	+	$\frac{2870000,0}{151999200}$	=	1,039

$$Z_{LM71} = 0,54 \quad \text{z napětí v horních levých vláknech}$$



KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 406,9 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 738,0 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = 0,551 > 0,5 \quad \text{Podmínka A2. není splněna, je třeba postupovat dle A.2.2.12, vztah (A.11).}$$

Účinky lokálního zatížení

$$P = 113,8 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 20 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 12 \text{ mm}$$

$$c = 280 \text{ mm}$$

$$\sigma_{z,LM71,Ed} = 33,9 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,LM71} = 0,182 \quad (\text{A.17})$$

$$\eta_{2,rs} = 0,031 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 5,33 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \quad Z_{LM71} = 1,38$$

$$2 \quad Z_{LM71} = 1,26$$

$$3 \quad Z_{LM71} = 1,26$$

$$4 \quad Z_{LM71} = 1,00$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 1,00 \quad (\text{A.19})$$

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h						σ_d					
ZS	MPa						MPa					
1	0,5	-3,7	0,1	-0,1	-3,1	-3,3	0,5	3,7	0,1	-0,1	4,3	4,1
2	-0,4	-10,7	1,2	-1,2	-9,8	-12,2	-0,4	10,7	1,2	-1,2	11,5	9,1
3	-1,1	0,4	-53,0	53,0	-53,6	52,3	-1,1	-0,4	-53,0	53,0	-54,5	51,4
4	-2,0	0,8	-1,9	1,9	-3,2	0,7	-2,0	-0,8	-1,9	1,9	-4,7	-0,9
5	-9,0	-13,2	31,4	-31,4	9,2	-53,6	-9,0	13,2	31,4	-31,4	35,6	-27,2
UL Nmin	-8,9	-98,9	3,5	-3,5	-104,3	-111,4	-8,9	98,9	3,5	-3,5	93,5	86,4

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h						σ_d					
ZS	MPa						MPa					
1	0,7	-5,1	0,2	-0,2	-4,2	-4,5	0,7	5,1	0,2	-0,2	5,9	5,6
2	-0,5	-12,7	1,4	-1,4	-11,7	-14,5	-0,5	12,7	1,4	-1,4	13,6	10,8
3	-1,5	0,6	-68,8	68,8	-69,8	67,9	-1,5	-0,6	-68,8	68,8	-70,9	66,8
4	-1,3	0,5	-1,3	1,3	-2,1	0,4	-1,3	-0,5	-1,3	1,3	-3,1	-0,6
5	-6,2	-8,9	21,2	-21,2	6,1	-36,3	-6,2	8,9	21,2	-21,2	23,9	-18,5
UL Nmin	-16,7	-180,0	3,5	-3,5	-193,2	-200,2	-16,7	180,0	3,5	-3,5	166,8	159,8

Vyčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau^2} \leq R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

$\sigma_1 =$ 227,99 MPa > 186,0 MPa NEVYHOVUJE %

$\sigma_{uicy} =$ -180,0 MPa

$\sigma_{RSy} =$ -25,6 MPa

0,85

$\sigma_{uicz} =$ 33,9 MPa

$\sigma_{RSz} =$ 5,7 MPa

0,15

$\tau_{uic} =$ 0,0 MPa

$\tau_{RS} =$ 0,0 MPa

0,00

Srovnávací napětí - dolní vlákna

$\sigma_1 =$ 227,99 MPa > 186,0 MPa NEVYHOVUJE %

$\sigma_{uicy} =$ 180,0 MPa

$\sigma_{RSy} =$ 25,6 MPa

0,85

$\sigma_{uicz} =$ -33,9 MPa

$\sigma_{RSz} =$ -5,7 MPa

0,15

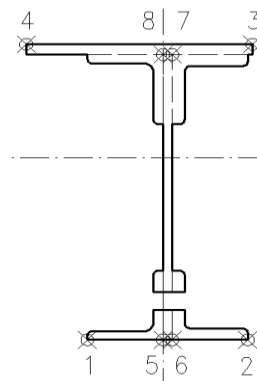
$\tau_{uic} =$ 0,0 MPa

$\tau_{RS} =$ 0,0 MPa

0,00

Ověření pružné únosnosti stěny

d =	670 mm	celková výška průřezu
zh =	315 mm	vzdálenost horních krajních vláken stěny od těžiště
zd =	315 mm	vzdálenost dolních krajních vláken stěny od těžiště
b _{hor} =	12 mm	celková šířka stěny
b _{p,hor} =	6 mm	vzdálenost pravých krajních vláken
b _{l,hor} =	6 mm	vzdálenost levých krajních vláken
W _{y,H} =	5,4898E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	5,4898E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,L} =	2,3835E+07 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým vláknům
W _{z,P} =	2,3835E+07 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům



$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

vlákna

5	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-185371,9}{3914481,3}$	+	$\frac{132235250,0}{1021110476}$	+	$\frac{-38677093,8}{4,4333E+09}$	=	0,073
6	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-185371,9}{3914481,3}$	+	$\frac{132235250,0}{1021110476}$	+	$\frac{38677093,8}{4433310000}$	=	0,091
7	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-185371,9}{3914481,3}$	+	$\frac{132235250,0}{1021110476}$	+	$\frac{38677093,8}{4433310000}$	=	0,091
8	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-185371,9}{3914481,3}$	+	$\frac{132235250,0}{1021110476}$	+	$\frac{-38677093,8}{4,4333E+09}$	=	0,073

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

5	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-351191,5}{3914481,3}$	+	$\frac{929224200}{1021110476}$	+	$\frac{2870000,0}{4,4333E+09}$	=	0,821
6	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-351191,5}{3914481,3}$	+	$\frac{929224200}{1021110476}$	+	$\frac{-2870000,0}{4433310000}$	=	0,820
7	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-351191,5}{3914481,3}$	+	$\frac{929224200}{1021110476}$	+	$\frac{-2870000,0}{4433310000}$	=	0,820
8	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-351191,5}{3914481,3}$	+	$\frac{929224200}{1021110476}$	+	$\frac{2870000,0}{4,4333E+09}$	=	0,821

$$Z_{LM71}^2 \cdot (\eta_{1,LM71}^2 + \eta_{2,LM71}^2 - \eta_{1,LM71} \cdot \eta_{2,LM71} + 3 \cdot \eta_{3,LM71}^2) + \\ + Z_{LM71} \cdot (2 \cdot \eta_{1,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot \eta_{2,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \eta_{1,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \\ - \eta_{2,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot 2 \cdot \eta_{3,rs} \cdot \eta_{3,LM71}) + \eta_{1,rs}^2 + \eta_{2,rs}^2 - \eta_{1,rs} \eta_{2,rs} + 3 \cdot \eta_{3,rs}^2 = 1$$

řešení kvadratické rovnice

vlákna	a	b	c	D	x1	x2	$\eta_{3,rs} =$	$\eta_{3,LM71} =$
5	2,6356	0,2804448	-0,965	10,2470405	0,554	-0,660	0,102	0,832
6	2,6337	0,3057216	-0,962	10,2300085	0,549	-0,665		
7	2,6337	0,3057216	-0,962	10,2300085	0,549	-0,665		
8	2,6356	0,2804448	-0,965	10,2470405	0,554	-0,660		
					0,55			
Z_{LM71} = 0,55 zatížitelnost z pružné únosnosti stěny								

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	2024 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	11,720 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,40	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,40	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	2,1560E+04 mm ²	plocha průřezu
I_y =	1,7293E+09 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	1,4301E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	283,2 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	81,4 mm	poloměr setrvačnosti
i_{min} =	81,4 mm	minimální poloměr setrvačnosti
t =	12 mm	tloušťka stojiny
h_w =	630 mm	výška stojiny účinná na smyk
A_v =	7560 mm ²	smyková plocha
d =	670 mm	celková výška průřezu
z_h =	335 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	335 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
b_{hor} =	350 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$ =	175 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$ =	175 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	350 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$ =	175 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$ =	175 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H}$ =	5,1621E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	5,1621E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	8,1720E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	8,1720E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	8,1720E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	8,1720E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak je uvažován

b	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	2024 mm
$\lambda =$	24,85
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,247
$\phi =$	0,538
$\chi_y =$	0,983

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak je uvažován

c	
$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	2024 mm
$\lambda =$	24,85
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,247
$\phi =$	0,542
$\chi_z =$	0,976

křivka vzpěrné pevnosti

součinitel imperfekce

součinitel vzpěrné délky

kritická délka

štíhlost

srovnávací štíhlost

poměrná štíhlost

součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	0,976	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení

gr11

Kombinace zatížení dle výrazu

6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	7,4	10,6	19,2	0,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	3,8	-8,0	55,1	1,0
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	0,0	-24,0	-1,4	-28,6
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	3,6	-43,6	-2,6	-1,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	86,8	-193,8	68,3	25,7
UL Nmin	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	337,5	-193,0	510,5	2,9

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,365625	1	1	10,0	14,4	26,2	0,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	4,5	-9,5	65,4	1,2
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	0,0	-31,1	-1,9	-37,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	2,3	-28,4	-1,7	-0,7
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	58,6	-130,8	46,1	17,3
UL Nmin	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	614,2	-351,2	929,2	2,9

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 689,7 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pl,Rd} = 738,0 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$\eta_3 = 0,935 > 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) není splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

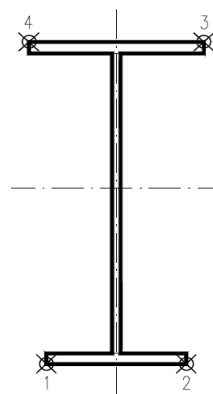
 $Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-185371,9}{3914481,3}$	+	$\frac{134073970,0}{960148657}$	+	$\frac{-19198153,8}{151999200}$	=	0,034	1,08
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-185371,9}{3914481,3}$	+	$\frac{134073970,0}{960148657}$	+	$\frac{19198153,8}{151999200}$	=	0,219	0,91
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-185371,9}{3914481,3}$	+	$\frac{-134073970,0}{960148657}$	+	$\frac{19198153,8}{151999200}$	=	0,061	0,87
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-185371,9}{3914481,3}$	+	$\frac{-134073970,0}{960148657}$	+	$\frac{-19198153,8}{151999200}$	=	0,313	0,66

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-351191,5}{3914481,3}$	+	$\frac{929224200}{960148657}$	+	$\frac{2870000,0}{151999200}$	=	0,897
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-351191,5}{3914481,3}$	+	$\frac{929224200}{960148657}$	+	$\frac{-2870000,0}{151999200}$	=	0,859
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-351191,5}{3914481,3}$	+	$\frac{-929224200}{960148657}$	+	$\frac{-2870000,0}{151999200}$	=	1,076
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-351191,5}{3914481,3}$	+	$\frac{-929224200}{960148657}$	+	$\frac{2870000,0}{151999200}$	=	1,039

$$Z_{LM71} = 0,66 \quad \text{z napětí v horních levých vláknech}$$



KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 481,6 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 738,0 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = 0,653 > 0,5 \quad \text{Podmínka A2. není splněna, je třeba postupovat dle A.2.2.12, vztah (A.11).}$$

Účinky lokálního zatížení

$$P = 113,8 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 20 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 12 \text{ mm}$$

$$c = 280 \text{ mm}$$

$$\sigma_{z,LM71,Ed} = 33,9 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,LM71} = 0,182 \quad (\text{A.17})$$

$$\eta_{2,rs} = 0,031 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 5,33 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \quad Z_{LM71} = 1,49$$

$$2 \quad Z_{LM71} = 1,37$$

$$3 \quad Z_{LM71} = 1,27$$

$$4 \quad Z_{LM71} = 1,10$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 1,10 \quad (\text{A.19})$$

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h						σ_d					
ZS	MPa						MPa					
1	0,5	-3,7	0,1	-0,1	-3,1	-3,3	0,5	3,7	0,1	-0,1	4,3	4,1
2	-0,4	-10,7	1,2	-1,2	-9,8	-12,2	-0,4	10,7	1,2	-1,2	11,5	9,1
3	-1,1	0,3	-35,0	35,0	-35,8	34,1	-1,1	-0,3	-35,0	35,0	-36,3	33,6
4	-2,0	0,5	-1,3	1,3	-2,8	-0,2	-2,0	-0,5	-1,3	1,3	-3,8	-1,3
5	-9,0	-13,2	31,4	-31,4	9,2	-53,6	-9,0	13,2	31,4	-31,4	35,6	-27,2
UL Nmin	-8,9	-98,9	3,5	-3,5	-104,3	-111,4	-8,9	98,9	3,5	-3,5	93,5	86,4

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h						σ_d					
ZS	MPa						MPa					
1	0,7	-5,1	0,2	-0,2	-4,2	-4,5	0,7	5,1	0,2	-0,2	5,9	5,6
2	-0,5	-12,7	1,4	-1,4	-11,7	-14,5	-0,5	12,7	1,4	-1,4	13,6	10,8
3	-1,5	0,4	-45,4	45,4	-46,6	44,3	-1,5	-0,4	-45,4	45,4	-47,3	43,6
4	-1,3	0,3	-0,8	0,8	-1,8	-0,2	-1,3	-0,3	-0,8	0,8	-2,5	-0,8
5	-6,2	-8,9	21,2	-21,2	6,1	-36,3	-6,2	8,9	21,2	-21,2	23,9	-18,5
UL Nmin	-16,7	-180,0	3,5	-3,5	-193,2	-200,2	-16,7	180,0	3,5	-3,5	166,8	159,8

Vyčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau^2} \leq R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

$\sigma_1 = 228,35 \text{ MPa} > 186,0 \text{ MPa}$ **NEVYHOVUJE** %

$\sigma_{UICy} = -180,0 \text{ MPa}$

$\sigma_{RSy} = -26,0 \text{ MPa}$

0,85

$\sigma_{UICz} = 33,9 \text{ MPa}$

$\sigma_{RSz} = 5,7 \text{ MPa}$

0,15

$\tau_{UIC} = 0,0 \text{ MPa}$

$\tau_{RS} = 0,0 \text{ MPa}$

0,00

Srovnávací napětí - dolní vlákna

$\sigma_1 = 228,35 \text{ MPa} > 186,0 \text{ MPa}$ **NEVYHOVUJE** %

$\sigma_{UICy} = 180,0 \text{ MPa}$

$\sigma_{RSy} = 26,0 \text{ MPa}$

0,85

$\sigma_{UICz} = -33,9 \text{ MPa}$

$\sigma_{RSz} = -5,7 \text{ MPa}$

0,15

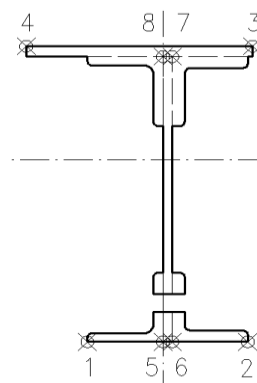
$\tau_{UIC} = 0,0 \text{ MPa}$

$\tau_{RS} = 0,0 \text{ MPa}$

0,00

Ověření pružné únosnosti stěny

d =	670 mm	celková výška průřezu
zh =	315 mm	vzdálenost horních krajních vláken stěny od těžiště
zd =	315 mm	vzdálenost dolních krajních vláken stěny od těžiště
b _{hor} =	12 mm	celková šířka stěny
b _{p,hor} =	6 mm	vzdálenost pravých krajních vláken
b _{l,hor} =	6 mm	vzdálenost levých krajních vláken
W _{y,H} =	5,4898E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	5,4898E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,L} =	2,3835E+07 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým vláknům
W _{z,P} =	2,3835E+07 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům



$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

vlákna

5	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-185371,9}{3914481,3}$	+	$\frac{134073970,0}{1021110476}$	+	$\frac{-19198153,8}{4,4333E+09}$	=	0,080
6	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-185371,9}{3914481,3}$	+	$\frac{134073970,0}{1021110476}$	+	$\frac{19198153,8}{4433310000}$	=	0,088
7	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-185371,9}{3914481,3}$	+	$\frac{134073970,0}{1021110476}$	+	$\frac{19198153,8}{4433310000}$	=	0,088
8	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-185371,9}{3914481,3}$	+	$\frac{134073970,0}{1021110476}$	+	$\frac{-19198153,8}{4,4333E+09}$	=	0,080

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

5	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-351191,5}{3914481,3}$	+	$\frac{929224200}{1021110476}$	+	$\frac{2870000,0}{4,4333E+09}$	=	0,821
6	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-351191,5}{3914481,3}$	+	$\frac{929224200}{1021110476}$	+	$\frac{-2870000,0}{4433310000}$	=	0,820
7	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-351191,5}{3914481,3}$	+	$\frac{929224200}{1021110476}$	+	$\frac{-2870000,0}{4433310000}$	=	0,820
8	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-351191,5}{3914481,3}$	+	$\frac{929224200}{1021110476}$	+	$\frac{2870000,0}{4,4333E+09}$	=	0,821

$$Z_{LM71}^2 \cdot (\eta_{1,LM71}^2 + \eta_{2,LM71}^2 - \eta_{1,LM71} \cdot \eta_{2,LM71} + 3 \cdot \eta_{3,LM71}^2) + \\ + Z_{LM71} \cdot (2 \cdot \eta_{1,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot \eta_{2,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \eta_{1,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \\ - \eta_{2,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot 2 \cdot \eta_{3,rs} \cdot \eta_{3,LM71}) + \eta_{1,rs}^2 + \eta_{2,rs}^2 - \eta_{1,rs} \eta_{2,rs} + 3 \cdot \eta_{3,rs}^2 = 1$$

řešení kvadratické rovnice

vlákna				Z _{LM71} =			η _{3,rs} =	0,102
a	b	c	D	x1	x2		η _{3,LM71} =	0,832
5	2,6356	0,289488	-0,964	10,2442031	0,552	-0,662		
6	2,6337	0,3019428	-0,963	10,2317684	0,550	-0,665		
7	2,6337	0,3019428	-0,963	10,2317684	0,550	-0,665		
8	2,6356	0,289488	-0,964	10,2442031	0,552	-0,662		
						0,55		
Z _{LM71} = 0,55 zatížitelnost z pružné únosnosti stěny								

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	2024 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	11,720 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,40	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,40	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	2,0300E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	1,6876E+09 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,4297E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	288,3 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	83,9 mm	poloměr setrvačnosti
$i_{\min} =$	83,9 mm	minimální poloměr setrvačnosti
t =	10 mm	tloušťka stojiny
$h_w =$	630 mm	výška stojiny účinná na smyk
$A_v =$	6300 mm ²	smyková plocha
d =	670 mm	celková výška průřezu
zh =	335 mm	vzdálenost horních krajních vláken
zd =	335 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{\text{hor}} =$	350 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,\text{hor}} =$	175 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,\text{hor}} =$	175 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{\text{dol}} =$	350 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,\text{dol}} =$	175 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,\text{dol}} =$	175 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	5,0376E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	5,0376E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	8,1697E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	8,1697E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	8,1697E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	8,1697E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak je uvažován

b	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	2024 mm
$\lambda =$	24,12
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,240
$\phi =$	0,535
$\chi_y =$	0,986

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak je uvažován

c	
$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	2024 mm
$\lambda =$	24,12
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,240
$\phi =$	0,538
$\chi_z =$	0,980

křivka vzpěrné pevnosti

součinitel imperfekce

součinitel vzpěrné délky

kritická délka

štíhlost

srovnávací štíhlost

poměrná štíhlost

součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	0,980	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení

gr12

Kombinace zatížení dle výrazu

6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,3	12,2	21,0	-1,4
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	5,4	-13,7	39,5	-2,1
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	0,5	1,0	9,7	1,8	19,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	12,2	-10,8	17,0	-14,7
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	20,0	-168,3	86,0	-12,4
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	19,2	-87,6	582,6	-13,3

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,365625	1	1	0,5	16,7	28,6	-1,9
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	6,4	-16,3	46,9	-2,5
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	0,5	0,7	6,3	1,2	12,4
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	15,9	-14,1	22,1	-19,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	13,5	-113,6	58,0	-8,4
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	34,9	-159,5	1060,5	-24,2

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 71,9 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pl,Rd} = 615,0 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$\eta_3 = 0,117 \leq 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) je splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

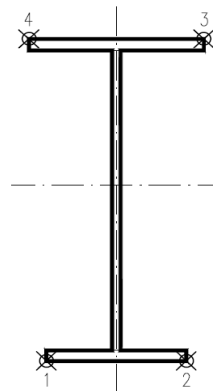
 $Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-120850,8}{3699686,4}$	+	$\frac{156833375,0}{936995821}$	+	$\frac{-19491875,0}{151956686}$	=	0,006	1,07
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-120850,8}{3699686,4}$	+	$\frac{156833375,0}{936995821}$	+	$\frac{19491875,0}{151956686}$	=	0,263	0,59
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-120850,8}{3699686,4}$	+	$\frac{-156833375}{936995821}$	+	$\frac{19491875,0}{151956686}$	=	0,072	0,91
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-120850,8}{3699686,4}$	+	$\frac{-156833375}{936995821}$	+	$\frac{-19491875,0}{151956686}$	=	0,328	0,50

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-159478,6}{3699686,4}$	+	$\frac{1060472818}{936995821}$	+	$\frac{-24225753,8}{151956686}$	=	0,929
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-159478,6}{3699686,4}$	+	$\frac{1060472818}{936995821}$	+	$\frac{24225753,8}{151956686}$	=	1,248
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-159478,6}{3699686,4}$	+	$\frac{-1060472818}{936995821}$	+	$\frac{24225753,8}{151956686}$	=	1,015
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-159478,6}{3699686,4}$	+	$\frac{-1060472818}{936995821}$	+	$\frac{-24225753,8}{151956686}$	=	1,334

$$Z_{LM71} = 0,50 \quad \text{z napětí v horních levých vláknech}$$



KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 54,5 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 615,0 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = 0,089 \leq 0,5 \quad \text{Podmínka A.2 je splněna.}$$

Účinky lokálního zatížení

$$P = 113,8 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 20 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$c = 280 \text{ mm}$$

$$\sigma_{z,LM71,Ed} = 40,6 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,LM71} = 0,218 \quad (\text{A.17})$$

$$\eta_{2,rs} = 0,061 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 4,30 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \quad Z_{LM71} = 1,39$$

$$2 \quad Z_{LM71} = 0,93$$

$$3 \quad Z_{LM71} = 1,24$$

$$4 \quad Z_{LM71} = 0,84$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 0,84 \quad (\text{A.19})$$

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h						σ_d					
ZS	MPa						MPa					
1	0,6	-4,2	-1,7	1,7	-5,2	-1,9	0,6	4,2	-1,7	1,7	3,1	6,4
2	-0,7	-7,8	-2,5	2,5	-11,0	-6,0	-0,7	7,8	-2,5	2,5	4,6	9,7
3	0,5	-0,4	23,3	-23,3	23,4	-23,2	0,5	0,4	23,3	-23,3	24,2	-22,5
4	-0,5	-3,4	-18,0	18,0	-22,0	14,1	-0,5	3,4	-18,0	18,0	-15,2	20,9
5	-8,3	-17,1	-15,2	15,2	-40,6	-10,1	-8,3	17,1	-15,2	15,2	-6,4	24,0
UL My	-4,3	-115,7	-16,3	16,3	-136,3	-103,7	-4,3	115,7	-16,3	16,3	95,0	127,6

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h						σ_d					
ZS	MPa						MPa					
1	0,8	-5,7	-2,3	2,3	-7,1	-2,6	0,8	5,7	-2,3	2,3	4,2	8,8
2	-0,8	-9,3	-3,0	3,0	-13,1	-7,1	-0,8	9,3	-3,0	3,0	5,5	11,5
3	0,3	-0,2	15,2	-15,2	15,2	-15,1	0,3	0,2	15,2	-15,2	15,7	-14,6
4	-0,7	-4,4	-23,5	23,5	-28,6	18,4	-0,7	4,4	-23,5	23,5	-19,8	27,1
5	-5,7	-11,5	-10,3	10,3	-27,5	-7,0	-5,7	11,5	-10,3	10,3	-4,5	16,1
UL My	-8,0	-210,5	-29,7	29,7	-248,2	-188,9	-8,0	210,5	-29,7	29,7	172,8	232,1

Výčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau^2} \leq R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

$\sigma_1 =$ 271,41 MPa > 186,0 MPa NEVYHOVUJE %

$\sigma_{uicy} =$ -210,5 MPa

$\sigma_{RSy} =$ -31,1 MPa

0,86

$\sigma_{uicz} =$ 40,6 MPa

$\sigma_{RSz} =$ 11,4 MPa

0,14

$\tau_{uic} =$ 0,0 MPa

$\tau_{RS} =$ 0,0 MPa

0,00

Srovnávací napětí - dolní vlákna

$\sigma_1 =$ 271,41 MPa > 186,0 MPa NEVYHOVUJE %

$\sigma_{uicy} =$ 210,5 MPa

$\sigma_{RSy} =$ 31,1 MPa

0,86

$\sigma_{uicz} =$ -40,6 MPa

$\sigma_{RSz} =$ -11,4 MPa

0,14

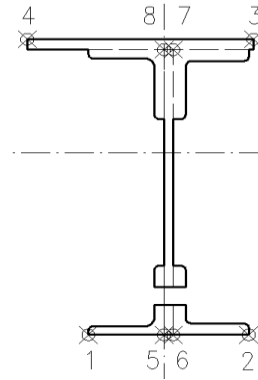
$\tau_{uic} =$ 0,0 MPa

$\tau_{RS} =$ 0,0 MPa

0,00

Ověření pružné únosnosti stěny

d =	670 mm	celková výška průřezu
zh =	315 mm	vzdálenost horních krajních vláken stěny od těžiště
zd =	315 mm	vzdálenost dolních krajních vláken stěny od těžiště
b _{hor} =	10 mm	celková šířka stěny
b _{p,hor} =	5 mm	vzdálenost pravých krajních vláken
b _{l,hor} =	5 mm	vzdálenost levých krajních vláken
W _{y,H} =	5,3575E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	5,3575E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,L} =	2,8594E+07 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým vláknům
W _{z,P} =	2,8594E+07 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům



$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

vlákna

5	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-120850,8}{3699686,4}$	+	$\frac{156833375,0}{996487619}$	+	$\frac{-19491875,0}{5,3185E+09}$	=	0,121
6	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-120850,8}{3699686,4}$	+	$\frac{156833375,0}{996487619}$	+	$\frac{19491875,0}{5318484000}$	=	0,128
7	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-120850,8}{3699686,4}$	+	$\frac{156833375,0}{996487619}$	+	$\frac{19491875,0}{5318484000}$	=	0,128
8	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-120850,8}{3699686,4}$	+	$\frac{156833375,0}{996487619}$	+	$\frac{-19491875,0}{5,3185E+09}$	=	0,121

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

5	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-159478,6}{3699686,4}$	+	$\frac{1060472818}{996487619}$	+	$\frac{-24225753,8}{5,3185E+09}$	=	1,017
6	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-159478,6}{3699686,4}$	+	$\frac{1060472818}{996487619}$	+	$\frac{24225753,8}{5318484000}$	=	1,026
7	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-159478,6}{3699686,4}$	+	$\frac{1060472818}{996487619}$	+	$\frac{24225753,8}{5318484000}$	=	1,026
8	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-159478,6}{3699686,4}$	+	$\frac{1060472818}{996487619}$	+	$\frac{-24225753,8}{5,3185E+09}$	=	1,017

$$Z_{LM71}^2 \cdot (\eta_{1,LM71}^2 + \eta_{2,LM71}^2 - \eta_{1,LM71} \cdot \eta_{2,LM71} + 3 \cdot \eta_{3,LM71}^2) + \\ + Z_{LM71} \cdot (2 \cdot \eta_{1,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot \eta_{2,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \eta_{1,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \\ - \eta_{2,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot 2 \cdot \eta_{3,rs} \cdot \eta_{3,LM71}) + \eta_{1,rs}^2 + \eta_{2,rs}^2 - \eta_{1,rs} \eta_{2,rs} + 3 \cdot \eta_{3,rs}^2 = 1$$

řešení kvadratické rovnice

vlákna				Z _{LM71} =			η _{3,rs} =	0,060
a	b	c	D	x1	x2		η _{3,LM71} =	0,057
5	0,8687	0,1917451	-0,978	3,43586653	0,956	-1,177		
6	0,8853	0,2068286	-0,977	3,50199939	0,940	-1,174		
7	0,8853	0,2068286	-0,977	3,50199939	0,940	-1,174		
8	0,8687	0,1917451	-0,978	3,43586653	0,956	-1,177		
0,94								
Z _{LM71} = 0,94 zatížitelnost z pružné únosnosti stěny								

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	2024 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	11,720 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,40	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,40	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	2,0300E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	1,6876E+09 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,4297E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	288,3 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	83,9 mm	poloměr setrvačnosti
$i_{\min} =$	83,9 mm	minimální poloměr setrvačnosti
t =	10 mm	tloušťka stojiny
$h_w =$	630 mm	výška stojiny účinná na smyk
$A_v =$	6300 mm ²	smyková plocha
d =	670 mm	celková výška průřezu
zh =	335 mm	vzdálenost horních krajních vláken
zd =	335 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{\text{hor}} =$	350 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,\text{hor}} =$	175 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,\text{hor}} =$	175 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{\text{dol}} =$	350 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,\text{dol}} =$	175 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,\text{dol}} =$	175 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	5,0376E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	5,0376E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	8,1697E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	8,1697E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	8,1697E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	8,1697E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak je uvažován

b	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	2024 mm
$\lambda =$	24,12
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,240
$\phi =$	0,535
$\chi_y =$	0,986

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak je uvažován

c	
$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	2024 mm
$\lambda =$	24,12
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,240
$\phi =$	0,538
$\chi_z =$	0,980

křivka vzpěrné pevnosti

součinitel imperfekce

součinitel vzpěrné délky

kritická délka

štíhlost

srovnávací štíhlost

poměrná štíhlost

součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	0,980	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení

gr12

Kombinace zatížení dle výrazu

6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,3	12,2	21,0	-1,4
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	5,4	-13,7	39,5	-2,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	1,0	9,7	1,0	10,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	12,2	-10,8	9,0	-7,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	20,0	-168,3	86,0	-12,4
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	19,2	-87,6	582,6	-13,3

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,365625	1	1	0,5	16,7	28,6	-1,9
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	6,4	-16,3	46,9	-2,5
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	0,7	6,3	0,6	6,6
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	15,9	-14,1	11,7	-10,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	13,5	-113,6	58,0	-8,4
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	34,9	-159,5	1060,5	-24,2

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 71,9 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pl,Rd} = 615,0 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$\eta_3 = 0,117 \leq 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) je splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

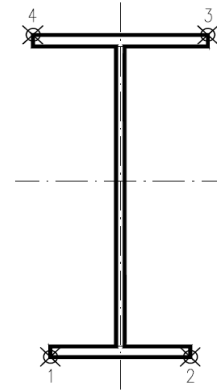
 $Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-120850,8}{3699686,4}$	+	$\frac{145884255,0}{936995821}$	+	$\frac{-16305510,0}{151956686}$	=	0,016	1,06
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-120850,8}{3699686,4}$	+	$\frac{145884255,0}{936995821}$	+	$\frac{16305510,0}{151956686}$	=	0,230	0,62
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-120850,8}{3699686,4}$	+	$\frac{-145884255}{936995821}$	+	$\frac{16305510,0}{151956686}$	=	0,081	0,90
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-120850,8}{3699686,4}$	+	$\frac{-145884255}{936995821}$	+	$\frac{-16305510,0}{151956686}$	=	0,296	0,53

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-159478,6}{3699686,4}$	+	$\frac{1060472818}{936995821}$	+	$\frac{-24225753,8}{151956686}$	=	0,929
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-159478,6}{3699686,4}$	+	$\frac{1060472818}{936995821}$	+	$\frac{24225753,8}{151956686}$	=	1,248
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-159478,6}{3699686,4}$	+	$\frac{-1060472818}{936995821}$	+	$\frac{24225753,8}{151956686}$	=	1,015
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-159478,6}{3699686,4}$	+	$\frac{-1060472818}{936995821}$	+	$\frac{-24225753,8}{151956686}$	=	1,334

$$Z_{LM71} = 0,53 \quad \text{z napětí v horních levých vláknech}$$



KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 55,4 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 615,0 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = 0,090 \leq 0,5 \quad \text{Podmínka A.2 je splněna.}$$

Účinky lokálního zatížení

$$P = 113,8 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 20 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$c = 280 \text{ mm}$$

$$\sigma_{z,LM71,Ed} = 40,6 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,LM71} = 0,218 \quad (\text{A.17})$$

$$\eta_{2,rs} = 0,061 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 4,30 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \quad Z_{LM71} = 1,38$$

$$2 \quad Z_{LM71} = 0,95$$

$$3 \quad Z_{LM71} = 1,24$$

$$4 \quad Z_{LM71} = 0,86$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 0,86 \quad (\text{A.19})$$

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wz _p	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h						σ_d					
ZS	MPa						MPa					
1	0,6	-4,2	-1,7	1,7	-5,2	-1,9	0,6	4,2	-1,7	1,7	3,1	6,4
2	-0,7	-7,8	-2,5	2,5	-11,0	-6,0	-0,7	7,8	-2,5	2,5	4,6	9,7
3	0,5	-0,2	12,4	-12,4	12,6	-12,1	0,5	0,2	12,4	-12,4	13,0	-11,7
4	-0,5	-1,8	-9,6	9,6	-11,9	7,2	-0,5	1,8	-9,6	9,6	-8,3	10,8
5	-8,3	-17,1	-15,2	15,2	-40,6	-10,1	-8,3	17,1	-15,2	15,2	-6,4	24,0
UL My	-4,3	-115,7	-16,3	16,3	-136,3	-103,7	-4,3	115,7	-16,3	16,3	95,0	127,6

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wz _p	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h						σ_d					
ZS	MPa						MPa					
1	0,8	-5,7	-2,3	2,3	-7,1	-2,6	0,8	5,7	-2,3	2,3	4,2	8,8
2	-0,8	-9,3	-3,0	3,0	-13,1	-7,1	-0,8	9,3	-3,0	3,0	5,5	11,5
3	0,3	-0,1	8,0	-8,0	8,2	-7,8	0,3	0,1	8,0	-8,0	8,5	-7,6
4	-0,7	-2,3	-12,4	12,4	-15,5	9,4	-0,7	2,3	-12,4	12,4	-10,8	14,1
5	-5,7	-11,5	-10,3	10,3	-27,5	-7,0	-5,7	11,5	-10,3	10,3	-4,5	16,1
UL My	-8,0	-210,5	-29,7	29,7	-248,2	-188,9	-8,0	210,5	-29,7	29,7	172,8	232,1

Vyčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau^2} \leq R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

$\sigma_1 = 269,26 \text{ MPa} > 186,0 \text{ MPa}$ **NEVYHOVUJE** %

$\sigma_{uicy} = -210,5 \text{ MPa}$

$\sigma_{RSy} = -29,0 \text{ MPa}$

0,86

$\sigma_{uicz} = 40,6 \text{ MPa}$

$\sigma_{RSz} = 11,4 \text{ MPa}$

0,14

$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$

$\tau_{RS} = 0,0 \text{ MPa}$

0,00

Srovnávací napětí - dolní vlákna

$\sigma_1 = 269,26 \text{ MPa} > 186,0 \text{ MPa}$ **NEVYHOVUJE** %

$\sigma_{uicy} = 210,5 \text{ MPa}$

$\sigma_{RSy} = 29,0 \text{ MPa}$

0,86

$\sigma_{uicz} = -40,6 \text{ MPa}$

$\sigma_{RSz} = -11,4 \text{ MPa}$

0,14

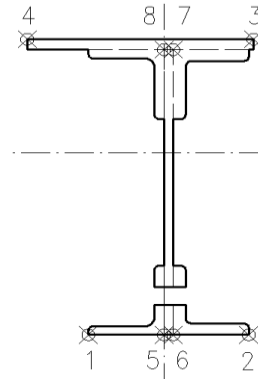
$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$

$\tau_{RS} = 0,0 \text{ MPa}$

0,00

Ověření pružné únosnosti stěny

d =	670 mm	celková výška průřezu
zh =	315 mm	vzdálenost horních krajních vláken stěny od těžiště
zd =	315 mm	vzdálenost dolních krajních vláken stěny od těžiště
b _{hor} =	10 mm	celková šířka stěny
b _{p,hor} =	5 mm	vzdálenost pravých krajních vláken
b _{l,hor} =	5 mm	vzdálenost levých krajních vláken
W _{y,H} =	5,3575E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	5,3575E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,L} =	2,8594E+07 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým vláknům
W _{z,P} =	2,8594E+07 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům



$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

vlákna

5	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-120850,8}{3699686,4}$	+	$\frac{145884255,0}{996487619}$	+	$\frac{-16305510,0}{5,3185E+09}$	=	0,111
6	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-120850,8}{3699686,4}$	+	$\frac{145884255,0}{996487619}$	+	$\frac{16305510,0}{5318484000}$	=	0,117
7	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-120850,8}{3699686,4}$	+	$\frac{145884255,0}{996487619}$	+	$\frac{16305510,0}{5318484000}$	=	0,117
8	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-120850,8}{3699686,4}$	+	$\frac{145884255,0}{996487619}$	+	$\frac{-16305510,0}{5,3185E+09}$	=	0,111

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

5	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-159478,6}{3699686,4}$	+	$\frac{1060472818}{996487619}$	+	$\frac{-24225753,8}{5,3185E+09}$	=	1,017
6	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-159478,6}{3699686,4}$	+	$\frac{1060472818}{996487619}$	+	$\frac{24225753,8}{5318484000}$	=	1,026
7	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-159478,6}{3699686,4}$	+	$\frac{1060472818}{996487619}$	+	$\frac{24225753,8}{5318484000}$	=	1,026
8	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-159478,6}{3699686,4}$	+	$\frac{1060472818}{996487619}$	+	$\frac{-24225753,8}{5,3185E+09}$	=	1,017

$$Z_{LM71}^2 \cdot (\eta_{1,LM71}^2 + \eta_{2,LM71}^2 - \eta_{1,LM71} \cdot \eta_{2,LM71} + 3 \cdot \eta_{3,LM71}^2) + \\ + Z_{LM71} \cdot (2 \cdot \eta_{1,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot \eta_{2,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \eta_{1,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \\ - \eta_{2,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot 2 \cdot \eta_{3,rs} \cdot \eta_{3,LM71}) + \eta_{1,rs}^2 + \eta_{2,rs}^2 - \eta_{1,rs} \eta_{2,rs} + 3 \cdot \eta_{3,rs}^2 = 1$$

řešení kvadratické rovnice

vlákna				Z _{LM71} =			η _{3,rs} =	0,060
a	b	c	D	x1	x2		η _{3,LM71} =	0,057
5	0,8687	0,1728932	-0,98	3,4351505	0,967	-1,166		
6	0,8853	0,1855912	-0,979	3,50121751	0,952	-1,162		
7	0,8853	0,1855912	-0,979	3,50121751	0,952	-1,162		
8	0,8687	0,1728932	-0,98	3,4351505	0,967	-1,166		
0,95								
Z _{LM71} = 0,95 zatížitelnost z pružné únosnosti stěny								

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	1608 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	11,720 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,40	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,40	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	2,0300E+04 mm ²	plocha průřezu
I_y =	1,6876E+09 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	1,4297E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	288,3 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	83,9 mm	poloměr setrvačnosti
i_{\min} =	83,9 mm	minimální poloměr setrvačnosti
t =	10 mm	tloušťka stojiny
h_w =	630 mm	výška stojiny účinná na smyk
A_v =	6300 mm ²	smyková plocha
d =	670 mm	celková výška průřezu
z_h =	335 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	335 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
b_{hor} =	350 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,\text{hor}}$ =	175 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,\text{hor}}$ =	175 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	350 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,\text{dol}}$ =	175 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,\text{dol}}$ =	175 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H}$ =	5,0376E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	5,0376E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	8,1697E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	8,1697E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	8,1697E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	8,1697E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak je uvažován

b	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	1608 mm
$\lambda =$	19,16
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,190
$\phi =$	0,516
$\chi_y =$	1,000

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak je uvažován

c	
$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	1608 mm
$\lambda =$	19,16
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,190
$\phi =$	0,516
$\chi_z =$	1,000

křivka vzpěrné pevnosti

součinitel imperfekce

součinitel vzpěrné délky

kritická délka

štíhlost

srovnávací štíhlost

poměrná štíhlost

součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	1,000	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení

gr11

Kombinace zatížení dle výrazu

6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	5,9	0,0	16,5	3,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	5,1	-42,4	82,8	4,3
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	0,3	32,0	3,7	44,7
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	15,5	-31,6	19,7	16,5
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	65,4	-131,2	86,2	17,5
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	173,2	-135,6	279,2	42,4

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,365625	1	1	8,0	0,0	22,6	4,9
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	6,1	-50,3	98,3	5,1
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	0,4	41,6	4,8	58,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	10,1	-20,6	12,8	10,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	44,1	-88,5	58,2	11,8
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	315,2	-246,8	508,2	77,2

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 384,0 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pl,Rd} = 615,0 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$\eta_3 = 0,624 > 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) není splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

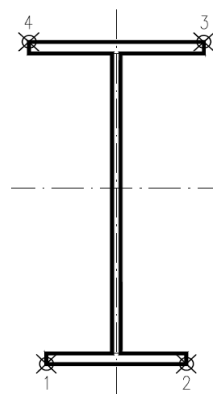
 $Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-117827,5}{3775800,0}$	+	$\frac{196623750,0}{936995821}$	+	$\frac{90612687,5}{151956686}$	=	0,775	0,23
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-117827,5}{3775800,0}$	+	$\frac{196623750,0}{936995821}$	+	$\frac{-90612687,5}{151956686}$	=	0,418	18,66
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-117827,5}{3775800,0}$	+	$\frac{-196623750}{936995821}$	+	$\frac{-90612687,5}{151956686}$	=	0,837	0,15
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-117827,5}{3775800,0}$	+	$\frac{-196623750}{936995821}$	+	$\frac{90612687,5}{151956686}$	=	0,355	6,48

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-246771,4}{3775800,0}$	+	$\frac{508194795}{936995821}$	+	$\frac{77227553,3}{151956686}$	=	0,985
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-246771,4}{3775800,0}$	+	$\frac{508194795}{936995821}$	+	$\frac{-77227553,3}{151956686}$	=	0,031
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-246771,4}{3775800,0}$	+	$\frac{-508194795}{936995821}$	+	$\frac{-77227553,3}{151956686}$	=	1,116
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-246771,4}{3775800,0}$	+	$\frac{-508194795}{936995821}$	+	$\frac{77227553,3}{151956686}$	=	0,100

$$Z_{LM71} = 0,15 \quad \text{z napětí v horních pravých vláknech}$$



KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 114,7 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 615,0 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = 0,186 \leq 0,5 \quad \text{Podmínka A.2 je splněna.}$$

Účinky lokálního zatížení

$$P = 113,8 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 20 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$c = 280 \text{ mm}$$

$$\sigma_{z,LM71,Ed} = 40,6 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,LM71} = 0,218 \quad (\text{A.17})$$

$$\eta_{2,rs} = 0,037 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 4,41 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \quad Z_{LM71} = 0,74$$

$$2 \quad Z_{LM71} = 4,23$$

$$3 \quad Z_{LM71} = 0,62$$

$$4 \quad Z_{LM71} = 3,62$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 0,62 \quad (\text{A.19})$$

Vyšetřování napětí po průřezu

Napětí charakteristické												
horní okraj							dolní okraj					
N/A	My/W _y	Mz/W _z l	Mz/W _z p	celkem L	celkem P		N/A	My/W _y	Mz/W _z l	Mz/W _z p	celkem L	celkem P
ZS	σ_h						σ_d					
	MPa						MPa					
1	0,0	-3,3	4,4	-4,4	1,1	-7,7	0,0	3,3	4,4	-4,4	7,7	-1,1
2	-2,1	-16,4	5,2	-5,2	-13,3	-23,8	-2,1	16,4	5,2	-5,2	19,6	9,1
3	1,6	-0,7	54,7	-54,7	55,5	-53,8	1,6	0,7	54,7	-54,7	57,0	-52,4
4	-1,6	-3,9	20,2	-20,2	14,8	-25,7	-1,6	3,9	20,2	-20,2	22,6	-17,9
5	-6,5	-17,1	21,4	-21,4	-2,1	-45,0	-6,5	17,1	21,4	-21,4	32,1	-10,8
UL Mz	-6,7	-55,4	51,9	-51,9	-10,2	-114,0	-6,7	55,4	51,9	-51,9	100,7	-3,2

Napětí návrhové												
horní okraj							dolní okraj					
N/A	My/W _y	Mz/W _z l	Mz/W _z p	celkem L	celkem P		N/A	My/W _y	Mz/W _z l	Mz/W _z p	celkem L	celkem P
ZS	σ_h						σ_d					
	MPa						MPa					
1	0,0	-4,5	6,0	-6,0	1,5	-10,5	0,0	4,5	6,0	-6,0	10,5	-1,5
2	-2,5	-19,5	6,2	-6,2	-15,8	-28,2	-2,5	19,5	6,2	-6,2	23,3	10,8
3	2,0	-1,0	71,1	-71,1	72,2	-70,0	2,0	1,0	71,1	-71,1	74,1	-68,1
4	-1,0	-2,5	13,2	-13,2	9,6	-16,7	-1,0	2,5	13,2	-13,2	14,7	-11,6
5	-4,4	-11,6	14,5	-14,5	-1,4	-30,4	-4,4	11,6	14,5	-14,5	21,7	-7,3
UL Mz	-12,2	-100,9	94,5	-94,5	-18,5	-207,6	-12,2	100,9	94,5	-94,5	183,3	-5,8

Vyčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau^2} \leq R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

$\sigma_1 = 168,73$ MPa < 186,0 MPa **VYHOVUJE** %

$\sigma_{uicy} = -100,9$ MPa

$\sigma_{RSy} = -39,0$ MPa

0,69

$\sigma_{uicz} = 40,6$ MPa

$\sigma_{RSz} = 6,8$ MPa

0,31

$\tau_{uic} = 0,0$ MPa

$\tau_{RS} = 0,0$ MPa

0,00

Srovnávací napětí - dolní vlákna

$\sigma_1 = 168,73$ MPa < 186,0 MPa **VYHOVUJE** %

$\sigma_{uicy} = 100,9$ MPa

$\sigma_{RSy} = 39,0$ MPa

0,69

$\sigma_{uicz} = -40,6$ MPa

$\sigma_{RSz} = -6,8$ MPa

0,31

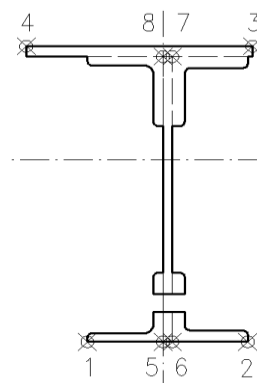
$\tau_{uic} = 0,0$ MPa

$\tau_{RS} = 0,0$ MPa

0,00

Ověření pružné únosnosti stěny

d =	670 mm	celková výška průřezu
zh =	315 mm	vzdálenost horních krajních vláken stěny od těžiště
zd =	315 mm	vzdálenost dolních krajních vláken stěny od těžiště
b _{hor} =	10 mm	celková šířka stěny
b _{p,hor} =	5 mm	vzdálenost pravých krajních vláken
b _{l,hor} =	5 mm	vzdálenost levých krajních vláken
W _{y,H} =	5,3575E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	5,3575E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,L} =	2,8594E+07 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým vláknům
W _{z,P} =	2,8594E+07 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům



$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

vlákna

5	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-117827,5}{3775800,0}$	+	$\frac{196623750,0}{996487619}$	+	$\frac{90612687,5}{5,3185E+09}$	=	0,183
6	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-117827,5}{3775800,0}$	+	$\frac{196623750,0}{996487619}$	+	$\frac{-90612687,5}{5318484000}$	=	0,149
7	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-117827,5}{3775800,0}$	+	$\frac{196623750,0}{996487619}$	+	$\frac{-90612687,5}{5318484000}$	=	0,149
8	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-117827,5}{3775800,0}$	+	$\frac{196623750,0}{996487619}$	+	$\frac{90612687,5}{5,3185E+09}$	=	0,183

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

5	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-246771,4}{3775800,0}$	+	$\frac{508194795}{996487619}$	+	$\frac{77227553,3}{5,3185E+09}$	=	0,459
6	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-246771,4}{3775800,0}$	+	$\frac{508194795}{996487619}$	+	$\frac{-77227553,3}{5318484000}$	=	0,430
7	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-246771,4}{3775800,0}$	+	$\frac{508194795}{996487619}$	+	$\frac{-77227553,3}{5318484000}$	=	0,430
8	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-246771,4}{3775800,0}$	+	$\frac{508194795}{996487619}$	+	$\frac{77227553,3}{5,3185E+09}$	=	0,459

$$Z_{LM71}^2 \cdot (\eta_{1,LM71}^2 + \eta_{2,LM71}^2 - \eta_{1,LM71} \cdot \eta_{2,LM71} + 3 \cdot \eta_{3,LM71}^2) + \\ + Z_{LM71} \cdot (2 \cdot \eta_{1,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot \eta_{2,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \eta_{1,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \\ - \eta_{2,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot 2 \cdot \eta_{3,rs} \cdot \eta_{3,LM71}) + \eta_{1,rs}^2 + \eta_{2,rs}^2 - \eta_{1,rs} \eta_{2,rs} + 3 \cdot \eta_{3,rs}^2 = 1$$

řešení kvadratické rovnice

vlákna	a	b	c	D	x1	x2	$\eta_{3,rs} =$	$\eta_{3,LM71} =$
5	0,9464	0,2533624	-0,934	3,60139972	0,869	-1,136	0,112	0,513
6	0,9269	0,2219246	-0,944	3,55096689	0,897	-1,136		
7	0,9269	0,2219246	-0,944	3,55096689	0,897	-1,136		
8	0,9464	0,2533624	-0,934	3,60139972	0,869	-1,136		

0,87

Z_{LM71} = 0,87 zatížitelnost z pružné únosnosti stěny

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	1608 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	11,720 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,40	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,40	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	2,0300E+04 mm ²	plocha průřezu
I_y =	1,6876E+09 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	1,4297E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	288,3 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	83,9 mm	poloměr setrvačnosti
i_{\min} =	83,9 mm	minimální poloměr setrvačnosti
t =	10 mm	tloušťka stojiny
h_w =	630 mm	výška stojiny účinná na smyk
A_v =	6300 mm ²	smyková plocha
d =	670 mm	celková výška průřezu
z_h =	335 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	335 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
b_{hor} =	350 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,\text{hor}}$ =	175 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,\text{hor}}$ =	175 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	350 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,\text{dol}}$ =	175 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,\text{dol}}$ =	175 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H}$ =	5,0376E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	5,0376E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	8,1697E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	8,1697E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	8,1697E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	8,1697E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak je uvažován

b	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	1608 mm
$\lambda =$	19,16
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,190
$\phi =$	0,516
$\chi_y =$	1,000

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak je uvažován

c	
$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	1608 mm
$\lambda =$	19,16
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,190
$\phi =$	0,516
$\chi_z =$	1,000

křivka vzpěrné pevnosti

součinitel imperfekce

součinitel vzpěrné délky

kritická délka

štíhlost

srovnávací štíhlost

poměrná štíhlost

součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	1,000	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele $\mu_M =$ 1

součinitel vlivu excentricity

 $\alpha =$ 1,00

klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2

 $\xi =$ 0,95

redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1

1,15

přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení

gr11

Kombinace zatížení dle výrazu

6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	5,9	0,0	16,5	3,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	5,1	-42,4	82,8	4,3
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	0,3	32,0	1,5	17,9
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	15,5	-31,6	7,9	6,6
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	65,4	-131,2	86,2	17,5
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	173,2	-135,6	279,2	42,4

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,365625	1	1	8,0	0,0	22,6	4,9
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	6,1	-50,3	98,3	5,1
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	0,4	41,6	1,9	23,2
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	10,1	-20,6	5,1	4,3
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	44,1	-88,5	58,2	11,8
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	315,2	-246,8	508,2	77,2

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 384,0 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pl,Rd} = 615,0 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$\eta_3 = 0,624 > 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) není splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

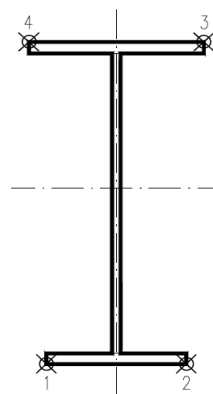
 $Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-117827,5}{3775800,0}$	+	$\frac{186074250,0}{936995821}$	+	$\frac{49319487,5}{151956686}$	=	0,492	0,52
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-117827,5}{3775800,0}$	+	$\frac{186074250,0}{936995821}$	+	$\frac{-49319487,5}{151956686}$	=	0,157	27,00
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-117827,5}{3775800,0}$	+	$\frac{-186074250}{936995821}$	+	$\frac{-49319487,5}{151956686}$	=	0,554	0,40
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-117827,5}{3775800,0}$	+	$\frac{-186074250}{936995821}$	+	$\frac{49319487,5}{151956686}$	=	0,095	9,10

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-246771,4}{3775800,0}$	+	$\frac{508194795}{936995821}$	+	$\frac{77227553,3}{151956686}$	=	0,985
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-246771,4}{3775800,0}$	+	$\frac{508194795}{936995821}$	+	$\frac{-77227553,3}{151956686}$	=	0,031
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-246771,4}{3775800,0}$	+	$\frac{-508194795}{936995821}$	+	$\frac{-77227553,3}{151956686}$	=	1,116
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-246771,4}{3775800,0}$	+	$\frac{-508194795}{936995821}$	+	$\frac{77227553,3}{151956686}$	=	0,100

$$Z_{LM71} = 0,40 \quad \text{z napětí v horních pravých vláknech}$$



KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 194,6 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 615,0 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = 0,316 \leq 0,5 \quad \text{Podmínka A.2 je splněna.}$$

Účinky lokálního zatížení

$$P = 113,8 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 20 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$c = 280 \text{ mm}$$

$$\sigma_{z,LM71,Ed} = 40,6 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,LM71} = 0,218 \quad (\text{A.17})$$

$$\eta_{2,rs} = 0,037 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 4,41 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \quad Z_{LM71} = 0,96$$

$$2 \quad Z_{LM71} = 5,08$$

$$3 \quad Z_{LM71} = 0,83$$

$$4 \quad Z_{LM71} = 4,32$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 0,83 \quad (\text{A.19})$$

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h						σ_d					
ZS	MPa						MPa					
1	0,0	-3,3	4,4	-4,4	1,1	-7,7	0,0	3,3	4,4	-4,4	7,7	-1,1
2	-2,1	-16,4	5,2	-5,2	-13,3	-23,8	-2,1	16,4	5,2	-5,2	19,6	9,1
3	1,6	-0,3	21,9	-21,9	23,2	-20,6	1,6	0,3	21,9	-21,9	23,7	-20,0
4	-1,6	-1,6	8,1	-8,1	5,0	-11,2	-1,6	1,6	8,1	-8,1	8,1	-8,1
5	-6,5	-17,1	21,4	-21,4	-2,1	-45,0	-6,5	17,1	21,4	-21,4	32,1	-10,8
UL Mz	-6,7	-55,4	51,9	-51,9	-10,2	-114,0	-6,7	55,4	51,9	-51,9	100,7	-3,2

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h						σ_d					
ZS	MPa						MPa					
1	0,0	-4,5	6,0	-6,0	1,5	-10,5	0,0	4,5	6,0	-6,0	10,5	-1,5
2	-2,5	-19,5	6,2	-6,2	-15,8	-28,2	-2,5	19,5	6,2	-6,2	23,3	10,8
3	2,0	-0,4	28,4	-28,4	30,1	-26,8	2,0	0,4	28,4	-28,4	30,9	-26,0
4	-1,0	-1,0	5,3	-5,3	3,2	-7,3	-1,0	1,0	5,3	-5,3	5,3	-5,3
5	-4,4	-11,6	14,5	-14,5	-1,4	-30,4	-4,4	11,6	14,5	-14,5	21,7	-7,3
UL Mz	-12,2	-100,9	94,5	-94,5	-18,5	-207,6	-12,2	100,9	94,5	-94,5	183,3	-5,8

Vyčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau^2} \leq R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

$\sigma_1 = 166,70 \text{ MPa} < 186,0 \text{ MPa}$ **VYHOVUJE** %

$\sigma_{uicy} = -100,9 \text{ MPa}$

$\sigma_{RSy} = -36,9 \text{ MPa}$

0,68

$\sigma_{uicz} = 40,6 \text{ MPa}$

$\sigma_{RSz} = 6,8 \text{ MPa}$

0,32

$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$

$\tau_{RS} = 0,0 \text{ MPa}$

0,00

Srovnávací napětí - dolní vlákna

$\sigma_1 = 166,70 \text{ MPa} < 186,0 \text{ MPa}$ **VYHOVUJE** %

$\sigma_{uicy} = 100,9 \text{ MPa}$

$\sigma_{RSy} = 36,9 \text{ MPa}$

0,68

$\sigma_{uicz} = -40,6 \text{ MPa}$

$\sigma_{RSz} = -6,8 \text{ MPa}$

0,32

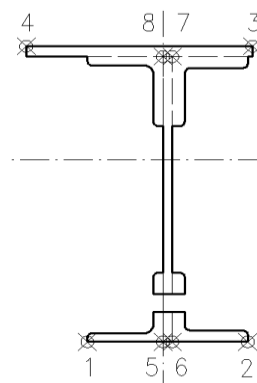
$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$

$\tau_{RS} = 0,0 \text{ MPa}$

0,00

Ověření pružné únosnosti stěny

d =	670 mm	celková výška průřezu
zh =	315 mm	vzdálenost horních krajních vláken stěny od těžiště
zd =	315 mm	vzdálenost dolních krajních vláken stěny od těžiště
b _{hor} =	10 mm	celková šířka stěny
b _{p,hor} =	5 mm	vzdálenost pravých krajních vláken
b _{l,hor} =	5 mm	vzdálenost levých krajních vláken
W _{y,H} =	5,3575E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	5,3575E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,L} =	2,8594E+07 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým vláknům
W _{z,P} =	2,8594E+07 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům



$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

vlákna

5	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-117827,5}{3775800,0}$	+	$\frac{186074250,0}{996487619}$	+	$\frac{49319487,5}{5,3185E+09}$	=	0,165
6	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-117827,5}{3775800,0}$	+	$\frac{186074250,0}{996487619}$	+	$\frac{-49319487,5}{5318484000}$	=	0,146
7	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-117827,5}{3775800,0}$	+	$\frac{186074250,0}{996487619}$	+	$\frac{-49319487,5}{5318484000}$	=	0,146
8	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-117827,5}{3775800,0}$	+	$\frac{186074250,0}{996487619}$	+	$\frac{49319487,5}{5,3185E+09}$	=	0,165

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

5	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-246771,4}{3775800,0}$	+	$\frac{508194795}{996487619}$	+	$\frac{77227553,3}{5,3185E+09}$	=	0,459
6	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-246771,4}{3775800,0}$	+	$\frac{508194795}{996487619}$	+	$\frac{-77227553,3}{5318484000}$	=	0,430
7	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-246771,4}{3775800,0}$	+	$\frac{508194795}{996487619}$	+	$\frac{-77227553,3}{5318484000}$	=	0,430
8	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-246771,4}{3775800,0}$	+	$\frac{508194795}{996487619}$	+	$\frac{77227553,3}{5,3185E+09}$	=	0,459

$$Z_{LM71}^2 \cdot (\eta_{1,LM71}^2 + \eta_{2,LM71}^2 - \eta_{1,LM71} \cdot \eta_{2,LM71} + 3 \cdot \eta_{3,LM71}^2) + \\ + Z_{LM71} \cdot (2 \cdot \eta_{1,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot \eta_{2,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \eta_{1,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \\ - \eta_{2,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot 2 \cdot \eta_{3,rs} \cdot \eta_{3,LM71}) + \eta_{1,rs}^2 + \eta_{2,rs}^2 - \eta_{1,rs} \eta_{2,rs} + 3 \cdot \eta_{3,rs}^2 = 1$$

řešení kvadratické rovnice

vlákna	a	b	c	D	x1	x2	$\eta_{3,rs} =$	$\eta_{3,LM71} =$
5	0,9464	0,2405192	-0,94	3,61667163	0,878	-1,132	0,112	0,513
6	0,9269	0,2201131	-0,945	3,55287167	0,898	-1,135		
7	0,9269	0,2201131	-0,945	3,55287167	0,898	-1,135		
8	0,9464	0,2405192	-0,94	3,61667163	0,878	-1,132		

0,88

Z_{LM71} = 0,88 zatížitelnost z pružné únosnosti stěny

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	1608 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	11,720 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,40	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,40	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	2,0300E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	1,6876E+09 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,4297E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	288,3 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	83,9 mm	poloměr setrvačnosti
$i_{\min} =$	83,9 mm	minimální poloměr setrvačnosti
t =	10 mm	tloušťka stojiny
$h_w =$	630 mm	výška stojiny účinná na smyk
$A_v =$	6300 mm ²	smyková plocha
d =	670 mm	celková výška průřezu
zh =	335 mm	vzdálenost horních krajních vláken
zd =	335 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{\text{hor}} =$	350 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,\text{hor}} =$	175 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,\text{hor}} =$	175 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{\text{dol}} =$	350 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,\text{dol}} =$	175 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,\text{dol}} =$	175 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	5,0376E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	5,0376E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	8,1697E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	8,1697E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	8,1697E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	8,1697E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak je uvažován

b	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	1608 mm
$\lambda =$	19,16
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,190
$\phi =$	0,516
$\chi_y =$	1,000

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak je uvažován

c	
$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	1608 mm
$\lambda =$	19,16
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,190
$\phi =$	0,516
$\chi_z =$	1,000

křivka vzpěrné pevnosti

součinitel imperfekce

součinitel vzpěrné délky

kritická délka

štíhlost

srovnávací štíhlost

poměrná štíhlost

součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	1,000	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení

gr11

Kombinace zatížení dle výrazu

6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	7,2	-27,4	10,9	-2,7
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	6,5	-111,2	124,1	0,6
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	2,7	-37,2	-8,1	-41,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	5,9	-26,9	9,6	-3,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	19,9	-100,9	42,7	-20,5
Nmin	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	333,4	-406,7	470,7	-11,4

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,365625	1	1	9,9	-37,4	14,8	-3,7
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	7,7	-132,0	147,4	0,7
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	3,5	-48,3	-10,5	-53,4
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	3,8	-17,5	6,2	-2,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	13,4	-68,1	28,8	-13,8
Nmin	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	606,8	-740,2	856,7	-20,7

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 645,1 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pl,Rd} = 615,0 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$\eta_3 = 1,049 > 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) není splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

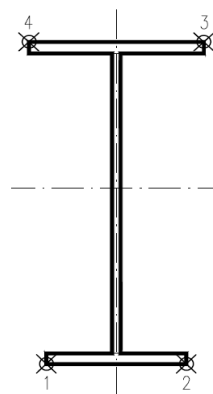
 $Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-303346,1}{3775800,0}$	+	$\frac{186640812,5}{936995821}$	+	$\frac{-72280562,5}{151956686}$	=	0,357	1,11
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-303346,1}{3775800,0}$	+	$\frac{186640812,5}{936995821}$	+	$\frac{72280562,5}{151956686}$	=	0,595	0,47
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-303346,1}{3775800,0}$	+	$\frac{-186640813}{936995821}$	+	$\frac{72280562,5}{151956686}$	=	0,196	0,83
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-303346,1}{3775800,0}$	+	$\frac{-186640813}{936995821}$	+	$\frac{-72280562,5}{151956686}$	=	0,755	0,20

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-740223,3}{3775800,0}$	+	$\frac{856656145}{936995821}$	+	$\frac{-20731129,7}{151956686}$	=	0,582
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-740223,3}{3775800,0}$	+	$\frac{856656145}{936995821}$	+	$\frac{20731129,7}{151956686}$	=	0,855
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-740223,3}{3775800,0}$	+	$\frac{-856656145}{936995821}$	+	$\frac{20731129,7}{151956686}$	=	0,974
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-740223,3}{3775800,0}$	+	$\frac{-856656145}{936995821}$	+	$\frac{-20731129,7}{151956686}$	=	1,247

$$Z_{LM71} = 0,20 \quad \text{z napětí v horních levých vláknech}$$



KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 157,4 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 615,0 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = 0,256 \leq 0,5 \quad \text{Podmínka A.2 je splněna.}$$

Účinky lokálního zatížení

$$P = 113,8 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 20 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$c = 280 \text{ mm}$$

$$\sigma_{z,LM71,Ed} = 40,6 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,LM71} = 0,218 \quad (\text{A.17})$$

$$\eta_{2,rs} = 0,037 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 4,41 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \quad Z_{LM71} = 1,58$$

$$2 \quad Z_{LM71} = 0,98$$

$$3 \quad Z_{LM71} = 1,21$$

$$4 \quad Z_{LM71} = 0,62$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 0,62 \quad (\text{A.19})$$

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h						σ_d					
ZS	MPa						MPa					
1	-1,4	-2,2	-3,4	3,4	-6,9	-0,2	-1,4	2,2	-3,4	3,4	-2,5	4,2
2	-5,5	-24,6	0,7	-0,7	-29,4	-30,8	-5,5	24,6	0,7	-0,7	19,8	18,5
3	-1,8	1,6	-50,3	50,3	-50,5	50,0	-1,8	-1,6	-50,3	50,3	-53,7	46,8
4	-1,3	-1,9	-3,8	3,8	-7,0	0,6	-1,3	1,9	-3,8	3,8	-3,2	4,4
5	-5,0	-8,5	-25,1	25,1	-38,5	11,6	-5,0	8,5	-25,1	25,1	-21,6	28,6
Nmin	-20,0	-93,4	-13,9	13,9	-127,4	-99,5	-20,0	93,4	-13,9	13,9	59,5	87,3

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h						σ_d					
ZS	MPa						MPa					
1	-1,8	-2,9	-4,6	4,6	-9,4	-0,2	-1,8	2,9	-4,6	4,6	-3,5	5,7
2	-6,5	-29,3	0,8	-0,8	-34,9	-36,6	-6,5	29,3	0,8	-0,8	23,6	21,9
3	-2,4	2,1	-65,3	65,3	-65,6	65,0	-2,4	-2,1	-65,3	65,3	-69,8	60,9
4	-0,9	-1,2	-2,5	2,5	-4,6	0,4	-0,9	1,2	-2,5	2,5	-2,1	2,8
5	-3,4	-5,7	-16,9	16,9	-26,0	7,8	-3,4	5,7	-16,9	16,9	-14,6	19,3
Nmin	-36,5	-170,1	-25,4	25,4	-231,9	-181,1	-36,5	170,1	-25,4	25,4	108,2	159,0

Výčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau^2} \leq R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

$\sigma_1 = 234,47$ MPa > 186,0 MPa NEVYHOVUJE %

$\sigma_{uicy} = -170,1$ MPa

$\sigma_{RSy} = -37,0$ MPa

0,83

$\sigma_{uicz} = 40,6$ MPa

$\sigma_{RSz} = 6,8$ MPa

0,17

$\tau_{uic} = 0,0$ MPa

$\tau_{RS} = 0,0$ MPa

0,00

Srovnávací napětí - dolní vlákna

$\sigma_1 = 234,47$ MPa > 186,0 MPa NEVYHOVUJE %

$\sigma_{uicy} = 170,1$ MPa

$\sigma_{RSy} = 37,0$ MPa

0,83

$\sigma_{uicz} = -40,6$ MPa

$\sigma_{RSz} = -6,8$ MPa

0,17

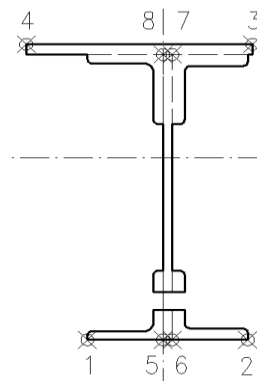
$\tau_{uic} = 0,0$ MPa

$\tau_{RS} = 0,0$ MPa

0,00

Ověření pružné únosnosti stěny

d =	670 mm	celková výška průřezu
zh =	315 mm	vzdálenost horních krajních vláken stěny od těžiště
zd =	315 mm	vzdálenost dolních krajních vláken stěny od těžiště
b _{hor} =	10 mm	celková šířka stěny
b _{p,hor} =	5 mm	vzdálenost pravých krajních vláken
b _{l,hor} =	5 mm	vzdálenost levých krajních vláken
W _{y,H} =	5,3575E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	5,3575E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,L} =	2,8594E+07 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým vláknům
W _{z,P} =	2,8594E+07 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům



$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

vlákna

5	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-303346,1}{3775800,0}$	+	$\frac{186640812,5}{996487619}$	+	$\frac{-72280562,5}{5,3185E+09}$	=	0,093
6	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-303346,1}{3775800,0}$	+	$\frac{186640812,5}{996487619}$	+	$\frac{72280562,5}{5318484000}$	=	0,121
7	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-303346,1}{3775800,0}$	+	$\frac{186640813}{996487619}$	+	$\frac{72280562,5}{5318484000}$	=	0,121
8	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-303346,1}{3775800,0}$	+	$\frac{186640813}{996487619}$	+	$\frac{-72280562,5}{5,3185E+09}$	=	0,093

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

5	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-740223,3}{3775800,0}$	+	$\frac{856656145}{996487619}$	+	$\frac{-20731129,7}{5,3185E+09}$	=	0,660
6	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-740223,3}{3775800,0}$	+	$\frac{856656145}{996487619}$	+	$\frac{20731129,7}{5318484000}$	=	0,668
7	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-740223,3}{3775800,0}$	+	$\frac{856656145}{996487619}$	+	$\frac{20731129,7}{5318484000}$	=	0,668
8	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-740223,3}{3775800,0}$	+	$\frac{856656145}{996487619}$	+	$\frac{-20731129,7}{5,3185E+09}$	=	0,660

$$Z_{LM71}^2 \cdot (\eta_{1,LM71}^2 + \eta_{2,LM71}^2 - \eta_{1,LM71} \cdot \eta_{2,LM71} + 3 \cdot \eta_{3,LM71}^2) + \\ + Z_{LM71} \cdot (2 \cdot \eta_{1,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot \eta_{2,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \eta_{1,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \\ - \eta_{2,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot 2 \cdot \eta_{3,rs} \cdot \eta_{3,LM71}) + \eta_{1,rs}^2 + \eta_{2,rs}^2 - \eta_{1,rs} \eta_{2,rs} + 3 \cdot \eta_{3,rs}^2 = 1$$

řešení kvadratické rovnice

vlákna	a	b	c	D	x1	x2	$\eta_{3,rs} =$	$\eta_{3,LM71} =$
5	3,259	0,2297133	-0,982	12,8505617	0,515	-0,585	0,062	0,987
6	3,2676	0,2612333	-0,977	12,8370579	0,508	-0,588		
7	3,2676	0,2612333	-0,977	12,8370579	0,508	-0,588		
8	3,259	0,2297133	-0,982	12,8505617	0,515	-0,585		
					0,51			
Z_{LM71} =	0,51 zatížitelnost z pružné únosnosti stěny							

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	1608 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	11,720 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,40	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,40	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	2,0300E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	1,6876E+09 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,4297E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	288,3 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	83,9 mm	poloměr setrvačnosti
$i_{\min} =$	83,9 mm	minimální poloměr setrvačnosti
t =	10 mm	tloušťka stojiny
$h_w =$	630 mm	výška stojiny účinná na smyk
$A_v =$	6300 mm ²	smyková plocha
d =	670 mm	celková výška průřezu
zh =	335 mm	vzdálenost horních krajních vláken
zd =	335 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{\text{hor}} =$	350 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,\text{hor}} =$	175 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,\text{hor}} =$	175 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{\text{dol}} =$	350 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,\text{dol}} =$	175 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,\text{dol}} =$	175 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	5,0376E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	5,0376E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	8,1697E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	8,1697E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	8,1697E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	8,1697E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak je uvažován

b	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	1608 mm
$\lambda =$	19,16
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,190
$\phi =$	0,516
$\chi_y =$	1,000

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak je uvažován

c	
$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	1608 mm
$\lambda =$	19,16
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,190
$\phi =$	0,516
$\chi_z =$	1,000

křivka vzpěrné pevnosti

součinitel imperfekce

součinitel vzpěrné délky

kritická délka

štíhlost

srovnávací štíhlost

poměrná štíhlost

součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	1,000	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení

gr11

Kombinace zatížení dle výrazu

6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	7,2	-27,4	10,9	-2,7
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	6,5	-111,2	124,1	0,6
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	2,7	-37,2	-3,1	-15,6
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	5,9	-26,9	3,6	-1,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	19,9	-100,9	42,7	-20,5
Nmin	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	333,4	-406,7	470,7	-11,4

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,365625	1	1	9,9	-37,4	14,8	-3,7
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	7,7	-132,0	147,4	0,7
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	3,5	-48,3	-4,0	-20,3
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	3,8	-17,5	2,4	-0,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	13,4	-68,1	28,8	-13,8
Nmin	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	606,8	-740,2	856,7	-20,7

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 645,1 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pl,Rd} = 615,0 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$\eta_3 = 1,049 > 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) není splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

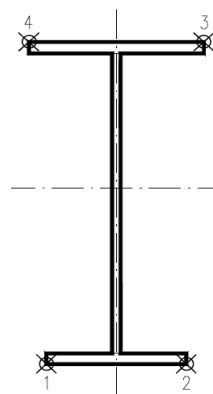
 $Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-303346,1}{3775800,0}$	+	$\frac{189328822,5}{936995821}$	+	$\frac{-37940932,5}{151956686}$	=	0,128	1,50
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-303346,1}{3775800,0}$	+	$\frac{189328822,5}{936995821}$	+	$\frac{37940932,5}{151956686}$	=	0,371	0,74
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-303346,1}{3775800,0}$	+	$\frac{-189328823}{936995821}$	+	$\frac{37940932,5}{151956686}$	=	0,033	0,99
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-303346,1}{3775800,0}$	+	$\frac{-189328823}{936995821}$	+	$\frac{-37940932,5}{151956686}$	=	0,532	0,38

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-740223,3}{3775800,0}$	+	$\frac{856656145}{936995821}$	+	$\frac{-20731129,7}{151956686}$	=	0,582
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-740223,3}{3775800,0}$	+	$\frac{856656145}{936995821}$	+	$\frac{20731129,7}{151956686}$	=	0,855
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-740223,3}{3775800,0}$	+	$\frac{-856656145}{936995821}$	+	$\frac{20731129,7}{151956686}$	=	0,974
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-740223,3}{3775800,0}$	+	$\frac{-856656145}{936995821}$	+	$\frac{-20731129,7}{151956686}$	=	1,247

$$Z_{LM71} = 0,38 \quad \text{z napětí v horních levých vláknech}$$



KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 266,0 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 615,0 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = 0,433 \leq 0,5 \quad \text{Podmínka A.2 je splněna.}$$

Účinky lokálního zatížení

$$P = 113,8 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 20 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$c = 280 \text{ mm}$$

$$\sigma_{z,LM71,Ed} = 40,6 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,LM71} = 0,218 \quad (\text{A.17})$$

$$\eta_{2,rs} = 0,037 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 4,41 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \quad Z_{LM71} = 1,84$$

$$2 \quad Z_{LM71} = 1,18$$

$$3 \quad Z_{LM71} = 1,34$$

$$4 \quad Z_{LM71} = 0,77$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 0,77 \quad (\text{A.19})$$

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h						σ_d					
ZS	MPa						MPa					
1	-1,4	-2,2	-3,4	3,4	-6,9	-0,2	-1,4	2,2	-3,4	3,4	-2,5	4,2
2	-5,5	-24,6	0,7	-0,7	-29,4	-30,8	-5,5	24,6	0,7	-0,7	19,8	18,5
3	-1,8	0,6	-19,1	19,1	-20,3	17,9	-1,8	-0,6	-19,1	19,1	-21,5	16,7
4	-1,3	-0,7	-1,4	1,4	-3,5	-0,6	-1,3	0,7	-1,4	1,4	-2,0	0,8
5	-5,0	-8,5	-25,1	25,1	-38,5	11,6	-5,0	8,5	-25,1	25,1	-21,6	28,6
Nmin	-20,0	-93,4	-13,9	13,9	-127,4	-99,5	-20,0	93,4	-13,9	13,9	59,5	87,3

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h						σ_d					
ZS	MPa						MPa					
1	-1,8	-2,9	-4,6	4,6	-9,4	-0,2	-1,8	2,9	-4,6	4,6	-3,5	5,7
2	-6,5	-29,3	0,8	-0,8	-34,9	-36,6	-6,5	29,3	0,8	-0,8	23,6	21,9
3	-2,4	0,8	-24,8	24,8	-26,4	23,2	-2,4	-0,8	-24,8	24,8	-28,0	21,7
4	-0,9	-0,5	-0,9	0,9	-2,3	-0,4	-0,9	0,5	-0,9	0,9	-1,3	0,5
5	-3,4	-5,7	-16,9	16,9	-26,0	7,8	-3,4	5,7	-16,9	16,9	-14,6	19,3
Nmin	-36,5	-170,1	-25,4	25,4	-231,9	-181,1	-36,5	170,1	-25,4	25,4	108,2	159,0

Výčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau^2} \leq R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

$\sigma_1 =$ 235,00 MPa > 186,0 MPa NEVYHOVUJE %

$\sigma_{uicy} =$ -170,1 MPa

$\sigma_{RSy} =$ -37,6 MPa

0,83

$\sigma_{uicz} =$ 40,6 MPa

$\sigma_{RSz} =$ 6,8 MPa

0,17

$\tau_{uic} =$ 0,0 MPa

$\tau_{RS} =$ 0,0 MPa

0,00

Srovnávací napětí - dolní vlákna

$\sigma_1 =$ 235,00 MPa > 186,0 MPa NEVYHOVUJE %

$\sigma_{uicy} =$ 170,1 MPa

$\sigma_{RSy} =$ 37,6 MPa

0,83

$\sigma_{uicz} =$ -40,6 MPa

$\sigma_{RSz} =$ -6,8 MPa

0,17

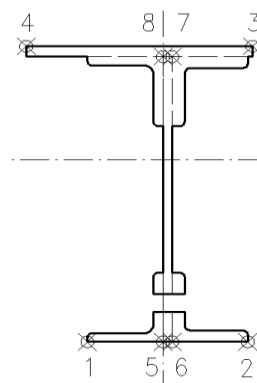
$\tau_{uic} =$ 0,0 MPa

$\tau_{RS} =$ 0,0 MPa

0,00

Ověření pružné únosnosti stěny

d =	670 mm	celková výška průřezu
zh =	315 mm	vzdálenost horních krajních vláken stěny od těžiště
zd =	315 mm	vzdálenost dolních krajních vláken stěny od těžiště
b _{hor} =	10 mm	celková šířka stěny
b _{p,hor} =	5 mm	vzdálenost pravých krajních vláken
b _{l,hor} =	5 mm	vzdálenost levých krajních vláken
W _{y,H} =	5,3575E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	5,3575E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,L} =	2,8594E+07 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým vláknům
W _{z,P} =	2,8594E+07 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům



$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

vlákna

5	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-303346,1}{3775800,0}$	+	$\frac{189328822,5}{996487619}$	+	$\frac{-37940932,5}{5,3185E+09}$	=	0,103
6	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-303346,1}{3775800,0}$	+	$\frac{189328822,5}{996487619}$	+	$\frac{37940932,5}{5318484000}$	=	0,117
7	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-303346,1}{3775800,0}$	+	$\frac{189328823}{996487619}$	+	$\frac{37940932,5}{5318484000}$	=	0,117
8	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-303346,1}{3775800,0}$	+	$\frac{189328823}{996487619}$	+	$\frac{-37940932,5}{5,3185E+09}$	=	0,103

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

5	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-740223,3}{3775800,0}$	+	$\frac{856656145}{996487619}$	+	$\frac{-20731129,7}{5,3185E+09}$	=	0,660
6	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-740223,3}{3775800,0}$	+	$\frac{856656145}{996487619}$	+	$\frac{20731129,7}{5318484000}$	=	0,668
7	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-740223,3}{3775800,0}$	+	$\frac{856656145}{996487619}$	+	$\frac{20731129,7}{5318484000}$	=	0,668
8	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-740223,3}{3775800,0}$	+	$\frac{856656145}{996487619}$	+	$\frac{-20731129,7}{5,3185E+09}$	=	0,660

$$Z_{LM71}^2 \cdot (\eta_{1,LM71}^2 + \eta_{2,LM71}^2 - \eta_{1,LM71} \cdot \eta_{2,LM71} + 3 \cdot \eta_{3,LM71}^2) + \\ + Z_{LM71} \cdot (2 \cdot \eta_{1,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot \eta_{2,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \eta_{1,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \\ - \eta_{2,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot 2 \cdot \eta_{3,rs} \cdot \eta_{3,LM71}) + \eta_{1,rs}^2 + \eta_{2,rs}^2 - \eta_{1,rs} \eta_{2,rs} + 3 \cdot \eta_{3,rs}^2 = 1$$

řešení kvadratické rovnice

vlákna	a	b	c	D	Z _{LM71} =		$\eta_{3,rs} =$	0,062
					x1	x2	$\eta_{3,LM71} =$	0,987
5	3,259	0,2397924	-0,98	12,8363091	0,513	-0,586		
6	3,2676	0,2570357	-0,978	12,8447358	0,509	-0,588		
7	3,2676	0,2570357	-0,978	12,8447358	0,509	-0,588		
8	3,259	0,2397924	-0,98	12,8363091	0,513	-0,586		

0,51

Z_{LM71} = 0,51 zatížitelnost z pružné únosnosti stěny

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	3650 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	3,600 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	2,00	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	2,00	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	1,1200E+04 mm ²	plocha průřezu
I _y =	1,6053E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I _z =	3,5513E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
i _y =	119,7 mm	poloměr setrvačnosti
i _z =	56,3 mm	poloměr setrvačnosti
t =	10 mm	tloušťka stojiny
h _w =	240 mm	výška stojiny účinná na smyk
Av =	2400 mm ²	smyková plocha
d =	280 mm	celková výška průřezu
zh =	140 mm	vzdálenost horních krajních vláken
zd =	140 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
b _{hor} =	220 mm	celková šířka horní pásnice
b _{p,hor} =	110 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
b _{l,hor} =	110 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b _{dol} =	220 mm	celková šířka dolní pásnice
b _{p,dol} =	110 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
b _{l,dol} =	110 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
W _{y,H} =	1,1466E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	1,1466E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,H,L} =	3,2285E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
W _{z,D,L} =	3,2285E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
W _{z,H,P} =	3,2285E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
W _{z,D,P} =	3,2285E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak je uvažován

b	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	3650 mm
$\lambda =$	30,49
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,303
$\phi =$	0,563
$\chi_y =$	0,963

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak je uvažován

c	
$\alpha =$	0,49
$\beta =$	0,5068493
$L_{cr} =$	1849,99995 mm
$\lambda =$	32,85
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,326
$\phi =$	0,584
$\chi_z =$	0,936

křivka vzpěrné pevnosti

součinitel imperfekce

součinitel vzpěrné délky

kritická délka

štíhlost

srovnávací štíhlost

poměrná štíhlost

součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	0,936	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení

gr11

Kombinace zatížení dle výrazu

6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,2	0,0	1,9	-1,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	0,7	0,0	1,3	-1,3
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	4,2	0,0	-7,8	-13,6
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	1,9	-33,9	3,4	-0,6
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	3,4	-8,3	6,2	-2,0
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	39,6	0,0	73,3	-9,0

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,365625	1	1	0,3	0,0	2,5	-1,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	0,8	0,0	1,5	-1,5
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	5,5	0,0	-10,2	-17,7
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	1,2	-22,0	2,2	-0,4
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	2,3	-5,6	4,2	-1,3
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	102,9	0,0	190,6	-23,3

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 113,0 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pl,Rd} = 234,3 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$\eta_3 = 0,482 \leq 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) je splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

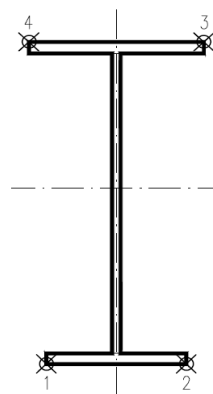
 $Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-27623,8}{1949089,7}$	+	$\frac{301687,5}{213275571}$	+	$\frac{-22474343,8}{60049255}$	=	0,387	1,21
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-27623,8}{1949089,7}$	+	$\frac{301687,5}{213275571}$	+	$\frac{22474343,8}{60049255}$	=	0,362	0,50
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-27623,8}{1949089,7}$	+	$\frac{-301688}{213275571}$	+	$\frac{22474343,8}{60049255}$	=	0,359	1,27
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-27623,8}{1949089,7}$	+	$\frac{-301688}{213275571}$	+	$\frac{-22474343,8}{60049255}$	=	0,390	0,48

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{1949089,7}$	+	$\frac{190606000}{213275571}$	+	$\frac{-23322000,0}{60049255}$	=	0,505
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{1949089,7}$	+	$\frac{190606000}{213275571}$	+	$\frac{23322000,0}{60049255}$	=	1,282
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{1949089,7}$	+	$\frac{-190606000}{213275571}$	+	$\frac{23322000,0}{60049255}$	=	0,505
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{1949089,7}$	+	$\frac{-190606000}{213275571}$	+	$\frac{-23322000,0}{60049255}$	=	1,282

$$Z_{LM71} = 0,48 \quad \text{z napětí v horních levých vláknech}$$



KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 59,1 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 234,3 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = 0,252 \leq 0,5 \quad \text{Podmínka A.2 je splněna.}$$

Účinky lokálního zatížení

$$P = 162,5 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 20 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$c = 280 \text{ mm}$$

$$\sigma_{z,LM71,Ed} = 58,0 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,LM71} = 0,312 \quad (\text{A.17})$$

$$\eta_{2,rs} = 0,037 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 3,09 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \quad Z_{LM71} = 1,47$$

$$2 \quad Z_{LM71} = 0,80$$

$$3 \quad Z_{LM71} = 1,50$$

$$4 \quad Z_{LM71} = 0,79$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 0,79 \quad (\text{A.19})$$

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h						σ_d					
ZS	MPa						MPa					
1	0,0	-1,6	-3,6	3,6	-5,2	1,9	0,0	1,6	-3,6	3,6	-1,9	5,2
2	0,0	-1,1	-3,9	3,9	-5,0	2,7	0,0	1,1	-3,9	3,9	-2,7	5,0
3	0,0	6,8	-42,2	42,2	-35,3	49,0	0,0	-6,8	-42,2	42,2	-49,0	35,3
4	-3,0	-3,0	-1,9	1,9	-7,9	-4,1	-3,0	3,0	-1,9	1,9	-1,9	1,8
5	-0,7	-5,4	-6,1	6,1	-12,3	0,0	-0,7	5,4	-6,1	6,1	-1,4	10,8
UL My	0,0	-63,9	-27,8	27,8	-91,7	-36,2	0,0	63,9	-27,8	27,8	36,2	91,7

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h						σ_d					
ZS	MPa						MPa					
1	0,0	-2,2	-4,9	4,9	-7,1	2,6	0,0	2,2	-4,9	4,9	-2,6	7,1
2	0,0	-1,3	-4,6	4,6	-5,9	3,3	0,0	1,3	-4,6	4,6	-3,3	5,9
3	0,0	8,9	-54,8	54,8	-45,9	63,7	0,0	-8,9	-54,8	54,8	-63,7	45,9
4	-2,1	-1,9	-1,2	1,2	-5,2	-2,8	-2,1	1,9	-1,2	1,2	-1,4	1,0
5	-0,5	-3,7	-4,1	4,1	-8,3	-0,1	-0,5	3,7	-4,1	4,1	-1,0	7,3
UL My	0,0	-166,2	-72,2	72,2	-238,5	-94,0	0,0	166,2	-72,2	72,2	94,0	238,5

Výčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau^2} \leq R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

$$\sigma_1 = 206,72 \text{ MPa}$$

%

$$\sigma_{uicy} = -166,2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsy} = -0,3 \text{ MPa}$$

0,70

$$\sigma_{uicz} = 58,0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsz} = 6,8 \text{ MPa}$$

0,30

$$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{rs} = 0,0 \text{ MPa}$$

0,00

Srovnávací napětí - dolní vlákna

$$\sigma_1 = 206,72 \text{ MPa}$$

%

$$\sigma_{uicy} = 166,2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsy} = 0,3 \text{ MPa}$$

0,70

$$\sigma_{uicz} = -58,0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsz} = -6,8 \text{ MPa}$$

0,30

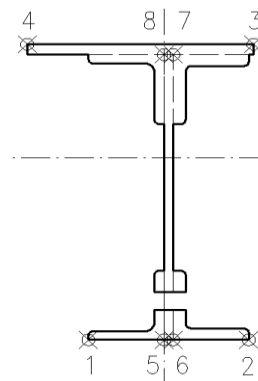
$$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{rs} = 0,0 \text{ MPa}$$

0,00

Ověření pružné únosnosti stěny

d =	280 mm	celková výška průřezu
zh =	120 mm	vzdálenost horních krajních vláken stěny od těžiště
zd =	120 mm	vzdálenost dolních krajních vláken stěny od těžiště
b _{hor} =	10 mm	celková šířka stěny
b _{p,hor} =	5 mm	vzdálenost pravých krajních vláken
b _{l,hor} =	5 mm	vzdálenost levých krajních vláken
W _{y,H} =	1,3378E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	1,3378E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,L} =	7,1026E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým vláknům
W _{z,P} =	7,1026E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům



$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

vlákna

5	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-27623,8}{1949089,7}$	+	$\frac{301687,5}{248821500}$	+	$\frac{-22474343,8}{1,3211E+09}$	=	0,030
6	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-27623,8}{1949089,7}$	+	$\frac{301687,5}{248821500}$	+	$\frac{22474343,8}{1321083600}$	=	0,004
7	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-27623,8}{1949089,7}$	+	$\frac{301688}{248821500}$	+	$\frac{22474343,8}{1321083600}$	=	0,004
8	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-27623,8}{1949089,7}$	+	$\frac{301688}{248821500}$	+	$\frac{-22474343,8}{1,3211E+09}$	=	0,030

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

5	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{1949089,7}$	+	$\frac{190606000}{248821500}$	+	$\frac{-23322000,0}{1,3211E+09}$	=	0,748
6	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{1949089,7}$	+	$\frac{190606000}{248821500}$	+	$\frac{23322000,0}{1321083600}$	=	0,784
7	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{1949089,7}$	+	$\frac{190606000}{248821500}$	+	$\frac{23322000,0}{1321083600}$	=	0,784
8	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{1949089,7}$	+	$\frac{190606000}{248821500}$	+	$\frac{-23322000,0}{1,3211E+09}$	=	0,748

$$Z_{LM71}^2 \cdot (\eta_{1,LM71}^2 + \eta_{2,LM71}^2 - \eta_{1,LM71} \cdot \eta_{2,LM71} + 3 \cdot \eta_{3,LM71}^2) + \\ + Z_{LM71} \cdot (2 \cdot \eta_{1,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot \eta_{2,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \eta_{1,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \\ - \eta_{2,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot 2 \cdot \eta_{3,rs} \cdot \eta_{3,LM71}) + \eta_{1,rs}^2 + \eta_{2,rs}^2 - \eta_{1,rs} \eta_{2,rs} + 3 \cdot \eta_{3,rs}^2 = 1$$

řešení kvadratické rovnice

vlákna				Z _{LM71} =		η _{3,rs} =	0,043
a	b	c	D	x1	x2	η _{3,LM71} =	0,439
5	1,0029	0,0726278	-0,993	3,9900506	0,960	-1,032	
6	1,046	0,0409057	-0,993	4,15729519	0,955	-0,994	
7	1,046	0,0409057	-0,993	4,15729519	0,955	-0,994	
8	1,0029	0,0726278	-0,993	3,9900506	0,960	-1,032	
						0,96	
Z _{LM71} = 0,96 zatížitelnost z pružné únosnosti stěny							

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	3650 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	3,600 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	2,00	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	2,00	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	1,1200E+04 mm ²	plocha průřezu
I _y =	1,6053E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I _z =	3,5513E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
i _y =	119,7 mm	poloměr setrvačnosti
i _z =	56,3 mm	poloměr setrvačnosti
t =	10 mm	tloušťka stojiny
h _w =	240 mm	výška stojiny účinná na smyk
Av =	2400 mm ²	smyková plocha
d =	280 mm	celková výška průřezu
zh =	140 mm	vzdálenost horních krajních vláken
zd =	140 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
b _{hor} =	220 mm	celková šířka horní pásnice
b _{p,hor} =	110 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
b _{l,hor} =	110 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b _{dol} =	220 mm	celková šířka dolní pásnice
b _{p,dol} =	110 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
b _{l,dol} =	110 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
W _{y,H} =	1,1466E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	1,1466E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,H,L} =	3,2285E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
W _{z,D,L} =	3,2285E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
W _{z,H,P} =	3,2285E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
W _{z,D,P} =	3,2285E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak je uvažován

b	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	3650 mm
$\lambda =$	30,49
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,303
$\phi =$	0,563
$\chi_y =$	0,963

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak je uvažován

c		křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,49	součinitel imperfekce
$\beta =$	0,5068493	součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} =$	1849,99995 mm	kritická délka
$\lambda =$	32,85	štíhlost
$\lambda_1 =$	100,65	srovnávací štíhlost
$\lambda_d =$	0,326	poměrná štíhlost
$\phi =$	0,584	
$\chi_z =$	0,936	součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	0,936	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,2	0,0	1,9	-1,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	0,7	0,0	1,3	-1,3
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	4,2	0,0	-4,4	-7,7
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	1,9	-33,9	1,9	-0,3
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	3,4	-8,3	6,2	-2,0
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	39,6	0,0	73,3	-9,0

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,365625	1	1	0,3	0,0	2,5	-1,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	0,8	0,0	1,5	-1,5
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	5,5	0,0	-5,8	-10,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	1,2	-22,0	1,3	-0,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	2,3	-5,6	4,2	-1,3
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	102,9	0,0	190,6	-23,3

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 113,0 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pl,Rd} = 234,3 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$\eta_3 = 0,482 \leq 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) je splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

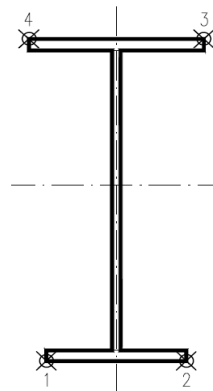
 $Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-27623,8}{1949089,7}$	+	$\frac{3771030,0}{213275571}$	+	$\frac{-14608238,8}{60049255}$	=	0,240	1,50
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-27623,8}{1949089,7}$	+	$\frac{3771030,0}{213275571}$	+	$\frac{14608238,8}{60049255}$	=	0,247	0,59
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-27623,8}{1949089,7}$	+	$\frac{-3771030}{213275571}$	+	$\frac{14608238,8}{60049255}$	=	0,211	1,56
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-27623,8}{1949089,7}$	+	$\frac{-3771030}{213275571}$	+	$\frac{-14608238,8}{60049255}$	=	0,275	0,57

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{1949089,7}$	+	$\frac{190606000}{213275571}$	+	$\frac{-23322000,0}{60049255}$	=	0,505
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{1949089,7}$	+	$\frac{190606000}{213275571}$	+	$\frac{23322000,0}{60049255}$	=	1,282
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{1949089,7}$	+	$\frac{-190606000}{213275571}$	+	$\frac{23322000,0}{60049255}$	=	0,505
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{1949089,7}$	+	$\frac{-190606000}{213275571}$	+	$\frac{-23322000,0}{60049255}$	=	1,282

$$Z_{LM71} = 0,57 \quad \text{z napětí v horních levých vláknech}$$



KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 68,3 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 234,3 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = 0,292 \leq 0,5 \quad \text{Podmínka A.2 je splněna.}$$

Účinky lokálního zatížení

$$P = 162,5 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 20 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$c = 280 \text{ mm}$$

$$\sigma_{z,LM71,Ed} = 58,0 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,LM71} = 0,312 \quad (\text{A.17})$$

$$\eta_{2,rs} = 0,037 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 3,09 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \quad Z_{LM71} = 1,64$$

$$2 \quad Z_{LM71} = 0,87$$

$$3 \quad Z_{LM71} = 1,67$$

$$4 \quad Z_{LM71} = 0,85$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 0,85 \quad (\text{A.19})$$

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/W _y	Mz/W _{zl}	Mz/W _{zp}	celkem L	celkem P	N/A	My/W _y	Mz/W _{zl}	Mz/W _{zp}	celkem L	celkem P
	σ_h						σ_d					
ZS	MPa						MPa					
1	0,0	-1,6	-3,6	3,6	-5,2	1,9	0,0	1,6	-3,6	3,6	-1,9	5,2
2	0,0	-1,1	-3,9	3,9	-5,0	2,7	0,0	1,1	-3,9	3,9	-2,7	5,0
3	0,0	3,9	-23,8	23,8	-20,0	27,7	0,0	-3,9	-23,8	23,8	-27,7	20,0
4	-3,0	-1,7	-1,1	1,1	-5,8	-3,7	-3,0	1,7	-1,1	1,1	-2,4	-0,3
5	-0,7	-5,4	-6,1	6,1	-12,3	0,0	-0,7	5,4	-6,1	6,1	-1,4	10,8
UL My	0,0	-63,9	-27,8	27,8	-91,7	-36,2	0,0	63,9	-27,8	27,8	36,2	91,7

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/W _y	Mz/W _{zl}	Mz/W _{zp}	celkem L	celkem P	N/A	My/W _y	Mz/W _{zl}	Mz/W _{zp}	celkem L	celkem P
	σ_h						σ_d					
ZS	MPa						MPa					
1	0,0	-2,2	-4,9	4,9	-7,1	2,6	0,0	2,2	-4,9	4,9	-2,6	7,1
2	0,0	-1,3	-4,6	4,6	-5,9	3,3	0,0	1,3	-4,6	4,6	-3,3	5,9
3	0,0	5,0	-31,0	31,0	-25,9	36,0	0,0	-5,0	-31,0	31,0	-36,0	25,9
4	-2,1	-1,1	-0,7	0,7	-3,9	-2,5	-2,1	1,1	-0,7	0,7	-1,7	-0,3
5	-0,5	-3,7	-4,1	4,1	-8,3	-0,1	-0,5	3,7	-4,1	4,1	-1,0	7,3
UL My	0,0	-166,2	-72,2	72,2	-238,5	-94,0	0,0	166,2	-72,2	72,2	94,0	238,5

Vyčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau^2} \leq R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

$$\sigma_1 = 209,63 \text{ MPa}$$

%

$$\sigma_{uicy} = -166,2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsy} = -3,3 \text{ MPa}$$

0,70

$$\sigma_{uicz} = 58,0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsz} = 6,8 \text{ MPa}$$

0,30

$$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{rs} = 0,0 \text{ MPa}$$

0,00

Srovnávací napětí - dolní vlákna

$$\sigma_1 = 209,63 \text{ MPa}$$

%

$$\sigma_{uicy} = 166,2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsy} = 3,3 \text{ MPa}$$

0,70

$$\sigma_{uicz} = -58,0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsz} = -6,8 \text{ MPa}$$

0,30

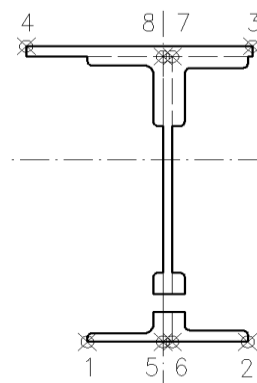
$$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{rs} = 0,0 \text{ MPa}$$

0,00

Ověření pružné únosnosti stěny

d =	280 mm	celková výška průřezu
zh =	120 mm	vzdálenost horních krajních vláken stěny od těžiště
zd =	120 mm	vzdálenost dolních krajních vláken stěny od těžiště
b _{hor} =	10 mm	celková šířka stěny
b _{p,hor} =	5 mm	vzdálenost pravých krajních vláken
b _{l,hor} =	5 mm	vzdálenost levých krajních vláken
W _{y,H} =	1,3378E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	1,3378E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,L} =	7,1026E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým vláknům
W _{z,P} =	7,1026E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům



$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

vlákna

5	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-27623,8}{1949089,7}$	+	$\frac{3771030,0}{248821500}$	+	$\frac{-14608238,8}{1,3211E+09}$	=	0,010
6	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-27623,8}{1949089,7}$	+	$\frac{3771030,0}{248821500}$	+	$\frac{14608238,8}{1321083600}$	=	0,012
7	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-27623,8}{1949089,7}$	+	$\frac{3771030,0}{248821500}$	+	$\frac{14608238,8}{1321083600}$	=	0,012
8	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-27623,8}{1949089,7}$	+	$\frac{3771030,0}{248821500}$	+	$\frac{-14608238,8}{1,3211E+09}$	=	0,010

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

5	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{1949089,7}$	+	$\frac{190606000}{248821500}$	+	$\frac{-23322000,0}{1,3211E+09}$	=	0,748
6	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{1949089,7}$	+	$\frac{190606000}{248821500}$	+	$\frac{23322000,0}{1321083600}$	=	0,784
7	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{1949089,7}$	+	$\frac{190606000}{248821500}$	+	$\frac{23322000,0}{1321083600}$	=	0,784
8	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{1949089,7}$	+	$\frac{190606000}{248821500}$	+	$\frac{-23322000,0}{1,3211E+09}$	=	0,748

$$Z_{LM71}^2 \cdot (\eta_{1,LM71}^2 + \eta_{2,LM71}^2 - \eta_{1,LM71} \cdot \eta_{2,LM71} + 3 \cdot \eta_{3,LM71}^2) + \\ + Z_{LM71} \cdot (2 \cdot \eta_{1,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot \eta_{2,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \eta_{1,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \\ - \eta_{2,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot 2 \cdot \eta_{3,rs} \cdot \eta_{3,LM71}) + \eta_{1,rs}^2 + \eta_{2,rs}^2 - \eta_{1,rs} \eta_{2,rs} + 3 \cdot \eta_{3,rs}^2 = 1$$

řešení kvadratické rovnice

vlákna	a	b	c	D	Z _{LM71} =		$\eta_{3,rs} =$	0,043
					x1	x2	$\eta_{3,LM71} =$	0,439
5	1,0029	0,0490545	-0,993	3,98744141	0,971	-1,020		
6	1,046	0,0509345	-0,993	4,15890838	0,950	-0,999		
7	1,046	0,0509345	-0,993	4,15890838	0,950	-0,999		
8	1,0029	0,0490545	-0,993	3,98744141	0,971	-1,020		
					0,95			

Z_{LM71} = 0,95 zatížitelnost z pružné únosnosti stěny

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	3650 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	3,600 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	2,00	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	2,00	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	1,1200E+04 mm ²	plocha průřezu
I _y =	1,6053E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I _z =	3,5513E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
i _y =	119,7 mm	poloměr setrvačnosti
i _z =	56,3 mm	poloměr setrvačnosti
t =	10 mm	tloušťka stojiny
h _w =	240 mm	výška stojiny účinná na smyk
Av =	2400 mm ²	smyková plocha
d =	280 mm	celková výška průřezu
zh =	140 mm	vzdálenost horních krajních vláken
zd =	140 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
b _{hor} =	220 mm	celková šířka horní pásnice
b _{p,hor} =	110 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
b _{l,hor} =	110 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b _{dol} =	220 mm	celková šířka dolní pásnice
b _{p,dol} =	110 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
b _{l,dol} =	110 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
W _{y,H} =	1,1466E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	1,1466E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,H,L} =	3,2285E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
W _{z,D,L} =	3,2285E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
W _{z,H,P} =	3,2285E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
W _{z,D,P} =	3,2285E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak je uvažován

b	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	3650 mm
$\lambda =$	30,49
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,303
$\phi =$	0,563
$\chi_y =$	0,963

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak je uvažován

c		křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,49	součinitel imperfekce
$\beta =$	0,5068493	součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} =$	1849,99995 mm	kritická délka
$\lambda =$	32,85	štíhlost
$\lambda_1 =$	100,65	srovnávací štíhlost
$\lambda_d =$	0,326	poměrná štíhlost
$\phi =$	0,584	
$\chi_z =$	0,936	součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	0,936	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,3	0,0	1,7	1,3
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	0,7	0,0	1,1	0,9
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	2,7	0,0	-4,4	9,7
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	0,0	0,0	0,0	0,9
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	3,2	-7,7	5,3	3,6
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	10,7	0,0	17,7	12,2

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,365625	1	1	0,4	0,0	2,3	1,7
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	0,8	0,0	1,3	1,0
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	3,5	0,0	-5,8	12,6
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	0,0	0,0	0,0	0,6
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	2,2	-5,2	3,6	2,4
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	27,9	0,0	46,0	31,8

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 34,8 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pl,Rd} = 234,3 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$\eta_3 = 0,148 \leq 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) je splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

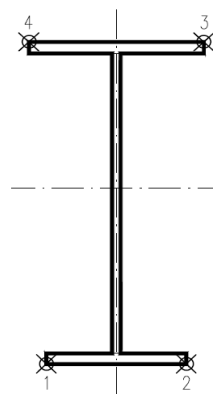
 $Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-5224,5}{1949089,7}$	+	$\frac{1383656,3}{213275571}$	+	$\frac{18409281,3}{60049255}$	=	0,310	0,92
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-5224,5}{1949089,7}$	+	$\frac{1383656,3}{213275571}$	+	$\frac{-18409281,3}{60049255}$	=	0,303	2,22
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-5224,5}{1949089,7}$	+	$\frac{-1383656}{213275571}$	+	$\frac{-18409281,3}{60049255}$	=	0,316	0,92
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-5224,5}{1949089,7}$	+	$\frac{-1383656}{213275571}$	+	$\frac{18409281,3}{60049255}$	=	0,297	2,24

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{1949089,7}$	+	$\frac{46020000}{213275571}$	+	$\frac{31824000,0}{60049255}$	=	0,746
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{1949089,7}$	+	$\frac{46020000}{213275571}$	+	$\frac{-31824000,0}{60049255}$	=	0,314
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{1949089,7}$	+	$\frac{-46020000}{213275571}$	+	$\frac{-31824000,0}{60049255}$	=	0,746
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{1949089,7}$	+	$\frac{-46020000}{213275571}$	+	$\frac{31824000,0}{60049255}$	=	0,314

$$Z_{LM71} = 0,92 \quad \text{z napětí v horních pravých vláknech}$$



KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 32,5 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 234,3 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = 0,139 \leq 0,5 \quad \text{Podmínka A.2 je splněna.}$$

Účinky lokálního zatížení

$$P = 162,5 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 20 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$c = 280 \text{ mm}$$

$$\sigma_{z,LM71,Ed} = 58,0 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,LM71} = 0,312 \quad (\text{A.17})$$

$$\eta_{2,rs} = 0,037 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 3,09 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \quad Z_{LM71} = 1,23$$

$$2 \quad Z_{LM71} = 1,99$$

$$3 \quad Z_{LM71} = 1,22$$

$$4 \quad Z_{LM71} = 2,00$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 1,22 \quad (\text{A.19})$$

Vyšetřování napětí po průřezu

Napětí charakteristické												
horní okraj							dolní okraj					
N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P		N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
σ_h							σ_d					
MPa							MPa					
1	0,0	-1,4	3,9	-3,9	2,4	-5,3	0,0	1,4	3,9	-3,9	5,3	-2,4
2	0,0	-1,0	2,7	-2,7	1,8	-3,7	0,0	1,0	2,7	-2,7	3,7	-1,8
3	0,0	3,9	30,1	-30,1	34,0	-26,3	0,0	-3,9	30,1	-30,1	26,3	-34,0
4	0,0	0,0	2,8	-2,8	2,8	-2,8	0,0	0,0	2,8	-2,8	2,8	-2,8
5	-0,7	-4,6	11,1	-11,1	5,8	-16,4	-0,7	4,6	11,1	-11,1	15,1	-7,2
UL Mz	0,0	-15,4	37,9	-37,9	22,5	-53,3	0,0	15,4	37,9	-37,9	53,3	-22,5

Napětí návrhové												
horní okraj							dolní okraj					
N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P		N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
σ_h							σ_d					
MPa							MPa					
1	0,0	-2,0	5,3	-5,3	3,3	-7,3	0,0	2,0	5,3	-5,3	7,3	-3,3
2	0,0	-1,1	3,2	-3,2	2,1	-4,4	0,0	1,1	3,2	-3,2	4,4	-2,1
3	0,0	5,0	39,2	-39,2	44,2	-34,1	0,0	-5,0	39,2	-39,2	34,1	-44,2
4	0,0	0,0	1,8	-1,8	1,8	-1,8	0,0	0,0	1,8	-1,8	1,8	-1,8
5	-0,5	-3,1	7,5	-7,5	3,9	-11,1	-0,5	3,1	7,5	-7,5	10,1	-4,9
UL Mz	0,0	-40,1	98,6	-98,6	58,4	-138,7	0,0	40,1	98,6	-98,6	138,7	-58,4

Vyčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau^2} \leq R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

$$\sigma_1 = 92,74 \text{ MPa}$$

%

$$\sigma_{uicy} = -40,1 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsy} = -1,2 \text{ MPa}$$

0,12

$$\sigma_{uicz} = 58,0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsz} = 6,8 \text{ MPa}$$

0,88

$$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{rs} = 0,0 \text{ MPa}$$

0,00

Srovnávací napětí - dolní vlákna

$$\sigma_1 = 92,74 \text{ MPa}$$

%

$$\sigma_{uicy} = 40,1 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsy} = 1,2 \text{ MPa}$$

0,12

$$\sigma_{uicz} = -58,0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsz} = -6,8 \text{ MPa}$$

0,88

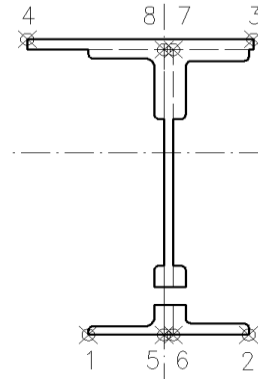
$$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{rs} = 0,0 \text{ MPa}$$

0,00

Ověření pružné únosnosti stěny

d =	280 mm	celková výška průřezu
zh =	120 mm	vzdálenost horních krajních vláken stěny od těžiště
zd =	120 mm	vzdálenost dolních krajních vláken stěny od těžiště
b _{hor} =	10 mm	celková šířka stěny
b _{p,hor} =	5 mm	vzdálenost pravých krajních vláken
b _{l,hor} =	5 mm	vzdálenost levých krajních vláken
W _{y,H} =	1,3378E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	1,3378E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,L} =	7,1026E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým vláknům
W _{z,P} =	7,1026E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům



$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

vlákna

5	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-5224,5}{1949089,7}$	+	$\frac{1383656,3}{248821500}$	+	$\frac{18409281,3}{1,3211E+09}$	=	0,017
6	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-5224,5}{1949089,7}$	+	$\frac{1383656,3}{248821500}$	+	$\frac{-18409281,3}{1321083600}$	=	0,011
7	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-5224,5}{1949089,7}$	+	$\frac{1383656,3}{248821500}$	+	$\frac{-18409281,3}{1321083600}$	=	0,011
8	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-5224,5}{1949089,7}$	+	$\frac{1383656,3}{248821500}$	+	$\frac{18409281,3}{1,3211E+09}$	=	0,017

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

5	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{1949089,7}$	+	$\frac{46020000}{248821500}$	+	$\frac{31824000,0}{1,3211E+09}$	=	0,209
6	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{1949089,7}$	+	$\frac{46020000}{248821500}$	+	$\frac{-31824000,0}{1321083600}$	=	0,161
7	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{1949089,7}$	+	$\frac{46020000}{248821500}$	+	$\frac{-31824000,0}{1321083600}$	=	0,161
8	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{1949089,7}$	+	$\frac{46020000}{248821500}$	+	$\frac{31824000,0}{1,3211E+09}$	=	0,209

$$Z_{LM71}^2 \cdot (\eta_{1,LM71}^2 + \eta_{2,LM71}^2 - \eta_{1,LM71} \cdot \eta_{2,LM71} + 3 \cdot \eta_{3,LM71}^2) + \\ + Z_{LM71} \cdot (2 \cdot \eta_{1,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot \eta_{2,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \eta_{1,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \\ - \eta_{2,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot 2 \cdot \eta_{3,rs} \cdot \eta_{3,LM71}) + \eta_{1,rs}^2 + \eta_{2,rs}^2 - \eta_{1,rs} \eta_{2,rs} + 3 \cdot \eta_{3,rs}^2 = 1$$

řešení kvadratické rovnice

vlákna				Z _{LM71} =			η _{3,rs} =	0,029
a	b	c	D	x1	x2		η _{3,LM71} =	0,119
5	0,1184	0,0247405	-0,996	0,47235794	2,799	-3,008		
6	0,1156	0,0248372	-0,996	0,46122408	2,831	-3,046		
7	0,1156	0,0248372	-0,996	0,46122408	2,831	-3,046		
8	0,1184	0,0247405	-0,996	0,47235794	2,799	-3,008		
						2,80		
Z _{LM71} = 2,80 zatížitelnost z pružné únosnosti stěny								

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	3650 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	3,600 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	2,00	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	2,00	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	1,1200E+04 mm ²	plocha průřezu
I _y =	1,6053E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I _z =	3,5513E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
i _y =	119,7 mm	poloměr setrvačnosti
i _z =	56,3 mm	poloměr setrvačnosti
t =	10 mm	tloušťka stojiny
h _w =	240 mm	výška stojiny účinná na smyk
Av =	2400 mm ²	smyková plocha
d =	280 mm	celková výška průřezu
zh =	140 mm	vzdálenost horních krajních vláken
zd =	140 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
b _{hor} =	220 mm	celková šířka horní pásnice
b _{p,hor} =	110 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
b _{l,hor} =	110 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b _{dol} =	220 mm	celková šířka dolní pásnice
b _{p,dol} =	110 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
b _{l,dol} =	110 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
W _{y,H} =	1,1466E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	1,1466E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,H,L} =	3,2285E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
W _{z,D,L} =	3,2285E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
W _{z,H,P} =	3,2285E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
W _{z,D,P} =	3,2285E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak je uvažován

b	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	3650 mm
$\lambda =$	30,49
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,303
$\phi =$	0,563
$\chi_y =$	0,963

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak je uvažován

c		křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,49	součinitel imperfekce
$\beta =$	0,5068493	součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} =$	1849,99995 mm	kritická délka
$\lambda =$	32,85	štíhlost
$\lambda_1 =$	100,65	srovnávací štíhlost
$\lambda_d =$	0,326	poměrná štíhlost
$\phi =$	0,584	
$\chi_z =$	0,936	součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	0,936	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,3	0,0	1,7	1,3
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	0,7	0,0	1,1	0,9
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	2,7	0,0	-4,1	9,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	0,0	0,0	0,0	0,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	3,2	-7,7	5,3	3,6
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	10,7	0,0	17,7	12,2

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,365625	1	1	0,4	0,0	2,3	1,7
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	0,8	0,0	1,3	1,0
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	3,5	0,0	-5,4	11,8
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	2,2	-5,2	3,6	2,4
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	27,9	0,0	46,0	31,8

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 34,8 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pl,Rd} = 234,3 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$\eta_3 = 0,148 \leq 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) je splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

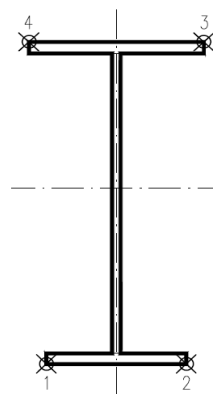
 $Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-5224,5}{1949089,7}$	+	$\frac{1764608,3}{213275571}$	+	$\frac{17535837,3}{60049255}$	=	0,298	0,94
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-5224,5}{1949089,7}$	+	$\frac{1764608,3}{213275571}$	+	$\frac{-17535837,3}{60049255}$	=	0,286	2,27
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-5224,5}{1949089,7}$	+	$\frac{-1764608}{213275571}$	+	$\frac{-17535837,3}{60049255}$	=	0,303	0,93
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-5224,5}{1949089,7}$	+	$\frac{-1764608}{213275571}$	+	$\frac{17535837,3}{60049255}$	=	0,281	2,29

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{1949089,7}$	+	$\frac{46020000}{213275571}$	+	$\frac{31824000,0}{60049255}$	=	0,746
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{1949089,7}$	+	$\frac{46020000}{213275571}$	+	$\frac{-31824000,0}{60049255}$	=	0,314
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{1949089,7}$	+	$\frac{-46020000}{213275571}$	+	$\frac{-31824000,0}{60049255}$	=	0,746
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{1949089,7}$	+	$\frac{-46020000}{213275571}$	+	$\frac{31824000,0}{60049255}$	=	0,314

$$Z_{LM71} = 0,93 \quad \text{z napětí v horních pravých vláknech}$$



KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 32,9 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 234,3 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = 0,141 \leq 0,5 \quad \text{Podmínka A.2 je splněna.}$$

Účinky lokálního zatížení

$$P = 162,5 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 20 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$c = 280 \text{ mm}$$

$$\sigma_{z,LM71,Ed} = 58,0 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,LM71} = 0,312 \quad (\text{A.17})$$

$$\eta_{2,rs} = 0,037 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 3,09 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \quad Z_{LM71} = 1,24$$

$$2 \quad Z_{LM71} = 2,01$$

$$3 \quad Z_{LM71} = 1,23$$

$$4 \quad Z_{LM71} = 2,02$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 1,23 \quad (\text{A.19})$$

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h						σ_d					
ZS	MPa						MPa					
1	0,0	-1,4	3,9	-3,9	2,4	-5,3	0,0	1,4	3,9	-3,9	5,3	-2,4
2	0,0	-1,0	2,7	-2,7	1,8	-3,7	0,0	1,0	2,7	-2,7	3,7	-1,8
3	0,0	3,6	28,1	-28,1	31,8	-24,5	0,0	-3,6	28,1	-28,1	24,5	-31,8
4	0,0	0,0	2,6	-2,6	2,6	-2,6	0,0	0,0	2,6	-2,6	2,6	-2,6
5	-0,7	-4,6	11,1	-11,1	5,8	-16,4	-0,7	4,6	11,1	-11,1	15,1	-7,2
UL Mz	0,0	-15,4	37,9	-37,9	22,5	-53,3	0,0	15,4	37,9	-37,9	53,3	-22,5

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h						σ_d					
ZS	MPa						MPa					
1	0,0	-2,0	5,3	-5,3	3,3	-7,3	0,0	2,0	5,3	-5,3	7,3	-3,3
2	0,0	-1,1	3,2	-3,2	2,1	-4,4	0,0	1,1	3,2	-3,2	4,4	-2,1
3	0,0	4,7	36,6	-36,6	41,3	-31,9	0,0	-4,7	36,6	-36,6	31,9	-41,3
4	0,0	0,0	1,7	-1,7	1,7	-1,7	0,0	0,0	1,7	-1,7	1,7	-1,7
5	-0,5	-3,1	7,5	-7,5	3,9	-11,1	-0,5	3,1	7,5	-7,5	10,1	-4,9
UL Mz	0,0	-40,1	98,6	-98,6	58,4	-138,7	0,0	40,1	98,6	-98,6	138,7	-58,4

Vyčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau^2} \leq R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

$$\sigma_1 = 93,01 \text{ MPa}$$

%

$$\sigma_{uicy} = -40,1 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsy} = -1,5 \text{ MPa}$$

0,13

$$\sigma_{uicz} = 58,0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsz} = 6,8 \text{ MPa}$$

0,87

$$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{rs} = 0,0 \text{ MPa}$$

0,00

Srovnávací napětí - dolní vlákna

$$\sigma_1 = 93,01 \text{ MPa}$$

%

$$\sigma_{uicy} = 40,1 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsy} = 1,5 \text{ MPa}$$

0,13

$$\sigma_{uicz} = -58,0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsz} = -6,8 \text{ MPa}$$

0,87

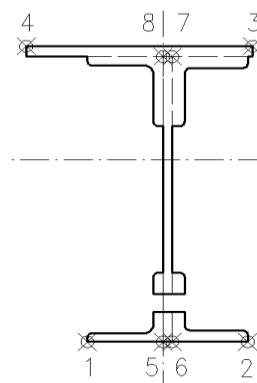
$$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{rs} = 0,0 \text{ MPa}$$

0,00

Ověření pružné únosnosti stěny

d =	280 mm	celková výška průřezu
zh =	120 mm	vzdálenost horních krajních vláken stěny od těžiště
zd =	120 mm	vzdálenost dolních krajních vláken stěny od těžiště
b _{hor} =	10 mm	celková šířka stěny
b _{p,hor} =	5 mm	vzdálenost pravých krajních vláken
b _{l,hor} =	5 mm	vzdálenost levých krajních vláken
W _{y,H} =	1,3378E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	1,3378E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,L} =	7,1026E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým vláknům
W _{z,P} =	7,1026E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům



$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

vlákna

5	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-5224,5}{1949089,7}$	+	$\frac{1764608,3}{248821500}$	+	$\frac{17535837,3}{1,3211E+09}$	=	0,018
6	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-5224,5}{1949089,7}$	+	$\frac{1764608,3}{248821500}$	+	$\frac{-17535837,3}{1321083600}$	=	0,009
7	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-5224,5}{1949089,7}$	+	$\frac{1764608,3}{248821500}$	+	$\frac{-17535837,3}{1321083600}$	=	0,009
8	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-5224,5}{1949089,7}$	+	$\frac{1764608,3}{248821500}$	+	$\frac{17535837,3}{1,3211E+09}$	=	0,018

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

5	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{1949089,7}$	+	$\frac{46020000}{248821500}$	+	$\frac{31824000,0}{1,3211E+09}$	=	0,209
6	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{1949089,7}$	+	$\frac{46020000}{248821500}$	+	$\frac{-31824000,0}{1321083600}$	=	0,161
7	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{1949089,7}$	+	$\frac{46020000}{248821500}$	+	$\frac{-31824000,0}{1321083600}$	=	0,161
8	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{1949089,7}$	+	$\frac{46020000}{248821500}$	+	$\frac{31824000,0}{1,3211E+09}$	=	0,209

$$Z_{LM71}^2 \cdot (\eta_{1,LM71}^2 + \eta_{2,LM71}^2 - \eta_{1,LM71} \cdot \eta_{2,LM71} + 3 \cdot \eta_{3,LM71}^2) + \\ + Z_{LM71} \cdot (2 \cdot \eta_{1,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot \eta_{2,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \eta_{1,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \\ - \eta_{2,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot 2 \cdot \eta_{3,rs} \cdot \eta_{3,LM71}) + \eta_{1,rs}^2 + \eta_{2,rs}^2 - \eta_{1,rs} \eta_{2,rs} + 3 \cdot \eta_{3,rs}^2 = 1$$

řešení kvadratické rovnice

vlákna	a	b	c	D	x1	x2	$\eta_{3,rs} =$	$\eta_{3,LM71} =$
5	0,1184	0,0248327	-0,996	0,47236346	2,798	-3,008	0,029	0,119
6	0,1156	0,0248159	-0,996	0,46120591	2,831	-3,045		
7	0,1156	0,0248159	-0,996	0,46120591	2,831	-3,045		
8	0,1184	0,0248327	-0,996	0,47236346	2,798	-3,008		
2,80								
Z_{LM71} = 2,80 zatížitelnost z pružné únosnosti stěny								

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
E	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0}	1,10	
γ_{M1}	1,20	
γ_{M2}	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ	1,04	dynam. součinitel vypočtený
ϕ	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A	1,4520E+04 mm ²	plocha průřezu
I_y	1,7942E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z	4,3238E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y	111,2 mm	poloměr setrvačnosti
i_z	172,6 mm	poloměr setrvačnosti
d	292 mm	celková výška průřezu
z_h	118 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d	174 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
b_{hor}	450 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol}	424 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$	212 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$	212 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H}$	1,5205E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$	1,0311E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$	1,9217E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$	2,0395E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$	1,9217E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$	2,0395E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z	
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován	
b		c	křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,34	$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1	$\beta =$	1
$L_{cr} =$	4250 mm	$L_{cr} =$	4250 mm
$\lambda =$	38,23	$\lambda =$	24,63
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,380	$\lambda_d =$	0,245
$\phi =$	0,603	$\phi =$	0,541
$\chi =$	0,934	$\chi =$	0,977
$\chi =$ 0,934		výsledný součinitel vzpěrnosti	

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-161,4	0,9	-0,3
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-199,9	3,7	-6,7
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-52,7	1,1	-0,2
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-24,8	-0,4	-2,4
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-308,3	4,1	5,5
MaxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1311,2	21,4	-16,5

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-220,4	1,2	-0,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-237,3	4,4	-7,9
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-68,5	1,5	-0,2
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-16,1	-0,2	-1,5
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-208,1	2,8	3,7
MaxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1969,9	32,2	-24,8

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

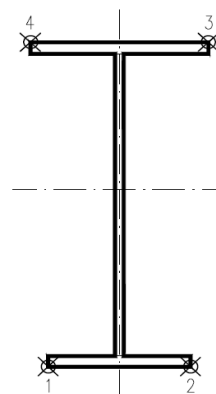
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-750521,8}{2522434,2}$	+	$\frac{9585031,3}{191793793}$	+	$\frac{-6467906,3}{379352264}$	=	0,265	1,08
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-750521,8}{2522434,2}$	+	$\frac{9585031,3}{191793793}$	+	$\frac{6467906,3}{379352264}$	=	0,231	1,40
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-750521,8}{2522434,2}$	+	$\frac{-9585031}{282814576}$	+	$\frac{6467906,3}{357434133}$	=	0,313	0,83
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-750521,8}{2522434,2}$	+	$\frac{-9585031}{282814576}$	+	$\frac{-6467906,3}{357434133}$	=	0,350	0,67

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1969892,4}{2522434,2}$	+	$\frac{32166721}{191793793}$	+	$\frac{-24819907,9}{379352264}$	=	0,679
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1969892,4}{2522434,2}$	+	$\frac{32166721}{191793793}$	+	$\frac{24819907,9}{379352264}$	=	0,548
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1969892,4}{2522434,2}$	+	$\frac{-32166721}{282814576}$	+	$\frac{24819907,9}{357434133}$	=	0,825
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1969892,4}{2522434,2}$	+	$\frac{-32166721}{282814576}$	+	$\frac{-24819907,9}{357434133}$	=	0,964

$Z_{LM71} =$ **0,67** z napětí v horních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h						σ_d					
ZS	MPa						MPa					
1	-11,1	-0,6	-0,2	-0,2	-11,8	-11,8	-11,1	0,8	-0,2	-0,2	-10,5	-10,5
2	-13,8	-2,5	-3,5	-3,5	-19,7	-19,7	-13,8	3,6	-3,3	-3,3	-13,4	-13,4
3	-3,6	-0,7	-0,1	-0,1	-4,5	-4,5	-3,6	1,1	-0,1	-0,1	-2,6	-2,6
4	-1,7	0,2	-1,2	-1,2	-2,7	-2,7	-1,7	-0,4	-1,2	-1,2	-3,2	-3,2
5	-21,2	-2,7	2,8	2,8	-21,1	-21,1	-21,2	4,0	2,7	2,7	-14,6	-14,6
MaxMy	-90,3	-14,1	-8,6	-8,6	-113,0	-113,0	-90,3	20,8	-8,1	-8,1	-77,6	-77,6

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h						σ_d					
ZS	MPa						MPa					
1	-16,3	-0,8	-0,2	-0,2	-17,2	-17,2	-16,3	1,1	-0,2	-0,2	-15,3	-15,3
2	-17,5	-2,9	-4,1	-4,1	-24,5	-24,5	-17,5	4,3	-3,9	-3,9	-17,1	-17,1
3	-5,1	-1,0	-0,1	-0,1	-6,1	-6,1	-5,1	1,4	-0,1	-0,1	-3,8	-3,8
4	-1,2	0,2	-0,8	-0,8	-1,8	-1,8	-1,2	-0,2	-0,8	-0,8	-2,2	-2,2
5	-15,3	-1,8	1,9	1,9	-15,2	-15,2	-15,3	2,7	1,8	1,8	-10,9	-10,9
MaxMy	-145,3	-21,2	-12,9	-12,9	-179,3	-179,3	-145,3	31,2	-12,2	-12,2	-126,2	-126,2

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli	dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10
$\gamma_{M1} =$	1,20
$\gamma_{M2} =$	1,30

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	1,4520E+04 mm ²	plocha průřezu
I _y =	1,7942E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I _z =	4,3238E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
i _y =	111,2 mm	poloměr setrvačnosti
i _z =	172,6 mm	poloměr setrvačnosti
d =	292 mm	celková výška průřezu
z _h =	118 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z _d =	174 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
b _{hor} =	450 mm	celková šířka horní pásnice
b _{p,hor} =	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
b _{l,hor} =	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b _{dol} =	424 mm	celková šířka dolní pásnice
b _{p,dol} =	212 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
b _{l,dol} =	212 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
W _{y,H} =	1,5205E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	1,0311E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,H,L} =	1,9217E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
W _{z,D,L} =	2,0395E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
W _{z,H,P} =	1,9217E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
W _{z,D,P} =	2,0395E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y	vybočení kolmo k ose z-z	
vzpěrný tlak je uvažován	vzpěrný tlak je uvažován	
b	c	křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,34	součinitel imperfekce
$\beta =$	1	součinitel vzpěrné délky
L _{cr} =	4250 mm	kritická délka
$\lambda =$	38,23	štíhlost
$\lambda_1 =$	100,65	srovnávací štíhlost
$\lambda_d =$	0,380	poměrná štíhlost
$\phi =$	0,603	
$\chi =$	0,934	součinitel vzpěrnosti
$\chi =$	0,934	výsledný součinitel vzpěrnosti

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vnitřní síly		
					charakteristické		
					N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-161,4	0,9	-0,3
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-199,9	3,7	-6,7
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	-36,4	0,8	-0,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-17,1	-0,3	-1,6
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-308,3	4,1	5,5
MaxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1311,2	21,4	-16,5

ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vnitřní síly		
					návrhové		
					N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-220,4	1,2	-0,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-237,3	4,4	-7,9
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	-47,3	1,0	-0,2
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-11,1	-0,2	-1,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-208,1	2,8	3,7
MaxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1969,9	32,2	-24,8

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

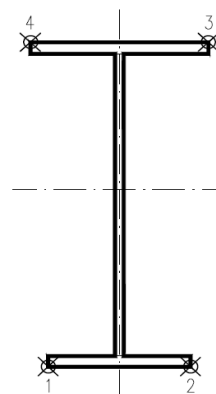
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-724272,4}{2522434,2}$	+	$\frac{9208226,3}{191793793}$	+	$\frac{-5911766,3}{379352264}$	=	0,255	1,10
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-724272,4}{2522434,2}$	+	$\frac{9208226,3}{191793793}$	+	$\frac{5911766,3}{379352264}$	=	0,224	1,42
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-724272,4}{2522434,2}$	+	$\frac{-9208226}{282814576}$	+	$\frac{5911766,3}{357434133}$	=	0,303	0,84
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-724272,4}{2522434,2}$	+	$\frac{-9208226}{282814576}$	+	$\frac{-5911766,3}{357434133}$	=	0,336	0,69

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1969892,4}{2522434,2}$	+	$\frac{32166721}{191793793}$	+	$\frac{-24819907,9}{379352264}$	=	0,679
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1969892,4}{2522434,2}$	+	$\frac{32166721}{191793793}$	+	$\frac{24819907,9}{379352264}$	=	0,548
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1969892,4}{2522434,2}$	+	$\frac{-32166721}{282814576}$	+	$\frac{24819907,9}{357434133}$	=	0,825
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1969892,4}{2522434,2}$	+	$\frac{-32166721}{282814576}$	+	$\frac{-24819907,9}{357434133}$	=	0,964

$Z_{LM71} =$ **0,69** z napětí v horních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h						σ_d					
ZS	MPa						MPa					
1	-11,1	-0,6	-0,2	-0,2	-11,8	-11,8	-11,1	0,8	-0,2	-0,2	-10,5	-10,5
2	-13,8	-2,5	-3,5	-3,5	-19,7	-19,7	-13,8	3,6	-3,3	-3,3	-13,4	-13,4
3	-2,5	-0,5	-0,1	-0,1	-3,1	-3,1	-2,5	0,7	-0,1	-0,1	-1,8	-1,8
4	-1,2	0,2	-0,9	-0,9	-1,9	-1,9	-1,2	-0,2	-0,8	-0,8	-2,2	-2,2
5	-21,2	-2,7	2,8	2,8	-21,1	-21,1	-21,2	4,0	2,7	2,7	-14,6	-14,6
MaxMy	-90,3	-14,1	-8,6	-8,6	-113,0	-113,0	-90,3	20,8	-8,1	-8,1	-77,6	-77,6

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h						σ_d					
ZS	MPa						MPa					
1	-16,3	-0,8	-0,2	-0,2	-17,2	-17,2	-16,3	1,1	-0,2	-0,2	-15,3	-15,3
2	-17,5	-2,9	-4,1	-4,1	-24,5	-24,5	-17,5	4,3	-3,9	-3,9	-17,1	-17,1
3	-3,5	-0,7	-0,1	-0,1	-4,2	-4,2	-3,5	1,0	-0,1	-0,1	-2,6	-2,6
4	-0,8	0,1	-0,6	-0,6	-1,3	-1,3	-0,8	-0,2	-0,5	-0,5	-1,5	-1,5
5	-15,3	-1,8	1,9	1,9	-15,2	-15,2	-15,3	2,7	1,8	1,8	-10,9	-10,9
MaxMy	-145,3	-21,2	-12,9	-12,9	-179,3	-179,3	-145,3	31,2	-12,2	-12,2	-126,2	-126,2

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,4520E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	1,7942E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	4,3238E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	111,2 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	172,6 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	292 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	118 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	174 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	450 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	424 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	212 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	212 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,5205E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,0311E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	1,9217E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	2,0395E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	1,9217E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	2,0395E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z	
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován	
b		c	křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,34	$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1	$\beta =$	1
$L_{cr} =$	4250 mm	$L_{cr} =$	4250 mm
$\lambda =$	38,23	$\lambda =$	24,63
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_{-d} =$	0,380	$\lambda_{-d} =$	0,245
$\phi =$	0,603	$\phi =$	0,541
$\chi =$	0,934	$\chi =$	0,977
$\chi =$	0,934	výsledný součinitel vzpěrnosti	

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-162,4	-0,1	-0,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-212,0	0,8	-3,5
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	29,2	4,7	-3,5
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	19,4	-1,0	-4,6
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-312,4	4,7	10,8
minMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-831,4	11,4	-30,7

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-221,7	-0,2	-0,7
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-251,8	1,0	-4,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	37,9	6,1	-4,6
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	12,6	-0,6	-3,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-210,8	3,2	7,3
minMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1249,1	17,2	-46,2

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

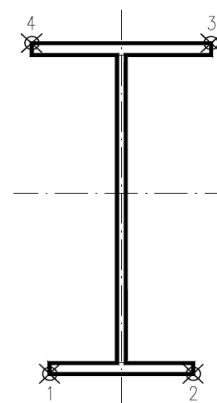
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-633821,0}{2522434,2}$	+	$\frac{9391093,8}{191793793}$	+	$\frac{-5151687,5}{379352264}$	=	0,216	1,49
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-633821,0}{2522434,2}$	+	$\frac{9391093,8}{191793793}$	+	$\frac{5151687,5}{379352264}$	=	0,189	2,86
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-633821,0}{2522434,2}$	+	$\frac{-9391094}{282814576}$	+	$\frac{5151687,5}{357434133}$	=	0,270	1,71
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-633821,0}{2522434,2}$	+	$\frac{-9391094}{282814576}$	+	$\frac{-5151687,5}{357434133}$	=	0,299	1,02

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1249138,5}{2522434,2}$	+	$\frac{17157588}{191793793}$	+	$\frac{-46184259,7}{379352264}$	=	0,527
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1249138,5}{2522434,2}$	+	$\frac{17157588}{191793793}$	+	$\frac{46184259,7}{379352264}$	=	0,284
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1249138,5}{2522434,2}$	+	$\frac{-17157588}{282814576}$	+	$\frac{46184259,7}{357434133}$	=	0,427
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1249138,5}{2522434,2}$	+	$\frac{-17157588}{282814576}$	+	$\frac{-46184259,7}{357434133}$	=	0,685

Z_{LM71} = 1,02 z napětí v horních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-11,2	0,1	-0,3	-0,3	-11,4	-11,4	-11,2	-0,1	-0,3	-0,3	-11,6	-11,6
2	-14,6	-0,5	-1,8	-1,8	-16,9	-16,9	-14,6	0,8	-1,7	-1,7	-15,5	-15,5
3	2,0	-3,1	-1,8	-1,8	-2,9	-2,9	2,0	4,5	-1,7	-1,7	4,8	4,8
4	1,3	0,6	-2,4	-2,4	-0,4	-0,4	1,3	-0,9	-2,3	-2,3	-1,9	-1,9
5	-21,5	-3,1	5,6	5,6	-19,0	-19,0	-21,5	4,6	5,3	5,3	-11,6	-11,6
minMz	-57,3	-7,5	-16,0	-16,0	-80,8	-80,8	-57,3	11,1	-15,1	-15,1	-61,3	-61,3

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-16,3	0,1	-0,4	-0,4	-16,6	-16,6	-16,3	-0,2	-0,4	-0,4	-16,9	-16,9
2	-18,6	-0,6	-2,2	-2,2	-21,3	-21,3	-18,6	0,9	-2,0	-2,0	-19,7	-19,7
3	2,8	-4,0	-2,4	-2,4	-3,6	-3,6	2,8	5,9	-2,3	-2,3	6,4	6,4
4	0,9	0,4	-1,6	-1,6	-0,2	-0,2	0,9	-0,6	-1,5	-1,5	-1,2	-1,2
5	-15,5	-2,1	3,8	3,8	-13,8	-13,8	-15,5	3,1	3,6	3,6	-8,9	-8,9
minMz	-92,1	-11,3	-24,0	-24,0	-127,4	-127,4	-92,1	16,6	-22,6	-22,6	-98,1	-98,1

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,9720E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	2,6605E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	5,3046E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	116,2 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	164,0 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	300 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	116 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	184 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	450 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	424 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	212 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	212 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	2,2935E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,4459E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	2,3576E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	2,5022E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	2,3576E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	2,5022E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z	
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován	
b		c	křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,34	$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1	$\beta =$	1
$L_{cr} =$	4250 mm	$L_{cr} =$	4250 mm
$\lambda =$	36,59	$\lambda =$	25,91
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_{d1} =$	0,364	$\lambda_{d1} =$	0,257
$\phi =$	0,594	$\phi =$	0,547
$\chi =$	0,940	$\chi =$	0,971
$\chi =$	0,940	součinitel vzpěrnosti	
výsledný součinitel vzpěrnosti			

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-213,6	1,0	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-268,1	4,5	-10,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-106,7	1,5	0,7
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-31,1	0,6	-4,4
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-134,2	3,3	-14,4
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1839,4	28,6	-16,1

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-291,6	1,4	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-318,4	5,4	-12,0
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-138,7	2,0	0,9
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-20,2	0,4	-2,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-90,6	2,2	-9,7
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-2763,5	43,0	-24,1

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

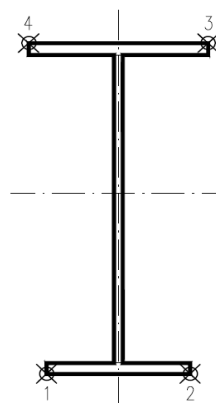
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-859425,3}{3448931,0}$	+	$\frac{11359625,0}{268941848}$	+	$\frac{-23666375,0}{465403585}$	=	0,258	1,07
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-859425,3}{3448931,0}$	+	$\frac{11359625,0}{268941848}$	+	$\frac{23666375,0}{465403585}$	=	0,156	1,43
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-859425,3}{3448931,0}$	+	$\frac{-11359625}{426597414}$	+	$\frac{23666375,0}{438513600}$	=	0,222	0,92
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-859425,3}{3448931,0}$	+	$\frac{-11359625}{426597414}$	+	$\frac{-23666375,0}{438513600}$	=	0,330	0,70

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2763513,5}{3448931,0}$	+	$\frac{43029187}{268941848}$	+	$\frac{-24113772,5}{465403585}$	=	0,693
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2763513,5}{3448931,0}$	+	$\frac{43029187}{268941848}$	+	$\frac{24113772,5}{465403585}$	=	0,589
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2763513,5}{3448931,0}$	+	$\frac{-43029187}{426597414}$	+	$\frac{24113772,5}{438513600}$	=	0,847
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2763513,5}{3448931,0}$	+	$\frac{-43029187}{426597414}$	+	$\frac{-24113772,5}{438513600}$	=	0,957

$Z_{LM71} =$ **0,70** z napětí v horních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-10,8	-0,5	0,0	0,0	-11,3	-11,3	-10,8	0,7	0,0	0,0	-10,1	-10,1
2	-13,6	-2,0	-4,3	-4,3	-19,9	-19,9	-13,6	3,1	-4,0	-4,0	-14,5	-14,5
3	-5,4	-0,7	0,3	0,3	-5,8	-5,8	-5,4	1,1	0,3	0,3	-4,1	-4,1
4	-1,6	-0,2	-1,9	-1,9	-3,7	-3,7	-1,6	0,4	-1,7	-1,7	-2,9	-2,9
5	-6,8	-1,4	-6,1	-6,1	-14,3	-14,3	-6,8	2,3	-5,7	-5,7	-10,3	-10,3
UL My	-93,3	-12,5	-6,8	-6,8	-112,6	-112,6	-93,3	19,8	-6,4	-6,4	-79,9	-79,9

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-15,7	-0,6	0,0	0,0	-16,3	-16,3	-15,7	1,0	0,0	0,0	-14,7	-14,7
2	-17,2	-2,3	-5,1	-5,1	-24,6	-24,6	-17,2	3,7	-4,8	-4,8	-18,3	-18,3
3	-7,5	-0,9	0,4	0,4	-8,0	-8,0	-7,5	1,4	0,4	0,4	-5,7	-5,7
4	-1,1	-0,2	-1,2	-1,2	-2,4	-2,4	-1,1	0,2	-1,1	-1,1	-2,0	-2,0
5	-4,9	-1,0	-4,1	-4,1	-10,0	-10,0	-4,9	1,5	-3,9	-3,9	-7,2	-7,2
UL My	-149,0	-18,8	-10,2	-10,2	-178,0	-178,0	-149,0	29,8	-9,6	-9,6	-128,9	-128,9

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,9720E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	2,6605E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	5,3046E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	116,2 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	164,0 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	300 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	116 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	184 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	450 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	424 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	212 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	212 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	2,2935E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,4459E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	2,3576E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	2,5022E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	2,3576E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	2,5022E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z	
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován	
b		c	křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,34	$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1	$\beta =$	1
$L_{cr} =$	4250 mm	$L_{cr} =$	4250 mm
$\lambda =$	36,59	$\lambda =$	25,91
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_{\phi} =$	0,364	$\lambda_{\phi} =$	0,257
$\phi =$	0,594	$\phi =$	0,547
$\chi =$	0,940	$\chi =$	0,971
$\chi =$	0,940	součinitel vzpěrnosti	
výsledný součinitel vzpěrnosti			

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-213,6	1,0	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-268,1	4,5	-10,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-76,8	1,1	0,5
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-22,4	0,4	-3,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-393,1	4,5	14,6
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1839,4	28,6	-16,1

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-291,6	1,4	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-318,4	5,4	-12,0
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-99,8	1,4	0,7
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-14,5	0,3	-2,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-265,3	3,0	9,9
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-2763,5	43,0	-16,1

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

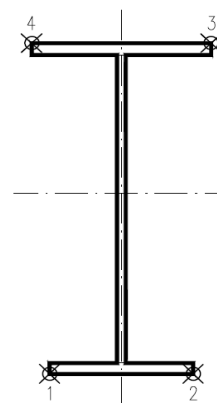
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-989721,0}{3448931,0}$	+	$\frac{11529215,0}{268941848}$	+	$\frac{-3537335,0}{465403585}$	=	0,252	1,11
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-989721,0}{3448931,0}$	+	$\frac{11529215,0}{268941848}$	+	$\frac{3537335,0}{465403585}$	=	0,236	1,26
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-989721,0}{3448931,0}$	+	$\frac{-11529215}{426597414}$	+	$\frac{3537335,0}{438513600}$	=	0,306	0,80
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-989721,0}{3448931,0}$	+	$\frac{-11529215}{426597414}$	+	$\frac{-3537335,0}{438513600}$	=	0,322	0,72

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2763513,5}{3448931,0}$	+	$\frac{43029187}{268941848}$	+	$\frac{-16050000,0}{465403585}$	=	0,676
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2763513,5}{3448931,0}$	+	$\frac{43029187}{268941848}$	+	$\frac{16050000,0}{465403585}$	=	0,607
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2763513,5}{3448931,0}$	+	$\frac{-43029187}{426597414}$	+	$\frac{16050000,0}{438513600}$	=	0,866
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2763513,5}{3448931,0}$	+	$\frac{-43029187}{426597414}$	+	$\frac{-16050000,0}{438513600}$	=	0,939

$Z_{LM71} =$ **0,72** z napětí v horních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wz p	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-10,8	-0,5	0,0	0,0	-11,3	-11,3	-10,8	0,7	0,0	0,0	-10,1	-10,1
2	-13,6	-2,0	-4,3	-4,3	-19,9	-19,9	-13,6	3,1	-4,0	-4,0	-14,5	-14,5
3	-3,9	-0,5	0,2	0,2	-4,2	-4,2	-3,9	0,8	0,2	0,2	-2,9	-2,9
4	-1,1	-0,2	-1,3	-1,3	-2,6	-2,6	-1,1	0,3	-1,3	-1,3	-2,1	-2,1
5	-19,9	-2,0	6,2	6,2	-15,7	-15,7	-19,9	3,1	5,9	5,9	-11,0	-11,0
UL My	-93,3	-12,5	-6,8	-6,8	-112,6	-112,6	-93,3	19,8	-6,4	-6,4	-79,9	-79,9

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wz p	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-15,7	-0,6	0,0	0,0	-16,3	-16,3	-15,7	1,0	0,0	0,0	-14,7	-14,7
2	-17,2	-2,3	-5,1	-5,1	-24,6	-24,6	-17,2	3,7	-4,8	-4,8	-18,3	-18,3
3	-5,4	-0,6	0,3	0,3	-5,7	-5,7	-5,4	1,0	0,3	0,3	-4,1	-4,1
4	-0,8	-0,1	-0,9	-0,9	-1,8	-1,8	-0,8	0,2	-0,8	-0,8	-1,4	-1,4
5	-14,3	-1,3	4,2	4,2	-11,4	-11,4	-14,3	2,1	3,9	3,9	-8,3	-8,3
UL My	-149,0	-18,8	-6,8	-6,8	-174,6	-174,6	-149,0	29,8	-6,4	-6,4	-125,7	-125,7

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,9720E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	2,6605E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	5,3046E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	116,2 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	164,0 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	300 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	116 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	184 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	450 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	424 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	212 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	212 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	2,2935E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,4459E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	2,3576E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	2,5022E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	2,3576E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	2,5022E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z	
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován	
b		c	křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,34	$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1	$\beta =$	1
$L_{cr} =$	4250 mm	$L_{cr} =$	4250 mm
$\lambda =$	36,59	$\lambda =$	25,91
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_{\phi} =$	0,364	$\lambda_{\phi} =$	0,257
$\phi =$	0,594	$\phi =$	0,547
$\chi =$	0,940	$\chi =$	0,971
$\chi =$	0,940	součinitel vzpěrnosti	
výsledný součinitel vzpěrnosti			

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-215,7	-2,8	-1,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-267,0	-1,6	2,8
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	88,9	3,7	-1,9
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	19,9	-1,4	-5,5
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-138,7	-2,8	-12,5
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1040,0	9,9	-34,4

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	N	My	Mz
					kN	kNm	kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-294,5	-3,8	-1,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-317,0	-1,9	3,3
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	57,8	2,4	-1,2
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	25,8	-1,9	-7,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-93,6	-1,9	-8,4
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1562,5	9,9	-51,7

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

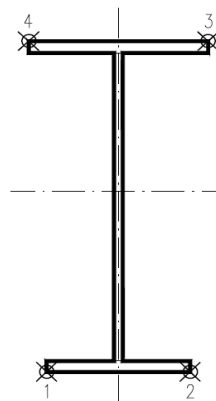
$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-621576,5}{3448931,0}$	+	$\frac{-7043093,8}{268941848}$	+	$\frac{-15048281,3}{465403585}$	=	0,239	1,44
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-621576,5}{3448931,0}$	+	$\frac{-7043093,8}{268941848}$	+	$\frac{15048281,3}{465403585}$	=	0,174	2,70
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-621576,5}{3448931,0}$	+	$\frac{7043094}{426597414}$	+	$\frac{15048281,3}{438513600}$	=	0,129	2,43
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-621576,5}{3448931,0}$	+	$\frac{7043094}{426597414}$	+	$\frac{-15048281,3}{438513600}$	=	0,198	1,35

	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}}$	+	$\frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$	+	$\frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$			
1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1562527,4}{3448931,0}$	+	$\frac{9860000}{268941848}$	+	$\frac{-51683101,3}{465403585}$	=	0,527	
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1562527,4}{3448931,0}$	+	$\frac{9860000}{268941848}$	+	$\frac{51683101,3}{465403585}$	=	0,305	
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1562527,4}{3448931,0}$	+	$\frac{-9860000}{426597414}$	+	$\frac{51683101,3}{438513600}$	=	0,358	
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1562527,4}{3448931,0}$	+	$\frac{-9860000}{426597414}$	+	$\frac{-51683101,3}{438513600}$	=	0,594	

$Z_{LM71} =$ **1,35** z napětí v horních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-10,9	1,2	-0,5	-0,5	-10,2	-10,2	-10,9	-1,9	-0,5	-0,5	-13,3	-13,3
2	-13,5	0,7	1,2	1,2	-11,7	-11,7	-13,5	-1,1	1,1	1,1	-13,5	-13,5
3	4,5	-1,6	-0,8	-0,8	2,1	2,1	4,5	2,5	-0,7	-0,7	6,3	6,3
4	1,0	0,6	-2,3	-2,3	-0,7	-0,7	1,0	-1,0	-2,2	-2,2	-2,2	-2,2
5	-7,0	1,2	-5,3	-5,3	-11,1	-11,1	-7,0	-1,9	-5,0	-5,0	-14,0	-14,0
UL Mz	-52,7	-4,3	-14,6	-14,6	-71,6	-71,6	-52,7	6,8	-13,7	-13,7	-59,7	-59,7

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-15,9	1,7	-0,7	-0,7	-14,9	-14,9	-15,9	-2,6	-0,6	-0,6	-19,1	-19,1
2	-17,1	0,8	1,4	1,4	-14,9	-14,9	-17,1	-1,3	1,3	1,3	-17,1	-17,1
3	3,1	-1,0	-0,5	-0,5	1,6	1,6	3,1	1,6	-0,5	-0,5	4,3	4,3
4	1,4	0,8	-3,0	-3,0	-0,8	-0,8	1,4	-1,3	-2,9	-2,9	-2,8	-2,8
5	-5,0	0,8	-3,6	-3,6	-7,8	-7,8	-5,0	-1,3	-3,4	-3,4	-9,7	-9,7
UL Mz	-84,3	-4,3	-21,9	-21,9	-110,5	-110,5	-84,3	6,8	-20,7	-20,7	-98,1	-98,1

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,3000E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	1,6073E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	3,7318E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	111,2 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	169,4 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	292 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	111 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	181 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	450 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	420 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	210 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	210 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,4480E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	8,8801E+05 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	1,6586E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	1,7770E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	1,6586E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	1,7770E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z	
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován	
b		c	křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,34	$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1	$\beta =$	1
$L_{cr} =$	4250 mm	$L_{cr} =$	4250 mm
$\lambda =$	38,22	$\lambda =$	25,08
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_{-d} =$	0,380	$\lambda_{-d} =$	0,249
$\phi =$	0,603	$\phi =$	0,543
$\chi =$	0,934	$\chi =$	0,975
$\chi =$	0,934	výsledný součinitel vzpěrnosti	

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-159,0	1,3	0,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-71,0	2,3	8,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-37,9	0,6	1,7
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-25,4	0,5	-1,5
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-326,4	5,2	-2,0
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1405,9	25,7	11,4

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-217,1	1,8	0,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-84,3	2,8	9,6
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-49,2	0,8	2,2
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-16,5	0,3	-1,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-220,3	3,5	-1,4
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-2112,3	38,7	17,2

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

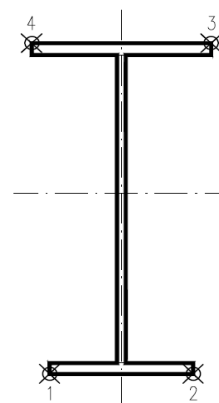
$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-587457,4}{2258480,4}$	+	$\frac{9113562,5}{165170055}$	+	$\frac{9612375,0}{330530857}$	=	0,176	1,27
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-587457,4}{2258480,4}$	+	$\frac{9113562,5}{165170055}$	+	$\frac{-9612375,0}{330530857}$	=	0,234	1,02
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-587457,4}{2258480,4}$	+	$\frac{-9113563}{269331351}$	+	$\frac{-9612375,0}{308495467}$	=	0,325	0,59
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-587457,4}{2258480,4}$	+	$\frac{-9113563}{269331351}$	+	$\frac{9612375,0}{308495467}$	=	0,263	0,72

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2112261,3}{2258480,4}$	+	$\frac{38672181}{165170055}$	+	$\frac{17187636,0}{330530857}$	=	0,649
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2112261,3}{2258480,4}$	+	$\frac{38672181}{165170055}$	+	$\frac{-17187636,0}{330530857}$	=	0,753
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2112261,3}{2258480,4}$	+	$\frac{-38672181}{269331351}$	+	$\frac{-17187636,0}{308495467}$	=	1,135
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2112261,3}{2258480,4}$	+	$\frac{-38672181}{269331351}$	+	$\frac{17187636,0}{308495467}$	=	1,023

$Z_{LM71} =$ **0,59** z napětí v horních pravých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-12,2	-0,9	0,1	0,1	-13,1	-13,1	-12,2	1,5	0,1	0,1	-10,7	-10,7
2	-5,5	-1,6	4,9	4,9	-2,2	-2,2	-5,5	2,6	4,6	4,6	1,7	1,7
3	-2,9	-0,4	1,0	1,0	-2,3	-2,3	-2,9	0,7	0,9	0,9	-1,3	-1,3
4	-2,0	-0,3	-0,9	-0,9	-3,2	-3,2	-2,0	0,5	-0,8	-0,8	-2,3	-2,3
5	-25,1	-3,6	-1,2	-1,2	-29,9	-29,9	-25,1	5,9	-1,1	-1,1	-20,4	-20,4
UL My	-108,1	-17,8	6,9	6,9	-119,0	-119,0	-108,1	29,0	6,4	6,4	-72,7	-72,7

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-17,9	-1,2	0,1	0,1	-19,0	-19,0	-17,9	2,0	0,1	0,1	-15,8	-15,8
2	-6,9	-1,9	5,8	5,8	-3,0	-3,0	-6,9	3,1	5,4	5,4	1,6	1,6
3	-4,1	-0,5	1,3	1,3	-3,3	-3,3	-4,1	0,8	1,2	1,2	-2,0	-2,0
4	-1,4	-0,2	-0,6	-0,6	-2,2	-2,2	-1,4	0,3	-0,5	-0,5	-1,6	-1,6
5	-18,1	-2,4	-0,8	-0,8	-21,4	-21,4	-18,1	4,0	-0,8	-0,8	-14,9	-14,9
UL My	-174,0	-26,7	10,4	10,4	-190,3	-190,3	-174,0	43,5	9,7	9,7	-120,7	-120,7

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,3000E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	1,6073E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	3,7318E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	111,2 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	169,4 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	292 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	111 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	181 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	450 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	420 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	210 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	210 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,4480E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	8,8801E+05 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	1,6586E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	1,7770E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	1,6586E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	1,7770E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z	
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován	
b		c	křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,34	$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1	$\beta =$	1
$L_{cr} =$	4250 mm	$L_{cr} =$	4250 mm
$\lambda =$	38,22	$\lambda =$	25,08
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_{-d} =$	0,380	$\lambda_{-d} =$	0,249
$\phi =$	0,603	$\phi =$	0,543
$\chi =$	0,934	$\chi =$	0,975
$\chi =$	0,934	výsledný součinitel vzpěrnosti	

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vnitřní síly		
					charakteristické		
					N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-159,0	1,3	0,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-71,0	2,3	8,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-23,1	0,4	1,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-15,5	0,3	-0,9
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-326,4	5,2	-2,0
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1405,9	25,7	11,4

ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vnitřní síly		
					návrhové		
					N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-217,1	1,8	0,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-84,3	2,8	9,6
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-30,0	0,5	1,3
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-10,1	0,2	-0,6
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-220,3	3,5	-1,4
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-2112,3	38,7	17,2

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

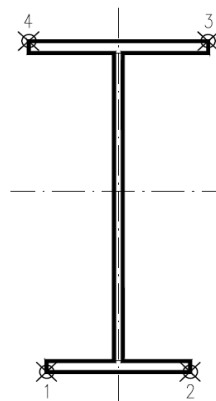
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-561808,2}{2258480,4}$	+	$\frac{8702892,5}{165170055}$	+	$\frac{9151005,0}{330530857}$	=	0,168	1,28
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-561808,2}{2258480,4}$	+	$\frac{8702892,5}{165170055}$	+	$\frac{-9151005,0}{330530857}$	=	0,224	1,03
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-561808,2}{2258480,4}$	+	$\frac{-8702893}{269331351}$	+	$\frac{-9151005,0}{308495467}$	=	0,311	0,61
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-561808,2}{2258480,4}$	+	$\frac{-8702893}{269331351}$	+	$\frac{9151005,0}{308495467}$	=	0,251	0,73

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2112261,3}{2258480,4}$	+	$\frac{38672181}{165170055}$	+	$\frac{17187636,0}{330530857}$	=	0,649
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2112261,3}{2258480,4}$	+	$\frac{38672181}{165170055}$	+	$\frac{-17187636,0}{330530857}$	=	0,753
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2112261,3}{2258480,4}$	+	$\frac{-38672181}{269331351}$	+	$\frac{-17187636,0}{308495467}$	=	1,135
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2112261,3}{2258480,4}$	+	$\frac{-38672181}{269331351}$	+	$\frac{17187636,0}{308495467}$	=	1,023

$Z_{LM71} =$ **0,61** z napětí v horních pravých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-12,2	-0,9	0,1	0,1	-13,1	-13,1	-12,2	1,5	0,1	0,1	-10,7	-10,7
2	-5,5	-1,6	4,9	4,9	-2,2	-2,2	-5,5	2,6	4,6	4,6	1,7	1,7
3	-1,8	-0,2	0,6	0,6	-1,4	-1,4	-1,8	0,4	0,6	0,6	-0,8	-0,8
4	-1,2	-0,2	-0,6	-0,6	-1,9	-1,9	-1,2	0,3	-0,5	-0,5	-1,4	-1,4
5	-25,1	-3,6	-1,2	-1,2	-29,9	-29,9	-25,1	5,9	-1,1	-1,1	-20,4	-20,4
UL My	-108,1	-17,8	6,9	6,9	-119,0	-119,0	-108,1	29,0	6,4	6,4	-72,7	-72,7

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-17,9	-1,2	0,1	0,1	-19,0	-19,0	-17,9	2,0	0,1	0,1	-15,8	-15,8
2	-6,9	-1,9	5,8	5,8	-3,0	-3,0	-6,9	3,1	5,4	5,4	1,6	1,6
3	-2,5	-0,3	0,8	0,8	-2,0	-2,0	-2,5	0,5	0,7	0,7	-1,2	-1,2
4	-0,8	-0,1	-0,4	-0,4	-1,3	-1,3	-0,8	0,2	-0,3	-0,3	-1,0	-1,0
5	-18,1	-2,4	-0,8	-0,8	-21,4	-21,4	-18,1	4,0	-0,8	-0,8	-14,9	-14,9
UL My	-174,0	-26,7	10,4	10,4	-190,3	-190,3	-174,0	43,5	9,7	9,7	-120,7	-120,7

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,7920E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	2,4036E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	5,0008E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	115,8 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	167,1 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	296 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	123 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	173 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	450 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	424 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	212 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	212 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,9541E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,3894E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	2,2226E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	2,3589E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	2,2226E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	2,3589E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z	
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován	
b		c	křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,34	$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1	$\beta =$	1
$L_{cr} =$	4250 mm	$L_{cr} =$	4250 mm
$\lambda =$	36,70	$\lambda =$	25,44
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_{-d} =$	0,365	$\lambda_{-d} =$	0,253
$\phi =$	0,594	$\phi =$	0,545
$\chi =$	0,940	$\chi =$	0,973
$\chi =$	0,940	výsledný součinitel vzpěrnosti	

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-212,8	-1,8	-1,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-98,8	1,5	-1,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	-91,9	-4,0	0,9
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	-33,1	0,9	-6,4
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-423,1	3,7	-17,3
ULminN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1986,1	6,8	-11,0

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-290,6	-2,5	-1,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-117,3	1,7	-1,4
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	-59,7	-2,6	0,6
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	-43,0	1,2	-8,3
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-285,6	2,5	-11,7
ULminN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-2984,0	10,3	-16,6

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

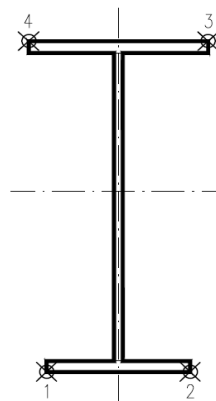
$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-796244,0}{3132761,4}$	+	$\frac{362968,8}{258421734}$	+	$\frac{-22175375,0}{438749434}$	=	0,303	0,73
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-796244,0}{3132761,4}$	+	$\frac{362968,8}{258421734}$	+	$\frac{22175375,0}{438749434}$	=	0,202	0,91
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-796244,0}{3132761,4}$	+	$\frac{-362969}{363471220}$	+	$\frac{22175375,0}{413399467}$	=	0,202	0,85
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-796244,0}{3132761,4}$	+	$\frac{-362969}{363471220}$	+	$\frac{-22175375,0}{413399467}$	=	0,309	0,68

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2983993,0}{3132761,4}$	+	$\frac{10276524}{258421734}$	+	$\frac{-16556621,4}{438749434}$	=	0,950
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2983993,0}{3132761,4}$	+	$\frac{10276524}{258421734}$	+	$\frac{16556621,4}{438749434}$	=	0,875
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2983993,0}{3132761,4}$	+	$\frac{-10276524}{363471220}$	+	$\frac{16556621,4}{413399467}$	=	0,941
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2983993,0}{3132761,4}$	+	$\frac{-10276524}{363471220}$	+	$\frac{-16556621,4}{413399467}$	=	1,021

$Z_{LM71} =$ **0,68** z napětí v horních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wz p	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-11,9	0,9	-0,5	-0,5	-11,4	-11,4	-11,9	-1,3	-0,5	-0,5	-13,6	-13,6
2	-5,5	-0,7	-0,5	-0,5	-6,8	-6,8	-5,5	1,1	-0,5	-0,5	-4,9	-4,9
3	-5,1	2,0	0,4	0,4	-2,7	-2,7	-5,1	-2,9	0,4	0,4	-7,6	-7,6
4	-1,8	-0,5	-2,9	-2,9	-5,2	-5,2	-1,8	0,6	-2,7	-2,7	-3,9	-3,9
5	-23,6	-1,9	-7,8	-7,8	-33,3	-33,3	-23,6	2,7	-7,3	-7,3	-28,2	-28,2
ULminN	-110,8	-3,5	-5,0	-5,0	-119,3	-119,3	-110,8	4,9	-4,7	-4,7	-110,6	-110,6

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wz p	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-17,3	1,3	-0,7	-0,7	-16,7	-16,7	-17,3	-1,8	-0,6	-0,6	-19,7	-19,7
2	-7,0	-0,9	-0,6	-0,6	-8,5	-8,5	-7,0	1,2	-0,6	-0,6	-6,3	-6,3
3	-3,5	1,3	0,3	0,3	-2,0	-2,0	-3,5	-1,9	0,3	0,3	-5,2	-5,2
4	-2,6	-0,6	-3,7	-3,7	-6,9	-6,9	-2,6	0,8	-3,5	-3,5	-5,2	-5,2
5	-17,0	-1,3	-5,2	-5,2	-23,5	-23,5	-17,0	1,8	-4,9	-4,9	-20,1	-20,1
ULminN	-177,2	-5,3	-7,4	-7,4	-189,9	-189,9	-177,2	7,4	-7,0	-7,0	-176,8	-176,8

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,7920E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	2,4036E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	5,0008E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	115,8 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	167,1 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	296 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	123 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	173 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	450 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	424 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	212 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	212 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,9541E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,3894E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	2,2226E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	2,3589E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	2,2226E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	2,3589E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z	
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován	
b		c	křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,34	$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1	$\beta =$	1
$L_{cr} =$	4250 mm	$L_{cr} =$	4250 mm
$\lambda =$	36,70	$\lambda =$	25,44
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_{-d} =$	0,365	$\lambda_{-d} =$	0,253
$\phi =$	0,594	$\phi =$	0,545
$\chi =$	0,940	$\chi =$	0,973
$\chi =$	0,940	součinitel vzpěrnosti	
výsledný součinitel vzpěrnosti			

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-212,8	-1,8	-1,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-98,8	1,5	-1,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	-63,4	-2,8	0,6
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	-22,8	0,6	-4,4
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-423,1	3,7	-17,3
ULminN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1986,1	6,8	-11,0

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-290,6	-2,5	-1,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-117,3	1,7	-1,4
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	-41,2	-1,8	0,4
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	-29,7	0,8	-5,7
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-285,6	2,5	-11,7
ULminN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-2984,0	10,3	-16,6

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

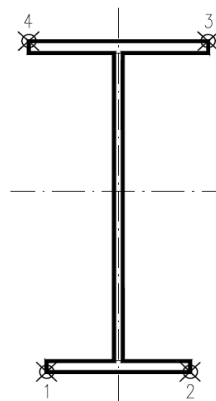
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-764403,0}{3132761,4}$	+	$\frac{804253,8}{258421734}$	+	$\frac{-19791630,0}{438749434}$	=	0,286	0,75
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-764403,0}{3132761,4}$	+	$\frac{804253,8}{258421734}$	+	$\frac{19791630,0}{438749434}$	=	0,196	0,92
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-764403,0}{3132761,4}$	+	$\frac{-804254}{363471220}$	+	$\frac{19791630,0}{413399467}$	=	0,198	0,85
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-764403,0}{3132761,4}$	+	$\frac{-804254}{363471220}$	+	$\frac{-19791630,0}{413399467}$	=	0,294	0,69

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2983993,0}{3132761,4}$	+	$\frac{10276524}{258421734}$	+	$\frac{-16556621,4}{438749434}$	=	0,950
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2983993,0}{3132761,4}$	+	$\frac{10276524}{258421734}$	+	$\frac{16556621,4}{438749434}$	=	0,875
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2983993,0}{3132761,4}$	+	$\frac{-10276524}{363471220}$	+	$\frac{16556621,4}{413399467}$	=	0,941
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2983993,0}{3132761,4}$	+	$\frac{-10276524}{363471220}$	+	$\frac{-16556621,4}{413399467}$	=	1,021

$Z_{LM71} =$ **0,69** z napětí v horních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wz p	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-11,9	0,9	-0,5	-0,5	-11,4	-11,4	-11,9	-1,3	-0,5	-0,5	-13,6	-13,6
2	-5,5	-0,7	-0,5	-0,5	-6,8	-6,8	-5,5	1,1	-0,5	-0,5	-4,9	-4,9
3	-3,5	1,4	0,3	0,3	-1,8	-1,8	-3,5	-2,0	0,3	0,3	-5,3	-5,3
4	-1,3	-0,3	-2,0	-2,0	-3,6	-3,6	-1,3	0,4	-1,9	-1,9	-2,7	-2,7
5	-23,6	-1,9	-7,8	-7,8	-33,3	-33,3	-23,6	2,7	-7,3	-7,3	-28,2	-28,2
ULminN	-110,8	-3,5	-5,0	-5,0	-119,3	-119,3	-110,8	4,9	-4,7	-4,7	-110,6	-110,6

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wz p	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-17,3	1,3	-0,7	-0,7	-16,7	-16,7	-17,3	-1,8	-0,6	-0,6	-19,7	-19,7
2	-7,0	-0,9	-0,6	-0,6	-8,5	-8,5	-7,0	1,2	-0,6	-0,6	-6,3	-6,3
3	-2,4	0,9	0,2	0,2	-1,3	-1,3	-2,4	-1,3	0,2	0,2	-3,6	-3,6
4	-1,8	-0,4	-2,6	-2,6	-4,7	-4,7	-1,8	0,6	-2,4	-2,4	-3,6	-3,6
5	-17,0	-1,3	-5,2	-5,2	-23,5	-23,5	-17,0	1,8	-4,9	-4,9	-20,1	-20,1
ULminN	-177,2	-5,3	-7,4	-7,4	-189,9	-189,9	-177,2	7,4	-7,0	-7,0	-176,8	-176,8

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,7920E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	2,4036E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	5,0008E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	115,8 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	167,1 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	296 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	123 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	173 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	450 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	424 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	212 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	212 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,9541E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,3894E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	2,2226E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	2,3589E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	2,2226E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	2,3589E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z	
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován	
b		c	křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,34	$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1	$\beta =$	1
$L_{cr} =$	4250 mm	$L_{cr} =$	4250 mm
$\lambda =$	36,70	$\lambda =$	25,44
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_{-d} =$	0,365	$\lambda_{-d} =$	0,253
$\phi =$	0,594	$\phi =$	0,545
$\chi =$	0,940	$\chi =$	0,973
$\chi =$	0,940	součinitel vzpěrnosti	
výsledný součinitel vzpěrnosti			

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-151,6	1,1	-0,3
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-56,2	2,2	15,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-154,2	1,2	0,8
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-14,7	0,3	4,6
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-282,0	5,6	-11,7
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1698,8	25,2	6,0

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-207,1	1,5	-0,4
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-66,7	2,7	17,9
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-200,4	1,5	1,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-9,5	0,2	3,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-190,4	3,8	-7,9
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-2552,3	37,9	9,1

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

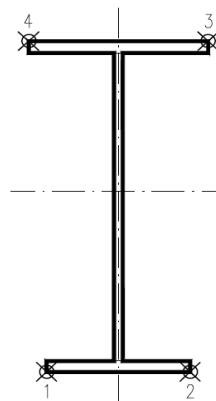
$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-674080,7}{3132761,4}$	+	$\frac{9665906,3}{258421734}$	+	$\frac{13670781,3}{438749434}$	=	0,147	1,32
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-674080,7}{3132761,4}$	+	$\frac{9665906,3}{258421734}$	+	$\frac{-13670781,3}{438749434}$	=	0,209	1,15
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-674080,7}{3132761,4}$	+	$\frac{-9665906}{363471220}$	+	$\frac{-13670781,3}{413399467}$	=	0,275	0,77
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-674080,7}{3132761,4}$	+	$\frac{-9665906}{363471220}$	+	$\frac{13670781,3}{413399467}$	=	0,209	0,88

	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}}$	+	$\frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$	+	$\frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$			
1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2552333,9}{3132761,4}$	+	$\frac{37860877}{258421734}$	+	$\frac{9059566,9}{438749434}$	=	0,648	
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2552333,9}{3132761,4}$	+	$\frac{37860877}{258421734}$	+	$\frac{-9059566,9}{438749434}$	=	0,689	
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2552333,9}{3132761,4}$	+	$\frac{-37860877}{363471220}$	+	$\frac{-9059566,9}{413399467}$	=	0,941	
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2552333,9}{3132761,4}$	+	$\frac{-37860877}{363471220}$	+	$\frac{9059566,9}{413399467}$	=	0,897	

Z_{LM71} = 0,77 z napětí v horních pravých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-8,5	-0,6	-0,1	-0,1	-9,2	-9,2	-8,5	0,8	-0,1	-0,1	-7,8	-7,8
2	-3,1	-1,1	6,8	6,8	2,5	2,5	-3,1	1,6	6,4	6,4	4,9	4,9
3	-8,6	-0,6	0,4	0,4	-8,8	-8,8	-8,6	0,8	0,3	0,3	-7,4	-7,4
4	-0,8	-0,2	2,1	2,1	1,1	1,1	-0,8	0,2	2,0	2,0	1,4	1,4
5	-15,7	-2,9	-5,3	-5,3	-23,9	-23,9	-15,7	4,0	-5,0	-5,0	-16,7	-16,7
UL My	-94,8	-12,9	2,7	2,7	-105,0	-105,0	-94,8	18,1	2,6	2,6	-74,1	-74,1

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-12,3	-0,8	-0,2	-0,2	-13,2	-13,2	-12,3	1,1	-0,2	-0,2	-11,3	-11,3
2	-4,0	-1,4	8,1	8,1	2,7	2,7	-4,0	1,9	7,6	7,6	5,5	5,5
3	-11,9	-0,8	0,5	0,5	-12,2	-12,2	-11,9	1,1	0,4	0,4	-10,4	-10,4
4	-0,6	-0,1	1,3	1,3	0,7	0,7	-0,6	0,1	1,3	1,3	0,9	0,9
5	-11,3	-1,9	-3,6	-3,6	-16,8	-16,8	-11,3	2,7	-3,4	-3,4	-12,0	-12,0
UL My	-151,5	-19,4	4,1	4,1	-166,8	-166,8	-151,5	27,3	3,8	3,8	-120,4	-120,4

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,7920E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	2,4036E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	5,0008E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	115,8 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	167,1 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	296 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	123 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	173 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	450 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	424 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	212 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	212 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,9541E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,3894E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	2,2226E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	2,3589E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	2,2226E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	2,3589E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak je uvažován

b	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	4250 mm
$\lambda =$	36,70
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_{-d} =$	0,365
$\phi =$	0,594
$\chi =$	0,940

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak je uvažován

c		křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,49	součinitel imperfekce
$\beta =$	1	součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} =$	4250 mm	kritická délka
$\lambda =$	25,44	štíhlost
$\lambda_1 =$	100,65	srovnávací štíhlost
$\lambda_{-d} =$	0,253	poměrná štíhlost
$\phi =$	0,545	
$\chi =$	0,973	součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	0,940	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-151,6	1,1	-0,3
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-56,2	2,2	15,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-121,8	0,9	0,6
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-11,6	0,3	3,6
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-282,0	5,6	-11,7
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1698,8	25,2	6,0

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-207,1	1,5	-0,4
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-66,7	2,7	17,9
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-158,4	1,2	0,8
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-7,5	0,2	2,4
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-190,4	3,8	-7,9
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-2552,3	37,9	9,1

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

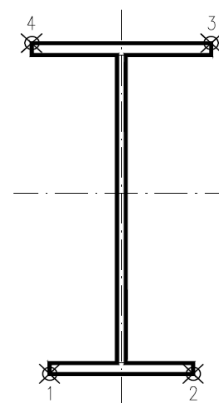
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-629987,1}{3132761,4}$	+	$\frac{9308276,3}{258421734}$	+	$\frac{12821751,3}{438749434}$	=	0,136	1,33
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-629987,1}{3132761,4}$	+	$\frac{9308276,3}{258421734}$	+	$\frac{-12821751,3}{438749434}$	=	0,194	1,17
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-629987,1}{3132761,4}$	+	$\frac{-9308276}{363471220}$	+	$\frac{-12821751,3}{413399467}$	=	0,258	0,79
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-629987,1}{3132761,4}$	+	$\frac{-9308276}{363471220}$	+	$\frac{12821751,3}{413399467}$	=	0,196	0,90

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2552333,9}{3132761,4}$	+	$\frac{37860877}{258421734}$	+	$\frac{9059566,9}{438749434}$	=	0,648
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2552333,9}{3132761,4}$	+	$\frac{37860877}{258421734}$	+	$\frac{-9059566,9}{438749434}$	=	0,689
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2552333,9}{3132761,4}$	+	$\frac{-37860877}{363471220}$	+	$\frac{-9059566,9}{413399467}$	=	0,941
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2552333,9}{3132761,4}$	+	$\frac{-37860877}{363471220}$	+	$\frac{9059566,9}{413399467}$	=	0,897

$Z_{LM71} = 0,79$ z napětí v horních pravých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-8,5	-0,6	-0,1	-0,1	-9,2	-9,2	-8,5	0,8	-0,1	-0,1	-7,8	-7,8
2	-3,1	-1,1	6,8	6,8	2,5	2,5	-3,1	1,6	6,4	6,4	4,9	4,9
3	-6,8	-0,5	0,3	0,3	-7,0	-7,0	-6,8	0,7	0,3	0,3	-5,9	-5,9
4	-0,6	-0,1	1,6	1,6	0,9	0,9	-0,6	0,2	1,5	1,5	1,1	1,1
5	-15,7	-2,9	-5,3	-5,3	-23,9	-23,9	-15,7	4,0	-5,0	-5,0	-16,7	-16,7
UL My	-94,8	-12,9	2,7	2,7	-105,0	-105,0	-94,8	18,1	2,6	2,6	-74,1	-74,1

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-12,3	-0,8	-0,2	-0,2	-13,2	-13,2	-12,3	1,1	-0,2	-0,2	-11,3	-11,3
2	-4,0	-1,4	8,1	8,1	2,7	2,7	-4,0	1,9	7,6	7,6	5,5	5,5
3	-9,4	-0,6	0,4	0,4	-9,6	-9,6	-9,4	0,9	0,4	0,4	-8,2	-8,2
4	-0,4	-0,1	1,1	1,1	0,5	0,5	-0,4	0,1	1,0	1,0	0,7	0,7
5	-11,3	-1,9	-3,6	-3,6	-16,8	-16,8	-11,3	2,7	-3,4	-3,4	-12,0	-12,0
UL My	-151,5	-19,4	4,1	4,1	-166,8	-166,8	-151,5	27,3	3,8	3,8	-120,4	-120,4

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,04	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	1,7920E+04 mm ²	plocha průřezu
I_y =	2,4036E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	5,0008E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	115,8 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	167,1 mm	poloměr setrvačnosti
d =	296 mm	celková výška průřezu
z_h =	123 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	173 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
b_{hor} =	450 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$ =	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$ =	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	424 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$ =	212 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$ =	212 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H}$ =	1,9541E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	1,3894E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	2,2226E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	2,3589E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	2,2226E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	2,3589E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z	
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován	
b		c	křivka vzpěrné pevnosti
α =	0,34	α =	0,49
β =	1	β =	1
L_{cr} =	4250 mm	L_{cr} =	4250 mm
λ =	36,70	λ =	25,44
λ_1 =	100,65	λ_1 =	100,65
λ_{ϕ} =	0,365	λ_{ϕ} =	0,253
ϕ =	0,594	ϕ =	0,545
χ =	0,940	χ =	0,973
χ =	0,940	výsledný součinitel vzpěrnosti	

Ostatní součinitele

μ_M =	1,11	součinitel vlivu excentricity
α =	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
ξ =	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-212,8	-1,8	-1,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-98,8	1,5	-1,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-91,9	-4,0	0,9
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-31,0	1,2	-6,5
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-423,1	3,7	-17,3
minMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1319,3	0,3	-32,7

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-290,6	-2,5	-1,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-117,3	1,7	-1,4
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-119,5	-5,2	1,2
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-20,2	0,8	-4,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-285,6	2,5	-11,7
minMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1982,1	0,4	-49,1

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

$Z_{LM71} =$

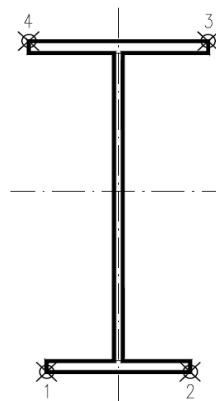
1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-833164,0}{3132761,4}$	+	$\frac{-2646531,3}{258421734}$	+	$\frac{-17514875,0}{438749434}$	=	0,316	0,92
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-833164,0}{3132761,4}$	+	$\frac{-2646531,3}{258421734}$	+	$\frac{17514875,0}{438749434}$	=	0,236	1,47
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-833164,0}{3132761,4}$	+	$\frac{2646531}{363471220}$	+	$\frac{17514875,0}{413399467}$	=	0,216	1,52
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-833164,0}{3132761,4}$	+	$\frac{2646531}{363471220}$	+	$\frac{-17514875,0}{413399467}$	=	0,301	0,93

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1982062,0}{3132761,4}$	+	$\frac{375604}{258421734}$	+	$\frac{-49068897,9}{438749434}$	=	0,743
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1982062,0}{3132761,4}$	+	$\frac{375604}{258421734}$	+	$\frac{49068897,9}{438749434}$	=	0,519
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1982062,0}{3132761,4}$	+	$\frac{-375604}{363471220}$	+	$\frac{49068897,9}{413399467}$	=	0,515
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1982062,0}{3132761,4}$	+	$\frac{-375604}{363471220}$	+	$\frac{-49068897,9}{413399467}$	=	0,752

$Z_{LM71} =$ **0,92**

z napětí v dolních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-11,9	0,9	-0,5	-0,5	-11,4	-11,4	-11,9	-1,3	-0,5	-0,5	-13,6	-13,6
2	-5,5	-0,7	-0,5	-0,5	-6,8	-6,8	-5,5	1,1	-0,5	-0,5	-4,9	-4,9
3	-5,1	2,0	0,4	0,4	-2,7	-2,7	-5,1	-2,9	0,4	0,4	-7,6	-7,6
4	-1,7	-0,6	-2,9	-2,9	-5,2	-5,2	-1,7	0,8	-2,7	-2,7	-3,6	-3,6
5	-23,6	-1,9	-7,8	-7,8	-33,3	-33,3	-23,6	2,7	-7,3	-7,3	-28,2	-28,2
minMz	-73,6	-0,1	-14,7	-14,7	-88,4	-88,4	-73,6	0,2	-13,8	-13,8	-87,3	-87,3

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-17,3	1,3	-0,7	-0,7	-16,7	-16,7	-17,3	-1,8	-0,6	-0,6	-19,7	-19,7
2	-7,0	-0,9	-0,6	-0,6	-8,5	-8,5	-7,0	1,2	-0,6	-0,6	-6,3	-6,3
3	-7,1	2,7	0,5	0,5	-3,9	-3,9	-7,1	-3,7	0,5	0,5	-10,3	-10,3
4	-1,2	-0,4	-1,9	-1,9	-3,5	-3,5	-1,2	0,5	-1,8	-1,8	-2,4	-2,4
5	-17,0	-1,3	-5,2	-5,2	-23,5	-23,5	-17,0	1,8	-4,9	-4,9	-20,1	-20,1
minMz	-117,7	-0,2	-22,1	-22,1	-139,9	-139,9	-117,7	0,3	-20,8	-20,8	-138,2	-138,2

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,7920E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	2,4036E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	5,0008E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	115,8 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	167,1 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	296 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	123 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	173 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	450 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	424 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	212 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	212 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,9541E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,3894E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	2,2226E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	2,3589E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	2,2226E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	2,3589E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z	
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován	
b		c	křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,34	$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1	$\beta =$	1
$L_{cr} =$	4250 mm	$L_{cr} =$	4250 mm
$\lambda =$	36,70	$\lambda =$	25,44
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_{-d} =$	0,365	$\lambda_{-d} =$	0,253
$\phi =$	0,594	$\phi =$	0,545
$\chi =$	0,940	$\chi =$	0,973
$\chi =$	0,940	součinitel vzpěrnosti	
výsledný součinitel vzpěrnosti			

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-212,8	-1,8	-1,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-98,8	1,5	-1,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-85,5	-3,7	0,8
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-28,8	1,1	-6,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-423,1	3,7	-17,3
minMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1319,3	0,3	-32,7

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-290,6	-2,5	-1,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-117,3	1,7	-1,4
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-111,1	-4,8	1,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-18,8	0,7	-3,9
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-285,6	2,5	-11,7
minMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1982,1	0,4	-49,1

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

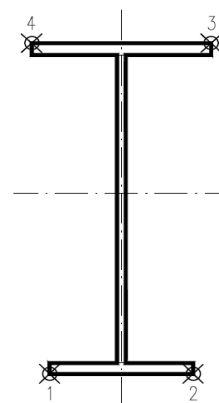
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-823389,7}{3132761,4}$	+	$\frac{-2336221,3}{258421734}$	+	$\frac{-17302845,0}{438749434}$	=	0,311	0,93
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-823389,7}{3132761,4}$	+	$\frac{-2336221,3}{258421734}$	+	$\frac{17302845,0}{438749434}$	=	0,232	1,48
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-823389,7}{3132761,4}$	+	$\frac{2336221}{363471220}$	+	$\frac{17302845,0}{413399467}$	=	0,215	1,53
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-823389,7}{3132761,4}$	+	$\frac{2336221}{363471220}$	+	$\frac{-17302845,0}{413399467}$	=	0,298	0,93

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1982062,0}{3132761,4}$	+	$\frac{375604}{258421734}$	+	$\frac{-49068897,9}{438749434}$	=	0,743
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1982062,0}{3132761,4}$	+	$\frac{375604}{258421734}$	+	$\frac{49068897,9}{438749434}$	=	0,519
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1982062,0}{3132761,4}$	+	$\frac{-375604}{363471220}$	+	$\frac{49068897,9}{413399467}$	=	0,515
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1982062,0}{3132761,4}$	+	$\frac{-375604}{363471220}$	+	$\frac{-49068897,9}{413399467}$	=	0,752

$Z_{LM71} =$ **0,93** z napětí v dolních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-11,9	0,9	-0,5	-0,5	-11,4	-11,4	-11,9	-1,3	-0,5	-0,5	-13,6	-13,6
2	-5,5	-0,7	-0,5	-0,5	-6,8	-6,8	-5,5	1,1	-0,5	-0,5	-4,9	-4,9
3	-4,8	1,9	0,4	0,4	-2,5	-2,5	-4,8	-2,7	0,4	0,4	-7,1	-7,1
4	-1,6	-0,6	-2,7	-2,7	-4,9	-4,9	-1,6	0,8	-2,6	-2,6	-3,4	-3,4
5	-23,6	-1,9	-7,8	-7,8	-33,3	-33,3	-23,6	2,7	-7,3	-7,3	-28,2	-28,2
minMz	-73,6	-0,1	-14,7	-14,7	-88,4	-88,4	-73,6	0,2	-13,8	-13,8	-87,3	-87,3

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-17,3	1,3	-0,7	-0,7	-16,7	-16,7	-17,3	-1,8	-0,6	-0,6	-19,7	-19,7
2	-7,0	-0,9	-0,6	-0,6	-8,5	-8,5	-7,0	1,2	-0,6	-0,6	-6,3	-6,3
3	-6,6	2,5	0,5	0,5	-3,6	-3,6	-6,6	-3,5	0,5	0,5	-9,6	-9,6
4	-1,1	-0,4	-1,8	-1,8	-3,2	-3,2	-1,1	0,5	-1,7	-1,7	-2,3	-2,3
5	-17,0	-1,3	-5,2	-5,2	-23,5	-23,5	-17,0	1,8	-4,9	-4,9	-20,1	-20,1
minMz	-117,7	-0,2	-22,1	-22,1	-139,9	-139,9	-117,7	0,3	-20,8	-20,8	-138,2	-138,2

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$f_u =$	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d} =$	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A_{net} =$	1,6276E+04 mm ²	plocha průřezu - oslabená
$A =$	2,0720E+04 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
$I_y =$	2,8794E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	5,5379E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	133,0 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	184,5 mm	poloměr setrvačnosti

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd} =$	3853,9 kN
$N_{u,Rd} =$	4403,8 kN
$N_{Rd} =$	min (3853,9; 4403,8)
$N_{Rd} =$	3853,9 kN

$d =$	300 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	150 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	150 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

$b_{hor} =$	450 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	424 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	212 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	212 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H} =$	1,9196E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,9196E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	2,4613E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	2,6122E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	2,4613E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	2,6122E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	320,5	-13,0	1,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	140,7	-5,2	-18,2
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	249,7	-42,1	-0,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	20,9	-0,8	1,6
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	699,8	-21,1	23,6
MaxN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1948,7	-65,3	6,4

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	437,7	-17,8	1,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	167,0	-6,2	-21,7
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	324,6	-54,7	-0,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	13,6	-0,5	1,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	472,3	-14,2	15,9
MaxN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	2927,7	-98,2	9,6

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1415291,2}{3853920,0}$	+	$\frac{-93362000,0}{357045600}$	+	$\frac{-3211125,0}{485872358}$	=	0,099	1,79
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1415291,2}{3853920,0}$	+	$\frac{-93362000,0}{357045600}$	+	$\frac{3211125,0}{485872358}$	=	0,112	1,91
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1415291,2}{3853920,0}$	+	$\frac{93362000}{357045600}$	+	$\frac{3211125,0}{457799733}$	=	0,636	0,36
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1415291,2}{3853920,0}$	+	$\frac{93362000}{357045600}$	+	$\frac{-3211125,0}{457799733}$	=	0,622	0,36

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2927742,5}{3853920,0}$	+	$\frac{-98152820}{357045600}$	+	$\frac{9555364,1}{485872358}$	=	0,504
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2927742,5}{3853920,0}$	+	$\frac{-98152820}{357045600}$	+	$\frac{-9555364,1}{485872358}$	=	0,465
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2927742,5}{3853920,0}$	+	$\frac{98152820}{357045600}$	+	$\frac{-9555364,1}{457799733}$	=	1,014
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2927742,5}{3853920,0}$	+	$\frac{98152820}{357045600}$	+	$\frac{9555364,1}{457799733}$	=	1,055

$Z_{LM71} =$ **0,36** z napětí v horních levých vláknech

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	19,7	6,8	0,5	0,5	26,9	26,9	19,7	-6,8	0,4	0,4	13,4	13,4
2	8,6	2,7	-7,4	-7,4	3,9	3,9	8,6	-2,7	-7,0	-7,0	-1,0	-1,0
3	15,3	21,9	0,0	0,0	37,2	37,2	15,3	-21,9	0,0	0,0	-6,6	-6,6
4	1,3	0,4	0,7	0,7	2,3	2,3	1,3	-0,4	0,6	0,6	1,5	1,5
5	43,0	11,0	9,6	9,6	63,5	63,5	43,0	-11,0	9,0	9,0	41,0	41,0
MaxN	119,7	34,0	2,6	2,6	156,3	156,3	119,7	-34,0	2,4	2,4	88,1	88,1

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	26,9	9,2	0,6	0,6	36,8	36,8	26,9	-9,2	0,6	0,6	18,3	18,3
2	10,3	3,2	-8,8	-8,8	4,7	4,7	10,3	-3,2	-8,3	-8,3	-1,2	-1,2
3	19,9	28,5	0,0	0,0	48,4	48,4	19,9	-28,5	0,0	0,0	-8,6	-8,6
4	0,8	0,3	0,4	0,4	1,5	1,5	0,8	-0,3	0,4	0,4	1,0	1,0
5	29,0	7,4	6,5	6,5	42,9	42,9	29,0	-7,4	6,1	6,1	27,7	27,7
MaxN	179,9	51,1	3,9	3,9	234,9	234,9	179,9	-51,1	3,7	3,7	132,4	132,4

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$f_u =$	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d} =$	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A_{net} =$	1,6276E+04 mm ²	plocha průřezu - oslabená
$A =$	2,0720E+04 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
$I_y =$	2,8794E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	5,5379E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	133,0 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	184,5 mm	poloměr setrvačnosti

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd} =$	3853,9 kN
$N_{u,Rd} =$	4403,8 kN
$N_{Rd} =$	min (3853,9; 4403,8)
$N_{Rd} =$	3853,9 kN

$d =$	300 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	150 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	150 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

$b_{hor} =$	450 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	424 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	212 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	212 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H} =$	1,9196E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,9196E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	2,4613E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	2,6122E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	2,4613E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	2,6122E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	320,5	-13,0	1,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	140,7	-5,2	-18,2
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	119,9	-20,2	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	10,0	-0,4	0,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	699,8	-21,1	23,6
MaxN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1948,7	-65,3	6,4

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	437,7	-17,8	1,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	167,0	-6,2	-21,7
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	155,8	-26,3	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	6,5	-0,2	0,5
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	472,3	-14,2	15,9
MaxN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	2927,7	-98,2	9,6

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1239436,5}{3853920,0}$	+	$\frac{-64638760,0}{357045600}$	+	$\frac{-3714745,0}{485872358}$	=	0,133	1,72
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1239436,5}{3853920,0}$	+	$\frac{-64638760,0}{357045600}$	+	$\frac{3714745,0}{485872358}$	=	0,148	1,83
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1239436,5}{3853920,0}$	+	$\frac{64638760}{357045600}$	+	$\frac{3714745,0}{457799733}$	=	0,511	0,48
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1239436,5}{3853920,0}$	+	$\frac{64638760}{357045600}$	+	$\frac{-3714745,0}{457799733}$	=	0,495	0,48

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2927742,5}{3853920,0}$	+	$\frac{-98152820}{357045600}$	+	$\frac{9555364,1}{485872358}$	=	0,504
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2927742,5}{3853920,0}$	+	$\frac{-98152820}{357045600}$	+	$\frac{-9555364,1}{485872358}$	=	0,465
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2927742,5}{3853920,0}$	+	$\frac{98152820}{357045600}$	+	$\frac{-9555364,1}{457799733}$	=	1,014
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2927742,5}{3853920,0}$	+	$\frac{98152820}{357045600}$	+	$\frac{9555364,1}{457799733}$	=	1,055

$Z_{LM71} =$ **0,48** z napětí v horních levých vláknech

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wz p	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	19,7	6,8	0,5	0,5	26,9	26,9	19,7	-6,8	0,4	0,4	13,4	13,4
2	8,6	2,7	-7,4	-7,4	3,9	3,9	8,6	-2,7	-7,0	-7,0	-1,0	-1,0
3	7,4	10,5	0,0	0,0	17,9	17,9	7,4	-10,5	0,0	0,0	-3,2	-3,2
4	0,6	0,2	0,3	0,3	1,1	1,1	0,6	-0,2	0,3	0,3	0,7	0,7
5	43,0	11,0	9,6	9,6	63,5	63,5	43,0	-11,0	9,0	9,0	41,0	41,0
MaxN	119,7	34,0	2,6	2,6	156,3	156,3	119,7	-34,0	2,4	2,4	88,1	88,1

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wz p	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	26,9	9,2	0,6	0,6	36,8	36,8	26,9	-9,2	0,6	0,6	18,3	18,3
2	10,3	3,2	-8,8	-8,8	4,7	4,7	10,3	-3,2	-8,3	-8,3	-1,2	-1,2
3	9,6	13,7	0,0	0,0	23,2	23,2	9,6	-13,7	0,0	0,0	-4,1	-4,1
4	0,4	0,1	0,2	0,2	0,7	0,7	0,4	-0,1	0,2	0,2	0,5	0,5
5	29,0	7,4	6,5	6,5	42,9	42,9	29,0	-7,4	6,1	6,1	27,7	27,7
MaxN	179,9	51,1	3,9	3,9	234,9	234,9	179,9	-51,1	3,7	3,7	132,4	132,4

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
f_u =	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d}$ =	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,04	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A_{net} =	1,6276E+04 mm ²	plocha průřezu - oslabená
A =	2,0720E+04 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
I_y =	2,8794E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	5,5379E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	133,0 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	184,5 mm	poloměr setrvačnosti

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd}$ =	3853,9 kN
$N_{u,Rd}$ =	4403,8 kN
N_{Rd} =	min (3853,9; 4403,8)
N_{Rd} =	3853,9 kN

d =	300 mm	celková výška průřezu
z_h =	150 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	150 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

b_{hor} =	450 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$ =	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$ =	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	424 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$ =	212 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$ =	212 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H}$ =	1,9196E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	1,9196E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	2,4613E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	2,6122E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	2,4613E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	2,6122E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

μ_M =	1,11	součinitel vlivu excentricity
α =	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
ξ =	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	320,5	-0,1	2,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	140,7	2,1	-6,6
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	249,7	2,1	0,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	21,6	-0,6	4,4
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	699,8	1,0	28,1
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1351,8	12,3	37,4

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	437,7	-0,2	3,3
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	167,0	2,4	-7,8
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	324,6	2,8	0,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	14,0	-0,4	2,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	472,3	0,7	18,9
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	2031,0	18,4	56,2

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1415759,2}{3853920,0}$	+	$\frac{5329843,8}{357045600}$	+	$\frac{17342406,3}{485872358}$	=	0,418	0,84
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1415759,2}{3853920,0}$	+	$\frac{5329843,8}{357045600}$	+	$\frac{-17342406,3}{485872358}$	=	0,347	1,41
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1415759,2}{3853920,0}$	+	$\frac{-5329844}{357045600}$	+	$\frac{-17342406,3}{457799733}$	=	0,315	1,94
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1415759,2}{3853920,0}$	+	$\frac{-5329844}{357045600}$	+	$\frac{17342406,3}{457799733}$	=	0,390	1,02

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2030965,6}{3853920,0}$	+	$\frac{18404593}{357045600}$	+	$\frac{56235420,9}{485872358}$	=	0,694
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2030965,6}{3853920,0}$	+	$\frac{18404593}{357045600}$	+	$\frac{-56235420,9}{485872358}$	=	0,463
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2030965,6}{3853920,0}$	+	$\frac{-18404593}{357045600}$	+	$\frac{-56235420,9}{457799733}$	=	0,353
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2030965,6}{3853920,0}$	+	$\frac{-18404593}{357045600}$	+	$\frac{56235420,9}{457799733}$	=	0,598

$Z_{LM71} =$ **0,84** z napětí v dolních levých vláknech

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	19,7	0,1	1,0	1,0	20,8	20,8	19,7	-0,1	0,9	0,9	20,6	20,6
2	8,6	-1,1	-2,7	-2,7	4,9	4,9	8,6	1,1	-2,5	-2,5	7,2	7,2
3	15,3	-1,1	0,0	0,0	14,2	14,2	15,3	1,1	0,0	0,0	16,5	16,5
4	1,3	0,3	1,8	1,8	3,4	3,4	1,3	-0,3	1,7	1,7	2,7	2,7
5	43,0	-0,5	11,4	11,4	53,9	53,9	43,0	0,5	10,7	10,7	54,2	54,2
UL Mz	83,1	-6,4	15,2	15,2	91,9	91,9	83,1	6,4	14,3	14,3	103,8	103,8

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	26,9	0,1	1,4	1,4	28,3	28,3	26,9	-0,1	1,3	1,3	28,1	28,1
2	10,3	-1,3	-3,2	-3,2	5,8	5,8	10,3	1,3	-3,0	-3,0	8,5	8,5
3	19,9	-1,4	0,0	0,0	18,5	18,5	19,9	1,4	0,0	0,0	21,4	21,4
4	0,9	0,2	1,2	1,2	2,2	2,2	0,9	-0,2	1,1	1,1	1,8	1,8
5	29,0	-0,3	7,7	7,7	36,4	36,4	29,0	0,3	7,3	7,3	36,6	36,6
UL Mz	124,8	-9,6	22,8	22,8	138,0	138,0	124,8	9,6	21,5	21,5	155,9	155,9

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$f_u =$	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d} =$	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A_{net} =$	1,6276E+04 mm ²	plocha průřezu - oslabená
$A =$	2,0720E+04 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
$I_y =$	2,8794E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	5,5379E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	133,0 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	184,5 mm	poloměr setrvačnosti

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd} =$	3853,9 kN
$N_{u,Rd} =$	4403,8 kN
$N_{Rd} =$	min (3853,9; 4403,8)
$N_{Rd} =$	3853,9 kN

$d =$	300 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	150 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	150 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

$b_{hor} =$	450 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	424 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	212 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	212 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H} =$	1,9196E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,9196E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	2,4613E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	2,6122E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	2,4613E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	2,6122E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	320,5	-0,1	2,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	140,7	2,1	-6,6
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	214,8	1,8	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	18,6	-0,5	3,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	699,8	1,0	28,1
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1351,8	12,3	37,4

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	437,7	-0,2	3,3
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	167,0	2,4	-7,8
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	279,2	2,4	0,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	12,1	-0,3	2,4
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	472,3	0,7	18,9
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	2031,0	18,4	56,2

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1368348,2}{3853920,0}$	+	$\frac{4992233,8}{357045600}$	+	$\frac{16935636,3}{485872358}$	=	0,404	0,86
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1368348,2}{3853920,0}$	+	$\frac{4992233,8}{357045600}$	+	$\frac{-16935636,3}{485872358}$	=	0,334	1,44
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1368348,2}{3853920,0}$	+	$\frac{-4992234}{357045600}$	+	$\frac{-16935636,3}{457799733}$	=	0,304	1,97
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1368348,2}{3853920,0}$	+	$\frac{-4992234}{357045600}$	+	$\frac{16935636,3}{457799733}$	=	0,378	1,04

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2030965,6}{3853920,0}$	+	$\frac{18404593}{357045600}$	+	$\frac{56235420,9}{485872358}$	=	0,694
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2030965,6}{3853920,0}$	+	$\frac{18404593}{357045600}$	+	$\frac{-56235420,9}{485872358}$	=	0,463
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2030965,6}{3853920,0}$	+	$\frac{-18404593}{357045600}$	+	$\frac{-56235420,9}{457799733}$	=	0,353
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2030965,6}{3853920,0}$	+	$\frac{-18404593}{357045600}$	+	$\frac{56235420,9}{457799733}$	=	0,598

$Z_{LM71} =$ **0,86** z napětí v dolních levých vláknech

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	19,7	0,1	1,0	1,0	20,8	20,8	19,7	-0,1	0,9	0,9	20,6	20,6
2	8,6	-1,1	-2,7	-2,7	4,9	4,9	8,6	1,1	-2,5	-2,5	7,2	7,2
3	13,2	-1,0	0,0	0,0	12,3	12,3	13,2	1,0	0,0	0,0	14,2	14,2
4	1,1	0,3	1,5	1,5	2,9	2,9	1,1	-0,3	1,4	1,4	2,3	2,3
5	43,0	-0,5	11,4	11,4	53,9	53,9	43,0	0,5	10,7	10,7	54,2	54,2
UL Mz	83,1	-6,4	15,2	15,2	91,9	91,9	83,1	6,4	14,3	14,3	103,8	103,8

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	26,9	0,1	1,4	1,4	28,3	28,3	26,9	-0,1	1,3	1,3	28,1	28,1
2	10,3	-1,3	-3,2	-3,2	5,8	5,8	10,3	1,3	-3,0	-3,0	8,5	8,5
3	17,2	-1,2	0,0	0,0	15,9	15,9	17,2	1,2	0,0	0,0	18,4	18,4
4	0,7	0,2	1,0	1,0	1,9	1,9	0,7	-0,2	0,9	0,9	1,5	1,5
5	29,0	-0,3	7,7	7,7	36,4	36,4	29,0	0,3	7,3	7,3	36,6	36,6
UL Mz	124,8	-9,6	22,8	22,8	138,0	138,0	124,8	9,6	21,5	21,5	155,9	155,9

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
f_u =	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d}$ =	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,04	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A_{net} =	1,9798E+04 mm ²	plocha průřezu - oslabená
A =	2,5210E+04 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
I_y =	3,3957E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	6,9435E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	131,0 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	187,3 mm	poloměr setrvačnosti

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd}$ =	4689,1 kN
$N_{u,Rd}$ =	5356,8 kN
N_{Rd} =	min (4689,1; 5356,8)
N_{Rd} =	4689,1 kN

d =	305 mm	celková výška průřezu
z_h =	120 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	185 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

b_{hor} =	450 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$ =	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$ =	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	432 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$ =	216 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$ =	216 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H}$ =	2,8298E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	1,8355E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	3,0860E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	3,2146E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	3,0860E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	3,2146E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

μ_M =	1,11	součinitel vlivu excentricity
α =	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
ξ =	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	344,1	-13,0	0,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	401,4	-11,8	11,5
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	271,7	-4,9	-0,2
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	25,6	-0,4	3,4
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	694,6	-17,9	-29,0
MaxN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1890,6	-53,8	9,9

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	469,9	-17,7	0,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	476,6	-14,0	13,7
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	353,2	-6,4	-0,3
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	16,7	-0,3	2,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	468,8	-12,1	-19,5
MaxN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	2840,5	-80,8	9,9

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1785187,1}{4689060,0}$	+	$\frac{-50424968,8}{341405514}$	+	$\frac{-3330343,8}{597912500}$	=	0,227	2,00
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1785187,1}{4689060,0}$	+	$\frac{-50424968,8}{341405514}$	+	$\frac{3330343,8}{597912500}$	=	0,239	2,16
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1785187,1}{4689060,0}$	+	$\frac{50424969}{526333500}$	+	$\frac{3330343,8}{573996000}$	=	0,482	0,70
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1785187,1}{4689060,0}$	+	$\frac{50424969}{526333500}$	+	$\frac{-3330343,8}{573996000}$	=	0,471	0,68

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2840482,2}{4689060,0}$	+	$\frac{-80784894}{341405514}$	+	$\frac{9900000,0}{597912500}$	=	0,386
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2840482,2}{4689060,0}$	+	$\frac{-80784894}{341405514}$	+	$\frac{-9900000,0}{597912500}$	=	0,353
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2840482,2}{4689060,0}$	+	$\frac{80784894}{526333500}$	+	$\frac{-9900000,0}{573996000}$	=	0,742
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2840482,2}{4689060,0}$	+	$\frac{80784894}{526333500}$	+	$\frac{9900000,0}{573996000}$	=	0,777

$Z_{LM71} =$ **0,68** z napětí v horních levých vláknech

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	17,4	4,6	0,1	0,1	22,1	22,1	17,4	-7,1	0,1	0,1	10,5	10,5
2	20,3	4,2	3,7	3,7	28,2	28,2	20,3	-6,4	3,6	3,6	17,4	17,4
3	13,7	1,7	-0,1	-0,1	15,4	15,4	13,7	-2,7	-0,1	-0,1	11,0	11,0
4	1,3	0,1	1,1	1,1	2,5	2,5	1,3	-0,2	1,0	1,0	2,1	2,1
5	35,1	6,3	-9,4	-9,4	32,0	32,0	35,1	-9,7	-9,0	-9,0	16,3	16,3
MaxN	95,5	19,0	3,2	3,2	117,7	117,7	95,5	-29,3	3,1	3,1	69,3	69,3

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	23,7	6,2	0,2	0,2	30,2	30,2	23,7	-9,6	0,2	0,2	14,3	14,3
2	24,1	5,0	4,4	4,4	33,5	33,5	24,1	-7,7	4,3	4,3	20,7	20,7
3	17,8	2,3	-0,1	-0,1	20,0	20,0	17,8	-3,5	-0,1	-0,1	14,3	14,3
4	0,8	0,1	0,7	0,7	1,6	1,6	0,8	-0,1	0,7	0,7	1,4	1,4
5	23,7	4,3	-6,3	-6,3	21,6	21,6	23,7	-6,6	-6,1	-6,1	11,0	11,0
MaxN	143,5	28,5	3,2	3,2	175,2	175,2	143,5	-44,0	3,1	3,1	102,5	102,5

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
f_u =	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d}$ =	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,04	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A_{net} =	1,9798E+04 mm ²	plocha průřezu - oslabená
A =	2,5210E+04 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
I_y =	3,3957E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	6,9435E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	131,0 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	187,3 mm	poloměr setrvačnosti

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd}$ =	4689,1 kN
$N_{u,Rd}$ =	5356,8 kN
N_{Rd} =	min (4689,1; 5356,8)
N_{Rd} =	4689,1 kN

d =	305 mm	celková výška průřezu
z_h =	120 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	185 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

b_{hor} =	450 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$ =	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$ =	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	432 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$ =	216 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$ =	216 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H}$ =	2,8298E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	1,8355E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	3,0860E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	3,2146E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	3,0860E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	3,2146E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

μ_M =	1,11	součinitel vlivu excentricity
α =	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
ξ =	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	344,1	-13,0	0,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	401,4	-11,8	11,5
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	195,6	-3,5	-0,2
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	18,5	-0,3	2,4
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	694,6	-17,9	-29,0
MaxN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1890,6	-53,8	9,9

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	469,9	-17,7	0,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	476,6	-14,0	13,7
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	254,3	-4,6	-0,2
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	12,0	-0,2	1,6
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	468,8	-12,1	-19,5
MaxN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	2840,5	-80,8	9,9

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1681627,3}{4689060,0}$	+	$\frac{-48566748,8}{341405514}$	+	$\frac{-3863603,8}{597912500}$	=	0,210	2,05
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1681627,3}{4689060,0}$	+	$\frac{-48566748,8}{341405514}$	+	$\frac{3863603,8}{597912500}$	=	0,223	2,20
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1681627,3}{4689060,0}$	+	$\frac{48566749}{526333500}$	+	$\frac{3863603,8}{573996000}$	=	0,458	0,73
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1681627,3}{4689060,0}$	+	$\frac{48566749}{526333500}$	+	$\frac{-3863603,8}{573996000}$	=	0,444	0,72

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2840482,2}{4689060,0}$	+	$\frac{-80784894}{341405514}$	+	$\frac{9900000,0}{597912500}$	=	0,386
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2840482,2}{4689060,0}$	+	$\frac{-80784894}{341405514}$	+	$\frac{-9900000,0}{597912500}$	=	0,353
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2840482,2}{4689060,0}$	+	$\frac{80784894}{526333500}$	+	$\frac{-9900000,0}{573996000}$	=	0,742
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2840482,2}{4689060,0}$	+	$\frac{80784894}{526333500}$	+	$\frac{9900000,0}{573996000}$	=	0,777

$Z_{LM71} =$ **0,72** z napětí v horních levých vláknech

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	17,4	4,6	0,1	0,1	22,1	22,1	17,4	-7,1	0,1	0,1	10,5	10,5
2	20,3	4,2	3,7	3,7	28,2	28,2	20,3	-6,4	3,6	3,6	17,4	17,4
3	9,9	1,2	-0,1	-0,1	11,1	11,1	9,9	-1,9	0,0	0,0	7,9	7,9
4	0,9	0,1	0,8	0,8	1,8	1,8	0,9	-0,2	0,8	0,8	1,5	1,5
5	35,1	6,3	-9,4	-9,4	32,0	32,0	35,1	-9,7	-9,0	-9,0	16,3	16,3
MaxN	95,5	19,0	3,2	3,2	117,7	117,7	95,5	-29,3	3,1	3,1	69,3	69,3

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	23,7	6,2	0,2	0,2	30,2	30,2	23,7	-9,6	0,2	0,2	14,3	14,3
2	24,1	5,0	4,4	4,4	33,5	33,5	24,1	-7,7	4,3	4,3	20,7	20,7
3	12,8	1,6	-0,1	-0,1	14,4	14,4	12,8	-2,5	-0,1	-0,1	10,3	10,3
4	0,6	0,1	0,5	0,5	1,2	1,2	0,6	-0,1	0,5	0,5	1,0	1,0
5	23,7	4,3	-6,3	-6,3	21,6	21,6	23,7	-6,6	-6,1	-6,1	11,0	11,0
MaxN	143,5	28,5	3,2	3,2	175,2	175,2	143,5	-44,0	3,1	3,1	102,5	102,5

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
f_u =	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d}$ =	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,04	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A_{net} =	1,9798E+04 mm ²	plocha průřezu - oslabená
A =	2,5210E+04 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
I_y =	3,3957E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	6,9435E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	131,0 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	187,3 mm	poloměr setrvačnosti

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd}$ =	4689,1 kN
$N_{u,Rd}$ =	5356,8 kN
N_{Rd} =	min (4689,1; 5356,8)
N_{Rd} =	4689,1 kN

d =	305 mm	celková výška průřezu
z_h =	120 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	185 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

b_{hor} =	450 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$ =	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$ =	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	432 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$ =	216 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$ =	216 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H}$ =	2,8298E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	1,8355E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	3,0860E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	3,2146E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	3,0860E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	3,2146E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

μ_M =	1,11	součinitel vlivu excentricity
α =	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
ξ =	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	344,1	1,0	1,8
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	401,6	3,0	7,3
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	271,7	3,8	0,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	25,3	0,2	3,7
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	694,2	5,0	-12,9
MaxN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1688,7	9,2	35,5

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	469,9	1,4	2,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	476,9	3,6	8,6
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	353,1	5,0	0,2
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	16,5	0,1	2,4
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	468,6	3,4	-8,7
MaxN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	2537,1	13,8	35,5

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

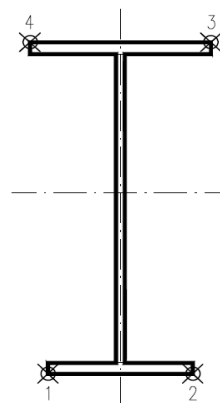
$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1785004,1}{4689060,0}$	+	$\frac{13460687,5}{341405514}$	+	$\frac{4895156,3}{597912500}$	=	0,428	0,89
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1785004,1}{4689060,0}$	+	$\frac{13460687,5}{341405514}$	+	$\frac{-4895156,3}{597912500}$	=	0,412	1,13
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1785004,1}{4689060,0}$	+	$\frac{-13460688}{526333500}$	+	$\frac{-4895156,3}{573996000}$	=	0,347	1,44
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1785004,1}{4689060,0}$	+	$\frac{-13460688}{526333500}$	+	$\frac{4895156,3}{573996000}$	=	0,364	1,10

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2537099,4}{4689060,0}$	+	$\frac{13807201}{341405514}$	+	$\frac{35460000,0}{597912500}$	=	0,641
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2537099,4}{4689060,0}$	+	$\frac{13807201}{341405514}$	+	$\frac{-35460000,0}{597912500}$	=	0,522
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2537099,4}{4689060,0}$	+	$\frac{-13807201}{526333500}$	+	$\frac{-35460000,0}{573996000}$	=	0,453
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2537099,4}{4689060,0}$	+	$\frac{-13807201}{526333500}$	+	$\frac{35460000,0}{573996000}$	=	0,577

$Z_{LM71} =$ **0,89** z napětí v dolních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	17,4	-0,4	0,6	0,6	17,6	17,6	17,4	0,6	0,6	0,6	18,5	18,5
2	20,3	-1,1	2,3	2,3	21,6	21,6	20,3	1,7	2,3	2,3	24,2	24,2
3	13,7	-1,4	0,0	0,0	12,4	12,4	13,7	2,1	0,0	0,0	15,8	15,8
4	1,3	-0,1	1,2	1,2	2,4	2,4	1,3	0,1	1,1	1,1	2,5	2,5
5	35,1	-1,8	-4,2	-4,2	29,1	29,1	35,1	2,7	-4,0	-4,0	33,8	33,8
MaxN	85,3	-3,2	11,5	11,5	93,5	93,5	85,3	5,0	11,0	11,0	101,3	101,3

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	23,7	-0,5	0,8	0,8	24,0	24,0	23,7	0,8	0,8	0,8	25,3	25,3
2	24,1	-1,3	2,8	2,8	25,6	25,6	24,1	2,0	2,7	2,7	28,7	28,7
3	17,8	-1,8	0,1	0,1	16,1	16,1	17,8	2,7	0,0	0,0	20,6	20,6
4	0,8	0,0	0,8	0,8	1,6	1,6	0,8	0,1	0,7	0,7	1,6	1,6
5	23,7	-1,2	-2,8	-2,8	19,7	19,7	23,7	1,8	-2,7	-2,7	22,8	22,8
MaxN	128,1	-4,9	11,5	11,5	134,8	134,8	128,1	7,5	11,0	11,0	146,7	146,7

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
f_u =	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d}$ =	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,04	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A_{net} =	1,9798E+04 mm ²	plocha průřezu - oslabená
A =	2,5210E+04 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
I_y =	3,3957E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	6,9435E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	131,0 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	187,3 mm	poloměr setrvačnosti

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd}$ =	4689,1 kN
$N_{u,Rd}$ =	5356,8 kN
N_{Rd} =	min (4689,1; 5356,8)
N_{Rd} =	4689,1 kN

d =	305 mm	celková výška průřezu
z_h =	120 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	185 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

b_{hor} =	450 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$ =	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$ =	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	432 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$ =	216 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$ =	216 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H}$ =	2,8298E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	1,8355E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	3,0860E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	3,2146E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	3,0860E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	3,2146E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

μ_M =	1,11	součinitel vlivu excentricity
α =	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
ξ =	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	344,1	1,0	1,8
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	401,6	3,0	7,3
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	247,2	3,5	0,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	23,1	0,2	3,3
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	694,2	5,0	-12,9
MaxN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1688,7	9,2	35,5

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	469,9	1,4	2,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	476,9	3,6	8,6
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	321,4	4,5	0,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	15,0	0,1	2,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	468,6	3,4	-8,7
MaxN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	2537,1	13,8	35,5

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

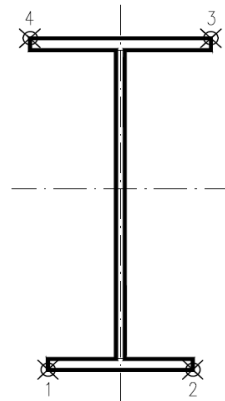
$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1751738,7}{4689060,0}$	+	$\frac{13002632,5}{341405514}$	+	$\frac{4667006,3}{597912500}$	=	0,419	0,91
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1751738,7}{4689060,0}$	+	$\frac{13002632,5}{341405514}$	+	$\frac{-4667006,3}{597912500}$	=	0,404	1,14
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1751738,7}{4689060,0}$	+	$\frac{-13002633}{526333500}$	+	$\frac{-4667006,3}{573996000}$	=	0,341	1,46
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1751738,7}{4689060,0}$	+	$\frac{-13002633}{526333500}$	+	$\frac{4667006,3}{573996000}$	=	0,357	1,12

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2537099,4}{4689060,0}$	+	$\frac{13807201}{341405514}$	+	$\frac{35460000,0}{597912500}$	=	0,641
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2537099,4}{4689060,0}$	+	$\frac{13807201}{341405514}$	+	$\frac{-35460000,0}{597912500}$	=	0,522
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2537099,4}{4689060,0}$	+	$\frac{-13807201}{526333500}$	+	$\frac{-35460000,0}{573996000}$	=	0,453
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2537099,4}{4689060,0}$	+	$\frac{-13807201}{526333500}$	+	$\frac{35460000,0}{573996000}$	=	0,577

$Z_{LM71} =$ **0,91** z napětí v dolních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	17,4	-0,4	0,6	0,6	17,6	17,6	17,4	0,6	0,6	0,6	18,5	18,5
2	20,3	-1,1	2,3	2,3	21,6	21,6	20,3	1,7	2,3	2,3	24,2	24,2
3	12,5	-1,2	0,0	0,0	11,3	11,3	12,5	1,9	0,0	0,0	14,4	14,4
4	1,2	-0,1	1,1	1,1	2,2	2,2	1,2	0,1	1,0	1,0	2,3	2,3
5	35,1	-1,8	-4,2	-4,2	29,1	29,1	35,1	2,7	-4,0	-4,0	33,8	33,8
MaxN	85,3	-3,2	11,5	11,5	93,5	93,5	85,3	5,0	11,0	11,0	101,3	101,3

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	23,7	-0,5	0,8	0,8	24,0	24,0	23,7	0,8	0,8	0,8	25,3	25,3
2	24,1	-1,3	2,8	2,8	25,6	25,6	24,1	2,0	2,7	2,7	28,7	28,7
3	16,2	-1,6	0,0	0,0	14,7	14,7	16,2	2,5	0,0	0,0	18,7	18,7
4	0,8	0,0	0,7	0,7	1,4	1,4	0,8	0,1	0,7	0,7	1,5	1,5
5	23,7	-1,2	-2,8	-2,8	19,7	19,7	23,7	1,8	-2,7	-2,7	22,8	22,8
MaxN	128,1	-4,9	11,5	11,5	134,8	134,8	128,1	7,5	11,0	11,0	146,7	146,7

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
f_u	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d}$	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
E	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0}	1,10	
γ_{M1}	1,20	
γ_{M2}	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ	1,04	dynam. součinitel vypočtený
ϕ	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A_{net}	8,5040E+03 mm ²	plocha průřezu - oslabená
A	1,0880E+04 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
I_y	1,4929E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z	3,0802E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y	132,5 mm	poloměr setrvačnosti
i_z	190,3 mm	poloměr setrvačnosti

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd}$	2023,7 kN
$N_{u,Rd}$	2301,0 kN
N_{Rd}	min (2023,7; 2301)
N_{Rd}	2023,7 kN

d	290 mm	celková výška průřezu
zh	122 mm	vzdálenost horních krajních vláken
zd	168 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

b_{hor}	416 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$	208 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$	208 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol}	450 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H}$	1,2237E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$	8,8863E+05 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$	1,4809E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$	1,3690E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$	1,4809E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$	1,3690E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

μ_M	1,11	součinitel vlivu excentricity
α	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
ξ	1,00	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10a

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,4375	1	1	78,2	-1,8	2,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,25	1	1	73,8	-14,3	1,3
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	728,4	-22,3	23,6
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	34,8	0,0	1,5
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	221,8	-4,9	10,7
MaxN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	0,8	1	650,1	1,3	15,6

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	Ψ_0	gr11	N	My	Mz
					kN	kNm	kNm
1	VI. tíha	1,4375	1	1	112,5	-2,5	2,8
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,25	1	1	92,3	-17,9	1,6
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	946,9	-29,0	30,7
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	22,6	0,0	1,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	149,7	-3,3	7,2
MaxN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	0,8	1	781,4	1,3	18,8

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1323972,8}{2023680,0}$	+	$\frac{-52733375,0}{165285357}$	+	$\frac{43318500,0}{254629867}$	=	0,505	1,06
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1323972,8}{2023680,0}$	+	$\frac{-52733375,0}{165285357}$	+	$\frac{-43318500,0}{254629867}$	=	0,165	2,61
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1323972,8}{2023680,0}$	+	$\frac{52733375}{227606066}$	+	$\frac{-43318500,0}{275440962}$	=	0,729	0,87
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1323972,8}{2023680,0}$	+	$\frac{52733375}{227606066}$	+	$\frac{43318500,0}{275440962}$	=	1,043	-0,10

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{781424,5}{2023680,0}$	+	$\frac{1280000}{165285357}$	+	$\frac{18798225,7}{254629867}$	=	0,468
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{781424,5}{2023680,0}$	+	$\frac{1280000}{165285357}$	+	$\frac{-18798225,7}{254629867}$	=	0,320
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{781424,5}{2023680,0}$	+	$\frac{-1280000}{227606066}$	+	$\frac{-18798225,7}{275440962}$	=	0,312
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{781424,5}{2023680,0}$	+	$\frac{-1280000}{227606066}$	+	$\frac{18798225,7}{275440962}$	=	0,449

$Z_{LM71} =$ **-0,10** z napětí v horních levých vláknech

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	9,2	1,4	1,3	1,3	12,0	12,0	9,2	-2,0	1,4	1,4	8,7	8,7
2	8,7	11,7	0,8	0,8	21,2	21,2	8,7	-16,1	0,9	0,9	-6,5	-6,5
3	85,7	18,2	16,0	16,0	119,8	119,8	85,7	-25,1	17,3	17,3	77,8	77,8
4	4,1	0,0	1,0	1,0	5,1	5,1	4,1	0,0	1,1	1,1	5,2	5,2
5	26,1	4,0	7,2	7,2	37,3	37,3	26,1	-5,5	7,8	7,8	28,4	28,4
MaxN	76,5	-1,0	10,6	10,6	86,0	86,0	76,5	1,4	11,4	11,4	89,3	89,3

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	13,2	2,1	1,9	1,9	17,2	17,2	13,2	-2,8	2,1	2,1	12,5	12,5
2	10,9	14,6	1,1	1,1	26,5	26,5	10,9	-20,1	1,1	1,1	-8,1	-8,1
3	111,3	23,7	20,7	20,7	155,8	155,8	111,3	-32,6	22,4	22,4	101,2	101,2
4	2,7	0,0	0,7	0,7	3,3	3,3	2,7	0,0	0,7	0,7	3,3	3,3
5	17,6	2,7	4,9	4,9	25,2	25,2	17,6	-3,7	5,3	5,3	19,1	19,1
MaxN	91,9	-1,0	12,7	12,7	103,5	103,5	91,9	1,4	13,7	13,7	107,1	107,1

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
f_u =	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d}$ =	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,04	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A_{net} =	8,5040E+03 mm ²	plocha průřezu - oslabená
A =	1,0880E+04 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
I_y =	1,4929E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	3,0802E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	132,5 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	190,3 mm	poloměr setrvačnosti

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd}$ =	2023,7 kN
$N_{u,Rd}$ =	2301,0 kN
N_{Rd} =	min (2023,7; 2301)
N_{Rd} =	2023,7 kN

d =	290 mm	celková výška průřezu
z_h =	122 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	168 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

b_{hor} =	416 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$ =	208 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$ =	208 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	450 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$ =	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$ =	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H}$ =	1,2237E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	8,8863E+05 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	1,4809E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	1,3690E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	1,4809E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	1,3690E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

μ_M =	1,11	součinitel vlivu excentricity
α =	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
ξ =	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	78,2	-1,8	2,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	73,8	-14,3	1,3
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	389,7	-11,9	12,6
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	18,6	0,0	0,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	221,8	-4,9	10,7
MaxN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	650,1	1,3	15,6

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	106,8	-2,4	2,7
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	87,7	-17,0	1,5
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	506,6	-15,5	16,4
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	12,1	0,0	0,5
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	149,7	-3,3	7,2
MaxN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	976,8	1,3	23,5

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{1,rs} =$	$\frac{862919,3}{2023680,0}$	+	$\frac{-38220778,8}{165285357}$	+	$\frac{28360352,5}{254629867}$	=	0,307	1,19
2	$\eta_{1,rs} =$	$\frac{862919,3}{2023680,0}$	+	$\frac{-38220778,8}{165285357}$	+	$\frac{-28360352,5}{254629867}$	=	0,084	2,30
3	$\eta_{1,rs} =$	$\frac{862919,3}{2023680,0}$	+	$\frac{38220779}{227606066}$	+	$\frac{-28360352,5}{275440962}$	=	0,491	1,30
4	$\eta_{1,rs} =$	$\frac{862919,3}{2023680,0}$	+	$\frac{38220779}{227606066}$	+	$\frac{28360352,5}{275440962}$	=	0,697	0,54

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{1,LM71} =$	$\frac{976780,6}{2023680,0}$	+	$\frac{1280000}{165285357}$	+	$\frac{23497782,1}{254629867}$	=	0,583
2	$\eta_{1,LM71} =$	$\frac{976780,6}{2023680,0}$	+	$\frac{1280000}{165285357}$	+	$\frac{-23497782,1}{254629867}$	=	0,398
3	$\eta_{1,LM71} =$	$\frac{976780,6}{2023680,0}$	+	$\frac{-1280000}{227606066}$	+	$\frac{-23497782,1}{275440962}$	=	0,392
4	$\eta_{1,LM71} =$	$\frac{976780,6}{2023680,0}$	+	$\frac{-1280000}{227606066}$	+	$\frac{23497782,1}{275440962}$	=	0,562

$Z_{LM71} =$ **0,54** z napětí v horních levých vláknech

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	9,2	1,4	1,3	1,3	12,0	12,0	9,2	-2,0	1,4	1,4	8,7	8,7
2	8,7	11,7	0,8	0,8	21,2	21,2	8,7	-16,1	0,9	0,9	-6,5	-6,5
3	45,8	9,7	8,5	8,5	64,1	64,1	45,8	-13,4	9,2	9,2	41,6	41,6
4	2,2	0,0	0,5	0,5	2,8	2,8	2,2	0,0	0,6	0,6	2,8	2,8
5	26,1	4,0	7,2	7,2	37,3	37,3	26,1	-5,5	7,8	7,8	28,4	28,4
MaxN	76,5	-1,0	10,6	10,6	86,0	86,0	76,5	1,4	11,4	11,4	89,3	89,3

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	12,6	2,0	1,8	1,8	16,3	16,3	12,6	-2,7	2,0	2,0	11,9	11,9
2	10,3	13,9	1,0	1,0	25,2	25,2	10,3	-19,1	1,1	1,1	-7,7	-7,7
3	59,6	12,7	11,1	11,1	83,3	83,3	59,6	-17,5	12,0	12,0	54,1	54,1
4	1,4	0,0	0,4	0,4	1,8	1,8	1,4	0,0	0,4	0,4	1,8	1,8
5	17,6	2,7	4,9	4,9	25,2	25,2	17,6	-3,7	5,3	5,3	19,1	19,1
MaxN	114,9	-1,0	15,9	15,9	129,7	129,7	114,9	1,4	17,2	17,2	133,5	133,5

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
f_u =	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d}$ =	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,04	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A_{net} =	8,5040E+03 mm ²	plocha průřezu - oslabená
A =	1,0880E+04 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
I_y =	1,4929E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	3,0802E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	132,5 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	190,3 mm	poloměr setrvačnosti

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd}$ =	2023,7 kN
$N_{u,Rd}$ =	2301,0 kN
N_{Rd} =	min (2023,7; 2301)
N_{Rd} =	2023,7 kN

d =	290 mm	celková výška průřezu
z_h =	122 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	168 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

b_{hor} =	416 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$ =	208 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$ =	208 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	450 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$ =	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$ =	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H}$ =	1,2237E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	8,8863E+05 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	1,4809E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	1,3690E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	1,4809E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	1,3690E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

μ_M =	1,11	součinitel vlivu excentricity
α =	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
ξ =	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	76,5	-1,5	-4,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	20,0	-10,0	14,1
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1			
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	2,3	-3,3	3,6
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	236,4	5,1	-16,8
UL Vz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	528,2	-42,3	-32,0

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	104,4	-2,1	-5,4
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	23,8	-11,9	16,7
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	0,0	0,0	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	1,5	-2,1	2,3
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	159,5	3,4	-11,3
UL Vz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	793,6	-63,5	-48,0

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{1,rs} =$	$\frac{289227,9}{2023680,0}$	+	$\frac{-12716687,5}{165285357}$	+	$\frac{2249781,3}{254629867}$	=	0,075	5,12
2	$\eta_{1,rs} =$	$\frac{289227,9}{2023680,0}$	+	$\frac{-12716687,5}{165285357}$	+	$\frac{-2249781,3}{254629867}$	=	0,057	4,80
3	$\eta_{1,rs} =$	$\frac{289227,9}{2023680,0}$	+	$\frac{12716688}{227606066}$	+	$\frac{-2249781,3}{275440962}$	=	0,191	0,96
4	$\eta_{1,rs} =$	$\frac{289227,9}{2023680,0}$	+	$\frac{12716688}{227606066}$	+	$\frac{2249781,3}{275440962}$	=	0,207	1,60

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{1,LM71} =$	$\frac{793636,1}{2023680,0}$	+	$\frac{-63522137}{165285357}$	+	$\frac{-48032231,0}{254629867}$	=	0,181
2	$\eta_{1,LM71} =$	$\frac{793636,1}{2023680,0}$	+	$\frac{-63522137}{165285357}$	+	$\frac{48032231,0}{254629867}$	=	0,196
3	$\eta_{1,LM71} =$	$\frac{793636,1}{2023680,0}$	+	$\frac{63522137}{227606066}$	+	$\frac{48032231,0}{275440962}$	=	0,846
4	$\eta_{1,LM71} =$	$\frac{793636,1}{2023680,0}$	+	$\frac{63522137}{227606066}$	+	$\frac{-48032231,0}{275440962}$	=	0,497

$Z_{LM71} =$ **0,96** z napětí v horních pravých vláknech

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	9,0	1,3	-2,7	-2,7	7,6	7,6	9,0	-1,7	-2,9	-2,9	4,3	4,3
2	2,4	8,2	9,5	9,5	20,0	20,0	2,4	-11,3	10,3	10,3	1,3	1,3
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,3	2,7	2,4	2,4	5,4	5,4	0,3	-3,7	2,6	2,6	-0,8	-0,8
5	27,8	-4,2	-11,3	-11,3	12,3	12,3	27,8	5,7	-12,2	-12,2	21,3	21,3
UL Vz	62,1	34,6	-21,6	-21,6	75,1	75,1	62,1	-47,6	-23,4	-23,4	-8,8	-8,8

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	12,3	1,7	-3,7	-3,7	10,3	10,3	12,3	-2,4	-4,0	-4,0	5,9	5,9
2	2,8	9,7	11,3	11,3	23,8	23,8	2,8	-13,4	12,2	12,2	1,6	1,6
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,2	1,7	1,6	1,6	3,5	3,5	0,2	-2,4	1,7	1,7	-0,5	-0,5
5	18,8	-2,8	-7,6	-7,6	8,3	8,3	18,8	3,9	-8,3	-8,3	14,4	14,4
UL Vz	93,3	51,9	-32,4	-32,4	112,8	112,8	93,3	-71,5	-35,1	-35,1	-13,2	-13,2

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$f_u =$	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d} =$	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A_{net} =$	8,5040E+03 mm ²	plocha průřezu - oslabená
$A =$	1,0880E+04 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
$I_y =$	1,4929E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	3,0802E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	132,5 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	190,3 mm	poloměr setrvačnosti

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd} =$	2023,7 kN
$N_{u,Rd} =$	2301,0 kN
$N_{Rd} =$	min (2023,7; 2301)
$N_{Rd} =$	2023,7 kN

$d =$	290 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	122 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	168 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

$b_{hor} =$	416 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	208 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	208 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	450 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H} =$	1,2237E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	8,8863E+05 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	1,4809E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	1,3690E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	1,4809E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	1,3690E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	76,5	-1,5	-4,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	20,0	-10,0	14,1
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	0,0	0,0	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	2,2	-3,1	3,4
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	236,4	5,1	-16,8
UL Vz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	528,2	-42,3	-32,0

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	104,4	-2,1	-5,4
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	23,8	-11,9	16,7
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	0,0	0,0	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	1,5	-2,0	2,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	159,5	3,4	-11,3
UL Vz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	793,6	-63,5	-48,0

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{1,rs} =$	$\frac{289167,1}{2023680,0}$	+	$\frac{-12631407,5}{165285357}$	+	$\frac{2156961,3}{254629867}$	=	0,075	5,12
2	$\eta_{1,rs} =$	$\frac{289167,1}{2023680,0}$	+	$\frac{-12631407,5}{165285357}$	+	$\frac{-2156961,3}{254629867}$	=	0,058	4,79
3	$\eta_{1,rs} =$	$\frac{289167,1}{2023680,0}$	+	$\frac{12631408}{227606066}$	+	$\frac{-2156961,3}{275440962}$	=	0,191	0,96
4	$\eta_{1,rs} =$	$\frac{289167,1}{2023680,0}$	+	$\frac{12631408}{227606066}$	+	$\frac{2156961,3}{275440962}$	=	0,206	1,60

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{1,LM71} =$	$\frac{793636,1}{2023680,0}$	+	$\frac{-63522137}{165285357}$	+	$\frac{-48032231,0}{254629867}$	=	0,181
2	$\eta_{1,LM71} =$	$\frac{793636,1}{2023680,0}$	+	$\frac{-63522137}{165285357}$	+	$\frac{48032231,0}{254629867}$	=	0,196
3	$\eta_{1,LM71} =$	$\frac{793636,1}{2023680,0}$	+	$\frac{63522137}{227606066}$	+	$\frac{48032231,0}{275440962}$	=	0,846
4	$\eta_{1,LM71} =$	$\frac{793636,1}{2023680,0}$	+	$\frac{63522137}{227606066}$	+	$\frac{-48032231,0}{275440962}$	=	0,497

$Z_{LM71} =$ **0,96** z napětí v horních pravých vláknech

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	9,0	1,3	-2,7	-2,7	7,6	7,6	9,0	-1,7	-2,9	-2,9	4,3	4,3
2	2,4	8,2	9,5	9,5	20,0	20,0	2,4	-11,3	10,3	10,3	1,3	1,3
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,3	2,6	2,3	2,3	5,2	5,2	0,3	-3,5	2,5	2,5	-0,8	-0,8
5	27,8	-4,2	-11,3	-11,3	12,3	12,3	27,8	5,7	-12,2	-12,2	21,3	21,3
UL Vz	62,1	34,6	-21,6	-21,6	75,1	75,1	62,1	-47,6	-23,4	-23,4	-8,8	-8,8

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	12,3	1,7	-3,7	-3,7	10,3	10,3	12,3	-2,4	-4,0	-4,0	5,9	5,9
2	2,8	9,7	11,3	11,3	23,8	23,8	2,8	-13,4	12,2	12,2	1,6	1,6
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,2	1,7	1,5	1,5	3,3	3,3	0,2	-2,3	1,6	1,6	-0,5	-0,5
5	18,8	-2,8	-7,6	-7,6	8,3	8,3	18,8	3,9	-8,3	-8,3	14,4	14,4
UL Vz	93,3	51,9	-32,4	-32,4	112,8	112,8	93,3	-71,5	-35,1	-35,1	-13,2	-13,2

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$f_u =$	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d} =$	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A_{net} =$	1,4976E+04 mm ²	plocha průřezu - oslabená
$A =$	1,9200E+04 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
$I_y =$	2,5040E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	5,8232E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	129,3 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	197,2 mm	poloměr setrvačnosti

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd} =$	3571,2 kN
$N_{u,Rd} =$	4052,1 kN
$N_{Rd} =$	min (3571,2; 4052,1)
$N_{Rd} =$	3571,2 kN

$d =$	296 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	126 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	170 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

$b_{hor} =$	432 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	216 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	216 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	450 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H} =$	1,9873E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,4729E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	2,6959E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	2,5881E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	2,6959E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	2,5881E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	169,3	-0,8	0,7
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	45,5	-24,8	4,8
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	92,7	-2,0	6,2
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	162,3	0,4	-2,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	641,1	0,8	-5,2
MaxN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1650,5	15,0	8,0

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	231,3	-1,1	0,9
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	54,0	-29,4	5,7
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	120,5	-2,5	8,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	105,5	0,3	-1,4
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	432,8	0,6	-3,5
MaxN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	2479,8	15,0	12,1

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{1,rs} =$	$\frac{944024,6}{3571200,0}$	+	$\frac{-32175062,5}{273967059}$	+	$\frac{9822468,8}{481384533}$	=	0,167	1,08
2	$\eta_{1,rs} =$	$\frac{944024,6}{3571200,0}$	+	$\frac{-32175062,5}{273967059}$	+	$\frac{-9822468,8}{481384533}$	=	0,126	1,21
3	$\eta_{1,rs} =$	$\frac{944024,6}{3571200,0}$	+	$\frac{32175063}{369638095}$	+	$\frac{-9822468,8}{501442222}$	=	0,332	1,06
4	$\eta_{1,rs} =$	$\frac{944024,6}{3571200,0}$	+	$\frac{32175063}{369638095}$	+	$\frac{9822468,8}{501442222}$	=	0,371	0,93

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{1,LM71} =$	$\frac{2479752,2}{3571200,0}$	+	$\frac{15030000}{273967059}$	+	$\frac{12079422,5}{481384533}$	=	0,774
2	$\eta_{1,LM71} =$	$\frac{2479752,2}{3571200,0}$	+	$\frac{15030000}{273967059}$	+	$\frac{-12079422,5}{481384533}$	=	0,724
3	$\eta_{1,LM71} =$	$\frac{2479752,2}{3571200,0}$	+	$\frac{-15030000}{369638095}$	+	$\frac{-12079422,5}{501442222}$	=	0,630
4	$\eta_{1,LM71} =$	$\frac{2479752,2}{3571200,0}$	+	$\frac{-15030000}{369638095}$	+	$\frac{12079422,5}{501442222}$	=	0,678

$Z_{LM71} =$ **0,93** z napětí v horních levých vláknech

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	11,3	0,4	0,2	0,2	11,9	11,9	11,3	-0,5	0,3	0,3	11,0	11,0
2	3,0	12,5	1,8	1,8	17,3	17,3	3,0	-16,8	1,8	1,8	-11,9	-11,9
3	6,2	1,0	2,3	2,3	9,5	9,5	6,2	-1,3	2,4	2,4	7,3	7,3
4	10,8	-0,2	-0,8	-0,8	9,8	9,8	10,8	0,3	-0,8	-0,8	10,3	10,3
5	42,8	-0,4	-1,9	-1,9	40,5	40,5	42,8	0,6	-2,0	-2,0	41,4	41,4
MaxN	110,2	-7,6	3,0	3,0	105,6	105,6	110,2	10,2	3,1	3,1	123,5	123,5

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	15,4	0,5	0,3	0,3	16,3	16,3	15,4	-0,7	0,4	0,4	15,1	15,1
2	3,6	14,8	2,1	2,1	20,5	20,5	3,6	-20,0	2,2	2,2	-14,2	-14,2
3	8,0	1,3	3,0	3,0	12,3	12,3	8,0	-1,7	3,1	3,1	9,5	9,5
4	7,0	-0,1	-0,5	-0,5	6,4	6,4	7,0	0,2	-0,5	-0,5	6,7	6,7
5	28,9	-0,3	-1,3	-1,3	27,3	27,3	28,9	0,4	-1,3	-1,3	27,9	27,9
MaxN	165,6	-7,6	4,5	4,5	162,5	162,5	165,6	10,2	4,7	4,7	180,5	180,5

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
f_u =	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d}$ =	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,04	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A_{net} =	1,4976E+04 mm ²	plocha průřezu - oslabená
A =	1,9200E+04 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
I_y =	2,5040E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	5,8232E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	129,3 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	197,2 mm	poloměr setrvačnosti

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd}$ =	3571,2 kN
$N_{u,Rd}$ =	4052,1 kN
N_{Rd} =	min (3571,2; 4052,1)
N_{Rd} =	3571,2 kN

d =	296 mm	celková výška průřezu
z_h =	126 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	170 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

b_{hor} =	432 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$ =	216 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$ =	216 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	450 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$ =	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$ =	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H}$ =	1,9873E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	1,4729E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	2,6959E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	2,5881E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	2,6959E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	2,5881E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

μ_M =	1,11	součinitel vlivu excentricity
α =	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
ξ =	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	169,3	-0,8	0,7
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	45,5	-24,8	4,8
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	87,2	-1,8	5,9
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	152,5	0,4	-2,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	641,1	0,8	-5,2
MaxN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1650,5	15,0	8,0

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	231,3	-1,1	0,9
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	54,0	-29,4	5,7
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	113,3	-2,4	7,6
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	99,2	0,3	-1,3
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	432,8	0,6	-3,5
MaxN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	2479,8	15,0	12,1

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{930463,5}{3571200,0}$	+	$\frac{-32040122,5}{273967059}$	+	$\frac{9419208,8}{481384533}$	=	0,163	1,08
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{930463,5}{3571200,0}$	+	$\frac{-32040122,5}{273967059}$	+	$\frac{-9419208,8}{481384533}$	=	0,124	1,21
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{930463,5}{3571200,0}$	+	$\frac{32040123}{369638095}$	+	$\frac{-9419208,8}{501442222}$	=	0,328	1,07
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{930463,5}{3571200,0}$	+	$\frac{32040123}{369638095}$	+	$\frac{9419208,8}{501442222}$	=	0,366	0,94

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2479752,2}{3571200,0}$	+	$\frac{15030000}{273967059}$	+	$\frac{12079422,5}{481384533}$	=	0,774
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2479752,2}{3571200,0}$	+	$\frac{15030000}{273967059}$	+	$\frac{-12079422,5}{481384533}$	=	0,724
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2479752,2}{3571200,0}$	+	$\frac{-15030000}{369638095}$	+	$\frac{-12079422,5}{501442222}$	=	0,630
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2479752,2}{3571200,0}$	+	$\frac{-15030000}{369638095}$	+	$\frac{12079422,5}{501442222}$	=	0,678

$Z_{LM71} =$ **0,94** z napětí v horních levých vláknech

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	11,3	0,4	0,2	0,2	11,9	11,9	11,3	-0,5	0,3	0,3	11,0	11,0
2	3,0	12,5	1,8	1,8	17,3	17,3	3,0	-16,8	1,8	1,8	-11,9	-11,9
3	5,8	0,9	2,2	2,2	8,9	8,9	5,8	-1,2	2,3	2,3	6,8	6,8
4	10,2	-0,2	-0,7	-0,7	9,2	9,2	10,2	0,3	-0,8	-0,8	9,7	9,7
5	42,8	-0,4	-1,9	-1,9	40,5	40,5	42,8	0,6	-2,0	-2,0	41,4	41,4
MaxN	110,2	-7,6	3,0	3,0	105,6	105,6	110,2	10,2	3,1	3,1	123,5	123,5

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	15,4	0,5	0,3	0,3	16,3	16,3	15,4	-0,7	0,4	0,4	15,1	15,1
2	3,6	14,8	2,1	2,1	20,5	20,5	3,6	-20,0	2,2	2,2	-14,2	-14,2
3	7,6	1,2	2,8	2,8	11,6	11,6	7,6	-1,6	2,9	2,9	8,9	8,9
4	6,6	-0,1	-0,5	-0,5	6,0	6,0	6,6	0,2	-0,5	-0,5	6,3	6,3
5	28,9	-0,3	-1,3	-1,3	27,3	27,3	28,9	0,4	-1,3	-1,3	27,9	27,9
MaxN	165,6	-7,6	4,5	4,5	162,5	162,5	165,6	10,2	4,7	4,7	180,5	180,5

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
f_u =	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d}$ =	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,04	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A_{net} =	1,4976E+04 mm ²	plocha průřezu - oslabená
A =	1,9200E+04 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
I_y =	2,5040E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	5,8232E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	129,3 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	197,2 mm	poloměr setrvačnosti

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd}$ =	3571,2 kN
$N_{u,Rd}$ =	4052,1 kN
N_{Rd} =	min (3571,2; 4052,1)
N_{Rd} =	3571,2 kN

d =	296 mm	celková výška průřezu
z_h =	126 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	170 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

b_{hor} =	432 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$ =	216 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$ =	216 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	450 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$ =	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$ =	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H}$ =	1,9873E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	1,4729E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	2,6959E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	2,5881E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	2,6959E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	2,5881E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

μ_M =	1,11	součinitel vlivu excentricity
α =	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
ξ =	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	168,3	-0,1	-1,4
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	41,2	26,8	-4,9
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	27,7	3,1	-6,5
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	169,0	3,2	-4,3
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	694,7	12,1	-8,4
MaxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1504,6	35,7	-20,8

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	229,9	-0,2	-2,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	48,9	31,8	-5,9
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	18,0	2,0	-4,2
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	219,7	4,2	-5,6
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	468,9	8,2	-5,7
MaxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	2260,5	53,6	-31,3

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{985485,2}{3571200,0}$	+	$\frac{46053718,8}{273967059}$	+	$\frac{-23259968,8}{481384533}$	=	0,396	0,79
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{985485,2}{3571200,0}$	+	$\frac{46053718,8}{273967059}$	+	$\frac{23259968,8}{481384533}$	=	0,492	0,57
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{985485,2}{3571200,0}$	+	$\frac{-46053719}{369638095}$	+	$\frac{23259968,8}{501442222}$	=	0,198	1,46
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{985485,2}{3571200,0}$	+	$\frac{-46053719}{369638095}$	+	$\frac{-23259968,8}{501442222}$	=	0,105	2,10

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2260519,7}{3571200,0}$	+	$\frac{53591169}{273967059}$	+	$\frac{-31265271,4}{481384533}$	=	0,764
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2260519,7}{3571200,0}$	+	$\frac{53591169}{273967059}$	+	$\frac{31265271,4}{481384533}$	=	0,894
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2260519,7}{3571200,0}$	+	$\frac{-53591169}{369638095}$	+	$\frac{31265271,4}{501442222}$	=	0,550
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2260519,7}{3571200,0}$	+	$\frac{-53591169}{369638095}$	+	$\frac{-31265271,4}{501442222}$	=	0,426

$Z_{LM71} =$ **0,57** z napětí v dolních pravých vláknech

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	11,2	0,1	-0,5	-0,5	10,8	10,8	11,2	-0,1	-0,6	-0,6	10,6	10,6
2	2,7	-13,5	-1,8	-1,8	-12,6	-12,6	2,7	18,2	-1,9	-1,9	19,1	19,1
3	1,9	-1,5	-2,4	-2,4	-2,1	-2,1	1,9	2,1	-2,5	-2,5	1,4	1,4
4	11,3	-1,6	-1,6	-1,6	8,1	8,1	11,3	2,2	-1,7	-1,7	11,8	11,8
5	46,4	-6,1	-3,1	-3,1	37,2	37,2	46,4	8,2	-3,2	-3,2	51,4	51,4
MaxMy	100,5	-17,9	-7,7	-7,7	74,8	74,8	100,5	24,2	-8,0	-8,0	116,6	116,6

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	15,4	0,1	-0,7	-0,7	14,7	14,7	15,4	-0,1	-0,8	-0,8	14,5	14,5
2	3,3	-16,0	-2,2	-2,2	-14,9	-14,9	3,3	21,6	-2,3	-2,3	22,6	22,6
3	1,2	-1,0	-1,6	-1,6	-1,4	-1,4	1,2	1,4	-1,6	-1,6	0,9	0,9
4	14,7	-2,1	-2,1	-2,1	10,5	10,5	14,7	2,8	-2,1	-2,1	15,4	15,4
5	31,3	-4,1	-2,1	-2,1	25,1	25,1	31,3	5,6	-2,2	-2,2	34,7	34,7
MaxMy	150,9	-27,0	-11,6	-11,6	112,4	112,4	150,9	36,4	-12,1	-12,1	175,2	175,2

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
f_u =	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d}$ =	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,04	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A_{net} =	1,4976E+04 mm ²	plocha průřezu - oslabená
A =	1,9200E+04 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
I_y =	2,5040E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	5,8232E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	129,3 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	197,2 mm	poloměr setrvačnosti

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd}$ =	3571,2 kN
$N_{u,Rd}$ =	4052,1 kN
N_{Rd} =	min (3571,2; 4052,1)
N_{Rd} =	3571,2 kN

d =	296 mm	celková výška průřezu
z_h =	126 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	170 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

b_{hor} =	432 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$ =	216 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$ =	216 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	450 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$ =	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$ =	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H}$ =	1,9873E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	1,4729E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	2,6959E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	2,5881E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	2,6959E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	2,5881E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

μ_M =	1,11	součinitel vlivu excentricity
α =	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
ξ =	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	168,3	-0,1	-1,4
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	41,2	26,8	-4,9
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	17,1	1,9	-4,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	103,9	2,0	-2,6
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	694,7	12,1	-8,4
MaxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1504,6	35,7	-20,8

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	229,9	-0,2	-2,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	48,9	31,8	-5,9
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	11,1	1,2	-2,6
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	135,1	2,6	-3,4
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	468,9	8,2	-5,7
MaxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	2260,5	53,6	-31,3

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{893948,7}{3571200,0}$	+	$\frac{43671338,8}{273967059}$	+	$\frac{-19496208,8}{481384533}$	=	0,369	0,83
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{893948,7}{3571200,0}$	+	$\frac{43671338,8}{273967059}$	+	$\frac{19496208,8}{481384533}$	=	0,450	0,62
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{893948,7}{3571200,0}$	+	$\frac{-43671339}{369638095}$	+	$\frac{19496208,8}{501442222}$	=	0,171	1,51
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{893948,7}{3571200,0}$	+	$\frac{-43671339}{369638095}$	+	$\frac{-19496208,8}{501442222}$	=	0,093	2,13

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2260519,7}{3571200,0}$	+	$\frac{53591169}{273967059}$	+	$\frac{-31265271,4}{481384533}$	=	0,764
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2260519,7}{3571200,0}$	+	$\frac{53591169}{273967059}$	+	$\frac{31265271,4}{481384533}$	=	0,894
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2260519,7}{3571200,0}$	+	$\frac{-53591169}{369638095}$	+	$\frac{31265271,4}{501442222}$	=	0,550
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2260519,7}{3571200,0}$	+	$\frac{-53591169}{369638095}$	+	$\frac{-31265271,4}{501442222}$	=	0,426

$Z_{LM71} =$ **0,62** z napětí v dolních pravých vláknech

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	11,2	0,1	-0,5	-0,5	10,8	10,8	11,2	-0,1	-0,6	-0,6	10,6	10,6
2	2,7	-13,5	-1,8	-1,8	-12,6	-12,6	2,7	18,2	-1,9	-1,9	19,1	19,1
3	1,1	-1,0	-1,5	-1,5	-1,3	-1,3	1,1	1,3	-1,5	-1,5	0,9	0,9
4	6,9	-1,0	-1,0	-1,0	5,0	5,0	6,9	1,3	-1,0	-1,0	7,3	7,3
5	46,4	-6,1	-3,1	-3,1	37,2	37,2	46,4	8,2	-3,2	-3,2	51,4	51,4
MaxMy	100,5	-17,9	-7,7	-7,7	74,8	74,8	100,5	24,2	-8,0	-8,0	116,6	116,6

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	15,4	0,1	-0,7	-0,7	14,7	14,7	15,4	-0,1	-0,8	-0,8	14,5	14,5
2	3,3	-16,0	-2,2	-2,2	-14,9	-14,9	3,3	21,6	-2,3	-2,3	22,6	22,6
3	0,7	-0,6	-1,0	-1,0	-0,8	-0,8	0,7	0,8	-1,0	-1,0	0,6	0,6
4	9,0	-1,3	-1,3	-1,3	6,5	6,5	9,0	1,7	-1,3	-1,3	9,4	9,4
5	31,3	-4,1	-2,1	-2,1	25,1	25,1	31,3	5,6	-2,2	-2,2	34,7	34,7
MaxMy	150,9	-27,0	-11,6	-11,6	112,4	112,4	150,9	36,4	-12,1	-12,1	175,2	175,2

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
f_u =	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d}$ =	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,04	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A_{net} =	1,6224E+04 mm ²	plocha průřezu - oslabená
A =	2,0800E+04 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
I_y =	2,6750E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	6,0366E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	128,4 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	192,9 mm	poloměr setrvačnosti
d =	296 mm	celková výška průřezu
z_h =	117 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	179 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

b_{hor} =	432 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$ =	216 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$ =	216 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	450 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$ =	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$ =	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H}$ =	2,2863E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	1,4944E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	2,7947E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	2,6829E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	2,7947E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	2,6829E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

μ_M =	1,11	součinitel vlivu excentricity
α =	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
ξ =	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd}$ =	3868,8 kN
$N_{u,Rd}$ =	4389,8 kN
N_{Rd} =	min (3868,8; 4389,8)
N_{Rd} =	3868,8 kN

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	176,8	-1,0	1,7
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	172,7	26,5	2,4
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	388,4	-5,5	-3,4
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	150,0	0,8	4,6
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	567,9	6,3	15,6
MaxN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1567,5	11,6	11,5

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	241,5	-1,3	2,3
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	205,1	31,4	2,9
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	504,9	-7,1	-4,4
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	97,5	0,5	3,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	383,3	4,2	10,5
MaxN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	2355,0	17,5	17,3

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1432270,3}{3868800,0}$	+	$\frac{27780843,8}{277960894}$	+	$\frac{14263031,3}{499025600}$	=	0,499	0,71
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1432270,3}{3868800,0}$	+	$\frac{27780843,8}{277960894}$	+	$\frac{-14263031,3}{499025600}$	=	0,442	0,88
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1432270,3}{3868800,0}$	+	$\frac{-27780844}{425256410}$	+	$\frac{-14263031,3}{519818333}$	=	0,277	1,35
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1432270,3}{3868800,0}$	+	$\frac{-27780844}{425256410}$	+	$\frac{14263031,3}{519818333}$	=	0,332	1,11

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2355006,6}{3868800,0}$	+	$\frac{17473095}{277960894}$	+	$\frac{17262756,8}{499025600}$	=	0,706
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2355006,6}{3868800,0}$	+	$\frac{17473095}{277960894}$	+	$\frac{-17262756,8}{499025600}$	=	0,637
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2355006,6}{3868800,0}$	+	$\frac{-17473095}{425256410}$	+	$\frac{-17262756,8}{519818333}$	=	0,534
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2355006,6}{3868800,0}$	+	$\frac{-17473095}{425256410}$	+	$\frac{17262756,8}{519818333}$	=	0,601

$Z_{LM71} =$ **0,71** z napětí v dolních levých vláknech

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	10,9	0,4	0,6	0,6	11,9	11,9	10,9	-0,6	0,6	0,6	10,9	10,9
2	10,6	-11,6	0,9	0,9	-0,1	-0,1	10,6	17,7	0,9	0,9	29,3	29,3
3	23,9	2,4	-1,2	-1,2	25,1	25,1	23,9	-3,7	-1,3	-1,3	19,0	19,0
4	9,2	-0,4	1,7	1,7	10,5	10,5	9,2	0,6	1,7	1,7	11,5	11,5
5	35,0	-2,7	5,6	5,6	37,8	37,8	35,0	4,2	5,8	5,8	45,0	45,0
MaxN	96,6	-5,1	4,1	4,1	95,6	95,6	96,6	7,8	4,3	4,3	108,7	108,7

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	14,9	0,6	0,8	0,8	16,3	16,3	14,9	-0,9	0,8	0,8	14,8	14,8
2	12,6	-13,8	1,0	1,0	-0,1	-0,1	12,6	21,0	1,1	1,1	34,8	34,8
3	31,1	3,1	-1,6	-1,6	32,7	32,7	31,1	-4,8	-1,6	-1,6	24,7	24,7
4	6,0	-0,2	1,1	1,1	6,8	6,8	6,0	0,4	1,1	1,1	7,5	7,5
5	23,6	-1,8	3,8	3,8	25,5	25,5	23,6	2,8	3,9	3,9	30,4	30,4
MaxN	145,2	-7,6	6,2	6,2	143,7	143,7	145,2	11,7	6,4	6,4	163,3	163,3

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
f_u =	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d}$ =	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,04	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A_{net} =	1,6224E+04 mm ²	plocha průřezu - oslabená
A =	2,0800E+04 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
I_y =	2,6750E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	6,0366E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	128,4 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	192,9 mm	poloměr setrvačnosti

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd}$ =	3868,8 kN
$N_{u,Rd}$ =	4389,8 kN
N_{Rd} =	min (3868,8; 4389,8)
N_{Rd} =	3868,8 kN

d =	296 mm	celková výška průřezu
z_h =	117 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	179 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

b_{hor} =	432 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$ =	216 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$ =	216 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	450 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$ =	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$ =	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H}$ =	2,2863E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	1,4944E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	2,7947E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	2,6829E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	2,7947E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	2,6829E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

μ_M =	1,11	součinitel vlivu excentricity
α =	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
ξ =	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	176,8	-1,0	1,7
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	172,7	26,5	2,4
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	292,8	-4,1	-2,6
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	113,1	0,6	3,5
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	567,9	6,3	15,6
MaxN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1567,5	11,6	11,5

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	241,5	-1,3	2,3
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	205,1	31,4	2,9
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	380,7	-5,4	-3,3
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	73,5	0,4	2,3
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	383,3	4,2	10,5
MaxN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	2355,0	17,5	17,3

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1284087,8}{3868800,0}$	+	$\frac{29395833,8}{277960894}$	+	$\frac{14606816,3}{499025600}$	=	0,467	0,75
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1284087,8}{3868800,0}$	+	$\frac{29395833,8}{277960894}$	+	$\frac{-14606816,3}{499025600}$	=	0,408	0,93
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1284087,8}{3868800,0}$	+	$\frac{-29395834}{425256410}$	+	$\frac{-14606816,3}{519818333}$	=	0,235	1,43
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1284087,8}{3868800,0}$	+	$\frac{-29395834}{425256410}$	+	$\frac{14606816,3}{519818333}$	=	0,291	1,18

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2355006,6}{3868800,0}$	+	$\frac{17473095}{277960894}$	+	$\frac{17262756,8}{499025600}$	=	0,706
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2355006,6}{3868800,0}$	+	$\frac{17473095}{277960894}$	+	$\frac{-17262756,8}{499025600}$	=	0,637
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2355006,6}{3868800,0}$	+	$\frac{-17473095}{425256410}$	+	$\frac{-17262756,8}{519818333}$	=	0,534
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2355006,6}{3868800,0}$	+	$\frac{-17473095}{425256410}$	+	$\frac{17262756,8}{519818333}$	=	0,601

$Z_{LM71} =$ **0,75** z napětí v dolních levých vláknech

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	10,9	0,4	0,6	0,6	11,9	11,9	10,9	-0,6	0,6	0,6	10,9	10,9
2	10,6	-11,6	0,9	0,9	-0,1	-0,1	10,6	17,7	0,9	0,9	29,3	29,3
3	18,0	1,8	-0,9	-0,9	18,9	18,9	18,0	-2,8	-1,0	-1,0	14,3	14,3
4	7,0	-0,3	1,2	1,2	7,9	7,9	7,0	0,4	1,3	1,3	8,7	8,7
5	35,0	-2,7	5,6	5,6	37,8	37,8	35,0	4,2	5,8	5,8	45,0	45,0
MaxN	96,6	-5,1	4,1	4,1	95,6	95,6	96,6	7,8	4,3	4,3	108,7	108,7

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	14,9	0,6	0,8	0,8	16,3	16,3	14,9	-0,9	0,8	0,8	14,8	14,8
2	12,6	-13,8	1,0	1,0	-0,1	-0,1	12,6	21,0	1,1	1,1	34,8	34,8
3	23,5	2,3	-1,2	-1,2	24,6	24,6	23,5	-3,6	-1,2	-1,2	18,6	18,6
4	4,5	-0,2	0,8	0,8	5,2	5,2	4,5	0,3	0,8	0,8	5,7	5,7
5	23,6	-1,8	3,8	3,8	25,5	25,5	23,6	2,8	3,9	3,9	30,4	30,4
MaxN	145,2	-7,6	6,2	6,2	143,7	143,7	145,2	11,7	6,4	6,4	163,3	163,3

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
f_u =	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d}$ =	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,04	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A_{net} =	1,6224E+04 mm ²	plocha průřezu - oslabená
A =	2,0800E+04 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
I_y =	2,6750E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	6,0366E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	128,4 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	192,9 mm	poloměr setrvačnosti

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd}$ =	3868,8 kN
$N_{u,Rd}$ =	4389,8 kN
N_{Rd} =	min (3868,8; 4389,8)
N_{Rd} =	3868,8 kN

d =	296 mm	celková výška průřezu
z_h =	117 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	179 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

b_{hor} =	432 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$ =	216 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$ =	216 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	450 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$ =	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$ =	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H}$ =	2,2863E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	1,4944E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	2,7947E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	2,6829E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	2,7947E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	2,6829E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

μ_M =	1,11	součinitel vlivu excentricity
α =	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
ξ =	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	175,5	-0,7	1,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	164,1	22,3	6,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	468,8	2,0	-4,8
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	149,4	2,5	4,3
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	591,4	8,4	8,3
MaxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1337,0	31,2	21,0

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	239,7	-0,9	2,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	194,9	26,5	7,2
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	609,5	2,6	-6,3
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	97,1	1,6	2,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	399,2	5,7	5,6
MaxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	2008,7	46,9	31,5

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1540378,7}{3868800,0}$	+	$\frac{35392125,0}{277960894}$	+	$\frac{11375562,5}{499025600}$	=	0,548	0,60
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1540378,7}{3868800,0}$	+	$\frac{35392125,0}{277960894}$	+	$\frac{-11375562,5}{499025600}$	=	0,503	0,80
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1540378,7}{3868800,0}$	+	$\frac{-35392125}{425256410}$	+	$\frac{-11375562,5}{519818333}$	=	0,293	2,03
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1540378,7}{3868800,0}$	+	$\frac{-35392125}{425256410}$	+	$\frac{11375562,5}{519818333}$	=	0,337	1,41

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2008684,8}{3868800,0}$	+	$\frac{46905419}{277960894}$	+	$\frac{31490633,8}{499025600}$	=	0,751
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2008684,8}{3868800,0}$	+	$\frac{46905419}{277960894}$	+	$\frac{-31490633,8}{499025600}$	=	0,625
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2008684,8}{3868800,0}$	+	$\frac{-46905419}{425256410}$	+	$\frac{-31490633,8}{519818333}$	=	0,348
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2008684,8}{3868800,0}$	+	$\frac{-46905419}{425256410}$	+	$\frac{31490633,8}{519818333}$	=	0,469

$Z_{LM71} =$ **0,60** z napětí v dolních levých vláknech

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	10,8	0,3	0,5	0,5	11,6	11,6	10,8	-0,5	0,5	0,5	10,9	10,9
2	10,1	-9,7	2,2	2,2	2,6	2,6	10,1	14,9	2,3	2,3	27,3	27,3
3	28,9	-0,9	-1,7	-1,7	26,3	26,3	28,9	1,3	-1,8	-1,8	28,4	28,4
4	9,2	-1,1	1,5	1,5	9,7	9,7	9,2	1,7	1,6	1,6	12,5	12,5
5	36,4	-3,7	3,0	3,0	35,7	35,7	36,4	5,6	3,1	3,1	45,2	45,2
MaxMy	82,4	-13,7	7,5	7,5	76,3	76,3	82,4	20,9	7,8	7,8	111,1	111,1

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	14,8	0,4	0,7	0,7	15,9	15,9	14,8	-0,6	0,7	0,7	14,9	14,9
2	12,0	-11,6	2,6	2,6	3,0	3,0	12,0	17,7	2,7	2,7	32,4	32,4
3	37,6	-1,1	-2,2	-2,2	34,2	34,2	37,6	1,7	-2,3	-2,3	36,9	36,9
4	6,0	-0,7	1,0	1,0	6,3	6,3	6,0	1,1	1,0	1,0	8,1	8,1
5	24,6	-2,5	2,0	2,0	24,1	24,1	24,6	3,8	2,1	2,1	30,5	30,5
MaxMy	123,8	-20,5	11,3	11,3	114,6	114,6	123,8	31,4	11,7	11,7	166,9	166,9

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
f_u =	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d}$ =	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,04	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A_{net} =	1,6224E+04 mm ²	plocha průřezu - oslabená
A =	2,0800E+04 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
I_y =	2,6750E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	6,0366E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	128,4 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	192,9 mm	poloměr setrvačnosti

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd}$ =	3868,8 kN
$N_{u,Rd}$ =	4389,8 kN
N_{Rd} =	min (3868,8; 4389,8)
N_{Rd} =	3868,8 kN

d =	296 mm	celková výška průřezu
z_h =	117 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	179 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

b_{hor} =	432 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$ =	216 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$ =	216 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	450 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$ =	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$ =	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H}$ =	2,2863E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	1,4944E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	2,7947E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	2,6829E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	2,7947E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	2,6829E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

μ_M =	1,11	součinitel vlivu excentricity
α =	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
ξ =	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	175,5	-0,7	1,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	164,1	22,3	6,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	318,8	1,3	-3,3
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	101,6	1,7	2,9
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	591,4	8,4	8,3
MaxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1337,0	31,2	21,0

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	239,7	-0,9	2,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	194,9	26,5	7,2
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	414,5	1,7	-4,3
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	66,0	1,1	1,9
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	399,2	5,7	5,6
MaxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	2008,7	46,9	31,5

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1314261,9}{3868800,0}$	+	$\frac{34056765,0}{277960894}$	+	$\frac{12484202,5}{499025600}$	=	0,487	0,68
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1314261,9}{3868800,0}$	+	$\frac{34056765,0}{277960894}$	+	$\frac{-12484202,5}{499025600}$	=	0,437	0,90
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1314261,9}{3868800,0}$	+	$\frac{-34056765}{425256410}$	+	$\frac{-12484202,5}{519818333}$	=	0,236	2,19
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1314261,9}{3868800,0}$	+	$\frac{-34056765}{425256410}$	+	$\frac{12484202,5}{519818333}$	=	0,284	1,53

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2008684,8}{3868800,0}$	+	$\frac{46905419}{277960894}$	+	$\frac{31490633,8}{499025600}$	=	0,751
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2008684,8}{3868800,0}$	+	$\frac{46905419}{277960894}$	+	$\frac{-31490633,8}{499025600}$	=	0,625
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2008684,8}{3868800,0}$	+	$\frac{-46905419}{425256410}$	+	$\frac{-31490633,8}{519818333}$	=	0,348
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2008684,8}{3868800,0}$	+	$\frac{-46905419}{425256410}$	+	$\frac{31490633,8}{519818333}$	=	0,469

$Z_{LM71} =$ **0,68** z napětí v dolních levých vláknech

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	10,8	0,3	0,5	0,5	11,6	11,6	10,8	-0,5	0,5	0,5	10,9	10,9
2	10,1	-9,7	2,2	2,2	2,6	2,6	10,1	14,9	2,3	2,3	27,3	27,3
3	19,7	-0,6	-1,2	-1,2	17,9	17,9	19,7	0,9	-1,2	-1,2	19,3	19,3
4	6,3	-0,7	1,1	1,1	6,6	6,6	6,3	1,1	1,1	1,1	8,5	8,5
5	36,4	-3,7	3,0	3,0	35,7	35,7	36,4	5,6	3,1	3,1	45,2	45,2
MaxMy	82,4	-13,7	7,5	7,5	76,3	76,3	82,4	20,9	7,8	7,8	111,1	111,1

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	14,8	0,4	0,7	0,7	15,9	15,9	14,8	-0,6	0,7	0,7	14,9	14,9
2	12,0	-11,6	2,6	2,6	3,0	3,0	12,0	17,7	2,7	2,7	32,4	32,4
3	25,5	-0,8	-1,5	-1,5	23,3	23,3	25,5	1,2	-1,6	-1,6	25,1	25,1
4	4,1	-0,5	0,7	0,7	4,3	4,3	4,1	0,7	0,7	0,7	5,5	5,5
5	24,6	-2,5	2,0	2,0	24,1	24,1	24,6	3,8	2,1	2,1	30,5	30,5
MaxMy	123,8	-20,5	11,3	11,3	114,6	114,6	123,8	31,4	11,7	11,7	166,9	166,9

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,6000E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	2,0573E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	4,5245E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	113,4 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	168,2 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	292 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	113 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	179 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	424 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	212 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	212 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	450 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,8206E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,1493E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	2,1342E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	2,0109E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	2,1342E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	2,0109E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z	
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován	
b		c	křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,34	$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1	$\beta =$	1
$L_{cr} =$	4250 mm	$L_{cr} =$	4250 mm
$\lambda =$	37,48	$\lambda =$	25,27
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_{d1} =$	0,372	$\lambda_{d1} =$	0,251
$\phi =$	0,599	$\phi =$	0,544
$\chi =$	0,937	$\chi =$	0,974
$\chi =$	0,937	výsledný součinitel vzpěrnosti	

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-163,9	0,0	-0,9
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-70,2	-10,5	1,8
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-116,7	0,9	-5,6
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-63,4	0,1	-0,4
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-730,6	-3,4	-13,8
ULminN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1164,5	1,7	-4,0

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-223,8	0,1	-1,3
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-83,3	-12,5	2,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-151,7	1,2	-7,3
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-41,2	0,1	-0,3
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-493,2	-2,3	-9,3
ULminN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1749,5	1,7	-6,0

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

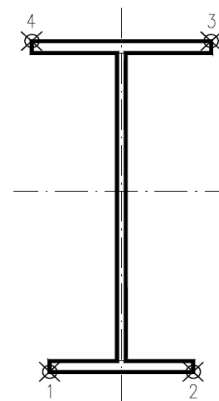
$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-993161,8}{2788179,8}$	+	$\frac{-13415500,0}{213775307}$	+	$\frac{-16034125,0}{374025333}$	=	0,462	0,85
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-993161,8}{2788179,8}$	+	$\frac{-13415500,0}{213775307}$	+	$\frac{16034125,0}{374025333}$	=	0,376	1,03
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-993161,8}{2788179,8}$	+	$\frac{13415500}{338635221}$	+	$\frac{16034125,0}{396960849}$	=	0,276	1,17
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-993161,8}{2788179,8}$	+	$\frac{13415500}{338635221}$	+	$\frac{-16034125,0}{396960849}$	=	0,357	0,99

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1749548,1}{2788179,8}$	+	$\frac{1690000}{213775307}$	+	$\frac{-5994638,8}{374025333}$	=	0,636
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1749548,1}{2788179,8}$	+	$\frac{1690000}{213775307}$	+	$\frac{5994638,8}{374025333}$	=	0,604
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1749548,1}{2788179,8}$	+	$\frac{-1690000}{338635221}$	+	$\frac{5994638,8}{396960849}$	=	0,617
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1749548,1}{2788179,8}$	+	$\frac{-1690000}{338635221}$	+	$\frac{-5994638,8}{396960849}$	=	0,648

$Z_{LM71} =$ **0,85** z napětí v dolních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-10,2	0,0	-0,4	-0,4	-10,7	-10,7	-10,2	0,0	-0,5	-0,5	-10,7	-10,7
2	-4,4	5,8	0,8	0,8	2,2	2,2	-4,4	-9,1	0,9	0,9	-12,6	-12,6
3	-7,3	-0,5	-2,6	-2,6	-10,4	-10,4	-7,3	0,8	-2,8	-2,8	-9,3	-9,3
4	-4,0	-0,1	-0,2	-0,2	-4,2	-4,2	-4,0	0,1	-0,2	-0,2	-4,0	-4,0
5	-45,7	1,8	-6,5	-6,5	-50,3	-50,3	-45,7	-2,9	-6,9	-6,9	-55,4	-55,4
ULminN	-72,8	-0,9	-1,9	-1,9	-75,6	-75,6	-72,8	1,5	-2,0	-2,0	-73,3	-73,3

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-14,9	0,0	-0,6	-0,6	-15,5	-15,5	-14,9	0,0	-0,6	-0,6	-15,5	-15,5
2	-5,6	6,8	1,0	1,0	2,3	2,3	-5,6	-10,8	1,0	1,0	-15,4	-15,4
3	-10,1	-0,6	-3,4	-3,4	-14,2	-14,2	-10,1	1,0	-3,6	-3,6	-12,7	-12,7
4	-2,7	0,0	-0,1	-0,1	-2,9	-2,9	-2,7	0,1	-0,1	-0,1	-2,8	-2,8
5	-32,9	1,2	-4,4	-4,4	-36,0	-36,0	-32,9	-2,0	-4,6	-4,6	-39,5	-39,5
ULminN	-116,7	-0,9	-2,8	-2,8	-120,4	-120,4	-116,7	1,5	-3,0	-3,0	-118,2	-118,2

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,04	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	1,6000E+04 mm ²	plocha průřezu
I_y =	2,0573E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	4,5245E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	113,4 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	168,2 mm	poloměr setrvačnosti
d =	292 mm	celková výška průřezu
zh =	113 mm	vzdálenost horních krajních vláken
zd =	179 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
b_{hor} =	424 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$ =	212 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$ =	212 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	450 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$ =	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$ =	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H}$ =	1,8206E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	1,1493E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	2,1342E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	2,0109E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	2,1342E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	2,0109E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z	
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován	
b		c	křivka vzpěrné pevnosti
α =	0,34	α =	0,49
β =	1	β =	1
L_{cr} =	4250 mm	L_{cr} =	4250 mm
λ =	37,48	λ =	25,27
λ_1 =	100,65	λ_1 =	100,65
λ_{ϕ} =	0,372	λ_{ϕ} =	0,251
ϕ =	0,599	ϕ =	0,544
χ =	0,937	χ =	0,974
χ =	0,937	výsledný součinitel vzpěrnosti	

Ostatní součinitele

μ_M =	1,11	součinitel vlivu excentricity
α =	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
ξ =	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-163,9	0,0	-0,9
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-70,2	-10,5	1,8
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-100,8	0,8	-4,9
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-54,8	0,1	-0,3
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-730,6	-3,4	-13,8
ULminN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1164,5	1,7	-4,0

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-223,8	0,1	-1,3
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-83,3	-12,5	2,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-131,1	1,0	-6,3
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-35,6	0,1	-0,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-493,2	-2,3	-9,3
ULminN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1749,5	1,7	-6,0

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

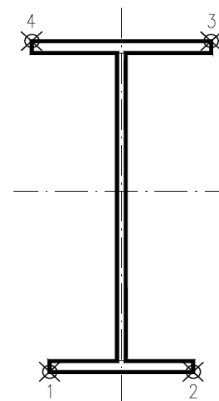
$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-966930,8}{2788179,8}$	+	$\frac{-13585228,0}{213775307}$	+	$\frac{-15006033,0}{374025333}$	=	0,450	0,86
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-966930,8}{2788179,8}$	+	$\frac{-13585228,0}{213775307}$	+	$\frac{15006033,0}{374025333}$	=	0,370	1,04
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-966930,8}{2788179,8}$	+	$\frac{13585228}{338635221}$	+	$\frac{15006033,0}{396960849}$	=	0,269	1,18
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-966930,8}{2788179,8}$	+	$\frac{13585228}{338635221}$	+	$\frac{-15006033,0}{396960849}$	=	0,344	1,01

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1749548,1}{2788179,8}$	+	$\frac{1690000}{213775307}$	+	$\frac{-5994638,8}{374025333}$	=	0,636
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1749548,1}{2788179,8}$	+	$\frac{1690000}{213775307}$	+	$\frac{5994638,8}{374025333}$	=	0,604
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1749548,1}{2788179,8}$	+	$\frac{-1690000}{338635221}$	+	$\frac{5994638,8}{396960849}$	=	0,617
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1749548,1}{2788179,8}$	+	$\frac{-1690000}{338635221}$	+	$\frac{-5994638,8}{396960849}$	=	0,648

$Z_{LM71} =$ **0,86** z napětí v dolních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-10,2	0,0	-0,4	-0,4	-10,7	-10,7	-10,2	0,0	-0,5	-0,5	-10,7	-10,7
2	-4,4	5,8	0,8	0,8	2,2	2,2	-4,4	-9,1	0,9	0,9	-12,6	-12,6
3	-6,3	-0,4	-2,3	-2,3	-9,0	-9,0	-6,3	0,7	-2,4	-2,4	-8,0	-8,0
4	-3,4	-0,1	-0,2	-0,2	-3,6	-3,6	-3,4	0,1	-0,2	-0,2	-3,5	-3,5
5	-45,7	1,8	-6,5	-6,5	-50,3	-50,3	-45,7	-2,9	-6,9	-6,9	-55,4	-55,4
ULminN	-72,8	-0,9	-1,9	-1,9	-75,6	-75,6	-72,8	1,5	-2,0	-2,0	-73,3	-73,3

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-14,9	0,0	-0,6	-0,6	-15,5	-15,5	-14,9	0,0	-0,6	-0,6	-15,5	-15,5
2	-5,6	6,8	1,0	1,0	2,3	2,3	-5,6	-10,8	1,0	1,0	-15,4	-15,4
3	-8,7	-0,5	-3,0	-3,0	-12,2	-12,2	-8,7	0,9	-3,1	-3,1	-11,0	-11,0
4	-2,4	0,0	-0,1	-0,1	-2,5	-2,5	-2,4	0,1	-0,1	-0,1	-2,4	-2,4
5	-32,9	1,2	-4,4	-4,4	-36,0	-36,0	-32,9	-2,0	-4,6	-4,6	-39,5	-39,5
ULminN	-116,7	-0,9	-2,8	-2,8	-120,4	-120,4	-116,7	1,5	-3,0	-3,0	-118,2	-118,2

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
f_u =	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d}$ =	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,04	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A_{net} =	1,2480E+04 mm ²	plocha průřezu - oslabená
A =	1,6000E+04 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
I_y =	2,0573E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	4,5245E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	128,4 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	190,4 mm	poloměr setrvačnosti

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd}$ =	2976,0 kN
$N_{u,Rd}$ =	3376,7 kN
N_{Rd} =	min (2976; 3376,7)
N_{Rd} =	2976,0 kN

d =	292 mm	celková výška průřezu
z_h =	113 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	179 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

b_{hor} =	424 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$ =	212 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$ =	212 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	450 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$ =	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$ =	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H}$ =	1,8206E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	1,1493E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	2,1342E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	2,0109E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	2,1342E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	2,0109E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

μ_M =	1,11	součinitel vlivu excentricity
α =	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
ξ =	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	61,4	0,5	1,9
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	18,6	-23,2	-1,5
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	85,9	-3,6	5,8
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	135,1	-1,6	2,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	315,0	-2,9	-5,3
MaxMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1179,5	6,4	26,4

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	83,8	0,6	2,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	22,1	-27,6	-1,8
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	111,7	-4,7	7,5
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	87,8	-1,1	1,3
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	212,6	-2,0	-3,6
MaxMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1772,1	6,4	39,6

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

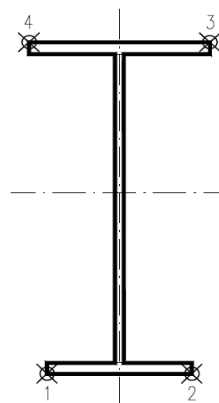
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{518015,7}{2976000,0}$	+	$\frac{-34631812,5}{213775307}$	+	$\frac{5996500,0}{374025333}$	=	0,028	1,33
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{518015,7}{2976000,0}$	+	$\frac{-34631812,5}{213775307}$	+	$\frac{-5996500,0}{374025333}$	=	0,004	1,92
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{518015,7}{2976000,0}$	+	$\frac{34631813}{338635221}$	+	$\frac{-5996500,0}{396960849}$	=	0,261	1,55
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{518015,7}{2976000,0}$	+	$\frac{34631813}{338635221}$	+	$\frac{5996500,0}{396960849}$	=	0,291	1,05

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1772084,3}{2976000,0}$	+	$\frac{6360000}{213775307}$	+	$\frac{39618702,9}{374025333}$	=	0,731
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1772084,3}{2976000,0}$	+	$\frac{6360000}{213775307}$	+	$\frac{-39618702,9}{374025333}$	=	0,519
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1772084,3}{2976000,0}$	+	$\frac{-6360000}{338635221}$	+	$\frac{-39618702,9}{396960849}$	=	0,477
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1772084,3}{2976000,0}$	+	$\frac{-6360000}{338635221}$	+	$\frac{39618702,9}{396960849}$	=	0,676

Z_{LM71} = 1,05 z napětí v horních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	4,9	-0,3	0,9	0,9	5,6	5,6	4,9	0,4	1,0	1,0	6,3	6,3
2	1,5	12,7	-0,7	-0,7	13,5	13,5	1,5	-20,2	-0,8	-0,8	-19,5	-19,5
3	6,9	2,0	2,7	2,7	11,6	11,6	6,9	-3,1	2,9	2,9	6,6	6,6
4	10,8	0,9	1,0	1,0	12,7	12,7	10,8	-1,4	1,0	1,0	10,4	10,4
5	25,2	1,6	-2,5	-2,5	24,3	24,3	25,2	-2,5	-2,7	-2,7	20,1	20,1
MaxMz	94,5	-3,5	12,4	12,4	103,4	103,4	94,5	5,5	13,1	13,1	113,2	113,2

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	6,7	-0,3	1,2	1,2	7,6	7,6	6,7	0,5	1,3	1,3	8,6	8,6
2	1,8	15,1	-0,9	-0,9	16,0	16,0	1,8	-24,0	-0,9	-0,9	-23,1	-23,1
3	9,0	2,6	3,5	3,5	15,0	15,0	9,0	-4,1	3,7	3,7	8,6	8,6
4	7,0	0,6	0,6	0,6	8,2	8,2	7,0	-0,9	0,7	0,7	6,8	6,8
5	17,0	1,1	-1,7	-1,7	16,4	16,4	17,0	-1,7	-1,8	-1,8	13,5	13,5
MaxMz	142,0	-3,5	18,6	18,6	157,1	157,1	142,0	5,5	19,7	19,7	167,2	167,2

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,6000E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	2,0573E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	4,5245E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	113,4 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	168,2 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	292 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	113 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	179 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	424 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	212 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	212 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	450 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,8206E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,1493E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	2,1342E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	2,0109E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	2,1342E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	2,0109E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z	
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován	
b		c	křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,34	$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1	$\beta =$	1
$L_{cr} =$	4250 mm	$L_{cr} =$	4250 mm
$\lambda =$	37,48	$\lambda =$	25,27
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_{-d} =$	0,372	$\lambda_{-d} =$	0,251
$\phi =$	0,599	$\phi =$	0,544
$\chi =$	0,937	$\chi =$	0,974
$\chi =$	0,937	výsledný součinitel vzpěrnosti	

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-165,2	-10,2	-1,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-62,6	-14,2	-2,2
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-145,8	6,6	-4,9
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-58,7	-0,2	-5,3
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-631,9	-5,5	43,7
minMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-867,7	-64,2	4,4

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-225,6	-14,0	-1,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-74,3	-16,9	-2,6
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-189,5	8,6	-6,3
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-38,2	-0,1	-3,4
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-426,6	-3,7	29,5
minMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1303,6	-96,5	6,6

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

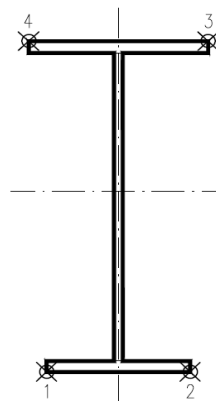
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-954109,0}{2788179,8}$	+	$\frac{-26083968,8}{213775307}$	+	$\frac{15620656,3}{374025333}$	=	0,422	0,64
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-954109,0}{2788179,8}$	+	$\frac{-26083968,8}{213775307}$	+	$\frac{-15620656,3}{374025333}$	=	0,506	0,53
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-954109,0}{2788179,8}$	+	$\frac{26083969}{338635221}$	+	$\frac{-15620656,3}{396960849}$	=	0,305	3,49
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-954109,0}{2788179,8}$	+	$\frac{26083969}{338635221}$	+	$\frac{15620656,3}{396960849}$	=	0,226	4,66

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1303631,1}{2788179,8}$	+	$\frac{-96470114}{213775307}$	+	$\frac{6625653,4}{374025333}$	=	0,901
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1303631,1}{2788179,8}$	+	$\frac{-96470114}{213775307}$	+	$\frac{-6625653,4}{374025333}$	=	0,937
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1303631,1}{2788179,8}$	+	$\frac{96470114}{338635221}$	+	$\frac{-6625653,4}{396960849}$	=	0,199
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1303631,1}{2788179,8}$	+	$\frac{96470114}{338635221}$	+	$\frac{6625653,4}{396960849}$	=	0,166

$Z_{LM71} =$ **0,53** z napětí v dolních pravých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wz p	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-10,3	5,6	-0,5	-0,5	-5,2	-5,2	-10,3	-8,9	-0,6	-0,6	-19,8	-19,8
2	-3,9	7,8	-1,0	-1,0	2,9	2,9	-3,9	-12,3	-1,1	-1,1	-17,3	-17,3
3	-9,1	-3,6	-2,3	-2,3	-15,0	-15,0	-9,1	5,7	-2,4	-2,4	-5,8	-5,8
4	-3,7	0,1	-2,5	-2,5	-6,0	-6,0	-3,7	-0,2	-2,6	-2,6	-6,4	-6,4
5	-39,5	3,0	20,5	20,5	-16,0	-16,0	-39,5	-4,8	21,8	21,8	-22,5	-22,5
minMy	-54,2	35,3	2,1	2,1	-16,9	-16,9	-54,2	-55,9	2,2	2,2	-107,9	-107,9

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wz p	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-15,0	7,7	-0,7	-0,7	-8,1	-8,1	-15,0	-12,2	-0,8	-0,8	-28,0	-28,0
2	-5,0	9,3	-1,2	-1,2	3,1	3,1	-5,0	-14,7	-1,3	-1,3	-20,9	-20,9
3	-12,6	-4,7	-3,0	-3,0	-20,3	-20,3	-12,6	7,5	-3,2	-3,2	-8,3	-8,3
4	-2,5	0,1	-1,6	-1,6	-4,1	-4,1	-2,5	-0,1	-1,7	-1,7	-4,3	-4,3
5	-28,5	2,0	13,8	13,8	-12,6	-12,6	-28,5	-3,2	14,7	14,7	-17,0	-17,0
minMy	-87,0	53,0	3,1	3,1	-30,9	-30,9	-87,0	-83,9	3,3	3,3	-167,6	-167,6

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,6000E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	2,0573E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	4,5245E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	113,4 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	168,2 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	292 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	113 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	179 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	424 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	212 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	212 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	450 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,8206E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,1493E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	2,1342E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	2,0109E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	2,1342E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	2,0109E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z	
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován	
b		c	křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,34	$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1	$\beta =$	1
$L_{cr} =$	4250 mm	$L_{cr} =$	4250 mm
$\lambda =$	37,48	$\lambda =$	25,27
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_{-d} =$	0,372	$\lambda_{-d} =$	0,251
$\phi =$	0,599	$\phi =$	0,544
$\chi =$	0,937	$\chi =$	0,974
$\chi =$	0,937	výsledný součinitel vzpěrnosti	

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-165,2	-10,2	-1,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-62,6	-14,2	-2,2
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-78,7	3,6	-2,6
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-31,7	-0,1	-2,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-631,9	-5,5	43,7
minMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-867,7	-64,2	4,4

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-225,6	-14,0	-1,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-74,3	-16,9	-2,6
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-102,3	4,6	-3,4
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-20,6	-0,1	-1,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-426,6	-3,7	29,5
minMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1303,6	-96,5	6,6

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

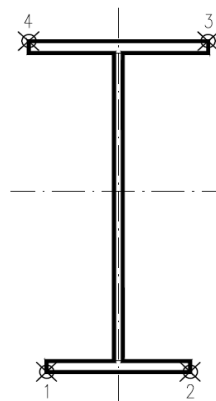
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-849378,3}{2788179,8}$	+	$\frac{-29976948,8}{213775307}$	+	$\frac{20108646,3}{374025333}$	=	0,391	0,68
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-849378,3}{2788179,8}$	+	$\frac{-29976948,8}{213775307}$	+	$\frac{-20108646,3}{374025333}$	=	0,499	0,54
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-849378,3}{2788179,8}$	+	$\frac{29976949}{338635221}$	+	$\frac{-20108646,3}{396960849}$	=	0,267	3,68
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-849378,3}{2788179,8}$	+	$\frac{29976949}{338635221}$	+	$\frac{20108646,3}{396960849}$	=	0,165	5,03

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1303631,1}{2788179,8}$	+	$\frac{-96470114}{213775307}$	+	$\frac{6625653,4}{374025333}$	=	0,901
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1303631,1}{2788179,8}$	+	$\frac{-96470114}{213775307}$	+	$\frac{-6625653,4}{374025333}$	=	0,937
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1303631,1}{2788179,8}$	+	$\frac{96470114}{338635221}$	+	$\frac{-6625653,4}{396960849}$	=	0,199
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1303631,1}{2788179,8}$	+	$\frac{96470114}{338635221}$	+	$\frac{6625653,4}{396960849}$	=	0,166

$Z_{LM71} =$ **0,54** z napětí v dolních pravých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-10,3	5,6	-0,5	-0,5	-5,2	-5,2	-10,3	-8,9	-0,6	-0,6	-19,8	-19,8
2	-3,9	7,8	-1,0	-1,0	2,9	2,9	-3,9	-12,3	-1,1	-1,1	-17,3	-17,3
3	-4,9	-2,0	-1,2	-1,2	-8,1	-8,1	-4,9	3,1	-1,3	-1,3	-3,1	-3,1
4	-2,0	0,1	-1,3	-1,3	-3,3	-3,3	-2,0	-0,1	-1,4	-1,4	-3,5	-3,5
5	-39,5	3,0	20,5	20,5	-16,0	-16,0	-39,5	-4,8	21,8	21,8	-22,5	-22,5
minMy	-54,2	35,3	2,1	2,1	-16,9	-16,9	-54,2	-55,9	2,2	2,2	-107,9	-107,9

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-15,0	7,7	-0,7	-0,7	-8,1	-8,1	-15,0	-12,2	-0,8	-0,8	-28,0	-28,0
2	-5,0	9,3	-1,2	-1,2	3,1	3,1	-5,0	-14,7	-1,3	-1,3	-20,9	-20,9
3	-6,8	-2,5	-1,6	-1,6	-11,0	-11,0	-6,8	4,0	-1,7	-1,7	-4,5	-4,5
4	-1,4	0,0	-0,9	-0,9	-2,2	-2,2	-1,4	-0,1	-0,9	-0,9	-2,3	-2,3
5	-28,5	2,0	13,8	13,8	-12,6	-12,6	-28,5	-3,2	14,7	14,7	-17,0	-17,0
minMy	-87,0	53,0	3,1	3,1	-30,9	-30,9	-87,0	-83,9	3,3	3,3	-167,6	-167,6

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,6960E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	2,3524E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	4,7974E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	117,8 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	168,2 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	296 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	124 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	172 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	424 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	212 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	212 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	450 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,8971E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,3677E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	2,2629E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	2,1322E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	2,2629E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	2,1322E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z	
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován	
b		c	křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,34	$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1	$\beta =$	1
$L_{cr} =$	4250 mm	$L_{cr} =$	4250 mm
$\lambda =$	36,09	$\lambda =$	25,27
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_{d1} =$	0,359	$\lambda_{d1} =$	0,251
$\phi =$	0,591	$\phi =$	0,544
$\chi =$	0,942	$\chi =$	0,974
$\chi =$	0,942	výsledný součinitel vzpěrnosti	

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-170,3	-7,5	-1,3
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-209,0	-10,9	-1,0
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	-139,3	5,3	3,7
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	-68,1	-1,1	-6,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-677,8	-12,7	-47,1
ULminN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1091,3	-18,8	3,3

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-232,6	-10,3	-1,8
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-248,1	-13,0	-1,2
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	-90,6	3,5	2,4
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	-88,5	-1,4	-7,9
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-457,5	-8,6	-31,8
ULminN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1639,5	-28,2	3,3

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

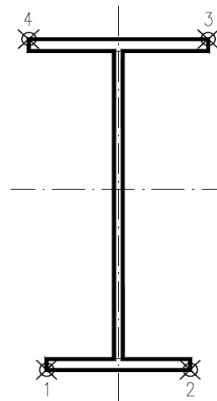
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-1117263,8}{2972262,2}$	+	$\frac{-29779593,8}{254387442}$	+	$\frac{-40240312,5}{396585067}$	=	0,594	0,62
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-1117263,8}{2972262,2}$	+	$\frac{-29779593,8}{254387442}$	+	$\frac{40240312,5}{396585067}$	=	0,391	0,91
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-1117263,8}{2972262,2}$	+	$\frac{29779594}{352860000}$	+	$\frac{40240312,5}{420903962}$	=	0,196	1,68
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-1117263,8}{2972262,2}$	+	$\frac{29779594}{352860000}$	+	$\frac{-40240312,5}{420903962}$	=	0,387	1,32

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1639541,2}{2972262,2}$	+	$\frac{-28215367}{254387442}$	+	$\frac{3260000,0}{396585067}$	=	0,654
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1639541,2}{2972262,2}$	+	$\frac{-28215367}{254387442}$	+	$\frac{-3260000,0}{396585067}$	=	0,671
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1639541,2}{2972262,2}$	+	$\frac{28215367}{352860000}$	+	$\frac{-3260000,0}{420903962}$	=	0,479
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1639541,2}{2972262,2}$	+	$\frac{28215367}{352860000}$	+	$\frac{3260000,0}{420903962}$	=	0,464

$Z_{LM71} =$ **0,62** z napětí v dolních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-10,0	4,0	-0,6	-0,6	-6,7	-6,7	-10,0	-5,5	-0,6	-0,6	-16,2	-16,2
2	-12,3	5,8	-0,4	-0,4	-7,0	-7,0	-12,3	-8,0	-0,5	-0,5	-20,8	-20,8
3	-8,2	-2,8	1,6	1,6	-9,4	-9,4	-8,2	3,9	1,7	1,7	-2,6	-2,6
4	-4,0	0,6	-2,7	-2,7	-6,1	-6,1	-4,0	-0,8	-2,8	-2,8	-7,6	-7,6
5	-40,0	6,7	-20,8	-20,8	-54,1	-54,1	-40,0	-9,3	-22,1	-22,1	-71,4	-71,4
ULminN	-64,3	9,9	1,4	1,4	-53,0	-53,0	-64,3	-13,7	1,5	1,5	-76,5	-76,5

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-14,6	5,4	-0,8	-0,8	-10,0	-10,0	-14,6	-7,5	-0,9	-0,9	-22,9	-22,9
2	-15,5	6,8	-0,5	-0,5	-9,2	-9,2	-15,5	-9,5	-0,5	-0,5	-25,6	-25,6
3	-5,7	-1,8	1,0	1,0	-6,4	-6,4	-5,7	2,5	1,1	1,1	-2,0	-2,0
4	-5,5	0,7	-3,5	-3,5	-8,3	-8,3	-5,5	-1,0	-3,7	-3,7	-10,2	-10,2
5	-28,6	4,5	-14,0	-14,0	-38,1	-38,1	-28,6	-6,3	-14,9	-14,9	-49,8	-49,8
ULminN	-102,6	14,9	1,4	1,4	-86,3	-86,3	-102,6	-20,6	1,5	1,5	-121,7	-121,7

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,6960E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	2,3524E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	4,7974E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	117,8 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	168,2 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	296 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	124 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	172 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	424 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	212 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	212 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	450 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,8971E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,3677E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	2,2629E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	2,1322E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	2,2629E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	2,1322E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z	
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován	
b		c	křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,34	$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1	$\beta =$	1
$L_{cr} =$	4250 mm	$L_{cr} =$	4250 mm
$\lambda =$	36,09	$\lambda =$	25,27
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_{d1} =$	0,359	$\lambda_{d1} =$	0,251
$\phi =$	0,591	$\phi =$	0,544
$\chi =$	0,942	$\chi =$	0,974
$\chi =$	0,942	výsledný součinitel vzpěrnosti	

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-170,3	-7,5	-1,3
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-209,0	-10,9	-1,0
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	-91,1	3,5	2,4
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	-44,5	-0,7	-4,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-677,8	-12,7	-47,1
ULminN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1091,3	-18,8	3,3

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-232,6	-10,3	-1,8
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-248,1	-13,0	-1,2
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	-59,2	2,3	1,6
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	-57,9	-0,9	-5,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-457,5	-8,6	-31,8
ULminN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1639,5	-28,2	3,3

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

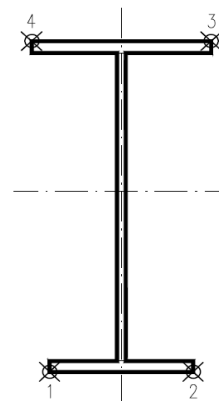
$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-1055315,0}{2972262,2}$	+	$\frac{-30494775,8}{254387442}$	+	$\frac{-38344405,5}{396585067}$	=	0,572	0,65
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-1055315,0}{2972262,2}$	+	$\frac{-30494775,8}{254387442}$	+	$\frac{38344405,5}{396585067}$	=	0,378	0,93
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-1055315,0}{2972262,2}$	+	$\frac{30494776}{352860000}$	+	$\frac{38344405,5}{420903962}$	=	0,178	1,72
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-1055315,0}{2972262,2}$	+	$\frac{30494776}{352860000}$	+	$\frac{-38344405,5}{420903962}$	=	0,360	1,38

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1639541,2}{2972262,2}$	+	$\frac{-28215367}{254387442}$	+	$\frac{3260000,0}{396585067}$	=	0,654
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1639541,2}{2972262,2}$	+	$\frac{-28215367}{254387442}$	+	$\frac{-3260000,0}{396585067}$	=	0,671
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1639541,2}{2972262,2}$	+	$\frac{28215367}{352860000}$	+	$\frac{-3260000,0}{420903962}$	=	0,479
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1639541,2}{2972262,2}$	+	$\frac{28215367}{352860000}$	+	$\frac{3260000,0}{420903962}$	=	0,464

$Z_{LM71} =$ **0,65** z napětí v dolních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-10,0	4,0	-0,6	-0,6	-6,7	-6,7	-10,0	-5,5	-0,6	-0,6	-16,2	-16,2
2	-12,3	5,8	-0,4	-0,4	-7,0	-7,0	-12,3	-8,0	-0,5	-0,5	-20,8	-20,8
3	-5,4	-1,8	1,1	1,1	-6,2	-6,2	-5,4	2,5	1,1	1,1	-1,7	-1,7
4	-2,6	0,4	-1,7	-1,7	-4,0	-4,0	-2,6	-0,5	-1,9	-1,9	-5,0	-5,0
5	-40,0	6,7	-20,8	-20,8	-54,1	-54,1	-40,0	-9,3	-22,1	-22,1	-71,4	-71,4
ULminN	-64,3	9,9	1,4	1,4	-53,0	-53,0	-64,3	-13,7	1,5	1,5	-76,5	-76,5

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-14,6	5,4	-0,8	-0,8	-10,0	-10,0	-14,6	-7,5	-0,9	-0,9	-22,9	-22,9
2	-15,5	6,8	-0,5	-0,5	-9,2	-9,2	-15,5	-9,5	-0,5	-0,5	-25,6	-25,6
3	-3,7	-1,2	0,7	0,7	-4,2	-4,2	-3,7	1,7	0,7	0,7	-1,3	-1,3
4	-3,6	0,5	-2,3	-2,3	-5,4	-5,4	-3,6	-0,7	-2,4	-2,4	-6,7	-6,7
5	-28,6	4,5	-14,0	-14,0	-38,1	-38,1	-28,6	-6,3	-14,9	-14,9	-49,8	-49,8
ULminN	-102,6	14,9	1,4	1,4	-86,3	-86,3	-102,6	-20,6	1,5	1,5	-121,7	-121,7

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
f_u =	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d}$ =	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,04	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A_{net} =	1,3264E+04 mm ²	plocha průřezu - oslabená
A =	1,6960E+04 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
I_y =	2,3524E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	4,7974E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	133,2 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	190,2 mm	poloměr setrvačnosti

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd}$ =	3154,6 kN
$N_{u,Rd}$ =	3588,9 kN
N_{Rd} =	min (3154,6; 3588,9)
N_{Rd} =	3154,6 kN

d =	296 mm	celková výška průřezu
z_h =	124 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	172 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

b_{hor} =	424 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$ =	212 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$ =	212 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	450 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$ =	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$ =	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H}$ =	1,8971E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	1,3677E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	2,2629E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	2,1322E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	2,2629E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	2,1322E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

μ_M =	1,11	součinitel vlivu excentricity
α =	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
ξ =	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	179,5	1,1	-1,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	65,4	30,9	-3,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	50,0	1,0	-3,4
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	163,1	0,4	-3,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	736,7	5,2	-12,4
MaxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1461,5	35,9	-16,9

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	245,1	1,5	-1,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	77,7	36,7	-3,7
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	32,5	0,6	-2,2
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	212,0	0,5	-4,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	497,3	3,5	-8,3
MaxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	2195,8	54,0	-25,4

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1064532,3}{3154560,0}$	+	$\frac{42838125,0}{254387442}$	+	$\frac{-19897750,0}{396585067}$	=	0,456	0,64
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1064532,3}{3154560,0}$	+	$\frac{42838125,0}{254387442}$	+	$\frac{19897750,0}{396585067}$	=	0,556	0,46
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1064532,3}{3154560,0}$	+	$\frac{-42838125}{352860000}$	+	$\frac{19897750,0}{420903962}$	=	0,263	1,22
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1064532,3}{3154560,0}$	+	$\frac{-42838125}{352860000}$	+	$\frac{-19897750,0}{420903962}$	=	0,169	1,72

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2195825,7}{3154560,0}$	+	$\frac{53996822}{254387442}$	+	$\frac{-25420874,2}{396585067}$	=	0,844
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2195825,7}{3154560,0}$	+	$\frac{53996822}{254387442}$	+	$\frac{25420874,2}{396585067}$	=	0,972
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2195825,7}{3154560,0}$	+	$\frac{-53996822}{352860000}$	+	$\frac{25420874,2}{420903962}$	=	0,603
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2195825,7}{3154560,0}$	+	$\frac{-53996822}{352860000}$	+	$\frac{-25420874,2}{420903962}$	=	0,483

$Z_{LM71} =$ **0,46** z napětí v dolních pravých vláknech

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	13,5	-0,6	-0,5	-0,5	12,5	12,5	13,5	0,8	-0,5	-0,5	13,8	13,8
2	4,9	-16,3	-1,4	-1,4	-12,7	-12,7	4,9	22,6	-1,5	-1,5	26,1	26,1
3	3,8	-0,5	-1,5	-1,5	1,8	1,8	3,8	0,7	-1,6	-1,6	2,9	2,9
4	12,3	-0,2	-1,4	-1,4	10,7	10,7	12,3	0,3	-1,5	-1,5	11,1	11,1
5	55,5	-2,8	-5,5	-5,5	47,3	47,3	55,5	3,8	-5,8	-5,8	53,6	53,6
MaxMy	110,2	-18,9	-7,5	-7,5	83,8	83,8	110,2	26,3	-7,9	-7,9	128,5	128,5

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	18,5	-0,8	-0,7	-0,7	17,0	17,0	18,5	1,1	-0,7	-0,7	18,8	18,8
2	5,9	-19,4	-1,6	-1,6	-15,1	-15,1	5,9	26,9	-1,7	-1,7	31,0	31,0
3	2,4	-0,3	-1,0	-1,0	1,1	1,1	2,4	0,5	-1,0	-1,0	1,9	1,9
4	16,0	-0,2	-1,8	-1,8	13,9	13,9	16,0	0,3	-1,9	-1,9	14,4	14,4
5	37,5	-1,9	-3,7	-3,7	31,9	31,9	37,5	2,6	-3,9	-3,9	36,2	36,2
MaxMy	165,5	-28,5	-11,2	-11,2	125,9	125,9	165,5	39,5	-11,9	-11,9	193,1	193,1

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
f_u =	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d}$ =	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,04	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A_{net} =	1,3264E+04 mm ²	plocha průřezu - oslabená
A =	1,6960E+04 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
I_y =	2,3524E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	4,7974E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	133,2 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	190,2 mm	poloměr setrvačnosti

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd}$ =	3154,6 kN
$N_{u,Rd}$ =	3588,9 kN
N_{Rd} =	min (3154,6; 3588,9)
N_{Rd} =	3154,6 kN

d =	296 mm	celková výška průřezu
z_h =	124 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	172 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

b_{hor} =	424 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$ =	212 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$ =	212 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	450 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$ =	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$ =	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H}$ =	1,8971E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	1,3677E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	2,2629E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	2,1322E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	2,2629E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	2,1322E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

μ_M =	1,11	součinitel vlivu excentricity
α =	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
ξ =	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	179,5	1,1	-1,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	65,4	30,9	-3,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	25,5	0,5	-1,7
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	83,2	0,2	-1,6
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	736,7	5,2	-12,4
MaxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1461,5	35,9	-16,9

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	245,1	1,5	-1,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	77,7	36,7	-3,7
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	16,6	0,3	-1,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	108,1	0,2	-2,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	497,3	3,5	-8,3
MaxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	2195,8	54,0	-25,4

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{944741,3}{3154560,0}$	+	$\frac{42299860,0}{254387442}$	+	$\frac{-16789190,0}{396585067}$	=	0,423	0,68
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{944741,3}{3154560,0}$	+	$\frac{42299860,0}{254387442}$	+	$\frac{16789190,0}{396585067}$	=	0,508	0,51
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{944741,3}{3154560,0}$	+	$\frac{-42299860}{352860000}$	+	$\frac{16789190,0}{420903962}$	=	0,219	1,29
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{944741,3}{3154560,0}$	+	$\frac{-42299860}{352860000}$	+	$\frac{-16789190,0}{420903962}$	=	0,140	1,78

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2195825,7}{3154560,0}$	+	$\frac{53996822}{254387442}$	+	$\frac{-25420874,2}{396585067}$	=	0,844
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2195825,7}{3154560,0}$	+	$\frac{53996822}{254387442}$	+	$\frac{25420874,2}{396585067}$	=	0,972
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2195825,7}{3154560,0}$	+	$\frac{-53996822}{352860000}$	+	$\frac{25420874,2}{420903962}$	=	0,603
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2195825,7}{3154560,0}$	+	$\frac{-53996822}{352860000}$	+	$\frac{-25420874,2}{420903962}$	=	0,483

$Z_{LM71} =$ **0,51** z napětí v dolních pravých vláknech

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	13,5	-0,6	-0,5	-0,5	12,5	12,5	13,5	0,8	-0,5	-0,5	13,8	13,8
2	4,9	-16,3	-1,4	-1,4	-12,7	-12,7	4,9	22,6	-1,5	-1,5	26,1	26,1
3	1,9	-0,3	-0,8	-0,8	0,9	0,9	1,9	0,4	-0,8	-0,8	1,5	1,5
4	6,3	-0,1	-0,7	-0,7	5,5	5,5	6,3	0,1	-0,8	-0,8	5,6	5,6
5	55,5	-2,8	-5,5	-5,5	47,3	47,3	55,5	3,8	-5,8	-5,8	53,6	53,6
MaxMy	110,2	-18,9	-7,5	-7,5	83,8	83,8	110,2	26,3	-7,9	-7,9	128,5	128,5

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	18,5	-0,8	-0,7	-0,7	17,0	17,0	18,5	1,1	-0,7	-0,7	18,8	18,8
2	5,9	-19,4	-1,6	-1,6	-15,1	-15,1	5,9	26,9	-1,7	-1,7	31,0	31,0
3	1,2	-0,2	-0,5	-0,5	0,6	0,6	1,2	0,2	-0,5	-0,5	1,0	1,0
4	8,2	-0,1	-0,9	-0,9	7,1	7,1	8,2	0,2	-1,0	-1,0	7,3	7,3
5	37,5	-1,9	-3,7	-3,7	31,9	31,9	37,5	2,6	-3,9	-3,9	36,2	36,2
MaxMy	165,5	-28,5	-11,2	-11,2	125,9	125,9	165,5	39,5	-11,9	-11,9	193,1	193,1

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$f_u =$	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d} =$	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A_{net} =$	1,3264E+04 mm ²	plocha průřezu - oslabená
$A =$	1,6960E+04 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
$I_y =$	2,3524E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	4,7974E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	133,2 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	190,2 mm	poloměr setrvačnosti

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd} =$	3154,6 kN
$N_{u,Rd} =$	3588,9 kN
$N_{Rd} =$	min (3154,6; 3588,9)
$N_{Rd} =$	3154,6 kN

$d =$	296 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	124 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	172 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

$b_{hor} =$	424 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	212 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	212 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	450 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H} =$	1,8971E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,3677E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	2,2629E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	2,1322E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	2,2629E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	2,1322E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	179,1	-0,4	1,9
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	97,3	-27,6	4,2
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	571,7	-6,6	10,7
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	129,1	-1,8	-2,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	597,3	-3,0	-5,4
MaxMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1585,9	-1,1	23,4

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	244,6	-0,5	2,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	115,6	-32,8	5,0
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	743,2	-8,6	13,8
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	83,9	-1,2	-1,4
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	403,1	-2,1	-3,7
MaxMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	2382,7	-1,7	35,1

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1590405,6}{3154560,0}$	+	$\frac{-45097718,8}{254387442}$	+	$\frac{16467937,5}{396585067}$	=	0,368	0,75
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1590405,6}{3154560,0}$	+	$\frac{-45097718,8}{254387442}$	+	$\frac{-16467937,5}{396585067}$	=	0,285	1,08
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1590405,6}{3154560,0}$	+	$\frac{45097719}{352860000}$	+	$\frac{-16467937,5}{420903962}$	=	0,593	0,60
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1590405,6}{3154560,0}$	+	$\frac{45097719}{352860000}$	+	$\frac{16467937,5}{420903962}$	=	0,671	0,39

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2382681,1}{3154560,0}$	+	$\frac{-1682706}{254387442}$	+	$\frac{35081407,4}{396585067}$	=	0,837
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2382681,1}{3154560,0}$	+	$\frac{-1682706}{254387442}$	+	$\frac{-35081407,4}{396585067}$	=	0,660
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2382681,1}{3154560,0}$	+	$\frac{1682706}{352860000}$	+	$\frac{-35081407,4}{420903962}$	=	0,677
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2382681,1}{3154560,0}$	+	$\frac{1682706}{352860000}$	+	$\frac{35081407,4}{420903962}$	=	0,843

$Z_{LM71} =$ **0,39** z napětí v horních levých vláknech

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	13,5	0,2	0,9	0,9	14,6	14,6	13,5	-0,3	0,9	0,9	14,1	14,1
2	7,3	14,5	1,9	1,9	23,8	23,8	7,3	-20,2	2,0	2,0	-10,9	-10,9
3	43,1	3,5	4,7	4,7	51,3	51,3	43,1	-4,8	5,0	5,0	43,3	43,3
4	9,7	0,9	-0,9	-0,9	9,7	9,7	9,7	-1,3	-1,0	-1,0	7,4	7,4
5	45,0	1,6	-2,4	-2,4	44,2	44,2	45,0	-2,2	-2,5	-2,5	40,3	40,3
MaxMz	119,6	0,6	10,3	10,3	130,5	130,5	119,6	-0,8	11,0	11,0	129,7	129,7

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	18,4	0,3	1,2	1,2	19,9	19,9	18,4	-0,4	1,2	1,2	19,3	19,3
2	8,7	17,3	2,2	2,2	28,2	28,2	8,7	-24,0	2,4	2,4	-12,9	-12,9
3	56,0	4,5	6,1	6,1	66,7	66,7	56,0	-6,3	6,5	6,5	56,3	56,3
4	6,3	0,6	-0,6	-0,6	6,3	6,3	6,3	-0,9	-0,7	-0,7	4,8	4,8
5	30,4	1,1	-1,6	-1,6	29,9	29,9	30,4	-1,5	-1,7	-1,7	27,2	27,2
MaxMz	179,6	0,9	15,5	15,5	196,0	196,0	179,6	-1,2	16,5	16,5	194,9	194,9

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
f_u =	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d}$ =	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,04	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A_{net} =	1,3264E+04 mm ²	plocha průřezu - oslabená
A =	1,6960E+04 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
I_y =	2,3524E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	4,7974E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	133,2 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	190,2 mm	poloměr setrvačnosti

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd}$ =	3154,6 kN
$N_{u,Rd}$ =	3588,9 kN
N_{Rd} =	min (3154,6; 3588,9)
N_{Rd} =	3154,6 kN

d =	296 mm	celková výška průřezu
z_h =	124 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	172 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

b_{hor} =	424 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$ =	212 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$ =	212 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	450 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$ =	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$ =	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H}$ =	1,8971E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	1,3677E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	2,2629E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	2,1322E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	2,2629E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	2,1322E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

μ_M =	1,11	součinitel vlivu excentricity
α =	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
ξ =	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	179,1	-0,4	1,9
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	97,3	-27,6	4,2
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	320,1	-3,7	6,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	72,3	-1,0	-1,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	597,3	-3,0	-5,4
MaxMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1585,9	-1,1	23,4

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	244,6	-0,5	2,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	115,6	-32,8	5,0
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	416,2	-4,8	7,8
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	47,0	-0,7	-0,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	403,1	-2,1	-3,7
MaxMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	2382,7	-1,7	35,1

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1226482,0}{3154560,0}$	+	$\frac{-40807718,8}{254387442}$	+	$\frac{10988177,5}{396585067}$	=	0,256	0,89
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1226482,0}{3154560,0}$	+	$\frac{-40807718,8}{254387442}$	+	$\frac{-10988177,5}{396585067}$	=	0,201	1,21
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1226482,0}{3154560,0}$	+	$\frac{40807719}{352860000}$	+	$\frac{-10988177,5}{420903962}$	=	0,478	0,77
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1226482,0}{3154560,0}$	+	$\frac{40807719}{352860000}$	+	$\frac{10988177,5}{420903962}$	=	0,531	0,56

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2382681,1}{3154560,0}$	+	$\frac{-1682706}{254387442}$	+	$\frac{35081407,4}{396585067}$	=	0,837
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2382681,1}{3154560,0}$	+	$\frac{-1682706}{254387442}$	+	$\frac{-35081407,4}{396585067}$	=	0,660
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2382681,1}{3154560,0}$	+	$\frac{1682706}{352860000}$	+	$\frac{-35081407,4}{420903962}$	=	0,677
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2382681,1}{3154560,0}$	+	$\frac{1682706}{352860000}$	+	$\frac{35081407,4}{420903962}$	=	0,843

$Z_{LM71} =$ **0,56** z napětí v horních levých vláknech

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	13,5	0,2	0,9	0,9	14,6	14,6	13,5	-0,3	0,9	0,9	14,1	14,1
2	7,3	14,5	1,9	1,9	23,8	23,8	7,3	-20,2	2,0	2,0	-10,9	-10,9
3	24,1	1,9	2,6	2,6	28,7	28,7	24,1	-2,7	2,8	2,8	24,2	24,2
4	5,5	0,5	-0,5	-0,5	5,5	5,5	5,5	-0,7	-0,6	-0,6	4,2	4,2
5	45,0	1,6	-2,4	-2,4	44,2	44,2	45,0	-2,2	-2,5	-2,5	40,3	40,3
MaxMz	119,6	0,6	10,3	10,3	130,5	130,5	119,6	-0,8	11,0	11,0	129,7	129,7

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	18,4	0,3	1,2	1,2	19,9	19,9	18,4	-0,4	1,2	1,2	19,3	19,3
2	8,7	17,3	2,2	2,2	28,2	28,2	8,7	-24,0	2,4	2,4	-12,9	-12,9
3	31,4	2,5	3,4	3,4	37,3	37,3	31,4	-3,5	3,6	3,6	31,5	31,5
4	3,5	0,3	-0,3	-0,3	3,5	3,5	3,5	-0,5	-0,4	-0,4	2,7	2,7
5	30,4	1,1	-1,6	-1,6	29,9	29,9	30,4	-1,5	-1,7	-1,7	27,2	27,2
MaxMz	179,6	0,9	15,5	15,5	196,0	196,0	179,6	-1,2	16,5	16,5	194,9	194,9

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,6960E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	2,3524E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	4,7974E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	117,8 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	168,2 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	296 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	124 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	172 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	424 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	212 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	212 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	450 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,8971E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,3677E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	2,2629E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	2,1322E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	2,2629E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	2,1322E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z	
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován	
b		c	křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,34	$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1	$\beta =$	1
$L_{cr} =$	4250 mm	$L_{cr} =$	4250 mm
$\lambda =$	36,09	$\lambda =$	25,27
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_{d1} =$	0,359	$\lambda_{d1} =$	0,251
$\phi =$	0,591	$\phi =$	0,544
$\chi =$	0,942	$\chi =$	0,974
$\chi =$	0,942	součinitel vzpěrnosti	
$\chi =$	0,942	výsledný součinitel vzpěrnosti	

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-172,0	-8,9	1,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-201,3	-11,2	1,6
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	-106,1	1,5	-1,5
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	-48,3	-1,7	-1,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-691,4	-1,5	-25,6
minMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-814,8	-53,3	-3,6

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-234,9	-12,2	2,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-239,0	-13,3	1,9
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	-69,0	1,0	-1,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	-62,8	-2,2	-1,3
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-466,7	-1,0	-17,3
minMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1224,1	-80,0	-5,3

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

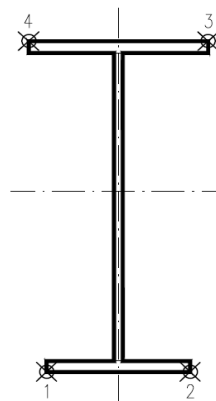
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-1072430,3}{2972262,2}$	+	$\frac{-27776687,5}{254387442}$	+	$\frac{-15571375,0}{396585067}$	=	0,509	0,66
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-1072430,3}{2972262,2}$	+	$\frac{-27776687,5}{254387442}$	+	$\frac{15571375,0}{396585067}$	=	0,431	0,80
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-1072430,3}{2972262,2}$	+	$\frac{27776688}{352860000}$	+	$\frac{15571375,0}{420903962}$	=	0,245	4,38
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-1072430,3}{2972262,2}$	+	$\frac{27776688}{352860000}$	+	$\frac{-15571375,0}{420903962}$	=	0,319	3,44

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1224108,2}{2972262,2}$	+	$\frac{-80033686}{254387442}$	+	$\frac{-5333575,9}{396585067}$	=	0,740	
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1224108,2}{2972262,2}$	+	$\frac{-80033686}{254387442}$	+	$\frac{5333575,9}{396585067}$	=	0,713	
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1224108,2}{2972262,2}$	+	$\frac{80033686}{352860000}$	+	$\frac{5333575,9}{420903962}$	=	0,172	
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1224108,2}{2972262,2}$	+	$\frac{80033686}{352860000}$	+	$\frac{-5333575,9}{420903962}$	=	0,198	

$Z_{LM71} =$ **0,66** z napětí v dolních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-10,1	4,7	0,7	0,7	-4,7	-4,7	-10,1	-6,5	0,7	0,7	-15,9	-15,9
2	-11,9	5,9	0,7	0,7	-5,3	-5,3	-11,9	-8,2	0,7	0,7	-19,4	-19,4
3	-6,3	-0,8	-0,7	-0,7	-7,7	-7,7	-6,3	1,1	-0,7	-0,7	-5,9	-5,9
4	-2,8	0,9	-0,4	-0,4	-2,4	-2,4	-2,8	-1,3	-0,5	-0,5	-4,6	-4,6
5	-40,8	0,8	-11,3	-11,3	-51,3	-51,3	-40,8	-1,1	-12,0	-12,0	-53,8	-53,8
minMy	-48,0	28,1	-1,6	-1,6	-21,5	-21,5	-48,0	-38,9	-1,7	-1,7	-88,7	-88,7

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-14,7	6,4	0,9	0,9	-7,3	-7,3	-14,7	-8,9	1,0	1,0	-22,6	-22,6
2	-15,0	7,0	0,8	0,8	-7,1	-7,1	-15,0	-9,8	0,9	0,9	-23,8	-23,8
3	-4,3	-0,5	-0,4	-0,4	-5,3	-5,3	-4,3	0,7	-0,5	-0,5	-4,1	-4,1
4	-3,9	1,2	-0,6	-0,6	-3,3	-3,3	-3,9	-1,6	-0,6	-0,6	-6,2	-6,2
5	-29,2	0,5	-7,6	-7,6	-36,3	-36,3	-29,2	-0,7	-8,1	-8,1	-38,0	-38,0
minMy	-76,6	42,2	-2,4	-2,4	-36,8	-36,8	-76,6	-58,5	-2,5	-2,5	-137,6	-137,6

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,6960E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	2,3524E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	4,7974E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	117,8 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	168,2 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	296 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	124 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	172 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	424 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	212 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	212 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	450 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,8971E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,3677E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	2,2629E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	2,1322E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	2,2629E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	2,1322E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z	
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován	
b		c	křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,34	$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1	$\beta =$	1
$L_{cr} =$	4250 mm	$L_{cr} =$	4250 mm
$\lambda =$	36,09	$\lambda =$	25,27
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_{d1} =$	0,359	$\lambda_{d1} =$	0,251
$\phi =$	0,591	$\phi =$	0,544
$\chi =$	0,942	$\chi =$	0,974
$\chi =$	0,942	výsledný součinitel vzpěrnosti	

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-172,0	-8,9	1,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-201,3	-11,2	1,6
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	-73,2	1,0	-1,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	-33,3	-1,2	-0,7
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-691,4	-1,5	-25,6
minMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-814,8	-53,3	-3,6

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-234,9	-12,2	2,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-239,0	-13,3	1,9
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	-47,6	0,7	-0,7
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	-43,3	-1,5	-0,9
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-466,7	-1,0	-17,3
minMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1224,1	-80,0	-5,3

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

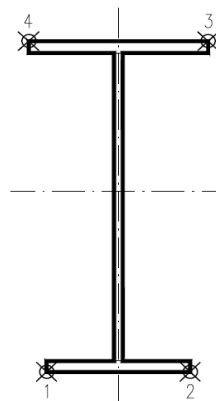
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-1031584,3}{2972262,2}$	+	$\frac{-27393837,5}{254387442}$	+	$\frac{-14860080,0}{396585067}$	=	0,492	0,69
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-1031584,3}{2972262,2}$	+	$\frac{-27393837,5}{254387442}$	+	$\frac{14860080,0}{396585067}$	=	0,417	0,82
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-1031584,3}{2972262,2}$	+	$\frac{27393838}{352860000}$	+	$\frac{14860080,0}{420903962}$	=	0,234	4,44
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-1031584,3}{2972262,2}$	+	$\frac{27393838}{352860000}$	+	$\frac{-14860080,0}{420903962}$	=	0,305	3,52

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1224108,2}{2972262,2}$	+	$\frac{-80033686}{254387442}$	+	$\frac{-5333575,9}{396585067}$	=	0,740
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1224108,2}{2972262,2}$	+	$\frac{-80033686}{254387442}$	+	$\frac{5333575,9}{396585067}$	=	0,713
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1224108,2}{2972262,2}$	+	$\frac{80033686}{352860000}$	+	$\frac{5333575,9}{420903962}$	=	0,172
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1224108,2}{2972262,2}$	+	$\frac{80033686}{352860000}$	+	$\frac{-5333575,9}{420903962}$	=	0,198

$Z_{LM71} =$ **0,69** z napětí v dolních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-10,1	4,7	0,7	0,7	-4,7	-4,7	-10,1	-6,5	0,7	0,7	-15,9	-15,9
2	-11,9	5,9	0,7	0,7	-5,3	-5,3	-11,9	-8,2	0,7	0,7	-19,4	-19,4
3	-4,3	-0,6	-0,5	-0,5	-5,3	-5,3	-4,3	0,8	-0,5	-0,5	-4,0	-4,0
4	-2,0	0,6	-0,3	-0,3	-1,6	-1,6	-2,0	-0,9	-0,3	-0,3	-3,2	-3,2
5	-40,8	0,8	-11,3	-11,3	-51,3	-51,3	-40,8	-1,1	-12,0	-12,0	-53,8	-53,8
minMy	-48,0	28,1	-1,6	-1,6	-21,5	-21,5	-48,0	-38,9	-1,7	-1,7	-88,7	-88,7

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-14,7	6,4	0,9	0,9	-7,3	-7,3	-14,7	-8,9	1,0	1,0	-22,6	-22,6
2	-15,0	7,0	0,8	0,8	-7,1	-7,1	-15,0	-9,8	0,9	0,9	-23,8	-23,8
3	-3,0	-0,4	-0,3	-0,3	-3,6	-3,6	-3,0	0,5	-0,3	-0,3	-2,8	-2,8
4	-2,7	0,8	-0,4	-0,4	-2,3	-2,3	-2,7	-1,1	-0,4	-0,4	-4,3	-4,3
5	-29,2	0,5	-7,6	-7,6	-36,3	-36,3	-29,2	-0,7	-8,1	-8,1	-38,0	-38,0
minMy	-76,6	42,2	-2,4	-2,4	-36,8	-36,8	-76,6	-58,5	-2,5	-2,5	-137,6	-137,6

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
f_u =	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d}$ =	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,04	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A_{net} =	1,3264E+04 mm ²	plocha průřezu - oslabená
A =	1,6960E+04 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
I_y =	2,3524E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	4,7974E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	133,2 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	190,2 mm	poloměr setrvačnosti

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd}$ =	3154,6 kN
$N_{u,Rd}$ =	3588,9 kN
N_{Rd} =	min (3154,6; 3588,9)
N_{Rd} =	3154,6 kN

d =	296 mm	celková výška průřezu
z_h =	124 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	172 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

b_{hor} =	424 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$ =	212 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$ =	212 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	450 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$ =	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$ =	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H}$ =	1,8971E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	1,3677E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	2,2629E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	2,1322E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	2,2629E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	2,1322E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

μ_M =	1,11	součinitel vlivu excentricity
α =	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
ξ =	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	180,3	0,4	-2,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	104,1	29,9	4,9
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	611,1	5,0	-11,8
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	56,8	1,3	-4,9
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	516,1	10,0	-7,4
MinMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1134,8	21,4	-30,2

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	246,2	0,6	-2,9
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	123,6	35,5	5,8
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	794,4	6,4	-15,3
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	36,9	0,9	-3,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	348,4	6,7	-5,0
MinMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1705,0	32,1	-45,4

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1549455,6}{3154560,0}$	+	$\frac{50108656,3}{254387442}$	+	$\frac{-20598343,8}{396585067}$	=	0,636	0,66
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1549455,6}{3154560,0}$	+	$\frac{50108656,3}{254387442}$	+	$\frac{20598343,8}{396585067}$	=	0,740	0,33
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1549455,6}{3154560,0}$	+	$\frac{-50108656}{352860000}$	+	$\frac{20598343,8}{420903962}$	=	0,398	1,08
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1549455,6}{3154560,0}$	+	$\frac{-50108656}{352860000}$	+	$\frac{-20598343,8}{420903962}$	=	0,300	2,05

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1705001,5}{3154560,0}$	+	$\frac{32091600}{254387442}$	+	$\frac{-45403003,5}{396585067}$	=	0,552
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1705001,5}{3154560,0}$	+	$\frac{32091600}{254387442}$	+	$\frac{45403003,5}{396585067}$	=	0,781
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1705001,5}{3154560,0}$	+	$\frac{-32091600}{352860000}$	+	$\frac{45403003,5}{420903962}$	=	0,557
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1705001,5}{3154560,0}$	+	$\frac{-32091600}{352860000}$	+	$\frac{-45403003,5}{420903962}$	=	0,342

$Z_{LM71} =$ **0,33** z napětí v dolních pravých vláknech

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	13,6	-0,2	-0,9	-0,9	12,4	12,4	13,6	0,3	-1,0	-1,0	12,9	12,9
2	7,8	-15,8	2,2	2,2	-5,8	-5,8	7,8	21,9	2,3	2,3	32,0	32,0
3	46,1	-2,6	-5,2	-5,2	38,2	38,2	46,1	3,6	-5,5	-5,5	44,2	44,2
4	4,3	-0,7	-2,2	-2,2	1,4	1,4	4,3	1,0	-2,3	-2,3	2,9	2,9
5	38,9	-5,3	-3,3	-3,3	30,4	30,4	38,9	7,3	-3,5	-3,5	42,7	42,7
MinMz	85,6	-11,3	-13,4	-13,4	60,9	60,9	85,6	15,6	-14,2	-14,2	87,0	87,0

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	18,6	-0,3	-1,3	-1,3	17,0	17,0	18,6	0,4	-1,4	-1,4	17,6	17,6
2	9,3	-18,7	2,6	2,6	-6,8	-6,8	9,3	26,0	2,7	2,7	38,0	38,0
3	59,9	-3,4	-6,8	-6,8	49,7	49,7	59,9	4,7	-7,2	-7,2	57,4	57,4
4	2,8	-0,5	-1,4	-1,4	0,9	0,9	2,8	0,6	-1,5	-1,5	1,9	1,9
5	26,3	-3,6	-2,2	-2,2	20,5	20,5	26,3	4,9	-2,3	-2,3	28,9	28,9
MinMz	128,5	-16,9	-20,1	-20,1	91,6	91,6	128,5	23,5	-21,3	-21,3	130,7	130,7

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$f_u =$	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d} =$	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A_{net} =$	1,3264E+04 mm ²	plocha průřezu - oslabená
$A =$	1,6960E+04 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
$I_y =$	2,3524E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	4,7974E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	133,2 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	190,2 mm	poloměr setrvačnosti

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd} =$	3154,6 kN
$N_{u,Rd} =$	3588,9 kN
$N_{Rd} =$	min (3154,6; 3588,9)
$N_{Rd} =$	3154,6 kN

$d =$	296 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	124 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	172 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

$b_{hor} =$	424 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	212 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	212 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	450 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H} =$	1,8971E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,3677E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	2,2629E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	2,1322E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	2,2629E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	2,1322E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	180,3	0,4	-2,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	104,1	29,9	4,9
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	326,3	2,6	-6,3
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	30,3	0,7	-2,6
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	516,1	10,0	-7,4
MinMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1134,8	21,4	-30,2

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	246,2	0,6	-2,9
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	123,6	35,5	5,8
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	424,2	3,4	-8,2
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	19,7	0,5	-1,7
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	348,4	6,7	-5,0
MinMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1705,0	32,1	-45,4

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1162055,6}{3154560,0}$	+	$\frac{46704060,3}{254387442}$	+	$\frac{-11968722,8}{396585067}$	=	0,522	0,87
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1162055,6}{3154560,0}$	+	$\frac{46704060,3}{254387442}$	+	$\frac{11968722,8}{396585067}$	=	0,582	0,53
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1162055,6}{3154560,0}$	+	$\frac{-46704060}{352860000}$	+	$\frac{11968722,8}{420903962}$	=	0,264	1,32
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{1162055,6}{3154560,0}$	+	$\frac{-46704060}{352860000}$	+	$\frac{-11968722,8}{420903962}$	=	0,208	2,32

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1705001,5}{3154560,0}$	+	$\frac{32091600}{254387442}$	+	$\frac{-45403003,5}{396585067}$	=	0,552
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1705001,5}{3154560,0}$	+	$\frac{32091600}{254387442}$	+	$\frac{45403003,5}{396585067}$	=	0,781
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1705001,5}{3154560,0}$	+	$\frac{-32091600}{352860000}$	+	$\frac{45403003,5}{420903962}$	=	0,557
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1705001,5}{3154560,0}$	+	$\frac{-32091600}{352860000}$	+	$\frac{-45403003,5}{420903962}$	=	0,342

$Z_{LM71} =$ **0,53** z napětí v dolních pravých vláknech

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	13,6	-0,2	-0,9	-0,9	12,4	12,4	13,6	0,3	-1,0	-1,0	12,9	12,9
2	7,8	-15,8	2,2	2,2	-5,8	-5,8	7,8	21,9	2,3	2,3	32,0	32,0
3	24,6	-1,4	-2,8	-2,8	20,4	20,4	24,6	1,9	-3,0	-3,0	23,6	23,6
4	2,3	-0,4	-1,2	-1,2	0,8	0,8	2,3	0,5	-1,2	-1,2	1,6	1,6
5	38,9	-5,3	-3,3	-3,3	30,4	30,4	38,9	7,3	-3,5	-3,5	42,7	42,7
MinMz	85,6	-11,3	-13,4	-13,4	60,9	60,9	85,6	15,6	-14,2	-14,2	87,0	87,0

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	18,6	-0,3	-1,3	-1,3	17,0	17,0	18,6	0,4	-1,4	-1,4	17,6	17,6
2	9,3	-18,7	2,6	2,6	-6,8	-6,8	9,3	26,0	2,7	2,7	38,0	38,0
3	32,0	-1,8	-3,6	-3,6	26,6	26,6	32,0	2,5	-3,8	-3,8	30,7	30,7
4	1,5	-0,2	-0,8	-0,8	0,5	0,5	1,5	0,3	-0,8	-0,8	1,0	1,0
5	26,3	-3,6	-2,2	-2,2	20,5	20,5	26,3	4,9	-2,3	-2,3	28,9	28,9
MinMz	128,5	-16,9	-20,1	-20,1	91,6	91,6	128,5	23,5	-21,3	-21,3	130,7	130,7

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

$L =$	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,3520E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	3,1448E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,1422E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	152,5 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	91,9 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,5724E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,5724E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z	
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován	
c		c	křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,49	$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1	$\beta =$	1
$L_{cr} =$	6337 mm	$L_{cr} =$	6337 mm
$\lambda =$	41,55	$\lambda =$	68,94
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_{d1} =$	0,413	$\lambda_{d1} =$	0,685
$\phi =$	0,637	$\phi =$	0,853
$\chi =$	0,891	$\chi =$	0,734
$\chi =$	0,734	výsledný součinitel vzpěrnosti	

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-142,0	-1,6	-1,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-191,5	-26,5	-1,2
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	4,5	-34,2	32,5
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-17,7	-5,8	0,7
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-88,5	-34,6	3,6
minMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1126,6	-52,0	-0,8

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-193,9	-2,1	-1,7
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-227,4	-31,4	-1,4
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	5,9	-44,4	42,3
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-11,5	-3,7	0,5
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-59,7	-23,4	2,4
minMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1692,7	-78,1	-0,8

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

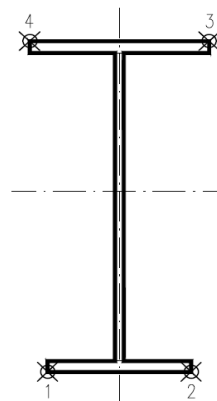
$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-486747,5}{1845675,7}$	+	$\frac{-105067250,0}{292466400}$	+	$\frac{42096843,8}{169959360}$	=	0,375	0,53
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-486747,5}{1845675,7}$	+	$\frac{-105067250,0}{292466400}$	+	$\frac{-42096843,8}{169959360}$	=	0,871	0,11
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-486747,5}{1845675,7}$	+	$\frac{105067250}{292466400}$	+	$\frac{-42096843,8}{169959360}$	=	0,152	1,31
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-486747,5}{1845675,7}$	+	$\frac{105067250}{292466400}$	+	$\frac{42096843,8}{169959360}$	=	0,343	1,00

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1692651,6}{1845675,7}$	+	$\frac{-78110594}{292466400}$	+	$\frac{-790000,0}{169959360}$	=	1,189
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1692651,6}{1845675,7}$	+	$\frac{-78110594}{292466400}$	+	$\frac{790000,0}{169959360}$	=	1,180
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1692651,6}{1845675,7}$	+	$\frac{78110594}{292466400}$	+	$\frac{790000,0}{169959360}$	=	0,645
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1692651,6}{1845675,7}$	+	$\frac{78110594}{292466400}$	+	$\frac{-790000,0}{169959360}$	=	0,655

$Z_{LM71} =$ **0,11** z napětí v dolních pravých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wz p	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-10,5	1,0	-1,3	-1,3	-10,8	-10,8	-10,5	-1,0	-1,3	-1,3	-12,8	-12,8
2	-14,2	16,8	-1,3	-1,3	1,3	1,3	-14,2	-16,8	-1,3	-1,3	-32,3	-32,3
3	0,3	21,7	35,6	35,6	57,6	57,6	0,3	-21,7	35,6	35,6	14,2	14,2
4	-1,3	3,7	0,8	0,8	3,1	3,1	-1,3	-3,7	0,8	0,8	-4,2	-4,2
5	-6,5	22,0	4,0	4,0	19,4	19,4	-6,5	-22,0	4,0	4,0	-24,6	-24,6
minMy	-83,3	33,1	-0,9	-0,9	-51,1	-51,1	-83,3	-33,1	-0,9	-0,9	-117,3	-117,3

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wz p	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-19,5	1,4	-1,8	-1,8	-20,0	-20,0	-19,5	-1,4	-1,8	-1,8	-22,7	-22,7
2	-22,9	20,0	-1,6	-1,6	-4,5	-4,5	-22,9	-20,0	-1,6	-1,6	-44,5	-44,5
3	0,6	28,2	46,3	46,3	75,1	75,1	0,6	-28,2	46,3	46,3	18,6	18,6
4	-1,2	2,4	0,5	0,5	1,7	1,7	-1,2	-2,4	0,5	0,5	-3,0	-3,0
5	-6,0	14,9	2,7	2,7	11,5	11,5	-6,0	-14,9	2,7	2,7	-18,2	-18,2
minMy	-170,6	49,7	-0,9	-0,9	-121,8	-121,8	-170,6	-49,7	-0,9	-0,9	-221,1	-221,1

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

$L =$	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,3520E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	3,1448E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,1422E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	152,5 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	91,9 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,5724E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,5724E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z		
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován		
c		c		křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,49	$\alpha =$	0,49	součinitel imperfekce
$\beta =$	1	$\beta =$	1	součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} =$	6337 mm	$L_{cr} =$	6337 mm	kritická délka
$\lambda =$	41,55	$\lambda =$	68,94	štíhlost
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65	srovnávací štíhlost
$\lambda_d =$	0,413	$\lambda_d =$	0,685	poměrná štíhlost
$\phi =$	0,637	$\phi =$	0,853	
$\chi =$	0,891	$\chi =$	0,734	součinitel vzpěrnosti
$\chi =$	0,734	výsledný součinitel vzpěrnosti		

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-142,0	-1,6	-1,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-191,5	-26,5	-1,2
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	1,5	-11,6	11,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-6,0	-2,0	0,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-88,5	-34,6	3,6
minMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1126,6	-52,0	-0,8

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-193,9	-2,1	-1,7
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-227,4	-31,4	-1,4
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	2,0	-15,1	14,4
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-3,9	-1,3	0,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-59,7	-23,4	2,4
minMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1692,7	-78,1	-0,8

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

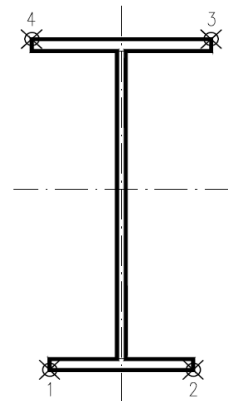
$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-483032,4}{1845675,7}$	+	$\frac{-73291220,0}{292466400}$	+	$\frac{13890093,8}{169959360}$	=	0,431	0,48
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-483032,4}{1845675,7}$	+	$\frac{-73291220,0}{292466400}$	+	$\frac{-13890093,8}{169959360}$	=	0,594	0,34
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-483032,4}{1845675,7}$	+	$\frac{73291220}{292466400}$	+	$\frac{-13890093,8}{169959360}$	=	0,093	1,41
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-483032,4}{1845675,7}$	+	$\frac{73291220}{292466400}$	+	$\frac{13890093,8}{169959360}$	=	0,071	1,42

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1692651,6}{1845675,7}$	+	$\frac{-78110594}{292466400}$	+	$\frac{-790000,0}{169959360}$	=	1,189
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1692651,6}{1845675,7}$	+	$\frac{-78110594}{292466400}$	+	$\frac{790000,0}{169959360}$	=	1,180
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1692651,6}{1845675,7}$	+	$\frac{78110594}{292466400}$	+	$\frac{790000,0}{169959360}$	=	0,645
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1692651,6}{1845675,7}$	+	$\frac{78110594}{292466400}$	+	$\frac{-790000,0}{169959360}$	=	0,655

$Z_{LM71} =$ **0,34** z napětí v dolních pravých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wz p	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-10,5	1,0	-1,3	-1,3	-10,8	-10,8	-10,5	-1,0	-1,3	-1,3	-12,8	-12,8
2	-14,2	16,8	-1,3	-1,3	1,3	1,3	-14,2	-16,8	-1,3	-1,3	-32,3	-32,3
3	0,1	7,4	12,1	12,1	19,6	19,6	0,1	-7,4	12,1	12,1	4,8	4,8
4	-0,4	1,2	0,3	0,3	1,1	1,1	-0,4	-1,2	0,3	0,3	-1,4	-1,4
5	-6,5	22,0	4,0	4,0	19,4	19,4	-6,5	-22,0	4,0	4,0	-24,6	-24,6
minMy	-83,3	33,1	-0,9	-0,9	-51,1	-51,1	-83,3	-33,1	-0,9	-0,9	-117,3	-117,3

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wz p	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-19,5	1,4	-1,8	-1,8	-20,0	-20,0	-19,5	-1,4	-1,8	-1,8	-22,7	-22,7
2	-22,9	20,0	-1,6	-1,6	-4,5	-4,5	-22,9	-20,0	-1,6	-1,6	-44,5	-44,5
3	0,2	9,6	15,7	15,7	25,5	25,5	0,2	-9,6	15,7	15,7	6,3	6,3
4	-0,4	0,8	0,2	0,2	0,6	0,6	-0,4	-0,8	0,2	0,2	-1,0	-1,0
5	-6,0	14,9	2,7	2,7	11,5	11,5	-6,0	-14,9	2,7	2,7	-18,2	-18,2
minMy	-170,6	49,7	-0,9	-0,9	-121,8	-121,8	-170,6	-49,7	-0,9	-0,9	-221,1	-221,1

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

$L =$	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,3520E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	3,1448E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,1422E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	152,5 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	91,9 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,5724E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,5724E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z	
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován	
c		c	křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,49	$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1	$\beta =$	1
$L_{cr} =$	6337 mm	$L_{cr} =$	6337 mm
$\lambda =$	41,55	$\lambda =$	68,94
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_{-d} =$	0,413	$\lambda_{-d} =$	0,685
$\phi =$	0,637	$\phi =$	0,853
$\chi =$	0,891	$\chi =$	0,734
$\chi =$	0,734	výsledný součinitel vzpěrnosti	

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-142,1	0,0	0,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-173,4	-25,0	1,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-39,6	-1,9	1,5
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-22,4	-2,9	0,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-86,4	-26,6	3,1
maxMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1126,6	-29,9	11,7

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-194,1	0,0	0,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-205,9	-29,7	1,3
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-51,5	-2,4	2,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-14,6	-1,9	0,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-58,3	-17,9	2,1
maxMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1692,7	-45,0	17,6

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

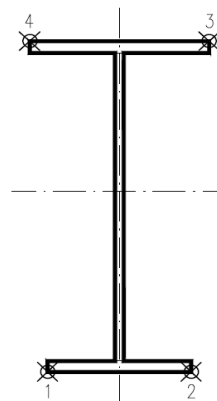
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-524410,8}{1845675,7}$	+	$\frac{-51934625,0}{292466400}$	+	$\frac{5610562,5}{169959360}$	=	0,429	0,59
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-524410,8}{1845675,7}$	+	$\frac{-51934625,0}{292466400}$	+	$\frac{-5610562,5}{169959360}$	=	0,495	0,43
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-524410,8}{1845675,7}$	+	$\frac{51934625}{292466400}$	+	$\frac{-5610562,5}{169959360}$	=	0,140	0,99
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-524410,8}{1845675,7}$	+	$\frac{51934625}{292466400}$	+	$\frac{5610562,5}{169959360}$	=	0,074	1,40

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1692651,6}{1845675,7}$	+	$\frac{-44982327}{292466400}$	+	$\frac{17578264,1}{169959360}$	=	0,967
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1692651,6}{1845675,7}$	+	$\frac{-44982327}{292466400}$	+	$\frac{-17578264,1}{169959360}$	=	1,174
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1692651,6}{1845675,7}$	+	$\frac{44982327}{292466400}$	+	$\frac{-17578264,1}{169959360}$	=	0,867
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1692651,6}{1845675,7}$	+	$\frac{44982327}{292466400}$	+	$\frac{17578264,1}{169959360}$	=	0,660

Z_{LM71} = 0,43 z napětí v dolních pravých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-10,5	0,0	0,1	0,1	-10,4	-10,4	-10,5	0,0	0,1	0,1	-10,4	-10,4
2	-12,8	15,9	1,2	1,2	4,3	4,3	-12,8	-15,9	1,2	1,2	-27,6	-27,6
3	-2,9	1,2	1,7	1,7	-0,1	-0,1	-2,9	-1,2	1,7	1,7	-2,5	-2,5
4	-1,7	1,8	0,3	0,3	0,4	0,4	-1,7	-1,8	0,3	0,3	-3,2	-3,2
5	-6,4	16,9	3,4	3,4	13,9	13,9	-6,4	-16,9	3,4	3,4	-19,9	-19,9
maxMz	-83,3	19,0	12,8	12,8	-51,5	-51,5	-83,3	-19,0	12,8	12,8	-89,6	-89,6

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-19,6	0,0	0,1	0,1	-19,4	-19,4	-19,6	0,0	0,1	0,1	-19,4	-19,4
2	-20,8	18,9	1,4	1,4	-0,4	-0,4	-20,8	-18,9	1,4	1,4	-38,3	-38,3
3	-5,2	1,5	2,1	2,1	-1,5	-1,5	-5,2	-1,5	2,1	2,1	-4,6	-4,6
4	-1,5	1,2	0,2	0,2	-0,1	-0,1	-1,5	-1,2	0,2	0,2	-2,5	-2,5
5	-5,9	11,4	2,3	2,3	7,8	7,8	-5,9	-11,4	2,3	2,3	-15,0	-15,0
maxMz	-170,6	28,6	19,2	19,2	-122,7	-122,7	-170,6	-28,6	19,2	19,2	-179,9	-179,9

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

$L =$	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,3520E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	3,1448E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,1422E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	152,5 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	91,9 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,5724E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,5724E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z	
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován	
c		c	křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,49	$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1	$\beta =$	1
$L_{cr} =$	6337 mm	$L_{cr} =$	6337 mm
$\lambda =$	41,55	$\lambda =$	68,94
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_{-d} =$	0,413	$\lambda_{-d} =$	0,685
$\phi =$	0,637	$\phi =$	0,853
$\chi =$	0,891	$\chi =$	0,734
$\chi =$	0,734	výsledný součinitel vzpěrnosti	

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-142,1	0,0	0,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-173,4	-25,0	1,1
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	-18,2	-0,9	0,7
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-10,3	-1,3	0,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-86,4	-26,6	3,1
maxMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1126,6	-29,9	11,7

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-194,1	0,0	0,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-205,9	-29,7	1,3
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	-23,7	-1,1	0,9
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-6,7	-0,9	0,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-58,3	-17,9	2,1
maxMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1692,7	-45,0	17,6

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

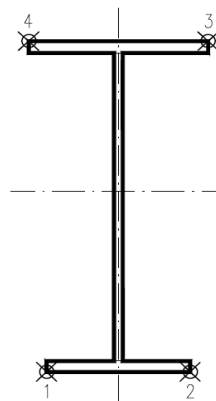
$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-488728,2}{1845675,7}$	+	$\frac{-49621535,0}{292466400}$	+	$\frac{4469812,5}{169959360}$	=	0,408	0,61
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-488728,2}{1845675,7}$	+	$\frac{-49621535,0}{292466400}$	+	$\frac{-4469812,5}{169959360}$	=	0,461	0,46
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-488728,2}{1845675,7}$	+	$\frac{49621535}{292466400}$	+	$\frac{-4469812,5}{169959360}$	=	0,121	1,01
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-488728,2}{1845675,7}$	+	$\frac{49621535}{292466400}$	+	$\frac{4469812,5}{169959360}$	=	0,069	1,41

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1692651,6}{1845675,7}$	+	$\frac{-44982327}{292466400}$	+	$\frac{17578264,1}{169959360}$	=	0,967
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1692651,6}{1845675,7}$	+	$\frac{-44982327}{292466400}$	+	$\frac{-17578264,1}{169959360}$	=	1,174
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1692651,6}{1845675,7}$	+	$\frac{44982327}{292466400}$	+	$\frac{-17578264,1}{169959360}$	=	0,867
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1692651,6}{1845675,7}$	+	$\frac{44982327}{292466400}$	+	$\frac{17578264,1}{169959360}$	=	0,660

$Z_{LM71} =$ **0,46** z napětí v dolních pravých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-10,5	0,0	0,1	0,1	-10,4	-10,4	-10,5	0,0	0,1	0,1	-10,4	-10,4
2	-12,8	15,9	1,2	1,2	4,3	4,3	-12,8	-15,9	1,2	1,2	-27,6	-27,6
3	-1,3	0,5	0,8	0,8	0,0	0,0	-1,3	-0,5	0,8	0,8	-1,1	-1,1
4	-0,8	0,8	0,1	0,1	0,2	0,2	-0,8	-0,8	0,1	0,1	-1,5	-1,5
5	-6,4	16,9	3,4	3,4	13,9	13,9	-6,4	-16,9	3,4	3,4	-19,9	-19,9
maxMz	-83,3	19,0	12,8	12,8	-51,5	-51,5	-83,3	-19,0	12,8	12,8	-89,6	-89,6

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-19,6	0,0	0,1	0,1	-19,4	-19,4	-19,6	0,0	0,1	0,1	-19,4	-19,4
2	-20,8	18,9	1,4	1,4	-0,4	-0,4	-20,8	-18,9	1,4	1,4	-38,3	-38,3
3	-2,4	0,7	1,0	1,0	-0,7	-0,7	-2,4	-0,7	1,0	1,0	-2,1	-2,1
4	-0,7	0,5	0,1	0,1	-0,1	-0,1	-0,7	-0,5	0,1	0,1	-1,1	-1,1
5	-5,9	11,4	2,3	2,3	7,8	7,8	-5,9	-11,4	2,3	2,3	-15,0	-15,0
maxMz	-170,6	28,6	19,2	19,2	-122,7	-122,7	-170,6	-28,6	19,2	19,2	-179,9	-179,9

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

$L =$	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,3520E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	3,1448E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,1422E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	152,5 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	91,9 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,5724E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,5724E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z	
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován	
c		c	křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,49	$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1	$\beta =$	1
$L_{cr} =$	6337 mm	$L_{cr} =$	6337 mm
$\lambda =$	41,55	$\lambda =$	68,94
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_{-d} =$	0,413	$\lambda_{-d} =$	0,685
$\phi =$	0,637	$\phi =$	0,853
$\chi =$	0,891	$\chi =$	0,734
$\chi =$	0,734	výsledný součinitel vzpěrnosti	

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-142,0	-1,6	-1,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-191,5	-26,5	-1,2
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	-4,5	34,2	-32,5
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-6,9	4,3	-1,3
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-271,9	15,6	-5,0
minMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-90,5	-2,3	-15,8

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-193,9	-2,1	-1,7
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-227,4	-31,4	-1,4
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	-5,9	44,4	-42,3
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-4,5	2,8	-0,9
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-183,5	10,5	-3,4
minMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-136,0	-2,3	-23,8

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

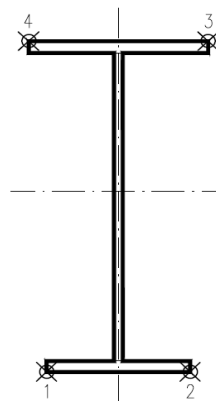
$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-615307,0}{1845675,7}$	+	$\frac{24206250,0}{292466400}$	+	$\frac{-49573156,3}{169959360}$	=	0,542	2,07
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-615307,0}{1845675,7}$	+	$\frac{24206250,0}{292466400}$	+	$\frac{49573156,3}{169959360}$	=	0,041	16,51
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-615307,0}{1845675,7}$	+	$\frac{-24206250}{292466400}$	+	$\frac{49573156,3}{169959360}$	=	0,124	11,83
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-615307,0}{1845675,7}$	+	$\frac{-24206250}{292466400}$	+	$\frac{-49573156,3}{169959360}$	=	0,708	1,42

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-136013,7}{1845675,7}$	+	$\frac{-2330000}{292466400}$	+	$\frac{-23753192,8}{169959360}$	=	0,221
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-136013,7}{1845675,7}$	+	$\frac{-2330000}{292466400}$	+	$\frac{23753192,8}{169959360}$	=	0,058
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-136013,7}{1845675,7}$	+	$\frac{2330000}{292466400}$	+	$\frac{23753192,8}{169959360}$	=	0,074
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-136013,7}{1845675,7}$	+	$\frac{2330000}{292466400}$	+	$\frac{-23753192,8}{169959360}$	=	0,205

$Z_{LM71} =$ **1,42** z napětí v horních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-10,5	1,0	-1,3	-1,3	-10,8	-10,8	-10,5	-1,0	-1,3	-1,3	-12,8	-12,8
2	-14,2	16,8	-1,3	-1,3	1,3	1,3	-14,2	-16,8	-1,3	-1,3	-32,3	-32,3
3	-0,3	-21,7	-35,6	-35,6	-57,6	-57,6	-0,3	21,7	-35,6	-35,6	-14,2	-14,2
4	-0,5	-2,7	-1,4	-1,4	-4,7	-4,7	-0,5	2,7	-1,4	-1,4	0,8	0,8
5	-20,1	-9,9	-5,5	-5,5	-35,5	-35,5	-20,1	9,9	-5,5	-5,5	-15,7	-15,7
minMz	-6,7	1,5	-17,3	-17,3	-22,5	-22,5	-6,7	-1,5	-17,3	-17,3	-25,5	-25,5

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-19,5	1,4	-1,8	-1,8	-20,0	-20,0	-19,5	-1,4	-1,8	-1,8	-22,7	-22,7
2	-22,9	20,0	-1,6	-1,6	-4,5	-4,5	-22,9	-20,0	-1,6	-1,6	-44,5	-44,5
3	-0,6	-28,2	-46,3	-46,3	-75,1	-75,1	-0,6	28,2	-46,3	-46,3	-18,6	-18,6
4	-0,5	-1,8	-0,9	-0,9	-3,2	-3,2	-0,5	1,8	-0,9	-0,9	0,4	0,4
5	-18,5	-6,7	-3,7	-3,7	-28,9	-28,9	-18,5	6,7	-3,7	-3,7	-15,5	-15,5
minMz	-13,7	1,5	-26,0	-26,0	-38,2	-38,2	-13,7	-1,5	-26,0	-26,0	-41,2	-41,2

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$f_u =$	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d} =$	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A_{net} =$	7,7600E+03 mm ²	plocha průřezu - oslabená
$A =$	8,8000E+03 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
$I_y =$	1,9634E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	2,1621E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	159,1 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	52,8 mm	poloměr setrvačnosti

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd} =$	1636,8 kN
$N_{u,Rd} =$	2099,6 kN
$N_{Rd} =$	min (1636,8; 2099,6)
$N_{Rd} =$	1636,8 kN

$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H} =$	9,8170E+05 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	9,8170E+05 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	1,7297E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	1,7297E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	1,7297E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	1,7297E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	99,4	0,8	-1,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	125,8	-22,5	1,4
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	43,9	-5,8	0,2
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	17,1	2,3	0,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	191,3	-3,8	-0,2
maxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	866,6	28,5	-0,1

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	135,7	1,1	-2,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	149,3	-26,7	1,7
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	57,1	-7,5	0,2
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	11,1	1,5	0,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	129,1	-2,6	-0,1
maxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1302,1	28,5	-0,1

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{482370,3}{1636800,0}$	+	$\frac{-34209812,5}{182596200}$	+	$\frac{-259000,0}{32172048}$	=	0,099	0,95
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{482370,3}{1636800,0}$	+	$\frac{-34209812,5}{182596200}$	+	$\frac{259000,0}{32172048}$	=	0,115	0,93
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{482370,3}{1636800,0}$	+	$\frac{34209813}{182596200}$	+	$\frac{259000,0}{32172048}$	=	0,490	0,79
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{482370,3}{1636800,0}$	+	$\frac{34209813}{182596200}$	+	$\frac{-259000,0}{32172048}$	=	0,474	0,83

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1302053,6}{1636800,0}$	+	$\frac{28480000}{182596200}$	+	$\frac{-120193,3}{32172048}$	=	0,948
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1302053,6}{1636800,0}$	+	$\frac{28480000}{182596200}$	+	$\frac{120193,3}{32172048}$	=	0,955
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1302053,6}{1636800,0}$	+	$\frac{-28480000}{182596200}$	+	$\frac{120193,3}{32172048}$	=	0,643
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1302053,6}{1636800,0}$	+	$\frac{-28480000}{182596200}$	+	$\frac{-120193,3}{32172048}$	=	0,636

$Z_{LM71} =$ **0,79** z napětí v horních pravých vláknech

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wz p	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	12,8	-0,8	-8,8	-8,8	3,2	3,2	12,8	0,8	-8,8	-8,8	4,8	4,8
2	16,2	22,9	8,3	8,3	47,4	47,4	16,2	-22,9	8,3	8,3	1,7	1,7
3	5,7	5,9	0,9	0,9	12,5	12,5	5,7	-5,9	0,9	0,9	0,7	0,7
4	2,2	-2,3	0,0	0,0	-0,1	-0,1	2,2	2,3	0,0	0,0	4,5	4,5
5	24,7	3,9	-0,9	-0,9	27,7	27,7	24,7	-3,9	-0,9	-0,9	19,9	19,9
maxMy	111,7	-29,0	-0,5	-0,5	82,2	82,2	111,7	29,0	-0,5	-0,5	140,2	140,2

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wz p	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	17,5	-1,1	-12,0	-12,0	4,4	4,4	17,5	1,1	-12,0	-12,0	6,6	6,6
2	19,2	27,2	9,9	9,9	56,3	56,3	19,2	-27,2	9,9	9,9	2,0	2,0
3	7,4	7,7	1,2	1,2	16,2	16,2	7,4	-7,7	1,2	1,2	0,9	0,9
4	1,4	-1,5	0,0	0,0	-0,1	-0,1	1,4	1,5	0,0	0,0	3,0	3,0
5	16,6	2,6	-0,6	-0,6	18,7	18,7	16,6	-2,6	-0,6	-0,6	13,4	13,4
maxMy	167,8	-29,0	-0,7	-0,7	138,1	138,1	167,8	29,0	-0,7	-0,7	196,1	196,1

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$f_u =$	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d} =$	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A_{net} =$	7,7600E+03 mm ²	plocha průřezu - oslabená
$A =$	8,8000E+03 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
$I_y =$	1,9634E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	2,1621E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	159,1 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	52,8 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	9,8170E+05 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	9,8170E+05 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	1,7297E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	1,7297E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	1,7297E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	1,7297E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd} =$	1636,8 kN
$N_{u,Rd} =$	2099,6 kN
$N_{Rd} =$	min (1636,8; 2099,6)
$N_{Rd} =$	1636,8 kN

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	99,4	0,8	-1,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	125,8	-22,5	1,4
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	35,6	-4,7	0,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	13,9	1,9	0,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	191,3	-3,8	-0,2
maxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	866,6	28,5	-0,1

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	135,7	1,1	-2,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	149,3	-26,7	1,7
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	46,2	-6,1	0,2
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	9,0	1,2	0,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	129,1	-2,6	-0,1
maxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1302,1	28,5	-0,1

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{469416,4}{1636800,0}$	+	$\frac{-33063732,5}{182596200}$	+	$\frac{-298520,0}{32172048}$	=	0,096	0,95
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{469416,4}{1636800,0}$	+	$\frac{-33063732,5}{182596200}$	+	$\frac{298520,0}{32172048}$	=	0,115	0,93
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{469416,4}{1636800,0}$	+	$\frac{33063733}{182596200}$	+	$\frac{298520,0}{32172048}$	=	0,477	0,81
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{469416,4}{1636800,0}$	+	$\frac{33063733}{182596200}$	+	$\frac{-298520,0}{32172048}$	=	0,459	0,85

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1302053,6}{1636800,0}$	+	$\frac{28480000}{182596200}$	+	$\frac{-120193,3}{32172048}$	=	0,948
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1302053,6}{1636800,0}$	+	$\frac{28480000}{182596200}$	+	$\frac{120193,3}{32172048}$	=	0,955
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1302053,6}{1636800,0}$	+	$\frac{-28480000}{182596200}$	+	$\frac{120193,3}{32172048}$	=	0,643
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1302053,6}{1636800,0}$	+	$\frac{-28480000}{182596200}$	+	$\frac{-120193,3}{32172048}$	=	0,636

$Z_{LM71} =$ **0,81** z napětí v horních pravých vláknech

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	12,8	-0,8	-8,8	-8,8	3,2	3,2	12,8	0,8	-8,8	-8,8	4,8	4,8
2	16,2	22,9	8,3	8,3	47,4	47,4	16,2	-22,9	8,3	8,3	1,7	1,7
3	4,6	4,8	0,7	0,7	10,1	10,1	4,6	-4,8	0,7	0,7	0,6	0,6
4	1,8	-1,9	0,0	0,0	-0,1	-0,1	1,8	1,9	0,0	0,0	3,7	3,7
5	24,7	3,9	-0,9	-0,9	27,7	27,7	24,7	-3,9	-0,9	-0,9	19,9	19,9
maxMy	111,7	-29,0	-0,5	-0,5	82,2	82,2	111,7	29,0	-0,5	-0,5	140,2	140,2

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	17,5	-1,1	-12,0	-12,0	4,4	4,4	17,5	1,1	-12,0	-12,0	6,6	6,6
2	19,2	27,2	9,9	9,9	56,3	56,3	19,2	-27,2	9,9	9,9	2,0	2,0
3	6,0	6,2	1,0	1,0	13,1	13,1	6,0	-6,2	1,0	1,0	0,7	0,7
4	1,2	-1,2	0,0	0,0	-0,1	-0,1	1,2	1,2	0,0	0,0	2,4	2,4
5	16,6	2,6	-0,6	-0,6	18,7	18,7	16,6	-2,6	-0,6	-0,6	13,4	13,4
maxMy	167,8	-29,0	-0,7	-0,7	138,1	138,1	167,8	29,0	-0,7	-0,7	196,1	196,1

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$f_u =$	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d} =$	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A_{net} =$	7,7600E+03 mm ²	plocha průřezu - oslabená
$A =$	8,8000E+03 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
$I_y =$	1,9634E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	2,1621E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	159,1 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	52,8 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H} =$	9,8170E+05 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	9,8170E+05 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	1,7297E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	1,7297E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	1,7297E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	1,7297E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd} =$	1636,8 kN
$N_{u,Rd} =$	2099,6 kN
$N_{Rd} =$	min (1636,8; 2099,6)
$N_{Rd} =$	1636,8 kN

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	114,9	-0,4	-1,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	136,6	-26,4	-1,4
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	50,6	-0,4	-0,2
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	15,5	-1,8	-0,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	227,6	-9,1	-0,5
minMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	651,7	-3,7	-1,6

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	156,9	-0,6	-2,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	162,2	-31,3	-1,7
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	65,8	-0,5	-0,3
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	10,1	-1,2	-0,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	153,6	-6,1	-0,3
minMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	979,1	-5,5	-2,4

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{548505,0}{1636800,0}$	+	$\frac{-39673031,3}{182596200}$	+	$\frac{-4554281,3}{32172048}$	=	0,024	1,98
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{548505,0}{1636800,0}$	+	$\frac{-39673031,3}{182596200}$	+	$\frac{4554281,3}{32172048}$	=	0,259	1,15
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{548505,0}{1636800,0}$	+	$\frac{39673031,3}{182596200}$	+	$\frac{4554281,3}{32172048}$	=	0,694	0,43
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{548505,0}{1636800,0}$	+	$\frac{39673031,3}{182596200}$	+	$\frac{-4554281,3}{32172048}$	=	0,411	1,07

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{979139,4}{1636800,0}$	+	$\frac{-5513866}{182596200}$	+	$\frac{-2433913,5}{32172048}$	=	0,492
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{979139,4}{1636800,0}$	+	$\frac{-5513866}{182596200}$	+	$\frac{2433913,5}{32172048}$	=	0,644
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{979139,4}{1636800,0}$	+	$\frac{5513866}{182596200}$	+	$\frac{2433913,5}{32172048}$	=	0,704
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{979139,4}{1636800,0}$	+	$\frac{5513866}{182596200}$	+	$\frac{-2433913,5}{32172048}$	=	0,553

$Z_{LM71} =$ **0,43** z napětí v horních pravých vláknech

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	14,8	0,4	-9,3	-9,3	5,9	5,9	14,8	-0,4	-9,3	-9,3	5,1	5,1
2	17,6	26,9	-8,2	-8,2	36,3	36,3	17,6	-26,9	-8,2	-8,2	-17,4	-17,4
3	6,5	0,4	-1,2	-1,2	5,8	5,8	6,5	-0,4	-1,2	-1,2	5,0	5,0
4	2,0	1,9	-0,9	-0,9	2,9	2,9	2,0	-1,9	-0,9	-0,9	-0,8	-0,8
5	29,3	9,2	-2,7	-2,7	35,8	35,8	29,3	-9,2	-2,7	-2,7	17,4	17,4
minMz	84,0	3,7	-9,4	-9,4	78,4	78,4	84,0	-3,7	-9,4	-9,4	70,9	70,9

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	20,2	0,6	-12,7	-12,7	8,1	8,1	20,2	-0,6	-12,7	-12,7	6,9	6,9
2	20,9	31,9	-9,7	-9,7	43,1	43,1	20,9	-31,9	-9,7	-9,7	-20,7	-20,7
3	8,5	0,5	-1,5	-1,5	7,5	7,5	8,5	-0,5	-1,5	-1,5	6,5	6,5
4	1,3	1,2	-0,6	-0,6	1,9	1,9	1,3	-1,2	-0,6	-0,6	-0,5	-0,5
5	19,8	6,2	-1,8	-1,8	24,2	24,2	19,8	-6,2	-1,8	-1,8	11,7	11,7
minMz	126,2	5,6	-14,1	-14,1	117,7	117,7	126,2	-5,6	-14,1	-14,1	106,5	106,5

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1**Materiálové vlastnosti**

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$f_u =$	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d} =$	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A_{net} =$	7,7600E+03 mm ²	plocha průřezu - oslabená
$A =$	8,8000E+03 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
$I_y =$	1,9634E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	2,1621E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	159,1 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	52,8 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	9,8170E+05 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	9,8170E+05 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	1,7297E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	1,7297E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	1,7297E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	1,7297E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd} =$	1636,8 kN
$N_{u,Rd} =$	2099,6 kN
$N_{Rd} =$	min (1636,8; 2099,6)
$N_{Rd} =$	1636,8 kN

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	114,9	-0,4	-1,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	136,6	-26,4	-1,4
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	24,3	-0,2	-0,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	7,4	-0,9	-0,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	227,6	-9,1	-0,5
minMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	651,7	-3,7	-1,6

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	156,9	-0,6	-2,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	162,2	-31,3	-1,7
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	31,6	-0,2	-0,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	4,8	-0,6	0,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	153,6	-6,1	-0,3
minMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	979,1	-5,5	-2,4

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{509070,5}{1636800,0}$	+	$\frac{-38794231,3}{182596200}$	+	$\frac{-4365001,3}{32172048}$	=	0,037	1,96
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{509070,5}{1636800,0}$	+	$\frac{-38794231,3}{182596200}$	+	$\frac{4365001,3}{32172048}$	=	0,234	1,19
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{509070,5}{1636800,0}$	+	$\frac{38794231}{182596200}$	+	$\frac{4365001,3}{32172048}$	=	0,659	0,48
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{509070,5}{1636800,0}$	+	$\frac{38794231}{182596200}$	+	$\frac{-4365001,3}{32172048}$	=	0,388	1,11

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{979139,4}{1636800,0}$	+	$\frac{-5513866}{182596200}$	+	$\frac{-2433913,5}{32172048}$	=	0,492
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{979139,4}{1636800,0}$	+	$\frac{-5513866}{182596200}$	+	$\frac{2433913,5}{32172048}$	=	0,644
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{979139,4}{1636800,0}$	+	$\frac{5513866}{182596200}$	+	$\frac{2433913,5}{32172048}$	=	0,704
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{979139,4}{1636800,0}$	+	$\frac{5513866}{182596200}$	+	$\frac{-2433913,5}{32172048}$	=	0,553

$Z_{LM71} =$ **0,48** z napětí v horních pravých vláknech

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	14,8	0,4	-9,3	-9,3	5,9	5,9	14,8	-0,4	-9,3	-9,3	5,1	5,1
2	17,6	26,9	-8,2	-8,2	36,3	36,3	17,6	-26,9	-8,2	-8,2	-17,4	-17,4
3	3,1	0,2	-0,6	-0,6	2,8	2,8	3,1	-0,2	-0,6	-0,6	2,4	2,4
4	1,0	0,9	-0,4	-0,4	1,4	1,4	1,0	-0,9	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
5	29,3	9,2	-2,7	-2,7	35,8	35,8	29,3	-9,2	-2,7	-2,7	17,4	17,4
minMz	84,0	3,7	-9,4	-9,4	78,4	78,4	84,0	-3,7	-9,4	-9,4	70,9	70,9

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	20,2	0,6	-12,7	-12,7	8,1	8,1	20,2	-0,6	-12,7	-12,7	6,9	6,9
2	20,9	31,9	-9,7	-9,7	43,1	43,1	20,9	-31,9	-9,7	-9,7	-20,7	-20,7
3	4,1	0,2	-0,7	-0,7	3,6	3,6	4,1	-0,2	-0,7	-0,7	3,1	3,1
4	0,6	0,6	-0,3	-0,3	0,9	0,9	0,6	-0,6	-0,3	-0,3	-0,2	-0,2
5	19,8	6,2	-1,8	-1,8	24,2	24,2	19,8	-6,2	-1,8	-1,8	11,7	11,7
minMz	126,2	5,6	-14,1	-14,1	117,7	117,7	126,2	-5,6	-14,1	-14,1	106,5	106,5

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,1680E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	3,3661E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	4,1697E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	169,8 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	59,7 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,6831E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,6831E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	3,3358E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	3,3358E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	3,3358E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	3,3358E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z	
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován	
b		c	křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,34	$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1	$\beta =$	1
$L_{cr} =$	6337 mm	$L_{cr} =$	6337 mm
$\lambda =$	37,33	$\lambda =$	106,06
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_{d1} =$	0,371	$\lambda_{d1} =$	1,054
$\phi =$	0,598	$\phi =$	1,264
$\chi =$	0,937	$\chi =$	0,509
$\chi =$	0,509	součinitel vzpěrnosti	
$\chi =$ 0,509		výsledný součinitel vzpěrnosti	

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-63,9	-1,0	-1,7
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-69,7	-37,2	-1,8
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-48,8	3,9	-0,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-12,2	-0,5	-0,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-102,2	2,6	0,7
minMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-662,3	-36,3	0,8

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-87,3	-1,3	-2,3
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-82,7	-44,1	-2,2
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-63,5	5,1	-0,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-7,9	-0,3	-0,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-69,0	1,8	0,5
minMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-995,0	-54,5	0,8

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

$Z_{LM71} =$

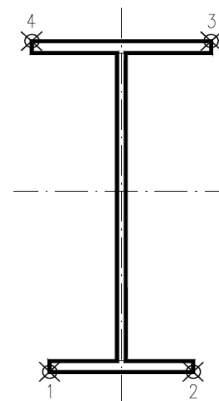
1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-310385,8}{1106636,2}$	+	$\frac{-38924031,3}{313047300}$	+	$\frac{-4228312,5}{62045136}$	=	0,473	0,50
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-310385,8}{1106636,2}$	+	$\frac{-38924031,3}{313047300}$	+	$\frac{4228312,5}{62045136}$	=	0,337	0,61
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-310385,8}{1106636,2}$	+	$\frac{38924031}{313047300}$	+	$\frac{4228312,5}{62045136}$	=	0,088	1,24
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-310385,8}{1106636,2}$	+	$\frac{38924031}{313047300}$	+	$\frac{-4228312,5}{62045136}$	=	0,224	1,09

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-995004,9}{1106636,2}$	+	$\frac{-54507643}{313047300}$	+	$\frac{790000,0}{62045136}$	=	1,061
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-995004,9}{1106636,2}$	+	$\frac{-54507643}{313047300}$	+	$\frac{-790000,0}{62045136}$	=	1,086
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-995004,9}{1106636,2}$	+	$\frac{54507643}{313047300}$	+	$\frac{-790000,0}{62045136}$	=	0,738
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-995004,9}{1106636,2}$	+	$\frac{54507643}{313047300}$	+	$\frac{790000,0}{62045136}$	=	0,712

$Z_{LM71} =$ **0,50**

z napětí v dolních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-5,5	0,6	-5,1	-5,1	-10,0	-10,0	-5,5	-0,6	-5,1	-5,1	-11,1	-11,1
2	-6,0	22,1	-5,5	-5,5	10,6	10,6	-6,0	-22,1	-5,5	-5,5	-33,6	-33,6
3	-4,2	-2,3	-0,1	-0,1	-6,7	-6,7	-4,2	2,3	-0,1	-0,1	-2,0	-2,0
4	-1,0	0,3	-0,7	-0,7	-1,4	-1,4	-1,0	-0,3	-0,7	-0,7	-2,0	-2,0
5	-8,7	-1,6	2,2	2,2	-8,1	-8,1	-8,7	1,6	2,2	2,2	-5,0	-5,0
minMy	-56,7	21,6	2,4	2,4	-32,8	-32,8	-56,7	-21,6	2,4	2,4	-75,9	-75,9

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-14,7	0,8	-7,0	-7,0	-20,8	-20,8	-14,7	-0,8	-7,0	-7,0	-22,4	-22,4
2	-13,9	26,2	-6,6	-6,6	5,8	5,8	-13,9	-26,2	-6,6	-6,6	-46,7	-46,7
3	-10,7	-3,0	-0,2	-0,2	-13,9	-13,9	-10,7	3,0	-0,2	-0,2	-7,8	-7,8
4	-1,3	0,2	-0,4	-0,4	-1,6	-1,6	-1,3	-0,2	-0,4	-0,4	-2,0	-2,0
5	-11,6	-1,1	1,5	1,5	-11,2	-11,2	-11,6	1,1	1,5	1,5	-9,1	-9,1
minMy	-167,2	32,4	2,4	2,4	-132,5	-132,5	-167,2	-32,4	2,4	2,4	-197,3	-197,3

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

$L =$	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,1680E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	3,3661E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	4,1697E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	169,8 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	59,7 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,6831E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,6831E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	3,3358E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	3,3358E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	3,3358E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	3,3358E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak je uvažován

$b =$	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	6337 mm
$\lambda =$	37,33
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_{-d} =$	0,371
$\phi =$	0,598
$\chi =$	0,937

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak je uvažován

$c =$		křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,49	součinitel imperfekce
$\beta =$	1	součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} =$	6337 mm	kritická délka
$\lambda =$	106,06	štíhlost
$\lambda_1 =$	100,65	srovnávací štíhlost
$\lambda_{-d} =$	1,054	poměrná štíhlost
$\phi =$	1,264	
$\chi =$	0,509	součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	0,509	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-63,9	-1,0	-1,7
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-69,7	-37,2	-1,8
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-25,4	2,0	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-6,3	-0,3	-0,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-102,2	2,6	0,7
minMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-662,3	-36,3	0,8

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-87,3	-1,3	-2,3
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-82,7	-44,1	-2,2
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-33,0	2,6	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-4,1	-0,2	-0,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-69,0	1,8	0,5
minMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-995,0	-54,5	0,8

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

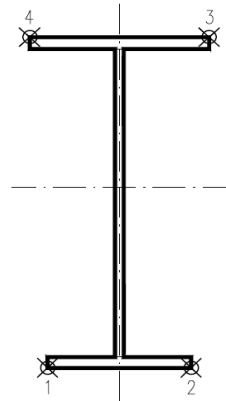
$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-276128,2}{1106636,2}$	+	$\frac{-41207871,3}{313047300}$	+	$\frac{-4125352,5}{62045136}$	=	0,448	0,52
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-276128,2}{1106636,2}$	+	$\frac{-41207871,3}{313047300}$	+	$\frac{4125352,5}{62045136}$	=	0,315	0,63
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-276128,2}{1106636,2}$	+	$\frac{41207871}{313047300}$	+	$\frac{4125352,5}{62045136}$	=	0,051	1,29
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-276128,2}{1106636,2}$	+	$\frac{41207871}{313047300}$	+	$\frac{-4125352,5}{62045136}$	=	0,184	1,15

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-995004,9}{1106636,2}$	+	$\frac{-54507643}{313047300}$	+	$\frac{790000,0}{62045136}$	=	1,061
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-995004,9}{1106636,2}$	+	$\frac{-54507643}{313047300}$	+	$\frac{-790000,0}{62045136}$	=	1,086
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-995004,9}{1106636,2}$	+	$\frac{54507643}{313047300}$	+	$\frac{-790000,0}{62045136}$	=	0,738
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-995004,9}{1106636,2}$	+	$\frac{54507643}{313047300}$	+	$\frac{790000,0}{62045136}$	=	0,712

$Z_{LM71} =$ **0,52** z napětí v dolních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-5,5	0,6	-5,1	-5,1	-10,0	-10,0	-5,5	-0,6	-5,1	-5,1	-11,1	-11,1
2	-6,0	22,1	-5,5	-5,5	10,6	10,6	-6,0	-22,1	-5,5	-5,5	-33,6	-33,6
3	-2,2	-1,2	-0,1	-0,1	-3,5	-3,5	-2,2	1,2	-0,1	-0,1	-1,0	-1,0
4	-0,5	0,2	-0,4	-0,4	-0,7	-0,7	-0,5	-0,2	-0,4	-0,4	-1,1	-1,1
5	-8,7	-1,6	2,2	2,2	-8,1	-8,1	-8,7	1,6	2,2	2,2	-5,0	-5,0
minMy	-56,7	21,6	2,4	2,4	-32,8	-32,8	-56,7	-21,6	2,4	2,4	-75,9	-75,9

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-14,7	0,8	-7,0	-7,0	-20,8	-20,8	-14,7	-0,8	-7,0	-7,0	-22,4	-22,4
2	-13,9	26,2	-6,6	-6,6	5,8	5,8	-13,9	-26,2	-6,6	-6,6	-46,7	-46,7
3	-5,5	-1,6	-0,1	-0,1	-7,2	-7,2	-5,5	1,6	-0,1	-0,1	-4,1	-4,1
4	-0,7	0,1	-0,2	-0,2	-0,8	-0,8	-0,7	-0,1	-0,2	-0,2	-1,0	-1,0
5	-11,6	-1,1	1,5	1,5	-11,2	-11,2	-11,6	1,1	1,5	1,5	-9,1	-9,1
minMy	-167,2	32,4	2,4	2,4	-132,5	-132,5	-167,2	-32,4	2,4	2,4	-197,3	-197,3

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,1680E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	3,3661E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	4,1697E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	169,8 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	59,7 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,6831E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,6831E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	3,3358E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	3,3358E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	3,3358E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	3,3358E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z	
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován	
b		c	křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,34	$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1	$\beta =$	1
$L_{cr} =$	6337 mm	$L_{cr} =$	6337 mm
$\lambda =$	37,33	$\lambda =$	106,06
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_{d1} =$	0,371	$\lambda_{d1} =$	1,054
$\phi =$	0,598	$\phi =$	1,264
$\chi =$	0,937	$\chi =$	0,509
$\chi =$	0,509	součinitel vzpěrnosti	
výsledný součinitel vzpěrnosti			

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-62,7	0,4	-1,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-76,4	-35,9	2,6
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-41,3	-0,7	0,4
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-13,5	-2,3	0,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-100,6	8,3	1,0
maxMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-627,9	-24,1	3,9

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-85,6	0,5	-2,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-90,8	-42,6	3,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-53,7	-0,9	0,5
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-8,8	-1,5	0,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-67,9	5,6	0,7
maxMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-943,4	-36,2	5,9

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

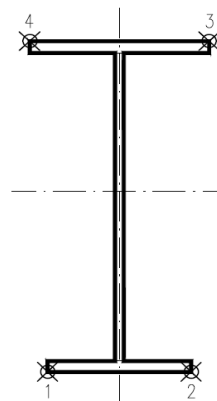
$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-306766,2}{1106636,2}$	+	$\frac{-38863000,0}{313047300}$	+	$\frac{2142343,8}{62045136}$	=	0,367	0,73
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-306766,2}{1106636,2}$	+	$\frac{-38863000,0}{313047300}$	+	$\frac{-2142343,8}{62045136}$	=	0,436	0,53
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-306766,2}{1106636,2}$	+	$\frac{38863000}{313047300}$	+	$\frac{-2142343,8}{62045136}$	=	0,188	0,98
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-306766,2}{1106636,2}$	+	$\frac{38863000}{313047300}$	+	$\frac{2142343,8}{62045136}$	=	0,119	1,37

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-943366,8}{1106636,2}$	+	$\frac{-36163147}{313047300}$	+	$\frac{5919518,0}{62045136}$	=	0,873
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-943366,8}{1106636,2}$	+	$\frac{-36163147}{313047300}$	+	$\frac{-5919518,0}{62045136}$	=	1,063
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-943366,8}{1106636,2}$	+	$\frac{36163147}{313047300}$	+	$\frac{-5919518,0}{62045136}$	=	0,832
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-943366,8}{1106636,2}$	+	$\frac{36163147}{313047300}$	+	$\frac{5919518,0}{62045136}$	=	0,642

$Z_{LM71} =$ **0,53** z napětí v dolních pravých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-5,4	-0,2	-4,8	-4,8	-10,4	-10,4	-5,4	0,2	-4,8	-4,8	-10,0	-10,0
2	-6,5	21,3	7,8	7,8	22,6	22,6	-6,5	-21,3	7,8	7,8	-20,1	-20,1
3	-3,5	0,4	1,0	1,0	-2,1	-2,1	-3,5	-0,4	1,0	1,0	-2,9	-2,9
4	-1,2	1,3	0,6	0,6	0,8	0,8	-1,2	-1,3	0,6	0,6	-1,9	-1,9
5	-8,6	-4,9	3,0	3,0	-10,6	-10,6	-8,6	4,9	3,0	3,0	-0,7	-0,7
maxMz	-53,8	14,3	11,8	11,8	-27,6	-27,6	-53,8	-14,3	11,8	11,8	-56,2	-56,2

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-14,4	-0,3	-6,6	-6,6	-21,3	-21,3	-14,4	0,3	-6,6	-6,6	-20,7	-20,7
2	-15,3	25,3	9,3	9,3	19,3	19,3	-15,3	-25,3	9,3	9,3	-31,3	-31,3
3	-9,0	0,6	1,4	1,4	-7,1	-7,1	-9,0	-0,6	1,4	1,4	-8,2	-8,2
4	-1,5	0,9	0,4	0,4	-0,2	-0,2	-1,5	-0,9	0,4	0,4	-2,0	-2,0
5	-11,4	-3,3	2,0	2,0	-12,7	-12,7	-11,4	3,3	2,0	2,0	-6,1	-6,1
maxMz	-158,6	21,5	17,7	17,7	-119,3	-119,3	-158,6	-21,5	17,7	17,7	-162,3	-162,3

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,1680E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	3,3661E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	4,1697E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	169,8 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	59,7 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,6831E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,6831E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	3,3358E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	3,3358E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	3,3358E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	3,3358E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z	
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován	
b		c	křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,34	$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1	$\beta =$	1
$L_{cr} =$	6337 mm	$L_{cr} =$	6337 mm
$\lambda =$	37,33	$\lambda =$	106,06
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_{d1} =$	0,371	$\lambda_{d1} =$	1,054
$\phi =$	0,598	$\phi =$	1,264
$\chi =$	0,937	$\chi =$	0,509
$\chi =$	0,509	součinitel vzpěrnosti	
výsledný součinitel vzpěrnosti			

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-62,7	0,4	-1,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-76,4	-35,9	2,6
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-23,1	-0,4	0,2
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-7,6	-1,3	0,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-100,6	8,3	1,0
maxMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-627,9	-24,1	3,9

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-85,6	0,5	-2,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-90,8	-42,6	3,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-30,1	-0,5	0,3
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-4,9	-0,8	0,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-67,9	5,6	0,7
maxMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-943,4	-36,2	5,9

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

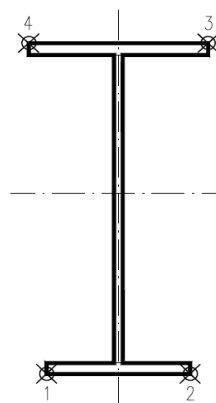
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-279275,9}{1106636,2}$	+	$\frac{-37796220,0}{313047300}$	+	$\frac{1887803,8}{62045136}$	=	0,343	0,75
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-279275,9}{1106636,2}$	+	$\frac{-37796220,0}{313047300}$	+	$\frac{-1887803,8}{62045136}$	=	0,404	0,56
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-279275,9}{1106636,2}$	+	$\frac{37796220}{313047300}$	+	$\frac{-1887803,8}{62045136}$	=	0,162	1,01
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-279275,9}{1106636,2}$	+	$\frac{37796220}{313047300}$	+	$\frac{1887803,8}{62045136}$	=	0,101	1,40

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-943366,8}{1106636,2}$	+	$\frac{-36163147}{313047300}$	+	$\frac{5919518,0}{62045136}$	=	0,873
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-943366,8}{1106636,2}$	+	$\frac{-36163147}{313047300}$	+	$\frac{-5919518,0}{62045136}$	=	1,063
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-943366,8}{1106636,2}$	+	$\frac{36163147}{313047300}$	+	$\frac{-5919518,0}{62045136}$	=	0,832
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-943366,8}{1106636,2}$	+	$\frac{36163147}{313047300}$	+	$\frac{5919518,0}{62045136}$	=	0,642

$Z_{LM71} =$ **0,56** z napětí v dolních pravých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-5,4	-0,2	-4,8	-4,8	-10,4	-10,4	-5,4	0,2	-4,8	-4,8	-10,0	-10,0
2	-6,5	21,3	7,8	7,8	22,6	22,6	-6,5	-21,3	7,8	7,8	-20,1	-20,1
3	-2,0	0,2	0,6	0,6	-1,1	-1,1	-2,0	-0,2	0,6	0,6	-1,6	-1,6
4	-0,6	0,8	0,3	0,3	0,4	0,4	-0,6	-0,8	0,3	0,3	-1,1	-1,1
5	-8,6	-4,9	3,0	3,0	-10,6	-10,6	-8,6	4,9	3,0	3,0	-0,7	-0,7
maxMz	-53,8	14,3	11,8	11,8	-27,6	-27,6	-53,8	-14,3	11,8	11,8	-56,2	-56,2

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-14,4	-0,3	-6,6	-6,6	-21,3	-21,3	-14,4	0,3	-6,6	-6,6	-20,7	-20,7
2	-15,3	25,3	9,3	9,3	19,3	19,3	-15,3	-25,3	9,3	9,3	-31,3	-31,3
3	-5,1	0,3	0,8	0,8	-4,0	-4,0	-5,1	-0,3	0,8	0,8	-4,6	-4,6
4	-0,8	0,5	0,2	0,2	-0,1	-0,1	-0,8	-0,5	0,2	0,2	-1,1	-1,1
5	-11,4	-3,3	2,0	2,0	-12,7	-12,7	-11,4	3,3	2,0	2,0	-6,1	-6,1
maxMz	-158,6	21,5	17,7	17,7	-119,3	-119,3	-158,6	-21,5	17,7	17,7	-162,3	-162,3

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

$L =$	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	7,0400E+03 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	1,8871E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,3350E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	163,7 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	43,5 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	200 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	100 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	100 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	200 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	100 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	100 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	9,4355E+05 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	9,4355E+05 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	1,3350E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	1,3350E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	1,3350E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	1,3350E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z	
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován	
b		c	křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,34	$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1	$\beta =$	1
$L_{cr} =$	6337 mm	$L_{cr} =$	6337 mm
$\lambda =$	38,71	$\lambda =$	145,52
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_{-d} =$	0,385	$\lambda_{-d} =$	1,446
$\phi =$	0,605	$\phi =$	1,850
$\chi =$	0,932	$\chi =$	0,333
$\chi =$	0,333	součinitel vzpěrnosti	
výsledný součinitel vzpěrnosti			

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	17,0	0,7	-1,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	7,9	24,8	-0,8
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-35,6	0,0	-0,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-12,6	2,0	0,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1			
minN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-365,5	21,2	0,4

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	23,2	0,9	-1,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	9,4	29,5	-1,0
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-46,3	0,1	-0,2
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-8,2	1,3	0,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	0,0	0,0	0,0
minN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-549,1	31,8	0,4

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

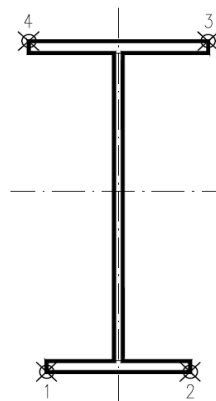
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-21844,7}{435701,6}$	+	$\frac{31735343,8}{175500300}$	+	$\frac{-2729312,5}{24831000}$	=	0,021	0,92
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-21844,7}{435701,6}$	+	$\frac{31735343,8}{175500300}$	+	$\frac{2729312,5}{24831000}$	=	0,241	0,69
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-21844,7}{435701,6}$	+	$\frac{-31735344}{175500300}$	+	$\frac{2729312,5}{24831000}$	=	0,121	0,60
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-21844,7}{435701,6}$	+	$\frac{-31735344}{175500300}$	+	$\frac{-2729312,5}{24831000}$	=	0,341	0,46

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-549072,9}{435701,6}$	+	$\frac{31821165}{175500300}$	+	$\frac{370000,0}{24831000}$	=	1,064
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-549072,9}{435701,6}$	+	$\frac{31821165}{175500300}$	+	$\frac{-370000,0}{24831000}$	=	1,094
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-549072,9}{435701,6}$	+	$\frac{-31821165}{175500300}$	+	$\frac{-370000,0}{24831000}$	=	1,456
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-549072,9}{435701,6}$	+	$\frac{-31821165}{175500300}$	+	$\frac{370000,0}{24831000}$	=	1,427

$Z_{LM71} =$ **0,46** z napětí v horních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wz p	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	2,4	-0,7	-8,8	-8,8	-7,1	-7,1	2,4	0,7	-8,8	-8,8	-5,7	-5,7
2	1,1	-26,3	-6,1	-6,1	-31,2	-31,2	1,1	26,3	-6,1	-6,1	21,4	21,4
3	-5,1	0,0	-0,9	-0,9	-6,0	-6,0	-5,1	0,0	-0,9	-0,9	-5,9	-5,9
4	-1,8	-2,1	0,0	0,0	-3,9	-3,9	-1,8	2,1	0,0	0,0	0,3	0,3
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
minN	-51,9	-22,4	2,8	2,8	-71,6	-71,6	-51,9	22,4	2,8	2,8	-26,7	-26,7

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wz p	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	9,9	-1,0	-12,1	-12,1	-3,1	-3,1	9,9	1,0	-12,1	-12,1	-1,2	-1,2
2	4,0	-31,2	-7,2	-7,2	-34,4	-34,4	4,0	31,2	-7,2	-7,2	28,0	28,0
3	-19,8	-0,1	-1,2	-1,2	-21,0	-21,0	-19,8	0,1	-1,2	-1,2	-20,9	-20,9
4	-3,5	-1,4	0,0	0,0	-4,9	-4,9	-3,5	1,4	0,0	0,0	-2,1	-2,1
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
minN	-234,4	-33,7	2,8	2,8	-265,4	-265,4	-234,4	33,7	2,8	2,8	-197,9	-197,9

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	7,0400E+03 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	1,8871E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,3350E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	163,7 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	43,5 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	200 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	100 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	100 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	200 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	100 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	100 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	9,4355E+05 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	9,4355E+05 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	1,3350E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	1,3350E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	1,3350E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	1,3350E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z	
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován	
b		c	křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,34	$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1	$\beta =$	1
$L_{cr} =$	6337 mm	$L_{cr} =$	6337 mm
$\lambda =$	38,71	$\lambda =$	145,52
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_{-d} =$	0,385	$\lambda_{-d} =$	1,446
$\phi =$	0,605	$\phi =$	1,850
$\chi =$	0,932	$\chi =$	0,333
$\chi =$	0,333	součinitel vzpěrnosti	
výsledný součinitel vzpěrnosti			

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	17,0	0,7	-1,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	7,9	24,8	-0,8
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-18,7	0,0	-0,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-6,6	1,1	0,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	0,0	0,0	0,0
minN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-365,5	21,2	0,4

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	23,2	0,9	-1,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	9,4	29,5	-1,0
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-24,3	0,0	-0,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-4,3	0,7	0,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	0,0	0,0	0,0
minN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-549,1	31,8	0,4

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

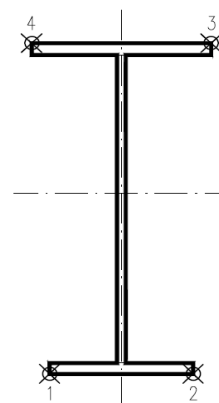
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{4080,0}{435701,6}$	+	$\frac{31088697,8}{175500300}$	+	$\frac{-2655056,5}{24831000}$	=	0,080	0,87
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{4080,0}{435701,6}$	+	$\frac{31088697,8}{175500300}$	+	$\frac{2655056,5}{24831000}$	=	0,293	0,65
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{4080,0}{435701,6}$	+	$\frac{-31088698}{175500300}$	+	$\frac{2655056,5}{24831000}$	=	0,061	0,64
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{4080,0}{435701,6}$	+	$\frac{-31088698}{175500300}$	+	$\frac{-2655056,5}{24831000}$	=	0,275	0,51

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-549072,9}{435701,6}$	+	$\frac{31821165}{175500300}$	+	$\frac{370000,0}{24831000}$	=	1,064
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-549072,9}{435701,6}$	+	$\frac{31821165}{175500300}$	+	$\frac{-370000,0}{24831000}$	=	1,094
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-549072,9}{435701,6}$	+	$\frac{-31821165}{175500300}$	+	$\frac{-370000,0}{24831000}$	=	1,456
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-549072,9}{435701,6}$	+	$\frac{-31821165}{175500300}$	+	$\frac{370000,0}{24831000}$	=	1,427

$Z_{LM71} =$ **0,51** z napětí v horních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wz p	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	2,4	-0,7	-8,8	-8,8	-7,1	-7,1	2,4	0,7	-8,8	-8,8	-5,7	-5,7
2	1,1	-26,3	-6,1	-6,1	-31,2	-31,2	1,1	26,3	-6,1	-6,1	21,4	21,4
3	-2,7	0,0	-0,5	-0,5	-3,1	-3,1	-2,7	0,0	-0,5	-0,5	-3,1	-3,1
4	-0,9	-1,1	0,0	0,0	-2,1	-2,1	-0,9	1,1	0,0	0,0	0,2	0,2
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
minN	-51,9	-22,4	2,8	2,8	-71,6	-71,6	-51,9	22,4	2,8	2,8	-26,7	-26,7

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wz p	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	9,9	-1,0	-12,1	-12,1	-3,1	-3,1	9,9	1,0	-12,1	-12,1	-1,2	-1,2
2	4,0	-31,2	-7,2	-7,2	-34,4	-34,4	4,0	31,2	-7,2	-7,2	28,0	28,0
3	-10,4	0,0	-0,6	-0,6	-11,0	-11,0	-10,4	0,0	-0,6	-0,6	-10,9	-10,9
4	-1,8	-0,7	0,0	0,0	-2,6	-2,6	-1,8	0,7	0,0	0,0	-1,1	-1,1
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
minN	-234,4	-33,7	2,8	2,8	-265,4	-265,4	-234,4	33,7	2,8	2,8	-197,9	-197,9

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
f_u =	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d}$ =	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,04	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A_{net} =	6,1600E+03 mm ²	plocha průřezu - oslabená
A =	7,0400E+03 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
I_y =	1,8871E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	1,3350E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	175,0 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	46,6 mm	poloměr setrvačnosti
d =	400 mm	celková výška průřezu
z_h =	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

b_{hor} =	200 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$ =	100 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$ =	100 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	200 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$ =	100 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$ =	100 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H}$ =	9,4355E+05 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	9,4355E+05 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	1,3350E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	1,3350E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	1,3350E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	1,3350E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

μ_M =	1,11	součinitel vlivu excentricity
α =	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
ξ =	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd}$ =	1309,4 kN
$N_{u,Rd}$ =	1666,7 kN
N_{Rd} =	min (1309,4; 1666,7)
N_{Rd} =	1309,4 kN

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	24,3	-0,6	-1,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	9,4	-2,2	-0,4
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	43,2	-0,4	0,2
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	9,4	0,1	0,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	62,9	0,4	0,2
maxN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	513,7	-2,3	-0,9

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	33,2	-0,8	-1,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	11,1	-2,6	-0,4
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	56,1	-0,5	0,3
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	6,1	0,1	0,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	42,5	0,3	0,1
maxN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	771,8	-3,4	-1,4

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{148948,1}{1309440,0}$	+	$\frac{-3583812,5}{175500300}$	+	$\frac{-1596875,0}{24831000}$	=	0,029	1,88
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{148948,1}{1309440,0}$	+	$\frac{-3583812,5}{175500300}$	+	$\frac{1596875,0}{24831000}$	=	0,158	1,35
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{148948,1}{1309440,0}$	+	$\frac{3583813}{175500300}$	+	$\frac{1596875,0}{24831000}$	=	0,198	1,21
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{148948,1}{1309440,0}$	+	$\frac{3583813}{175500300}$	+	$\frac{-1596875,0}{24831000}$	=	0,070	1,68

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{771760,9}{1309440,0}$	+	$\frac{-3395460}{175500300}$	+	$\frac{-1352174,2}{24831000}$	=	0,516
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{771760,9}{1309440,0}$	+	$\frac{-3395460}{175500300}$	+	$\frac{1352174,2}{24831000}$	=	0,624
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{771760,9}{1309440,0}$	+	$\frac{3395460}{175500300}$	+	$\frac{1352174,2}{24831000}$	=	0,663
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{771760,9}{1309440,0}$	+	$\frac{3395460}{175500300}$	+	$\frac{-1352174,2}{24831000}$	=	0,554

$Z_{LM71} =$ **1,21** z napětí v horních pravých vláknech

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	3,9	0,7	-8,7	-8,7	-4,1	-4,1	3,9	-0,7	-8,7	-8,7	-5,4	-5,4
2	1,5	2,3	-2,7	-2,7	1,2	1,2	1,5	-2,3	-2,7	-2,7	-3,5	-3,5
3	7,0	0,4	1,6	1,6	9,0	9,0	7,0	-0,4	1,6	1,6	8,2	8,2
4	1,5	-0,1	0,0	0,0	1,4	1,4	1,5	0,1	0,0	0,0	1,6	1,6
5	10,2	-0,5	1,6	1,6	11,3	11,3	10,2	0,5	1,6	1,6	12,2	12,2
maxN	83,4	2,4	-6,7	-6,7	79,0	79,0	83,4	-2,4	-6,7	-6,7	74,3	74,3

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	5,4	0,9	-11,9	-11,9	-5,6	-5,6	5,4	-0,9	-11,9	-11,9	-7,4	-7,4
2	1,8	2,8	-3,2	-3,2	1,4	1,4	1,8	-2,8	-3,2	-3,2	-4,2	-4,2
3	9,1	0,5	2,0	2,0	11,6	11,6	9,1	-0,5	2,0	2,0	10,7	10,7
4	1,0	-0,1	0,0	0,0	0,9	0,9	1,0	0,1	0,0	0,0	1,0	1,0
5	6,9	-0,3	1,1	1,1	7,6	7,6	6,9	0,3	1,1	1,1	8,3	8,3
maxN	125,3	3,6	-10,1	-10,1	118,8	118,8	125,3	-3,6	-10,1	-10,1	111,6	111,6

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$f_u =$	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d} =$	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A_{net} =$	1,1520E+04 mm ²	plocha průřezu - oslabená
$A =$	1,3600E+04 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
$I_y =$	3,2506E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	4,3208E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	168,0 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	61,2 mm	poloměr setrvačnosti

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd} =$	2529,6 kN
$N_{u,Rd} =$	3117,0 kN
$N_{Rd} =$	min (2529,6; 3117)
$N_{Rd} =$	2529,6 kN

$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H} =$	1,6253E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,6253E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	3,4566E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	3,4566E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	3,4566E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	3,4566E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	201,6	0,7	-2,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	238,4	-11,7	-1,7
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	51,1	-0,6	-0,6
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	23,1	3,6	0,3
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	396,9	-9,6	-1,6
maxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1286,6	44,5	-0,8

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	275,3	1,0	-3,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	283,1	-13,9	-2,0
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	66,5	-0,7	-0,8
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	15,0	2,3	0,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	267,9	-6,4	-1,1
maxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1932,9	44,5	-1,2

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{907827,8}{2529600,0}$	+	$\frac{-17754156,3}{302305800}$	+	$\frac{-7240156,3}{64293504}$	=	0,188	0,91
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{907827,8}{2529600,0}$	+	$\frac{-17754156,3}{302305800}$	+	$\frac{7240156,3}{64293504}$	=	0,413	0,63
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{907827,8}{2529600,0}$	+	$\frac{17754156}{302305800}$	+	$\frac{7240156,3}{64293504}$	=	0,530	0,74
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{907827,8}{2529600,0}$	+	$\frac{17754156}{302305800}$	+	$\frac{-7240156,3}{64293504}$	=	0,305	1,16

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1932933,0}{2529600,0}$	+	$\frac{44510000}{302305800}$	+	$\frac{-1216956,7}{64293504}$	=	0,892
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1932933,0}{2529600,0}$	+	$\frac{44510000}{302305800}$	+	$\frac{1216956,7}{64293504}$	=	0,930
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1932933,0}{2529600,0}$	+	$\frac{-44510000}{302305800}$	+	$\frac{1216956,7}{64293504}$	=	0,636
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1932933,0}{2529600,0}$	+	$\frac{-44510000}{302305800}$	+	$\frac{-1216956,7}{64293504}$	=	0,598

$Z_{LM71} =$ **0,63** z napětí v dolních pravých vláknech

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	17,5	-0,4	-7,6	-7,6	9,5	9,5	17,5	0,4	-7,6	-7,6	10,4	10,4
2	20,7	7,2	-4,8	-4,8	23,1	23,1	20,7	-7,2	-4,8	-4,8	8,7	8,7
3	4,4	0,3	-1,8	-1,8	3,0	3,0	4,4	-0,3	-1,8	-1,8	2,3	2,3
4	2,0	-2,2	0,8	0,8	0,6	0,6	2,0	2,2	0,8	0,8	5,0	5,0
5	34,4	5,9	-4,6	-4,6	35,8	35,8	34,4	-5,9	-4,6	-4,6	24,0	24,0
maxMy	111,7	-27,4	-2,3	-2,3	82,0	82,0	111,7	27,4	-2,3	-2,3	136,7	136,7

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	23,9	-0,6	-10,3	-10,3	13,0	13,0	23,9	0,6	-10,3	-10,3	14,2	14,2
2	24,6	8,5	-5,7	-5,7	27,4	27,4	24,6	-8,5	-5,7	-5,7	10,4	10,4
3	5,8	0,4	-2,4	-2,4	3,8	3,8	5,8	-0,4	-2,4	-2,4	3,0	3,0
4	1,3	-1,4	0,5	0,5	0,4	0,4	1,3	1,4	0,5	0,5	3,2	3,2
5	23,3	4,0	-3,1	-3,1	24,1	24,1	23,3	-4,0	-3,1	-3,1	16,2	16,2
maxMy	167,8	-27,4	-3,5	-3,5	136,9	136,9	167,8	27,4	-3,5	-3,5	191,7	191,7

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
f_u =	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d}$ =	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,04	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A_{net} =	1,1520E+04 mm ²	plocha průřezu - oslabená
A =	1,3600E+04 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
I_y =	3,2506E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	4,3208E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	168,0 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	61,2 mm	poloměr setrvačnosti

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd}$ =	2529,6 kN
$N_{u,Rd}$ =	3117,0 kN
N_{Rd} =	min (2529,6; 3117)
N_{Rd} =	2529,6 kN

d =	400 mm	celková výška průřezu
z_h =	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

b_{hor} =	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$ =	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$ =	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$ =	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$ =	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H}$ =	1,6253E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	1,6253E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	3,4566E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	3,4566E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	3,4566E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	3,4566E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

μ_M =	1,11	součinitel vlivu excentricity
α =	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
ξ =	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	201,6	0,7	-2,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	238,4	-11,7	-1,7
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	33,2	-0,4	-0,4
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	15,0	2,3	0,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	396,9	-9,6	-1,6
maxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1286,6	44,5	-0,8

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	275,3	1,0	-3,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	283,1	-13,9	-2,0
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	43,2	-0,5	-0,5
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	9,8	1,5	0,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	267,9	-6,4	-1,1
maxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1932,9	44,5	-1,2

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{879301,6}{2529600,0}$	+	$\frac{-18311531,3}{302305800}$	+	$\frac{-7012656,3}{64293504}$	=	0,178	0,92
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{879301,6}{2529600,0}$	+	$\frac{-18311531,3}{302305800}$	+	$\frac{7012656,3}{64293504}$	=	0,396	0,65
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{879301,6}{2529600,0}$	+	$\frac{18311531,3}{302305800}$	+	$\frac{7012656,3}{64293504}$	=	0,517	0,76
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{879301,6}{2529600,0}$	+	$\frac{18311531,3}{302305800}$	+	$\frac{-7012656,3}{64293504}$	=	0,299	1,17

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1932933,0}{2529600,0}$	+	$\frac{44510000}{302305800}$	+	$\frac{-1216956,7}{64293504}$	=	0,892
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1932933,0}{2529600,0}$	+	$\frac{44510000}{302305800}$	+	$\frac{1216956,7}{64293504}$	=	0,930
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1932933,0}{2529600,0}$	+	$\frac{-44510000}{302305800}$	+	$\frac{1216956,7}{64293504}$	=	0,636
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1932933,0}{2529600,0}$	+	$\frac{-44510000}{302305800}$	+	$\frac{-1216956,7}{64293504}$	=	0,598

$Z_{LM71} =$ **0,65** z napětí v dolních pravých vláknech

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	17,5	-0,4	-7,6	-7,6	9,5	9,5	17,5	0,4	-7,6	-7,6	10,4	10,4
2	20,7	7,2	-4,8	-4,8	23,1	23,1	20,7	-7,2	-4,8	-4,8	8,7	8,7
3	2,9	0,2	-1,2	-1,2	1,9	1,9	2,9	-0,2	-1,2	-1,2	1,5	1,5
4	1,3	-1,4	0,5	0,5	0,4	0,4	1,3	1,4	0,5	0,5	3,2	3,2
5	34,4	5,9	-4,6	-4,6	35,8	35,8	34,4	-5,9	-4,6	-4,6	24,0	24,0
maxMy	111,7	-27,4	-2,3	-2,3	82,0	82,0	111,7	27,4	-2,3	-2,3	136,7	136,7

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	23,9	-0,6	-10,3	-10,3	13,0	13,0	23,9	0,6	-10,3	-10,3	14,2	14,2
2	24,6	8,5	-5,7	-5,7	27,4	27,4	24,6	-8,5	-5,7	-5,7	10,4	10,4
3	3,8	0,3	-1,5	-1,5	2,5	2,5	3,8	-0,3	-1,5	-1,5	1,9	1,9
4	0,8	-0,9	0,3	0,3	0,2	0,2	0,8	0,9	0,3	0,3	2,1	2,1
5	23,3	4,0	-3,1	-3,1	24,1	24,1	23,3	-4,0	-3,1	-3,1	16,2	16,2
maxMy	167,8	-27,4	-3,5	-3,5	136,9	136,9	167,8	27,4	-3,5	-3,5	191,7	191,7

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$f_u =$	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d} =$	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A_{net} =$	1,1520E+04 mm ²	plocha průřezu - oslabená
$A =$	1,3600E+04 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
$I_y =$	3,2506E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	4,3208E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	168,0 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	61,2 mm	poloměr setrvačnosti

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd} =$	2529,6 kN
$N_{u,Rd} =$	3117,0 kN
$N_{Rd} =$	min (2529,6; 3117)
$N_{Rd} =$	2529,6 kN

$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H} =$	1,6253E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,6253E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	3,4566E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	3,4566E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	3,4566E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	3,4566E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	201,6	0,7	-2,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	238,4	-11,7	-1,7
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	51,1	-0,6	-0,6
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	21,1	-3,6	-0,3
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	396,9	-9,6	-1,6
minMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1085,2	-7,3	-3,7

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	275,3	1,0	-3,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	283,1	-13,9	-2,0
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	66,5	-0,7	-0,8
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	13,7	-2,3	-0,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	267,9	-6,4	-1,1
minMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1630,5	-11,0	-5,6

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{906527,8}{2529600,0}$	+	$\frac{-22395156,3}{302305800}$	+	$\frac{-7578156,3}{64293504}$	=	0,166	1,60
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{906527,8}{2529600,0}$	+	$\frac{-22395156,3}{302305800}$	+	$\frac{7578156,3}{64293504}$	=	0,402	0,86
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{906527,8}{2529600,0}$	+	$\frac{22395156}{302305800}$	+	$\frac{7578156,3}{64293504}$	=	0,550	0,59
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{906527,8}{2529600,0}$	+	$\frac{22395156}{302305800}$	+	$\frac{-7578156,3}{64293504}$	=	0,315	1,15

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1630451,6}{2529600,0}$	+	$\frac{-10952611}{302305800}$	+	$\frac{-5573962,4}{64293504}$	=	0,522
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1630451,6}{2529600,0}$	+	$\frac{-10952611}{302305800}$	+	$\frac{5573962,4}{64293504}$	=	0,695
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1630451,6}{2529600,0}$	+	$\frac{10952611}{302305800}$	+	$\frac{5573962,4}{64293504}$	=	0,767
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1630451,6}{2529600,0}$	+	$\frac{10952611}{302305800}$	+	$\frac{-5573962,4}{64293504}$	=	0,594

$Z_{LM71} =$ **0,59** z napětí v horních pravých vláknech

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	17,5	-0,4	-7,6	-7,6	9,5	9,5	17,5	0,4	-7,6	-7,6	10,4	10,4
2	20,7	7,2	-4,8	-4,8	23,1	23,1	20,7	-7,2	-4,8	-4,8	8,7	8,7
3	4,4	0,3	-1,8	-1,8	3,0	3,0	4,4	-0,3	-1,8	-1,8	2,3	2,3
4	1,8	2,2	-0,8	-0,8	3,3	3,3	1,8	-2,2	-0,8	-0,8	-1,1	-1,1
5	34,4	5,9	-4,6	-4,6	35,8	35,8	34,4	-5,9	-4,6	-4,6	24,0	24,0
minMz	94,2	4,5	-10,7	-10,7	88,0	88,0	94,2	-4,5	-10,7	-10,7	79,0	79,0

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	23,9	-0,6	-10,3	-10,3	13,0	13,0	23,9	0,6	-10,3	-10,3	14,2	14,2
2	24,6	8,5	-5,7	-5,7	27,4	27,4	24,6	-8,5	-5,7	-5,7	10,4	10,4
3	5,8	0,4	-2,4	-2,4	3,8	3,8	5,8	-0,4	-2,4	-2,4	3,0	3,0
4	1,2	1,4	-0,5	-0,5	2,1	2,1	1,2	-1,4	-0,5	-0,5	-0,7	-0,7
5	23,3	4,0	-3,1	-3,1	24,1	24,1	23,3	-4,0	-3,1	-3,1	16,2	16,2
minMz	141,5	6,7	-16,1	-16,1	132,1	132,1	141,5	-6,7	-16,1	-16,1	118,7	118,7

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$f_u =$	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d} =$	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A_{net} =$	1,1520E+04 mm ²	plocha průřezu - oslabená
$A =$	1,3600E+04 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
$I_y =$	3,2506E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	4,3208E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	168,0 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	61,2 mm	poloměr setrvačnosti

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd} =$	2529,6 kN
$N_{u,Rd} =$	3117,0 kN
$N_{Rd} =$	min (2529,6; 3117)
$N_{Rd} =$	2529,6 kN

$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H} =$	1,6253E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,6253E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	3,4566E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	3,4566E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	3,4566E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	3,4566E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	201,6	0,7	-2,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	238,4	-11,7	-1,7
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	31,2	-0,3	-0,4
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	12,9	-2,2	-0,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	396,9	-9,6	-1,6
minMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1085,2	-7,3	-3,7

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	275,3	1,0	-3,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	283,1	-13,9	-2,0
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	40,5	-0,4	-0,5
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	8,4	-1,4	-0,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	267,9	-6,4	-1,1
minMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1630,5	-11,0	-5,6

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{875248,5}{2529600,0}$	+	$\frac{-21206241,3}{302305800}$	+	$\frac{-7192836,3}{64293504}$	=	0,164	1,60
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{875248,5}{2529600,0}$	+	$\frac{-21206241,3}{302305800}$	+	$\frac{7192836,3}{64293504}$	=	0,388	0,88
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{875248,5}{2529600,0}$	+	$\frac{21206241}{302305800}$	+	$\frac{7192836,3}{64293504}$	=	0,528	0,61
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{875248,5}{2529600,0}$	+	$\frac{21206241}{302305800}$	+	$\frac{-7192836,3}{64293504}$	=	0,304	1,17

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1630451,6}{2529600,0}$	+	$\frac{-10952611}{302305800}$	+	$\frac{-5573962,4}{64293504}$	=	0,522
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1630451,6}{2529600,0}$	+	$\frac{-10952611}{302305800}$	+	$\frac{5573962,4}{64293504}$	=	0,695
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1630451,6}{2529600,0}$	+	$\frac{10952611}{302305800}$	+	$\frac{5573962,4}{64293504}$	=	0,767
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1630451,6}{2529600,0}$	+	$\frac{10952611}{302305800}$	+	$\frac{-5573962,4}{64293504}$	=	0,594

$Z_{LM71} =$ **0,61** z napětí v horních pravých vláknech

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	17,5	-0,4	-7,6	-7,6	9,5	9,5	17,5	0,4	-7,6	-7,6	10,4	10,4
2	20,7	7,2	-4,8	-4,8	23,1	23,1	20,7	-7,2	-4,8	-4,8	8,7	8,7
3	2,7	0,2	-1,1	-1,1	1,8	1,8	2,7	-0,2	-1,1	-1,1	1,4	1,4
4	1,1	1,3	-0,5	-0,5	2,0	2,0	1,1	-1,3	-0,5	-0,5	-0,7	-0,7
5	34,4	5,9	-4,6	-4,6	35,8	35,8	34,4	-5,9	-4,6	-4,6	24,0	24,0
minMz	94,2	4,5	-10,7	-10,7	88,0	88,0	94,2	-4,5	-10,7	-10,7	79,0	79,0

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	23,9	-0,6	-10,3	-10,3	13,0	13,0	23,9	0,6	-10,3	-10,3	14,2	14,2
2	24,6	8,5	-5,7	-5,7	27,4	27,4	24,6	-8,5	-5,7	-5,7	10,4	10,4
3	3,5	0,3	-1,4	-1,4	2,3	2,3	3,5	-0,3	-1,4	-1,4	1,8	1,8
4	0,7	0,9	-0,3	-0,3	1,3	1,3	0,7	-0,9	-0,3	-0,3	-0,4	-0,4
5	23,3	4,0	-3,1	-3,1	24,1	24,1	23,3	-4,0	-3,1	-3,1	16,2	16,2
minMz	141,5	6,7	-16,1	-16,1	132,1	132,1	141,5	-6,7	-16,1	-16,1	118,7	118,7

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	2,1520E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	4,8575E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,8670E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	150,2 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	93,1 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	2,4288E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	2,4288E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	1,4936E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	1,4936E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	1,4936E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	1,4936E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z	
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován	
c		c	křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,49	$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1	$\beta =$	1
$L_{cr} =$	6337 mm	$L_{cr} =$	6337 mm
$\lambda =$	42,18	$\lambda =$	68,04
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_{d1} =$	0,419	$\lambda_{d1} =$	0,676
$\phi =$	0,641	$\phi =$	0,845
$\chi =$	0,887	$\chi =$	0,740
$\chi =$	0,740	výsledný součinitel vzpěrnosti	

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-254,6	-2,3	-5,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-294,8	-12,6	0,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-42,2	0,8	-2,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-21,9	-4,3	-0,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-473,9	-17,1	-6,0
minMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1516,1	-51,2	0,1

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-347,7	-3,1	-7,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-350,1	-15,0	0,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-54,9	1,1	-2,8
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-14,2	-2,8	-0,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-319,9	-11,5	-4,0
minMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-2277,9	-76,9	0,1

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

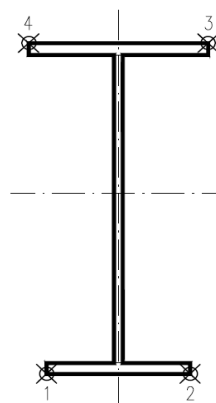
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-1086714,8}{2960040,5}$	+	$\frac{-31359750,0}{451747500}$	+	$\frac{-13931937,5}{277809600}$	=	0,487	0,55
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-1086714,8}{2960040,5}$	+	$\frac{-31359750,0}{451747500}$	+	$\frac{13931937,5}{277809600}$	=	0,386	0,65
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-1086714,8}{2960040,5}$	+	$\frac{31359750}{451747500}$	+	$\frac{13931937,5}{277809600}$	=	0,248	1,25
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-1086714,8}{2960040,5}$	+	$\frac{31359750}{451747500}$	+	$\frac{-13931937,5}{277809600}$	=	0,348	1,09

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2277857,6}{2960040,5}$	+	$\frac{-76863589}{451747500}$	+	$\frac{70000,0}{277809600}$	=	0,939
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2277857,6}{2960040,5}$	+	$\frac{-76863589}{451747500}$	+	$\frac{-70000,0}{277809600}$	=	0,940
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2277857,6}{2960040,5}$	+	$\frac{76863589}{451747500}$	+	$\frac{-70000,0}{277809600}$	=	0,600
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2277857,6}{2960040,5}$	+	$\frac{76863589}{451747500}$	+	$\frac{70000,0}{277809600}$	=	0,599

$Z_{LM71} =$ **0,55** z napětí v dolních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-11,8	0,9	-3,5	-3,5	-14,4	-14,4	-11,8	-0,9	-3,5	-3,5	-16,2	-16,2
2	-13,7	5,2	0,0	0,0	-8,5	-8,5	-13,7	-5,2	0,0	0,0	-18,9	-18,9
3	-2,0	-0,3	-1,4	-1,4	-3,7	-3,7	-2,0	0,3	-1,4	-1,4	-3,0	-3,0
4	-1,0	1,8	-0,1	-0,1	0,6	0,6	-1,0	-1,8	-0,1	-0,1	-2,9	-2,9
5	-22,0	7,0	-4,0	-4,0	-19,0	-19,0	-22,0	-7,0	-4,0	-4,0	-33,1	-33,1
minMy	-70,5	21,1	0,0	0,0	-49,3	-49,3	-70,5	-21,1	0,0	0,0	-91,5	-91,5

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-21,8	1,3	-4,7	-4,7	-25,3	-25,3	-21,8	-1,3	-4,7	-4,7	-27,9	-27,9
2	-22,0	6,2	0,0	0,0	-15,8	-15,8	-22,0	-6,2	0,0	0,0	-28,1	-28,1
3	-3,4	-0,4	-1,9	-1,9	-5,7	-5,7	-3,4	0,4	-1,9	-1,9	-4,9	-4,9
4	-0,9	1,2	-0,1	-0,1	0,2	0,2	-0,9	-1,2	-0,1	-0,1	-2,1	-2,1
5	-20,1	4,8	-2,7	-2,7	-18,1	-18,1	-20,1	-4,8	-2,7	-2,7	-27,6	-27,6
minMy	-143,1	31,6	0,0	0,0	-111,4	-111,4	-143,1	-31,6	0,0	0,0	-174,7	-174,7

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

$L =$	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	2,1520E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	4,8575E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,8670E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	150,2 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	93,1 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	2,4288E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	2,4288E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	1,4936E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	1,4936E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	1,4936E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	1,4936E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z	
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován	
c		c	křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,49	$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1	$\beta =$	1
$L_{cr} =$	6337 mm	$L_{cr} =$	6337 mm
$\lambda =$	42,18	$\lambda =$	68,04
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_{d1} =$	0,419	$\lambda_{d1} =$	0,676
$\phi =$	0,641	$\phi =$	0,845
$\chi =$	0,887	$\chi =$	0,740
$\chi =$	0,740	výsledný součinitel vzpěrnosti	

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-254,6	-2,3	-5,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-294,8	-12,6	0,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-23,6	0,5	-1,2
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-12,3	-2,4	-0,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-473,9	-17,1	-6,0
minMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1516,1	-51,2	0,1

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-347,7	-3,1	-7,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-350,1	-15,0	0,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-30,7	0,6	-1,6
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-8,0	-1,6	-0,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-319,9	-11,5	-4,0
minMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-2277,9	-76,9	0,1

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

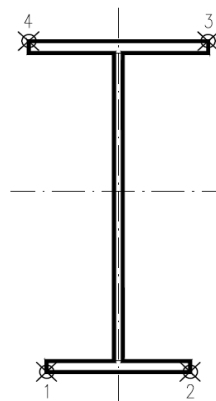
1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-1056310,2}{2960040,5}$	+	$\frac{-30601850,0}{451747500}$	+	$\frac{-12662097,5}{277809600}$	=	0,470	0,56
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-1056310,2}{2960040,5}$	+	$\frac{-30601850,0}{451747500}$	+	$\frac{12662097,5}{277809600}$	=	0,379	0,66
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-1056310,2}{2960040,5}$	+	$\frac{30601850}{451747500}$	+	$\frac{12662097,5}{277809600}$	=	0,244	1,26
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-1056310,2}{2960040,5}$	+	$\frac{30601850}{451747500}$	+	$\frac{-12662097,5}{277809600}$	=	0,335	1,11

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2277857,6}{2960040,5}$	+	$\frac{-76863589}{451747500}$	+	$\frac{70000,0}{277809600}$	=	0,939
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2277857,6}{2960040,5}$	+	$\frac{-76863589}{451747500}$	+	$\frac{-70000,0}{277809600}$	=	0,940
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2277857,6}{2960040,5}$	+	$\frac{76863589}{451747500}$	+	$\frac{-70000,0}{277809600}$	=	0,600
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2277857,6}{2960040,5}$	+	$\frac{76863589}{451747500}$	+	$\frac{70000,0}{277809600}$	=	0,599

$Z_{LM71} =$ **0,56**

z napětí v dolních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-11,8	0,9	-3,5	-3,5	-14,4	-14,4	-11,8	-0,9	-3,5	-3,5	-16,2	-16,2
2	-13,7	5,2	0,0	0,0	-8,5	-8,5	-13,7	-5,2	0,0	0,0	-18,9	-18,9
3	-1,1	-0,2	-0,8	-0,8	-2,1	-2,1	-1,1	0,2	-0,8	-0,8	-1,7	-1,7
4	-0,6	1,0	-0,1	-0,1	0,4	0,4	-0,6	-1,0	-0,1	-0,1	-1,6	-1,6
5	-22,0	7,0	-4,0	-4,0	-19,0	-19,0	-22,0	-7,0	-4,0	-4,0	-33,1	-33,1
minMy	-70,5	21,1	0,0	0,0	-49,3	-49,3	-70,5	-21,1	0,0	0,0	-91,5	-91,5

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-21,8	1,3	-4,7	-4,7	-25,3	-25,3	-21,8	-1,3	-4,7	-4,7	-27,9	-27,9
2	-22,0	6,2	0,0	0,0	-15,8	-15,8	-22,0	-6,2	0,0	0,0	-28,1	-28,1
3	-1,9	-0,2	-1,0	-1,0	-3,2	-3,2	-1,9	0,2	-1,0	-1,0	-2,7	-2,7
4	-0,5	0,6	0,0	0,0	0,1	0,1	-0,5	-0,6	0,0	0,0	-1,2	-1,2
5	-20,1	4,8	-2,7	-2,7	-18,1	-18,1	-20,1	-4,8	-2,7	-2,7	-27,6	-27,6
minMy	-143,1	31,6	0,0	0,0	-111,4	-111,4	-143,1	-31,6	0,0	0,0	-174,7	-174,7

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

$L =$	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	2,1520E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	4,8575E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,8670E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	150,2 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	93,1 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	2,4288E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	2,4288E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	1,4936E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	1,4936E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	1,4936E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	1,4936E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z	
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován	
c		c	křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,49	$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1	$\beta =$	1
$L_{cr} =$	6337 mm	$L_{cr} =$	6337 mm
$\lambda =$	42,18	$\lambda =$	68,04
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_{-d} =$	0,419	$\lambda_{-d} =$	0,676
$\phi =$	0,641	$\phi =$	0,845
$\chi =$	0,887	$\chi =$	0,740
$\chi =$	0,740	výsledný součinitel vzpěrnosti	

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-251,2	0,5	-5,9
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-315,0	-7,9	-3,7
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-35,5	-0,6	-1,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-23,1	-3,4	-0,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-114,1	-45,7	-8,5
minMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1180,7	-17,3	-16,3

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-343,1	0,7	-8,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-374,1	-9,3	-4,4
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-46,2	-0,7	-1,4
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-15,0	-2,2	-0,5
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-77,0	-30,8	-5,7
minMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1773,9	-26,1	-24,4

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

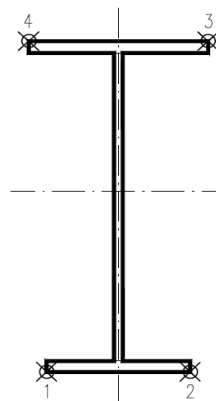
$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-855330,4}{2960040,5}$	+	$\frac{-42390656,3}{451747500}$	+	$\frac{-20041531,3}{277809600}$	=	0,455	0,73
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-855330,4}{2960040,5}$	+	$\frac{-42390656,3}{451747500}$	+	$\frac{20041531,3}{277809600}$	=	0,311	1,21
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-855330,4}{2960040,5}$	+	$\frac{42390656}{451747500}$	+	$\frac{20041531,3}{277809600}$	=	0,123	1,93
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-855330,4}{2960040,5}$	+	$\frac{42390656}{451747500}$	+	$\frac{-20041531,3}{277809600}$	=	0,267	1,16

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1773932,3}{2960040,5}$	+	$\frac{-26051889}{451747500}$	+	$\frac{-24429279,8}{277809600}$	=	0,745
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1773932,3}{2960040,5}$	+	$\frac{-26051889}{451747500}$	+	$\frac{24429279,8}{277809600}$	=	0,569
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1773932,3}{2960040,5}$	+	$\frac{26051889}{451747500}$	+	$\frac{24429279,8}{277809600}$	=	0,454
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1773932,3}{2960040,5}$	+	$\frac{26051889}{451747500}$	+	$\frac{-24429279,8}{277809600}$	=	0,630

$Z_{LM71} =$ **0,73** z napětí v dolních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-11,7	-0,2	-3,9	-3,9	-15,8	-15,8	-11,7	0,2	-3,9	-3,9	-15,4	-15,4
2	-14,6	3,2	-2,5	-2,5	-13,9	-13,9	-14,6	-3,2	-2,5	-2,5	-20,3	-20,3
3	-1,6	0,2	-0,7	-0,7	-2,1	-2,1	-1,6	-0,2	-0,7	-0,7	-2,6	-2,6
4	-1,1	1,4	-0,5	-0,5	-0,2	-0,2	-1,1	-1,4	-0,5	-0,5	-3,0	-3,0
5	-5,3	18,8	-5,7	-5,7	7,8	7,8	-5,3	-18,8	-5,7	-5,7	-29,8	-29,8
minMz	-54,9	7,1	-10,9	-10,9	-58,6	-58,6	-54,9	-7,1	-10,9	-10,9	-72,9	-72,9

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-21,6	-0,3	-5,4	-5,4	-27,2	-27,2	-21,6	0,3	-5,4	-5,4	-26,7	-26,7
2	-23,5	3,8	-2,9	-2,9	-22,6	-22,6	-23,5	-3,8	-2,9	-2,9	-30,3	-30,3
3	-2,9	0,3	-0,9	-0,9	-3,5	-3,5	-2,9	-0,3	-0,9	-0,9	-4,1	-4,1
4	-0,9	0,9	-0,3	-0,3	-0,4	-0,4	-0,9	-0,9	-0,3	-0,3	-2,2	-2,2
5	-4,8	12,7	-3,8	-3,8	4,0	4,0	-4,8	-12,7	-3,8	-3,8	-21,4	-21,4
minMz	-111,5	10,7	-16,4	-16,4	-117,1	-117,1	-111,5	-10,7	-16,4	-16,4	-138,6	-138,6

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	2,1520E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	4,8575E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,8670E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	150,2 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	93,1 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	2,4288E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	2,4288E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	1,4936E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	1,4936E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	1,4936E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	1,4936E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z	
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován	
c		c	křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,49	$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1	$\beta =$	1
$L_{cr} =$	6337 mm	$L_{cr} =$	6337 mm
$\lambda =$	42,18	$\lambda =$	68,04
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_{-d} =$	0,419	$\lambda_{-d} =$	0,676
$\phi =$	0,641	$\phi =$	0,845
$\chi =$	0,887	$\chi =$	0,740
$\chi =$	0,740	výsledný součinitel vzpěrnosti	

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vnitřní síly		
					charakteristické		
					N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-251,2	0,5	-5,9
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-315,0	-7,9	-3,7
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-26,3	-0,4	-0,8
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-17,1	-2,5	-0,6
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-114,1	-45,7	-8,5
minMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1180,7	-17,3	-16,3

ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vnitřní síly		
					návrhové		
					N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-343,1	0,7	-8,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-374,1	-9,3	-4,4
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-34,2	-0,5	-1,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-11,1	-1,6	-0,4
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-77,0	-30,8	-5,7
minMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1773,9	-26,1	-24,4

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

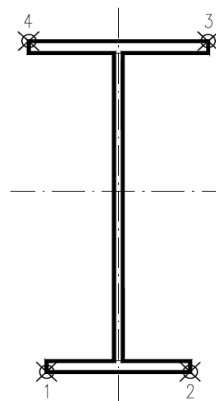
$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-839422,4}{2960040,5}$	+	$\frac{-41626776,3}{451747500}$	+	$\frac{-19542981,3}{277809600}$	=	0,446	0,74
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-839422,4}{2960040,5}$	+	$\frac{-41626776,3}{451747500}$	+	$\frac{19542981,3}{277809600}$	=	0,305	1,22
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-839422,4}{2960040,5}$	+	$\frac{41626776}{451747500}$	+	$\frac{19542981,3}{277809600}$	=	0,121	1,94
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-839422,4}{2960040,5}$	+	$\frac{41626776}{451747500}$	+	$\frac{-19542981,3}{277809600}$	=	0,262	1,17

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1773932,3}{2960040,5}$	+	$\frac{-26051889}{451747500}$	+	$\frac{-24429279,8}{277809600}$	=	0,745
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1773932,3}{2960040,5}$	+	$\frac{-26051889}{451747500}$	+	$\frac{24429279,8}{277809600}$	=	0,569
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1773932,3}{2960040,5}$	+	$\frac{26051889}{451747500}$	+	$\frac{24429279,8}{277809600}$	=	0,454
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1773932,3}{2960040,5}$	+	$\frac{26051889}{451747500}$	+	$\frac{-24429279,8}{277809600}$	=	0,630

$Z_{LM71} =$ **0,74** z napětí v dolních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-11,7	-0,2	-3,9	-3,9	-15,8	-15,8	-11,7	0,2	-3,9	-3,9	-15,4	-15,4
2	-14,6	3,2	-2,5	-2,5	-13,9	-13,9	-14,6	-3,2	-2,5	-2,5	-20,3	-20,3
3	-1,2	0,2	-0,5	-0,5	-1,6	-1,6	-1,2	-0,2	-0,5	-0,5	-1,9	-1,9
4	-0,8	1,0	-0,4	-0,4	-0,2	-0,2	-0,8	-1,0	-0,4	-0,4	-2,2	-2,2
5	-5,3	18,8	-5,7	-5,7	7,8	7,8	-5,3	-18,8	-5,7	-5,7	-29,8	-29,8
minMz	-54,9	7,1	-10,9	-10,9	-58,6	-58,6	-54,9	-7,1	-10,9	-10,9	-72,9	-72,9

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-21,6	-0,3	-5,4	-5,4	-27,2	-27,2	-21,6	0,3	-5,4	-5,4	-26,7	-26,7
2	-23,5	3,8	-2,9	-2,9	-22,6	-22,6	-23,5	-3,8	-2,9	-2,9	-30,3	-30,3
3	-2,1	0,2	-0,7	-0,7	-2,6	-2,6	-2,1	-0,2	-0,7	-0,7	-3,1	-3,1
4	-0,7	0,7	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,7	-0,7	-0,3	-0,3	-1,6	-1,6
5	-4,8	12,7	-3,8	-3,8	4,0	4,0	-4,8	-12,7	-3,8	-3,8	-21,4	-21,4
minMz	-111,5	10,7	-16,4	-16,4	-117,1	-117,1	-111,5	-10,7	-16,4	-16,4	-138,6	-138,6

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,2016E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	2,9676E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	9,6351E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	157,2 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	89,5 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,4838E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,4838E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	7,7081E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	7,7081E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	7,7081E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	7,7081E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z		
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován		
c		c		křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,49	$\alpha =$	0,49	součinitel imperfekce
$\beta =$	1	$\beta =$	1	součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} =$	6337 mm	$L_{cr} =$	6337 mm	kritická délka
$\lambda =$	40,32	$\lambda =$	70,77	štíhlost
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65	srovnávací štíhlost
$\lambda_d =$	0,401	$\lambda_d =$	0,703	poměrná štíhlost
$\phi =$	0,629	$\phi =$	0,870	
$\chi =$	0,897	$\chi =$	0,723	součinitel vzpěrnosti
$\chi =$	0,723	výsledný součinitel vzpěrnosti		

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-139,3	0,6	-1,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-68,7	36,8	-1,0
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	-37,8	12,5	4,6
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-16,9	5,3	-0,7
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-100,0	29,8	-3,4
maxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-680,2	39,1	-0,5

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-190,2	0,8	-1,4
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-81,6	43,7	-1,2
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	-49,2	16,2	6,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-11,0	3,5	-0,5
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-67,5	20,1	-2,3
maxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1022,0	58,7	-0,8

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

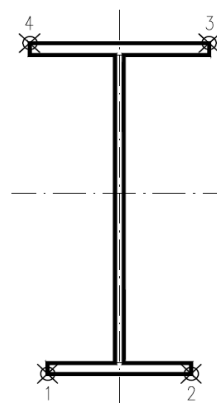
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-399477,8}{1615344,8}$	+	$\frac{84268281,3}{275986800}$	+	$\frac{622437,5}{143370288}$	=	0,062	2,20
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-399477,8}{1615344,8}$	+	$\frac{84268281,3}{275986800}$	+	$\frac{-622437,5}{143370288}$	=	0,054	2,28
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-399477,8}{1615344,8}$	+	$\frac{-84268281}{275986800}$	+	$\frac{-622437,5}{143370288}$	=	0,557	0,53
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-399477,8}{1615344,8}$	+	$\frac{-84268281}{275986800}$	+	$\frac{622437,5}{143370288}$	=	0,548	0,53

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1021958,2}{1615344,8}$	+	$\frac{58729431}{275986800}$	+	$\frac{-781256,2}{143370288}$	=	0,425
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1021958,2}{1615344,8}$	+	$\frac{58729431}{275986800}$	+	$\frac{781256,2}{143370288}$	=	0,414
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1021958,2}{1615344,8}$	+	$\frac{-58729431}{275986800}$	+	$\frac{781256,2}{143370288}$	=	0,840
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1021958,2}{1615344,8}$	+	$\frac{-58729431}{275986800}$	+	$\frac{-781256,2}{143370288}$	=	0,851

$Z_{LM71} =$ **0,53** z napětí v horních pravých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-11,6	-0,4	-1,3	-1,3	-13,3	-13,3	-11,6	0,4	-1,3	-1,3	-12,5	-12,5
2	-5,7	-24,8	-1,3	-1,3	-31,8	-31,8	-5,7	24,8	-1,3	-1,3	17,8	17,8
3	-3,1	-8,4	6,0	6,0	-5,6	-5,6	-3,1	8,4	6,0	6,0	11,2	11,2
4	-1,4	-3,6	-1,0	-1,0	-6,0	-6,0	-1,4	3,6	-1,0	-1,0	1,2	1,2
5	-8,3	-20,1	-4,4	-4,4	-32,8	-32,8	-8,3	20,1	-4,4	-4,4	7,4	7,4
maxMy	-56,6	-26,3	-0,7	-0,7	-83,6	-83,6	-56,6	26,3	-0,7	-0,7	-30,9	-30,9

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-21,9	-0,5	-1,8	-1,8	-24,2	-24,2	-21,9	0,5	-1,8	-1,8	-23,2	-23,2
2	-9,4	-29,5	-1,5	-1,5	-40,4	-40,4	-9,4	29,5	-1,5	-1,5	18,5	18,5
3	-5,7	-10,9	7,7	7,7	-8,8	-8,8	-5,7	10,9	7,7	7,7	13,0	13,0
4	-1,3	-2,3	-0,6	-0,6	-4,2	-4,2	-1,3	2,3	-0,6	-0,6	0,4	0,4
5	-7,8	-13,6	-3,0	-3,0	-24,3	-24,3	-7,8	13,6	-3,0	-3,0	2,8	2,8
maxMy	-117,7	-39,6	-1,0	-1,0	-158,3	-158,3	-117,7	39,6	-1,0	-1,0	-79,1	-79,1

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,2016E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	2,9676E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	9,6351E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	157,2 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	89,5 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,4838E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,4838E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	7,7081E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	7,7081E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	7,7081E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	7,7081E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z	
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován	
c		c	křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,49	$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1	$\beta =$	1
$L_{cr} =$	6337 mm	$L_{cr} =$	6337 mm
$\lambda =$	40,32	$\lambda =$	70,77
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_{-d} =$	0,401	$\lambda_{-d} =$	0,703
$\phi =$	0,629	$\phi =$	0,870
$\chi =$	0,897	$\chi =$	0,723
$\chi =$	0,723	součinitel vzpěrnosti	
výsledný součinitel vzpěrnosti			

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-139,3	0,6	-1,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-68,7	36,8	-1,0
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-21,6	7,1	2,6
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-9,6	3,0	-0,4
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-100,0	29,8	-3,4
maxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-680,2	39,1	-0,5

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-190,2	0,8	-1,4
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-81,6	43,7	-1,2
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-28,0	9,2	3,4
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-6,3	2,0	-0,3
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-67,5	20,1	-2,3
maxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1022,0	58,7	-0,8

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

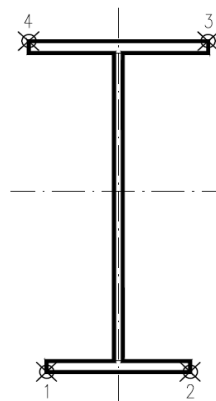
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-373601,7}{1615344,8}$	+	$\frac{75818996,3}{275986800}$	+	$\frac{-1736542,5}{143370288}$	=	0,031	2,28
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-373601,7}{1615344,8}$	+	$\frac{75818996,3}{275986800}$	+	$\frac{1736542,5}{143370288}$	=	0,056	2,28
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-373601,7}{1615344,8}$	+	$\frac{-75818996}{275986800}$	+	$\frac{1736542,5}{143370288}$	=	0,494	0,60
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-373601,7}{1615344,8}$	+	$\frac{-75818996}{275986800}$	+	$\frac{-1736542,5}{143370288}$	=	0,518	0,57

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1021958,2}{1615344,8}$	+	$\frac{58729431}{275986800}$	+	$\frac{-781256,2}{143370288}$	=	0,425
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1021958,2}{1615344,8}$	+	$\frac{58729431}{275986800}$	+	$\frac{781256,2}{143370288}$	=	0,414
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1021958,2}{1615344,8}$	+	$\frac{-58729431}{275986800}$	+	$\frac{781256,2}{143370288}$	=	0,840
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1021958,2}{1615344,8}$	+	$\frac{-58729431}{275986800}$	+	$\frac{-781256,2}{143370288}$	=	0,851

$Z_{LM71} =$ **0,57** z napětí v horních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-11,6	-0,4	-1,3	-1,3	-13,3	-13,3	-11,6	0,4	-1,3	-1,3	-12,5	-12,5
2	-5,7	-24,8	-1,3	-1,3	-31,8	-31,8	-5,7	24,8	-1,3	-1,3	17,8	17,8
3	-1,8	-4,8	3,4	3,4	-3,2	-3,2	-1,8	4,8	3,4	3,4	6,4	6,4
4	-0,8	-2,0	-0,5	-0,5	-3,4	-3,4	-0,8	2,0	-0,5	-0,5	0,7	0,7
5	-8,3	-20,1	-4,4	-4,4	-32,8	-32,8	-8,3	20,1	-4,4	-4,4	7,4	7,4
maxMy	-56,6	-26,3	-0,7	-0,7	-83,6	-83,6	-56,6	26,3	-0,7	-0,7	-30,9	-30,9

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-21,9	-0,5	-1,8	-1,8	-24,2	-24,2	-21,9	0,5	-1,8	-1,8	-23,2	-23,2
2	-9,4	-29,5	-1,5	-1,5	-40,4	-40,4	-9,4	29,5	-1,5	-1,5	18,5	18,5
3	-3,2	-6,2	4,4	4,4	-5,0	-5,0	-3,2	6,2	4,4	4,4	7,4	7,4
4	-0,7	-1,3	-0,4	-0,4	-2,4	-2,4	-0,7	1,3	-0,4	-0,4	0,3	0,3
5	-7,8	-13,6	-3,0	-3,0	-24,3	-24,3	-7,8	13,6	-3,0	-3,0	2,8	2,8
maxMy	-117,7	-39,6	-1,0	-1,0	-158,3	-158,3	-117,7	39,6	-1,0	-1,0	-79,1	-79,1

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,2016E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	2,9676E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	9,6351E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	157,2 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	89,5 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,4838E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,4838E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	7,7081E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	7,7081E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	7,7081E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	7,7081E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak je uvažován

c	
$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	6337 mm
$\lambda =$	40,32
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_{-d} =$	0,401
$\phi =$	0,629
$\chi =$	0,897

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak je uvažován

c		křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,49	součinitel imperfekce
$\beta =$	1	součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} =$	6337 mm	kritická délka
$\lambda =$	70,77	štíhlost
$\lambda_1 =$	100,65	srovnávací štíhlost
$\lambda_{-d} =$	0,703	poměrná štíhlost
$\phi =$	0,870	
$\chi =$	0,723	součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	0,723	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-135,6	-0,9	-3,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-63,4	9,9	-1,0
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-18,5	-4,6	7,8
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-22,4	0,0	-0,5
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-284,2	-9,3	2,0
minN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1209,2	-17,0	-3,7

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-185,1	-1,2	-4,3
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-75,3	11,8	-1,2
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-24,0	-6,0	10,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-14,6	0,0	-0,3
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-191,8	-6,2	1,3
minN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1816,8	-25,5	-3,7

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

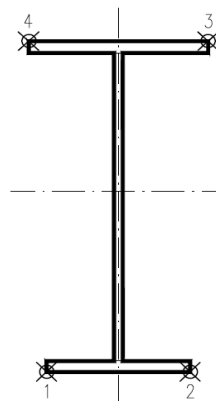
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-490833,3}{1615344,8}$	+	$\frac{-1619312,5}{275986800}$	+	$\frac{5609531,3}{143370288}$	=	0,271	0,59
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-490833,3}{1615344,8}$	+	$\frac{-1619312,5}{275986800}$	+	$\frac{-5609531,3}{143370288}$	=	0,349	0,55
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-490833,3}{1615344,8}$	+	$\frac{1619313}{275986800}$	+	$\frac{-5609531,3}{143370288}$	=	0,337	0,66
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-490833,3}{1615344,8}$	+	$\frac{1619313}{275986800}$	+	$\frac{5609531,3}{143370288}$	=	0,259	0,70

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1816766,2}{1615344,8}$	+	$\frac{-25480971}{275986800}$	+	$\frac{-3670000,0}{143370288}$	=	1,243
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1816766,2}{1615344,8}$	+	$\frac{-25480971}{275986800}$	+	$\frac{3670000,0}{143370288}$	=	1,191
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1816766,2}{1615344,8}$	+	$\frac{25480971}{275986800}$	+	$\frac{3670000,0}{143370288}$	=	1,007
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1816766,2}{1615344,8}$	+	$\frac{25480971}{275986800}$	+	$\frac{-3670000,0}{143370288}$	=	1,058

$Z_{LM71} =$ **0,55** z napětí v dolních pravých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wz p	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-11,3	0,6	-4,1	-4,1	-14,8	-14,8	-11,3	-0,6	-4,1	-4,1	-15,9	-15,9
2	-5,3	-6,7	-1,3	-1,3	-13,3	-13,3	-5,3	6,7	-1,3	-1,3	0,1	0,1
3	-1,5	3,1	10,1	10,1	11,6	11,6	-1,5	-3,1	10,1	10,1	5,4	5,4
4	-1,9	0,0	-0,6	-0,6	-2,5	-2,5	-1,9	0,0	-0,6	-0,6	-2,5	-2,5
5	-23,7	6,2	2,5	2,5	-14,9	-14,9	-23,7	-6,2	2,5	2,5	-27,4	-27,4
minN	-100,6	11,4	-4,8	-4,8	-94,0	-94,0	-100,6	-11,4	-4,8	-4,8	-116,8	-116,8

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wz p	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-21,3	0,8	-5,6	-5,6	-26,1	-26,1	-21,3	-0,8	-5,6	-5,6	-27,7	-27,7
2	-8,7	-7,9	-1,5	-1,5	-18,2	-18,2	-8,7	7,9	-1,5	-1,5	-2,3	-2,3
3	-2,8	4,0	13,1	13,1	14,4	14,4	-2,8	-4,0	13,1	13,1	6,3	6,3
4	-1,7	0,0	-0,4	-0,4	-2,1	-2,1	-1,7	0,0	-0,4	-0,4	-2,1	-2,1
5	-22,1	4,2	1,7	1,7	-16,2	-16,2	-22,1	-4,2	1,7	1,7	-24,6	-24,6
minN	-209,2	17,2	-4,8	-4,8	-196,8	-196,8	-209,2	-17,2	-4,8	-4,8	-231,1	-231,1

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,2016E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	2,9676E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	9,6351E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	157,2 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	89,5 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,4838E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,4838E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	7,7081E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	7,7081E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	7,7081E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	7,7081E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak je uvažován

c	
$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	6337 mm
$\lambda =$	40,32
$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_{-d} =$	0,401
$\phi =$	0,629
$\chi =$	0,897

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak je uvažován

c		křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,49	součinitel imperfekce
$\beta =$	1	součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} =$	6337 mm	kritická délka
$\lambda =$	70,77	štíhlost
$\lambda_1 =$	100,65	srovnávací štíhlost
$\lambda_{-d} =$	0,703	poměrná štíhlost
$\phi =$	0,870	
$\chi =$	0,723	součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	0,723	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-135,6	-0,9	-3,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-63,4	9,9	-1,0
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-10,7	-2,7	4,5
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-13,0	0,0	-0,3
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-284,2	-9,3	2,0
minN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1209,2	-17,0	-3,7

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-185,1	-1,2	-4,3
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-75,3	11,8	-1,2
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-13,9	-3,5	5,9
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-8,4	0,0	-0,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-191,8	-6,2	1,3
minN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1816,8	-25,5	-3,7

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

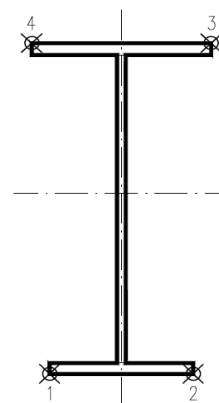
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-474636,2}{1615344,8}$	+	$\frac{897747,5}{275986800}$	+	$\frac{1500881,3}{143370288}$	=	0,280	0,58
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-474636,2}{1615344,8}$	+	$\frac{897747,5}{275986800}$	+	$\frac{-1500881,3}{143370288}$	=	0,301	0,59
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-474636,2}{1615344,8}$	+	$\frac{-897748}{275986800}$	+	$\frac{-1500881,3}{143370288}$	=	0,308	0,69
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-474636,2}{1615344,8}$	+	$\frac{-897748}{275986800}$	+	$\frac{1500881,3}{143370288}$	=	0,287	0,67

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1816766,2}{1615344,8}$	+	$\frac{-25480971}{275986800}$	+	$\frac{-3670000,0}{143370288}$	=	1,243
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1816766,2}{1615344,8}$	+	$\frac{-25480971}{275986800}$	+	$\frac{3670000,0}{143370288}$	=	1,191
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1816766,2}{1615344,8}$	+	$\frac{25480971}{275986800}$	+	$\frac{3670000,0}{143370288}$	=	1,007
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1816766,2}{1615344,8}$	+	$\frac{25480971}{275986800}$	+	$\frac{-3670000,0}{143370288}$	=	1,058

$Z_{LM71} =$ **0,58** z napětí v dolních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-11,3	0,6	-4,1	-4,1	-14,8	-14,8	-11,3	-0,6	-4,1	-4,1	-15,9	-15,9
2	-5,3	-6,7	-1,3	-1,3	-13,3	-13,3	-5,3	6,7	-1,3	-1,3	0,1	0,1
3	-0,9	1,8	5,8	5,8	6,7	6,7	-0,9	-1,8	5,8	5,8	3,1	3,1
4	-1,1	0,0	-0,4	-0,4	-1,4	-1,4	-1,1	0,0	-0,4	-0,4	-1,4	-1,4
5	-23,7	6,2	2,5	2,5	-14,9	-14,9	-23,7	-6,2	2,5	2,5	-27,4	-27,4
minN	-100,6	11,4	-4,8	-4,8	-94,0	-94,0	-100,6	-11,4	-4,8	-4,8	-116,8	-116,8

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-21,3	0,8	-5,6	-5,6	-26,1	-26,1	-21,3	-0,8	-5,6	-5,6	-27,7	-27,7
2	-8,7	-7,9	-1,5	-1,5	-18,2	-18,2	-8,7	7,9	-1,5	-1,5	-2,3	-2,3
3	-1,6	2,3	7,6	7,6	8,3	8,3	-1,6	-2,3	7,6	7,6	3,6	3,6
4	-1,0	0,0	-0,2	-0,2	-1,2	-1,2	-1,0	0,0	-0,2	-0,2	-1,2	-1,2
5	-22,1	4,2	1,7	1,7	-16,2	-16,2	-22,1	-4,2	1,7	1,7	-24,6	-24,6
minN	-209,2	17,2	-4,8	-4,8	-196,8	-196,8	-209,2	-17,2	-4,8	-4,8	-231,1	-231,1

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,2016E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	2,9676E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	9,6351E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	157,2 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	89,5 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,4838E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,4838E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	7,7081E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	7,7081E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	7,7081E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	7,7081E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z		
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován		
c		c		křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,49	$\alpha =$	0,49	součinitel imperfekce
$\beta =$	1	$\beta =$	1	součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} =$	6337 mm	$L_{cr} =$	6337 mm	kritická délka
$\lambda =$	40,32	$\lambda =$	70,77	štíhlost
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65	srovnávací štíhlost
$\lambda_d =$	0,401	$\lambda_d =$	0,703	poměrná štíhlost
$\phi =$	0,629	$\phi =$	0,870	
$\chi =$	0,897	$\chi =$	0,723	součinitel vzpěrnosti
$\chi =$	0,723	výsledný součinitel vzpěrnosti		

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-139,3	0,6	-1,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-68,7	36,8	-1,0
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	37,8	-12,5	-4,6
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	-4,2	0,0	1,5
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-100,0	29,8	-3,4
minMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-44,4	1,8	-13,4

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-190,2	0,8	-1,4
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-81,6	43,7	-1,2
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	24,6	-8,1	-3,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	-5,4	0,0	2,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-67,5	20,1	-2,3
minMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-66,7	2,6	-20,2

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

$Z_{LM71} =$

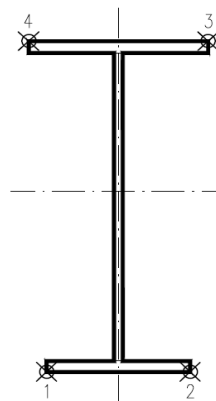
1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-320099,8}{1615344,8}$	+	$\frac{56526281,3}{275986800}$	+	$\frac{-5858062,5}{143370288}$	=	0,034	5,60
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-320099,8}{1615344,8}$	+	$\frac{56526281,3}{275986800}$	+	$\frac{5858062,5}{143370288}$	=	0,048	8,74
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-320099,8}{1615344,8}$	+	$\frac{-56526281}{275986800}$	+	$\frac{5858062,5}{143370288}$	=	0,362	7,09
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-320099,8}{1615344,8}$	+	$\frac{-56526281}{275986800}$	+	$\frac{-5858062,5}{143370288}$	=	0,444	2,90

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-66677,2}{1615344,8}$	+	$\frac{2629228}{275986800}$	+	$\frac{-20177443,3}{143370288}$	=	0,172
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-66677,2}{1615344,8}$	+	$\frac{2629228}{275986800}$	+	$\frac{20177443,3}{143370288}$	=	0,109
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-66677,2}{1615344,8}$	+	$\frac{-2629228}{275986800}$	+	$\frac{20177443,3}{143370288}$	=	0,090
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-66677,2}{1615344,8}$	+	$\frac{-2629228}{275986800}$	+	$\frac{-20177443,3}{143370288}$	=	0,192

$Z_{LM71} =$ **2,90**

z napětí v horních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-11,6	-0,4	-1,3	-1,3	-13,3	-13,3	-11,6	0,4	-1,3	-1,3	-12,5	-12,5
2	-5,7	-24,8	-1,3	-1,3	-31,8	-31,8	-5,7	24,8	-1,3	-1,3	17,8	17,8
3	3,1	8,4	-6,0	-6,0	5,6	5,6	3,1	-8,4	-6,0	-6,0	-11,2	-11,2
4	-0,3	0,0	2,0	2,0	1,6	1,6	-0,3	0,0	2,0	2,0	1,6	1,6
5	-8,3	-20,1	-4,4	-4,4	-32,8	-32,8	-8,3	20,1	-4,4	-4,4	7,4	7,4
minMz	-3,7	-1,2	-17,4	-17,4	-22,3	-22,3	-3,7	1,2	-17,4	-17,4	-19,9	-19,9

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-21,9	-0,5	-1,8	-1,8	-24,2	-24,2	-21,9	0,5	-1,8	-1,8	-23,2	-23,2
2	-9,4	-29,5	-1,5	-1,5	-40,4	-40,4	-9,4	29,5	-1,5	-1,5	18,5	18,5
3	2,8	5,5	-3,9	-3,9	4,4	4,4	2,8	-5,5	-3,9	-3,9	-6,5	-6,5
4	-0,6	0,0	2,6	2,6	2,0	2,0	-0,6	0,0	2,6	2,6	2,0	2,0
5	-7,8	-13,6	-3,0	-3,0	-24,3	-24,3	-7,8	13,6	-3,0	-3,0	2,8	2,8
minMz	-7,7	-1,8	-26,2	-26,2	-35,6	-35,6	-7,7	1,8	-26,2	-26,2	-32,1	-32,1

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
f_u =	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d}$ =	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,04	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A_{net} =	7,0000E+03 mm ²	plocha průřezu - oslabená
A =	8,0400E+03 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
I_y =	1,8719E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	2,1605E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	163,5 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	55,6 mm	poloměr setrvačnosti
d =	400 mm	celková výška průřezu
z_h =	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

b_{hor} =	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$ =	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$ =	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$ =	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$ =	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H}$ =	9,3595E+05 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	9,3595E+05 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	1,7284E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	1,7284E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	1,7284E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	1,7284E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

μ_M =	1,11	součinitel vlivu excentricity
α =	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
ξ =	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd}$ =	1495,4 kN
$N_{u,Rd}$ =	1894,0 kN
N_{Rd} =	min (1495,4; 1894)
N_{Rd} =	1495,4 kN

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	100,2	-0,1	-1,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	46,1	-10,0	-0,6
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	34,6	-0,3	-0,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	15,9	-0,1	0,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	199,6	3,4	0,3
maxN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	927,5	-1,4	1,3

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	136,9	-0,2	-1,7
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	54,8	-11,8	-0,7
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	44,9	-0,4	-0,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	10,3	0,0	0,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	134,7	2,3	0,2
maxN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1393,5	-2,0	1,3

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{381631,6}{1495440,0}$	+	$\frac{-10138500,0}{174086700}$	+	$\frac{-2250656,3}{32148240}$	=	0,127	0,91
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{381631,6}{1495440,0}$	+	$\frac{-10138500,0}{174086700}$	+	$\frac{2250656,3}{32148240}$	=	0,267	0,83
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{381631,6}{1495440,0}$	+	$\frac{10138500}{174086700}$	+	$\frac{2250656,3}{32148240}$	=	0,383	0,68
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{381631,6}{1495440,0}$	+	$\frac{10138500}{174086700}$	+	$\frac{-2250656,3}{32148240}$	=	0,243	0,77

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1393520,6}{1495440,0}$	+	$\frac{-2043285}{174086700}$	+	$\frac{1290000,0}{32148240}$	=	0,960
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1393520,6}{1495440,0}$	+	$\frac{-2043285}{174086700}$	+	$\frac{-1290000,0}{32148240}$	=	0,880
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1393520,6}{1495440,0}$	+	$\frac{2043285}{174086700}$	+	$\frac{-1290000,0}{32148240}$	=	0,903
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1393520,6}{1495440,0}$	+	$\frac{2043285}{174086700}$	+	$\frac{1290000,0}{32148240}$	=	0,984

$Z_{LM71} =$ **0,68** z napětí v horních pravých vláknech

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	14,3	0,1	-7,0	-7,0	7,4	7,4	14,3	-0,1	-7,0	-7,0	7,2	7,2
2	6,6	10,7	-3,6	-3,6	13,7	13,7	6,6	-10,7	-3,6	-3,6	-7,7	-7,7
3	4,9	0,3	-0,3	-0,3	4,9	4,9	4,9	-0,3	-0,3	-0,3	4,3	4,3
4	2,3	0,1	0,0	0,0	2,3	2,3	2,3	-0,1	0,0	0,0	2,2	2,2
5	28,5	-3,6	1,9	1,9	26,8	26,8	28,5	3,6	1,9	1,9	33,9	33,9
maxN	132,5	1,5	7,5	7,5	141,4	141,4	132,5	-1,5	7,5	7,5	138,5	138,5

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	19,6	0,2	-9,6	-9,6	10,2	10,2	19,6	-0,2	-9,6	-9,6	9,8	9,8
2	7,8	12,6	-4,3	-4,3	16,2	16,2	7,8	-12,6	-4,3	-4,3	-9,1	-9,1
3	6,4	0,4	-0,5	-0,5	6,4	6,4	6,4	-0,4	-0,5	-0,5	5,6	5,6
4	1,5	0,0	0,0	0,0	1,5	1,5	1,5	0,0	0,0	0,0	1,4	1,4
5	19,2	-2,4	1,2	1,2	18,1	18,1	19,2	2,4	1,2	1,2	22,9	22,9
maxN	199,1	2,2	7,5	7,5	208,7	208,7	199,1	-2,2	7,5	7,5	204,4	204,4

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$f_u =$	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d} =$	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A_{net} =$	7,0000E+03 mm ²	plocha průřezu - oslabená
$A =$	8,0400E+03 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
$I_y =$	1,8719E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	2,1605E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	163,5 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	55,6 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H} =$	9,3595E+05 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	9,3595E+05 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	1,7284E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	1,7284E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	1,7284E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	1,7284E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd} =$	1495,4 kN
$N_{u,Rd} =$	1894,0 kN
$N_{Rd} =$	min (1495,4; 1894)
$N_{Rd} =$	1495,4 kN

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	100,2	-0,1	-1,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	46,1	-10,0	-0,6
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	24,2	-0,2	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	11,1	0,0	0,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	199,6	3,4	0,3
maxN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	927,5	-1,4	1,3

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	136,9	-0,2	-1,7
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	54,8	-11,8	-0,7
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	31,5	-0,3	-0,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	7,2	0,0	0,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	134,7	2,3	0,2
maxN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1393,5	-2,0	1,3

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

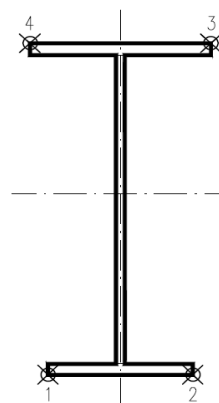
$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{365048,8}{1495440,0}$	+	$\frac{-10019550,0}{174086700}$	+	$\frac{-2227256,3}{32148240}$	=	0,117	0,92
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{365048,8}{1495440,0}$	+	$\frac{-10019550,0}{174086700}$	+	$\frac{2227256,3}{32148240}$	=	0,256	0,85
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{365048,8}{1495440,0}$	+	$\frac{10019550}{174086700}$	+	$\frac{2227256,3}{32148240}$	=	0,371	0,70
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{365048,8}{1495440,0}$	+	$\frac{10019550}{174086700}$	+	$\frac{-2227256,3}{32148240}$	=	0,232	0,78

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1393520,6}{1495440,0}$	+	$\frac{-2043285}{174086700}$	+	$\frac{1290000,0}{32148240}$	=	0,960
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1393520,6}{1495440,0}$	+	$\frac{-2043285}{174086700}$	+	$\frac{-1290000,0}{32148240}$	=	0,880
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1393520,6}{1495440,0}$	+	$\frac{2043285}{174086700}$	+	$\frac{-1290000,0}{32148240}$	=	0,903
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1393520,6}{1495440,0}$	+	$\frac{2043285}{174086700}$	+	$\frac{1290000,0}{32148240}$	=	0,984

$Z_{LM71} =$ **0,70** z napětí v horních pravých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	14,3	0,1	-7,0	-7,0	7,4	7,4	14,3	-0,1	-7,0	-7,0	7,2	7,2
2	6,6	10,7	-3,6	-3,6	13,7	13,7	6,6	-10,7	-3,6	-3,6	-7,7	-7,7
3	3,5	0,2	-0,2	-0,2	3,4	3,4	3,5	-0,2	-0,2	-0,2	3,0	3,0
4	1,6	0,0	0,0	0,0	1,6	1,6	1,6	0,0	0,0	0,0	1,6	1,6
5	28,5	-3,6	1,9	1,9	26,8	26,8	28,5	3,6	1,9	1,9	33,9	33,9
maxN	132,5	1,5	7,5	7,5	141,4	141,4	132,5	-1,5	7,5	7,5	138,5	138,5

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	19,6	0,2	-9,6	-9,6	10,2	10,2	19,6	-0,2	-9,6	-9,6	9,8	9,8
2	7,8	12,6	-4,3	-4,3	16,2	16,2	7,8	-12,6	-4,3	-4,3	-9,1	-9,1
3	4,5	0,3	-0,3	-0,3	4,5	4,5	4,5	-0,3	-0,3	-0,3	3,9	3,9
4	1,0	0,0	0,0	0,0	1,1	1,1	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0
5	19,2	-2,4	1,2	1,2	18,1	18,1	19,2	2,4	1,2	1,2	22,9	22,9
maxN	199,1	2,2	7,5	7,5	208,7	208,7	199,1	-2,2	7,5	7,5	204,4	204,4

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$f_u =$	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d} =$	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A_{net} =$	7,0000E+03 mm ²	plocha průřezu - oslabená
$A =$	8,0400E+03 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
$I_y =$	1,8719E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	2,1605E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	163,5 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	55,6 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H} =$	9,3595E+05 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	9,3595E+05 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	1,7284E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	1,7284E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	1,7284E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	1,7284E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd} =$	1495,4 kN
$N_{u,Rd} =$	1894,0 kN
$N_{Rd} =$	min (1495,4; 1894)
$N_{Rd} =$	1495,4 kN

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	109,8	0,8	-1,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	47,6	21,4	-1,6
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	36,8	-0,2	-0,3
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	5,5	3,2	-0,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	233,2	11,4	-0,5
maxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	234,4	28,5	-0,5

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	150,0	1,1	-2,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	56,5	25,5	-1,9
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	47,8	-0,3	-0,4
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	3,6	2,1	-0,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	157,4	7,7	-0,3
maxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	352,2	42,8	-0,7

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

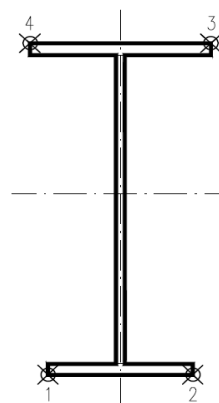
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{415262,5}{1495440,0}$	+	$\frac{36020593,8}{174086700}$	+	$\frac{-4757781,3}{32148240}$	=	0,337	1,44
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{415262,5}{1495440,0}$	+	$\frac{36020593,8}{174086700}$	+	$\frac{4757781,3}{32148240}$	=	0,633	0,73
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{415262,5}{1495440,0}$	+	$\frac{-36020594}{174086700}$	+	$\frac{4757781,3}{32148240}$	=	0,219	73,83
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{415262,5}{1495440,0}$	+	$\frac{-36020594}{174086700}$	+	$\frac{-4757781,3}{32148240}$	=	0,077	29,31

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{352196,3}{1495440,0}$	+	$\frac{42818848}{174086700}$	+	$\frac{-676087,1}{32148240}$	=	0,460
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{352196,3}{1495440,0}$	+	$\frac{42818848}{174086700}$	+	$\frac{676087,1}{32148240}$	=	0,503
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{352196,3}{1495440,0}$	+	$\frac{-42818848}{174086700}$	+	$\frac{676087,1}{32148240}$	=	0,011
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{352196,3}{1495440,0}$	+	$\frac{-42818848}{174086700}$	+	$\frac{-676087,1}{32148240}$	=	0,031

Z_{LM71} = 0,73 z napětí v dolních pravých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wz p	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	15,7	-0,8	-8,6	-8,6	6,2	6,2	15,7	0,8	-8,6	-8,6	7,9	7,9
2	6,8	-22,9	-9,4	-9,4	-25,5	-25,5	6,8	22,9	-9,4	-9,4	20,3	20,3
3	5,3	0,2	-1,8	-1,8	3,7	3,7	5,3	-0,2	-1,8	-1,8	3,2	3,2
4	0,8	-3,4	-0,5	-0,5	-3,1	-3,1	0,8	3,4	-0,5	-0,5	3,7	3,7
5	33,3	-12,1	-3,0	-3,0	18,2	18,2	33,3	12,1	-3,0	-3,0	42,5	42,5
maxMy	33,5	-30,5	-2,6	-2,6	0,4	0,4	33,5	30,5	-2,6	-2,6	61,3	61,3

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wz p	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	21,4	-1,2	-11,8	-11,8	8,5	8,5	21,4	1,2	-11,8	-11,8	10,8	10,8
2	8,1	-27,2	-11,1	-11,1	-30,3	-30,3	8,1	27,2	-11,1	-11,1	24,1	24,1
3	6,8	0,3	-2,3	-2,3	4,8	4,8	6,8	-0,3	-2,3	-2,3	4,2	4,2
4	0,5	-2,2	-0,3	-0,3	-2,0	-2,0	0,5	2,2	-0,3	-0,3	2,4	2,4
5	22,5	-8,2	-2,0	-2,0	12,3	12,3	22,5	8,2	-2,0	-2,0	28,7	28,7
maxMy	50,3	-45,7	-3,9	-3,9	0,7	0,7	50,3	45,7	-3,9	-3,9	92,2	92,2

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$f_u =$	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d} =$	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A_{net} =$	7,0000E+03 mm ²	plocha průřezu - oslabená
$A =$	8,0400E+03 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
$I_y =$	1,8719E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	2,1605E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	163,5 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	55,6 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H} =$	9,3595E+05 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	9,3595E+05 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	1,7284E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	1,7284E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	1,7284E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	1,7284E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd} =$	1495,4 kN
$N_{u,Rd} =$	1894,0 kN
$N_{Rd} =$	min (1495,4; 1894)
$N_{Rd} =$	1495,4 kN

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	109,8	0,8	-1,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	47,6	21,4	-1,6
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	28,0	-0,2	-0,2
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	4,2	2,4	-0,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	233,2	11,4	-0,5
maxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	234,4	28,5	-0,5

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	150,0	1,1	-2,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	56,5	25,5	-1,9
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	36,3	-0,2	-0,3
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	2,7	1,6	0,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	157,4	7,7	-0,3
maxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	352,2	42,8	-0,7

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

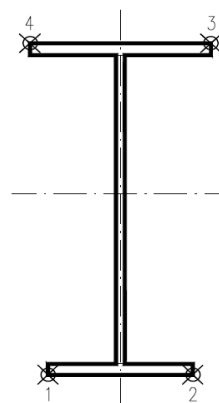
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{402926,1}{1495440,0}$	+	$\frac{35586913,8}{174086700}$	+	$\frac{-4648581,3}{32148240}$	=	0,329	1,46
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{402926,1}{1495440,0}$	+	$\frac{35586913,8}{174086700}$	+	$\frac{4648581,3}{32148240}$	=	0,618	0,76
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{402926,1}{1495440,0}$	+	$\frac{-35586914}{174086700}$	+	$\frac{4648581,3}{32148240}$	=	0,210	74,70
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{402926,1}{1495440,0}$	+	$\frac{-35586914}{174086700}$	+	$\frac{-4648581,3}{32148240}$	=	0,080	29,24

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{352196,3}{1495440,0}$	+	$\frac{42818848}{174086700}$	+	$\frac{-676087,1}{32148240}$	=	0,460
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{352196,3}{1495440,0}$	+	$\frac{42818848}{174086700}$	+	$\frac{676087,1}{32148240}$	=	0,503
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{352196,3}{1495440,0}$	+	$\frac{-42818848}{174086700}$	+	$\frac{676087,1}{32148240}$	=	0,011
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{352196,3}{1495440,0}$	+	$\frac{-42818848}{174086700}$	+	$\frac{-676087,1}{32148240}$	=	0,031

Z_{LM71} = 0,76 z napětí v dolních pravých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	15,7	-0,8	-8,6	-8,6	6,2	6,2	15,7	0,8	-8,6	-8,6	7,9	7,9
2	6,8	-22,9	-9,4	-9,4	-25,5	-25,5	6,8	22,9	-9,4	-9,4	20,3	20,3
3	4,0	0,2	-1,4	-1,4	2,8	2,8	4,0	-0,2	-1,4	-1,4	2,5	2,5
4	0,6	-2,6	-0,4	-0,4	-2,3	-2,3	0,6	2,6	-0,4	-0,4	2,8	2,8
5	33,3	-12,1	-3,0	-3,0	18,2	18,2	33,3	12,1	-3,0	-3,0	42,5	42,5
maxMy	33,5	-30,5	-2,6	-2,6	0,4	0,4	33,5	30,5	-2,6	-2,6	61,3	61,3

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	21,4	-1,2	-11,8	-11,8	8,5	8,5	21,4	1,2	-11,8	-11,8	10,8	10,8
2	8,1	-27,2	-11,1	-11,1	-30,3	-30,3	8,1	27,2	-11,1	-11,1	24,1	24,1
3	5,2	0,2	-1,8	-1,8	3,6	3,6	5,2	-0,2	-1,8	-1,8	3,2	3,2
4	0,4	-1,7	-0,2	-0,2	-1,5	-1,5	0,4	1,7	-0,2	-0,2	1,8	1,8
5	22,5	-8,2	-2,0	-2,0	12,3	12,3	22,5	8,2	-2,0	-2,0	28,7	28,7
maxMy	50,3	-45,7	-3,9	-3,9	0,7	0,7	50,3	45,7	-3,9	-3,9	92,2	92,2

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$f_u =$	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d} =$	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A_{net} =$	7,0000E+03 mm ²	plocha průřezu - oslabená
$A =$	8,0400E+03 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
$I_y =$	1,8719E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	2,1605E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	163,5 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	55,6 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H} =$	9,3595E+05 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	9,3595E+05 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	1,7284E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	1,7284E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	1,7284E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	1,7284E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd} =$	1495,4 kN
$N_{u,Rd} =$	1894,0 kN
$N_{Rd} =$	min (1495,4; 1894)
$N_{Rd} =$	1495,4 kN

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	112,7	0,6	-1,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	47,6	-11,5	0,8
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	36,8	0,1	0,2
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-0,5	2,2	0,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	233,2	7,6	0,7
maxMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	673,9	2,5	2,2

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	153,9	0,8	-1,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	56,5	-13,7	1,0
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	47,8	0,1	0,3
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-0,3	1,4	0,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	157,4	5,1	0,5
maxMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1012,5	2,5	3,3

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

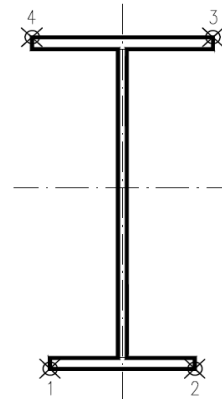
$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{415336,5}{1495440,0}$	+	$\frac{-6257843,8}{174086700}$	+	$\frac{179500,0}{32148240}$	=	0,247	0,95
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{415336,5}{1495440,0}$	+	$\frac{-6257843,8}{174086700}$	+	$\frac{-179500,0}{32148240}$	=	0,236	1,30
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{415336,5}{1495440,0}$	+	$\frac{6257844}{174086700}$	+	$\frac{-179500,0}{32148240}$	=	0,308	1,23
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{415336,5}{1495440,0}$	+	$\frac{6257844}{174086700}$	+	$\frac{179500,0}{32148240}$	=	0,319	0,89

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1012523,0}{1495440,0}$	+	$\frac{2460000}{174086700}$	+	$\frac{3275266,3}{32148240}$	=	0,793
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1012523,0}{1495440,0}$	+	$\frac{2460000}{174086700}$	+	$\frac{-3275266,3}{32148240}$	=	0,589
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1012523,0}{1495440,0}$	+	$\frac{-2460000}{174086700}$	+	$\frac{-3275266,3}{32148240}$	=	0,561
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1012523,0}{1495440,0}$	+	$\frac{-2460000}{174086700}$	+	$\frac{3275266,3}{32148240}$	=	0,765

$Z_{LM71} =$ **0,89** z napětí v horních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	16,1	-0,6	-6,5	-6,5	9,0	9,0	16,1	0,6	-6,5	-6,5	10,2	10,2
2	6,8	12,3	4,6	4,6	23,7	23,7	6,8	-12,3	4,6	4,6	-0,9	-0,9
3	5,3	-0,1	1,2	1,2	6,4	6,4	5,3	0,1	1,2	1,2	6,5	6,5
4	-0,1	-2,4	0,0	0,0	-2,4	-2,4	-0,1	2,4	0,0	0,0	2,3	2,3
5	33,3	-8,1	4,2	4,2	29,4	29,4	33,3	8,1	4,2	4,2	45,6	45,6
maxMz	96,3	-2,6	12,6	12,6	106,3	106,3	96,3	2,6	12,6	12,6	111,5	111,5

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	22,0	-0,8	-8,8	-8,8	12,3	12,3	22,0	0,8	-8,8	-8,8	14,0	14,0
2	8,1	14,6	5,5	5,5	28,2	28,2	8,1	-14,6	5,5	5,5	-1,0	-1,0
3	6,8	-0,1	1,6	1,6	8,3	8,3	6,8	0,1	1,6	1,6	8,5	8,5
4	0,0	-1,5	0,0	0,0	-1,6	-1,6	0,0	1,5	0,0	0,0	1,5	1,5
5	22,5	-5,5	2,8	2,8	19,8	19,8	22,5	5,5	2,8	2,8	30,8	30,8
maxMz	144,6	-2,6	18,9	18,9	161,0	161,0	144,6	2,6	18,9	18,9	166,2	166,2

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
f_u =	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d}$ =	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,04	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A_{net} =	7,0000E+03 mm ²	plocha průřezu - oslabená
A =	8,0400E+03 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
I_y =	1,8719E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	2,1605E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	163,5 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	55,6 mm	poloměr setrvačnosti
d =	400 mm	celková výška průřezu
z_h =	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

b_{hor} =	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$ =	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$ =	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$ =	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$ =	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H}$ =	9,3595E+05 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	9,3595E+05 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	1,7284E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	1,7284E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	1,7284E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	1,7284E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

μ_M =	1,11	součinitel vlivu excentricity
α =	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
ξ =	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd}$ =	1495,4 kN
$N_{u,Rd}$ =	1894,0 kN
N_{Rd} =	min (1495,4; 1894)
N_{Rd} =	1495,4 kN

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	112,7	0,6	-1,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	47,6	-11,5	0,8
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	32,7	0,1	0,2
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-0,4	2,0	0,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	233,2	7,6	0,7
maxMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	673,9	2,5	2,2

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	153,9	0,8	-1,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	56,5	-13,7	1,0
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	42,6	0,1	0,2
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-0,3	1,3	0,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	157,4	5,1	0,5
maxMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1012,5	2,5	3,3

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

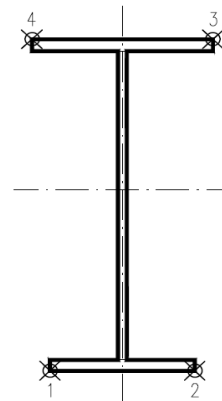
$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{410111,3}{1495440,0}$	+	$\frac{-6426583,8}{174086700}$	+	$\frac{149470,0}{32148240}$	=	0,242	0,96
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{410111,3}{1495440,0}$	+	$\frac{-6426583,8}{174086700}$	+	$\frac{-149470,0}{32148240}$	=	0,233	1,30
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{410111,3}{1495440,0}$	+	$\frac{6426584}{174086700}$	+	$\frac{-149470,0}{32148240}$	=	0,307	1,24
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{410111,3}{1495440,0}$	+	$\frac{6426584}{174086700}$	+	$\frac{149470,0}{32148240}$	=	0,316	0,89

	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}}$	+	$\frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$	+	$\frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$			
1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1012523,0}{1495440,0}$	+	$\frac{2460000}{174086700}$	+	$\frac{3275266,3}{32148240}$	=	0,793	
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1012523,0}{1495440,0}$	+	$\frac{2460000}{174086700}$	+	$\frac{-3275266,3}{32148240}$	=	0,589	
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1012523,0}{1495440,0}$	+	$\frac{-2460000}{174086700}$	+	$\frac{-3275266,3}{32148240}$	=	0,561	
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1012523,0}{1495440,0}$	+	$\frac{-2460000}{174086700}$	+	$\frac{3275266,3}{32148240}$	=	0,765	

$Z_{LM71} =$ **0,89** z napětí v horních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	16,1	-0,6	-6,5	-6,5	9,0	9,0	16,1	0,6	-6,5	-6,5	10,2	10,2
2	6,8	12,3	4,6	4,6	23,7	23,7	6,8	-12,3	4,6	4,6	-0,9	-0,9
3	4,7	-0,1	1,1	1,1	5,7	5,7	4,7	0,1	1,1	1,1	5,8	5,8
4	-0,1	-2,1	0,0	0,0	-2,2	-2,2	-0,1	2,1	0,0	0,0	2,0	2,0
5	33,3	-8,1	4,2	4,2	29,4	29,4	33,3	8,1	4,2	4,2	45,6	45,6
maxMz	96,3	-2,6	12,6	12,6	106,3	106,3	96,3	2,6	12,6	12,6	111,5	111,5

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	22,0	-0,8	-8,8	-8,8	12,3	12,3	22,0	0,8	-8,8	-8,8	14,0	14,0
2	8,1	14,6	5,5	5,5	28,2	28,2	8,1	-14,6	5,5	5,5	-1,0	-1,0
3	6,1	-0,1	1,4	1,4	7,4	7,4	6,1	0,1	1,4	1,4	7,6	7,6
4	0,0	-1,4	0,0	0,0	-1,4	-1,4	0,0	1,4	0,0	0,0	1,3	1,3
5	22,5	-5,5	2,8	2,8	19,8	19,8	22,5	5,5	2,8	2,8	30,8	30,8
maxMz	144,6	-2,6	18,9	18,9	161,0	161,0	144,6	2,6	18,9	18,9	166,2	166,2

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,0944E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	3,2831E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	4,1682E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	173,2 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	61,7 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,6416E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,6416E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	3,3346E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	3,3346E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	3,3346E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	3,3346E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z	
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován	
b		c	křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,34	$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1	$\beta =$	1
$L_{cr} =$	6337 mm	$L_{cr} =$	6337 mm
$\lambda =$	36,59	$\lambda =$	102,68
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_{-d} =$	0,364	$\lambda_{-d} =$	1,020
$\phi =$	0,594	$\phi =$	1,221
$\chi =$	0,940	$\chi =$	0,528
$\chi =$	0,528	součinitel vzpěrnosti	
výsledný součinitel vzpěrnosti			

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-59,0	-1,1	-2,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-27,7	9,3	-1,3
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-44,9	1,7	-0,8
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-14,8	0,0	0,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-112,9	-3,8	-0,3
minN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-717,9	-10,0	-2,7

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-80,6	-1,5	-2,9
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-32,9	11,0	-1,5
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-58,4	2,2	-1,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-9,6	0,0	0,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-76,2	-2,6	-0,2
minN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1078,6	-10,0	-4,0

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

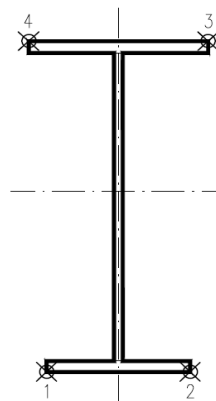
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-257689,0}{1075397,5}$	+	$\frac{9084625,0}{305328300}$	+	$\frac{-5688437,5}{62022816}$	=	0,302	0,63
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-257689,0}{1075397,5}$	+	$\frac{9084625,0}{305328300}$	+	$\frac{5688437,5}{62022816}$	=	0,118	0,91
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-257689,0}{1075397,5}$	+	$\frac{-9084625}{305328300}$	+	$\frac{5688437,5}{62022816}$	=	0,178	0,91
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-257689,0}{1075397,5}$	+	$\frac{-9084625}{305328300}$	+	$\frac{-5688437,5}{62022816}$	=	0,361	0,62

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1078644,4}{1075397,5}$	+	$\frac{-10010000}{305328300}$	+	$\frac{-4011450,0}{62022816}$	=	1,100
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1078644,4}{1075397,5}$	+	$\frac{-10010000}{305328300}$	+	$\frac{4011450,0}{62022816}$	=	0,971
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1078644,4}{1075397,5}$	+	$\frac{10010000}{305328300}$	+	$\frac{4011450,0}{62022816}$	=	0,906
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1078644,4}{1075397,5}$	+	$\frac{10010000}{305328300}$	+	$\frac{-4011450,0}{62022816}$	=	1,035

$Z_{LM71} =$ **0,62** z napětí v horních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-5,4	0,7	-6,3	-6,3	-11,0	-11,0	-5,4	-0,7	-6,3	-6,3	-12,4	-12,4
2	-2,5	-5,6	-3,9	-3,9	-12,0	-12,0	-2,5	5,6	-3,9	-3,9	-0,8	-0,8
3	-4,1	-1,0	-2,5	-2,5	-7,6	-7,6	-4,1	1,0	-2,5	-2,5	-5,5	-5,5
4	-1,4	0,0	0,0	0,0	-1,4	-1,4	-1,4	0,0	0,0	0,0	-1,4	-1,4
5	-10,3	2,3	-1,0	-1,0	-9,0	-9,0	-10,3	-2,3	-1,0	-1,0	-13,6	-13,6
minN	-65,6	6,1	-8,0	-8,0	-67,5	-67,5	-65,6	-6,1	-8,0	-8,0	-79,7	-79,7

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-13,9	0,9	-8,6	-8,6	-21,6	-21,6	-13,9	-0,9	-8,6	-8,6	-23,5	-23,5
2	-5,7	-6,7	-4,6	-4,6	-17,0	-17,0	-5,7	6,7	-4,6	-4,6	-3,6	-3,6
3	-10,1	-1,3	-3,2	-3,2	-14,6	-14,6	-10,1	1,3	-3,2	-3,2	-12,0	-12,0
4	-1,7	0,0	0,0	0,0	-1,7	-1,7	-1,7	0,0	0,0	0,0	-1,7	-1,7
5	-13,2	1,6	-0,7	-0,7	-12,3	-12,3	-13,2	-1,6	-0,7	-0,7	-15,4	-15,4
minN	-186,6	6,1	-12,0	-12,0	-192,5	-192,5	-186,6	-6,1	-12,0	-12,0	-204,7	-204,7

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,0944E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	3,2831E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	4,1682E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	173,2 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	61,7 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,6416E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,6416E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	3,3346E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	3,3346E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	3,3346E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	3,3346E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z	
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován	
b		c	křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,34	$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1	$\beta =$	1
$L_{cr} =$	6337 mm	$L_{cr} =$	6337 mm
$\lambda =$	36,59	$\lambda =$	102,68
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_{\phi} =$	0,364	$\lambda_{\phi} =$	1,020
$\phi =$	0,594	$\phi =$	1,221
$\chi =$	0,940	$\chi =$	0,528
$\chi =$	0,528	součinitel vzpěrnosti	
výsledný součinitel vzpěrnosti			

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-59,0	-1,1	-2,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-27,7	9,3	-1,3
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-29,2	1,1	-0,5
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-9,6	0,0	0,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-112,9	-3,8	-0,3
minN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-717,9	-10,0	-2,7

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-80,6	-1,5	-2,9
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-32,9	11,0	-1,5
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-38,0	1,4	-0,7
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-6,3	0,0	0,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-76,2	-2,6	-0,2
minN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1078,6	-10,0	-4,0

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

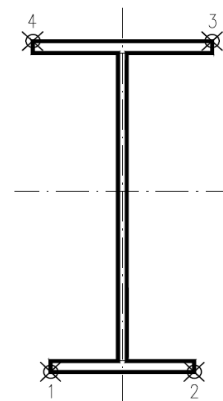
$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-233883,4}{1075397,5}$	+	$\frac{8324775,0}{305328300}$	+	$\frac{-5315337,5}{62022816}$	=	0,276	0,66
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-233883,4}{1075397,5}$	+	$\frac{8324775,0}{305328300}$	+	$\frac{5315337,5}{62022816}$	=	0,105	0,92
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-233883,4}{1075397,5}$	+	$\frac{-8324775}{305328300}$	+	$\frac{5315337,5}{62022816}$	=	0,159	0,93
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-233883,4}{1075397,5}$	+	$\frac{-8324775}{305328300}$	+	$\frac{-5315337,5}{62022816}$	=	0,330	0,65

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1078644,4}{1075397,5}$	+	$\frac{-10010000}{305328300}$	+	$\frac{-4011450,0}{62022816}$	=	1,100
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1078644,4}{1075397,5}$	+	$\frac{-10010000}{305328300}$	+	$\frac{4011450,0}{62022816}$	=	0,971
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1078644,4}{1075397,5}$	+	$\frac{10010000}{305328300}$	+	$\frac{4011450,0}{62022816}$	=	0,906
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1078644,4}{1075397,5}$	+	$\frac{10010000}{305328300}$	+	$\frac{-4011450,0}{62022816}$	=	1,035

$Z_{LM71} =$ **0,65** z napětí v horních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-5,4	0,7	-6,3	-6,3	-11,0	-11,0	-5,4	-0,7	-6,3	-6,3	-12,4	-12,4
2	-2,5	-5,6	-3,9	-3,9	-12,0	-12,0	-2,5	5,6	-3,9	-3,9	-0,8	-0,8
3	-2,7	-0,7	-1,6	-1,6	-4,9	-4,9	-2,7	0,7	-1,6	-1,6	-3,6	-3,6
4	-0,9	0,0	0,0	0,0	-0,9	-0,9	-0,9	0,0	0,0	0,0	-0,9	-0,9
5	-10,3	2,3	-1,0	-1,0	-9,0	-9,0	-10,3	-2,3	-1,0	-1,0	-13,6	-13,6
minN	-65,6	6,1	-8,0	-8,0	-67,5	-67,5	-65,6	-6,1	-8,0	-8,0	-79,7	-79,7

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-13,9	0,9	-8,6	-8,6	-21,6	-21,6	-13,9	-0,9	-8,6	-8,6	-23,5	-23,5
2	-5,7	-6,7	-4,6	-4,6	-17,0	-17,0	-5,7	6,7	-4,6	-4,6	-3,6	-3,6
3	-6,6	-0,9	-2,1	-2,1	-9,5	-9,5	-6,6	0,9	-2,1	-2,1	-7,8	-7,8
4	-1,1	0,0	0,0	0,0	-1,1	-1,1	-1,1	0,0	0,0	0,0	-1,1	-1,1
5	-13,2	1,6	-0,7	-0,7	-12,3	-12,3	-13,2	-1,6	-0,7	-0,7	-15,4	-15,4
minN	-186,6	6,1	-12,0	-12,0	-192,5	-192,5	-186,6	-6,1	-12,0	-12,0	-204,7	-204,7

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,0944E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	3,2831E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	4,1682E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	173,2 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	61,7 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,6416E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,6416E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	3,3346E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	3,3346E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	3,3346E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	3,3346E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z	
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován	
b		c	křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,34	$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1	$\beta =$	1
$L_{cr} =$	6337 mm	$L_{cr} =$	6337 mm
$\lambda =$	36,59	$\lambda =$	102,68
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_{-d} =$	0,364	$\lambda_{-d} =$	1,020
$\phi =$	0,594	$\phi =$	1,221
$\chi =$	0,940	$\chi =$	0,528
$\chi =$	0,528	součinitel vzpěrnosti	
výsledný součinitel vzpěrnosti			

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-63,9	0,6	-1,4
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-23,9	39,1	-2,5
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-37,5	1,1	0,6
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-8,1	2,2	0,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-52,7	14,0	-0,7
maxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-404,0	31,5	0,6

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-87,3	0,8	-1,9
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-28,4	46,4	-2,9
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-48,7	1,5	0,8
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-5,3	1,4	0,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-35,6	9,4	-0,5
maxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-606,9	47,3	0,6

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

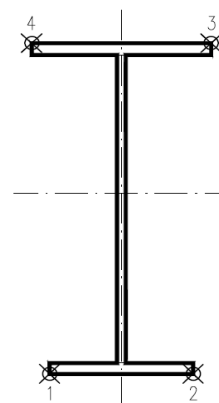
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-205269,3}{1075397,5}$	+	$\frac{59457906,3}{305328300}$	+	$\frac{-4476562,5}{62022816}$	=	0,068	2,33
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-205269,3}{1075397,5}$	+	$\frac{59457906,3}{305328300}$	+	$\frac{4476562,5}{62022816}$	=	0,076	2,21
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-205269,3}{1075397,5}$	+	$\frac{-59457906}{305328300}$	+	$\frac{4476562,5}{62022816}$	=	0,313	0,94
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-205269,3}{1075397,5}$	+	$\frac{-59457906}{305328300}$	+	$\frac{-4476562,5}{62022816}$	=	0,458	0,76

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-606915,9}{1075397,5}$	+	$\frac{47341120}{305328300}$	+	$\frac{570000,0}{62022816}$	=	0,400
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-606915,9}{1075397,5}$	+	$\frac{47341120}{305328300}$	+	$\frac{-570000,0}{62022816}$	=	0,419
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-606915,9}{1075397,5}$	+	$\frac{-47341120}{305328300}$	+	$\frac{-570000,0}{62022816}$	=	0,729
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-606915,9}{1075397,5}$	+	$\frac{-47341120}{305328300}$	+	$\frac{570000,0}{62022816}$	=	0,710

$Z_{LM71} = 0,76$ z napětí v horních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-5,8	-0,3	-4,3	-4,3	-10,4	-10,4	-5,8	0,3	-4,3	-4,3	-9,8	-9,8
2	-2,2	-23,8	-7,3	-7,3	-33,3	-33,3	-2,2	23,8	-7,3	-7,3	14,3	14,3
3	-3,4	-0,7	1,7	1,7	-2,4	-2,4	-3,4	0,7	1,7	1,7	-1,0	-1,0
4	-0,7	-1,3	0,5	0,5	-1,6	-1,6	-0,7	1,3	0,5	0,5	1,1	1,1
5	-4,8	-8,5	-2,2	-2,2	-15,5	-15,5	-4,8	8,5	-2,2	-2,2	1,5	1,5
maxMy	-36,9	-19,2	1,7	1,7	-54,4	-54,4	-36,9	19,2	1,7	1,7	-16,0	-16,0

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-15,1	-0,5	-5,8	-5,8	-21,4	-21,4	-15,1	0,5	-5,8	-5,8	-20,4	-20,4
2	-4,9	-28,3	-8,7	-8,7	-41,9	-41,9	-4,9	28,3	-8,7	-8,7	14,6	14,6
3	-8,4	-0,9	2,3	2,3	-7,1	-7,1	-8,4	0,9	2,3	2,3	-5,3	-5,3
4	-0,9	-0,9	0,3	0,3	-1,5	-1,5	-0,9	0,9	0,3	0,3	0,3	0,3
5	-6,2	-5,7	-1,5	-1,5	-13,3	-13,3	-6,2	5,7	-1,5	-1,5	-1,9	-1,9
maxMy	-105,0	-28,8	1,7	1,7	-132,1	-132,1	-105,0	28,8	1,7	1,7	-74,4	-74,4

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

$L =$	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,0944E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	3,2831E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	4,1682E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	173,2 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	61,7 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,6416E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,6416E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	3,3346E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	3,3346E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	3,3346E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	3,3346E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z	
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován	
b		c	křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,34	$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1	$\beta =$	1
$L_{cr} =$	6337 mm	$L_{cr} =$	6337 mm
$\lambda =$	36,59	$\lambda =$	102,68
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_d =$	0,364	$\lambda_d =$	1,020
$\phi =$	0,594	$\phi =$	1,221
$\chi =$	0,940	$\chi =$	0,528
$\chi =$	0,528	součinitel vzpěrnosti	
výsledný součinitel vzpěrnosti			

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-63,9	0,6	-1,4
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-23,9	39,1	-2,5
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-29,2	0,9	0,5
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-6,3	1,7	0,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-52,7	14,0	-0,7
maxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-404,0	31,5	0,6

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-87,3	0,8	-1,9
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-28,4	46,4	-2,9
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-38,0	1,1	0,6
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-4,1	1,1	0,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-35,6	9,4	-0,5
maxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-606,9	47,3	0,6

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

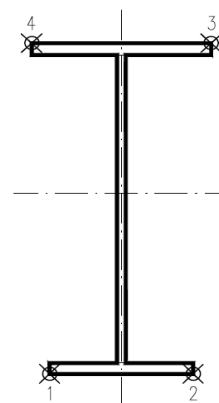
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-193391,7}{1075397,5}$	+	$\frac{58824416,3}{305328300}$	+	$\frac{-4665322,5}{62022816}$	=	0,062	2,34
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-193391,7}{1075397,5}$	+	$\frac{58824416,3}{305328300}$	+	$\frac{4665322,5}{62022816}$	=	0,088	2,18
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-193391,7}{1075397,5}$	+	$\frac{-58824416}{305328300}$	+	$\frac{4665322,5}{62022816}$	=	0,297	0,96
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-193391,7}{1075397,5}$	+	$\frac{-58824416}{305328300}$	+	$\frac{-4665322,5}{62022816}$	=	0,448	0,78

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-606915,9}{1075397,5}$	+	$\frac{47341120}{305328300}$	+	$\frac{570000,0}{62022816}$	=	0,400
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-606915,9}{1075397,5}$	+	$\frac{47341120}{305328300}$	+	$\frac{-570000,0}{62022816}$	=	0,419
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-606915,9}{1075397,5}$	+	$\frac{-47341120}{305328300}$	+	$\frac{-570000,0}{62022816}$	=	0,729
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-606915,9}{1075397,5}$	+	$\frac{-47341120}{305328300}$	+	$\frac{570000,0}{62022816}$	=	0,710

$Z_{LM71} = 0,78$ z napětí v horních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-5,8	-0,3	-4,3	-4,3	-10,4	-10,4	-5,8	0,3	-4,3	-4,3	-9,8	-9,8
2	-2,2	-23,8	-7,3	-7,3	-33,3	-33,3	-2,2	23,8	-7,3	-7,3	14,3	14,3
3	-2,7	-0,5	1,4	1,4	-1,9	-1,9	-2,7	0,5	1,4	1,4	-0,8	-0,8
4	-0,6	-1,0	0,4	0,4	-1,2	-1,2	-0,6	1,0	0,4	0,4	0,8	0,8
5	-4,8	-8,5	-2,2	-2,2	-15,5	-15,5	-4,8	8,5	-2,2	-2,2	1,5	1,5
maxMy	-36,9	-19,2	1,7	1,7	-54,4	-54,4	-36,9	19,2	1,7	1,7	-16,0	-16,0

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-15,1	-0,5	-5,8	-5,8	-21,4	-21,4	-15,1	0,5	-5,8	-5,8	-20,4	-20,4
2	-4,9	-28,3	-8,7	-8,7	-41,9	-41,9	-4,9	28,3	-8,7	-8,7	14,6	14,6
3	-6,6	-0,7	1,8	1,8	-5,5	-5,5	-6,6	0,7	1,8	1,8	-4,1	-4,1
4	-0,7	-0,7	0,2	0,2	-1,1	-1,1	-0,7	0,7	0,2	0,2	0,2	0,2
5	-6,2	-5,7	-1,5	-1,5	-13,3	-13,3	-6,2	5,7	-1,5	-1,5	-1,9	-1,9
maxMy	-105,0	-28,8	1,7	1,7	-132,1	-132,1	-105,0	28,8	1,7	1,7	-74,4	-74,4

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,0944E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	3,2831E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	4,1682E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	173,2 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	61,7 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,6416E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,6416E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	3,3346E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	3,3346E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	3,3346E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	3,3346E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z	
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován	
b		c	křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,34	$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1	$\beta =$	1
$L_{cr} =$	6337 mm	$L_{cr} =$	6337 mm
$\lambda =$	36,59	$\lambda =$	102,68
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_{\phi} =$	0,364	$\lambda_{\phi} =$	1,020
$\phi =$	0,594	$\phi =$	1,221
$\chi =$	0,940	$\chi =$	0,528
$\chi =$	0,528	součinitel vzpěrnosti	
výsledný součinitel vzpěrnosti			

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-63,0	-0,9	-1,3
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-27,7	38,8	3,0
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	14,2	1,0	0,3
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	-14,8	-2,4	0,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-112,9	-9,3	1,6
maxMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-669,9	10,9	5,9

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	Ψ_0	gr12	N	My	Mz
					kN	kNm	kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-86,0	-1,2	-1,8
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-32,9	46,0	3,5
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	9,2	0,7	0,2
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	-19,2	-3,1	0,3
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-76,2	-6,3	1,1
maxMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1006,5	16,4	8,8

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

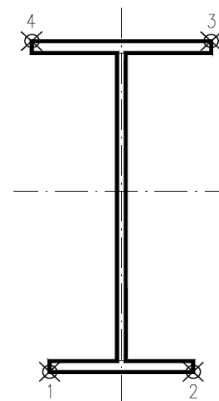
$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-205116,8}{1075397,5}$	+	$\frac{36124500,0}{305328300}$	+	$\frac{3275062,5}{62022816}$	=	0,020	1,32
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-205116,8}{1075397,5}$	+	$\frac{36124500,0}{305328300}$	+	$\frac{-3275062,5}{62022816}$	=	0,125	0,85
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-205116,8}{1075397,5}$	+	$\frac{-36124500}{305328300}$	+	$\frac{-3275062,5}{62022816}$	=	0,362	0,56
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-205116,8}{1075397,5}$	+	$\frac{-36124500}{305328300}$	+	$\frac{3275062,5}{62022816}$	=	0,256	0,88

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1006513,4}{1075397,5}$	+	$\frac{16406380}{305328300}$	+	$\frac{8789132,0}{62022816}$	=	0,741
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1006513,4}{1075397,5}$	+	$\frac{16406380}{305328300}$	+	$\frac{-8789132,0}{62022816}$	=	1,024
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1006513,4}{1075397,5}$	+	$\frac{-16406380}{305328300}$	+	$\frac{-8789132,0}{62022816}$	=	1,131
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1006513,4}{1075397,5}$	+	$\frac{-16406380}{305328300}$	+	$\frac{8789132,0}{62022816}$	=	0,848

$Z_{LM71} =$ **0,56** z napětí v horních pravých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-5,8	0,5	-3,9	-3,9	-9,1	-9,1	-5,8	-0,5	-3,9	-3,9	-10,2	-10,2
2	-2,5	-23,6	8,8	8,8	-17,3	-17,3	-2,5	23,6	8,8	8,8	29,9	29,9
3	1,3	-0,6	0,8	0,8	1,5	1,5	1,3	0,6	0,8	0,8	2,7	2,7
4	-1,4	1,5	0,7	0,7	0,8	0,8	-1,4	-1,5	0,7	0,7	-2,1	-2,1
5	-10,3	5,6	4,7	4,7	0,0	0,0	-10,3	-5,6	4,7	4,7	-11,3	-11,3
maxMz	-61,2	-6,7	17,5	17,5	-50,3	-50,3	-61,2	6,7	17,5	17,5	-37,0	-37,0

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-14,9	0,7	-5,3	-5,3	-19,5	-19,5	-14,9	-0,7	-5,3	-5,3	-20,9	-20,9
2	-5,7	-28,0	10,5	10,5	-23,2	-23,2	-5,7	28,0	10,5	10,5	32,9	32,9
3	1,6	-0,4	0,5	0,5	1,7	1,7	1,6	0,4	0,5	0,5	2,5	2,5
4	-3,3	1,9	0,9	0,9	-0,5	-0,5	-3,3	-1,9	0,9	0,9	-4,3	-4,3
5	-13,2	3,8	3,2	3,2	-6,2	-6,2	-13,2	-3,8	3,2	3,2	-13,8	-13,8
maxMz	-174,1	-10,0	26,4	26,4	-157,7	-157,7	-174,1	10,0	26,4	26,4	-137,7	-137,7

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,0944E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	3,2831E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	4,1682E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	173,2 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	61,7 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,6416E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,6416E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	3,3346E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	3,3346E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	3,3346E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	3,3346E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z	
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován	
b		c	křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,34	$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1	$\beta =$	1
$L_{cr} =$	6337 mm	$L_{cr} =$	6337 mm
$\lambda =$	36,59	$\lambda =$	102,68
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_{-d} =$	0,364	$\lambda_{-d} =$	1,020
$\phi =$	0,594	$\phi =$	1,221
$\chi =$	0,940	$\chi =$	0,528
$\chi =$	0,528	součinitel vzpěrnosti	
výsledný součinitel vzpěrnosti			

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-63,0	-0,9	-1,3
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-27,7	38,8	3,0
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	8,1	0,6	0,2
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	-8,4	-1,4	0,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-112,9	-9,3	1,6
maxMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-669,9	10,9	5,9

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	N	My	Mz
					kN	kNm	kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-86,0	-1,2	-1,8
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-32,9	46,0	3,5
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	5,2	0,4	0,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	-11,0	-1,8	0,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-76,2	-6,3	1,1
maxMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1006,5	16,4	8,8

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

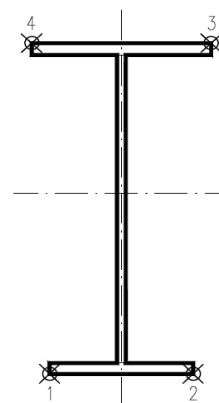
$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-200801,4}{1075397,5}$	+	$\frac{37175420,0}{305328300}$	+	$\frac{3065437,5}{62022816}$	=	0,016	1,33
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-200801,4}{1075397,5}$	+	$\frac{37175420,0}{305328300}$	+	$\frac{-3065437,5}{62022816}$	=	0,114	0,86
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-200801,4}{1075397,5}$	+	$\frac{-37175420}{305328300}$	+	$\frac{-3065437,5}{62022816}$	=	0,358	0,57
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-200801,4}{1075397,5}$	+	$\frac{-37175420}{305328300}$	+	$\frac{3065437,5}{62022816}$	=	0,259	0,87

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1006513,4}{1075397,5}$	+	$\frac{16406380}{305328300}$	+	$\frac{8789132,0}{62022816}$	=	0,741
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1006513,4}{1075397,5}$	+	$\frac{16406380}{305328300}$	+	$\frac{-8789132,0}{62022816}$	=	1,024
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1006513,4}{1075397,5}$	+	$\frac{-16406380}{305328300}$	+	$\frac{-8789132,0}{62022816}$	=	1,131
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1006513,4}{1075397,5}$	+	$\frac{-16406380}{305328300}$	+	$\frac{8789132,0}{62022816}$	=	0,848

$Z_{LM71} =$ **0,57** z napětí v horních pravých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-5,8	0,5	-3,9	-3,9	-9,1	-9,1	-5,8	-0,5	-3,9	-3,9	-10,2	-10,2
2	-2,5	-23,6	8,8	8,8	-17,3	-17,3	-2,5	23,6	8,8	8,8	29,9	29,9
3	0,7	-0,4	0,5	0,5	0,8	0,8	0,7	0,4	0,5	0,5	1,6	1,6
4	-0,8	0,8	0,4	0,4	0,5	0,5	-0,8	-0,8	0,4	0,4	-1,2	-1,2
5	-10,3	5,6	4,7	4,7	0,0	0,0	-10,3	-5,6	4,7	4,7	-11,3	-11,3
maxMz	-61,2	-6,7	17,5	17,5	-50,3	-50,3	-61,2	6,7	17,5	17,5	-37,0	-37,0

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-14,9	0,7	-5,3	-5,3	-19,5	-19,5	-14,9	-0,7	-5,3	-5,3	-20,9	-20,9
2	-5,7	-28,0	10,5	10,5	-23,2	-23,2	-5,7	28,0	10,5	10,5	32,9	32,9
3	0,9	-0,2	0,3	0,3	1,0	1,0	0,9	0,2	0,3	0,3	1,4	1,4
4	-1,9	1,1	0,5	0,5	-0,3	-0,3	-1,9	-1,1	0,5	0,5	-2,4	-2,4
5	-13,2	3,8	3,2	3,2	-6,2	-6,2	-13,2	-3,8	3,2	3,2	-13,8	-13,8
maxMz	-174,1	-10,0	26,4	26,4	-157,7	-157,7	-174,1	10,0	26,4	26,4	-137,7	-137,7

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
f_u =	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d}$ =	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,04	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A_{net} =	1,0016E+04 mm ²	plocha průřezu - oslabená
A =	1,1680E+04 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
I_y =	2,7524E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	3,4573E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	165,8 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	58,8 mm	poloměr setrvačnosti

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd}$ =	2172,5 kN
$N_{u,Rd}$ =	2710,1 kN
N_{Rd} =	min (2172,5; 2710,1)
N_{Rd} =	2172,5 kN

d =	400 mm	celková výška průřezu
z_h =	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

b_{hor} =	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$ =	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$ =	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$ =	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$ =	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H}$ =	1,3762E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	1,3762E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	2,7658E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	2,7658E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	2,7658E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	2,7658E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

μ_M =	1,11	součinitel vlivu excentricity
α =	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
ξ =	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	199,1	-1,2	-1,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	78,3	-8,1	0,9
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	39,2	0,2	0,7
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	23,0	0,1	0,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	411,2	-11,2	1,4
maxMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1370,2	-8,0	4,5

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	272,0	-1,7	-2,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	92,9	-9,6	1,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	50,9	0,2	0,9
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	14,9	0,1	0,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	277,6	-7,6	0,9
maxMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	2058,6	-12,0	6,7

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

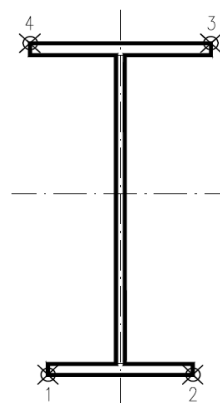
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{708291,2}{2172480,0}$	+	$\frac{-18581906,3}{255973200}$	+	$\frac{1002187,5}{51444624}$	=	0,273	0,70
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{708291,2}{2172480,0}$	+	$\frac{-18581906,3}{255973200}$	+	$\frac{-1002187,5}{51444624}$	=	0,234	1,00
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{708291,2}{2172480,0}$	+	$\frac{18581906}{255973200}$	+	$\frac{-1002187,5}{51444624}$	=	0,379	0,72
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{708291,2}{2172480,0}$	+	$\frac{18581906}{255973200}$	+	$\frac{1002187,5}{51444624}$	=	0,418	0,52

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2058595,0}{2172480,0}$	+	$\frac{-11959229}{255973200}$	+	$\frac{6745846,6}{51444624}$	=	1,032
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2058595,0}{2172480,0}$	+	$\frac{-11959229}{255973200}$	+	$\frac{-6745846,6}{51444624}$	=	0,770
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2058595,0}{2172480,0}$	+	$\frac{11959229}{255973200}$	+	$\frac{-6745846,6}{51444624}$	=	0,863
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2058595,0}{2172480,0}$	+	$\frac{11959229}{255973200}$	+	$\frac{6745846,6}{51444624}$	=	1,125

$Z_{LM71} =$ **0,52** z napětí v horních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	19,9	0,9	-5,3	-5,3	15,5	15,5	19,9	-0,9	-5,3	-5,3	13,7	13,7
2	7,8	5,9	3,4	3,4	17,1	17,1	7,8	-5,9	3,4	3,4	5,3	5,3
3	3,9	-0,1	2,4	2,4	6,2	6,2	3,9	0,1	2,4	2,4	6,5	6,5
4	2,3	-0,1	0,5	0,5	2,8	2,8	2,3	0,1	0,5	0,5	2,9	2,9
5	41,1	8,1	4,9	4,9	54,1	54,1	41,1	-8,1	4,9	4,9	37,8	37,8
maxMz	136,8	5,8	16,2	16,2	158,8	158,8	136,8	-5,8	16,2	16,2	147,2	147,2

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	27,2	1,2	-7,2	-7,2	21,1	21,1	27,2	-1,2	-7,2	-7,2	18,7	18,7
2	9,3	7,0	4,0	4,0	20,3	20,3	9,3	-7,0	4,0	4,0	6,3	6,3
3	5,1	-0,2	3,1	3,1	8,1	8,1	5,1	0,2	3,1	3,1	8,4	8,4
4	1,5	0,0	0,4	0,4	1,8	1,8	1,5	0,0	0,4	0,4	1,9	1,9
5	27,7	5,5	3,3	3,3	36,5	36,5	27,7	-5,5	3,3	3,3	25,5	25,5
maxMz	205,5	8,7	24,4	24,4	238,6	238,6	205,5	-8,7	24,4	24,4	221,2	221,2

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$f_u =$	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d} =$	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A_{net} =$	1,0016E+04 mm ²	plocha průřezu - oslabená
$A =$	1,1680E+04 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
$I_y =$	2,7524E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	3,4573E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	165,8 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	58,8 mm	poloměr setrvačnosti

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd} =$	2172,5 kN
$N_{u,Rd} =$	2710,1 kN
$N_{Rd} =$	min (2172,5; 2710,1)
$N_{Rd} =$	2172,5 kN

$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H} =$	1,3762E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,3762E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	2,7658E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	2,7658E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	2,7658E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	2,7658E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	199,1	-1,2	-1,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	78,3	-8,1	0,9
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	21,1	0,1	0,4
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	12,4	0,0	0,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	411,2	-11,2	1,4
maxMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1370,2	-8,0	4,5

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	272,0	-1,7	-2,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	92,9	-9,6	1,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	27,5	0,1	0,5
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	8,1	0,0	0,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	277,6	-7,6	0,9
maxMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	2058,6	-12,0	6,7

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

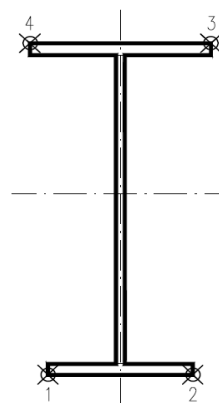
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{678005,5}{2172480,0}$	+	$\frac{-18707486,3}{255973200}$	+	$\frac{556677,5}{51444624}$	=	0,250	0,73
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{678005,5}{2172480,0}$	+	$\frac{-18707486,3}{255973200}$	+	$\frac{-556677,5}{51444624}$	=	0,228	1,00
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{678005,5}{2172480,0}$	+	$\frac{18707486}{255973200}$	+	$\frac{-556677,5}{51444624}$	=	0,374	0,72
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{678005,5}{2172480,0}$	+	$\frac{18707486}{255973200}$	+	$\frac{556677,5}{51444624}$	=	0,396	0,54

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2058595,0}{2172480,0}$	+	$\frac{-11959229}{255973200}$	+	$\frac{6745846,6}{51444624}$	=	1,032
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2058595,0}{2172480,0}$	+	$\frac{-11959229}{255973200}$	+	$\frac{-6745846,6}{51444624}$	=	0,770
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2058595,0}{2172480,0}$	+	$\frac{11959229}{255973200}$	+	$\frac{-6745846,6}{51444624}$	=	0,863
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2058595,0}{2172480,0}$	+	$\frac{11959229}{255973200}$	+	$\frac{6745846,6}{51444624}$	=	1,125

$Z_{LM71} =$ **0,54** z napětí v horních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	19,9	0,9	-5,3	-5,3	15,5	15,5	19,9	-0,9	-5,3	-5,3	13,7	13,7
2	7,8	5,9	3,4	3,4	17,1	17,1	7,8	-5,9	3,4	3,4	5,3	5,3
3	2,1	-0,1	1,3	1,3	3,4	3,4	2,1	0,1	1,3	1,3	3,5	3,5
4	1,2	0,0	0,3	0,3	1,5	1,5	1,2	0,0	0,3	0,3	1,6	1,6
5	41,1	8,1	4,9	4,9	54,1	54,1	41,1	-8,1	4,9	4,9	37,8	37,8
maxMz	136,8	5,8	16,2	16,2	158,8	158,8	136,8	-5,8	16,2	16,2	147,2	147,2

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	27,2	1,2	-7,2	-7,2	21,1	21,1	27,2	-1,2	-7,2	-7,2	18,7	18,7
2	9,3	7,0	4,0	4,0	20,3	20,3	9,3	-7,0	4,0	4,0	6,3	6,3
3	2,7	-0,1	1,7	1,7	4,4	4,4	2,7	0,1	1,7	1,7	4,5	4,5
4	0,8	0,0	0,2	0,2	1,0	1,0	0,8	0,0	0,2	0,2	1,0	1,0
5	27,7	5,5	3,3	3,3	36,5	36,5	27,7	-5,5	3,3	3,3	25,5	25,5
maxMz	205,5	8,7	24,4	24,4	238,6	238,6	205,5	-8,7	24,4	24,4	221,2	221,2

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$f_u =$	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d} =$	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A_{net} =$	1,0016E+04 mm ²	plocha průřezu - oslabená
$A =$	1,1680E+04 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
$I_y =$	2,7524E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	3,4573E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	165,8 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	58,8 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H} =$	1,3762E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,3762E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	2,7658E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	2,7658E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	2,7658E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	2,7658E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd} =$	2172,5 kN
$N_{u,Rd} =$	2710,1 kN
$N_{Rd} =$	min (2172,5; 2710,1)
$N_{Rd} =$	2172,5 kN

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	194,9	0,5	-2,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	78,3	7,3	-1,8
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	39,2	-1,2	-0,9
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	23,0	3,2	-0,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	411,2	9,3	-2,2
maxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	690,4	35,2	-3,2

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	266,2	0,6	-3,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	92,9	8,7	-2,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	50,9	-1,6	-1,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	14,9	2,1	-0,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	277,6	6,3	-1,5
maxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1037,3	52,8	-4,8

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

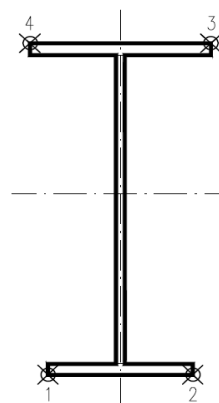
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{702514,6}{2172480,0}$	+	$\frac{16034937,5}{255973200}$	+	$\frac{-8348843,8}{51444624}$	=	0,224	1,31
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{702514,6}{2172480,0}$	+	$\frac{16034937,5}{255973200}$	+	$\frac{8348843,8}{51444624}$	=	0,548	0,58
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{702514,6}{2172480,0}$	+	$\frac{-16034938}{255973200}$	+	$\frac{8348843,8}{51444624}$	=	0,423	1,58
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{702514,6}{2172480,0}$	+	$\frac{-16034938}{255973200}$	+	$\frac{-8348843,8}{51444624}$	=	0,098	5,07

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1037297,9}{2172480,0}$	+	$\frac{52824937}{255973200}$	+	$\frac{-4792706,2}{51444624}$	=	0,591
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1037297,9}{2172480,0}$	+	$\frac{52824937}{255973200}$	+	$\frac{4792706,2}{51444624}$	=	0,777
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1037297,9}{2172480,0}$	+	$\frac{-52824937}{255973200}$	+	$\frac{4792706,2}{51444624}$	=	0,364
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1037297,9}{2172480,0}$	+	$\frac{-52824937}{255973200}$	+	$\frac{-4792706,2}{51444624}$	=	0,178

Z_{LM71} = 0,58 z napětí v dolních pravých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wz p	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	19,5	-0,3	-9,4	-9,4	9,8	9,8	19,5	0,3	-9,4	-9,4	10,4	10,4
2	7,8	-5,3	-6,5	-6,5	-4,0	-4,0	7,8	5,3	-6,5	-6,5	6,6	6,6
3	3,9	0,9	-3,1	-3,1	1,7	1,7	3,9	-0,9	-3,1	-3,1	-0,1	-0,1
4	2,3	-2,3	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	2,3	2,3	-0,7	-0,7	3,9	3,9
5	41,1	-6,7	-7,8	-7,8	26,6	26,6	41,1	6,7	-7,8	-7,8	40,0	40,0
maxMy	68,9	-25,5	-11,5	-11,5	31,8	31,8	68,9	25,5	-11,5	-11,5	82,9	82,9

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wz p	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	26,6	-0,5	-12,8	-12,8	13,3	13,3	26,6	0,5	-12,8	-12,8	14,2	14,2
2	9,3	-6,3	-7,7	-7,7	-4,7	-4,7	9,3	6,3	-7,7	-7,7	7,9	7,9
3	5,1	1,2	-4,0	-4,0	2,2	2,2	5,1	-1,2	-4,0	-4,0	-0,1	-0,1
4	1,5	-1,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	1,5	1,5	-0,5	-0,5	2,5	2,5
5	27,7	-4,5	-5,2	-5,2	17,9	17,9	27,7	4,5	-5,2	-5,2	27,0	27,0
maxMy	103,6	-38,4	-17,3	-17,3	47,9	47,9	103,6	38,4	-17,3	-17,3	124,6	124,6

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
f_u =	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d}$ =	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,04	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A_{net} =	1,0016E+04 mm ²	plocha průřezu - oslabená
A =	1,1680E+04 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
I_y =	2,7524E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	3,4573E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	165,8 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	58,8 mm	poloměr setrvačnosti
d =	400 mm	celková výška průřezu
z_h =	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

b_{hor} =	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$ =	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$ =	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$ =	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$ =	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H}$ =	1,3762E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	1,3762E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	2,7658E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	2,7658E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	2,7658E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	2,7658E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

μ_M =	1,11	součinitel vlivu excentricity
α =	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
ξ =	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd}$ =	2172,5 kN
$N_{u,Rd}$ =	2710,1 kN
N_{Rd} =	min (2172,5; 2710,1)
N_{Rd} =	2172,5 kN

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	194,9	0,5	-2,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	78,3	7,3	-1,8
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	23,9	-0,7	-0,5
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	14,0	1,9	-0,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	411,2	9,3	-2,2
maxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	690,4	35,2	-3,2

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	266,2	0,6	-3,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	92,9	8,7	-2,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	31,0	-1,0	-0,7
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	9,1	1,3	-0,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	277,6	6,3	-1,5
maxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1037,3	52,8	-4,8

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

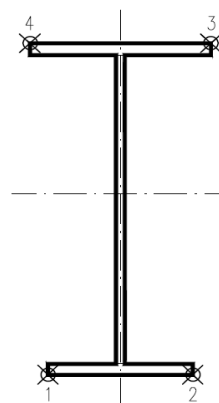
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{676837,6}{2172480,0}$	+	$\frac{15844812,5}{255973200}$	+	$\frac{-7867193,8}{51444624}$	=	0,221	1,32
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{676837,6}{2172480,0}$	+	$\frac{15844812,5}{255973200}$	+	$\frac{7867193,8}{51444624}$	=	0,526	0,61
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{676837,6}{2172480,0}$	+	$\frac{-15844813}{255973200}$	+	$\frac{7867193,8}{51444624}$	=	0,403	1,64
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{676837,6}{2172480,0}$	+	$\frac{-15844813}{255973200}$	+	$\frac{-7867193,8}{51444624}$	=	0,097	5,08

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1037297,9}{2172480,0}$	+	$\frac{52824937}{255973200}$	+	$\frac{-4792706,2}{51444624}$	=	0,591
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1037297,9}{2172480,0}$	+	$\frac{52824937}{255973200}$	+	$\frac{4792706,2}{51444624}$	=	0,777
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1037297,9}{2172480,0}$	+	$\frac{-52824937}{255973200}$	+	$\frac{4792706,2}{51444624}$	=	0,364
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1037297,9}{2172480,0}$	+	$\frac{-52824937}{255973200}$	+	$\frac{-4792706,2}{51444624}$	=	0,178

Z_{LM71} = 0,61 z napětí v dolních pravých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	19,5	-0,3	-9,4	-9,4	9,8	9,8	19,5	0,3	-9,4	-9,4	10,4	10,4
2	7,8	-5,3	-6,5	-6,5	-4,0	-4,0	7,8	5,3	-6,5	-6,5	6,6	6,6
3	2,4	0,5	-1,9	-1,9	1,1	1,1	2,4	-0,5	-1,9	-1,9	0,0	0,0
4	1,4	-1,4	-0,4	-0,4	-0,5	-0,5	1,4	1,4	-0,4	-0,4	2,4	2,4
5	41,1	-6,7	-7,8	-7,8	26,6	26,6	41,1	6,7	-7,8	-7,8	40,0	40,0
maxMy	68,9	-25,5	-11,5	-11,5	31,8	31,8	68,9	25,5	-11,5	-11,5	82,9	82,9

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	26,6	-0,5	-12,8	-12,8	13,3	13,3	26,6	0,5	-12,8	-12,8	14,2	14,2
2	9,3	-6,3	-7,7	-7,7	-4,7	-4,7	9,3	6,3	-7,7	-7,7	7,9	7,9
3	3,1	0,7	-2,4	-2,4	1,4	1,4	3,1	-0,7	-2,4	-2,4	0,0	0,0
4	0,9	-0,9	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	0,9	0,9	-0,3	-0,3	1,5	1,5
5	27,7	-4,5	-5,2	-5,2	17,9	17,9	27,7	4,5	-5,2	-5,2	27,0	27,0
maxMy	103,6	-38,4	-17,3	-17,3	47,9	47,9	103,6	38,4	-17,3	-17,3	124,6	124,6

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
f_u =	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d}$ =	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,04	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A_{net} =	1,0016E+04 mm ²	plocha průřezu - oslabená
A =	1,1680E+04 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
I_y =	2,7524E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	3,4573E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	165,8 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	58,8 mm	poloměr setrvačnosti

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd}$ =	2172,5 kN
$N_{u,Rd}$ =	2710,1 kN
N_{Rd} =	min (2172,5; 2710,1)
N_{Rd} =	2172,5 kN

d =	400 mm	celková výška průřezu
z_h =	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

b_{hor} =	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$ =	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$ =	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$ =	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$ =	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H}$ =	1,3762E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	1,3762E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	2,7658E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	2,7658E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	2,7658E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	2,7658E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

μ_M =	1,11	součinitel vlivu excentricity
α =	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
ξ =	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	194,9	0,5	-2,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	78,3	7,3	-1,8
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	39,2	-1,2	-0,9
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	20,9	2,4	-0,4
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	411,2	9,3	-2,2
minMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1182,1	15,3	-5,2

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	266,2	0,6	-3,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	92,9	8,7	-2,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	50,9	-1,6	-1,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	13,6	1,6	-0,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	277,6	6,3	-1,5
minMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1776,0	22,9	-7,9

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

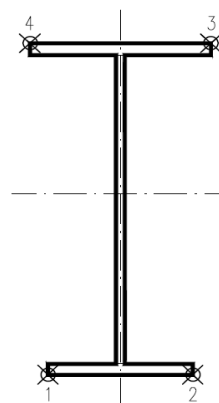
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{701175,6}{2172480,0}$	+	$\frac{15521437,5}{255973200}$	+	$\frac{-8452843,8}{51444624}$	=	0,219	1,04
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{701175,6}{2172480,0}$	+	$\frac{15521437,5}{255973200}$	+	$\frac{8452843,8}{51444624}$	=	0,548	0,43
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{701175,6}{2172480,0}$	+	$\frac{-15521438}{255973200}$	+	$\frac{8452843,8}{51444624}$	=	0,426	0,65
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{701175,6}{2172480,0}$	+	$\frac{-15521438}{255973200}$	+	$\frac{-8452843,8}{51444624}$	=	0,098	1,57

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1775990,6}{2172480,0}$	+	$\frac{22926864}{255973200}$	+	$\frac{-7857634,3}{51444624}$	=	0,754
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1775990,6}{2172480,0}$	+	$\frac{22926864}{255973200}$	+	$\frac{7857634,3}{51444624}$	=	1,060
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1775990,6}{2172480,0}$	+	$\frac{-22926864}{255973200}$	+	$\frac{7857634,3}{51444624}$	=	0,881
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1775990,6}{2172480,0}$	+	$\frac{-22926864}{255973200}$	+	$\frac{-7857634,3}{51444624}$	=	0,575

$Z_{LM71} = 0,43$ z napětí v dolních pravých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	19,5	-0,3	-9,4	-9,4	9,8	9,8	19,5	0,3	-9,4	-9,4	10,4	10,4
2	7,8	-5,3	-6,5	-6,5	-4,0	-4,0	7,8	5,3	-6,5	-6,5	6,6	6,6
3	3,9	0,9	-3,1	-3,1	1,7	1,7	3,9	-0,9	-3,1	-3,1	-0,1	-0,1
4	2,1	-1,7	-1,3	-1,3	-1,0	-1,0	2,1	1,7	-1,3	-1,3	2,5	2,5
5	41,1	-6,7	-7,8	-7,8	26,6	26,6	41,1	6,7	-7,8	-7,8	40,0	40,0
minMz	118,0	-11,1	-18,9	-18,9	88,0	88,0	118,0	11,1	-18,9	-18,9	110,2	110,2

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	26,6	-0,5	-12,8	-12,8	13,3	13,3	26,6	0,5	-12,8	-12,8	14,2	14,2
2	9,3	-6,3	-7,7	-7,7	-4,7	-4,7	9,3	6,3	-7,7	-7,7	7,9	7,9
3	5,1	1,2	-4,0	-4,0	2,2	2,2	5,1	-1,2	-4,0	-4,0	-0,1	-0,1
4	1,4	-1,1	-0,8	-0,8	-0,6	-0,6	1,4	1,1	-0,8	-0,8	1,6	1,6
5	27,7	-4,5	-5,2	-5,2	17,9	17,9	27,7	4,5	-5,2	-5,2	27,0	27,0
minMz	177,3	-16,7	-28,4	-28,4	132,2	132,2	177,3	16,7	-28,4	-28,4	165,6	165,6

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
f_u =	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d}$ =	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,04	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A_{net} =	1,0016E+04 mm ²	plocha průřezu - oslabená
A =	1,1680E+04 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
I_y =	2,7524E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	3,4573E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	165,8 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	58,8 mm	poloměr setrvačnosti

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd}$ =	2172,5 kN
$N_{u,Rd}$ =	2710,1 kN
N_{Rd} =	min (2172,5; 2710,1)
N_{Rd} =	2172,5 kN

d =	400 mm	celková výška průřezu
z_h =	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

b_{hor} =	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$ =	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$ =	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$ =	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$ =	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H}$ =	1,3762E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	1,3762E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	2,7658E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	2,7658E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	2,7658E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	2,7658E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

μ_M =	1,11	součinitel vlivu excentricity
α =	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
ξ =	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	194,9	0,5	-2,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	78,3	7,3	-1,8
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	18,0	-0,6	-0,4
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	9,6	1,1	-0,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	411,2	9,3	-2,2
minMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1182,1	15,3	-5,2

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	266,2	0,6	-3,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	92,9	8,7	-2,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	23,4	-0,7	-0,5
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	6,3	0,7	-0,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	277,6	6,3	-1,5
minMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1776,0	22,9	-7,9

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

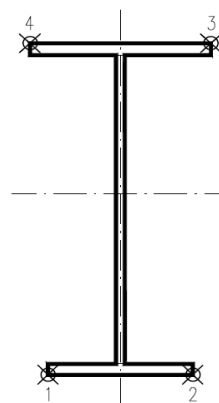
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{666345,9}{2172480,0}$	+	$\frac{15535477,5}{255973200}$	+	$\frac{-7729783,8}{51444624}$	=	0,217	1,04
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{666345,9}{2172480,0}$	+	$\frac{15535477,5}{255973200}$	+	$\frac{7729783,8}{51444624}$	=	0,518	0,46
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{666345,9}{2172480,0}$	+	$\frac{-15535478}{255973200}$	+	$\frac{7729783,8}{51444624}$	=	0,396	0,69
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{666345,9}{2172480,0}$	+	$\frac{-15535478}{255973200}$	+	$\frac{-7729783,8}{51444624}$	=	0,096	1,57

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1775990,6}{2172480,0}$	+	$\frac{22926864}{255973200}$	+	$\frac{-7857634,3}{51444624}$	=	0,754
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1775990,6}{2172480,0}$	+	$\frac{22926864}{255973200}$	+	$\frac{7857634,3}{51444624}$	=	1,060
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1775990,6}{2172480,0}$	+	$\frac{-22926864}{255973200}$	+	$\frac{7857634,3}{51444624}$	=	0,881
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{1775990,6}{2172480,0}$	+	$\frac{-22926864}{255973200}$	+	$\frac{-7857634,3}{51444624}$	=	0,575

$Z_{LM71} = 0,46$ z napětí v dolních pravých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	19,5	-0,3	-9,4	-9,4	9,8	9,8	19,5	0,3	-9,4	-9,4	10,4	10,4
2	7,8	-5,3	-6,5	-6,5	-4,0	-4,0	7,8	5,3	-6,5	-6,5	6,6	6,6
3	1,8	0,4	-1,4	-1,4	0,8	0,8	1,8	-0,4	-1,4	-1,4	0,0	0,0
4	1,0	-0,8	-0,6	-0,6	-0,4	-0,4	1,0	0,8	-0,6	-0,6	1,2	1,2
5	41,1	-6,7	-7,8	-7,8	26,6	26,6	41,1	6,7	-7,8	-7,8	40,0	40,0
minMz	118,0	-11,1	-18,9	-18,9	88,0	88,0	118,0	11,1	-18,9	-18,9	110,2	110,2

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	26,6	-0,5	-12,8	-12,8	13,3	13,3	26,6	0,5	-12,8	-12,8	14,2	14,2
2	9,3	-6,3	-7,7	-7,7	-4,7	-4,7	9,3	6,3	-7,7	-7,7	7,9	7,9
3	2,3	0,5	-1,8	-1,8	1,0	1,0	2,3	-0,5	-1,8	-1,8	0,0	0,0
4	0,6	-0,5	-0,4	-0,4	-0,3	-0,3	0,6	0,5	-0,4	-0,4	0,8	0,8
5	27,7	-4,5	-5,2	-5,2	17,9	17,9	27,7	4,5	-5,2	-5,2	27,0	27,0
minMz	177,3	-16,7	-28,4	-28,4	132,2	132,2	177,3	16,7	-28,4	-28,4	165,6	165,6

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,3520E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	3,1448E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,1422E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	152,5 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	91,9 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,5724E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,5724E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z		
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován		
c		c		křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,49	$\alpha =$	0,49	součinitel imperfekce
$\beta =$	1	$\beta =$	1	součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} =$	6337 mm	$L_{cr} =$	6337 mm	kritická délka
$\lambda =$	41,55	$\lambda =$	68,94	štíhlost
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65	srovnávací štíhlost
$\lambda_d =$	0,413	$\lambda_d =$	0,685	poměrná štíhlost
$\phi =$	0,637	$\phi =$	0,853	
$\chi =$	0,891	$\chi =$	0,734	součinitel vzpěrnosti
$\chi =$	0,734	výsledný součinitel vzpěrnosti		

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-233,7	0,2	-3,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-97,4	11,3	-1,8
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-32,1	-0,2	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-23,5	-0,2	0,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-487,0	1,3	-2,2
minMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1596,7	0,3	-10,3

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-319,2	0,3	-4,8
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-115,7	13,5	-2,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-41,8	-0,3	0,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-15,3	-0,1	0,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-328,7	0,8	-1,5
minMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-2398,9	0,4	-15,5

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

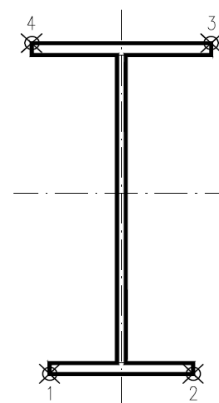
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-820654,2}{1845675,7}$	+	$\frac{14135093,8}{292466400}$	+	$\frac{-8359437,5}{169959360}$	=	0,445	0,40
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-820654,2}{1845675,7}$	+	$\frac{14135093,8}{292466400}$	+	$\frac{8359437,5}{169959360}$	=	0,347	0,54
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-820654,2}{1845675,7}$	+	$\frac{-14135094}{292466400}$	+	$\frac{8359437,5}{169959360}$	=	0,444	0,46
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-820654,2}{1845675,7}$	+	$\frac{-14135094}{292466400}$	+	$\frac{-8359437,5}{169959360}$	=	0,542	0,33

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2398907,2}{1845675,7}$	+	$\frac{375604}{292466400}$	+	$\frac{-15474882,1}{169959360}$	=	1,390
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2398907,2}{1845675,7}$	+	$\frac{375604}{292466400}$	+	$\frac{15474882,1}{169959360}$	=	1,207
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2398907,2}{1845675,7}$	+	$\frac{-375604}{292466400}$	+	$\frac{15474882,1}{169959360}$	=	1,210
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2398907,2}{1845675,7}$	+	$\frac{-375604}{292466400}$	+	$\frac{-15474882,1}{169959360}$	=	1,392

$Z_{LM71} = 0,33$ z napětí v horních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-17,3	-0,1	-3,9	-3,9	-21,3	-21,3	-17,3	0,1	-3,9	-3,9	-21,0	-21,0
2	-7,2	-7,2	-1,9	-1,9	-16,3	-16,3	-7,2	7,2	-1,9	-1,9	-1,9	-1,9
3	-2,4	0,1	0,0	0,0	-2,2	-2,2	-2,4	-0,1	0,0	0,0	-2,5	-2,5
4	-1,7	0,1	0,0	0,0	-1,6	-1,6	-1,7	-0,1	0,0	0,0	-1,8	-1,8
5	-36,0	-0,8	-2,5	-2,5	-39,3	-39,3	-36,0	0,8	-2,5	-2,5	-37,7	-37,7
minMz	-118,1	-0,2	-11,3	-11,3	-129,5	-129,5	-118,1	0,2	-11,3	-11,3	-129,2	-129,2

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-32,2	-0,2	-5,3	-5,3	-37,6	-37,6	-32,2	0,2	-5,3	-5,3	-37,3	-37,3
2	-11,7	-8,6	-2,3	-2,3	-22,5	-22,5	-11,7	8,6	-2,3	-2,3	-5,4	-5,4
3	-4,2	0,2	0,1	0,1	-4,0	-4,0	-4,2	-0,2	0,1	0,1	-4,3	-4,3
4	-1,5	0,1	0,0	0,0	-1,4	-1,4	-1,5	-0,1	0,0	0,0	-1,6	-1,6
5	-33,1	-0,5	-1,7	-1,7	-35,3	-35,3	-33,1	0,5	-1,7	-1,7	-34,2	-34,2
minMz	-241,8	-0,2	-16,9	-16,9	-258,9	-258,9	-241,8	0,2	-16,9	-16,9	-258,4	-258,4

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,3520E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	3,1448E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,1422E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	152,5 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	91,9 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,5724E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,5724E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z		
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován		
c		c		křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,49	$\alpha =$	0,49	součinitel imperfekce
$\beta =$	1	$\beta =$	1	součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} =$	6337 mm	$L_{cr} =$	6337 mm	kritická délka
$\lambda =$	41,55	$\lambda =$	68,94	štíhlost
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65	srovnávací štíhlost
$\lambda_d =$	0,413	$\lambda_d =$	0,685	poměrná štíhlost
$\phi =$	0,637	$\phi =$	0,853	
$\chi =$	0,891	$\chi =$	0,734	součinitel vzpěrnosti
$\chi =$	0,734	výsledný součinitel vzpěrnosti		

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-233,7	0,2	-3,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-97,4	11,3	-1,8
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-10,9	-0,1	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-8,0	-0,1	0,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-487,0	1,3	-2,2
minMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1596,7	0,3	-10,3

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-319,2	0,3	-4,8
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-115,7	13,5	-2,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-14,2	-0,1	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-5,2	0,0	0,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-328,7	0,8	-1,5
minMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-2398,9	0,4	-15,5

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

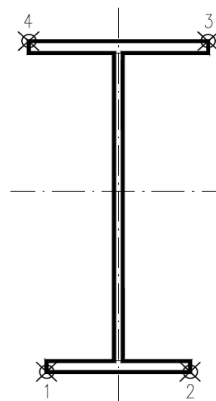
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-782996,5}{1845675,7}$	+	$\frac{14413943,8}{292466400}$	+	$\frac{-8402337,5}{169959360}$	=	0,424	0,41
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-782996,5}{1845675,7}$	+	$\frac{14413943,8}{292466400}$	+	$\frac{8402337,5}{169959360}$	=	0,326	0,56
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-782996,5}{1845675,7}$	+	$\frac{-14413944}{292466400}$	+	$\frac{8402337,5}{169959360}$	=	0,424	0,48
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-782996,5}{1845675,7}$	+	$\frac{-14413944}{292466400}$	+	$\frac{-8402337,5}{169959360}$	=	0,523	0,34

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2398907,2}{1845675,7}$	+	$\frac{375604}{292466400}$	+	$\frac{-15474882,1}{169959360}$	=	1,390
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2398907,2}{1845675,7}$	+	$\frac{375604}{292466400}$	+	$\frac{15474882,1}{169959360}$	=	1,207
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2398907,2}{1845675,7}$	+	$\frac{-375604}{292466400}$	+	$\frac{15474882,1}{169959360}$	=	1,210
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2398907,2}{1845675,7}$	+	$\frac{-375604}{292466400}$	+	$\frac{-15474882,1}{169959360}$	=	1,392

$Z_{LM71} = 0,34$ z napětí v horních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-17,3	-0,1	-3,9	-3,9	-21,3	-21,3	-17,3	0,1	-3,9	-3,9	-21,0	-21,0
2	-7,2	-7,2	-1,9	-1,9	-16,3	-16,3	-7,2	7,2	-1,9	-1,9	-1,9	-1,9
3	-0,8	0,0	0,0	0,0	-0,7	-0,7	-0,8	0,0	0,0	0,0	-0,8	-0,8
4	-0,6	0,0	0,0	0,0	-0,5	-0,5	-0,6	0,0	0,0	0,0	-0,6	-0,6
5	-36,0	-0,8	-2,5	-2,5	-39,3	-39,3	-36,0	0,8	-2,5	-2,5	-37,7	-37,7
minMz	-118,1	-0,2	-11,3	-11,3	-129,5	-129,5	-118,1	0,2	-11,3	-11,3	-129,2	-129,2

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-32,2	-0,2	-5,3	-5,3	-37,6	-37,6	-32,2	0,2	-5,3	-5,3	-37,3	-37,3
2	-11,7	-8,6	-2,3	-2,3	-22,5	-22,5	-11,7	8,6	-2,3	-2,3	-5,4	-5,4
3	-1,4	0,1	0,0	0,0	-1,3	-1,3	-1,4	-0,1	0,0	0,0	-1,5	-1,5
4	-0,5	0,0	0,0	0,0	-0,5	-0,5	-0,5	0,0	0,0	0,0	-0,5	-0,5
5	-33,1	-0,5	-1,7	-1,7	-35,3	-35,3	-33,1	0,5	-1,7	-1,7	-34,2	-34,2
minMz	-241,8	-0,2	-16,9	-16,9	-258,9	-258,9	-241,8	0,2	-16,9	-16,9	-258,4	-258,4

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,3520E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	3,1448E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,1422E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	152,5 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	91,9 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,5724E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,5724E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z		
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován		
c		c		křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,49	$\alpha =$	0,49	součinitel imperfekce
$\beta =$	1	$\beta =$	1	součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} =$	6337 mm	$L_{cr} =$	6337 mm	kritická délka
$\lambda =$	41,55	$\lambda =$	68,94	štíhlost
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65	srovnávací štíhlost
$\lambda_{\phi} =$	0,413	$\lambda_{\phi} =$	0,685	poměrná štíhlost
$\phi =$	0,637	$\phi =$	0,853	
$\chi =$	0,891	$\chi =$	0,734	součinitel vzpěrnosti
$\chi =$	0,734	výsledný součinitel vzpěrnosti		

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-236,1	-2,1	-3,3
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-117,4	10,0	-3,3
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-37,1	-1,3	-1,5
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-20,7	-3,8	0,6
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-490,6	-21,7	1,2
minMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-874,5	-40,5	-4,6

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-322,4	-2,9	-4,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-139,4	11,8	-3,9
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-48,3	-1,7	-1,9
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-13,5	-2,5	0,4
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-331,2	-14,6	0,8
minMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1313,9	-60,9	-6,9

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

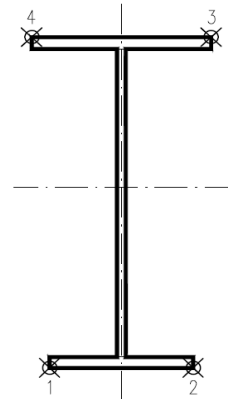
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-854759,2}{1845675,7}$	+	$\frac{-9786937,5}{292466400}$	+	$\frac{-9187437,5}{169959360}$	=	0,551	0,47
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-854759,2}{1845675,7}$	+	$\frac{-9786937,5}{292466400}$	+	$\frac{9187437,5}{169959360}$	=	0,443	0,63
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-854759,2}{1845675,7}$	+	$\frac{9786938}{292466400}$	+	$\frac{9187437,5}{169959360}$	=	0,376	1,35
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-854759,2}{1845675,7}$	+	$\frac{9786938}{292466400}$	+	$\frac{-9187437,5}{169959360}$	=	0,484	0,95

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1313877,6}{1845675,7}$	+	$\frac{-60892910}{292466400}$	+	$\frac{-6941160,7}{169959360}$	=	0,961
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1313877,6}{1845675,7}$	+	$\frac{-60892910}{292466400}$	+	$\frac{6941160,7}{169959360}$	=	0,879
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1313877,6}{1845675,7}$	+	$\frac{60892910}{292466400}$	+	$\frac{6941160,7}{169959360}$	=	0,463
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1313877,6}{1845675,7}$	+	$\frac{60892910}{292466400}$	+	$\frac{-6941160,7}{169959360}$	=	0,545

$Z_{LM71} =$ **0,47** z napětí v dolních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-17,5	1,3	-3,6	-3,6	-19,7	-19,7	-17,5	-1,3	-3,6	-3,6	-22,4	-22,4
2	-8,7	-6,3	-3,6	-3,6	-18,6	-18,6	-8,7	6,3	-3,6	-3,6	-6,0	-6,0
3	-2,7	0,8	-1,6	-1,6	-3,6	-3,6	-2,7	-0,8	-1,6	-1,6	-5,2	-5,2
4	-1,5	2,4	0,6	0,6	1,5	1,5	-1,5	-2,4	0,6	0,6	-3,3	-3,3
5	-36,3	13,8	1,3	1,3	-21,2	-21,2	-36,3	-13,8	1,3	1,3	-48,8	-48,8
minMy	-64,7	25,8	-5,1	-5,1	-44,0	-44,0	-64,7	-25,8	-5,1	-5,1	-95,5	-95,5

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-32,5	1,8	-4,9	-4,9	-35,6	-35,6	-32,5	-1,8	-4,9	-4,9	-39,2	-39,2
2	-14,1	-7,5	-4,3	-4,3	-25,9	-25,9	-14,1	7,5	-4,3	-4,3	-10,8	-10,8
3	-4,9	1,0	-2,1	-2,1	-5,9	-5,9	-4,9	-1,0	-2,1	-2,1	-8,0	-8,0
4	-1,4	1,6	0,4	0,4	0,6	0,6	-1,4	-1,6	0,4	0,4	-2,5	-2,5
5	-33,4	9,3	0,9	0,9	-23,2	-23,2	-33,4	-9,3	0,9	0,9	-41,8	-41,8
minMy	-132,4	38,7	-7,6	-7,6	-101,3	-101,3	-132,4	-38,7	-7,6	-7,6	-178,7	-178,7

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
$f_y =$	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,3520E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	3,1448E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,1422E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	152,5 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	91,9 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,5724E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,5724E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z	
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován	
c		c	křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,49	$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1	$\beta =$	1
$L_{cr} =$	6337 mm	$L_{cr} =$	6337 mm
$\lambda =$	41,55	$\lambda =$	68,94
$\lambda_1 =$	100,65	$\lambda_1 =$	100,65
$\lambda_{-d} =$	0,413	$\lambda_{-d} =$	0,685
$\phi =$	0,637	$\phi =$	0,853
$\chi =$	0,891	$\chi =$	0,734
$\chi =$	0,734	výsledný součinitel vzpěrnosti	

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,11	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-236,1	-2,1	-3,3
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-117,4	10,0	-3,3
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-18,6	-0,6	-0,7
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-10,4	-1,9	0,3
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-490,6	-21,7	1,2
minMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-874,5	-40,5	-4,6

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-322,4	-2,9	-4,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-139,4	11,8	-3,9
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-24,1	-0,8	-1,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-6,7	-1,2	0,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-331,2	-14,6	0,8
minMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1313,9	-60,9	-6,9

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

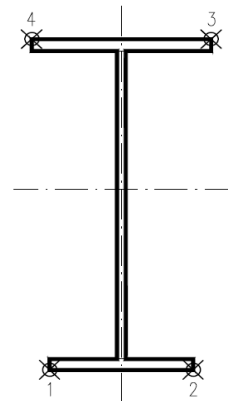
$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-823893,9}{1845675,7}$	+	$\frac{-7726437,5}{292466400}$	+	$\frac{-8410687,5}{169959360}$	=	0,522	0,50
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-823893,9}{1845675,7}$	+	$\frac{-7726437,5}{292466400}$	+	$\frac{8410687,5}{169959360}$	=	0,423	0,66
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-823893,9}{1845675,7}$	+	$\frac{7726438}{292466400}$	+	$\frac{8410687,5}{169959360}$	=	0,370	1,36
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-823893,9}{1845675,7}$	+	$\frac{7726438}{292466400}$	+	$\frac{-8410687,5}{169959360}$	=	0,469	0,97

	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}}$	+	$\frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$	+	$\frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$			
1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1313877,6}{1845675,7}$	+	$\frac{-60892910}{292466400}$	+	$\frac{-6941160,7}{169959360}$	=	0,961	
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1313877,6}{1845675,7}$	+	$\frac{-60892910}{292466400}$	+	$\frac{6941160,7}{169959360}$	=	0,879	
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1313877,6}{1845675,7}$	+	$\frac{60892910}{292466400}$	+	$\frac{6941160,7}{169959360}$	=	0,463	
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1313877,6}{1845675,7}$	+	$\frac{60892910}{292466400}$	+	$\frac{-6941160,7}{169959360}$	=	0,545	

$Z_{LM71} =$ **0,50** z napětí v dolních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wz p	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-17,5	1,3	-3,6	-3,6	-19,7	-19,7	-17,5	-1,3	-3,6	-3,6	-22,4	-22,4
2	-8,7	-6,3	-3,6	-3,6	-18,6	-18,6	-8,7	6,3	-3,6	-3,6	-6,0	-6,0
3	-1,4	0,4	-0,8	-0,8	-1,8	-1,8	-1,4	-0,4	-0,8	-0,8	-2,6	-2,6
4	-0,8	1,2	0,3	0,3	0,8	0,8	-0,8	-1,2	0,3	0,3	-1,7	-1,7
5	-36,3	13,8	1,3	1,3	-21,2	-21,2	-36,3	-13,8	1,3	1,3	-48,8	-48,8
minMy	-64,7	25,8	-5,1	-5,1	-44,0	-44,0	-64,7	-25,8	-5,1	-5,1	-95,5	-95,5

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wz p	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-32,5	1,8	-4,9	-4,9	-35,6	-35,6	-32,5	-1,8	-4,9	-4,9	-39,2	-39,2
2	-14,1	-7,5	-4,3	-4,3	-25,9	-25,9	-14,1	7,5	-4,3	-4,3	-10,8	-10,8
3	-2,4	0,5	-1,1	-1,1	-3,0	-3,0	-2,4	-0,5	-1,1	-1,1	-4,0	-4,0
4	-0,7	0,8	0,2	0,2	0,3	0,3	-0,7	-0,8	0,2	0,2	-1,3	-1,3
5	-33,4	9,3	0,9	0,9	-23,2	-23,2	-33,4	-9,3	0,9	0,9	-41,8	-41,8
minMy	-132,4	38,7	-7,6	-7,6	-101,3	-101,3	-132,4	-38,7	-7,6	-7,6	-178,7	-178,7

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
f_u =	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d}$ =	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4700 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,04	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A_{net} =	1,2480E+04 mm ²	plocha průřezu - oslabená
A =	1,3888E+04 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
I_y =	3,0960E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	3,6235E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	157,5 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	53,9 mm	poloměr setrvačnosti
d =	400 mm	celková výška průřezu
z_h =	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

b_{hor} =	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$ =	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$ =	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$ =	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$ =	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H}$ =	1,5480E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	1,5480E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	2,8988E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	2,8988E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	2,8988E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	2,8988E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

μ_M =	1,11	součinitel vlivu excentricity
α =	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
ξ =	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd}$ =	2583,2 kN
$N_{u,Rd}$ =	3376,7 kN
N_{Rd} =	min (2583,2; 3376,7)
N_{Rd} =	2583,2 kN

Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	16,7	3,0	1,4
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	44,3	-29,4	1,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	4,8	0,2	0,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	14,4	0,8	0,3
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	60,3	14,2	4,1
maxN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	338,9	79,1	4,5

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	22,8	4,1	1,9
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	52,6	-35,0	1,3
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	3,1	0,1	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	18,8	1,0	0,3
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	40,7	9,6	2,8
maxN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	509,2	79,1	6,8

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

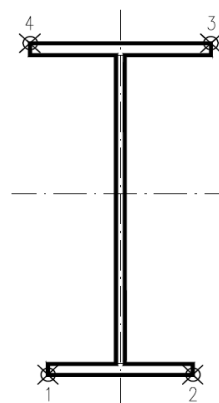
1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{137936,0}{2583168,0}$	+	$\frac{-20154031,3}{287928000}$	+	$\frac{6413781,3}{53917680}$	=	0,102	1,50
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{137936,0}{2583168,0}$	+	$\frac{-20154031,3}{287928000}$	+	$\frac{-6413781,3}{53917680}$	=	0,136	2,50
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{137936,0}{2583168,0}$	+	$\frac{20154031,3}{287928000}$	+	$\frac{-6413781,3}{53917680}$	=	0,004	4,90
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{137936,0}{2583168,0}$	+	$\frac{20154031,3}{287928000}$	+	$\frac{6413781,3}{53917680}$	=	0,242	15,80

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{509183,7}{2583168,0}$	+	$\frac{79130000}{287928000}$	+	$\frac{6775895,0}{53917680}$	=	0,598
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{509183,7}{2583168,0}$	+	$\frac{79130000}{287928000}$	+	$\frac{-6775895,0}{53917680}$	=	0,346
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{509183,7}{2583168,0}$	+	$\frac{-79130000}{287928000}$	+	$\frac{-6775895,0}{53917680}$	=	0,203
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{509183,7}{2583168,0}$	+	$\frac{-79130000}{287928000}$	+	$\frac{6775895,0}{53917680}$	=	0,048

$Z_{LM71} =$ **1,50**

z napětí v dolních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wz p	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	1,3	-1,9	4,9	4,9	4,3	4,3	1,3	1,9	4,9	4,9	8,1	8,1
2	3,5	19,0	3,9	3,9	26,4	26,4	3,5	-19,0	3,9	3,9	-11,6	-11,6
3	0,4	-0,1	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	0,1	0,2	0,2	0,7	0,7
4	1,2	-0,5	0,9	0,9	1,6	1,6	1,2	0,5	0,9	0,9	2,5	2,5
5	4,8	-9,2	14,2	14,2	9,9	9,9	4,8	9,2	14,2	14,2	28,3	28,3
maxN	27,2	-51,1	15,6	15,6	-8,4	-8,4	27,2	51,1	15,6	15,6	93,8	93,8

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wz p	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	1,8	-2,6	6,6	6,6	5,8	5,8	1,8	2,6	6,6	6,6	11,1	11,1
2	4,2	22,6	4,6	4,6	31,4	31,4	4,2	-22,6	4,6	4,6	-13,8	-13,8
3	0,2	-0,1	0,1	0,1	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,5	0,5
4	1,5	-0,6	1,2	1,2	2,0	2,0	1,5	0,6	1,2	1,2	3,3	3,3
5	3,3	-6,2	9,6	9,6	6,7	6,7	3,3	6,2	9,6	9,6	19,1	19,1
maxN	40,8	-51,1	23,4	23,4	13,1	13,1	40,8	51,1	23,4	23,4	115,3	115,3

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 25 mm vč.
f_y =	204,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	186,0 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	186,0 MPa	návrhová pevnost ve smyku
f_u =	330,7 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d}$ =	300,6 MPa	návrhová mez pevnosti
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,20	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4700 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,04	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A_{net} =	1,2480E+04 mm ²	plocha průřezu - oslabená
A =	1,3888E+04 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
I_y =	3,0960E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	3,6235E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	157,5 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	53,9 mm	poloměr setrvačnosti
d =	400 mm	celková výška průřezu
z_h =	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

b_{hor} =	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$ =	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$ =	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$ =	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$ =	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H}$ =	1,5480E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	1,5480E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	2,8988E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	2,8988E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	2,8988E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	2,8988E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

μ_M =	1,11	součinitel vlivu excentricity
α =	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
ξ =	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd}$ =	2583,2 kN
$N_{u,Rd}$ =	3376,7 kN
N_{Rd} =	min (2583,2; 3376,7)
N_{Rd} =	2583,2 kN

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	14,9	-2,9	-2,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	15,4	34,3	-1,3
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-2,5	-0,3	-0,9
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-0,4	-2,5	-0,5
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	60,5	-24,6	-5,8
minMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	185,3	-6,2	-16,0

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	20,4	-3,9	-2,9
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	18,3	40,7	-1,5
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-3,3	-0,3	-1,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-0,3	-1,6	-0,4
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	40,8	-16,6	-3,9
minMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	278,4	-6,2	-24,0

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

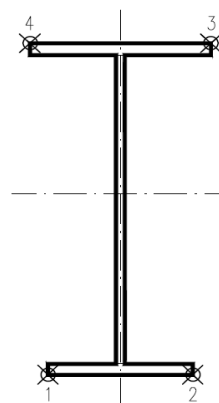
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{75944,1}{2583168,0}$	+	$\frac{18256156,3}{287928000}$	+	$\frac{-9806187,5}{53917680}$	=	0,089	2,54
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{75944,1}{2583168,0}$	+	$\frac{18256156,3}{287928000}$	+	$\frac{9806187,5}{53917680}$	=	0,275	1,36
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{75944,1}{2583168,0}$	+	$\frac{-18256156}{287928000}$	+	$\frac{9806187,5}{53917680}$	=	0,148	1,48
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{75944,1}{2583168,0}$	+	$\frac{-18256156}{287928000}$	+	$\frac{-9806187,5}{53917680}$	=	0,216	2,48

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{278367,6}{2583168,0}$	+	$\frac{-6210000}{287928000}$	+	$\frac{-24008603,4}{53917680}$	=	0,359
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{278367,6}{2583168,0}$	+	$\frac{-6210000}{287928000}$	+	$\frac{24008603,4}{53917680}$	=	0,531
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{278367,6}{2583168,0}$	+	$\frac{6210000}{287928000}$	+	$\frac{24008603,4}{53917680}$	=	0,575
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{278367,6}{2583168,0}$	+	$\frac{6210000}{287928000}$	+	$\frac{-24008603,4}{53917680}$	=	0,316

Z_{LM71} = 1,36 z napětí v dolních pravých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	1,2	1,9	-7,4	-7,4	-4,3	-4,3	1,2	-1,9	-7,4	-7,4	-8,0	-8,0
2	1,2	-22,1	-4,4	-4,4	-25,3	-25,3	1,2	22,1	-4,4	-4,4	19,0	19,0
3	-0,2	0,2	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	-0,2	-0,2	-3,0	-3,0	-3,3	-3,3
4	0,0	1,6	-1,9	-1,9	-0,3	-0,3	0,0	-1,6	-1,9	-1,9	-3,5	-3,5
5	4,8	15,9	-19,9	-19,9	0,8	0,8	4,8	-15,9	-19,9	-19,9	-30,9	-30,9
minMz	14,8	4,0	-55,1	-55,1	-36,3	-36,3	14,8	-4,0	-55,1	-55,1	-44,3	-44,3

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	1,6	2,5	-10,1	-10,1	-5,9	-5,9	1,6	-2,5	-10,1	-10,1	-11,0	-11,0
2	1,5	-26,3	-5,2	-5,2	-30,1	-30,1	1,5	26,3	-5,2	-5,2	22,5	22,5
3	-0,3	0,2	-3,9	-3,9	-3,9	-3,9	-0,3	-0,2	-3,9	-3,9	-4,3	-4,3
4	0,0	1,0	-1,2	-1,2	-0,2	-0,2	0,0	-1,0	-1,2	-1,2	-2,3	-2,3
5	3,3	10,7	-13,4	-13,4	0,5	0,5	3,3	-10,7	-13,4	-13,4	-20,9	-20,9
minMz	22,3	4,0	-82,8	-82,8	-56,5	-56,5	22,3	-4,0	-82,8	-82,8	-64,5	-64,5

SEZNAM VÝPOČTŮ ZATÍŽITELNOSTI S UVAŽOVÁNÍM ÚLEV

prvek	průřez	účinek	počet stran	poznámka
Podélník	POD 2P	My,max	5	před iterací
			5	po iteraci
	POD 3P	My,max	6	před iterací
			6	po iteraci
	POD 4P	My,max	6	před iterací
			6	po iteraci
Příčník	PR S1	My,max	6	
		Mz,min	6	před iterací
			6	po iteraci
	PR S2	My,max	6	
		Mz,max	6	před iterací
			6	po iteraci
Koncový polopříčník	POLOPR S10	My,max	6	
		Mz,min	6	
Hlavní nosník - horní pás	O5	N+My	3	
Hlavní nosník - dolní pás	U5	N,max+My	3	
Hlavní nosník - diagonály	D1P	N-,max+My	3	před iterací
			3	po iteraci
	D2P oslab	N+Mz	3	
	D10L	N+Mz	3	před iterací
			3	po iteraci
Celkem			103	

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli	ocel 37
$f_y =$	230 MPa charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	209,1 MPa návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	209,1 MPa návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10
$\gamma_{M1} =$	1,20
$\gamma_{M2} =$	1,30

Geometrické vlastnosti

L	2014 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	4,912 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,80	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,80	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	1,0088E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	1,1092E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	2,7561E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	104,9 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	52,3 mm	poloměr setrvačnosti
$i_{min} =$	52,3 mm	minimální poloměr setrvačnosti
t =	12 mm	tloušťka stojiny
$h_w =$	214 mm	výška stojiny účinná na smyk
$A_v =$	2568 mm ²	smyková plocha
d =	250 mm	celková výška průřezu
zh =	129 mm	vzdálenost horních krajních vláken
zd =	121 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	220 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	110 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	110 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	200 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	100 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	100 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	8,5984E+05 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	9,1669E+05 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	2,5055E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	2,7561E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	2,5055E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	2,7561E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlacených prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak je uvažován

b	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	2014 mm
$\lambda =$	19,21
$\lambda_1 =$	94,93
$\lambda_d =$	0,202
$\phi =$	0,521
$\chi_y =$	0,999

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak je uvažován

c	
$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	2014 mm
$\lambda =$	38,53
$\lambda_1 =$	94,93
$\lambda_d =$	0,406
$\phi =$	0,633
$\chi_z =$	0,894

křivka vzpěrné pevnosti
součinitel imperfekce
součinitel vzpěrné délky
kritická délka
štíhlost
srovnávací štíhlost
poměrná štíhlost

součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	0,894	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,05	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,4	-0,8	0,3	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	1,3	-0,7	0,9	0,0
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	9,1	-15,6	0,0	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	7,8	0,4	7,3	-11,9
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	0,6	0,1	0,4	-0,1
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	160,4	0,9	76,2	0,0

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,6	-1,0	0,4	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	1,6	-0,8	1,1	0,0
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	5,9	-10,1	0,0	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	10,1	0,5	9,5	-15,4
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	0,4	0,1	0,3	-0,1
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	394,5	0,9	187,3	0,0

					Lokální břemeno		
					síly	napětí	
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Fz kN	charakt. MPa	návrhové MPa
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,0	0,0	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	1,6	0,5	0,6
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	0,0	0,0	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	18,2	5,6	7,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	0,6	0,2	0,1
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	62,5	19,1	47,1

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 413,0 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pl,Rd} = 281,8 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$\eta_3 = 1,465 > 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) není splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

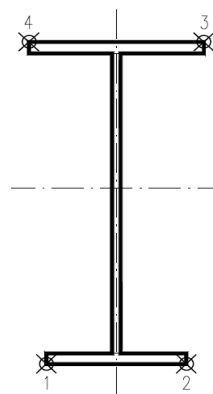
$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-11435,1}{1886136,5}$	+	$\frac{11255250,0}{191672427}$	+	$\frac{-15512500,0}{57627545}$	=	0,217	0,80
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-11435,1}{1886136,5}$	+	$\frac{11255250,0}{191672427}$	+	$\frac{15512500,0}{57627545}$	=	0,322	0,69
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-11435,1}{1886136,5}$	+	$\frac{-11255250}{179785765}$	+	$\frac{15512500,0}{52388678}$	=	0,227	0,74
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-11435,1}{1886136,5}$	+	$\frac{-11255250}{179785765}$	+	$\frac{-15512500,0}{52388678}$	=	0,365	0,61

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{870,0}{1886136,5}$	+	$\frac{187281468}{191672427}$	+	$\frac{0,0}{57627545}$	=	0,978
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{870,0}{1886136,5}$	+	$\frac{187281468}{191672427}$	+	$\frac{0,0}{57627545}$	=	0,978
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{870,0}{1886136,5}$	+	$\frac{-187281468}{179785765}$	+	$\frac{0,0}{52388678}$	=	1,041
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{870,0}{1886136,5}$	+	$\frac{-187281468}{179785765}$	+	$\frac{0,0}{52388678}$	=	1,041

$$Z_{LM71} = 0,61 \quad \text{z napětí v horních levých vláknech}$$



KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 259,2 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 281,8 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = 0,920 > 0,5 \quad \text{Podmínka A2. není splněna, je třeba postupovat dle A.2.2.12, vztah (A.11).}$$

Účinky lokálního zatížení

$$P = 153,7 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 16 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 12 \text{ mm}$$

$$c = 272 \text{ mm}$$

$$\sigma_{z,LM71,Ed} = 47,1 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,LM71} = 0,225 \quad (\text{A.17})$$

$$\eta_{2,rs} = 0,038 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 4,27 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \quad Z_{LM71} = 1,18$$

$$2 \quad Z_{LM71} = 1,10$$

$$3 \quad Z_{LM71} = 1,12$$

$$4 \quad Z_{LM71} = 1,01$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 1,01 \quad (\text{A.19})$$

Vyšetřování napětí po průřezu

Napětí charakteristické												
ZS	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
1	-0,1	-0,3	0,0	0,0	-0,4	-0,4	-0,1	0,3	0,0	0,0	0,2	0,2
2	-0,1	-1,1	0,0	0,0	-1,1	-1,1	-0,1	1,0	0,0	0,0	0,9	0,9
3	-1,5	0,0	0,0	0,0	-1,5	-1,5	-1,5	0,0	0,0	0,0	-1,5	-1,5
4	0,0	-8,5	-47,3	47,3	-55,8	38,8	0,0	8,0	-43,0	43,0	-35,0	51,1
5	0,0	-0,5	-0,6	0,6	-1,0	0,1	0,0	0,4	-0,5	0,5	-0,1	0,9
UL My	0,1	-88,6	0,0	0,0	-88,5	-88,5	0,1	83,1	0,0	0,0	83,2	83,2

Napětí návrhové												
ZS	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
1	-0,1	-0,4	0,0	0,0	-0,6	-0,6	-0,1	0,4	0,0	0,0	0,3	0,3
2	-0,1	-1,3	0,0	0,0	-1,3	-1,3	-0,1	1,2	0,0	0,0	1,1	1,1
3	-1,1	0,0	0,0	0,0	-1,1	-1,1	-1,1	0,0	0,0	0,0	-1,1	-1,1
4	0,1	-11,1	-61,5	61,5	-72,6	50,5	0,1	10,4	-55,9	55,9	-45,5	66,4
5	0,0	-0,3	-0,4	0,4	-0,7	0,1	0,0	0,3	-0,3	0,3	0,0	0,6
UL My	0,1	-217,8	0,0	0,0	-217,7	-217,7	0,1	204,3	0,0	0,0	204,4	204,4

Výčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau^2} \leq R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

$$\sigma_1 = 262,77 \text{ MPa}$$

%

$$\sigma_{uicy} = -217,8 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsy} = -13,1 \text{ MPa}$$

0,82

$$\sigma_{uicz} = 47,1 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsz} = 8,0 \text{ MPa}$$

0,18

$$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{rs} = 0,0 \text{ MPa}$$

0,00

Srovnávací napětí - dolní vlákna

$$\sigma_1 = 248,70 \text{ MPa}$$

%

$$\sigma_{uicy} = 204,3 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsy} = 12,3 \text{ MPa}$$

0,80

$$\sigma_{uicz} = -47,1 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsz} = -8,0 \text{ MPa}$$

0,20

$$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{rs} = 0,0 \text{ MPa}$$

0,00

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli	ocel 37
$f_y =$	230 MPa charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	209,1 MPa návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	209,1 MPa návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10
$\gamma_{M1} =$	1,20
$\gamma_{M2} =$	1,30

Geometrické vlastnosti

L	2014 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	4,912 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,80	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,80	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	1,0088E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	1,1092E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	2,7561E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	104,9 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	52,3 mm	poloměr setrvačnosti
$i_{min} =$	52,3 mm	minimální poloměr setrvačnosti
t =	12 mm	tloušťka stojiny
$h_w =$	214 mm	výška stojiny účinná na smyk
$A_v =$	2568 mm ²	smyková plocha
d =	250 mm	celková výška průřezu
zh =	129 mm	vzdálenost horních krajních vláken
zd =	121 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	220 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	110 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	110 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	200 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	100 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	100 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	8,5984E+05 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	9,1669E+05 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	2,5055E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	2,7561E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	2,5055E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	2,7561E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak je uvažován

b	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	2014 mm
$\lambda =$	19,21
$\lambda_1 =$	94,93
$\lambda_d =$	0,202
$\phi =$	0,521
$\chi_y =$	0,999

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak je uvažován

c	
$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	2014 mm
$\lambda =$	38,53
$\lambda_1 =$	94,93
$\lambda_d =$	0,406
$\phi =$	0,633
$\chi_z =$	0,894

křivka vzpěrné pevnosti
součinitel imperfekce
součinitel vzpěrné délky
kritická délka
štíhlost
srovnávací štíhlost
poměrná štíhlost

součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	0,894	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,05	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,4	-0,8	0,3	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	1,3	-0,7	0,9	0,0
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	0,5	9,1	-15,6	0,0	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	7,8	0,4	5,2	-8,4
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	0,6	0,1	0,4	-0,1
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	160,4	0,9	76,2	0,0

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,6	-1,0	0,4	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	1,6	-0,8	1,1	0,0
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	0,5	5,9	-10,1	0,0	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	10,1	0,5	6,8	-10,9
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	0,4	0,1	0,3	-0,1
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	394,5	0,9	187,3	0,0

					Lokální břemeno		
					síly	napětí	
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Fz kN	charakt. MPa	návrhové MPa
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,0	0,0	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	1,6	0,5	0,6
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	0,5	0,0	0,0	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	18,2	5,6	7,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	0,6	0,2	0,1
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	62,5	19,1	47,1

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 413,0 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pl,Rd} = 281,8 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$\eta_3 = 1,465 > 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) není splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

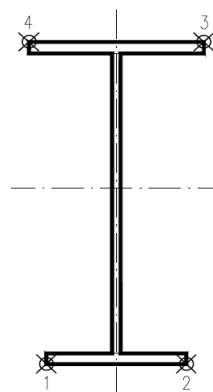
$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-11435,1}{1886136,5}$	+	$\frac{8491840,0}{191672427}$	+	$\frac{-11041280,0}{57627545}$	=	0,153	0,87
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-11435,1}{1886136,5}$	+	$\frac{8491840,0}{191672427}$	+	$\frac{11041280,0}{57627545}$	=	0,230	0,79
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-11435,1}{1886136,5}$	+	$\frac{-8491840,0}{179785765}$	+	$\frac{11041280,0}{52388678}$	=	0,157	0,81
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-11435,1}{1886136,5}$	+	$\frac{-8491840,0}{179785765}$	+	$\frac{-11041280,0}{52388678}$	=	0,264	0,71

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{870,0}{1886136,5}$	+	$\frac{187281468}{191672427}$	+	$\frac{0,0}{57627545}$	=	0,978
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{870,0}{1886136,5}$	+	$\frac{187281468}{191672427}$	+	$\frac{0,0}{57627545}$	=	0,978
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{870,0}{1886136,5}$	+	$\frac{-187281468}{179785765}$	+	$\frac{0,0}{52388678}$	=	1,041
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{870,0}{1886136,5}$	+	$\frac{-187281468}{179785765}$	+	$\frac{0,0}{52388678}$	=	1,041

$$Z_{LM71} = 0,71 \quad \text{z napětí v horních levých vláknech}$$



KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 297,3 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 281,8 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = 1,055 > 0,5 \quad \text{Podmínka A2. není splněna, je třeba postupovat dle A.2.2.12, vztah (A.11).}$$

Účinky lokálního zatížení

$$P = 153,7 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 16 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 12 \text{ mm}$$

$$c = 272 \text{ mm}$$

$$\sigma_{z,LM71,Ed} = 47,1 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,LM71} = 0,225 \quad (\text{A.17})$$

$$\eta_{2,rs} = 0,038 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 4,27 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \quad Z_{LM71} = 1,23$$

$$2 \quad Z_{LM71} = 1,17$$

$$3 \quad Z_{LM71} = 1,17$$

$$4 \quad Z_{LM71} = 1,09$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 1,09 \quad (\text{A.19})$$

Vyšetřování napětí po průřezu

Napětí charakteristické												
ZS	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
1	-0,1	-0,3	0,0	0,0	-0,4	-0,4	-0,1	0,3	0,0	0,0	0,2	0,2
2	-0,1	-1,1	0,0	0,0	-1,1	-1,1	-0,1	1,0	0,0	0,0	0,9	0,9
3	-1,5	0,0	0,0	0,0	-1,5	-1,5	-1,5	0,0	0,0	0,0	-1,5	-1,5
4	0,0	-6,1	-33,6	33,6	-39,6	27,6	0,0	5,7	-30,6	30,6	-24,8	36,3
5	0,0	-0,5	-0,6	0,6	-1,0	0,1	0,0	0,4	-0,5	0,5	-0,1	0,9
UL My	0,1	-88,6	0,0	0,0	-88,5	-88,5	0,1	83,1	0,0	0,0	83,2	83,2

Napětí návrhové												
ZS	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
1	-0,1	-0,4	0,0	0,0	-0,6	-0,6	-0,1	0,4	0,0	0,0	0,3	0,3
2	-0,1	-1,3	0,0	0,0	-1,3	-1,3	-0,1	1,2	0,0	0,0	1,1	1,1
3	-1,1	0,0	0,0	0,0	-1,1	-1,1	-1,1	0,0	0,0	0,0	-1,1	-1,1
4	0,1	-7,9	-43,7	43,7	-51,5	35,9	0,1	7,4	-39,7	39,7	-32,3	47,2
5	0,0	-0,3	-0,4	0,4	-0,7	0,1	0,0	0,3	-0,3	0,3	0,0	0,6
UL My	0,1	-217,8	0,0	0,0	-217,7	-217,7	0,1	204,3	0,0	0,0	204,4	204,4

Výčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau^2} \leq R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

$$\sigma_1 = 259,61 \text{ MPa}$$

%

$$\sigma_{uicy} = -217,8 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{RSy} = -9,9 \text{ MPa}$$

0,82

$$\sigma_{uicz} = 47,1 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{RSz} = 8,0 \text{ MPa}$$

0,18

$$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{RS} = 0,0 \text{ MPa}$$

0,00

Srovnávací napětí - dolní vlákna

$$\sigma_1 = 245,75 \text{ MPa}$$

%

$$\sigma_{uicy} = 204,3 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{RSy} = 9,3 \text{ MPa}$$

0,80

$$\sigma_{uicz} = -47,1 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{RSz} = -8,0 \text{ MPa}$$

0,20

$$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{RS} = 0,0 \text{ MPa}$$

0,00

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli	ocel 37
$f_y =$	230 MPa charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	209,1 MPa návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	209,1 MPa návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10
$\gamma_{M1} =$	1,20
$\gamma_{M2} =$	1,30

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	7,250 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,60	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,60	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	1,2280E+04 mm ²	plocha průřezu
I _y =	5,6078E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I _z =	3,8147E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
i _y =	213,7 mm	poloměr setrvačnosti
i _z =	55,7 mm	poloměr setrvačnosti
i _{min} =	55,7 mm	minimální poloměr setrvačnosti
t =	10 mm	tloušťka stojiny
h _w =	488 mm	výška stojiny účinná na smyk
A _v =	4880 mm ²	smyková plocha
d =	519 mm	celková výška průřezu
z _h =	239 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z _d =	280 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
b _{hor} =	280 mm	celková šířka horní pásnice
b _{p,hor} =	140 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
b _{l,hor} =	140 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b _{dol} =	200 mm	celková šířka dolní pásnice
b _{p,dol} =	100 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
b _{l,dol} =	100 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
W _{y,H} =	2,3464E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	2,0028E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,H,L} =	2,7248E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
W _{z,D,L} =	3,8147E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
W _{z,H,P} =	2,7248E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
W _{z,D,P} =	3,8147E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak není uvažován

b	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	4250 mm
$\lambda =$	76,25
$\lambda_1 =$	94,93
$\lambda_d =$	0,803
$\phi =$	0,925
$\chi_y =$	1,000

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak není uvažován

c	
$\alpha =$	0,49
$\beta =$	0,5
$L_{cr} =$	2125 mm
$\lambda =$	38,13
$\lambda_1 =$	94,93
$\lambda_d =$	0,402
$\phi =$	0,630
$\chi_z =$	1,000

křivka vzpěrné pevnosti
součinitel imperfekce
součinitel vzpěrné délky
kritická délka
štíhlost
srovnávací štíhlost
poměrná štíhlost

součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	1,000	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,05	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,7	5,0	2,3	-0,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	1,3	5,8	5,2	-0,3
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	0,5	0,2	18,8	0,6	-2,7
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	17,7	7,8	28,2	-10,7
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	0,7	0,9	2,4	-0,5
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	62,8	40,5	199,6	-4,2

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,9	6,9	3,2	-0,8
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	1,5	6,8	6,1	-0,3
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	0,5	0,1	12,2	0,4	-1,7
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	23,0	10,1	36,6	-13,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	0,4	0,6	1,6	-0,3
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	136,9	88,3	434,9	-9,2

					Lokální břemeno		
					síly	napětí	
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Fz kN	charakt. MPa	návrhové MPa
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,0	0,0	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	1,6	0,6	0,7
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	0,5	0,0	0,0	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	18,2	6,7	8,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	0,6	0,2	0,1
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	62,5	23,1	50,4

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 162,9 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pl,Rd} = 535,6 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$\eta_3 = 0,304 \leq 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) je splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

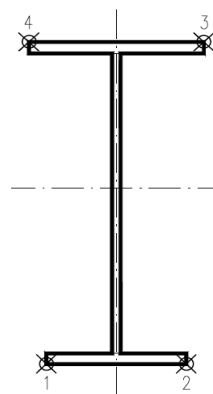
$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{36591,8}{2567636,4}$	+	$\frac{47931468,8}{418764286}$	+	$\frac{-16980437,5}{79761909}$	=	0,084	0,96
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{36591,8}{2567636,4}$	+	$\frac{47931468,8}{418764286}$	+	$\frac{16980437,5}{79761909}$	=	0,342	0,55
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{36591,8}{2567636,4}$	+	$\frac{-47931469}{490602510}$	+	$\frac{16980437,5}{56972792}$	=	0,215	1,14
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{36591,8}{2567636,4}$	+	$\frac{-47931469}{490602510}$	+	$\frac{-16980437,5}{56972792}$	=	0,381	0,61

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{88306,0}{2567636,4}$	+	$\frac{434905023}{418764286}$	+	$\frac{-9196728,8}{79761909}$	=	0,958
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{88306,0}{2567636,4}$	+	$\frac{434905023}{418764286}$	+	$\frac{9196728,8}{79761909}$	=	1,188
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{88306,0}{2567636,4}$	+	$\frac{-434905023}{490602510}$	+	$\frac{9196728,8}{56972792}$	=	0,691
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{88306,0}{2567636,4}$	+	$\frac{-434905023}{490602510}$	+	$\frac{-9196728,8}{56972792}$	=	1,014

$$Z_{LM71} = 0,55 \quad \text{z napětí v dolních pravých vláknech}$$



KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 101,8 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 535,6 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = 0,190 \leq 0,5 \quad \text{Podmínka A.2 je splněna.}$$

Účinky lokálního zatížení

$$P = 136,2 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 15 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$c = 270 \text{ mm}$$

$$\sigma_{z,LM71,Ed} = 50,4 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,LM71} = 0,241 \quad (\text{A.17})$$

$$\eta_{2,rs} = 0,046 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 3,95 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \quad Z_{LM71} = 1,28$$

$$2 \quad Z_{LM71} = 0,91$$

$$3 \quad Z_{LM71} = 1,49$$

$$4 \quad Z_{LM71} = 1,00$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 0,91 \quad (\text{A.19})$$

Vyšetřování napětí po průřezu

Napětí charakteristické												
horní okraj							dolní okraj					
N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P		N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
ZS	σ_h						σ_d					
	MPa						MPa					
1	0,4	-1,0	-2,1	2,1	-2,7	1,6	0,4	1,2	-1,5	1,5	0,0	3,1
2	0,5	-2,2	-0,9	0,9	-2,7	-0,8	0,5	2,6	-0,7	0,7	2,4	3,7
3	1,5	-0,3	-9,7	9,7	-8,5	11,0	1,5	0,3	-6,9	6,9	-5,1	8,8
4	0,6	-12,0	-39,1	39,1	-50,5	27,7	0,6	14,1	-27,9	27,9	-13,2	42,6
5	0,1	-1,0	-1,8	1,8	-2,7	0,8	0,1	1,2	-1,3	1,3	0,0	2,5
UL My	3,3	-85,1	-15,5	15,5	-97,2	-66,3	3,3	99,6	-11,1	11,1	91,9	114,0

Napětí návrhové												
horní okraj							dolní okraj					
N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P		N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
ZS	σ_h						σ_d					
	MPa						MPa					
1	0,6	-1,3	-2,9	2,9	-3,7	2,1	0,6	1,6	-2,1	2,1	0,1	4,2
2	0,6	-2,6	-1,1	1,1	-3,2	-1,0	0,6	3,1	-0,8	0,8	2,8	4,4
3	1,0	-0,2	-6,3	6,3	-5,5	7,1	1,0	0,2	-4,5	4,5	-3,3	5,7
4	0,8	-15,6	-50,8	50,8	-65,6	36,0	0,8	18,3	-36,3	36,3	-17,2	55,4
5	0,0	-0,7	-1,2	1,2	-1,8	0,5	0,0	0,8	-0,8	0,8	0,0	1,7
UL My	7,2	-185,4	-33,8	33,8	-211,9	-144,4	7,2	217,2	-24,1	24,1	200,2	248,4

Výčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau^2} \leq R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

$$\sigma_1 = 241,48 \text{ MPa}$$

%

$$\sigma_{uicy} = -185,4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsy} = -20,4 \text{ MPa}$$

0,77

$$\sigma_{uicz} = 50,4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsz} = 9,6 \text{ MPa}$$

0,23

$$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{rs} = 0,0 \text{ MPa}$$

0,00

Srovnávací napětí - dolní vlákna

$$\sigma_1 = 276,06 \text{ MPa}$$

%

$$\sigma_{uicy} = 217,2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsy} = 23,9 \text{ MPa}$$

0,82

$$\sigma_{uicz} = -50,4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsz} = -9,6 \text{ MPa}$$

0,18

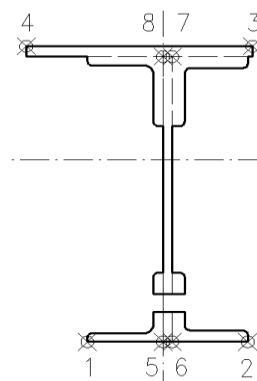
$$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{rs} = 0,0 \text{ MPa}$$

0,00

Ověření pružné únosnosti stěny

d =	519 mm	celková výška průřezu
zh =	224 mm	vzdálenost horních krajních vláken stěny od těžiště
zd =	264 mm	vzdálenost dolních krajních vláken stěny od těžiště
b _{hor} =	10 mm	celková šířka stěny
b _{p,hor} =	5 mm	vzdálenost pravých krajních vláken
b _{l,hor} =	5 mm	vzdálenost levých krajních vláken
W _{y,H} =	2,5035E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	2,1242E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,L} =	7,6294E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým vláknům
W _{z,P} =	7,6294E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům



$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

vlákna

5	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{36591,8}{2567636,4}$	+	$\frac{47931468,8}{444143939}$	+	$\frac{-16980437,5}{1,5952E+09}$	=	0,112
6	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{36591,8}{2567636,4}$	+	$\frac{47931468,8}{444143939}$	+	$\frac{16980437,5}{1595238182}$	=	0,133
7	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{36591,8}{2567636,4}$	+	$\frac{47931469}{523455357}$	+	$\frac{16980437,5}{1595238182}$	=	0,116
8	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{36591,8}{2567636,4}$	+	$\frac{47931469}{523455357}$	+	$\frac{-16980437,5}{1,5952E+09}$	=	0,095

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

5	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{88306,0}{2567636,4}$	+	$\frac{434905023}{444143939}$	+	$\frac{-9196728,8}{1,5952E+09}$	=	1,008
6	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{88306,0}{2567636,4}$	+	$\frac{434905023}{444143939}$	+	$\frac{9196728,8}{1595238182}$	=	1,019
7	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{88306,0}{2567636,4}$	+	$\frac{434905023}{523455357}$	+	$\frac{9196728,8}{1595238182}$	=	0,871
8	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{88306,0}{2567636,4}$	+	$\frac{434905023}{523455357}$	+	$\frac{-9196728,8}{1,5952E+09}$	=	0,859

$$Z_{LM71}^2 \cdot (\eta_{1,LM71}^2 + \eta_{2,LM71}^2 - \eta_{1,LM71} \cdot \eta_{2,LM71} + 3 \cdot \eta_{3,LM71}^2) + \\ + Z_{LM71} \cdot (2 \cdot \eta_{1,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot \eta_{2,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \eta_{1,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \\ - \eta_{2,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot 2 \cdot \eta_{3,rs} \cdot \eta_{3,LM71}) + \eta_{1,rs}^2 + \eta_{2,rs}^2 - \eta_{1,rs} \eta_{2,rs} + 3 \cdot \eta_{3,rs}^2 = 1$$

řešení kvadratické rovnice

vlákna				Z _{LM71} =		η _{3,rs} =	0,049
a	b	c	D	x1	x2	η _{3,LM71} =	0,256
5	1,0267	0,2010469	-0,983	4,07939771	0,886	-1,082	
6	1,0473	0,2413543	-0,979	4,16054742	0,859	-1,089	
7	0,8026	0,1842261	-0,983	3,18853749	0,998	-1,227	
8	0,7854	0,1506128	-0,986	3,12087566	1,029	-1,220	
0,86							
Z _{LM71} = 0,86 zatížitelnost z pružné únosnosti stěny							

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli	ocel 37
$f_y =$	230 MPa charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	209,1 MPa návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	209,1 MPa návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10
$\gamma_{M1} =$	1,20
$\gamma_{M2} =$	1,30

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	7,250 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,60	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,60	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	1,2280E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	5,6078E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	3,8147E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	213,7 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	55,7 mm	poloměr setrvačnosti
$i_{min} =$	55,7 mm	minimální poloměr setrvačnosti
t =	10 mm	tloušťka stojiny
$h_w =$	488 mm	výška stojiny účinná na smyk
$A_v =$	4880 mm ²	smyková plocha
d =	519 mm	celková výška průřezu
zh =	239 mm	vzdálenost horních krajních vláken
zd =	280 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	280 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	140 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	140 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	200 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	100 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	100 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	2,3464E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	2,0028E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	2,7248E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	3,8147E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	2,7248E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	3,8147E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlacených prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak není uvažován

b	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	4250 mm
$\lambda =$	76,25
$\lambda_1 =$	94,93
$\lambda_d =$	0,803
$\phi =$	0,925
$\chi_y =$	1,000

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak není uvažován

c	
$\alpha =$	0,49
$\beta =$	0,5
$L_{cr} =$	2125 mm
$\lambda =$	38,13
$\lambda_1 =$	94,93
$\lambda_d =$	0,402
$\phi =$	0,630
$\chi_z =$	1,000

křivka vzpěrné pevnosti

součinitel imperfekce

součinitel vzpěrné délky

kritická délka

štíhlost

srovnávací štíhlost

poměrná štíhlost

součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	1,000	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,05	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení

gr12

Kombinace zatížení dle výrazu

6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,7	5,0	2,3	-0,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	1,3	5,8	5,2	-0,3
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	0,2	18,8	0,4	-1,7
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	17,7	7,8	18,0	-6,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	0,7	0,9	2,4	-0,5
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	62,8	40,5	199,6	-4,2

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,9	6,9	3,2	-0,8
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	1,5	6,8	6,1	-0,3
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	0,1	12,2	0,3	-1,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	23,0	10,1	23,4	-8,9
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	0,4	0,6	1,6	-0,3
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	136,9	88,3	434,9	-9,2

					Lokální břemeno		
					síly	napětí	
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Fz kN	charakt. MPa	návrhové MPa
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,0	0,0	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	1,6	0,6	0,7
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	0,0	0,0	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	18,2	6,7	8,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	0,6	0,2	0,1
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	62,5	23,1	50,4

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 162,9 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pl,Rd} = 535,6 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$\eta_3 = 0,304 \leq 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) je splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

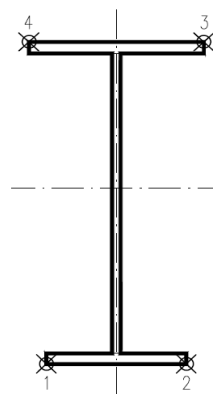
$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{36591,8}{2567636,4}$	+	$\frac{34605168,8}{418764286}$	+	$\frac{-11376137,5}{79761909}$	=	0,046	1,00
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{36591,8}{2567636,4}$	+	$\frac{34605168,8}{418764286}$	+	$\frac{11376137,5}{79761909}$	=	0,240	0,64
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{36591,8}{2567636,4}$	+	$\frac{-34605169}{490602510}$	+	$\frac{11376137,5}{56972792}$	=	0,143	1,24
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{36591,8}{2567636,4}$	+	$\frac{-34605169}{490602510}$	+	$\frac{-11376137,5}{56972792}$	=	0,256	0,73

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{88306,0}{2567636,4}$	+	$\frac{434905023}{418764286}$	+	$\frac{-9196728,8}{79761909}$	=	0,958
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{88306,0}{2567636,4}$	+	$\frac{434905023}{418764286}$	+	$\frac{9196728,8}{79761909}$	=	1,188
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{88306,0}{2567636,4}$	+	$\frac{-434905023}{490602510}$	+	$\frac{9196728,8}{56972792}$	=	0,691
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{88306,0}{2567636,4}$	+	$\frac{-434905023}{490602510}$	+	$\frac{-9196728,8}{56972792}$	=	1,014

$$Z_{LM71} = 0,64 \quad \text{z napětí v dolních pravých vláknech}$$



KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 113,6 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 535,6 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = 0,212 \leq 0,5 \quad \text{Podmínka A.2 je splněna.}$$

Účinky lokálního zatížení

$$P = 136,2 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 15 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$c = 270 \text{ mm}$$

$$\sigma_{z,LM71,Ed} = 50,4 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,LM71} = 0,241 \quad (\text{A.17})$$

$$\eta_{2,rs} = 0,046 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 3,95 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \quad Z_{LM71} = 1,31$$

$$2 \quad Z_{LM71} = 0,98$$

$$3 \quad Z_{LM71} = 1,56$$

$$4 \quad Z_{LM71} = 1,09$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 0,98 \quad (\text{A.19})$$

Vyšetřování napětí po průřezu

Napětí charakteristické												
horní okraj							dolní okraj					
N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P		N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
ZS	σ_h						σ_d					
	MPa						MPa					
1	0,4	-1,0	-2,1	2,1	-2,7	1,6	0,4	1,2	-1,5	1,5	0,0	3,1
2	0,5	-2,2	-0,9	0,9	-2,7	-0,8	0,5	2,6	-0,7	0,7	2,4	3,7
3	1,5	-0,2	-6,2	6,2	-4,9	7,6	1,5	0,2	-4,4	4,4	-2,7	6,2
4	0,6	-7,7	-25,0	25,0	-32,1	18,0	0,6	9,0	-17,9	17,9	-8,2	27,5
5	0,1	-1,0	-1,8	1,8	-2,7	0,8	0,1	1,2	-1,3	1,3	0,0	2,5
UL My	3,3	-85,1	-15,5	15,5	-97,2	-66,3	3,3	99,6	-11,1	11,1	91,9	114,0

Napětí návrhové												
horní okraj							dolní okraj					
N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P		N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
ZS	σ_h						σ_d					
	MPa						MPa					
1	0,6	-1,3	-2,9	2,9	-3,7	2,1	0,6	1,6	-2,1	2,1	0,1	4,2
2	0,6	-2,6	-1,1	1,1	-3,2	-1,0	0,6	3,1	-0,8	0,8	2,8	4,4
3	1,0	-0,1	-4,0	4,0	-3,2	4,9	1,0	0,1	-2,9	2,9	-1,8	4,0
4	0,8	-10,0	-32,5	32,5	-41,7	23,4	0,8	11,7	-23,2	23,2	-10,7	35,8
5	0,0	-0,7	-1,2	1,2	-1,8	0,5	0,0	0,8	-0,8	0,8	0,0	1,7
UL My	7,2	-185,4	-33,8	33,8	-211,9	-144,4	7,2	217,2	-24,1	24,1	200,2	248,4

Výčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau^2} \leq R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

$$\sigma_1 = 235,94 \text{ MPa}$$

%

$$\sigma_{uicy} = -185,4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsy} = -14,7 \text{ MPa}$$

0,76

$$\sigma_{uicz} = 50,4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsz} = 9,6 \text{ MPa}$$

0,24

$$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{rs} = 0,0 \text{ MPa}$$

0,00

Srovnávací napětí - dolní vlákna

$$\sigma_1 = 269,52 \text{ MPa}$$

%

$$\sigma_{uicy} = 217,2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsy} = 17,3 \text{ MPa}$$

0,81

$$\sigma_{uicz} = -50,4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsz} = -9,6 \text{ MPa}$$

0,19

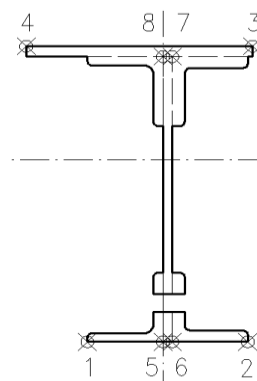
$$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{rs} = 0,0 \text{ MPa}$$

0,00

Ověření pružné únosnosti stěny

d =	519 mm	celková výška průřezu
zh =	224 mm	vzdálenost horních krajních vláken stěny od těžiště
zd =	264 mm	vzdálenost dolních krajních vláken stěny od těžiště
b _{hor} =	10 mm	celková šířka stěny
b _{p,hor} =	5 mm	vzdálenost pravých krajních vláken
b _{l,hor} =	5 mm	vzdálenost levých krajních vláken
W _{y,H} =	2,5035E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	2,1242E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,L} =	7,6294E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým vláknům
W _{z,P} =	7,6294E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům



$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

vlákna

5	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{36591,8}{2567636,4}$	+	$\frac{34605168,8}{444143939}$	+	$\frac{-11376137,5}{1,5952E+09}$	=	0,085
6	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{36591,8}{2567636,4}$	+	$\frac{34605168,8}{444143939}$	+	$\frac{11376137,5}{1595238182}$	=	0,099
7	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{36591,8}{2567636,4}$	+	$\frac{34605169}{523455357}$	+	$\frac{11376137,5}{1595238182}$	=	0,087
8	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{36591,8}{2567636,4}$	+	$\frac{34605169}{523455357}$	+	$\frac{-11376137,5}{1,5952E+09}$	=	0,073

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

5	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{88306,0}{2567636,4}$	+	$\frac{434905023}{444143939}$	+	$\frac{-9196728,8}{1,5952E+09}$	=	1,008
6	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{88306,0}{2567636,4}$	+	$\frac{434905023}{444143939}$	+	$\frac{9196728,8}{1595238182}$	=	1,019
7	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{88306,0}{2567636,4}$	+	$\frac{434905023}{523455357}$	+	$\frac{9196728,8}{1595238182}$	=	0,871
8	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{88306,0}{2567636,4}$	+	$\frac{434905023}{523455357}$	+	$\frac{-9196728,8}{1,5952E+09}$	=	0,859

$$Z_{LM71}^2 \cdot (\eta_{1,LM71}^2 + \eta_{2,LM71}^2 - \eta_{1,LM71} \cdot \eta_{2,LM71} + 3 \cdot \eta_{3,LM71}^2) + \\ + Z_{LM71} \cdot (2 \cdot \eta_{1,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot \eta_{2,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \eta_{1,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \\ - \eta_{2,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot 2 \cdot \eta_{3,rs} \cdot \eta_{3,LM71}) + \eta_{1,rs}^2 + \eta_{2,rs}^2 - \eta_{1,rs} \eta_{2,rs} + 3 \cdot \eta_{3,rs}^2 = 1$$

řešení kvadratické rovnice

vlákna	a	b	c	D	x1	x2	$\eta_{3,rs} =$	$\eta_{3,LM71} =$
5	1,0267	0,1540412	-0,987	4,07908977	0,909	-1,059	0,049	0,256
6	1,0473	0,1811083	-0,986	4,16123181	0,887	-1,060		
7	0,8026	0,1407482	-0,987	3,18910281	1,025	-1,200		
8	0,7854	0,1181854	-0,989	3,12060069	1,049	-1,200		
					0,89			
Z_{LM71} =	0,89 zatížitelnost z pružné únosnosti stěny							

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli	ocel 37
$f_y =$	230 MPa charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	209,1 MPa návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	209,1 MPa návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10
$\gamma_{M1} =$	1,20
$\gamma_{M2} =$	1,30

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	7,250 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,60	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,60	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	1,2600E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	5,8392E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	4,1678E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	215,3 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	57,5 mm	poloměr setrvačnosti
$i_{min} =$	57,5 mm	minimální poloměr setrvačnosti
t =	10 mm	tloušťka stojiny
$h_w =$	488 mm	výška stojiny účinná na smyk
$A_v =$	4880 mm ²	smyková plocha
d =	519 mm	celková výška průřezu
zh =	246 mm	vzdálenost horních krajních vláken
zd =	273 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	280 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	140 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	140 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	220 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	110 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	110 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	2,3737E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	2,1389E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	2,9770E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	3,7889E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	2,9770E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	3,7889E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlacených prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak není uvažován

b	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	4250 mm
$\lambda =$	19,74
$\lambda_1 =$	94,93
$\lambda_d =$	0,208
$\phi =$	0,523
$\chi_y =$	1,000

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak není uvažován

c		křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,49	součinitel imperfekce
$\beta =$	0,5	součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} =$	2125 mm	kritická délka
$\lambda =$	36,95	štíhlost
$\lambda_1 =$	94,93	srovnávací štíhlost
$\lambda_d =$	0,389	poměrná štíhlost
$\phi =$	0,622	
$\chi_z =$	1,000	součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	1,000	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,05	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení

gr12

Kombinace zatížení dle výrazu

6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,7	8,4	4,2	0,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	0,2	-9,6	5,0	-0,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	1,0	133,5	7,5	-4,6
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	7,8	49,0	34,6	-4,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	0,2	13,6	3,0	-0,3
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	88,6	115,4	204,3	0,3

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	1,0	11,5	5,8	0,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	0,2	-11,4	5,9	-0,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	0,7	86,8	4,8	-3,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	10,1	63,6	44,9	-6,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	0,1	9,2	2,0	-0,2
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	193,2	251,4	445,2	0,3

					Lokální břemeno		
					síly	napětí	
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Fz kN	charakt. MPa	návrhové MPa
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,0	0,0	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	1,6	0,6	0,7
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	0,0	0,0	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	18,2	6,7	8,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	0,6	0,2	0,1
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	62,5	23,1	50,4

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 205,3 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pl,Rd} = 535,6 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$\eta_3 = 0,383 \leq 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) je splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

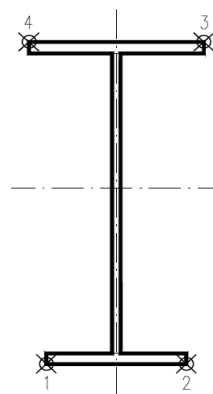
$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{159701,5}{2634545,5}$	+	$\frac{63505343,8}{447224775}$	+	$\frac{-9319531,3}{79222645}$	=	0,085	0,84
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{159701,5}{2634545,5}$	+	$\frac{63505343,8}{447224775}$	+	$\frac{9319531,3}{79222645}$	=	0,320	0,63
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{159701,5}{2634545,5}$	+	$\frac{-63505344}{496310421}$	+	$\frac{9319531,3}{62246364}$	=	0,082	1,14
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{159701,5}{2634545,5}$	+	$\frac{-63505344}{496310421}$	+	$\frac{-9319531,3}{62246364}$	=	0,217	0,98

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{251406,3}{2634545,5}$	+	$\frac{445213205}{447224775}$	+	$\frac{280000,0}{79222645}$	=	1,094
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{251406,3}{2634545,5}$	+	$\frac{445213205}{447224775}$	+	$\frac{-280000,0}{79222645}$	=	1,087
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{251406,3}{2634545,5}$	+	$\frac{-445213205}{496310421}$	+	$\frac{-280000,0}{62246364}$	=	0,806
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{251406,3}{2634545,5}$	+	$\frac{-445213205}{496310421}$	+	$\frac{280000,0}{62246364}$	=	0,797

$$Z_{LM71} = 0,63 \quad \text{z napětí v dolních pravých vláknech}$$



KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 132,9 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 535,6 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = 0,248 \leq 0,5 \quad \text{Podmínka A.2 je splněna.}$$

Účinky lokálního zatížení

$$P = 136,2 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 15 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$c = 270 \text{ mm}$$

$$\sigma_{z,LM71,Ed} = 50,4 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,LM71} = 0,241 \quad (\text{A.17})$$

$$\eta_{2,rs} = 0,046 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 3,95 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \quad Z_{LM71} = 1,15$$

$$2 \quad Z_{LM71} = 0,99$$

$$3 \quad Z_{LM71} = 1,45$$

$$4 \quad Z_{LM71} = 1,34$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 0,99 \quad (\text{A.19})$$

Vyšetřování napětí po průřezu

Napětí charakteristické												
horní okraj							dolní okraj					
N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P		N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
ZS	σ_h						σ_d					
	MPa						MPa					
1	0,7	-1,8	0,4	-0,4	-0,7	-1,5	0,7	2,0	0,3	-0,3	2,9	2,4
2	-0,8	-2,1	-0,3	0,3	-3,1	-2,6	-0,8	2,3	-0,2	0,2	1,4	1,8
3	10,6	-3,1	-15,3	15,3	-7,9	22,8	10,6	3,5	-12,0	12,0	2,0	26,1
4	3,9	-14,6	-16,0	16,0	-26,7	5,3	3,9	16,2	-12,6	12,6	7,5	32,6
5	1,1	-1,3	-1,1	1,1	-1,3	0,9	1,1	1,4	-0,9	0,9	1,6	3,4
UL My	9,2	-86,1	0,9	-0,9	-76,0	-77,9	9,2	95,5	0,7	-0,7	105,4	103,9

Napětí návrhové												
horní okraj							dolní okraj					
N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P		N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
ZS	σ_h						σ_d					
	MPa						MPa					
1	0,9	-2,4	0,5	-0,5	-1,0	-2,0	0,9	2,7	0,4	-0,4	4,0	3,2
2	-0,9	-2,5	-0,3	0,3	-3,7	-3,1	-0,9	2,8	-0,3	0,3	1,6	2,1
3	6,9	-2,0	-10,0	10,0	-5,1	14,8	6,9	2,3	-7,8	7,8	1,3	17,0
4	5,1	-18,9	-20,8	20,8	-34,7	6,9	5,1	21,0	-16,3	16,3	9,7	42,4
5	0,7	-0,9	-0,7	0,7	-0,9	0,6	0,7	0,9	-0,6	0,6	1,1	2,3
UL My	20,0	-187,6	0,9	-0,9	-166,7	-168,6	20,0	208,2	0,7	-0,7	228,8	227,4

Výčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau^2} \leq R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

$$\sigma_1 = 249,82 \text{ MPa} \quad \%$$

$$\sigma_{uicy} = -187,6 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsy} = -26,8 \text{ MPa}$$

$$0,79$$

$$\sigma_{uicz} = 50,4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsz} = 9,6 \text{ MPa}$$

$$0,21$$

$$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{rs} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$0,00$$

Srovnávací napětí - dolní vlákna

$$\sigma_1 = 272,87 \text{ MPa} \quad \%$$

$$\sigma_{uicy} = 208,2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsy} = 29,7 \text{ MPa}$$

$$0,82$$

$$\sigma_{uicz} = -50,4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsz} = -9,6 \text{ MPa}$$

$$0,18$$

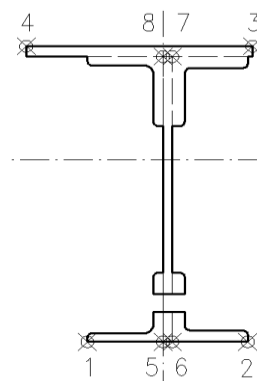
$$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{rs} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$0,00$$

Ověření pružné únosnosti stěny

d =	519 mm	celková výška průřezu
zh =	231 mm	vzdálenost horních krajních vláken stěny od těžiště
zd =	257 mm	vzdálenost dolních krajních vláken stěny od těžiště
b _{hor} =	10 mm	celková šířka stěny
b _{p,hor} =	5 mm	vzdálenost pravých krajních vláken
b _{l,hor} =	5 mm	vzdálenost levých krajních vláken
W _{y,H} =	2,5278E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	2,2721E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,L} =	8,3356E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým vláknům
W _{z,P} =	8,3356E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům



$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

vlákna

5	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{159701,5}{2634545,5}$	+	$\frac{63505343,8}{475067563}$	+	$\frac{-9319531,3}{1,7429E+09}$	=	0,189
6	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{159701,5}{2634545,5}$	+	$\frac{63505343,8}{475067563}$	+	$\frac{9319531,3}{1,7429E+09}$	=	0,200
7	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{159701,5}{2634545,5}$	+	$\frac{63505344}{528538371}$	+	$\frac{9319531,3}{1,7429E+09}$	=	0,186
8	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{159701,5}{2634545,5}$	+	$\frac{63505344}{528538371}$	+	$\frac{-9319531,3}{1,7429E+09}$	=	0,175

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

5	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{251406,3}{2634545,5}$	+	$\frac{445213205}{475067563}$	+	$\frac{280000,0}{1,7429E+09}$	=	1,033
6	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{251406,3}{2634545,5}$	+	$\frac{445213205}{475067563}$	+	$\frac{-280000,0}{1,7429E+09}$	=	1,032
7	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{251406,3}{2634545,5}$	+	$\frac{445213205}{528538371}$	+	$\frac{-280000,0}{1,7429E+09}$	=	0,938
8	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{251406,3}{2634545,5}$	+	$\frac{445213205}{528538371}$	+	$\frac{280000,0}{1,7429E+09}$	=	0,938

$$Z_{LM71}^2 \cdot (\eta_{1,LM71}^2 + \eta_{2,LM71}^2 - \eta_{1,LM71} \cdot \eta_{2,LM71} + 3 \cdot \eta_{3,LM71}^2) + \\ + Z_{LM71} \cdot (2 \cdot \eta_{1,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot \eta_{2,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \eta_{1,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \\ - \eta_{2,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot 2 \cdot \eta_{3,rs} \cdot \eta_{3,LM71}) + \eta_{1,rs}^2 + \eta_{2,rs}^2 - \eta_{1,rs} \eta_{2,rs} + 3 \cdot \eta_{3,rs}^2 = 1$$

řešení kvadratické rovnice

vlákna				Z _{LM71} =			η _{3,rs} =	0,023
a	b	c	D	x1	x2		η _{3,LM71} =	0,361
5	1,2658	0,3373538	-0,969	5,02187052	0,752	-1,018		
6	1,2652	0,356749	-0,966	5,01451639	0,744	-1,026		
7	1,1013	0,3011537	-0,97	4,36507543	0,812	-1,085		
8	1,1019	0,2837776	-0,974	4,3718243	0,820	-1,078		
						0,74		
Z _{LM71} = 0,74 zatížitelnost z pružné únosnosti stěny								

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli	ocel 37
$f_y =$	230 MPa charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	209,1 MPa návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	209,1 MPa návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10
$\gamma_{M1} =$	1,20
$\gamma_{M2} =$	1,30

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	7,250 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,60	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,60	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	1,2600E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	5,8392E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	4,1678E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	215,3 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	57,5 mm	poloměr setrvačnosti
$i_{min} =$	57,5 mm	minimální poloměr setrvačnosti
t =	10 mm	tloušťka stojiny
$h_w =$	488 mm	výška stojiny účinná na smyk
$A_v =$	4880 mm ²	smyková plocha
d =	519 mm	celková výška průřezu
zh =	246 mm	vzdálenost horních krajních vláken
zd =	273 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	280 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	140 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	140 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	220 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	110 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	110 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	2,3737E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	2,1389E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	2,9770E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	3,7889E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	2,9770E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	3,7889E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak není uvažován

b	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	4250 mm
$\lambda =$	19,74
$\lambda_1 =$	94,93
$\lambda_d =$	0,208
$\phi =$	0,523
$\chi_y =$	1,000

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak není uvažován

c		křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,49	součinitel imperfekce
$\beta =$	0,5	součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} =$	2125 mm	kritická délka
$\lambda =$	36,95	štíhlost
$\lambda_1 =$	94,93	srovnávací štíhlost
$\lambda_d =$	0,389	poměrná štíhlost
$\phi =$	0,622	
$\chi_z =$	1,000	součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	1,000	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,05	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,7	8,4	4,2	0,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	0,2	-9,6	5,0	-0,1
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	0,5	1,0	133,5	5,1	-3,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	7,8	49,0	23,9	-3,3
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	0,2	13,6	3,0	-0,3
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	88,6	115,4	204,3	0,3

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	1,0	11,5	5,8	0,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	0,2	-11,4	5,9	-0,1
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	0,5	0,7	86,8	3,3	-2,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	10,1	63,6	31,0	-4,3
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	0,1	9,2	2,0	-0,2
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	193,2	251,4	445,2	0,3

					Lokální břemeno		
					síly	napětí	
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	Fz kN	charakt. MPa	návrhové MPa
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,0	0,0	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	1,6	0,6	0,7
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	0,5	0,0	0,0	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	18,2	6,7	8,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	0,6	0,2	0,1
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	62,5	23,1	50,4

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 205,3 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pl,Rd} = 535,6 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$\eta_3 = 0,383 \leq 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) je splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

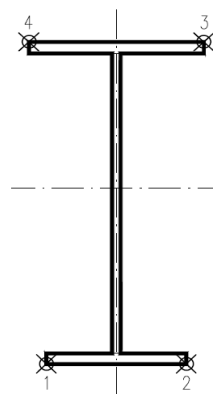
$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{159701,5}{2634545,5}$	+	$\frac{48070443,8}{447224775}$	+	$\frac{-6482411,3}{79222645}$	=	0,086	0,83
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{159701,5}{2634545,5}$	+	$\frac{48070443,8}{447224775}$	+	$\frac{6482411,3}{79222645}$	=	0,250	0,69
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{159701,5}{2634545,5}$	+	$\frac{-48070444}{496310421}$	+	$\frac{6482411,3}{62246364}$	=	0,068	1,16
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{159701,5}{2634545,5}$	+	$\frac{-48070444}{496310421}$	+	$\frac{-6482411,3}{62246364}$	=	0,140	1,08

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{251406,3}{2634545,5}$	+	$\frac{445213205}{447224775}$	+	$\frac{280000,0}{79222645}$	=	1,094
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{251406,3}{2634545,5}$	+	$\frac{445213205}{447224775}$	+	$\frac{-280000,0}{79222645}$	=	1,087
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{251406,3}{2634545,5}$	+	$\frac{-445213205}{496310421}$	+	$\frac{-280000,0}{62246364}$	=	0,806
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{251406,3}{2634545,5}$	+	$\frac{-445213205}{496310421}$	+	$\frac{280000,0}{62246364}$	=	0,797

$$Z_{LM71} = 0,69 \quad \text{z napětí v dolních pravých vláknech}$$



KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 145,4 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 535,6 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = 0,271 \leq 0,5 \quad \text{Podmínka A.2 je splněna.}$$

Účinky lokálního zatížení

$$P = 136,2 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 15 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$c = 270 \text{ mm}$$

$$\sigma_{z,LM71,Ed} = 50,4 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,LM71} = 0,241 \quad (\text{A.17})$$

$$\eta_{2,rs} = 0,046 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 3,95 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \quad Z_{LM71} = 1,15$$

$$2 \quad Z_{LM71} = 1,04$$

$$3 \quad Z_{LM71} = 1,47$$

$$4 \quad Z_{LM71} = 1,41$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 1,04 \quad (\text{A.19})$$

Vyšetřování napětí po průřezu

Napětí charakteristické												
ZS	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h						σ_d					
	MPa						MPa					
1	0,7	-1,8	0,4	-0,4	-0,7	-1,5	0,7	2,0	0,3	-0,3	2,9	2,4
2	-0,8	-2,1	-0,3	0,3	-3,1	-2,6	-0,8	2,3	-0,2	0,2	1,4	1,8
3	10,6	-2,2	-10,6	10,6	-2,1	19,0	10,6	2,4	-8,3	8,3	4,7	21,3
4	3,9	-10,0	-11,0	11,0	-17,2	4,9	3,9	11,2	-8,7	8,7	6,4	23,7
5	1,1	-1,3	-1,1	1,1	-1,3	0,9	1,1	1,4	-0,9	0,9	1,6	3,4
UL My	9,2	-86,1	0,9	-0,9	-76,0	-77,9	9,2	95,5	0,7	-0,7	105,4	103,9

Napětí návrhové												
ZS	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h						σ_d					
	MPa						MPa					
1	0,9	-2,4	0,5	-0,5	-1,0	-2,0	0,9	2,7	0,4	-0,4	4,0	3,2
2	-0,9	-2,5	-0,3	0,3	-3,7	-3,1	-0,9	2,8	-0,3	0,3	1,6	2,1
3	6,9	-1,4	-6,9	6,9	-1,4	12,3	6,9	1,6	-5,4	5,4	3,1	13,8
4	5,1	-13,1	-14,3	14,3	-22,4	6,3	5,1	14,5	-11,3	11,3	8,3	30,8
5	0,7	-0,9	-0,7	0,7	-0,9	0,6	0,7	0,9	-0,6	0,6	1,1	2,3
UL My	20,0	-187,6	0,9	-0,9	-166,7	-168,6	20,0	208,2	0,7	-0,7	228,8	227,4

Výčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau^2} \leq R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

$$\sigma_1 = 243,47 \text{ MPa}$$

%

$$\sigma_{uicy} = -187,6 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsy} = -20,3 \text{ MPa}$$

0,77

$$\sigma_{uicz} = 50,4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsz} = 9,6 \text{ MPa}$$

0,23

$$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{rs} = 0,0 \text{ MPa}$$

0,00

Srovnávací napětí - dolní vlákna

$$\sigma_1 = 265,79 \text{ MPa}$$

%

$$\sigma_{uicy} = 208,2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsy} = 22,5 \text{ MPa}$$

0,81

$$\sigma_{uicz} = -50,4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsz} = -9,6 \text{ MPa}$$

0,19

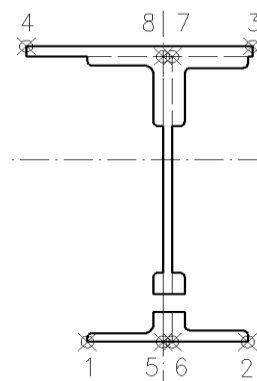
$$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{rs} = 0,0 \text{ MPa}$$

0,00

Ověření pružné únosnosti stěny

d =	519 mm	celková výška průřezu
zh =	231 mm	vzdálenost horních krajních vláken stěny od těžiště
zd =	257 mm	vzdálenost dolních krajních vláken stěny od těžiště
b _{hor} =	10 mm	celková šířka stěny
b _{p,hor} =	5 mm	vzdálenost pravých krajních vláken
b _{l,hor} =	5 mm	vzdálenost levých krajních vláken
W _{y,H} =	2,5278E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	2,2721E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,L} =	8,3356E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým vláknům
W _{z,P} =	8,3356E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům



$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

vlákna

5	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{159701,5}{2634545,5}$	+	$\frac{48070443,8}{475067563}$	+	$\frac{-6482411,3}{1,7429E+09}$	=	0,158
6	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{159701,5}{2634545,5}$	+	$\frac{48070443,8}{475067563}$	+	$\frac{6482411,3}{1742898182}$	=	0,166
7	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{159701,5}{2634545,5}$	+	$\frac{48070444}{528538371}$	+	$\frac{6482411,3}{1742898182}$	=	0,155
8	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{159701,5}{2634545,5}$	+	$\frac{48070444}{528538371}$	+	$\frac{-6482411,3}{1,7429E+09}$	=	0,148

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

5	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{251406,3}{2634545,5}$	+	$\frac{445213205}{475067563}$	+	$\frac{280000,0}{1,7429E+09}$	=	1,033
6	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{251406,3}{2634545,5}$	+	$\frac{445213205}{475067563}$	+	$\frac{-280000,0}{1742898182}$	=	1,032
7	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{251406,3}{2634545,5}$	+	$\frac{445213205}{528538371}$	+	$\frac{-280000,0}{1742898182}$	=	0,938
8	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{251406,3}{2634545,5}$	+	$\frac{445213205}{528538371}$	+	$\frac{280000,0}{1,7429E+09}$	=	0,938

$$Z_{LM71}^2 \cdot (\eta_{1,LM71}^2 + \eta_{2,LM71}^2 - \eta_{1,LM71} \cdot \eta_{2,LM71} + 3 \cdot \eta_{3,LM71}^2) + \\ + Z_{LM71} \cdot (2 \cdot \eta_{1,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot \eta_{2,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \eta_{1,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \\ - \eta_{2,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot 2 \cdot \eta_{3,rs} \cdot \eta_{3,LM71}) + \eta_{1,rs}^2 + \eta_{2,rs}^2 - \eta_{1,rs} \eta_{2,rs} + 3 \cdot \eta_{3,rs}^2 = 1$$

řešení kvadratické rovnice

vlákna	a	b	c	D	Z _{LM71} =		$\eta_{3,rs} =$	0,023
					x1	x2	$\eta_{3,LM71} =$	0,361
5	1,2658	0,2810545	-0,979	5,03410123	0,775	-0,997		
6	1,2652	0,2945327	-0,977	5,02911255	0,770	-1,003		
7	1,1013	0,2507774	-0,979	4,3773985	0,836	-1,064		
8	1,1019	0,2387032	-0,981	4,38197706	0,842	-1,058		
					0,77			

Z_{LM71} = 0,77 zatížitelnost z pružné únosnosti stěny

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 16 mm vč.
$f_y =$	306,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	278,7 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	278,7 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,25	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	2024 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	11,720 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,40	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,40	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	2,1560E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	1,7293E+09 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,4301E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	283,2 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	81,4 mm	poloměr setrvačnosti
$i_{\min} =$	81,4 mm	minimální poloměr setrvačnosti
t =	12 mm	tloušťka stojiny
$h_w =$	630 mm	výška stojiny účinná na smyk
$A_v =$	7560 mm ²	smyková plocha
d =	670 mm	celková výška průřezu
zh =	335 mm	vzdálenost horních krajních vláken
zd =	335 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{\text{hor}} =$	350 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,\text{hor}} =$	175 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,\text{hor}} =$	175 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{\text{dol}} =$	350 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,\text{dol}} =$	175 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,\text{dol}} =$	175 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	5,1621E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	5,1621E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	8,1720E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	8,1720E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	8,1720E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	8,1720E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak je uvažován

b	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	2024 mm
$\lambda =$	7,15
$\lambda_1 =$	82,22
$\lambda_d =$	0,087
$\phi =$	0,485
$\chi_y =$	1,000

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak je uvažován

c	
$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	2024 mm
$\lambda =$	24,85
$\lambda_1 =$	82,22
$\lambda_d =$	0,302
$\phi =$	0,571
$\chi_z =$	0,948

křivka vzpěrné pevnosti

součinitel imperfekce

součinitel vzpěrné délky

kritická délka

štíhlost

srovnávací štíhlost

poměrná štíhlost

součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	0,948	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení

gr11

Kombinace zatížení dle výrazu

6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,4	10,7	20,7	-0,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	6,9	-10,1	41,8	-1,1
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	0,2	6,5	13,3	25,9
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	9,0	-55,4	14,0	12,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	0,9	9,7	5,8	-0,2
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	19,3	-105,8	572,5	-2,7

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,5	14,6	28,3	-0,7
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	8,1	-12,0	49,7	-1,3
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	0,3	8,4	17,2	33,7
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	5,8	-36,0	9,1	7,9
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	0,6	6,5	3,9	-0,1
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	35,1	-192,6	1042,0	-2,7

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 50,4 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pl,Rd} = 1106,0 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$\eta_3 = 0,046 \leq 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) je splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

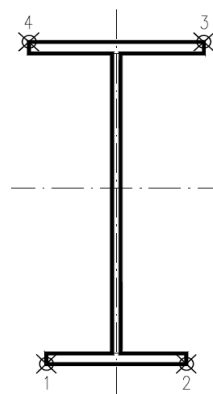
 $Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-18395,9}{5696844,0}$	+	$\frac{108188812,5}{1438815142}$	+	$\frac{39490438}{227775927}$	=	0,245	1,11
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-18395,9}{5696844,0}$	+	$\frac{108188812,5}{1438815142}$	+	$\frac{-39490438}{227775927}$	=	0,101	1,28
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-18395,9}{5696844,0}$	+	$\frac{-108188813}{1438815142}$	+	$\frac{-39490438}{227775927}$	=	0,252	1,00
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-18395,9}{5696844,0}$	+	$\frac{-108188813}{1438815142}$	+	$\frac{39490438}{227775927}$	=	0,095	1,18

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-192641,2}{5696844,0}$	+	$\frac{1042016834}{1438815142}$	+	$\frac{-2660000,0}{227775927}$	=	0,679
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-192641,2}{5696844,0}$	+	$\frac{1042016834}{1438815142}$	+	$\frac{2660000,0}{227775927}$	=	0,702
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-192641,2}{5696844,0}$	+	$\frac{-1042016834}{1438815142}$	+	$\frac{2660000,0}{227775927}$	=	0,746
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-192641,2}{5696844,0}$	+	$\frac{-1042016834}{1438815142}$	+	$\frac{-2660000,0}{227775927}$	=	0,770

$$Z_{LM71} = 1,00 \quad \text{z napětí v horních pravých vláknech}$$



KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 50,5 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 1106,0 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = 0,046 \leq 0,5 \quad \text{Podmínka A.2 je splněna.}$$

Účinky lokálního zatížení

$$P = 113,8 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 20 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 12 \text{ mm}$$

$$c = 280 \text{ mm}$$

$$\sigma_{z,LM71,Ed} = 33,9 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,LM71} = 0,121 \quad (\text{A.17})$$

$$\eta_{2,rs} = 0,020 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 8,06 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \quad Z_{LM71} = 1,78$$

$$2 \quad Z_{LM71} = 1,90$$

$$3 \quad Z_{LM71} = 1,64$$

$$4 \quad Z_{LM71} = 1,77$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 1,64 \quad (\text{A.19})$$

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wz _p	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h						σ_d					
ZS	MPa						MPa					
1	0,5	-4,0	-0,6	0,6	-4,1	-2,9	0,5	4,0	-0,6	0,6	3,9	5,1
2	-0,5	-8,1	-1,3	1,3	-9,9	-7,3	-0,5	8,1	-1,3	1,3	6,3	8,9
3	0,3	-2,6	31,7	-31,7	29,4	-34,0	0,3	2,6	31,7	-31,7	34,6	-28,8
4	-2,6	-2,7	14,9	-14,9	9,6	-20,1	-2,6	2,7	14,9	-14,9	15,0	-14,7
5	0,4	-1,1	-0,3	0,3	-0,9	-0,4	0,4	1,1	-0,3	0,3	1,3	1,8
UL My	-4,9	-110,9	-3,3	3,3	-119,1	-112,6	-4,9	110,9	-3,3	3,3	102,7	109,3

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wz _p	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h						σ_d					
ZS	MPa						MPa					
1	0,7	-5,5	-0,8	0,8	-5,6	-3,9	0,7	5,5	-0,8	0,8	5,4	7,0
2	-0,6	-9,6	-1,5	1,5	-11,8	-8,7	-0,6	9,6	-1,5	1,5	7,5	10,6
3	0,4	-3,3	41,2	-41,2	38,3	-44,1	0,4	3,3	41,2	-41,2	45,0	-37,5
4	-1,8	-1,8	9,7	-9,7	6,1	-13,2	-1,8	1,8	9,7	-9,7	9,7	-9,7
5	0,3	-0,8	-0,2	0,2	-0,6	-0,3	0,3	0,8	-0,2	0,2	0,9	1,3
UL My	-9,4	-201,9	-3,3	3,3	-214,5	-208,0	-9,4	201,9	-3,3	3,3	189,2	195,7

Vyčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau^2} \leq R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

$$\sigma_1 = 245,01 \text{ MPa}$$

%

$$\sigma_{uicy} = -201,9 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsy} = -21,0 \text{ MPa}$$

0,82

$$\sigma_{uicz} = 33,9 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsz} = 5,7 \text{ MPa}$$

0,18

$$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{rs} = 0,0 \text{ MPa}$$

0,00

Srovnávací napětí - dolní vlákna

$$\sigma_1 = 245,01 \text{ MPa}$$

%

$$\sigma_{uicy} = 201,9 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsy} = 21,0 \text{ MPa}$$

0,82

$$\sigma_{uicz} = -33,9 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsz} = -5,7 \text{ MPa}$$

0,18

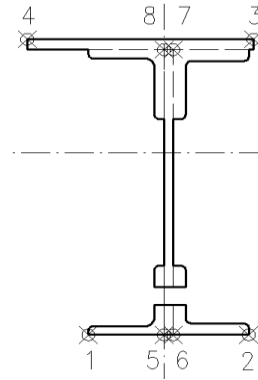
$$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{rs} = 0,0 \text{ MPa}$$

0,00

Ověření pružné únosnosti stěny

d =	670 mm	celková výška průřezu
zh =	315 mm	vzdálenost horních krajních vláken stěny od těžiště
zd =	315 mm	vzdálenost dolních krajních vláken stěny od těžiště
b _{hor} =	12 mm	celková šířka stěny
b _{p,hor} =	6 mm	vzdálenost pravých krajních vláken
b _{l,hor} =	6 mm	vzdálenost levých krajních vláken
W _{y,H} =	5,4898E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	5,4898E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,L} =	2,3835E+07 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým vláknům
W _{z,P} =	2,3835E+07 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům



$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

vlákna

5	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-18395,9}{5696844,0}$	+	$\frac{108188812,5}{1530168485}$	+	$\frac{39490437,5}{6,6435E+09}$	=	0,073
6	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-18395,9}{5696844,0}$	+	$\frac{108188812,5}{1530168485}$	+	$\frac{-39490437,5}{6643464545}$	=	0,062
7	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-18395,9}{5696844,0}$	+	$\frac{108188813}{1530168485}$	+	$\frac{-39490437,5}{6643464545}$	=	0,062
8	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-18395,9}{5696844,0}$	+	$\frac{108188813}{1530168485}$	+	$\frac{39490437,5}{6,6435E+09}$	=	0,073

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

5	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-192641,2}{5696844,0}$	+	$\frac{1042016834}{1530168485}$	+	$\frac{-2660000,0}{6,6435E+09}$	=	0,647
6	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-192641,2}{5696844,0}$	+	$\frac{1042016834}{1530168485}$	+	$\frac{2660000,0}{6643464545}$	=	0,648
7	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-192641,2}{5696844,0}$	+	$\frac{1042016834}{1530168485}$	+	$\frac{2660000,0}{6643464545}$	=	0,648
8	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-192641,2}{5696844,0}$	+	$\frac{1042016834}{1530168485}$	+	$\frac{-2660000,0}{6,6435E+09}$	=	0,647

$$Z_{LM71}^2 \cdot (\eta_{1,LM71}^2 + \eta_{2,LM71}^2 - \eta_{1,LM71} \cdot \eta_{2,LM71} + 3 \cdot \eta_{3,LM71}^2) + \\ + Z_{LM71} \cdot (2 \cdot \eta_{1,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot \eta_{2,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \eta_{1,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \\ - \eta_{2,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot 2 \cdot \eta_{3,rs} \cdot \eta_{3,LM71}) + \eta_{1,rs}^2 + \eta_{2,rs}^2 - \eta_{1,rs} \eta_{2,rs} + 3 \cdot \eta_{3,rs}^2 = 1$$

řešení kvadratické rovnice

vlákna				Z _{LM71} =			η _{3,rs} =	0,014
a	b	c	D	x1	x2		η _{3,LM71} =	0,032
5	0,3575	0,0787573	-0,995	1,42926829	1,562	-1,782		
6	0,3585	0,0649053	-0,996	1,43296829	1,579	-1,760		
7	0,3585	0,0649053	-0,996	1,43296829	1,579	-1,760		
8	0,3575	0,0787573	-0,995	1,42926829	1,562	-1,782		
						1,56		
Z _{LM71} = 1,56 zatížitelnost z pružné únosnosti stěny								

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 16 mm vč.
$f_y =$	306,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	278,7 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	278,7 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,25	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	2024 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	11,720 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,40	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,40	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	2,1560E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	1,7293E+09 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,4301E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	283,2 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	81,4 mm	poloměr setrvačnosti
$i_{\min} =$	81,4 mm	minimální poloměr setrvačnosti
t =	12 mm	tloušťka stojiny
$h_w =$	630 mm	výška stojiny účinná na smyk
$A_v =$	7560 mm ²	smyková plocha
d =	670 mm	celková výška průřezu
zh =	335 mm	vzdálenost horních krajních vláken
zd =	335 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{\text{hor}} =$	350 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,\text{hor}} =$	175 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,\text{hor}} =$	175 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{\text{dol}} =$	350 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,\text{dol}} =$	175 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,\text{dol}} =$	175 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	5,1621E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	5,1621E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	8,1720E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	8,1720E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	8,1720E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	8,1720E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak je uvažován

b	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	2024 mm
$\lambda =$	7,15
$\lambda_1 =$	82,22
$\lambda_d =$	0,087
$\phi =$	0,485
$\chi_y =$	1,000

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak je uvažován

c	
$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	2024 mm
$\lambda =$	24,85
$\lambda_1 =$	82,22
$\lambda_d =$	0,302
$\phi =$	0,571
$\chi_z =$	0,948

křivka vzpěrné pevnosti

součinitel imperfekce

součinitel vzpěrné délky

kritická délka

štíhlost

srovnávací štíhlost

poměrná štíhlost

součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	0,948	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele $\mu_M =$ 1

součinitel vlivu excentricity

 $\alpha =$ 1,00

klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2

 $\xi =$ 0,95

redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1

1,15

přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení

gr11

Kombinace zatížení dle výrazu

6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	5,2	-13,0	8,9	-5,3
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	4,1	-19,2	34,4	-3,0
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	7,4	-123,0	-37,3	-82,9
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	12,6	-38,8	8,6	-9,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	2,6	4,1	0,8	-0,8
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	123,3	-135,1	196,4	-45,8

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	7,1	-17,8	12,2	-7,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	4,8	-22,8	40,8	-3,6
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	9,6	-159,9	-48,5	-107,7
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	8,2	-25,2	5,6	-6,3
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	1,7	2,8	0,5	-0,5
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	224,4	-245,9	357,4	-83,4

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 255,9 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pl,Rd} = 1106,0 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$\eta_3 = 0,231 \leq 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) je splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

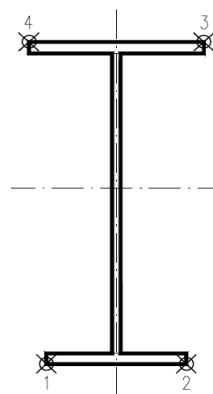
 $Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-222904,2}{5696844,0}$	+	$\frac{10610125,0}{1438815142}$	+	$\frac{-125423625}{227775927}$	=	0,582	2,59
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-222904,2}{5696844,0}$	+	$\frac{10610125,0}{1438815142}$	+	$\frac{125423625}{227775927}$	=	0,519	0,84
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-222904,2}{5696844,0}$	+	$\frac{-10610125}{1438815142}$	+	$\frac{125423625}{227775927}$	=	0,504	6,64
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-222904,2}{5696844,0}$	+	$\frac{-10610125}{1438815142}$	+	$\frac{-125423625}{227775927}$	=	0,597	0,61

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-245879,6}{5696844,0}$	+	$\frac{357398123}{1438815142}$	+	$\frac{-83415950,3}{227775927}$	=	0,161
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-245879,6}{5696844,0}$	+	$\frac{357398123}{1438815142}$	+	$\frac{83415950,3}{227775927}$	=	0,571
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-245879,6}{5696844,0}$	+	$\frac{-357398123}{1438815142}$	+	$\frac{83415950,3}{227775927}$	=	0,075
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-245879,6}{5696844,0}$	+	$\frac{-357398123}{1438815142}$	+	$\frac{-83415950,3}{227775927}$	=	0,658

$$Z_{LM71} = 0,61 \quad \text{z napětí v horních levých vláknech}$$



KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 168,9 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 1106,0 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = 0,153 \leq 0,5 \quad \text{Podmínka A.2 je splněna.}$$

Účinky lokálního zatížení

$$P = 113,8 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 20 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 12 \text{ mm}$$

$$c = 280 \text{ mm}$$

$$\sigma_{z,LM71,Ed} = 33,9 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,LM71} = 0,121 \quad (\text{A.17})$$

$$\eta_{2,rs} = 0,020 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 8,06 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \quad Z_{LM71} = 3,65$$

$$2 \quad Z_{LM71} = 1,67$$

$$3 \quad Z_{LM71} = 5,39$$

$$4 \quad Z_{LM71} = 1,39$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 1,39 \quad (\text{A.19})$$

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h						σ_d					
ZS	MPa						MPa					
1	-0,6	-1,7	-6,5	6,5	-8,8	4,1	-0,6	1,7	-6,5	6,5	-5,3	7,6
2	-0,9	-6,7	-3,7	3,7	-11,3	-3,8	-0,9	6,7	-3,7	3,7	2,1	9,5
3	-5,7	7,2	-101,4	101,4	-99,9	102,9	-5,7	-7,2	-101,4	101,4	-114,3	88,5
4	-1,8	-1,7	-11,9	11,9	-15,4	8,5	-1,8	1,7	-11,9	11,9	-12,1	11,8
5	0,2	-0,1	-1,0	1,0	-0,9	1,0	0,2	0,1	-1,0	1,0	-0,6	1,3
UL Mz	-6,3	-38,0	-56,1	56,1	-100,4	11,8	-6,3	38,0	-56,1	56,1	-24,3	87,9

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h						σ_d					
ZS	MPa						MPa					
1	-0,9	-2,4	-8,8	8,8	-12,1	5,6	-0,9	2,4	-8,8	8,8	-7,3	10,3
2	-1,1	-7,9	-4,4	4,4	-13,4	-4,6	-1,1	7,9	-4,4	4,4	2,4	11,2
3	-7,8	9,4	-131,8	131,8	-130,3	133,4	-7,8	-9,4	-131,8	131,8	-149,0	114,6
4	-1,2	-1,1	-7,8	7,8	-10,1	5,5	-1,2	1,1	-7,8	7,8	-7,9	7,6
5	0,1	-0,1	-0,7	0,7	-0,6	0,7	0,1	0,1	-0,7	0,7	-0,4	0,9
UL Mz	-12,0	-69,2	-102,1	102,1	-183,3	20,8	-12,0	69,2	-102,1	102,1	-44,9	159,3

Vyčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau^2} \leq R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

$$\sigma_1 = 97,30 \text{ MPa}$$

%

$$\sigma_{uicy} = -69,2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsy} = -2,1 \text{ MPa}$$

0,32

$$\sigma_{uicz} = 33,9 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsz} = 5,7 \text{ MPa}$$

0,68

$$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{rs} = 0,0 \text{ MPa}$$

0,00

Srovnávací napětí - dolní vlákna

$$\sigma_1 = 97,30 \text{ MPa}$$

%

$$\sigma_{uicy} = 69,2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsy} = 2,1 \text{ MPa}$$

0,32

$$\sigma_{uicz} = -33,9 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsz} = -5,7 \text{ MPa}$$

0,68

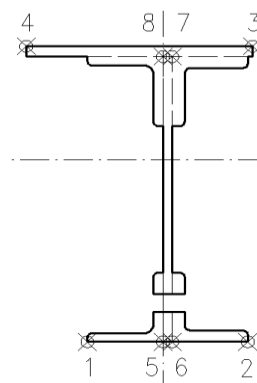
$$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{rs} = 0,0 \text{ MPa}$$

0,00

Ověření pružné únosnosti stěny

d =	670 mm	celková výška průřezu
zh =	315 mm	vzdálenost horních krajních vláken stěny od těžiště
zd =	315 mm	vzdálenost dolních krajních vláken stěny od těžiště
b _{hor} =	12 mm	celková šířka stěny
b _{p,hor} =	6 mm	vzdálenost pravých krajních vláken
b _{l,hor} =	6 mm	vzdálenost levých krajních vláken
W _{y,H} =	5,4898E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	5,4898E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,L} =	2,3835E+07 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým vláknům
W _{z,P} =	2,3835E+07 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům



$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

vlákna

5	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-222904,2}{5696844,0}$	+	$\frac{10610125,0}{1530168485}$	+	$\frac{#####}{6,6435E+09}$	=	0,051
6	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-222904,2}{5696844,0}$	+	$\frac{10610125,0}{1530168485}$	+	$\frac{125423625,0}{6643464545}$	=	0,013
7	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-222904,2}{5696844,0}$	+	$\frac{10610125}{1530168485}$	+	$\frac{125423625,0}{6643464545}$	=	0,013
8	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-222904,2}{5696844,0}$	+	$\frac{10610125}{1530168485}$	+	$\frac{#####}{6,6435E+09}$	=	0,051

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

5	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-245879,6}{5696844,0}$	+	$\frac{357398123}{1530168485}$	+	$\frac{-83415950,3}{6,6435E+09}$	=	0,178
6	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-245879,6}{5696844,0}$	+	$\frac{357398123}{1530168485}$	+	$\frac{83415950,3}{6643464545}$	=	0,203
7	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-245879,6}{5696844,0}$	+	$\frac{357398123}{1530168485}$	+	$\frac{83415950,3}{6643464545}$	=	0,203
8	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-245879,6}{5696844,0}$	+	$\frac{357398123}{1530168485}$	+	$\frac{-83415950,3}{6,6435E+09}$	=	0,178

$$Z_{LM71}^2 \cdot (\eta_{1,LM71}^2 + \eta_{2,LM71}^2 - \eta_{1,LM71} \cdot \eta_{2,LM71} + 3 \cdot \eta_{3,LM71}^2) + \\ + Z_{LM71} \cdot (2 \cdot \eta_{1,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot \eta_{2,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \eta_{1,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \\ - \eta_{2,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot 2 \cdot \eta_{3,rs} \cdot \eta_{3,LM71}) + \eta_{1,rs}^2 + \eta_{2,rs}^2 - \eta_{1,rs} \eta_{2,rs} + 3 \cdot \eta_{3,rs}^2 = 1$$

řešení kvadratické rovnice

vlákna				Z _{LM71} =			η _{3,rs} =	0,028
a	b	c	D	x1	x2		η _{3,LM71} =	0,203
5	0,1483	0,0259885	-0,996	0,59136415	2,505	-2,680		
6	0,1548	0,0172989	-0,997	0,61795142	2,483	-2,594		
7	0,1548	0,0172989	-0,997	0,61795142	2,483	-2,594		
8	0,1483	0,0259885	-0,996	0,59136415	2,505	-2,680		
						2,48		
Z _{LM71} = 2,48 zatížitelnost z pružné únosnosti stěny								

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 16 mm vč.
$f_y =$	306,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	278,7 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	278,7 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,25	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	2024 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	11,720 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,40	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,40	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	2,1560E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	1,7293E+09 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,4301E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	283,2 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	81,4 mm	poloměr setrvačnosti
$i_{\min} =$	81,4 mm	minimální poloměr setrvačnosti
t =	12 mm	tloušťka stojiny
$h_w =$	630 mm	výška stojiny účinná na smyk
$A_v =$	7560 mm ²	smyková plocha
d =	670 mm	celková výška průřezu
zh =	335 mm	vzdálenost horních krajních vláken
zd =	335 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{\text{hor}} =$	350 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,\text{hor}} =$	175 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,\text{hor}} =$	175 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{\text{dol}} =$	350 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,\text{dol}} =$	175 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,\text{dol}} =$	175 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	5,1621E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	5,1621E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	8,1720E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	8,1720E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	8,1720E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	8,1720E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak je uvažován

b	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	2024 mm
$\lambda =$	7,15
$\lambda_1 =$	82,22
$\lambda_d =$	0,087
$\phi =$	0,485
$\chi_y =$	1,000

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak je uvažován

c	
$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	2024 mm
$\lambda =$	24,85
$\lambda_1 =$	82,22
$\lambda_d =$	0,302
$\phi =$	0,571
$\chi_z =$	0,948

křivka vzpěrné pevnosti

součinitel imperfekce

součinitel vzpěrné délky

kritická délka

štíhlost

srovnávací štíhlost

poměrná štíhlost

součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	0,948	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele $\mu_M =$ 1 $\alpha =$ 1,00 $\xi =$ 0,95

1,15

součinitel vlivu excentricity

klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2

redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1

přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení

gr11

Kombinace zatížení dle výrazu

6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	5,2	-13,0	8,9	-5,3
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	4,1	-19,2	34,4	-3,0
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	7,4	-123,0	-28,9	-64,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	12,6	-38,8	6,6	-7,6
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	2,6	4,1	0,8	-0,8
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	123,3	-135,1	196,4	-45,8

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	7,1	-17,8	12,2	-7,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	4,8	-22,8	40,8	-3,6
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	9,6	-159,9	-37,5	-83,4
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	8,2	-25,2	4,3	-4,9
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	1,7	2,8	0,5	-0,5
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	224,4	-245,9	357,4	-83,4

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 255,9 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pl,Rd} = 1106,0 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$\eta_3 = 0,231 \leq 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) je splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

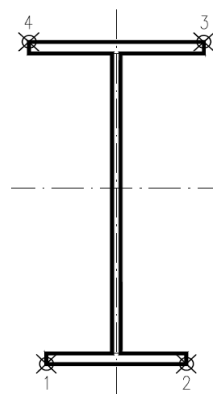
 $Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-222904,2}{5696844,0}$	+	$\frac{20304056,0}{1438815142}$	+	$\frac{-99642675}{227775927}$	=	0,462	3,34
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-222904,2}{5696844,0}$	+	$\frac{20304056,0}{1438815142}$	+	$\frac{99642675}{227775927}$	=	0,412	1,03
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-222904,2}{5696844,0}$	+	$\frac{-20304056}{1438815142}$	+	$\frac{99642675}{227775927}$	=	0,384	8,25
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-222904,2}{5696844,0}$	+	$\frac{-20304056}{1438815142}$	+	$\frac{-99642675}{227775927}$	=	0,491	0,77

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-245879,6}{5696844,0}$	+	$\frac{357398123}{1438815142}$	+	$\frac{-83415950,3}{227775927}$	=	0,161
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-245879,6}{5696844,0}$	+	$\frac{357398123}{1438815142}$	+	$\frac{83415950,3}{227775927}$	=	0,571
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-245879,6}{5696844,0}$	+	$\frac{-357398123}{1438815142}$	+	$\frac{83415950,3}{227775927}$	=	0,075
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-245879,6}{5696844,0}$	+	$\frac{-357398123}{1438815142}$	+	$\frac{-83415950,3}{227775927}$	=	0,658

$$Z_{LM71} = 0,77 \quad \text{z napětí v horních levých vláknech}$$



KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 205,2 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 1106,0 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = 0,186 \leq 0,5 \quad \text{Podmínka A.2 je splněna.}$$

Účinky lokálního zatížení

$$P = 113,8 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 20 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 12 \text{ mm}$$

$$c = 280 \text{ mm}$$

$$\sigma_{z,LM71,Ed} = 33,9 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,LM71} = 0,121 \quad (\text{A.17})$$

$$\eta_{2,rs} = 0,020 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 8,06 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \quad Z_{LM71} = 4,03$$

$$2 \quad Z_{LM71} = 1,81$$

$$3 \quad Z_{LM71} = 5,92$$

$$4 \quad Z_{LM71} = 1,52$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 1,52 \quad (\text{A.19})$$

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h						σ_d					
ZS	MPa						MPa					
1	-0,6	-1,7	-6,5	6,5	-8,8	4,1	-0,6	1,7	-6,5	6,5	-5,3	7,6
2	-0,9	-6,7	-3,7	3,7	-11,3	-3,8	-0,9	6,7	-3,7	3,7	2,1	9,5
3	-5,7	5,6	-78,5	78,5	-78,6	78,4	-5,7	-5,6	-78,5	78,5	-89,8	67,2
4	-1,8	-1,3	-9,2	9,2	-12,3	6,2	-1,8	1,3	-9,2	9,2	-9,8	8,7
5	0,2	-0,1	-1,0	1,0	-0,9	1,0	0,2	0,1	-1,0	1,0	-0,6	1,3
UL Mz	-6,3	-38,0	-56,1	56,1	-100,4	11,8	-6,3	38,0	-56,1	56,1	-24,3	87,9

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h						σ_d					
ZS	MPa						MPa					
1	-0,9	-2,4	-8,8	8,8	-12,1	5,6	-0,9	2,4	-8,8	8,8	-7,3	10,3
2	-1,1	-7,9	-4,4	4,4	-13,4	-4,6	-1,1	7,9	-4,4	4,4	2,4	11,2
3	-7,8	7,3	-102,0	102,0	-102,6	101,5	-7,8	-7,3	-102,0	102,0	-117,1	86,9
4	-1,2	-0,8	-6,0	6,0	-8,1	3,9	-1,2	0,8	-6,0	6,0	-6,4	5,6
5	0,1	-0,1	-0,7	0,7	-0,6	0,7	0,1	0,1	-0,7	0,7	-0,4	0,9
UL Mz	-12,0	-69,2	-102,1	102,1	-183,3	20,8	-12,0	69,2	-102,1	102,1	-44,9	159,3

Vyčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau^2} \leq R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

$$\sigma_1 = 99,06 \text{ MPa}$$

%

$$\sigma_{uicy} = -69,2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{uicz} = 33,9 \text{ MPa}$$

$$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsy} = -3,9 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsz} = 5,7 \text{ MPa}$$

$$\tau_{rs} = 0,0 \text{ MPa}$$

0,33

0,67

0,00

Srovnávací napětí - dolní vlákna

$$\sigma_1 = 99,06 \text{ MPa}$$

%

$$\sigma_{uicy} = 69,2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{uicz} = -33,9 \text{ MPa}$$

$$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsy} = 3,9 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsz} = -5,7 \text{ MPa}$$

$$\tau_{rs} = 0,0 \text{ MPa}$$

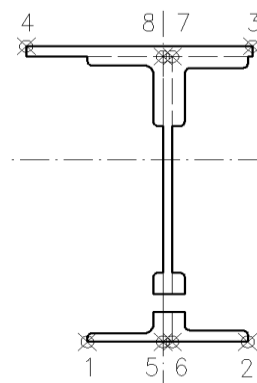
0,33

0,67

0,00

Ověření pružné únosnosti stěny

d =	670 mm	celková výška průřezu
zh =	315 mm	vzdálenost horních krajních vláken stěny od těžiště
zd =	315 mm	vzdálenost dolních krajních vláken stěny od těžiště
b _{hor} =	12 mm	celková šířka stěny
b _{p,hor} =	6 mm	vzdálenost pravých krajních vláken
b _{l,hor} =	6 mm	vzdálenost levých krajních vláken
W _{y,H} =	5,4898E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	5,4898E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,L} =	2,3835E+07 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým vláknům
W _{z,P} =	2,3835E+07 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům



$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

vlákna

5	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-222904,2}{5696844,0}$	+	$\frac{20304056,0}{1530168485}$	+	$\frac{-99642675,0}{6,6435E+09}$	=	0,041
6	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-222904,2}{5696844,0}$	+	$\frac{20304056,0}{1530168485}$	+	$\frac{99642675,0}{6643464545}$	=	0,011
7	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-222904,2}{5696844,0}$	+	$\frac{20304056,0}{1530168485}$	+	$\frac{99642675,0}{6643464545}$	=	0,011
8	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-222904,2}{5696844,0}$	+	$\frac{20304056,0}{1530168485}$	+	$\frac{-99642675,0}{6,6435E+09}$	=	0,041

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

5	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-245879,6}{5696844,0}$	+	$\frac{357398123}{1530168485}$	+	$\frac{-83415950,3}{6,6435E+09}$	=	0,178
6	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-245879,6}{5696844,0}$	+	$\frac{357398123}{1530168485}$	+	$\frac{83415950,3}{6643464545}$	=	0,203
7	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-245879,6}{5696844,0}$	+	$\frac{357398123}{1530168485}$	+	$\frac{83415950,3}{6643464545}$	=	0,203
8	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-245879,6}{5696844,0}$	+	$\frac{357398123}{1530168485}$	+	$\frac{-83415950,3}{6,6435E+09}$	=	0,178

$$Z_{LM71}^2 \cdot (\eta_{1,LM71}^2 + \eta_{2,LM71}^2 - \eta_{1,LM71} \cdot \eta_{2,LM71} + 3 \cdot \eta_{3,LM71}^2) + \\ + Z_{LM71} \cdot (2 \cdot \eta_{1,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot \eta_{2,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \eta_{1,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \\ - \eta_{2,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot 2 \cdot \eta_{3,rs} \cdot \eta_{3,LM71}) + \eta_{1,rs}^2 + \eta_{2,rs}^2 - \eta_{1,rs} \eta_{2,rs} + 3 \cdot \eta_{3,rs}^2 = 1$$

řešení kvadratické rovnice

vlákna				Z _{LM71} =			η _{3,rs} =	0,028
a	b	c	D	x1	x2		η _{3,LM71} =	0,203
5	0,1483	0,0235956	-0,996	0,59167866	2,513	-2,673		
6	0,1548	0,0166007	-0,997	0,61793339	2,485	-2,592		
7	0,1548	0,0166007	-0,997	0,61793339	2,485	-2,592		
8	0,1483	0,0235956	-0,996	0,59167866	2,513	-2,673		
						2,48		
Z _{LM71} = 2,48 zatížitelnost z pružné únosnosti stěny								

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek nad 17 mm
$f_y =$	289,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	263,3 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	263,3 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,25	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	2024 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	11,720 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,40	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,40	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	2,0300E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	1,6876E+09 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,4297E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	288,3 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	83,9 mm	poloměr setrvačnosti
$i_{\min} =$	83,9 mm	minimální poloměr setrvačnosti
t =	10 mm	tloušťka stojiny
$h_w =$	630 mm	výška stojiny účinná na smyk
$A_v =$	6300 mm ²	smyková plocha
d =	670 mm	celková výška průřezu
zh =	335 mm	vzdálenost horních krajních vláken
zd =	335 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{\text{hor}} =$	350 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,\text{hor}} =$	175 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,\text{hor}} =$	175 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{\text{dol}} =$	350 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,\text{dol}} =$	175 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,\text{dol}} =$	175 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	5,0376E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	5,0376E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	8,1697E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	8,1697E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	8,1697E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	8,1697E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak je uvažován

b	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	2024 mm
$\lambda =$	7,02
$\lambda_1 =$	84,60
$\lambda_d =$	0,083
$\phi =$	0,484
$\chi_y =$	1,000

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak je uvažován

c	
$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	2024 mm
$\lambda =$	24,12
$\lambda_1 =$	84,60
$\lambda_d =$	0,285
$\phi =$	0,561
$\chi_z =$	0,957

křivka vzpěrné pevnosti

součinitel imperfekce

součinitel vzpěrné délky

kritická délka

štíhlost

srovnávací štíhlost

poměrná štíhlost

součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	0,957	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení

gr11

Kombinace zatížení dle výrazu

6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	4,8	13,5	19,8	-1,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	16,2	-12,2	39,6	-2,4
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	0,0	1,5	3,1	20,8
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	13,7	-47,1	17,2	10,5
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	3,3	12,8	3,2	1,8
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	305,2	-87,4	576,8	-8,6

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,365625	1	1	6,6	18,4	27,1	-2,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	19,2	-14,5	47,0	-2,9
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	0,0	1,9	4,0	27,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	8,9	-30,6	11,2	6,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	2,2	8,6	2,2	1,2
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	555,4	-159,0	1049,9	-8,6

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 592,4 \text{ kN}$$

Vliv boulení je třeba zahrnout

$$V_{b,Rd} = 853,5 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$\eta_3 = 0,694 > 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) není splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

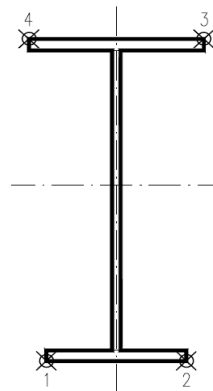
 $Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-16171,3}{5113278,4}$	+	$\frac{91456156,3}{1326265834}$	+	$\frac{30173968,8}{215086296}$	=	0,206	1,10
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-16171,3}{5113278,4}$	+	$\frac{91456156,3}{1326265834}$	+	$\frac{-30173968,8}{215086296}$	=	0,074	1,16
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-16171,3}{5113278,4}$	+	$\frac{-91456156,3}{1326265834}$	+	$\frac{-30173968,8}{215086296}$	=	0,212	1,01
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-16171,3}{5113278,4}$	+	$\frac{-91456156,3}{1326265834}$	+	$\frac{30173968,8}{215086296}$	=	0,068	1,08

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-158987,2}{5113278,4}$	+	$\frac{1049916141}{1326265834}$	+	$\frac{-8580000,0}{215086296}$	=	0,721
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-158987,2}{5113278,4}$	+	$\frac{1049916141}{1326265834}$	+	$\frac{8580000,0}{215086296}$	=	0,800
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-158987,2}{5113278,4}$	+	$\frac{-1049916141}{1326265834}$	+	$\frac{8580000,0}{215086296}$	=	0,783
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-158987,2}{5113278,4}$	+	$\frac{-1049916141}{1326265834}$	+	$\frac{-8580000,0}{215086296}$	=	0,863

$$Z_{LM71} = 1,01 \quad \text{z napětí v horních pravých vláknech}$$



KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 595,8 \text{ kN}$$

Vliv boulení je třeba zahrnout

$$V_{b,Rd} = 853,5 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = 0,698 > 0,5 \quad \text{Podmínka A2. není splněna, je třeba postupovat dle A.2.2.12, vztah (A.11).}$$

Účinky lokálního zatížení

$$P = 113,8 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 20 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$c = 280 \text{ mm}$$

$$\sigma_{z,LM71,Ed} = 40,6 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,LM71} = 0,154 \quad (\text{A.17})$$

$$\eta_{2,rs} = 0,026 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 6,31 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \quad Z_{LM71} = 1,65$$

$$2 \quad Z_{LM71} = 1,65$$

$$3 \quad Z_{LM71} = 1,54$$

$$4 \quad Z_{LM71} = 1,56$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 1,54 \quad (\text{A.19})$$

Vyšetřování napětí po průřezu

Napětí charakteristické												
ZS	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
1	0,7	-3,9	-1,9	1,9	-5,1	-1,4	0,7	3,9	-1,9	1,9	2,7	6,5
2	-0,6	-7,9	-2,9	2,9	-11,4	-5,5	-0,6	7,9	-2,9	2,9	4,3	10,2
3	0,1	-0,6	25,5	-25,5	25,0	-26,1	0,1	0,6	25,5	-25,5	26,2	-24,8
4	-2,3	-3,4	12,9	-12,9	7,1	-18,6	-2,3	3,4	12,9	-12,9	13,9	-11,8
5	0,6	-0,6	2,2	-2,2	2,2	-2,2	0,6	0,6	2,2	-2,2	3,5	-0,9
UL My	-4,3	-114,5	-10,5	10,5	-129,3	-108,3	-4,3	114,5	-10,5	10,5	99,7	120,7

Napětí návrhové												
ZS	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
1	0,9	-5,4	-2,6	2,6	-7,0	-1,9	0,9	5,4	-2,6	2,6	3,8	8,9
2	-0,7	-9,3	-3,5	3,5	-13,6	-6,6	-0,7	9,3	-3,5	3,5	5,1	12,1
3	0,1	-0,8	33,2	-33,2	32,5	-33,9	0,1	0,8	33,2	-33,2	34,1	-32,3
4	-1,6	-2,2	8,4	-8,4	4,6	-12,1	-1,6	2,2	8,4	-8,4	9,0	-7,7
5	0,4	-0,4	1,5	-1,5	1,5	-1,5	0,4	0,4	1,5	-1,5	2,4	-0,6
UL My	-8,2	-208,4	-10,5	10,5	-227,1	-206,1	-8,2	208,4	-10,5	10,5	189,7	210,7

Vyčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau^2} \leq R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

$$\sigma_1 = 253,66 \text{ MPa}$$

%

$$\sigma_{uicy} = -208,4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{RSy} = -18,2 \text{ MPa}$$

0,80

$$\sigma_{uicz} = 40,6 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{RSz} = 6,8 \text{ MPa}$$

0,20

$$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{RS} = 0,0 \text{ MPa}$$

0,00

Srovnávací napětí - dolní vlákna

$$\sigma_1 = 253,66 \text{ MPa}$$

%

$$\sigma_{uicy} = 208,4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{RSy} = 18,2 \text{ MPa}$$

0,80

$$\sigma_{uicz} = -40,6 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{RSz} = -6,8 \text{ MPa}$$

0,20

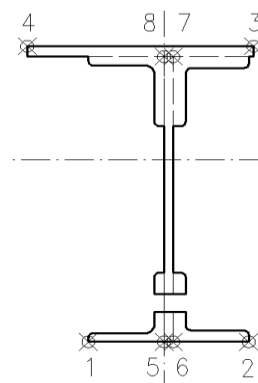
$$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{RS} = 0,0 \text{ MPa}$$

0,00

Ověření pružné únosnosti stěny

d =	670 mm	celková výška průřezu
zh =	315 mm	vzdálenost horních krajních vláken stěny od těžiště
zd =	315 mm	vzdálenost dolních krajních vláken stěny od těžiště
b _{hor} =	10 mm	celková šířka stěny
b _{p,hor} =	5 mm	vzdálenost pravých krajních vláken
b _{l,hor} =	5 mm	vzdálenost levých krajních vláken
W _{y,H} =	5,3575E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	5,3575E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,L} =	2,8594E+07 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým vláknům
W _{z,P} =	2,8594E+07 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům



$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

vlákna

5	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-16171,3}{5113278,4}$	+	$\frac{91456156,3}{1410473189}$	+	$\frac{30173968,8}{7,5280E+09}$	=	0,066
6	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-16171,3}{5113278,4}$	+	$\frac{91456156,3}{1410473189}$	+	$\frac{-30173968,8}{7528020364}$	=	0,058
7	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-16171,3}{5113278,4}$	+	$\frac{91456156,3}{1410473189}$	+	$\frac{-30173968,8}{7528020364}$	=	0,058
8	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-16171,3}{5113278,4}$	+	$\frac{91456156,3}{1410473189}$	+	$\frac{30173968,8}{7,5280E+09}$	=	0,066

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

5	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-158987,2}{5113278,4}$	+	$\frac{1049916141}{1410473189}$	+	$\frac{-8580000,0}{7,5280E+09}$	=	0,712
6	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-158987,2}{5113278,4}$	+	$\frac{1049916141}{1410473189}$	+	$\frac{8580000,0}{7528020364}$	=	0,714
7	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-158987,2}{5113278,4}$	+	$\frac{1049916141}{1410473189}$	+	$\frac{8580000,0}{7528020364}$	=	0,714
8	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-158987,2}{5113278,4}$	+	$\frac{1049916141}{1410473189}$	+	$\frac{-8580000,0}{7,5280E+09}$	=	0,712

$$Z_{LM71}^2 \cdot (\eta_{1,LM71}^2 + \eta_{2,LM71}^2 - \eta_{1,LM71} \cdot \eta_{2,LM71} + 3 \cdot \eta_{3,LM71}^2) + \\ + Z_{LM71} \cdot (2 \cdot \eta_{1,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot \eta_{2,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \eta_{1,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \\ - \eta_{2,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot 2 \cdot \eta_{3,rs} \cdot \eta_{3,LM71}) + \eta_{1,rs}^2 + \eta_{2,rs}^2 - \eta_{1,rs} \eta_{2,rs} + 3 \cdot \eta_{3,rs}^2 = 1$$

řešení kvadratické rovnice

vlákna				Z _{LM71} =		η _{3,rs} =	0,043
a	b	c	D	x1	x2	η _{3,LM71} =	0,651
5	1,6916	0,1349312	-0,991	6,72416439	0,727	-0,806	
6	1,6945	0,1249543	-0,992	6,73835825	0,729	-0,803	
7	1,6945	0,1249543	-0,992	6,73835825	0,729	-0,803	
8	1,6916	0,1349312	-0,991	6,72416439	0,727	-0,806	
0,73							
Z _{LM71} = 0,73 zatížitelnost z pružné únosnosti stěny							

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek nad 17 mm
$f_y =$	289,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	263,3 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	263,3 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,25	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	2024 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	11,720 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,40	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,40	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	2,0300E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	1,6876E+09 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,4297E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	288,3 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	83,9 mm	poloměr setrvačnosti
$i_{min} =$	83,9 mm	minimální poloměr setrvačnosti
t =	10 mm	tloušťka stojiny
$h_w =$	630 mm	výška stojiny účinná na smyk
$A_v =$	6300 mm ²	smyková plocha
d =	670 mm	celková výška průřezu
zh =	335 mm	vzdálenost horních krajních vláken
zd =	335 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	350 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	175 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	175 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	350 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	175 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	175 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	5,0376E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	5,0376E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	8,1697E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	8,1697E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	8,1697E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	8,1697E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak je uvažován

b	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	2024 mm
$\lambda =$	7,02
$\lambda_1 =$	84,60
$\lambda_d =$	0,083
$\phi =$	0,484
$\chi_y =$	1,000

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak je uvažován

c	
$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	2024 mm
$\lambda =$	24,12
$\lambda_1 =$	84,60
$\lambda_d =$	0,285
$\phi =$	0,561
$\chi_z =$	0,957

křivka vzpěrné pevnosti

součinitel imperfekce

součinitel vzpěrné délky

kritická délka

štíhlost

srovnávací štíhlost

poměrná štíhlost

součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	0,957	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele $\mu_M =$ 1

součinitel vlivu excentricity

 $\alpha =$ 1,00

klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2

 $\xi =$ 0,95

redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1

1,15

přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení

gr11

Kombinace zatížení dle výrazu

6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	6,4	-18,0	9,4	4,7
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	5,4	-67,6	72,5	2,7
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	0,1	15,1	-1,1	39,4
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	8,1	-47,8	1,5	9,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	2,9	-11,8	1,3	1,9
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	175,6	-214,0	264,1	42,7

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,365625	1	1	8,7	-24,6	12,8	6,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	6,4	-80,3	86,1	3,1
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	0,2	19,6	-1,4	51,2
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	5,2	-31,1	1,0	6,4
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	1,9	-8,0	0,9	1,3
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	319,6	-389,4	480,6	77,6

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 342,0 \text{ kN}$$

Vliv boulení je třeba zahrnout

$$V_{b,Rd} = 853,5 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$\eta_3 = 0,401 \leq 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) je splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

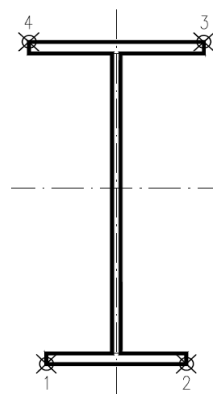
 $Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-124318,0}{5113278,4}$	+	$\frac{99431812,5}{1326265834}$	+	$\frac{68393531,3}{215086296}$	=	0,369	0,98
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-124318,0}{5113278,4}$	+	$\frac{99431812,5}{1326265834}$	+	$\frac{-68393531,3}{215086296}$	=	0,267	9,81
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-124318,0}{5113278,4}$	+	$\frac{-99431813}{1326265834}$	+	$\frac{-68393531,3}{215086296}$	=	0,417	0,73
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-124318,0}{5113278,4}$	+	$\frac{-99431813}{1326265834}$	+	$\frac{68393531,3}{215086296}$	=	0,219	10,07

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-389432,2}{5113278,4}$	+	$\frac{480601826}{1326265834}$	+	$\frac{77627979,0}{215086296}$	=	0,647
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-389432,2}{5113278,4}$	+	$\frac{480601826}{1326265834}$	+	$\frac{-77627979,0}{215086296}$	=	0,075
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-389432,2}{5113278,4}$	+	$\frac{-480601826}{1326265834}$	+	$\frac{-77627979,0}{215086296}$	=	0,799
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-389432,2}{5113278,4}$	+	$\frac{-480601826}{1326265834}$	+	$\frac{77627979,0}{215086296}$	=	0,078

$$Z_{LM71} = 0,73 \quad \text{z napětí v horních pravých vláknech}$$



KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 255,4 \text{ kN}$$

Vliv boulení je třeba zahrnout

$$V_{b,Rd} = 853,5 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = 0,299 \leq 0,5 \quad \text{Podmínka A.2 je splněna.}$$

Účinky lokálního zatížení

$$P = 113,8 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 20 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$c = 280 \text{ mm}$$

$$\sigma_{z,LM71,Ed} = 40,6 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,LM71} = 0,154 \quad (\text{A.17})$$

$$\eta_{2,rs} = 0,026 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 6,31 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \quad Z_{LM71} = 1,61$$

$$2 \quad Z_{LM71} = 5,42$$

$$3 \quad Z_{LM71} = 1,31$$

$$4 \quad Z_{LM71} = 5,54$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 1,31 \quad (\text{A.19})$$

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h						σ_d					
ZS	MPa						MPa					
1	-0,9	-1,9	5,8	-5,8	3,0	-8,5	-0,9	1,9	5,8	-5,8	6,8	-4,8
2	-3,3	-14,4	3,2	-3,2	-14,5	-21,0	-3,3	14,4	3,2	-3,2	14,3	7,8
3	0,7	0,2	48,2	-48,2	49,1	-47,2	0,7	-0,2	48,2	-48,2	48,7	-47,6
4	-2,4	-0,3	12,0	-12,0	9,3	-14,7	-2,4	0,3	12,0	-12,0	9,9	-14,0
5	-0,6	-0,3	2,3	-2,3	1,4	-3,1	-0,6	0,3	2,3	-2,3	2,0	-2,6
UL Mz	-10,5	-52,4	52,2	-52,2	-10,8	-115,2	-10,5	52,4	52,2	-52,2	94,1	-10,3

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h						σ_d					
ZS	MPa						MPa					
1	-1,3	-2,5	7,9	-7,9	4,1	-11,7	-1,3	2,5	7,9	-7,9	9,2	-6,6
2	-4,1	-17,1	3,9	-3,9	-17,4	-25,1	-4,1	17,1	3,9	-3,9	16,8	9,1
3	1,0	0,3	62,6	-62,6	63,9	-61,3	1,0	-0,3	62,6	-62,6	63,3	-61,9
4	-1,6	-0,2	7,8	-7,8	6,0	-9,6	-1,6	0,2	7,8	-7,8	6,4	-9,2
5	-0,4	-0,2	1,5	-1,5	1,0	-2,1	-0,4	0,2	1,5	-1,5	1,3	-1,8
UL Mz	-20,1	-95,4	95,0	-95,0	-20,4	-210,5	-20,1	95,4	95,0	-95,0	170,4	-19,7

Vyčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau^2} \leq R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

$$\sigma_1 = 144,83 \text{ MPa}$$

%

$$\sigma_{uicy} = -95,4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsy} = -19,7 \text{ MPa}$$

0,51

$$\sigma_{uicz} = 40,6 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsz} = 6,8 \text{ MPa}$$

0,49

$$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{rs} = 0,0 \text{ MPa}$$

0,00

Srovnávací napětí - dolní vlákna

$$\sigma_1 = 144,83 \text{ MPa}$$

%

$$\sigma_{uicy} = 95,4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsy} = 19,7 \text{ MPa}$$

0,51

$$\sigma_{uicz} = -40,6 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsz} = -6,8 \text{ MPa}$$

0,49

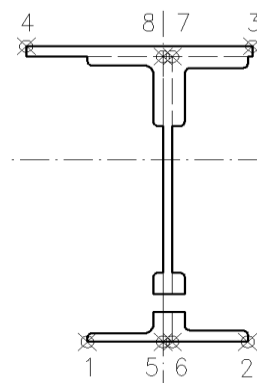
$$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{rs} = 0,0 \text{ MPa}$$

0,00

Ověření pružné únosnosti stěny

d =	670 mm	celková výška průřezu
zh =	315 mm	vzdálenost horních krajních vláken stěny od těžiště
zd =	315 mm	vzdálenost dolních krajních vláken stěny od těžiště
b _{hor} =	10 mm	celková šířka stěny
b _{p,hor} =	5 mm	vzdálenost pravých krajních vláken
b _{l,hor} =	5 mm	vzdálenost levých krajních vláken
W _{y,H} =	5,3575E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	5,3575E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,L} =	2,8594E+07 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým vláknům
W _{z,P} =	2,8594E+07 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům



$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

vlákna

5	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-124318,0}{5113278,4}$	+	$\frac{99431812,5}{1410473189}$	+	$\frac{68393531,3}{7,5280E+09}$	=	0,055
6	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-124318,0}{5113278,4}$	+	$\frac{99431812,5}{1410473189}$	+	$\frac{-68393531,3}{7528020364}$	=	0,037
7	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-124318,0}{5113278,4}$	+	$\frac{99431813}{1410473189}$	+	$\frac{-68393531,3}{7528020364}$	=	0,037
8	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-124318,0}{5113278,4}$	+	$\frac{99431813}{1410473189}$	+	$\frac{68393531,3}{7,5280E+09}$	=	0,055

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

5	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-389432,2}{5113278,4}$	+	$\frac{480601826}{1410473189}$	+	$\frac{77627979,0}{7,5280E+09}$	=	0,275
6	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-389432,2}{5113278,4}$	+	$\frac{480601826}{1410473189}$	+	$\frac{-77627979,0}{7528020364}$	=	0,254
7	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-389432,2}{5113278,4}$	+	$\frac{480601826}{1410473189}$	+	$\frac{-77627979,0}{7528020364}$	=	0,254
8	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-389432,2}{5113278,4}$	+	$\frac{480601826}{1410473189}$	+	$\frac{77627979,0}{7,5280E+09}$	=	0,275

$$Z_{LM71}^2 \cdot (\eta_{1,LM71}^2 + \eta_{2,LM71}^2 - \eta_{1,LM71} \cdot \eta_{2,LM71} + 3 \cdot \eta_{3,LM71}^2) + \\ + Z_{LM71} \cdot (2 \cdot \eta_{1,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot \eta_{2,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \eta_{1,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \\ - \eta_{2,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot 2 \cdot \eta_{3,rs} \cdot \eta_{3,LM71}) + \eta_{1,rs}^2 + \eta_{2,rs}^2 - \eta_{1,rs} \eta_{2,rs} + 3 \cdot \eta_{3,rs}^2 = 1$$

řešení kvadratické rovnice

vlákna				Z _{LM71} =			η _{3,rs} =	0,026
a	b	c	D	x1	x2		η _{3,LM71} =	0,374
5	0,4775	0,0444033	-0,996	1,90366538	1,398	-1,491		
6	0,4698	0,0362236	-0,997	1,87448492	1,419	-1,496		
7	0,4698	0,0362236	-0,997	1,87448492	1,419	-1,496		
8	0,4775	0,0444033	-0,996	1,90366538	1,398	-1,491		
						1,40		
Z _{LM71} = 1,40 zatížitelnost z pružné únosnosti stěny								

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek nad 17 mm
$f_y =$	289,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	263,3 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	263,3 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,25	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	2024 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	11,720 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,40	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,40	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	2,0300E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	1,6876E+09 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,4297E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	288,3 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	83,9 mm	poloměr setrvačnosti
$i_{\min} =$	83,9 mm	minimální poloměr setrvačnosti
t =	10 mm	tloušťka stojiny
$h_w =$	630 mm	výška stojiny účinná na smyk
$A_v =$	6300 mm ²	smyková plocha
d =	670 mm	celková výška průřezu
zh =	335 mm	vzdálenost horních krajních vláken
zd =	335 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{\text{hor}} =$	350 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,\text{hor}} =$	175 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,\text{hor}} =$	175 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{\text{dol}} =$	350 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,\text{dol}} =$	175 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,\text{dol}} =$	175 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	5,0376E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	5,0376E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	8,1697E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	8,1697E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	8,1697E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	8,1697E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak je uvažován

b	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	2024 mm
$\lambda =$	7,02
$\lambda_1 =$	84,60
$\lambda_d =$	0,083
$\phi =$	0,484
$\chi_y =$	1,000

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak je uvažován

c	
$\alpha =$	0,49
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	2024 mm
$\lambda =$	24,12
$\lambda_1 =$	84,60
$\lambda_d =$	0,285
$\phi =$	0,561
$\chi_z =$	0,957

křivka vzpěrné pevnosti

součinitel imperfekce

součinitel vzpěrné délky

kritická délka

štíhlost

srovnávací štíhlost

poměrná štíhlost

součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	0,957	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele $\mu_M =$ 1

součinitel vlivu excentricity

 $\alpha =$ 1,00

klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2

 $\xi =$ 0,95

redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1

1,15

přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení

gr11

Kombinace zatížení dle výrazu

6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	6,4	-18,0	9,4	4,7
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	5,4	-67,6	72,5	2,7
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	0,1	15,1	-0,9	31,5
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	8,1	-47,8	1,2	7,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	2,9	-11,8	1,3	1,9
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	175,6	-214,0	264,1	42,7

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,365625	1	1	8,7	-24,6	12,8	6,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	6,4	-80,3	86,1	3,1
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	0,2	19,6	-1,1	40,9
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	5,2	-31,1	0,8	5,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	1,9	-8,0	0,9	1,3
UL Mz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	319,6	-389,4	480,6	77,6

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 342,0 \text{ kN}$$

Vliv boulení je třeba zahrnout

$$V_{b,Rd} = 853,5 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$\eta_3 = 0,401 \leq 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) je splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

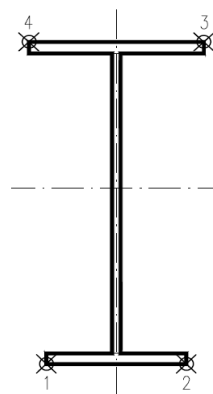
 $Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-124318,0}{5113278,4}$	+	$\frac{99511112,5}{1326265834}$	+	$\frac{56888531,3}{215086296}$	=	0,315	1,06
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-124318,0}{5113278,4}$	+	$\frac{99511112,5}{1326265834}$	+	$\frac{-56888531,3}{215086296}$	=	0,214	10,52
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-124318,0}{5113278,4}$	+	$\frac{-99511113}{1326265834}$	+	$\frac{-56888531,3}{215086296}$	=	0,364	0,80
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-124318,0}{5113278,4}$	+	$\frac{-99511113}{1326265834}$	+	$\frac{56888531,3}{215086296}$	=	0,165	10,76

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-389432,2}{5113278,4}$	+	$\frac{480601826}{1326265834}$	+	$\frac{77627979,0}{215086296}$	=	0,647
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-389432,2}{5113278,4}$	+	$\frac{480601826}{1326265834}$	+	$\frac{-77627979,0}{215086296}$	=	0,075
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-389432,2}{5113278,4}$	+	$\frac{-480601826}{1326265834}$	+	$\frac{-77627979,0}{215086296}$	=	0,799
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-389432,2}{5113278,4}$	+	$\frac{-480601826}{1326265834}$	+	$\frac{77627979,0}{215086296}$	=	0,078

$$Z_{LM71} = 0,80 \quad \text{z napětí v horních pravých vláknech}$$



KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 276,7 \text{ kN}$$

Vliv boulení je třeba zahrnout

$$V_{b,Rd} = 853,5 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = 0,324 \leq 0,5 \quad \text{Podmínka A.2 je splněna.}$$

Účinky lokálního zatížení

$$P = 113,8 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 20 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$c = 280 \text{ mm}$$

$$\sigma_{z,LM71,Ed} = 40,6 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,LM71} = 0,154 \quad (\text{A.17})$$

$$\eta_{2,rs} = 0,026 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 6,31 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \quad Z_{LM71} = 1,67$$

$$2 \quad Z_{LM71} = 5,62$$

$$3 \quad Z_{LM71} = 1,36$$

$$4 \quad Z_{LM71} = 5,74$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 1,36 \quad (\text{A.19})$$

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h						σ_d					
ZS	MPa						MPa					
1	-0,9	-1,9	5,8	-5,8	3,0	-8,5	-0,9	1,9	5,8	-5,8	6,8	-4,8
2	-3,3	-14,4	3,2	-3,2	-14,5	-21,0	-3,3	14,4	3,2	-3,2	14,3	7,8
3	0,7	0,2	38,5	-38,5	39,4	-37,6	0,7	-0,2	38,5	-38,5	39,1	-38,0
4	-2,4	-0,2	9,6	-9,6	7,0	-12,2	-2,4	0,2	9,6	-9,6	7,5	-11,7
5	-0,6	-0,3	2,3	-2,3	1,4	-3,1	-0,6	0,3	2,3	-2,3	2,0	-2,6
UL Mz	-10,5	-52,4	52,2	-52,2	-10,8	-115,2	-10,5	52,4	52,2	-52,2	94,1	-10,3

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h						σ_d					
ZS	MPa						MPa					
1	-1,3	-2,5	7,9	-7,9	4,1	-11,7	-1,3	2,5	7,9	-7,9	9,2	-6,6
2	-4,1	-17,1	3,9	-3,9	-17,4	-25,1	-4,1	17,1	3,9	-3,9	16,8	9,1
3	1,0	0,2	50,1	-50,1	51,3	-48,9	1,0	-0,2	50,1	-50,1	50,9	-49,3
4	-1,6	-0,2	6,2	-6,2	4,5	-8,0	-1,6	0,2	6,2	-6,2	4,8	-7,7
5	-0,4	-0,2	1,5	-1,5	1,0	-2,1	-0,4	0,2	1,5	-1,5	1,3	-1,8
UL Mz	-20,1	-95,4	95,0	-95,0	-20,4	-210,5	-20,1	95,4	95,0	-95,0	170,4	-19,7

Vyčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau^2} \leq R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

$$\sigma_1 = 144,85 \text{ MPa}$$

%

$$\sigma_{uicy} = -95,4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsy} = -19,8 \text{ MPa}$$

$$0,51$$

$$\sigma_{uicz} = 40,6 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsz} = 6,8 \text{ MPa}$$

$$0,49$$

$$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{rs} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$0,00$$

Srovnávací napětí - dolní vlákna

$$\sigma_1 = 144,85 \text{ MPa}$$

%

$$\sigma_{uicy} = 95,4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsy} = 19,8 \text{ MPa}$$

$$0,51$$

$$\sigma_{uicz} = -40,6 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsz} = -6,8 \text{ MPa}$$

$$0,49$$

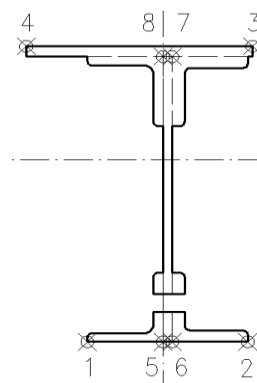
$$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{rs} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$0,00$$

Ověření pružné únosnosti stěny

d =	670 mm	celková výška průřezu
zh =	315 mm	vzdálenost horních krajních vláken stěny od těžiště
zd =	315 mm	vzdálenost dolních krajních vláken stěny od těžiště
b _{hor} =	10 mm	celková šířka stěny
b _{p,hor} =	5 mm	vzdálenost pravých krajních vláken
b _{l,hor} =	5 mm	vzdálenost levých krajních vláken
W _{y,H} =	5,3575E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	5,3575E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,L} =	2,8594E+07 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým vláknům
W _{z,P} =	2,8594E+07 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům



$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

vlákna

5	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-124318,0}{5113278,4}$	+	$\frac{99511112,5}{1410473189}$	+	$\frac{56888531,3}{7,5280E+09}$	=	0,054
6	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-124318,0}{5113278,4}$	+	$\frac{99511112,5}{1410473189}$	+	$\frac{-56888531,3}{7528020364}$	=	0,039
7	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-124318,0}{5113278,4}$	+	$\frac{99511113}{1410473189}$	+	$\frac{-56888531,3}{7528020364}$	=	0,039
8	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-124318,0}{5113278,4}$	+	$\frac{99511113}{1410473189}$	+	$\frac{56888531,3}{7,5280E+09}$	=	0,054

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

5	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-389432,2}{5113278,4}$	+	$\frac{480601826}{1410473189}$	+	$\frac{77627979,0}{7,5280E+09}$	=	0,275
6	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-389432,2}{5113278,4}$	+	$\frac{480601826}{1410473189}$	+	$\frac{-77627979,0}{7528020364}$	=	0,254
7	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-389432,2}{5113278,4}$	+	$\frac{480601826}{1410473189}$	+	$\frac{-77627979,0}{7528020364}$	=	0,254
8	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-389432,2}{5113278,4}$	+	$\frac{480601826}{1410473189}$	+	$\frac{77627979,0}{7,5280E+09}$	=	0,275

$$Z_{LM71}^2 \cdot (\eta_{1,LM71}^2 + \eta_{2,LM71}^2 - \eta_{1,LM71} \cdot \eta_{2,LM71} + 3 \cdot \eta_{3,LM71}^2) + \\ + Z_{LM71} \cdot (2 \cdot \eta_{1,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot \eta_{2,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \eta_{1,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \\ - \eta_{2,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot 2 \cdot \eta_{3,rs} \cdot \eta_{3,LM71}) + \eta_{1,rs}^2 + \eta_{2,rs}^2 - \eta_{1,rs} \eta_{2,rs} + 3 \cdot \eta_{3,rs}^2 = 1$$

řešení kvadratické rovnice

vlákna				Z _{LM71} =			η _{3,rs} =	0,026
a	b	c	D	x1	x2		η _{3,LM71} =	0,374
5	0,4775	0,0438211	-0,996	1,90384757	1,399	-1,491		
6	0,4698	0,0367849	-0,997	1,87437768	1,418	-1,496		
7	0,4698	0,0367849	-0,997	1,87437768	1,418	-1,496		
8	0,4775	0,0438211	-0,996	1,90384757	1,399	-1,491		
						1,40		
Z _{LM71} =				1,40 zatížitelnost z pružné únosnosti stěny				

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 16 mm vč.
$f_y =$	306,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	278,7 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	278,7 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,25	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	3650 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	3,600 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	2,00	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	2,00	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	1,1200E+04 mm ²	plocha průřezu
I _y =	1,6053E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I _z =	3,5513E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
i _y =	119,7 mm	poloměr setrvačnosti
i _z =	56,3 mm	poloměr setrvačnosti
t =	10 mm	tloušťka stojiny
h _w =	240 mm	výška stojiny účinná na smyk
Av =	2400 mm ²	smyková plocha
d =	280 mm	celková výška průřezu
zh =	140 mm	vzdálenost horních krajních vláken
zd =	140 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
b _{hor} =	220 mm	celková šířka horní pásnice
b _{p,hor} =	110 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
b _{l,hor} =	110 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b _{dol} =	220 mm	celková šířka dolní pásnice
b _{p,dol} =	110 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
b _{l,dol} =	110 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
W _{y,H} =	1,1466E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	1,1466E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,H,L} =	3,2285E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
W _{z,D,L} =	3,2285E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
W _{z,H,P} =	3,2285E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
W _{z,D,P} =	3,2285E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak je uvažován

b	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	3650 mm
$\lambda =$	30,49
$\lambda_1 =$	82,22
$\lambda_d =$	0,371
$\phi =$	0,598
$\chi_y =$	0,937

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak je uvažován

c	
$\alpha =$	0,49
$\beta =$	0,5068493
$L_{cr} =$	1849,99995 mm
$\lambda =$	32,85
$\lambda_1 =$	82,22
$\lambda_d =$	0,400
$\phi =$	0,629
$\chi_z =$	0,898

křivka vzpěrné pevnosti

součinitel imperfekce

součinitel vzpěrné délky

kritická délka

štíhlost

srovnávací štíhlost

poměrná štíhlost

součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	0,898	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení

gr11

Kombinace zatížení dle výrazu

6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,2	0,0	1,9	-1,4
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	0,7	0,0	1,3	-1,2
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	4,3	0,0	7,9	14,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	1,9	33,9	3,4	-0,7
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	0,3	-0,7	0,5	-0,2
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	39,6	0,0	73,3	-10,1

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,365625	1	1	0,3	0,0	2,5	-1,9
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	0,8	0,0	1,5	-1,5
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	5,6	0,0	10,3	18,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	1,2	22,0	2,2	-0,4
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	0,2	-0,5	0,4	-0,1
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	102,8	0,0	190,5	-10,1

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 110,9 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pl,Rd} = 351,1 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$\eta_3 = 0,316 \leq 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) je splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

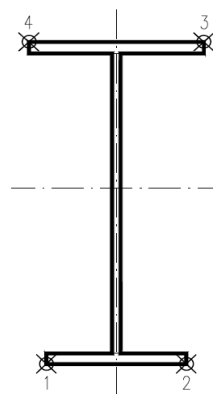
 $Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{21589,3}{2801885,3}$	+	$\frac{16960781,3}{319600636}$	+	$\frac{14261250,0}{89985833}$	=	0,219	1,61
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{21589,3}{2801885,3}$	+	$\frac{16960781,3}{319600636}$	+	$\frac{-14261250,0}{89985833}$	=	0,098	1,27
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{21589,3}{2801885,3}$	+	$\frac{-16960781,3}{319600636}$	+	$\frac{-14261250,0}{89985833}$	=	0,204	1,65
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{21589,3}{2801885,3}$	+	$\frac{-16960781,3}{319600636}$	+	$\frac{14261250,0}{89985833}$	=	0,113	1,25

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{2801885,3}$	+	$\frac{190450000}{319600636}$	+	$\frac{-10100000,0}{89985833}$	=	0,484
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{2801885,3}$	+	$\frac{190450000}{319600636}$	+	$\frac{10100000,0}{89985833}$	=	0,708
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{2801885,3}$	+	$\frac{-190450000}{319600636}$	+	$\frac{10100000,0}{89985833}$	=	0,484
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{2801885,3}$	+	$\frac{-190450000}{319600636}$	+	$\frac{-10100000,0}{89985833}$	=	0,708

$$Z_{LM71} = 1,25 \quad \text{z napětí v horních levých vláknech}$$



KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 136,9 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 351,1 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = 0,390 \leq 0,5 \quad \text{Podmínka A.2 je splněna.}$$

Účinky lokálního zatížení

$$P = 162,5 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 20 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$c = 280 \text{ mm}$$

$$\sigma_{z,LM71,Ed} = 58,0 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,LM71} = 0,208 \quad (\text{A.17})$$

$$\eta_{2,rs} = 0,025 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 4,68 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \quad Z_{LM71} = 2,02$$

$$2 \quad Z_{LM71} = 1,67$$

$$3 \quad Z_{LM71} = 2,04$$

$$4 \quad Z_{LM71} = 1,66$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 1,66 \quad (\text{A.19})$$

Vyšetřování napětí po průřezu

Napětí charakteristické												
horní okraj							dolní okraj					
N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P		N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
ZS	σ_h						σ_d					
	MPa						MPa					
1	0,0	-1,6	-4,2	4,2	-5,8	2,6	0,0	1,6	-4,2	4,2	-2,6	5,8
2	0,0	-1,1	-3,8	3,8	-5,0	2,7	0,0	1,1	-3,8	3,8	-2,7	5,0
3	0,0	-6,9	43,2	-43,2	36,3	-50,1	0,0	6,9	43,2	-43,2	50,1	-36,3
4	3,0	-3,0	-2,0	2,0	-2,0	2,0	3,0	3,0	-2,0	2,0	4,0	8,0
5	-0,1	-0,5	-0,6	0,6	-1,1	0,0	-0,1	0,5	-0,6	0,6	-0,2	1,0
UL My	0,0	-63,9	-31,3	31,3	-95,2	-32,6	0,0	63,9	-31,3	31,3	32,6	95,2

Napětí návrhové												
horní okraj							dolní okraj					
N/A	My/W _y	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P		N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
ZS	σ_h						σ_d					
	MPa						MPa					
1	0,0	-2,2	-5,8	5,8	-8,0	3,5	0,0	2,2	-5,8	5,8	-3,5	8,0
2	0,0	-1,3	-4,6	4,6	-5,9	3,2	0,0	1,3	-4,6	4,6	-3,2	5,9
3	0,0	-9,0	56,2	-56,2	47,2	-65,2	0,0	9,0	56,2	-56,2	65,2	-47,2
4	2,2	-1,9	-1,3	1,3	-1,1	1,6	2,2	1,9	-1,3	1,3	2,8	5,4
5	0,0	-0,3	-0,4	0,4	-0,7	0,0	0,0	0,3	-0,4	0,4	-0,1	0,6
UL My	0,0	-166,1	-31,3	31,3	-197,4	-134,8	0,0	166,1	-31,3	31,3	134,8	197,4

Vyčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau^2} \leq R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

$$\sigma_1 = 220,60 \text{ MPa}$$

%

$$\sigma_{uicy} = -166,1 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{RSy} = -14,8 \text{ MPa}$$

0,64

$$\sigma_{uicz} = 58,0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{RSz} = 6,8 \text{ MPa}$$

0,36

$$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{RS} = 0,0 \text{ MPa}$$

0,00

Srovnávací napětí - dolní vlákna

$$\sigma_1 = 220,60 \text{ MPa}$$

%

$$\sigma_{uicy} = 166,1 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{RSy} = 14,8 \text{ MPa}$$

0,64

$$\sigma_{uicz} = -58,0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{RSz} = -6,8 \text{ MPa}$$

0,36

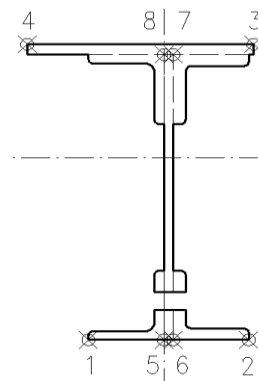
$$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{RS} = 0,0 \text{ MPa}$$

0,00

Ověření pružné únosnosti stěny

d =	280 mm	celková výška průřezu
zh =	120 mm	vzdálenost horních krajních vláken stěny od těžiště
zd =	120 mm	vzdálenost dolních krajních vláken stěny od těžiště
b _{hor} =	10 mm	celková šířka stěny
b _{p,hor} =	5 mm	vzdálenost pravých krajních vláken
b _{l,hor} =	5 mm	vzdálenost levých krajních vláken
W _{y,H} =	1,3378E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	1,3378E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,L} =	7,1026E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým vláknům
W _{z,P} =	7,1026E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům



$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

vlákna

5	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{21589,3}{2801885,3}$	+	$\frac{16960781,3}{372867409}$	+	$\frac{14261250,0}{1,9797E+09}$	=	0,060
6	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{21589,3}{2801885,3}$	+	$\frac{16960781,3}{372867409}$	+	$\frac{-14261250,0}{1979688327}$	=	0,046
7	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{21589,3}{2801885,3}$	+	$\frac{16960781,3}{372867409}$	+	$\frac{-14261250,0}{1979688327}$	=	0,046
8	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{21589,3}{2801885,3}$	+	$\frac{16960781,3}{372867409}$	+	$\frac{14261250,0}{1,9797E+09}$	=	0,060

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

5	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{2801885,3}$	+	$\frac{190450000}{372867409}$	+	$\frac{-10100000,0}{1,9797E+09}$	=	0,506
6	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{2801885,3}$	+	$\frac{190450000}{372867409}$	+	$\frac{10100000,0}{1979688327}$	=	0,516
7	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{2801885,3}$	+	$\frac{190450000}{372867409}$	+	$\frac{10100000,0}{1979688327}$	=	0,516
8	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{2801885,3}$	+	$\frac{190450000}{372867409}$	+	$\frac{-10100000,0}{1,9797E+09}$	=	0,506

$$Z_{LM71}^2 \cdot (\eta_{1,LM71}^2 + \eta_{2,LM71}^2 - \eta_{1,LM71} \cdot \eta_{2,LM71} + 3 \cdot \eta_{3,LM71}^2) + \\ + Z_{LM71} \cdot (2 \cdot \eta_{1,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot \eta_{2,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \eta_{1,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \\ - \eta_{2,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot 2 \cdot \eta_{3,rs} \cdot \eta_{3,LM71}) + \eta_{1,rs}^2 + \eta_{2,rs}^2 - \eta_{1,rs} \eta_{2,rs} + 3 \cdot \eta_{3,rs}^2 = 1$$

řešení kvadratické rovnice

vlákna				Z _{LM71} =			η _{3,rs} =	0,023
a	b	c	D	x1	x2		η _{3,LM71} =	0,293
5	0,4511	0,0611292	-0,996	1,80025921	1,419	-1,555		
6	0,4594	0,0502461	-0,997	1,83426448	1,419	-1,529		
7	0,4594	0,0502461	-0,997	1,83426448	1,419	-1,529		
8	0,4511	0,0611292	-0,996	1,80025921	1,419	-1,555		
						1,42		
Z _{LM71} =				1,42 zatížitelnost z pružné únosnosti stěny				

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 16 mm vč.
f_y =	306,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	278,7 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	278,7 MPa	návrhová pevnost ve smyku
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,25	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	3650 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	3,600 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	2,00	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	2,00	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A =	1,1200E+04 mm ²	plocha průřezu
I_y =	1,6053E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	3,5513E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	119,7 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	56,3 mm	poloměr setrvačnosti
t =	10 mm	tloušťka stojiny
h_w =	240 mm	výška stojiny účinná na smyk
A_v =	2400 mm ²	smyková plocha
d =	280 mm	celková výška průřezu
z_h =	140 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	140 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
b_{hor} =	220 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$ =	110 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$ =	110 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	220 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$ =	110 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$ =	110 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H}$ =	1,1466E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	1,1466E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	3,2285E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	3,2285E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	3,2285E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	3,2285E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y

vzpěrný tlak je uvažován

b	
$\alpha =$	0,34
$\beta =$	1
$L_{cr} =$	3650 mm
$\lambda =$	30,49
$\lambda_1 =$	82,22
$\lambda_d =$	0,371
$\phi =$	0,598
$\chi_y =$	0,937

vybočení kolmo k ose z-z

vzpěrný tlak je uvažován

c		křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,49	součinitel imperfekce
$\beta =$	0,5068493	součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} =$	1849,99995 mm	kritická délka
$\lambda =$	32,85	štíhlost
$\lambda_1 =$	82,22	srovnávací štíhlost
$\lambda_d =$	0,400	poměrná štíhlost
$\phi =$	0,629	
$\chi_z =$	0,898	součinitel vzpěrnosti

$\chi =$	0,898	výsledný součinitel vzpěrnosti
----------	-------	--------------------------------

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly			
					charakteristické			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	0,2	0,0	1,8	-1,4
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	0,7	0,0	1,2	-1,2
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	3,1	0,0	-5,2	-18,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	0,1	0,0	0,0	-1,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	0,3	-0,5	0,5	-0,2
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	10,8	0,0	19,8	-12,8

					Vnitřní síly			
					návrhové			
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vz kN	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,365625	1	1	0,3	0,0	2,4	-1,9
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	0,8	0,0	1,5	-1,5
3	Rozjezdové a brzděné síly	1,3	1	1	4,1	0,0	-6,8	-23,4
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	0,1	0,0	0,0	-0,8
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	0,2	-0,3	0,4	-0,1
UL My	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	28,1	0,0	19,8	-33,4

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2Předpoklad $Z_{LM71}=1,0$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 33,6 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{pl,Rd} = 351,1 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \quad (\text{A.2})$$

$$\eta_3 = 0,096 \leq 0,5 \quad \text{podmínka (A.2) je splněna}$$

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

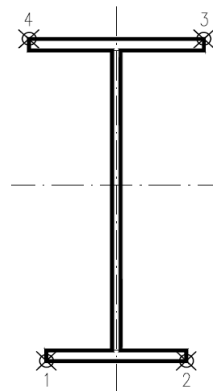
 $Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-317,3}{2801885,3}$	+	$\frac{-2529906,3}{319600636}$	+	$\frac{-27663750,0}{89985833}$	=	0,315	2,22
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-317,3}{2801885,3}$	+	$\frac{-2529906,3}{319600636}$	+	$\frac{27663750,0}{89985833}$	=	0,299	1,62
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-317,3}{2801885,3}$	+	$\frac{2529906}{319600636}$	+	$\frac{27663750,0}{89985833}$	=	0,315	2,22
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-317,3}{2801885,3}$	+	$\frac{2529906}{319600636}$	+	$\frac{-27663750,0}{89985833}$	=	0,300	1,62

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{2801885,3}$	+	$\frac{19760000}{319600636}$	+	$\frac{-33358000,0}{89985833}$	=	0,309
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{2801885,3}$	+	$\frac{19760000}{319600636}$	+	$\frac{33358000,0}{89985833}$	=	0,433
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{2801885,3}$	+	$\frac{-19760000}{319600636}$	+	$\frac{33358000,0}{89985833}$	=	0,309
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{2801885,3}$	+	$\frac{-19760000}{319600636}$	+	$\frac{-33358000,0}{89985833}$	=	0,433

$$Z_{LM71} = 1,62 \quad \text{z napětí v horních levých vláknech}$$



KROK 3 - ZNOVUOVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed}$$

$$V_{Ed} = 51,0 \text{ kN}$$

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$V_{plRd} = 351,1 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = 0,145 \leq 0,5 \quad \text{Podmínka A.2 je splněna.}$$

Účinky lokálního zatížení

$$P = 162,5 \text{ kN}$$

$$a_{zh} = 20 \text{ mm} \quad \text{vzdálenost horních krčních nýtů / svarů od krajních vláken}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$c = 280 \text{ mm}$$

$$\sigma_{z,LM71,Ed} = 58,0 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,LM71} = 0,208 \quad (\text{A.17})$$

$$\eta_{2,rs} = 0,025 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 4,68 \quad (\text{A.16})$$

Interakce účinku spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$1 \quad Z_{LM71} = 2,47$$

$$2 \quad Z_{LM71} = 2,05$$

$$3 \quad Z_{LM71} = 2,47$$

$$4 \quad Z_{LM71} = 2,05$$

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8\eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8\eta_{1,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 2,05 \quad (\text{A.19})$$

Vyšetřování napětí po průřezu

Napětí charakteristické												
horní okraj							dolní okraj					
N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P		N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
ZS	σ_h						σ_d					
	MPa						MPa					
1	0,0	-1,6	-4,2	4,2	-5,8	2,7	0,0	1,6	-4,2	4,2	-2,7	5,8
2	0,0	-1,1	-3,8	3,8	-4,9	2,8	0,0	1,1	-3,8	3,8	-2,8	4,9
3	0,0	4,6	-55,8	55,8	-51,3	60,4	0,0	-4,6	-55,8	55,8	-60,4	51,3
4	0,0	0,0	-3,7	3,7	-3,7	3,7	0,0	0,0	-3,7	3,7	-3,7	3,7
5	0,0	-0,5	-0,6	0,6	-1,1	0,1	0,0	0,5	-0,6	0,6	-0,1	1,0
UL My	0,0	-17,2	-39,7	39,7	-57,0	22,5	0,0	17,2	-39,7	39,7	-22,5	57,0

Napětí návrhové												
horní okraj							dolní okraj					
N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P		N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
ZS	σ_h						σ_d					
	MPa						MPa					
1	0,0	-2,1	-5,8	5,8	-7,9	3,6	0,0	2,1	-5,8	5,8	-3,6	7,9
2	0,0	-1,3	-4,6	4,6	-5,8	3,3	0,0	1,3	-4,6	4,6	-3,3	5,8
3	0,0	5,9	-72,6	72,6	-66,7	78,5	0,0	-5,9	-72,6	72,6	-78,5	66,7
4	0,0	0,0	-2,4	2,4	-2,4	2,4	0,0	0,0	-2,4	2,4	-2,4	2,4
5	0,0	-0,3	-0,4	0,4	-0,7	0,0	0,0	0,3	-0,4	0,4	-0,1	0,7
UL My	0,0	-17,2	-103,3	103,3	-120,6	86,1	0,0	17,2	-103,3	103,3	-86,1	120,6

Vyčíslení příspěvků jednotlivých namáhání z hlavních napětí

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau^2} \leq R_d$$

Srovnávací napětí - horní vlákna

$$\sigma_1 = 73,55 \text{ MPa}$$

%

$$\sigma_{uicy} = -17,2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsy} = 2,2 \text{ MPa}$$

0,01

$$\sigma_{uicz} = 58,0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsz} = 6,8 \text{ MPa}$$

0,99

$$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{rs} = 0,0 \text{ MPa}$$

0,00

Srovnávací napětí - dolní vlákna

$$\sigma_1 = 73,55 \text{ MPa}$$

%

$$\sigma_{uicy} = 17,2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsy} = -2,2 \text{ MPa}$$

0,01

$$\sigma_{uicz} = -58,0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rsz} = -6,8 \text{ MPa}$$

0,99

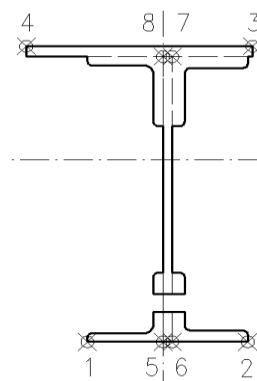
$$\tau_{uic} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{rs} = 0,0 \text{ MPa}$$

0,00

Ověření pružné únosnosti stěny

d =	280 mm	celková výška průřezu
zh =	120 mm	vzdálenost horních krajních vláken stěny od těžiště
zd =	120 mm	vzdálenost dolních krajních vláken stěny od těžiště
b _{hor} =	10 mm	celková šířka stěny
b _{p,hor} =	5 mm	vzdálenost pravých krajních vláken
b _{l,hor} =	5 mm	vzdálenost levých krajních vláken
W _{y,H} =	1,3378E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
W _{y,D} =	1,3378E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
W _{z,L} =	7,1026E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým vláknům
W _{z,P} =	7,1026E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům



$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

vlákna

5	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-317,3}{2801885,3}$	+	$\frac{-2529906,3}{372867409}$	+	$\frac{-27663750,0}{1,9797E+09}$	=	0,021
6	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-317,3}{2801885,3}$	+	$\frac{-2529906,3}{372867409}$	+	$\frac{27663750,0}{1979688327}$	=	0,007
7	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-317,3}{2801885,3}$	+	$\frac{-2529906}{372867409}$	+	$\frac{27663750,0}{1979688327}$	=	0,007
8	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-317,3}{2801885,3}$	+	$\frac{-2529906}{372867409}$	+	$\frac{-27663750,0}{1,9797E+09}$	=	0,021

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

5	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{2801885,3}$	+	$\frac{19760000}{372867409}$	+	$\frac{-33358000,0}{1,9797E+09}$	=	0,036
6	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{2801885,3}$	+	$\frac{19760000}{372867409}$	+	$\frac{33358000,0}{1979688327}$	=	0,070
7	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{2801885,3}$	+	$\frac{19760000}{372867409}$	+	$\frac{33358000,0}{1979688327}$	=	0,070
8	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{0,0}{2801885,3}$	+	$\frac{19760000}{372867409}$	+	$\frac{-33358000,0}{1,9797E+09}$	=	0,036

$$Z_{LM71}^2 \cdot (\eta_{1,LM71}^2 + \eta_{2,LM71}^2 - \eta_{1,LM71} \cdot \eta_{2,LM71} + 3 \cdot \eta_{3,LM71}^2) + \\ + Z_{LM71} \cdot (2 \cdot \eta_{1,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot \eta_{2,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \eta_{1,rs} \cdot \eta_{2,LM71} - \\ - \eta_{2,rs} \cdot \eta_{1,LM71} + 2 \cdot 2 \cdot \eta_{3,rs} \cdot \eta_{3,LM71}) + \eta_{1,rs}^2 + \eta_{2,rs}^2 - \eta_{1,rs} \eta_{2,rs} + 3 \cdot \eta_{3,rs}^2 = 1$$

řešení kvadratické rovnice

vlákna	a	b	c	D	x1	x2	$\eta_{3,rs} =$	$\eta_{3,LM71} =$
5	0,0564	0,0092252	-0,999	0,22538244	4,127	-4,291	0,015	0,080
6	0,0529	0,0107499	-0,999	0,21165956	4,243	-4,446		
7	0,0529	0,0107499	-0,999	0,21165956	4,243	-4,446		
8	0,0564	0,0092252	-0,999	0,22538244	4,127	-4,291		
					4,13			

Z_{LM71} = 4,13 zatížitelnost z pružné únosnosti stěny

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek nad 17 mm
f_y =	289,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$ =	263,3 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$ =	263,3 MPa	návrhová pevnost ve smyku
f_u =	457,4 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d}$ =	415,8 MPa	návrhová mez pevnosti
E =	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0} =	1,10	
γ_{M1} =	1,25	
γ_{M2} =	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ =	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ =	1,04	dynam. součinitel vypočtený
ϕ =	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A_{net} =	1,6276E+04 mm ²	plocha průřezu - oslabená
A =	2,0720E+04 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
I_y =	2,8794E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z =	5,5379E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y =	133,0 mm	poloměr setrvačnosti
i_z =	184,5 mm	poloměr setrvačnosti

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd}$ =	5455,0 kN
$N_{u,Rd}$ =	6091,1 kN
N_{Rd} =	min (5455; 6091,1)
N_{Rd} =	5455,0 kN

d =	300 mm	celková výška průřezu
z_h =	123 mm	vzdálenost horních krajních vláken
z_d =	177 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

b_{hor} =	450 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$ =	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$ =	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol} =	424 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$ =	212 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$ =	212 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H}$ =	2,3410E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$ =	1,6268E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$ =	2,4613E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$ =	2,6122E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$ =	2,4613E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$ =	2,6122E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

μ_M =	1,05	součinitel vlivu excentricity
α =	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
ξ =	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	321,6	-13,0	1,1
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	142,2	-4,5	-18,2
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	255,9	-4,2	-0,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	29,0	-0,6	2,3
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	35,2	-1,1	2,4
maxN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1953,0	-65,3	8,5

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	439,1	-17,8	1,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	168,8	-5,3	-21,6
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	332,7	-5,5	-0,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	18,9	-0,4	1,5
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	23,7	-0,7	1,6
MaxN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	2775,6	-92,8	8,5

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{983269,2}{5455010,9}$	+	$\frac{-29635031,3}{428286718}$	+	$\frac{-17021187,5}{687725489}$	=	0,086	3,00
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{983269,2}{5455010,9}$	+	$\frac{-29635031,3}{428286718}$	+	$\frac{17021187,5}{687725489}$	=	0,136	3,09
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{983269,2}{5455010,9}$	+	$\frac{29635031}{616315033}$	+	$\frac{17021187,5}{647990238}$	=	0,255	1,15
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{983269,2}{5455010,9}$	+	$\frac{29635031}{616315033}$	+	$\frac{-17021187,5}{647990238}$	=	0,202	1,19

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2775568,9}{5455010,9}$	+	$\frac{-92847262}{428286718}$	+	$\frac{8470000,0}{687725489}$	=	0,304
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2775568,9}{5455010,9}$	+	$\frac{-92847262}{428286718}$	+	$\frac{-8470000,0}{687725489}$	=	0,280
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2775568,9}{5455010,9}$	+	$\frac{92847262}{616315033}$	+	$\frac{-8470000,0}{647990238}$	=	0,646
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2775568,9}{5455010,9}$	+	$\frac{92847262}{616315033}$	+	$\frac{8470000,0}{647990238}$	=	0,673

$Z_{LM71} =$ **1,15** z napětí v horních pravých vláknech

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	19,8	5,6	0,5	0,5	25,8	25,8	19,8	-8,0	0,4	0,4	12,2	12,2
2	8,7	1,9	-7,4	-7,4	3,3	3,3	8,7	-2,7	-7,0	-7,0	-1,0	-1,0
3	15,7	1,8	0,0	0,0	17,5	17,5	15,7	-2,6	0,0	0,0	13,1	13,1
4	1,8	0,3	0,9	0,9	3,0	3,0	1,8	-0,4	0,9	0,9	2,3	2,3
5	2,2	0,5	1,0	1,0	3,6	3,6	2,2	-0,7	0,9	0,9	2,4	2,4
maxN	120,0	27,9	3,4	3,4	151,3	151,3	120,0	-40,2	3,2	3,2	83,1	83,1

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	27,0	7,6	0,6	0,6	35,2	35,2	27,0	-10,9	0,6	0,6	16,7	16,7
2	10,4	2,3	-8,8	-8,8	3,9	3,9	10,4	-3,3	-8,3	-8,3	-1,1	-1,1
3	20,4	2,3	0,0	0,0	22,7	22,7	20,4	-3,4	0,0	0,0	17,0	17,0
4	1,2	0,2	0,6	0,6	1,9	1,9	1,2	-0,2	0,6	0,6	1,5	1,5
5	1,5	0,3	0,7	0,7	2,4	2,4	1,5	-0,4	0,6	0,6	1,6	1,6
maxN	170,5	39,7	3,4	3,4	213,6	213,6	170,5	-57,1	3,2	3,2	116,7	116,7

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 16 mm vč.
f_y	306,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d}$	278,7 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d}$	278,7 MPa	návrhová pevnost ve smyku
f_u	476,1 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d}$	432,8 MPa	návrhová mez pevnosti
E	210000 MPa	modul pružnosti
γ_{M0}	1,10	
γ_{M1}	1,25	
γ_{M2}	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	4250 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
L_ϕ	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
ϕ	1,04	dynam. součinitel vypočtený
ϕ	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

A_{net}	1,3264E+04 mm ²	plocha průřezu - oslabená
A	1,6960E+04 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
I_y	2,3524E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
I_z	4,7974E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
i_y	133,2 mm	poloměr setrvačnosti
i_z	190,2 mm	poloměr setrvačnosti

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd}$	4727,2 kN
$N_{u,Rd}$	5166,8 kN
N_{Rd}	min (4727,2; 5166,8)
N_{Rd}	4727,2 kN

d	296 mm	celková výška průřezu
zh	124 mm	vzdálenost horních krajních vláken
zd	172 mm	vzdálenost dolních krajních vláken

b_{hor}	424 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor}$	212 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor}$	212 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
b_{dol}	450 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol}$	225 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol}$	225 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

$W_{y,H}$	1,8971E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D}$	1,3677E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L}$	2,2629E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L}$	2,1322E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P}$	2,2629E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P}$	2,1322E+06 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

μ_M	1,05	součinitel vlivu excentricity
α	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
ξ	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr12

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	182,3	-0,7	0,8
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	65,3	-28,8	12,8
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	4,4	-4,4	5,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	130,2	0,6	-0,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	47,8	0,3	-0,8
MaxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	1597,0	-53,5	23,8

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr12	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	248,9	-0,9	1,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	77,6	-34,2	15,2
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	0,5	2,9	-2,9	3,2
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	1	169,2	0,8	-0,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	32,3	0,2	-0,5
MaxMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	2269,7	-76,0	33,8

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{530904,0}{4727214,5}$	+	$\frac{-36953062,5}{381208161}$	+	$\frac{18905500,0}{594296097}$	=	0,047	2,82
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{530904,0}{4727214,5}$	+	$\frac{-36953062,5}{381208161}$	+	$\frac{-18905500,0}{594296097}$	=	0,016	4,40
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{530904,0}{4727214,5}$	+	$\frac{36953063}{528772610}$	+	$\frac{-18905500,0}{630738782}$	=	0,152	1,49
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{530904,0}{4727214,5}$	+	$\frac{36953063}{528772610}$	+	$\frac{18905500,0}{630738782}$	=	0,212	1,16

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2269705,5}{4727214,5}$	+	$\frac{-76034418}{381208161}$	+	$\frac{33810444,9}{594296097}$	=	0,338
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2269705,5}{4727214,5}$	+	$\frac{-76034418}{381208161}$	+	$\frac{-33810444,9}{594296097}$	=	0,224
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2269705,5}{4727214,5}$	+	$\frac{76034418}{528772610}$	+	$\frac{-33810444,9}{630738782}$	=	0,570
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{2269705,5}{4727214,5}$	+	$\frac{76034418}{528772610}$	+	$\frac{33810444,9}{630738782}$	=	0,678

$Z_{LM71} =$ **1,16** z napětí v horních levých vláknech

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	13,7	0,3	0,3	0,3	14,4	14,4	13,7	-0,5	0,4	0,4	13,6	13,6
2	4,9	15,2	5,7	5,7	25,8	25,8	4,9	-21,1	6,0	6,0	-10,1	-10,1
3	0,3	2,3	2,2	2,2	4,9	4,9	0,3	-3,2	2,3	2,3	-0,6	-0,6
4	9,8	-0,3	0,0	0,0	9,5	9,5	9,8	0,5	0,0	0,0	10,3	10,3
5	3,6	-0,2	-0,4	-0,4	3,1	3,1	3,6	0,2	-0,4	-0,4	3,4	3,4
MaxMy	120,4	28,2	10,5	10,5	159,1	159,1	120,4	-39,1	11,2	11,2	92,4	92,4

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	18,8	0,5	0,5	0,5	19,7	19,7	18,8	-0,7	0,5	0,5	18,6	18,6
2	5,8	18,0	6,7	6,7	30,6	30,6	5,8	-25,0	7,1	7,1	-12,0	-12,0
3	0,2	1,5	1,4	1,4	3,2	3,2	0,2	-2,1	1,5	1,5	-0,4	-0,4
4	12,8	-0,4	0,0	0,0	12,3	12,3	12,8	0,6	0,0	0,0	13,3	13,3
5	2,4	-0,1	-0,2	-0,2	2,1	2,1	2,4	0,1	-0,3	-0,3	2,3	2,3
MaxMy	171,1	40,1	14,9	14,9	226,1	226,1	171,1	-55,6	15,9	15,9	131,4	131,4

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 16 mm vč.
$f_y =$	306,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	278,7 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	278,7 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,25	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

$L =$	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,3520E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	3,1448E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,1422E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	152,5 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	91,9 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,5724E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,5724E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z		
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován		
c		c		křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,49	$\alpha =$	0,49	součinitel imperfekce
$\beta =$	1	$\beta =$	1	součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} =$	6337 mm	$L_{cr} =$	6337 mm	kritická délka
$\lambda =$	41,55	$\lambda =$	68,94	štíhlost
$\lambda_1 =$	82,22	$\lambda_1 =$	82,22	srovnávací štíhlost
$\lambda_d =$	0,505	$\lambda_d =$	0,839	poměrná štíhlost
$\phi =$	0,703	$\phi =$	1,008	
$\chi =$	0,840	$\chi =$	0,638	součinitel vzpěrnosti
$\chi =$	0,638	výsledný součinitel vzpěrnosti		

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,05	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vnitřní síly		
					charakteristické		
					N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-141,8	-0,1	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-173,7	-25,1	1,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-42,0	-2,1	2,1
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-22,0	2,6	-0,4
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-12,3	1,3	-0,2
minMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1125,1	-45,2	11,6

ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vnitřní síly		
					návrhové		
					N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-193,6	-0,2	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-206,3	-29,8	1,3
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-54,6	-2,7	2,7
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-14,3	1,7	-0,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-8,3	0,9	-0,1
minMy	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1599,0	-64,3	16,5

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

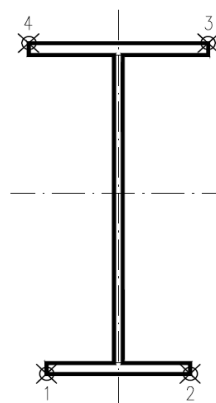
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-477157,1}{2404160,5}$	+	$\frac{-30057187,5}{438270764}$	+	$\frac{3666375,0}{254689833}$	=	0,253	1,00
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-477157,1}{2404160,5}$	+	$\frac{-30057187,5}{438270764}$	+	$\frac{-3666375,0}{254689833}$	=	0,281	0,82
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-477157,1}{2404160,5}$	+	$\frac{30057188}{438270764}$	+	$\frac{-3666375,0}{254689833}$	=	0,144	1,47
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-477157,1}{2404160,5}$	+	$\frac{30057188}{438270764}$	+	$\frac{3666375,0}{254689833}$	=	0,115	1,95

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1598954,1}{2404160,5}$	+	$\frac{-64252636}{438270764}$	+	$\frac{16457543,2}{254689833}$	=	0,747
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1598954,1}{2404160,5}$	+	$\frac{-64252636}{438270764}$	+	$\frac{-16457543,2}{254689833}$	=	0,876
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1598954,1}{2404160,5}$	+	$\frac{64252636}{438270764}$	+	$\frac{-16457543,2}{254689833}$	=	0,583
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1598954,1}{2404160,5}$	+	$\frac{64252636}{438270764}$	+	$\frac{16457543,2}{254689833}$	=	0,454

$Z_{LM71} =$ **0,82** z napětí v dolních pravých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wz p	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-10,5	0,1	0,0	0,0	-10,4	-10,4	-10,5	-0,1	0,0	0,0	-10,6	-10,6
2	-12,9	16,0	1,2	1,2	4,3	4,3	-12,9	-16,0	1,2	1,2	-27,6	-27,6
3	-3,1	1,3	2,3	2,3	0,5	0,5	-3,1	-1,3	2,3	2,3	-2,1	-2,1
4	-1,6	-1,7	-0,4	-0,4	-3,7	-3,7	-1,6	1,7	-0,4	-0,4	-0,3	-0,3
5	-0,9	-0,9	-0,2	-0,2	-2,0	-2,0	-0,9	0,9	-0,2	-0,2	-0,3	-0,3
minMy	-83,2	28,8	12,7	12,7	-41,8	-41,8	-83,2	-28,8	12,7	12,7	-99,3	-99,3

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wz p	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-22,5	0,1	0,0	0,0	-22,3	-22,3	-22,5	-0,1	0,0	0,0	-22,6	-22,6
2	-23,9	18,9	1,4	1,4	-3,5	-3,5	-23,9	-18,9	1,4	1,4	-41,4	-41,4
3	-6,3	1,7	3,0	3,0	-1,7	-1,7	-6,3	-1,7	3,0	3,0	-5,1	-5,1
4	-1,7	-1,1	-0,2	-0,2	-3,0	-3,0	-1,7	1,1	-0,2	-0,2	-0,8	-0,8
5	-1,0	-0,6	-0,1	-0,1	-1,7	-1,7	-1,0	0,6	-0,1	-0,1	-0,5	-0,5
minMy	-185,4	40,9	18,0	18,0	-126,5	-126,5	-185,4	-40,9	18,0	18,0	-208,2	-208,2

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 16 mm vč.
$f_y =$	306,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	278,7 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	278,7 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,25	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

$L =$	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,3520E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	3,1448E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,1422E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	152,5 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	91,9 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,5724E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,5724E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z		
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován		
c		c		křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,49	$\alpha =$	0,49	součinitel imperfekce
$\beta =$	1	$\beta =$	1	součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} =$	6337 mm	$L_{cr} =$	6337 mm	kritická délka
$\lambda =$	41,55	$\lambda =$	68,94	štíhlost
$\lambda_1 =$	82,22	$\lambda_1 =$	82,22	srovnávací štíhlost
$\lambda_d =$	0,505	$\lambda_d =$	0,839	poměrná štíhlost
$\phi =$	0,703	$\phi =$	1,008	
$\chi =$	0,840	$\chi =$	0,638	součinitel vzpěrnosti
$\chi =$	0,638	výsledný součinitel vzpěrnosti		

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,05	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-141,8	-0,1	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-173,7	-25,1	1,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-34,9	-1,7	1,7
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-18,3	2,2	-0,3
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-12,3	1,3	-0,2
minN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1125,1	-45,2	11,6

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-193,6	-0,2	0,0
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-206,3	-29,8	1,3
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-45,3	-2,2	2,2
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-11,9	1,4	-0,2
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-8,3	0,9	-0,1
minN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1599,0	-64,3	16,5

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

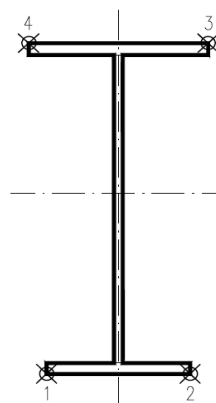
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-465441,9}{2404160,5}$	+	$\frac{-29889227,5}{438270764}$	+	$\frac{3245370,0}{254689833}$	=	0,249	1,01
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-465441,9}{2404160,5}$	+	$\frac{-29889227,5}{438270764}$	+	$\frac{-3245370,0}{254689833}$	=	0,275	0,83
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-465441,9}{2404160,5}$	+	$\frac{29889228}{438270764}$	+	$\frac{-3245370,0}{254689833}$	=	0,138	1,48
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-465441,9}{2404160,5}$	+	$\frac{29889228}{438270764}$	+	$\frac{3245370,0}{254689833}$	=	0,113	1,96

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1598954,1}{2404160,5}$	+	$\frac{-64252636}{438270764}$	+	$\frac{16457543,2}{254689833}$	=	0,747
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1598954,1}{2404160,5}$	+	$\frac{-64252636}{438270764}$	+	$\frac{-16457543,2}{254689833}$	=	0,876
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1598954,1}{2404160,5}$	+	$\frac{64252636}{438270764}$	+	$\frac{-16457543,2}{254689833}$	=	0,583
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-1598954,1}{2404160,5}$	+	$\frac{64252636}{438270764}$	+	$\frac{16457543,2}{254689833}$	=	0,454

$Z_{LM71} = 0,83$ z napětí v dolních pravých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wz p	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-10,5	0,1	0,0	0,0	-10,4	-10,4	-10,5	-0,1	0,0	0,0	-10,6	-10,6
2	-12,9	16,0	1,2	1,2	4,3	4,3	-12,9	-16,0	1,2	1,2	-27,6	-27,6
3	-2,6	1,1	1,9	1,9	0,4	0,4	-2,6	-1,1	1,9	1,9	-1,8	-1,8
4	-1,4	-1,4	-0,3	-0,3	-3,1	-3,1	-1,4	1,4	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
5	-0,9	-0,9	-0,2	-0,2	-2,0	-2,0	-0,9	0,9	-0,2	-0,2	-0,3	-0,3
minN	-83,2	28,8	12,7	12,7	-41,8	-41,8	-83,2	-28,8	12,7	12,7	-99,3	-99,3

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wz p	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-22,5	0,1	0,0	0,0	-22,3	-22,3	-22,5	-0,1	0,0	0,0	-22,6	-22,6
2	-23,9	18,9	1,4	1,4	-3,5	-3,5	-23,9	-18,9	1,4	1,4	-41,4	-41,4
3	-5,3	1,4	2,5	2,5	-1,4	-1,4	-5,3	-1,4	2,5	2,5	-4,2	-4,2
4	-1,4	-0,9	-0,2	-0,2	-2,5	-2,5	-1,4	0,9	-0,2	-0,2	-0,7	-0,7
5	-1,0	-0,6	-0,1	-0,1	-1,7	-1,7	-1,0	0,6	-0,1	-0,1	-0,5	-0,5
minN	-185,4	40,9	18,0	18,0	-126,5	-126,5	-185,4	-40,9	18,0	18,0	-208,2	-208,2

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 16 mm vč.
$f_y =$	306,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	278,7 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	278,7 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$f_u =$	476,1 MPa	charakteristická mez pevnosti
$f_{u,d} =$	432,8 MPa	návrhová mez pevnosti
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,25	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

L	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A_{net} =$	7,7600E+03 mm ²	plocha průřezu - oslabená
$A =$	8,8000E+03 mm ²	plocha průřezu - neoslabená
$I_y =$	1,9634E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	2,1621E+07 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	159,1 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	52,8 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice

Normálová únosnost

$N_{pl,Rd} =$	2452,8 kN
$N_{u,Rd} =$	3022,8 kN
$N_{Rd} =$	min (2452,8; 3022,8)
$N_{Rd} =$	2452,8 kN

$W_{y,H} =$	9,8170E+05 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	9,8170E+05 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	1,7297E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	1,7297E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	1,7297E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	1,7297E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,05	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	115,1	-0,4	-1,6
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	136,5	-26,2	-1,4
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	53,2	-0,5	-0,2
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	18,3	-2,0	-0,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	11,5	-1,0	0,0
minMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	645,5	-4,6	-1,5

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	157,2	-0,5	-2,2
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	162,1	-31,1	-1,7
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	69,2	-0,7	-0,2
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	11,9	-1,3	-0,1
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	7,7	-0,6	0,0
minMz	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	917,4	-6,6	-2,2

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

vlákna

$Z_{LM71} =$

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{408119,5}{2452800,0}$	+	$\frac{-34318375,0}{273626564}$	+	$\frac{-4202281,3}{48210899}$	=	0,046	3,13
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{408119,5}{2452800,0}$	+	$\frac{-34318375,0}{273626564}$	+	$\frac{4202281,3}{48210899}$	=	0,128	2,20
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{408119,5}{2452800,0}$	+	$\frac{34318375}{273626564}$	+	$\frac{4202281,3}{48210899}$	=	0,379	1,40
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{408119,5}{2452800,0}$	+	$\frac{34318375}{273626564}$	+	$\frac{-4202281,3}{48210899}$	=	0,205	2,26

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{917373,0}{2452800,0}$	+	$\frac{-6551751}{273626564}$	+	$\frac{-2188654,3}{48210899}$	=	0,305
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{917373,0}{2452800,0}$	+	$\frac{-6551751}{273626564}$	+	$\frac{2188654,3}{48210899}$	=	0,395
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{917373,0}{2452800,0}$	+	$\frac{6551751}{273626564}$	+	$\frac{2188654,3}{48210899}$	=	0,443
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{917373,0}{2452800,0}$	+	$\frac{6551751}{273626564}$	+	$\frac{-2188654,3}{48210899}$	=	0,353

$Z_{LM71} =$ **1,40** z napětí v horních pravých vláknech

Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wz p	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	14,8	0,4	-9,3	-9,3	5,9	5,9	14,8	-0,4	-9,3	-9,3	5,1	5,1
2	17,6	26,7	-8,3	-8,3	36,0	36,0	17,6	-26,7	-8,3	-8,3	-17,4	-17,4
3	6,9	0,6	-1,0	-1,0	6,4	6,4	6,9	-0,6	-1,0	-1,0	5,3	5,3
4	2,4	2,0	-0,8	-0,8	3,6	3,6	2,4	-2,0	-0,8	-0,8	-0,4	-0,4
5	1,5	1,0	0,0	0,0	2,5	2,5	1,5	-1,0	0,0	0,0	0,5	0,5
minMz	83,2	4,7	-8,9	-8,9	79,0	79,0	83,2	-4,7	-8,9	-8,9	69,6	69,6

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wz p	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	20,3	0,6	-12,7	-12,7	8,1	8,1	20,3	-0,6	-12,7	-12,7	7,0	7,0
2	20,9	31,7	-9,8	-9,8	42,8	42,8	20,9	-31,7	-9,8	-9,8	-20,7	-20,7
3	8,9	0,7	-1,3	-1,3	8,4	8,4	8,9	-0,7	-1,3	-1,3	6,9	6,9
4	1,5	1,3	-0,5	-0,5	2,3	2,3	1,5	-1,3	-0,5	-0,5	-0,3	-0,3
5	1,0	0,7	0,0	0,0	1,7	1,7	1,0	-0,7	0,0	0,0	0,3	0,3
minMz	118,2	6,7	-12,7	-12,7	112,2	112,2	118,2	-6,7	-12,7	-12,7	98,9	98,9

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 16 mm vč.
$f_y =$	306,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	278,7 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	278,7 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,25	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

$L =$	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,3520E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	3,1448E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,1422E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	152,5 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	91,9 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,5724E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,5724E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z		
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován		
c		c		křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,49	$\alpha =$	0,49	součinitel imperfekce
$\beta =$	1	$\beta =$	1	součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} =$	6337 mm	$L_{cr} =$	6337 mm	kritická délka
$\lambda =$	41,55	$\lambda =$	68,94	štíhlost
$\lambda_1 =$	82,22	$\lambda_1 =$	82,22	srovnávací štíhlost
$\lambda_d =$	0,505	$\lambda_d =$	0,839	poměrná štíhlost
$\phi =$	0,703	$\phi =$	1,008	
$\chi =$	0,840	$\chi =$	0,638	součinitel vzpěrnosti
$\chi =$	0,638	výsledný součinitel vzpěrnosti		

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,05	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vnitřní síly		
					charakteristické		
					N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-233,9	0,2	-3,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-97,5	11,3	-1,8
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-33,3	-0,2	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-23,2	-0,1	0,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-23,1	0,1	-0,1
minN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1594,2	-1,6	-10,3

ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	Vnitřní síly		
					návrhové		
					N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-319,4	0,2	-4,8
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-115,7	13,4	-2,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-43,3	-0,3	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-15,1	0,0	0,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-15,6	0,0	0,0
minN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-2265,7	-1,6	-14,6

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

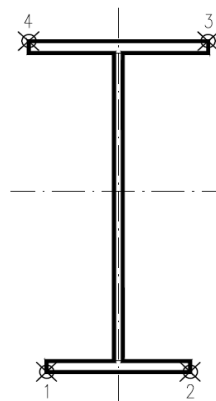
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-509103,5}{2404160,5}$	+	$\frac{13372906,3}{438270764}$	+	$\frac{-6956281,3}{254689833}$	=	0,209	0,79
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-509103,5}{2404160,5}$	+	$\frac{13372906,3}{438270764}$	+	$\frac{6956281,3}{254689833}$	=	0,154	0,95
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-509103,5}{2404160,5}$	+	$\frac{-13372906}{438270764}$	+	$\frac{6956281,3}{254689833}$	=	0,215	0,89
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-509103,5}{2404160,5}$	+	$\frac{-13372906}{438270764}$	+	$\frac{-6956281,3}{254689833}$	=	0,270	0,73

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2265683,5}{2404160,5}$	+	$\frac{-1620000}{438270764}$	+	$\frac{-14624189,9}{254689833}$	=	1,004
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2265683,5}{2404160,5}$	+	$\frac{-1620000}{438270764}$	+	$\frac{14624189,9}{254689833}$	=	0,889
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2265683,5}{2404160,5}$	+	$\frac{1620000}{438270764}$	+	$\frac{14624189,9}{254689833}$	=	0,881
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2265683,5}{2404160,5}$	+	$\frac{1620000}{438270764}$	+	$\frac{-14624189,9}{254689833}$	=	0,996

$Z_{LM71} =$ **0,73** z napětí v horních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wz p	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-17,3	-0,1	-3,9	-3,9	-21,3	-21,3	-17,3	0,1	-3,9	-3,9	-21,1	-21,1
2	-7,2	-7,2	-1,9	-1,9	-16,3	-16,3	-7,2	7,2	-1,9	-1,9	-2,0	-2,0
3	-2,5	0,1	0,0	0,0	-2,3	-2,3	-2,5	-0,1	0,0	0,0	-2,6	-2,6
4	-1,7	0,0	0,0	0,0	-1,7	-1,7	-1,7	0,0	0,0	0,0	-1,8	-1,8
5	-1,7	0,0	-0,1	-0,1	-1,8	-1,8	-1,7	0,0	-0,1	-0,1	-1,7	-1,7
minN	-117,9	1,0	-11,3	-11,3	-128,1	-128,1	-117,9	-1,0	-11,3	-11,3	-130,2	-130,2

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wz p	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-37,0	-0,1	-5,3	-5,3	-42,5	-42,5	-37,0	0,1	-5,3	-5,3	-42,2	-42,2
2	-13,4	-8,5	-2,3	-2,3	-24,3	-24,3	-13,4	8,5	-2,3	-2,3	-7,2	-7,2
3	-5,0	0,2	0,0	0,0	-4,8	-4,8	-5,0	-0,2	0,0	0,0	-5,2	-5,2
4	-1,7	0,0	0,0	0,0	-1,7	-1,7	-1,7	0,0	0,0	0,0	-1,8	-1,8
5	-1,8	0,0	0,0	0,0	-1,9	-1,9	-1,8	0,0	0,0	0,0	-1,8	-1,8
minN	-262,7	1,0	-16,0	-16,0	-277,6	-277,6	-262,7	-1,0	-16,0	-16,0	-279,7	-279,7

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI DLE PŘEDPISU SŽ S5/1

Materiálové vlastnosti

druh oceli		dle zkoušek do 16 mm vč.
$f_y =$	306,6 MPa	charakteristická mez kluzu
$f_{y,d} =$	278,7 MPa	návrhová mez kluzu
$f_{y,w,d} =$	278,7 MPa	návrhová pevnost ve smyku
$E =$	210000 MPa	modul pružnosti
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,25	
$\gamma_{M2} =$	1,30	

Geometrické vlastnosti

$L =$	6337 mm	délka prutu v rozhodujícím směru
$L_\phi =$	51,000 m	náhradní délka dle tab. 6.2 ČSN EN 1991-2
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel vypočtený
$\phi =$	1,04	dynam. součinitel dle omezení 6.4.5.2 ČSN EN 1991-2

Průřezové charakteristiky

$A =$	1,3520E+04 mm ²	plocha průřezu
$I_y =$	3,1448E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$I_z =$	1,1422E+08 mm ⁴	moment setrvačnosti
$i_y =$	152,5 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z =$	91,9 mm	poloměr setrvačnosti
$d =$	400 mm	celková výška průřezu
$z_h =$	200 mm	vzdálenost horních krajních vláken
$z_d =$	200 mm	vzdálenost dolních krajních vláken
$b_{hor} =$	250 mm	celková šířka horní pásnice
$b_{p,hor} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken horní pásnice
$b_{l,hor} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken horní pásnice
$b_{dol} =$	250 mm	celková šířka dolní pásnice
$b_{p,dol} =$	125 mm	vzdálenost pravých krajních vláken dolní pásnice
$b_{l,dol} =$	125 mm	vzdálenost levých krajních vláken dolní pásnice
$W_{y,H} =$	1,5724E+06 mm ³	svislý průřezový modul k horním vláknům
$W_{y,D} =$	1,5724E+06 mm ³	svislý průřezový modul k dolním vláknům
$W_{z,H,L} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým horním vláknům
$W_{z,D,L} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k levým dolním vláknům
$W_{z,H,P} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým horním vláknům
$W_{z,D,P} =$	9,1376E+05 mm ³	vodorovný průřezový modul k pravým dolním vláknům

Vzpěr tlačných prvků

vybočení kolmo k ose y-y		vybočení kolmo k ose z-z		
vzpěrný tlak je uvažován		vzpěrný tlak je uvažován		
c		c		křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,49	$\alpha =$	0,49	součinitel imperfekce
$\beta =$	1	$\beta =$	1	součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} =$	6337 mm	$L_{cr} =$	6337 mm	kritická délka
$\lambda =$	41,55	$\lambda =$	68,94	štíhlost
$\lambda_1 =$	82,22	$\lambda_1 =$	82,22	srovnávací štíhlost
$\lambda_{\phi} =$	0,505	$\lambda_{\phi} =$	0,839	poměrná štíhlost
$\phi =$	0,703	$\phi =$	1,008	
$\chi =$	0,840	$\chi =$	0,638	součinitel vzpěrnosti
$\chi =$	0,638	výsledný součinitel vzpěrnosti		

Ostatní součinitele

$\mu_M =$	1,05	součinitel vlivu excentricity
$\alpha =$	1,00	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi =$	0,95	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle ČSN EN 1990/A1
	1,15	přídavný součinitel vlastní tíhy

Rozhodující skupina zatížení
gr11

Kombinace zatížení dle výrazu
6.10b

					Vnitřní síly		
					charakteristické		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-233,9	0,2	-3,5
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-97,5	11,3	-1,8
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-24,6	-0,2	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-17,2	-0,1	0,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-23,1	0,1	-0,1
minN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-1594,2	-1,6	-10,3

					Vnitřní síly		
					návrhové		
ZS	Zatížení	γ_f	ψ_0	gr11	N kN	My kNm	Mz kNm
1	VI. tíha	1,3656	1	1	-319,4	0,2	-4,8
2	Ostatní stálé (nah. dlouhodobé)	1,1875	1	1	-115,7	13,4	-2,1
3	Rozjezdové a brzdné síly	1,3	1	1	-32,0	-0,2	0,0
4	Boční rázy (ostatní)	1,3	1	0,5	-11,2	0,0	0,0
5	Vítr - celkový účinek	1,35	0,5	1	-15,6	0,0	0,0
minN	Nahod. krátkodobé (vlak, vozidla)	1,3	1	1	-2265,7	-1,6	-14,6

STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{l,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}} \quad Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{l,rs}}{\eta_{l,LM71}}$$

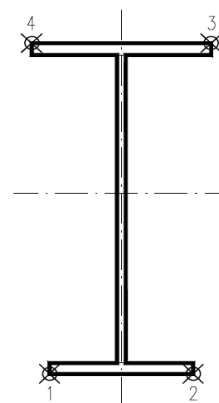
vlákna

1	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-493922,2}{2404160,5}$	+	$\frac{13455716,3}{438270764}$	+	$\frac{-6956281,3}{254689833}$	=	0,202	0,80
2	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-493922,2}{2404160,5}$	+	$\frac{13455716,3}{438270764}$	+	$\frac{6956281,3}{254689833}$	=	0,147	0,96
3	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-493922,2}{2404160,5}$	+	$\frac{-13455716}{438270764}$	+	$\frac{6956281,3}{254689833}$	=	0,209	0,90
4	$\eta_{l,rs} =$	$\frac{-493922,2}{2404160,5}$	+	$\frac{-13455716}{438270764}$	+	$\frac{-6956281,3}{254689833}$	=	0,263	0,74

$$\eta_{l,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y / \gamma_{M0}}$$

1	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2265683,5}{2404160,5}$	+	$\frac{-1620000}{438270764}$	+	$\frac{-14624189,9}{254689833}$	=	1,004
2	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2265683,5}{2404160,5}$	+	$\frac{-1620000}{438270764}$	+	$\frac{14624189,9}{254689833}$	=	0,889
3	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2265683,5}{2404160,5}$	+	$\frac{1620000}{438270764}$	+	$\frac{14624189,9}{254689833}$	=	0,881
4	$\eta_{l,LM71} =$	$\frac{-2265683,5}{2404160,5}$	+	$\frac{1620000}{438270764}$	+	$\frac{-14624189,9}{254689833}$	=	0,996

$Z_{LM71} =$ **0,74** z napětí v horních levých vláknech



Vyšetřování napětí po průřezu

	Napětí charakteristické											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-17,3	-0,1	-3,9	-3,9	-21,3	-21,3	-17,3	0,1	-3,9	-3,9	-21,1	-21,1
2	-7,2	-7,2	-1,9	-1,9	-16,3	-16,3	-7,2	7,2	-1,9	-1,9	-2,0	-2,0
3	-1,8	0,1	0,0	0,0	-1,7	-1,7	-1,8	-0,1	0,0	0,0	-1,9	-1,9
4	-1,3	0,0	0,0	0,0	-1,2	-1,2	-1,3	0,0	0,0	0,0	-1,3	-1,3
5	-1,7	0,0	-0,1	-0,1	-1,8	-1,8	-1,7	0,0	-0,1	-0,1	-1,7	-1,7
minN	-117,9	1,0	-11,3	-11,3	-128,1	-128,1	-117,9	-1,0	-11,3	-11,3	-130,2	-130,2

	Napětí návrhové											
	horní okraj						dolní okraj					
	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P	N/A	My/Wy	Mz/Wzl	Mz/Wzp	celkem L	celkem P
	σ_h MPa						σ_d MPa					
ZS												
1	-37,0	-0,1	-5,3	-5,3	-42,5	-42,5	-37,0	0,1	-5,3	-5,3	-42,2	-42,2
2	-13,4	-8,5	-2,3	-2,3	-24,3	-24,3	-13,4	8,5	-2,3	-2,3	-7,2	-7,2
3	-3,7	0,1	0,0	0,0	-3,6	-3,6	-3,7	-0,1	0,0	0,0	-3,8	-3,8
4	-1,3	0,0	0,0	0,0	-1,3	-1,3	-1,3	0,0	0,0	0,0	-1,3	-1,3
5	-1,8	0,0	0,0	0,0	-1,9	-1,9	-1,8	0,0	0,0	0,0	-1,8	-1,8
minN	-262,7	1,0	-16,0	-16,0	-277,6	-277,6	-262,7	-1,0	-16,0	-16,0	-279,7	-279,7

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa

Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Příloha č.2 - PŘEHLED ZATÍŽITELNOSTI

MOST V KM 12,884

BEROUN – RAKOVNÍK

Počet stran přílohy: 13



PŘEHLED ZATÍŽITELNOSTI ČÁSTI MOSTU

A. Identifikace mostu

TÚ: 0761 Beroun-os.n. (mimo) – Rakovník (včetně)

DÚ: 08 Nižbor – Zbečno

km 12,884

B. Identifikace části mostu

Část mostu: **nosná konstrukce** / opěra / pilíř poř. číslo: **K03** pod kolejí č. 1
(ve směru staničení)

C. Doplnující údaje části mostu

Kategorie zatížitelnosti: **C**

Výpočetní model: **Prostorový prutový**

Geometrie koleje:

Kolej v přímé

	na začátku	uprostřed	na konci
poloměr oblouku	- m	- m	- m
převýšení koleje	0 mm	0 mm	0 mm
excentricita osy koleje	-0,087 m	-0,091 m	-0,043 m

Směrná úroveň spolehlivosti $b = 3,127$; zbytková životnost 10 let (použito ve výpočtu zatížitelnosti pouze pro podélník POD 3P a diagonálu D10L).

Popis uvažovaných úlev

- Výpočet tlaku větru byl proveden s použitím korekčních součinitelů pro zatížení ve vodorovném směru.
- Použit redukovaný kombinační součinitel pro vítr $y_0 = 0,50$.
- Uvažován snížený vliv excentricity.
- Z výpočtu vyloučen výrazně odlišný vzorek materiálu (provedena redukce statistického souboru).
- Rychlost větru uvažována dle přesných hodnot z ČHMÚ pro předmětnou lokalitu.

Popis závad uvažovaných v přepočtu části mostu

- Závady nosné konstrukce K03:
- Hlavní nosníky: Bez zřejmých poruch.
- Bez koroze.
- PKO porušená na svislicích č. 18 vlevo a 6 vpravo na výztuze.
- Příčnický: Jednotlivé prvky korozně oslabené až o 1-2 mm.
- Dolní pásnice v místech napojení na hlavní nosníky místy korozně oslabené až o 2 mm.
- Polopříčnický: U podružného ložiska (na P 02 tzn. na začátku) vpravo u přípoje na podélník horní části stojiny svislá trhlina v délce 10 mm a v dolní části stojiny vodorovná trhlina v délce 20 mm.
- Podélnický: Jednotlivé prvky korozně oslabené až o 1-2 mm.
- Pravý podélník na konci nedoléhá na podružné ložisko až o 1 mm.

Dne 24 / 5 / 2023, zatížitelnost určil:

Ing. Zdeněk Lakmayer

Dne ___ / ___ / ____, do databáze zadal:

.....

strana přehledu č.1 z celkem 13



- V připojení podélníků na příčníky chybí šrouby:
 - o ve 3. otvoru u 4. příčníku na pravé vnitřní straně 1 ks
 - o ve 3. otvoru u 5. příčníku na levé vnější straně 1 ks
 - o ve 3. otvoru u 6. příčníku na levé vnější straně 1 ks
 - o ve 3. otvoru u 6. příčníku na pravé vnitřní straně 1 ks
 - o ve 3. otvoru u 8. příčníku na levé vnější straně 1 ks
 - o ve 4. otvoru u 15. příčníku na levé vnější straně 1 ks volný bez matice
 - o ve 4. otvoru u 15. příčníku na levé vnitřní + vnější straně 1 ks + na pravé straně vnější
 - o ve 4. otvoru u 16. příčníku na pravé vnitřní straně 1 ks
- Ztužení: Jednotlivé prvky korozně oslabené až o 1-2 mm – kryto nátěrem
- Bez patrných vážnějších poruch.
- Bez koroze.
- Ložiska: Podružné ložisko na O02 oslabení až 1 mm a podružné ložisko zamačkané.
- Válce k vahadlům ložisek vpravo na P02 posunutá směrem ke K02
- Válce pohyblivých ložisek na P02 a P03 promazané.
- Ložisko zatlačené směrem ke K02 jednostranně zamačklé.

Do výpočtu byly oslabením průřezů zavedeny následující závady konstrukce:

- horní pásnice běžných podélníků (průřezů POD 3P a POD 4P) oslabeny shora o 1 mm

Ostatní závady byly z hlediska výpočtu shledány jako staticky nevýznamné.

Datum zjištění technického stavu mostu:

SŽDC, s.o.:

8. 6. 2021

zpracovatelem přepočtu:

5. 12. 2022

Poznámka k části mostu či k rozhodující poloze zatížení:

.....

Dne 24 / 5 / 2023, zatížitelnost určil:

Ing. Zdeněk Lakmayer

Dne __ / __ / ____, do databáze zadal:

.....

strana přehledu č.2 z celkem 13

Příloha č.2 - PŘEHLED ZATÍŽITELNOSTI

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa



Poř. číslo	PRVEK (vč. umístění)	DETAIL	NAMÁHÁNÍ	k_i	typ	L_p	f_i	L_r	g_{LM71}	$g_{LM71,E}$	viz str.	z_{LM71}	$z_{LM71,E}$	Pozn.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Podélník POD1P v místě maximálního svislého ohybového momentu	dolní levá vlákna	Ohyb	1	S	1,09	1,93	3,99	1,30		88	1,45		B419, dx614
		interakce lokálního účinku	Ohyb + Smyk + Lokál	0,50 0,00 0,50	S S						88	1,63		
		dolní vlákna stěny	Ohyb + Smyk + Lokál		S S						88	0,78		
2	Podélník POD1P v místě maximální posouvající síly	těžiště průřezu	Smyk	1	V	1,09	1,93	3,99	1,30		89	1,81		B419, dx0
3	Podélník POD2P v místě maximálního svislého ohybového	horní levá vlákna	Ohyb	1	S	2,01	1,93	4,91	1,30		92	0,46		B418, dx1540
		interakce lokálního účinku	Ohyb + Smyk + Lokál	0,90 0,00 0,10	S S						92	0,73		
4	Podélník POD2P v místě maximální posouvající síly	těžiště průřezu	Smyk	1	V	2,01	1,93	4,91	1,30		94	1,44		B418, dx0
5	Podélník POD3P v místě maximálního svislého ohybového momentu	dolní pravá vlákna	Ohyb	1	S	4,25	1,60	7,25	1,30		98	0,49		B304, dx1592
		interakce lokálního účinku	Ohyb + Smyk + Lokál	0,86 0,00 0,14	S S						98	0,76		
		dolní vlákna stěny	Ohyb + Smyk + Lokál		S S						98	0,54		
6	Podélník POD3P v místě maximálního vodorovného ohybového momentu	dolní levá vlákna	Ohyb	1	S	4,25	1,60	7,25	1,30		99	0,71		B238, dx0
		interakce lokálního účinku	Ohyb + Smyk + Lokál	0,71 0,00 0,29	S S						99	1,03		
		dolní vlákna stěny	Ohyb + Smyk + Lokál		S S						99	1,32		
7	Podélník POD3P v místě maximální posouvající síly	těžiště průřezu	Smyk	1	V	4,25	1,60	7,25	1,30		101	0,62		B235, dx1792
8	Podélník POD4P v místě maximálního svislého ohybového momentu	dolní pravá vlákna	Ohyb	1	S	4,25	1,60	7,25	1,30		105	0,45		B312, dx1592
		interakce lokálního účinku	Ohyb + Smyk + Lokál	0,85 0,00 0,15	S S						105	0,73		
		dolní vlákna stěny	Ohyb + Smyk + Lokál		S S						105	0,52		
9	Podélník POD4P v místě maximálního vodorovného ohybového momentu	dolní pravá vlákna	Ohyb	1	S	4,25	1,60	7,25	1,30		106	0,91		B373, dx0
		interakce lokálního účinku	Ohyb + Smyk + Lokál	0,70 0,00 0,30	S S						106	1,21		
		dolní vlákna stěny	Ohyb + Smyk + Lokál		S S						106	1,36		

Dne 24 / 5 / 2023, zatížitelnost určil:

Dne __ / __ / ____, do databáze zadal:

strana přehledu č.3 z celkem 13

Ing. Zdeněk Lakmayer

.....

Příloha č.2 - PŘEHLED ZATÍŽITELNOSTI

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa



Poř. číslo	PRVEK (vč. umístění)	DETAIL	NAMÁHÁNÍ	k _i	typ	L _p	f _i	L _f	g _{2,LM71}	g _{2,LM71,E}	viz str.	z _{LM71}	z _{LM71,E}	Pozn.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
10	Podélník POD4P v místě maximální posouvající síly	těžiště průřezu	Smyk	1	V	4,25	1,60	7,25	1,30		108	0,61		B357, dx1792
11	Příčník PR S1 v místě maximálního svislého ohybového momentu	horní levá vlákna	Ohyb	1	S	2,02	1,40	11,72	1,30		112	0,51		B398, dx0
12	Příčník PR S1 v místě maximálního vodorovného ohybového momentu	horní pravá vlákna	Ohyb	1	S	2,02	1,40	11,72	1,30		113	0,50		B379, dx0
13	Příčník PR S1 v místě maximální posouvající síly	těžiště průřezu	Smyk	1	V	2,02	1,40	11,72	1,30		115	0,92		B399, dx0
14	Příčník PR S1 v místě maximální tlakové normálové síly	horní levá vlákna	Vzpěrný tlak	1	S	2,02	1,40	11,72	1,30		116	0,66		B399, dx0
15	Příčník PR S2 v místě maximálního svislého ohybového momentu	horní levá vlákna	Ohyb	1	S	2,02	1,40	11,72	1,30		120	0,53		B396, dx0
16	Příčník PR S2 v místě maximálního vodorovného ohybového momentu	horní pravá vlákna	Ohyb	1	S	2,02	1,40	11,72	1,30		121	0,40		B403, dx0
17	Příčník PR S2 v místě maximální posouvající síly	těžiště průřezu	Smyk	1	V	2,02	1,40	11,72	1,30		123	0,77		B397, dx0
18	Příčník PR S2 v místě maximální tlakové normálové síly	horní levá vlákna	Vzpěrný tlak	1	S	2,02	1,40	11,72	1,30		124	0,38		B391, dx0
19	Koncový polopříčník v místě maximálního svislého kladného ohybového momentu	horní pravá vlákna	Ohyb	1	S	3,65	2,00	3,60	1,30		127	0,57		B230, dx1850
20	Koncový polopříčník v místě maximálního vodorovného ohybového momentu	dolní levá vlákna	Ohyb	1	S	3,65	2,00	3,60	1,30		129	0,93		B463, dx0

Dne 24 / 5 / 2023, zatížitelnost určil:

Dne __ / __ / ____, do databáze zadal:

strana přehledu č.4 z celkem 13

Ing. Zdeněk Lakmayer

.....

Příloha č.2 - PŘEHLED ZATÍŽITELNOSTI

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa



Poř. číslo	PRVEK (vč. umístění)	DETAIL	NAMÁHÁNÍ	k_i	typ	L_p	f_i	L_f	g_{LM71}	$g_{LM71,E}$	viz str.	z_{LM71}	$z_{LM71,E}$	Pozn.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
21	Koncový polopříčník v místě maximální posouvající síly	těžiště průřezu	Smyk	1	V	3,65	2,00	3,60	1,30		131	0,82		B463, dx0
22	Horní pás O1 v místě maximální normálové síly a svislého ohybového momentu	horní levá vlákna	Normálové napětí	1	S	4,25	1,04	51,00	1,30		138	0,69		B7, dx4250
23	Horní pás O1 v místě maximálního vodorovného ohybového momentu	horní levá vlákna	Normálové napětí	1	S	4,25	1,04	51,00	1,30		138	1,02		B71, dx0
24	Horní pás O2 v místě maximální normálové síly a svislého ohybového momentu	horní levá vlákna	Normálové napětí	1	S	4,25	1,04	51,00	1,30		139	0,72		B16, dx4250
25	Horní pás O2 v místě maximálního vodorovného ohybového momentu	horní levá vlákna	Normálové napětí	1	S	4,25	1,04	51,00	1,30		140	1,35		B64, dx0
26	Horní pás O3 v místě maximální normálové síly a svislého ohybového momentu	horní pravá vlákna	Normálové napětí	1	S	4,25	1,04	51,00	1,30		140	0,61		B160, dx0
27	Horní pás O4 v místě maximální normálové síly	horní levá vlákna	Normálové napětí	1	S	4,25	1,04	51,00	1,30		141	0,69		B149, dx0
28	Horní pás O4 v místě maximálního svislého ohybového momentu	horní pravá vlákna	Normálové napětí	1	S	4,25	1,04	51,00	1,30		141	0,79		B113, dx0
29	Horní pás O4 v místě maximálního vodorovného ohybového momentu	dolní levá vlákna	Normálové napětí	1	S	4,25	1,04	51,00	1,30		142	0,93		B149, dx0

Dne 24 / 5 / 2023, zatížitelnost určil:

Dne __ / __ / ____, do databáze zadal:

strana přehledu č.5 z celkem 13

Ing. Zdeněk Lakmayer

.....

Příloha č.2 - PŘEHLED ZATÍŽITELNOSTI

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa



Poř. číslo	PRVEK (vč. umístění)	DETAIL	NAMÁHÁNÍ	k_i	typ	L_p	f_i	L_f	g_{LM71}	$g_{LM71,E}$	viz str.	z_{LM71}	$z_{LM71,E}$	Pozn.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
30	Horní pás O5 v místě maximální normálové síly a svislého ohybového momentu	horní levá vlákna	Normálové napětí	1	S	4,25	1,04	51,00	1,30		143	0,48		B125, dx4250
31	Horní pás O5 v místě maximálního vodorovného ohybového momentu	dolní levá vlákna	Normálové napětí	1	S	4,25	1,04	51,00	1,30		144	0,86		B125, dx0
32	Horní pás O6 v místě maximální normálové síly a svislého ohybového momentu	horní levá vlákna	Normálové napětí	1	S	4,25	1,04	51,00	1,30		145	0,72		B44, dx0
33	Horní pás O6 v místě maximálního vodorovného ohybového momentu	dolní levá vlákna	Normálové napětí	1	S	4,25	1,04	51,00	1,30		145	0,91		B40, dx0
34	Dolní pás U1 v místě maximální normálové tahové síly	horní levá vlákna	Normálové napětí	1	S	4,25	1,04	51,00	1,30		151	0,54		B165, dx0
35	Dolní pás U1 v místě maximálního svislého ohybového momentu a tahové síly	horní pravá vlákna	Normálové napětí	1	S	4,25	1,04	51,00	1,30		152	0,96		B89, dx0
36	Dolní pás U2 v místě maximální normálové tahové síly	horní levá vlákna	Normálové napětí	1	S	4,25	1,04	51,00	1,30		152	0,94		B108, dx0
37	Dolní pás U2 v místě maximálního svislého ohybového momentu a tahové síly	dolní pravá vlákna	Normálové napětí	1	S	4,25	1,04	51,00	1,30		153	0,62		B106, dx4250
38	Dolní pás U3 v místě maximální normálové tahové síly	dolní levá vlákna	Normálové napětí	1	S	4,25	1,04	51,00	1,30		154	0,75		B61, dx0
39	Dolní pás U3 v místě maximálního svislého ohybového momentu a tahové síly	dolní levá vlákna	Normálové napětí	1	S	4,25	1,04	51,00	1,30		155	0,68		B63, dx0

Dne 24 / 5 / 2023, zatížitelnost určil:

Dne ___ / ___ / ____, do databáze zadal:

strana přehledu č.6 z celkem 13

Ing. Zdeněk Lakmayer

.....

Příloha č.2 - PŘEHLED ZATÍŽITELNOSTI

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa



Poř. číslo	PRVEK (vč. umístění)	DETAIL	NAMÁHÁNÍ	k _i	typ	L _p	f _i	L _f	g _{2,LM71}	g _{2,LM71,E}	viz str.	z _{LM71}	z _{LM71,E}	Pozn.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
40	Dolní pás U4 v místě maximální normálové tlakové síly	dolní levá vlákna	Normálové napětí	1	S	4,25	1,04	51,00	1,30		155	0,86		B124, dx0
41	Dolní pás U4 v místě maximální normálové tahové síly a vodorovného ohybového momentu	horní levá vlákna	Normálové napětí	1	S	4,25	1,04	51,00	1,30		156	1,05		B114, dx0
42	Dolní pás U4 v místě maximální normálové tlakové síly a svislého ohybového momentu	dolní pravá vlákna	Normálové napětí	1	S	4,25	1,04	51,00	1,30		156	0,54		B130, dx0
43	Dolní pás U5 v místě maximální normálové tlakové síly	dolní levá vlákna	Normálové napětí	1	S	4,25	1,04	51,00	1,30		157	0,65		B45, dx0
44	Dolní pás U5 v místě normálové tlakové síly a maximálního záporného svislého ohybového momentu	dolní levá vlákna	Normálové napětí	1	S	4,25	1,04	51,00	1,30		158	0,69		B39, dx4250
45	Dolní pás U5 v místě maximální normálové tahové síly a kladného svislého ohybového momentu	dolní pravá vlákna	Normálové napětí	1	S	4,25	1,04	51,00	1,30		158	0,51		B100, dx4250
46	Dolní pás U5 v místě maximální normálové tahové síly a vodorovného ohybového momentu	horní levá vlákna	Normálové napětí	1	S	4,25	1,04	51,00	1,30		160	0,56		B154, dx0
47	Dolní pás U5 v místě normálové tahové síly a maximálního vodorovného ohybového momentu	dolní pravá vlákna	Normálové napětí	1	S	4,25	1,04	51,00	1,30		161	0,53		B163, dx4250

Dne 24 / 5 / 2023, zatížitelnost určil:

Dne ___ / ___ / ____, do databáze zadal:

strana přehledu č.7 z celkem 13

Ing. Zdeněk Lakmayer

.....

Příloha č.2 - PŘEHLED ZATÍŽITELNOSTI

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa



Poř. číslo	PRVEK (vč. umístění)	DETAIL	NAMÁHÁNÍ	k _i	typ	L _p	f _i	L _f	g _{2,LM71}	g _{2,LM71,E}	viz str.	z _{LM71}	z _{LM71,E}	Pozn.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
48	Diagonála D1P v místě maximální tlakové síly a svislého ohybového momentu	dolní pravá vlákna	Normálové napětí	1	S	6,34	1,04	51,00	1,30		173	0,34		B81, dx6337
49	Diagonála D1P v místě maximální tlakové síly a vodorovného ohybového momentu	dolní pravá vlákna	Normálové napětí	1	S	6,34	1,04	51,00	1,30		174	0,46		B8, dx0
50	Diagonála D1P v místě maximálního vodorovného ohybového momentu	horní levá vlákna	Normálové napětí	1	S	6,34	1,04	51,00	1,30		174	1,42		B81, dx6337
51	Diagonála D2P (oslabená) v místě maximální tahové síly a svislého ohybového momentu	horní pravá vlákna	Normálové napětí	1	S	6,34	1,04	51,00	1,30		175	0,81		B76, dx0
52	Diagonála D2P (oslabená) v místě maximálního vodorovného ohybového momentu	horní pravá vlákna	Normálové napětí	1	S	6,34	1,04	51,00	1,30		176	0,48		B58, dx6337
53	Diagonála D3P v místě maximální tlakové síly a svislého ohybového momentu	dolní levá vlákna	Normálové napětí	1	S	6,34	1,04	51,00	1,30		177	0,52		B73, dx6337
54	Diagonála D3P v místě maximální tlakové síly a vodorovného ohybového momentu	dolní pravá vlákna	Normálové napětí	1	S	6,34	1,04	51,00	1,30		177	0,56		B14, dx0
55	Diagonála D4 v místě maximální tlakové síly a svislého ohybového momentu	horní levá vlákna	Normálové napětí	1	S	6,34	1,04	51,00	1,30		179	0,51		B155, dx0
56	Diagonála D4 v místě maximální tahové síly a vodorovného ohybového momentu	horní pravá vlákna	Normálové napětí	1	S	6,34	1,04	51,00	1,30		179	1,21		B151, dx0

Dne 24 / 5 / 2023, zatížitelnost určil:

Dne __ / __ / ____, do databáze zadal:

strana přehledu č.8 z celkem 13

Ing. Zdeněk Lakmayer

.....

Příloha č.2 - PŘEHLED ZATÍŽITELNOSTI

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa



Poř. číslo	PRVEK (vč. umístění)	DETAIL	NAMÁHÁNÍ	k _i	typ	L _p	f _i	L _f	g _{2,LM71}	g _{2,LM71,E}	viz str.	z _{LM71}	z _{LM71,E}	Pozn.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
57	Diagonála D9P v místě maximální tahové síly a svislého ohybového momentu	dolní pravá vlákna	Normálové napětí	1	S	6,34	1,04	51,00	1,30		180	0,65		B50, dx6337
58	Diagonála D9P v místě maximálního vodorovného ohybového momentu	horní pravá vlákna	Normálové napětí	1	S	6,34	1,04	51,00	1,30		180	0,61		B50, dx6337
59	Diagonála D10P v místě maximální tlakové síly a svislého ohybového momentu	dolní levá vlákna	Normálové napětí	1	S	6,34	1,04	51,00	1,30		181	0,56		B46, dx0
60	Diagonála D10P v místě maximálního vodorovného ohybového momentu	dolní levá vlákna	Normálové napětí	1	S	6,34	1,04	51,00	1,30		182	0,74		B42, dx6337
61	Diagonála D1L v místě maximální tlakové síly	dolní levá vlákna	Normálové napětí	1	S	6,34	1,04	51,00	1,30		183	0,58		B164, dx0
62	Diagonála D1L v místě maximálního svislého ohybového momentu	horní levá vlákna	Normálové napětí	1	S	6,34	1,04	51,00	1,30		183	0,57		B93, dx0
63	Diagonála D1L v místě maximálního vodorovného ohybového momentu	horní levá vlákna	Normálové napětí	1	S	6,34	1,04	51,00	1,30		184	2,90		B93, dx0
64	Diagonála D2L (oslabená) v místě maximální tahové síly	horní pravá vlákna	Normálové napětí	1	S	6,34	1,04	51,00	1,30		184	0,70		B95, dx0
65	Diagonála D2L (oslabená) v místě maximální tahové síly a svislého ohybového momentu	dolní pravá vlákna	Normálové napětí	1	S	6,34	1,04	51,00	1,30		185	0,76		B666, dx0
66	Diagonála D2L (oslabená) v místě maximální tahové síly a vodorovného ohybového momentu	horní levá vlákna	Normálové napětí	1	S	6,34	1,04	51,00	1,30		186	0,89		B666, dx6337

Dne 24 / 5 / 2023, zatížitelnost určil:

Dne __ / __ / ____, do databáze zadal:

strana přehledu č.9 z celkem 13

Ing. Zdeněk Lakmayer

.....

Příloha č.2 - PŘEHLED ZATÍŽITELNOSTI

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa



Poř. číslo	PRVEK (vč. umístění)	DETAIL	NAMÁHÁNÍ	k_i	typ	L_p	f_i	L_f	$g_{D,LM71}$	$g_{D,LM71,E}$	viz str.	z_{LM71}	$z_{LM71,E}$	Pozn.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
67	Diagonála D3L v místě maximální tlakové síly	horní levá vlákna	Normálové napětí	1	S	6,34	1,04	51,00	1,30		186	0,65		B158, dx0
68	Diagonála D3L v místě tlakové síly a svislého ohybového momentu	horní levá vlákna	Normálové napětí	1	S	6,34	1,04	51,00	1,30		187	0,78		B99, dx0
69	Diagonála D3L v místě tlakové síly a vodorovného ohybového momentu	horní pravá vlákna	Normálové napětí	1	S	6,34	1,04	51,00	1,30		188	0,57		B158, dx6337
70	Diagonála D9L (oslabená) v místě maximální tahové síly a vodorovného ohybového momentu	horní levá vlákna	Normálové napětí	1	S	6,34	1,04	51,00	1,30		189	0,54		B123, dx6337
71	Diagonála D9L (oslabená) v místě maximální tahové síly a svislého ohybového momentu	dolní pravá vlákna	Normálové napětí	1	S	6,34	1,04	51,00	1,30		189	0,61		B123, dx0
72	Diagonála D9L (oslabená) v místě maximálního vodorovného ohybového momentu	dolní pravá vlákna	Normálové napětí	1	S	6,34	1,04	51,00	1,30		190	0,46		B123, dx0
73	Diagonála D10L v místě maximální tlakové síly a vodorovného ohybového momentu	horní levá vlákna	Normálové napětí	1	S	6,34	1,04	51,00	1,30		191	0,34		B127, dx0
74	Diagonála D10L v místě maximálního svislého ohybového momentu	dolní levá vlákna	Normálové napětí	1	S	6,34	1,04	51,00	1,30		192	0,50		B131, dx0
75	Svislice V1 v místě maximální tahové síly a svislého ohybového momentu	dolní levá vlákna	Normálové napětí	1	S	4,70	1,04	51,00	1,30		194	1,50		B43, dx0

Dne 24 / 5 / 2023, zatížitelnost určil:

Dne __ / __ / ____, do databáze zadal:

strana přehledu č.10 z celkem 13

Ing. Zdeněk Lakmayer

.....

Příloha č.2 - PŘEHLED ZATÍŽITELNOSTI

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa



Poř. číslo	PRVEK (vč. umístění)	DETAIL	NAMÁHÁNÍ	k_i	typ	L_p	f_i	L_f	g_{LM71}	$g_{LM71,E}$	viz str.	z_{LM71}	$z_{LM71,E}$	Pozn.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
76	Svislice V1 v místě maximálního vodorovného ohybového momentu	dolní pravá vlákna	Normálové napětí	1	S	4,70	1,04	51,00	1,30		194	1,36		B120, dx0
77	Hlavní nosník - průhyb	těžiště průřezu dolního pásu	Ohyb	1	S	42,50	1,03	51,00	1,00		195	1,30		B106, dx3596, 150

Po úpravě statického modelu a s uvažováním úlev:

Poř. číslo	PRVEK (vč. umístění)	DETAIL	NAMÁHÁNÍ	k_i	typ	L_p	f_i	L_f	g_{LM71}	$g_{LM71,E}$	viz str.	z_{LM71}	$z_{LM71,E}$	Pozn.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Podélník POD2P v místě maximálního svislého ohybového momentu	horní levá vlákna	Ohyb	1	S	2,01	1,93	4,91	1,30		199	0,71		B418, dx1540, ocel č. 37 dle archivní dokumentace
		interakce lokálního účinku	Ohyb + Smyk + Lokál	0,82 0,00 0,18	S S S						199	1,09		
2	Podélník POD3P v místě maximálního svislého ohybového momentu	dolní pravá vlákna	Ohyb	1	S	4,25	1,60	7,25	1,30		200	0,64		B232, dx1592, ocel č. 37 dle archivní dokumentace
		interakce lokálního účinku	Ohyb + Smyk + Lokál	0,81 0,00 0,19	S S S						200	0,98		
		dolní vlákna stěny	Ohyb + Smyk + Lokál		S S						200	0,89		
3	Podélník POD4P v místě maximálního svislého ohybového momentu	dolní pravá vlákna	Ohyb	1	S	4,25	1,60	7,25	1,30		201	0,69		B663, dx1264, ocel č. 37 dle archivní dokumentace
		interakce lokálního účinku	Ohyb + Smyk + Lokál	0,81 0,00 0,19	S S S						201	1,04		
		dolní vlákna stěny	Ohyb + Smyk + Lokál		S S						201	0,77		
4	Příčník PR S1 v místě maximálního svislého ohybového momentu	horní pravá vlákna	Ohyb	1	S	2,02	1,40	11,72	1,30		202	1,00		B398, dx0, ocel č. 52 dle zkoušek
5	Příčník PR S1 v místě maximálního vodorovného ohybového momentu	horní levá vlákna	Ohyb	1	S	2,02	1,40	11,72	1,30		202	0,77		B377, dx0, ocel č. 52 dle zkoušek
6	Příčník PR S2 v místě maximálního svislého ohybového momentu	horní pravá vlákna	Ohyb	1	S	2,02	1,40	11,72	1,30		203	1,01		B617, dx1233, ocel č. 52 dle zkoušek

Dne 24 / 5 / 2023, zatížitelnost určil:

Dne __ / __ / ____, do databáze zadal:

strana přehledu č.11 z celkem 13

Ing. Zdeněk Lakmayer

.....

Příloha č.2 - PŘEHLED ZATÍŽITELNOSTI

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa



Poř. číslo	PRVEK (vč. umístění)	DETAIL	NAMÁHÁNÍ	k _i	typ	L _p	f _i	L _f	g _{2,LM71}	g _{2,LM71,E}	viz str.	z _{LM71}	z _{LM71,E}	Pozn.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
7	Příčník PR S2 v místě maximálního vodorovného ohybového momentu	horní pravá vlákna	Ohyb	1	S	2,02	1,40	11,72	1,30		203	0,80		B381, dx0, ocel č. 52 dle zkoušek
8	Koncový polopříčník v místě maximálního svislého kladného ohybového momentu	horní levá vlákna	Ohyb	1	S	3,65	2,00	3,60	1,30		204	1,25		B230, dx1850, ocel č. 52 dle zkoušek
9	Koncový polopříčník v místě maximálního vodorovného ohybového momentu	horní levá vlákna	Ohyb	1	S	3,65	2,00	3,60	1,30		204	1,62		B462, dx0, ocel č. 52 dle zkoušek
10	Horní pás O5 v místě maximální normálové síly a svislého ohybového momentu	horní pravá vlákna	Normálové napětí	1	S	4,25	1,04	51,00	1,30		205	1,15		B129, dx0, ocel č. 52 dle zkoušek
11	Dolní pás U5 v místě normálové tahové síly a maximálního svislého ohybového momentu	horní levá vlákna	Normálové napětí	1	S	4,25	1,04	51,00	1,30		205	1,16		B98, dx0, ocel č. 52 dle zkoušek
12	Diagonála D1P v místě maximální tlakové síly a svislého ohybového momentu	dolní pravá vlákna	Normálové napětí	1	S	6,34	1,04	51,00	1,30		206	0,83		B8, dx0, ocel č. 52 dle zkoušek
13	Diagonála D2P (oslabená) v místě maximálního vodorovného ohybového momentu	horní pravá vlákna	Normálové napětí	1	S	6,34	1,04	51,00	1,30		206	1,40		B58, dx6337, ocel č. 52 dle zkoušek
14	Diagonála D10L v místě maximální tlakové síly a vodorovného ohybového momentu	horní levá vlákna	Normálové napětí	1	S	6,34	1,04	51,00	1,30		207	0,74		B127, dx0, ocel č. 52 dle zkoušek

Dne 24 / 5 / 2023, zatížitelnost určil:

Dne __ / __ / ____, do databáze zadal:

strana přehledu č.12 z celkem 13

Ing. Zdeněk Lakmayer

.....

Příloha č.2 - PŘEHLED ZATÍŽITELNOSTI

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa



Poř. číslo	PRVEK (vč. umístění)	DETAIL	NAMÁHÁNÍ	k _i	typ	L _p	f _i	L _f	g _{2,LM71}	g _{2,LM71,E}	viz str.	z _{LM71}	z _{LM71,E}	Pozn.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
15	Podélník POD3P v místě maximálního svislého ohybového momentu	dolní pravá vlákna	Ohyb	1	S	4,25	1,60	7,25	1,24		226	0,66		B232, dx 1592, zbytková životnost 10 let
		interakce lokálního účinku	Ohyb + Smyk + Lokál	0,81 0,00 0,19	S S S						227	1,01		
		dolní vlákna stěny	Ohyb + Smyk + Lokál		S S						229	0,91		
16	Diagonála D10L v místě maximální tlakové síly a vodorovného ohybového momentu	horní levá vlákna	Normálové napětí	1	S	6,34	1,04	51,00	1,24		238	0,77		B127, dx0, zbytková životnost 10 let



Dne 24 / 5 / 2023, zatížitelnost určil:

Dne ___ / ___ / ____, do databáze zadal:

strana přehledu č.13 z celkem 13

Ing. Zdeněk Lakmayer

.....

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa

Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Příloha č.3 - STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM

11 / 2022

Ústav stavebního zkušebnictví, s.r.o.

Počet stran přílohy: 31



Ústav stavebního zkušebnictví, s.r.o.
J. Potůčka 115, 530 09 Pardubice - Trnová, tel. 602729615

Výtisk č.:

Ing. Ivan Šír, projektování
dopravních staveb a.s.
Haškova 1714/3
500 03 Hradec Králové

ZPRÁVA 2022/279

STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM



Identifikační údaje:

Objednavatel zkoušky: Ing. Ivan Šír, projektování dopravních staveb a.s.
Pokyn pro provedení zkoušky: objednávka číslo 22NA01\I00000049
Akce: Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa
Objekt: železniční most v km 12,884 trati Beroun - Rakovník
Ohledávaná část objektu: nosná konstrukce

1. Zadání:

1.1. Úvod:

Dne 14.11.2022 bylo na železničním mostě v km 12,884 na trati Beroun - Rakovník provedeno ohledání nosné konstrukce.

Ohledání bylo provedeno za účelem zjištění mechanicko - fyzikálních charakteristik použitých materiálů.

1.2. Použité podklady:

ČSN 73 0038 –Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí

ČSN 73 2604 Ocelové konstrukce - Kontrola a údržba ocelových konstrukcí pozemních a inženýrských staveb

ČSN EN 10025-2 Výrobky válcované za tepla z konstrukčních ocelí - Část 2:

Technické

dodací podmínky pro nelegované konstrukční oceli

ČSN EN ISO 9223 Koroze kovů a slitin - Korozní agresivita atmosfér - Klasifikace, stanovení a odhad

ČSN EN 10002-1 – Kovové materiály – Zkoušení tahem – Část 1:Zkušební metoda za okolní teploty

Archivní dokumentace mostu

výsledky vlastního ohledání

1.3. Použité zkušební a měřicí zařízení:

úhlová bruska

ocelové měřítko

posuvné měřítko

zkušební lis ZDM 40

Emisní spektrometr Tasman Q4, Bruker

Tvrdoměr Pen Hardness Tester HUATEC RHL – 110D

Pásová pila ARG 105 mobil

Automatická bruska SAPHIR 250 A1-ECO

Digitální mikroskop Keyence VHX 5000

1.4. Podmínky zkoušení:

Stav konstrukce byl zjišťován detailním ohledáním.

Pro stanovení meze pevnosti a meze kluzu oceli ocelových konstrukcí byly provedeny destruktivní zkoušky na odebraných vzorcích z konstrukce.

Místa odběru zkušebních vzorků byla dopředu zvolena statikem objednatele.

Označení opěr (pravá, levá) je orientováno ve směru vodního toku řeky Berounky.

2. Ohledání:

Nosná konstrukce je řešena ocelovou spojitou trámovou svařovanou příhradovou konstrukcí s třecími spoji uloženou přes ocelová vahadlová ložiska na železobetonové pilíře a opěru.

Protikorozní ochrana ocelové konstrukce mostu je bez viditelných poruch. Na mnoha místech bylo novou protikorozní ochranou překryto stávající zeslabení konstrukcí korozí.

Stávající zeslabení oceli podélníků a příčníků korozí je až o 1 až 2 mm, u dolních pásnic příčníků místy až o 2 mm, vše je překryto novým nátěrem protikorozní ochrany konstrukce.

Pro mechanicko–fyzikální zkoušky použitých materiálů byly odebrány vzorky oceli ze svislých plechů spojení příčniku a svislé části podélníků 7, 12 a 13. Konstrukce nebyla po provedení odběru vzorku opravena a bude nutné ji vhodným způsobem opravit.

3. Mechanicko- fyzikální vlastnosti materiálů:

3.1 Pevnost oceli:

Č. vzorku	1P 13S/1	1P 13S/2	1P 13S/3	2L 12S/1	2L 12S/2	2L 12S/3
Mez kluzu (MPa)	391,8	387,3	371,0	327,9	335,3	333,6
Mez pevnosti (MPa)	539,0	540,4	528,7	507,5	489,7	492,8
Č. vzorku	3P 7S/1	3P 7S/2	3P 7S/3			
Mez kluzu (MPa)	233,3	241,0	233,8			
Mez pevnosti (MPa)	368,0	371,8	354,2			

Podrobné výsledky jsou uvedeny v zprávě č. 2022/280.

3.2 Chemické složení oceli:

Chemické složení základního materiálu (hmot. %)

vzorek	C	Si	Mn	P	S
1	0,107	0,509	1,111	0,011	0,016
2	0,135	0,468	1,217	0,015	0,026
3	0,095	0,013	0,340	0,0100	0,010
Ocel 11 523	max. 0,20	max. 1,60	max. 0,55	0,040	0,045

Použitá ocel svým chemickým složením odpovídá třídě oceli 11523 (S355).

Podrobné výsledky měření jsou uvedeny v protokolu 1008-3/16/2022.

3.3 Nedestruktivní měření tvrdosti oceli:

Tvrdost materiálu HV:

Vzorek číslo:	Počet měření:	Průměr:
1	10	362
2	10	384
3	10	343

Podrobné výsledky nedestruktivního měření tvrdosti oceli jsou uvedeny v protokolu 1008-3/16/2022.

3.4 Metalografie:

Všechny vzorky mají relativně stejnou strukturu. Jedná se o běžnou feriticko-perlitickou strukturu. Struktura je výrazně řádkovaná – vliv válcování oceli. Vzorky 2-1B a 2-2B mají výrazně jemnější zrna a nejvýraznější řádkování ve srovnání se vzorkem 2-3B.

Podrobné výsledky a obrazy metalografických výbrusu jsou uvedeny v protokolu 1008-3/16/2022.

4. Závěr a doporučení:

Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí mostu je bez viditelných poruch.

Mez pevnosti použité oceli ocelové konstrukce se pohybuje od 354 do 540 MPa.

Mechanickými vlastnostmi z tahových zkoušek odpovídá použitá ocel oceli S235 a S355.

Chemickým složením odpovídá použitá ocel oceli 11 523 (S355).

Metalografické zkoušky prokázaly stabilní výsledky s výrazně řádkovanou feriticko-perlitickou strukturou.

Zkoušku provedl: Darius, Suk
Zprávu zpracoval: Darius

Pavel Sláma
technický vedoucí

V Pardubicích 12.12.2022

počet výtisků: 3x Objednatel
1x ÚSZ

přílohy:

- Zpráva číslo 2022/280
- Protokol číslo 1008-3/16/2022
- Fotodokumentace

**ZPRÁVA č. 2022/280**

počet stran: 3

strana: 1 z 3

výtisk č.:

**KOVOVÉ MATERIÁLY - ZKOUŠKA TAHEM
ZA OKOLNÍ TEPLITY**

Objednatel zkoušky: **Ing. Ivan Šír, projektování staveb a.s., Haškova 1714/3,
500 02 Hradec Králové**

Smluvní vztah: objednávka číslo 22NA01\00000049 ze dne 11.10.2022

Stavba: Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ HRK – I. etapa

Objekt: železniční most v km 12,884 trati Beroun - Rakovník

Konstrukce: viz. tabulka

Výrobce: -

Výrobna: -

Označení materiálu: S 235 a S355

Identifikace zkušební tyče: viz tabulka

Typ zkušební tyče: výřez z ocelových svařenců vyjmutých z konstrukce mostu

Zkušební vzorky odebral: ÚSZ Darius, Suk

Umístění a směr odebrání zkušebního vzorku: neuvedeno

Datum dodání vzorků do laboratoře: 14.11.2022 Výřez vzorků provedl: ÚSZ Suk

Datum zkoušení vzorků: 7.12.2022

Použitá zkušební metoda: ČSN EN 10 002-1 Výřez tyčí převzal: ÚSZ Michek

Zjištěné výsledky:

Tabulka č.1

	1P 13S/1	1P 13S/2	1P 13S/3
Průměr tyče - d (mm)	-	-	-
Plocha tyče - S _o (mm ²)	395,39	410,74	415,34
Délka tyče - L _o (mm)	194,58	194,52	194,23
L _r (mm)	194,58	194,52	194,23
L _e (mm)	-	-	-
Délka tyče po přetržení - L _u (mm)	230,0	229,0	232,0
Tažnost - A (%)	15,4	15,1	16,3
Největší zatížení - F _m (N)	213100	217100	219600
Zatížení při počátku tečení - F _{eh} (N)	154900	155600	154100
Horní mez kluzu - R _{eh} (N/mm ²)	391,8	387,3	371,0
Pevnost v tahu - R _m (N/mm ²)	539,0	540,4	528,7
Smluvní mez kluzu - R _p (N/mm ²)	-	-	-
Část konstrukce	13 příčníc - svislý plech spojení příčnící a svislé části podélníku	13 příčníc - svislý plech spojení příčnící a svislé části podélníku	13 příčníc - svislý plech spojení příčnící a svislé části podélníku



ZPRÁVA č. 2022/258

počet stran: 2

strana: 2 z 2

výtisk č.:

Tabulka č. 1 - pokračování

	2L 12S/1	2L 12S/2	2L 12S/3
Průměr tyče - d (mm)	-	-	-
Plocha tyče - S _o (mm ²)	504,05	432,74	431,00
Délka tyče - L _o (mm)	200,20	200,01	199,01
L _f (mm)	200,20	200,01	199,01
L _e (mm)	-	-	-
Délka tyče po přetržení - L _u (mm)	240,0	239,0	233,0
Tažnost - A (%)	16,6	16,3	14,6
Největší zatížení - F _m (N)	255800	211900	212400
Zatížení při počátku tečení - F _{eh} (N)	165300	145100	143800
Horní mez kluzu - R _{eh} (N/mm ²)	327,9	335,3	333,6
Pevnost v tahu - R _m (N/mm ²)	507,5	489,7	492,8
Smluvní mez kluzu - R _p (N/mm ²)	-	-	-
Část konstrukce	12 příčnick - svislý plech spojení příčnicku a svislé části podélníku	12 příčnick - svislý plech spojení příčnicku a svislé části podélníku	12 příčnick - svislý plech spojení příčnicku a svislé části podélníku

Tabulka č. 1 - pokračování

	3P 7S/1	3P 7S/2	3P 7S/3
Průměr tyče - d (mm)	-	-	-
Plocha tyče - S _o (mm ²)	342,91	379,46	445,18
Délka tyče - L _o (mm)	205,53	205,26	205,57
L _f (mm)	205,53	205,26	205,57
L _e (mm)	-	-	-
Délka tyče po přetržení - L _u (mm)	246,0	252,0	247,0
Tažnost - A (%)	16,5	18,5	16,8
Největší zatížení - F _m (N)	126200	141100	157700
Zatížení při počátku tečení - F _{eh} (N)	80010	91450	104100
Horní mez kluzu - R _{eh} (N/mm ²)	233,3	241,0	233,8
Pevnost v tahu - R _m (N/mm ²)	368,0	371,8	354,2
Smluvní mez kluzu - R _p (N/mm ²)	-	-	-
Část konstrukce	7 příčnick - svislý plech spojení příčnicku a svislé části podélníku	7 příčnick - svislý plech spojení příčnicku a svislé části podélníku	7 příčnick - svislý plech spojení příčnicku a svislé části podélníku

Zkoušku provedl: Darius, Suk

Poznámka: okolní teplota vzduchu 21°C

Výsledky se týkají pouze zkoušených vzorků. Zpráva nesmí být reprodukována bez písemného souhlasu zkušební laboratoře jinak než jako celek.

Příloha:

- poloha míst odběru zkušebních vzorků
- fotodokumentace míst odběru zkušebních vzorků
- fotodokumentace vzorků před a po zkoušce

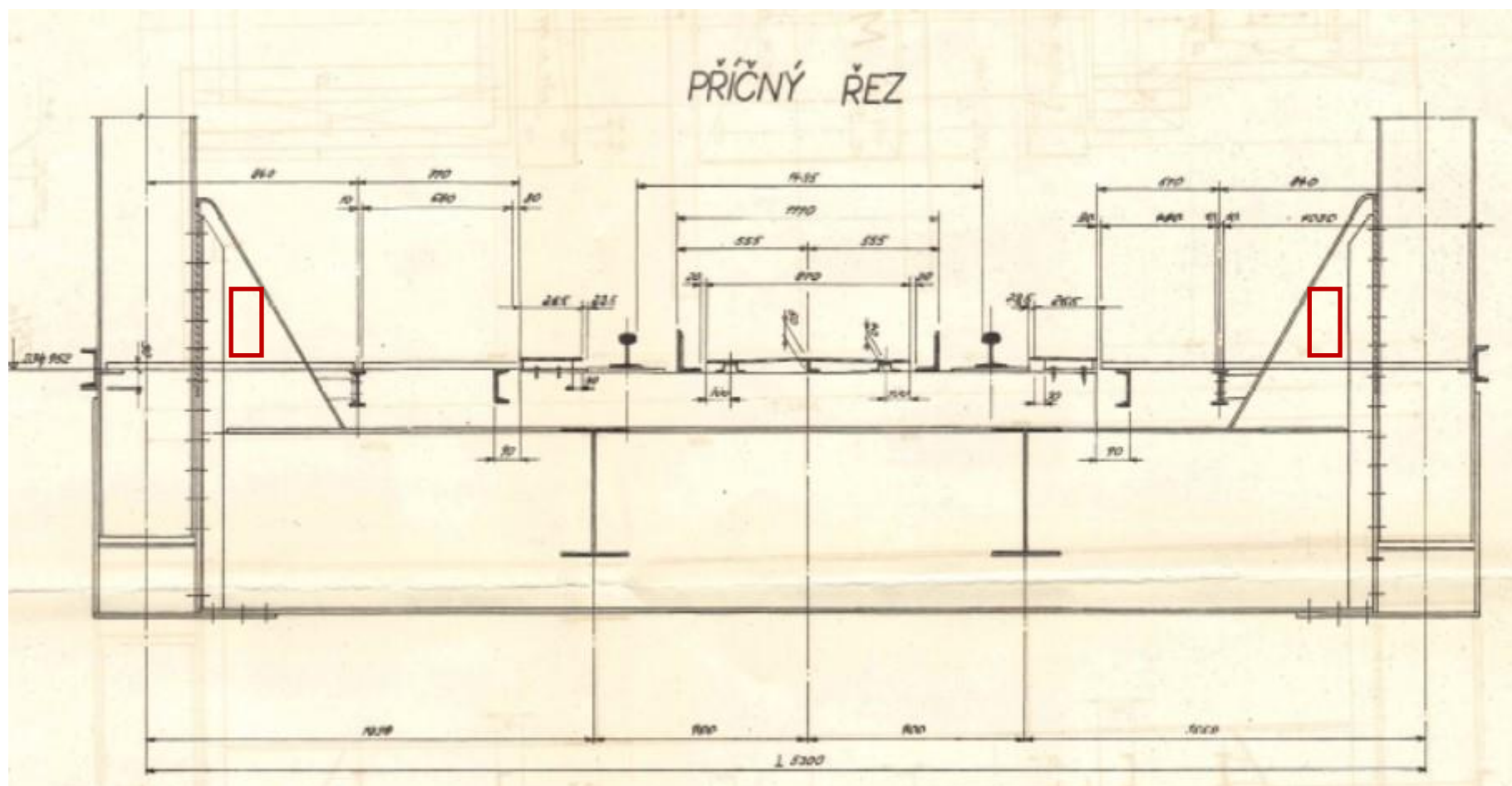
Datum: 12.12.2022

Jiří Kudrna
vedoucí zkušební laboratoře

R: výtisk č. 1,2,3 - objednatel
výtisk č. 4 - ÚSZ Pardubice

konec zprávy

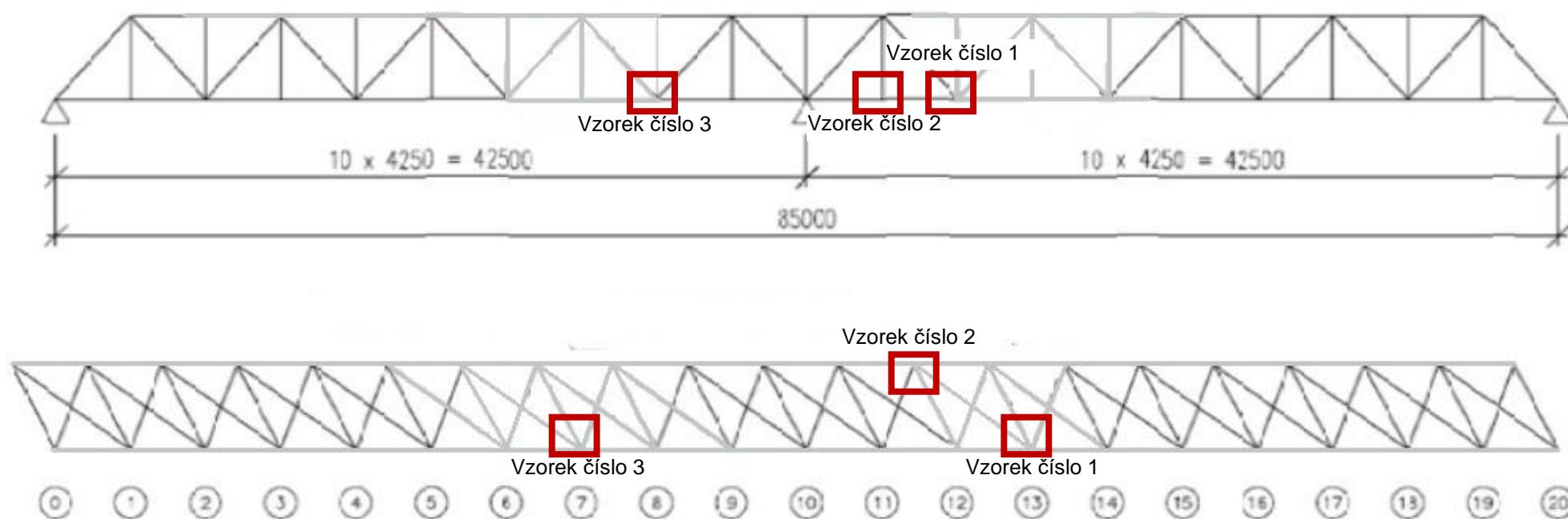
Poloha míst odběru zkušebních vzorků



Poloha míst odběru zkušebních vzorků

← **BEROUN**

RAKOVNÍK →



Fotodokumentace míst odběru zkušebních vzorků

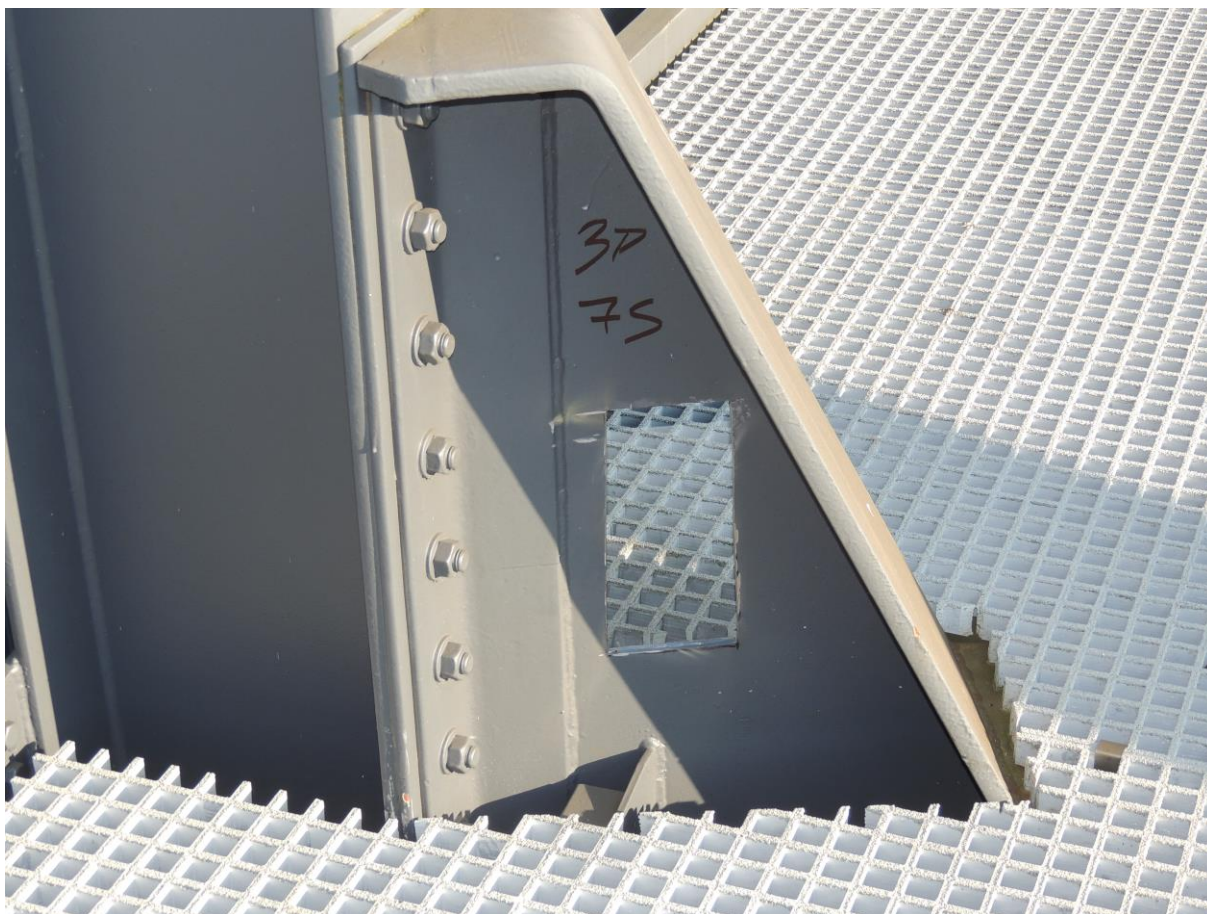


Místo odběru vzorku číslo 1



Místo odběru vzorku číslo 2

Fotodokumentace míst odběru zkušebních vzorků



Místo odběru vzorku číslo 3



Odebrané vzorky oceli

Fotodokumentace vzorků před zkouškou



Fotodokumentace vzorků po zkoušce



Fotodokumentace vzorků po zkoušce





Pohled na most z pravého břehu řeky Berounky



Pohled na most z levého břehu řeky Berounky



Pohled na most ve směru vodního toku řeky Berounky



Místo odběru vzorku číslo 1P 13S ze svislého plechu spojení příčnicku a svislé části podélníku



Místo odběru vzorku číslo 1P 13S ze svislého plechu spojení příčnicku a svislé části podélníku



Místo odběru vzorku číslo 2L 12S ze svislého plechu spojení příčnicku a svislé části podélníku



Místo odběru vzorku číslo 2L 12S ze svislého plechu spojení příčnicku a svislé části podélníku



Místo odběru vzorku číslo 3P 7S ze svislého plechu spojení příčnicku a svislé části podélníku



Místo odběru vzorku číslo 3P 7S ze svislého plechu spojení příčnicku a svislé části podélníku



Odebrané vzorky oceli



S. r. o.

Výzkumná, zkušební, inspekční, poradenská a znalecká činnost
v oboru koroze a protikorozní ochrana

170 00 Praha 7 - Holešovice, U Měšťanského pivovaru 934/4

www.svuom.cz

Analýza vzorků oceli

Protokol 1008-3/16/2022

Zadavatel: Ústav stavebního zkušebnictví s.r.o.
Jiřího Potůčka 115
530 09 Pardubice

Objednávka: ze dne 15.11.2022

Zpracoval: Ing. Kateřina Kreislová, Ph.D.
Ing. Markéta Vlachová

Počet listů: 7

Počet kopií: 3

V Praze dne 30. 11. 2022



Výsledky hodnocení a zkoušek se vztahují pouze ke zkoušenému vzorku (materiálu, výrobku, prostředí, povrchové úpravy, atd.) Bez písemného souhlasu zpracovatele nesmí být zpráva reprodukována jinak než celá.

IČO: 25794787
DIČ: CZ25794787

KB Praha 7
č.ú. 3636530297/0100

Telefon
220809981

E-mail
info@svuom.cz

www.svuom.cz
yvj5n3r

Firma je zapsána do obchodního rejstříku vedeného Městským soudem v Praze, oddíl C, vložka 70913

Specifikace vzorků: části mostní konstrukce – vzorky označené 2-1B až 2-3B - Obrázek 1

vzorek 2-1B – 1P 13S, cca 120 x 50 x 10 mm,
vzorek 2-2B – 2L 12S, cca 130 x 60 x 10 mm,
vzorek 2-3B – 3P 7S, cca 120 x 50 x 10 mm,



Obrázek 1 – Dodané vzorky

Zkušební postup: Z povrchu dodaných vzorků byla odstraněna vrstva povrchové úpravy nátěru a metalizace – měření se provádí na ocelovém povrchu.

Analýzy chemického složení oceli byly provedeny na optickém emisním spektrometru Tasman Q4, Bruker, Německo.

Měření tvrdosti bylo provedeno přístrojem Pen Hardness Tester HUATEC RHL-110D s vtiskem kuličky o průměru 3 mm o rázové energii 11 mJ. Měření bylo provedeno s užitím stupnice Vickers (HV).

Z dodaných vzorků byly zhotoveny podélné metalografické výbrusy, na kterých byla hodnocena struktura materiálu na optickém Povrchu výbrusu byl leptán pro zvýraznění struktury.

Výsledky:

Výsledky analýzy vzorků jsou uvedeny v Tabulce 1 (vybrané prvky) a v Příloze 1. Jako ocel konstrukční jemnozrnná, na mostní a jiné svařované konstrukce se obvykle používá ocel 11 523 – viz Tabulka 2. Složení všech dodaných vzorků odpovídá tomuto složení.

Tabulka 2 – Složení oceli podle ČSN 11 523 (hmot. %)

C	Mn	Si	P	S
max 0,20	max 1,60	max 0,55	0,040	0,045

Výsledky měření tvrdosti jsou uvedeny v Tabulce 3.

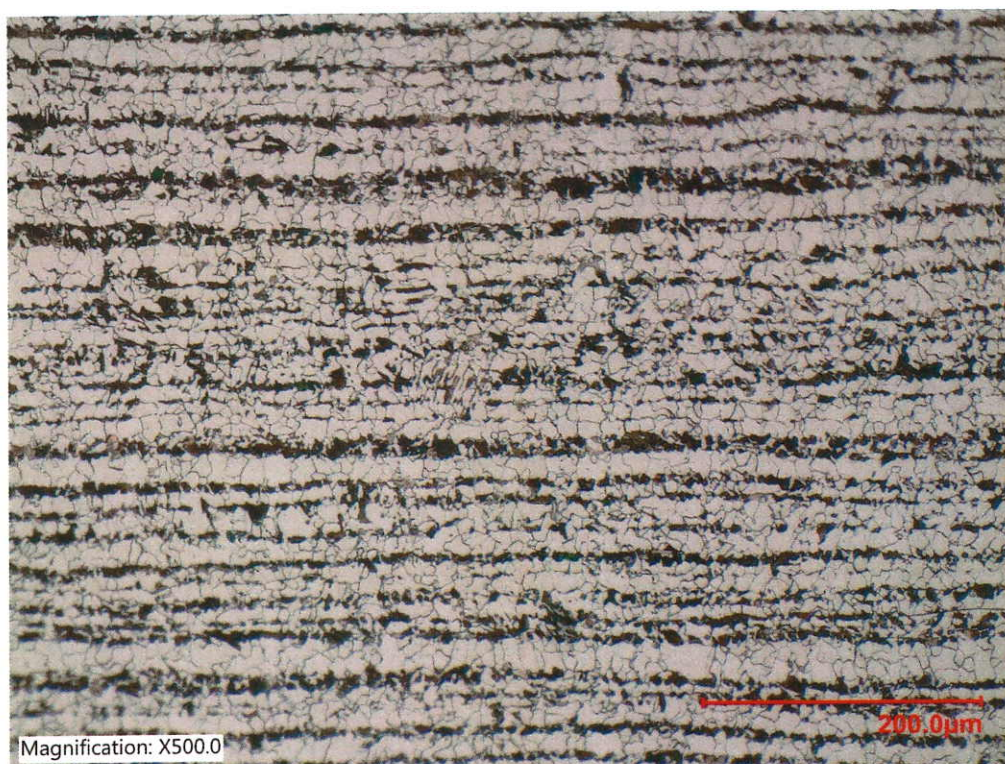
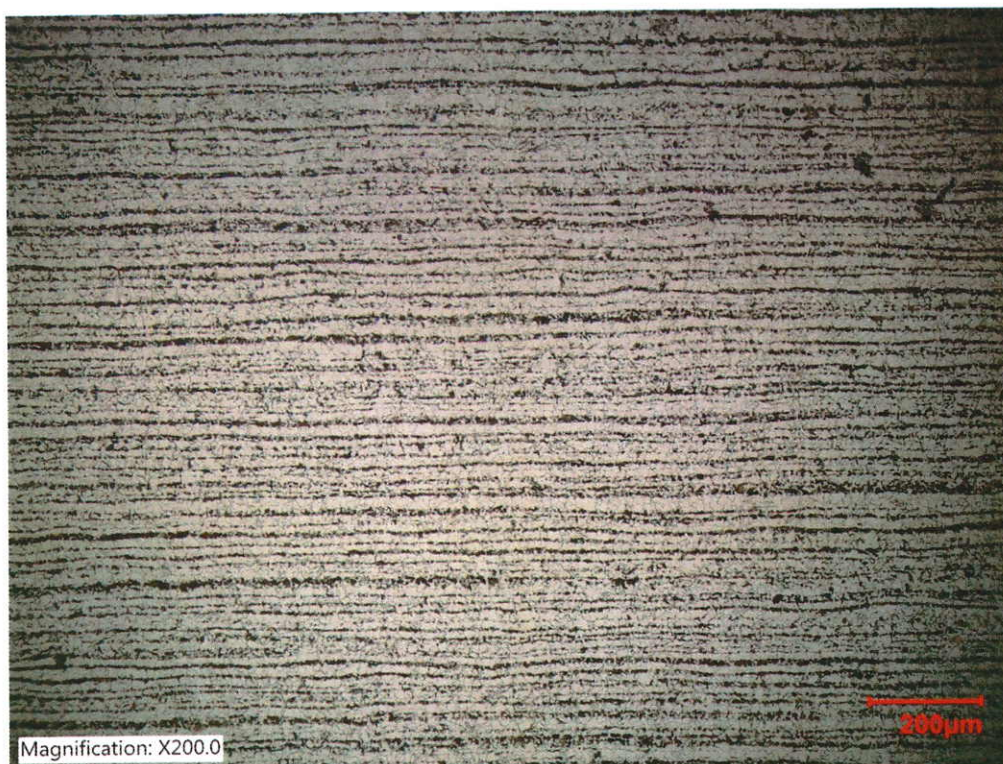
Tabulka 3 – Tvrdost materiálu HV

vzorek	počet měření	průměr
2-1B	10	362
2-2B	10	384
2-3B	10	343

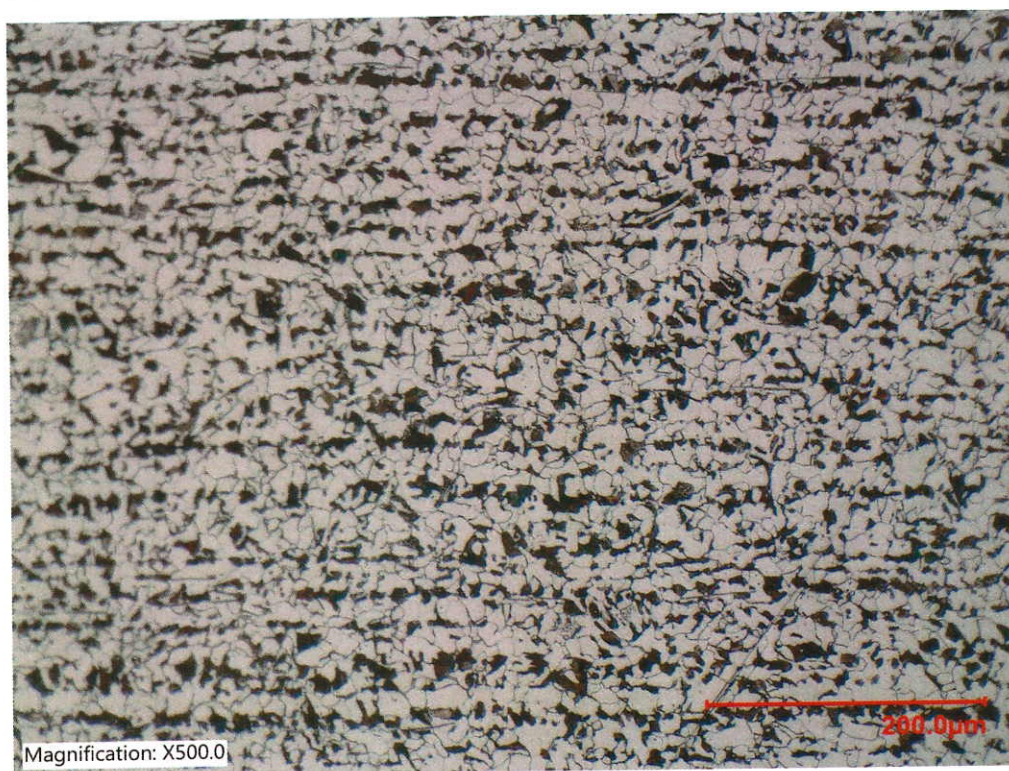
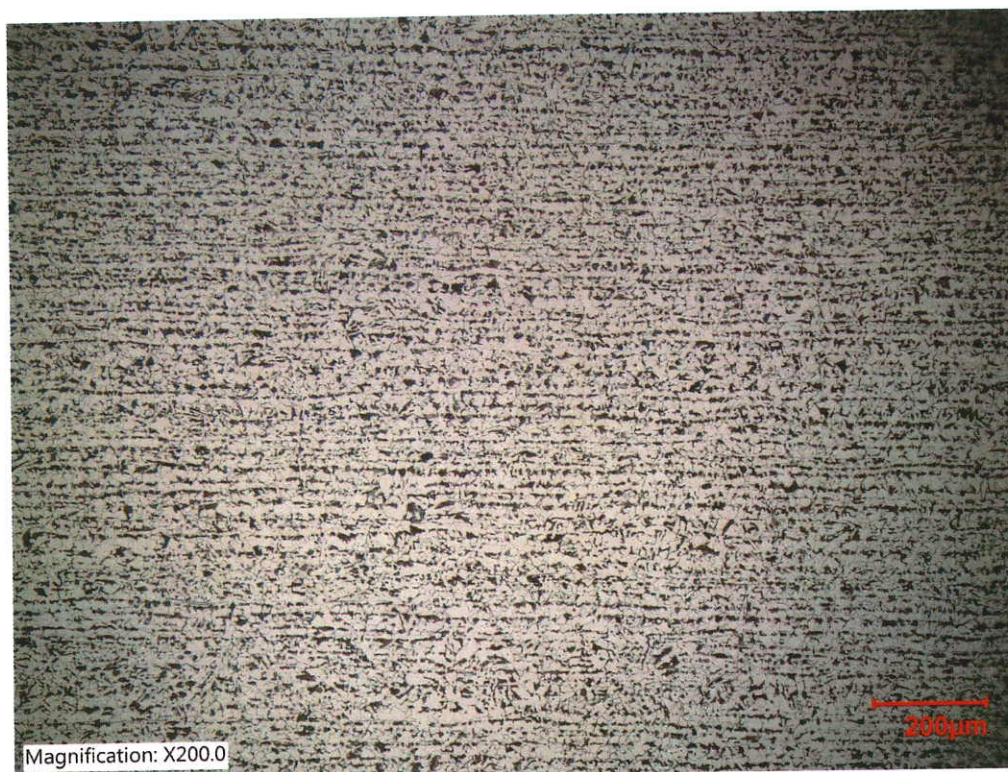
Metalografické výbrusy jsou na Obrázku 2. Všechny vzorky mají relativně stejnou strukturu. Jedná se o běžnou feriticko-perlitickou strukturu. Struktura je výrazně řádkovaná – vliv válcování oceli. Vzorky 2-1B a 2-2B mají výrazně jemnější zrna a nejvýraznější řádkování ve srovnání s vzorkem 2-3B.

Tabulka 1 – Chemické složení vzorků (hmot. %)

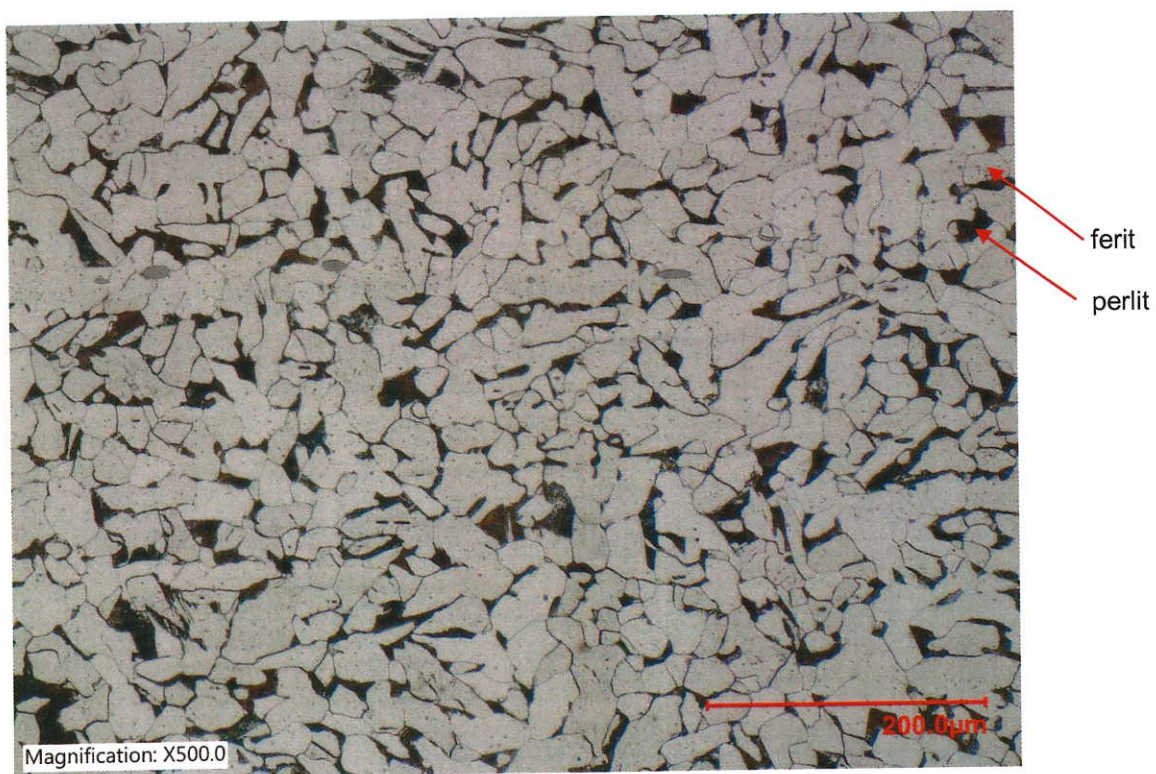
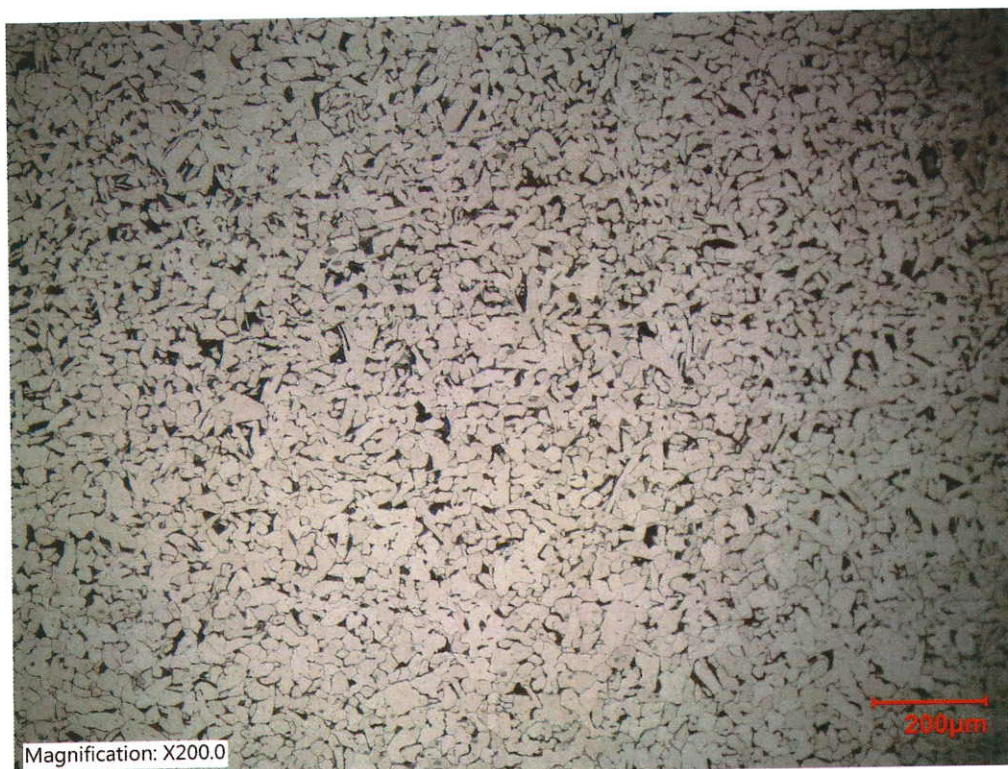
vzorek	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu	Al	As	Nb	Sn	N	Fe
2-1B	0,107	0,509	1,111	0,011	0,016	0,398	0,0077	0,080	0,070	0,013	0,013	0,0078	0,011	0,018	97,53
2-2B	0,135	0,468	1,217	0,015	0,026	0,040	0,0037	0,019	0,055	0,0095	0,015	0,0089	0,0095	0,018	97,94
2-3B	0,095	0,013	0,340	0,0100	0,010	0,062	0,0027	0,018	0,046	0,011	0,0094	0,0086	0,0094	0,029	99,32



Obrázek 2a – Struktura oceli vzorku 2-1B



Obrázek 2b – Struktura oceli vzorku 2-2B



Obrázek 2c – Struktura oceli vzorku 2-3B

Měření tvrdosti oceli na mostní konstrukci

Protokol 1038/16/2022

Zadavatel: Ústav stavebního zkušebnictví s.r.o.
Jiřího Potůčka 115
530 09 Pardubice

Objednávka: ze dne 24.7.2023

Zpracoval: Ing. Kateřina Kreislová, Ph.D.
Ing. Hana Geiplová

Počet listů: 5 + Příloha

Počet kopií: 3

V Praze dne 7. 8. 2023

Výsledky hodnocení a zkoušek se vztahují pouze ke zkoušenému vzorku (materiálu, výrobku, prostředí, povrchové úpravy, atd.) Bez písemného souhlasu zpracovatele nesmí být zpráva reprodukována jinak než celá.

IČO: 25794787
DIČ: CZ25794787

KB Praha 7
č.ú. 3636530297/0100

Telefon
220809981

E-mail
info@svuom.cz

www.svuom.cz
yjb5n3r

Specifikace vzorků: mostní konstrukce –příhradový železniční most přes řeku Berounku v katastru obce Žloukovice, 12,884 km trati - Obrázek 1



Obrázek 1 – Mostní konstrukce

Zkušební postup:

Z povrchu jednotlivých konstrukčních prvků byla mechanicky odstraněna vrstva povrchové úpravy nátěrem – měření se provádí na ocelovém povrchu – Obrázek 2. Drsnost povrchu byla cca $4\text{ }\mu\text{m}$ (minimální vhodná drsnost $Ra\ 6,3$).

Měření tvrdosti bylo provedeno tvrdoměrem Pen Hardness Tester HUATEC RHL-110D s vtiskem kuličky o průměru 3 mm o rázové energii 11 mJ metodou měření tvrdosti Leeb. Tato metoda je vhodná pro měření silných a těžkých dílů (výkovky, velké odlitky, stacionární stroje, komponenty). Mezi další výhodu patří malé nároky na drsnost a kvalitu povrchu. Měření je prováděno pomocí tvrzené kuličky vystřelené směrem k testovanému objektu. Na povrch naráží definovanou rychlostí, resp. kinetickou energií. Nárazem vzniká deformace povrchu, díky které vnikací tělísko ztrácí část své energie. Ztráta energie je tím větší, čím větší je deformace, tedy čím je materiál měkčí. Jako vnikací tělísko se používá kulička ze slinutých karbidů, popř. u velmi tvrdých materiálů kulička diamantová, která je vystřelena k testovanému povrchu pružinou. Rychlosti kuličky před a po dopadu jsou obě měřeny nekontaktně. V pouzdru vnikacího tělíska je proto umístěn permanentní magnet, který indukuje napětí při průchodu cívkou umístěnou ve spodní části sondy. Toto indukované napětí je úměrné rychlosti. Minimální tloušťka měřeného dílu cca 5 - 15 mm. Minimální doporučená hmotnost je cca 5 kg.

Měření bylo provedeno s užitím stupnice Vickers (HV). Na každém měřeném místě bylo provedeno 10 měření.



Obrázek 2: Plocha měření

Výsledky:

Výsledky měření tvrdosti oceli na jednotlivých místech konstrukce jsou uvedeny v Tabulce 1 (souhrnné výsledky) a v Příloze 1.

Konstrukční prvky typu svislic, diagonál, příčníků atd. jsou svařované H prvky, kde mohou být jednotlivé části, tj. pásnice a stěny z rozdílných plechů. Orientačně bylo na místech 6 a 7 provedeno měření na jednotlivých plochách – Obrázek 3.

Tabulka 1 – Výsledky měření tvrdosti (HV)

místo měření	plocha		průměr	minimum	maximum
1	svislice	pásnice	161	141	182
2	diagonála	pásnice	163	151	184
3	svislice	pásnice	155	143	170
4	diagonála	pásnice	153	147	165
5	svislice	pásnice	159	149	170
6 - 1	diagonála	stěna	130	118	136
6 - 2	diagonála	Stěna	133	128	140
6 - 3	diagonála	pásnice	168	158	182
7 - 1	svislice	stěna	153	140	161
7 - 2	svislice	pásnice	157	142	165
8	dolní pásnice	pásnice	177	160	183
9	diagonála	pásnice	171	160	183
10	dolní pásnice	pásnice	168	167	176
11	dolní pásnice	pásnice	134	158	174
12	dolní pásnice	pásnice	172	129	139
13	příčník	pásnice	155	156	182
14	podélník	pásnice	155	144	170
15	příčník	pásnice	173	145	167
16	podélník	pásnice	176	161	188
17	příčník	pásnice	151	160	184
18	podélník	pásnice	149	145	159
19	příčník	pásnice	155	142	155
20	podélník	pásnice	152	145	169
21	horní pásnice	pásnice	156	142	160
22	horní pásnice	pásnice	166	149	163
23	horní pásnice	pásnice	166	150	179
24	horní pásnice	pásnice	166	159	179
1P13S	výztuha	stěna	132	125	137
3P7S	výztuha	stěna	111	102	118

Na většině měřených konstrukčních prvků byla naměřená průměrná hodnota tvrdosti cca 162 HV (150 až 175), na 4 dílech byly průměrná hodnota tvrdosti cca 132 HV (včetně výztuhy 1P13S). Pouze na výztuze 3P7S byla hodnota tvrdosti cca 110 HV.

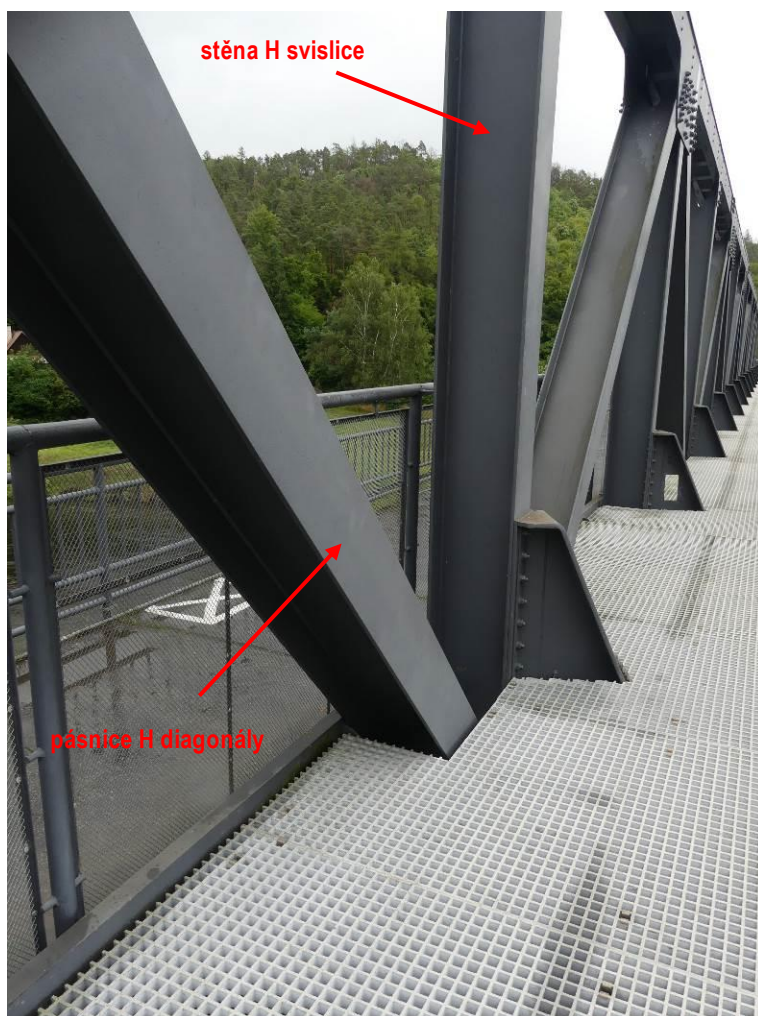
Kromě požadovaných konstrukčních prvků bylo měření provedeno i na povrchu výztuh, ze kterých byly odebrány vzorky pro laboratorní hodnocení materiálu (Protokol 1008-3/16/2022), v tabulce 1 - označení místa 1P13S a 3P7S. Měření tvrdosti na odebraných vzorcích neodpovídalo požadavku na minimální hmotnost měřeného dílu.

Podle převodních tabulek je pevnost oceli v tahu (MPa) pro materiály s tvrdostí HV – viz Tabulka 2. Všechny měřené oceli by měly mít pevnost v tahu vyšší než 350 MPa.

Tabulka 2 – Převod tvrdosti na pevnost v tahu

tvrdost (HV)	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
pevnost v tahu (MPa)	320	335	350	370	380	400	415	430	450	465	480

tvrdost (HV)	155	160	163	166	170	173	176	180	184	188	192
pevnost v tahu (MPa)	490	517	524	538	544	558	572	579	593	607	627



Obrázek 3: Plochy na konstrukčních prvcích

Příloha – Měřené hodnoty (HV)

místo měření		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ø
1	svislice	152	182	161	145	165	156	141	179	168	159	161
2	diagonála	151	162	159	160	162	160	170	161	184	160	163
3	svislice	151	159	143	150	156	161	149	170	156	157	155
4	diagonála	152	165	147	150	149	157	150	156	157	149	153
5	svislice	163	170	160	159	152	165	149	157	160	154	159
6 - 1	diagonála	125	136	131	145	128	130	127	127	118	129	130
6 - 2	diagonála	129	130	130	134	132	140	128	143	134	132	133
6 - 3	diagonála	182	161	158	158	164	168	172	175	175	166	168
7 - 1	svislice	155	155	152	140	158	155	146	158	154	161	153
7 - 2	svislice	142	153	159	156	153	162	165	157	164	155	157
8	dolní pásnice	160	174	183	173	179	178	182	179	181	183	177
9	diagonála	167	172	176	176	168	170	170	170	170	170	171
10	dolní pásnice	172	174	172	166	158	163	170	165	170	171	168
11	dolní pásnice	131	134	135	130	134	133	139	138	137	129	134
12	dolní pásnice	180	180	186	182	169	158	156	168	170	172	172
13	příčník	144	151	156	156	150	150	170	152	160	157	155
14	podélník	162	165	146	167	158	152	158	145	156	145	155
15	příčník	162	181	174	188	181	161	173	164	174	170	173
16	podélník	166	184	183	180	160	178	181	178	180	167	176
17	příčník	147	153	156	150	151	158	146	145	159	148	151
18	podélník	145	146	152	154	151	152	144	155	142	152	149
19	příčník	146	154	154	156	169	160	146	145	165	156	155
20	podélník	159	159	146	149	146	160	152	142	149	159	152
21	horní pásnice	158	152	161	155	152	149	158	153	156	163	156
22	horní pásnice	150	157	165	166	155	166	172	172	179	179	166
23	horní pásnice	159	174	156	163	169	164	162	179	169	168	166
24	horní pásnice	174	177	175	157	157	153	169	173	166	162	166
1P13S	výztuha	134	125	130	130	130	132	134	130	136	137	132
3P7S	výztuha	114	115	110	111	105	118	107	114	102	110	111

Přepočet zatížitelnosti

Diagnostika a přepočty strategických přemostění v obvodu OŘ Praha – I. etapa

Most v km 12,884 trati Beroun os.n. – Rakovník

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer



Příloha č.4 - STROJOVÝ VÝPOČET

SCIA ENGINEER 20.0.4012

SCIA s.r.o.

366 stran

IDEA StatiCa Connection 22.0.5.0658

IDEA StatiCa

150 stran

Počet stran přílohy: 516