

Přepočet a stanovení zatížitelnosti

mostního objektu provedené dle platných norem a Metodického pokynu SŽ, s.o. pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů z roku 2020

TU 1751	Kutná Hora hl.n. (mimo) - Zruč nad Sázavou (mimo)		DÚ 08	Malešov - Červené Janovice	evd. km	10,764
Objekt	most	Šírá trať	Vžitý název:	Malešov		
délka mostu 8,2 m	počet otvorů		1	počet kolejí na mostě	1	elektrizace: ne
Objednatel: SŽDC, s.o., OŘ Praha			rychlost na mostě / rychlost traťová [km/h]: 40/50		Traťová třída zatížení s přidruženou rychlostí C3 - 40	
hodnocení stavebního stavu		2/1	Vedoucí EČMO Ing. Luboš Dejmek		Rok podrobné prohlídky	2020
Vypracoval Ing. Luboš Dejmek					Datum	měsíc 1 rok 2021



Pohled zleva

Obchodní firma:

Správa železnic, státní organizace

Sídlo: Praha 1-Nové Město, Dlážděná 1003/7, PSČ 110 00

Zápis v obch. rejstříku: Městský soud v Praze, spis.

značka A 48384

www.szdc.cz

Doručovací adresa:

Správa železnic, státní organizace

Centrum telematiky a diagnostiky,

Malletova 10/2363, 190 00 Praha 9 – Libeň

www.tudc.cz

Technická ústředna založena 1957



Tato logo prokazuje, že TUDC má zaveden integrovaný systém managementu zajišťující soulad s normou ISO 9001 a ISO 27001. Nevztahují se na dodávky služeb nebo výrobků.

OBSAH:

1	Technická zpráva.....	5
1.1	Rozsah posuzovaných konstrukcí.....	5
1.2	Základní údaje.....	5
1.2.1	Umístění objektu.....	5
1.2.2	Členění nosných konstrukcí.....	5
1.2.3	Členění spodní stavby.....	5
1.2.4	Charakteristické rozměry mostu.....	5
1.2.5	Geometrická poloha koleje.....	5
1.2.6	Požadavky na zatížení mostu.....	6
1.3	Podklady.....	6
1.3.1	Existující dokumentace.....	6
1.3.2	Výsledky diagnostiky.....	6
1.3.3	Výsledky prohlídek.....	6
1.3.4	Zvláštní požadavky zadavatele.....	6
1.4	Technický popis jednotlivých částí konstrukce.....	6
1.4.1	Nosná konstrukce K01.....	6
1.4.2	Spodní stavba.....	7
1.4.3	Železniční svršek.....	8
1.4.4	Závady uvažované ve výpočtu.....	9
1.5	Výpočetní pomůcky.....	9
1.5.1	Výpočetní programy.....	9
1.6	Přehled použité norem a literatury.....	9
1.7	Identifikace autora.....	10
2	Grafické přílohy.....	11
2.1	Příčný řez objektem.....	11
2.2	Podélný řez.....	11
2.3	Schéma ložisek.....	11
2.4	Půdorysné schéma.....	12
2.5	Fotodokumentace.....	13
3	Výpočetní model.....	14
4	Zatížení.....	16
4.1	Stálé.....	16
4.1.1	ZS1.1 - Vlastní tíha.....	16
4.1.2	ZS1.2 - Ostatní stálé.....	17
4.2	Proměnné.....	17
4.2.1	ZS2 - Zatížení větrem.....	17
4.2.2	ZS3 - Zatížení teplotou.....	18
4.2.3	Zatížení železniční dopravou.....	19
4.2.3.1	Vliv excentricity.....	19
4.2.3.2	Kolová síla pro lokální účinky.....	19
4.2.3.3	ZS4 - Zatížení bočními rázy.....	20
4.2.3.4	ZS5 - Vliv odstředivých sil.....	20
4.2.3.5	ZS6 - Rozjezdové a brzdné síly.....	20
4.2.3.6	ZS7 - Model zatížení 71.....	21
5	Stanovení zatížitelnosti - MSÚ.....	23
5.1	Zatěžovací stavy a kombinace.....	25
5.2	Popis vláken průřezu.....	27
5.3	Posouzení hlavních nosníků.....	28
5.3.1	Pravý nosník N4 v místě maximálního ohybového momentu M_y	28

STATICKÝ VÝPOČET

TU 1751 Kutná Hora hl.n. (mimo)- Zruč nas Sázavou (mimo)

Evd. km 10,764

5.3.2	Pravý nosník N3 v místě maximální příčné momentu M_z	32
5.3.3	Pravý nosník N3 v místě maximální posouvající síly V_z	35
5.3.4	Pravý nosník N4 v 1/4 rozpětí v pro max V_z	38
5.3.5	Pravý nosník N4 v 1/4 rozpětí v pro max M_y	41
5.3.6	Stolička - vpravo nad O 02 pro max M_y	44
5.4	Vliv klopení.....	47
5.5	Lokální stabilita stojiny.....	48
5.5.1	Interakce účinků spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou.....	49
5.6	Únosnost krčních nýtů stoliček.....	49
5.7	Napojení stoličky a hlavního nosníku.....	51
5.8	Posouzení ztužení.....	54
5.8.1	Příčné ztužení - horní úhelníky.....	54
5.8.2	Příčné ztužení - diagonály.....	56
5.8.3	Příčné ztužení - dolní krajní úhelníky.....	58
5.8.4	Příčné ztužení - dolní mezilehlé úhelníky.....	60
5.8.5	Podélné ztužení.....	62
5.9	Posouzení na překlopení.....	64
5.10	Zatížitelnost spodní stavby.....	64
6	Stanovení zatížitelnosti - MSP.....	65
6.1	Svislé přetvoření hlavního nosníku K01.....	65
6.2	Svislé přetvoření hlavního nosníku K01 - pohodlí cestujících.....	65
6.3	Vodorovné přetvoření hlavního nosníku K01.....	66
6.4	Svislé pootočení hlavního nosníku K01.....	66
6.5	Vodorovné pootočení hlavního nosníku K01.....	67
7	Stanovení výjimečné zatížitelnosti.....	68
7.1	Stanovení výjimečné zatížitelnosti hl.n v místě max. ohybového momentu M_z	68
8	Shrnutí výsledků.....	72
8.1	Shrnutí výsledků pro TTZ C3/60.....	72
8.2	Shrnutí výsledků pro prvky ztužení.....	72
9	Závěr.....	73
	Příloha č.1 - Přehled zatížitelnosti částí mostu.....	74

1 Technická zpráva

1.1 Rozsah posuzovaných konstrukcí

Předmětem statického výpočtu je stanovení zatížitelnosti ocelové nosné konstrukce na TU 1751 Kutná Hora hl.n. (mimo) - Zruč nad Sázavou (mimo) v evd. km 10,764.

Zadavatel požaduje ověření přechodnosti pro provozní zatížení odpovídající traťové třídě C3 s přidruženou rychlostí 50 km/h.

Rychlost na mostě je 40 km/h.

1.2 Základní údaje

1.2.1 Umístění objektu

Evidenční km	10,764		
Traťový úsek	Kutná Hora hl.n. (mimo) - Zruč nad Sázavou (mimo)	č.TÚ	1751
Definiční úsek	Malešov - Červené Janovice	č.DÚ	08
Vžitý název	Malešov		
Přemostňovaná překážka	účelová komunikace		
Počet mostních otvorů	1	počet převáděných železničních kolejí	1
Šikmost mostu	-	Úhel šikmosti	90°

1.2.2 Členění nosných konstrukcí

č.	Ozn.	Rozpětí	Typ
1	K01	4,59 m	ocelová, dvojčitá, plnostěnná

1.2.3 Členění spodní stavby

č.	Ozn.	Materiál opěr	Materiál úložných prahů
1	O01	kamenné, hrubé řádkování	kamenné kvádry
2	O02	kamenné, hrubé řádkování	kamenné kvádry

1.2.4 Charakteristické rozměry mostu

Šířka mostu	4,30 m
Délka konstrukce	4,90 m
Stavební výška	0,44 m
Výška konstrukce	0,58 m
Rozpětí konstrukce K01	4,59 m
Výška mostu nad terénem	2,90 m
Osová vzdálenost hlavních nosníků	1,52 m

1.2.5 Geometrická poloha koleje

Výškový průběh koleje:

Kolej na mostě stoupá.

Směrový průběh koleje:

Kolej na mostě se nachází v přímé.

vzdálenost osy koleje od osy konstrukce K01		
na začátku	7,00 mm	vpravo
uprostřed	7,00 mm	vpravo
na konci	7,00 mm	vpravo

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 50 km/h.

Pro určení zatížitelnosti je konstrukce zatížena modelem zatížení LM71 dle 6.3.2 ČSN EN 1991-2 - Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou.

Zatížitelnost je určena dle Metodického pokynu SŽ, s.o. pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů. Pro určení přechodnosti provozního zatížení je použito zatěžovací schéma pro traťovou třídu C3 dle ČSN EN 15528.

Zadavatel přepočtu:



Správa železnic, statní organizace - OŘ Praha
Partyzánská 24
170 00 Praha 7

IČ: 709 94 234
DIČ: CZ 709 94 234

1.3 Podklady

1.3.1 Existující dokumentace

Zpracovateli byla poskytnuta archivní dokumentace z roku 1905.

1.3.2 Výsledky diagnostiky

Speciální diagnostický průzkum byl proveden spolu s podrobnou prohlídkou mostního objektu, při kterém byla získána data, důležitá pro statický výpočet.

1.3.3 Výsledky prohlídek

Klasifikace stavu dle předpisu SŽ, s.o. S5

Nosná konstrukce **K 2**

Spodní stavba **S 1**

1.3.4 Zvláštní požadavky zadavatele

Zadavatel nemá žádné zvláštní požadavky.

1.4 Technický popis jednotlivých částí konstrukce

1.4.1 Nosná konstrukce K01

Nosná konstrukce je ocelová, dvojčitá, trámová plnostěnná, nýtovaná. Statické působení prosté. Mezi každou dvojicí hlavních nosníku jsou přínýtované příčné plnostěnné stoličky a podélné ztužení z L profilů. Příčné ztužení je příhradové, nýtované z L profilů. K vnějším hlavním nosníkům jsou přínýtované chodníkové konzole z L profilu. Na stoličky jsou plošně upevněna podélná dřeva se svislými mostnicovými šrouby.

Rozpětí nosníků je 4,59 m s konstantní výškou průřezu. Jsou tvořeny nýtovaným profilem I výšky 430 mm. Stojina je z plechu 460/10 mm, horní i dolní pásnice jsou tvořeny jen krčnými úhelníky z 2xL 80/80/9 mm.

Příčné ztužení je osově vzdálené 1,125 - 1,170 m. Krajní příčné ztužení má horní i dolní úhelníky z 2xL 70/70/8, ztužení v poli má dolní úhelníky pouze jednoduché. Diagonály jsou z pásků 60/8 mm.

Podélné ztužení je výškově umístěno v horní části stoliček, a je tvořeno rovnoramennými profily L 60/60/8 mm.

Ložiska jsou ocelová, tangenciální s úložnou deskou. Na O 01 jsou ložiska pevná, na O 02 jsou ložiska pohyblivá.

Závady nosné konstrukce:

Hlavní nosníky

- dolní pasové úhelníky hlavních nosníků korodují, zejména nad uložením jsou oslabené s nárůstem plátkové koroze tloušťky až 15 mm.
Dolní pasové úhelníky u spojů se stoličkami mají vodorovné příruby zkorodované do hl. až 5 mm.
Nátěr hlavních nosníků v koutech a na méně přístupných místech praská a loupe se.
- Stav PKO: koroze 30 % (Ri 5).

Stoličky

- Mezi dolními úhelníky a hlavními nosníky narůstá štěrbinová koroze až 4 mm.
Dolní úhelníky stoliček jsou oslabeny korozí o 2 - 3 mm s nárůstem plátkové koroze 2 - 3 mm, nad ložiska jsou dolní úhelníky oslabeny korozí o 2 - 5 mm s okraji do ostra.
Horní úhelníky první stoličky vlevo jsou pod podélným dřevem oslabeny o 2 mm, ostatní o cca 1,0 mm.
Dolní úhelníky z podhledu jsou u připojení k hlavním nosníkům oslabeny až o 4 mm, v průměru o 3 mm.
Stolička č. 8 vlevo takřka nemá dolní vodorovnou přírubu úhelníku.
Svislé úhelníky pro připojení stoliček k hlavním nosníkům jsou v místech dolních i horních úhelníků stoliček oslabeny korozí až o 3 mm s nárůstem plátkové koroze až 10 mm.
- Stav PKO: koroze 40 % (Ri 5).

Příčné ztužení

- v místech napojení na hlavní nosník jsou dolní úhelníky mírně oslabené korozí a narůstá zde štěrbinová koroze.
První, druhé, čtvrté a páté ztužení má konce dolních úhelníků oslabeny korozí o 2 - 3 mm s nárůstem plátkové koroze o tl. 4 - 5 mm.
Mezi horními úhelníky narůstá štěrbinová koroze.
- Stav PKO: koroze 20 % (Ri 5).

Podélné ztužení

- Na horním podélném ztužení stoliček se místy v malých plochách olupuje ochranný nátěr.
- Stav PKO: koroze 10 % (Ri 5).

Ložiska

- všechna ložiska nejsou obetonovaná, povrchově korodují a místy se loupe nátěr.
- Stav PKO: koroze 15 % (Ri 5).

Chodníkové konzoly

- Stav dobrý.
- Stav PKO: koroze < 1 % (Ri 3).

Chování konstrukce při průjezdu vlak

- Klidné.

1.4.2 Spodní stavba

Opěra O 01

Opěra je kamenná, hrubé řádkování. Výška dříku opěry 2,59 m, šířka opěry: 4,40 m.

Úložné kvádry kamenné

Závěrná zeď kamenná, pravidelné řádkování, výška 0,55 m.

Křídlo vlevo i vpravo je šikmé, kamenné hrubé řádkování.

Závady opěry O 01:

Opěra

- Z čela opěry je místy popraskané spárování a spáry prorůstají drobnou vegetací. Čelo opěry je pomalované grafity.

Úložný práh

- Úložné kvádry jsou v dobrém stavu, pouze na horní ploše se drží nečistoty.

Závěrná zeď

- Závěrná zeď je v dobrém stavu.

Křídlo vlevo

- Křídlo má místy popraskané spárování a spáry prorůstají drobnou vegetací.

Křídlo vpravo

- Křídlo má místy popraskané spárování a spáry prorůstají drobnou vegetací.

Opěra O 02

Opěra je kamenná, hrubé řádkování. Výška dřiku opěry 2,89 m, šířka opěry: 4,36 m.

Úložné kvádry kamenné

Závěrná zeď kamenná, pravidelné řádkování, výška 0,55 m.

Křídlo vlevo i vpravo je šikmé, kamenné hrubé řádkování.

Závady opěry O 02:

Opěra

- Z čela opěry a a obou líců je místy mírně popraskané spárování a spáry prorůstají drobnou vegetací a mechem. Čelo opěry je pomalované grafity.

Úložný práh

- Úložné kvádry jsou v dobrém stavu, pouze na horní ploše se drží nečistoty.

Závěrná zeď

- Závěrná zeď je v dobrém stavu.

Křídlo vlevo

- Křídlo má místy popraskané spárování a spáry prorůstají drobnou vegetací.

Křídlo vpravo

- Křídlo má místy popraskané spárování a spáry prorůstají drobnou vegetací.

1.4.3 Železniční svršek

Na mostní konstrukci jsou použity kolejnice tvaru 49E1 s rozponovými podkladnicemi na dřevěných mostnicích (podélná dřeva). Kolej je svařovaná.

Závady železničního svršku:

Držebnost upevňovadel

- držebnost upevňovadel je v dobrém stavu.

Kolejnicové podpory

- pražce jsou v dobrém stavu.
- podélná dřeva jsou podélně popraskaná.
- pozednice jsou podélně popraskané.

Šterkové lože

- pražce před a za objektem jsou nedostatečně podbité, lože silně prorůstá vegetací a za pozednicí je nedostatečně zasypané.

1.4.4 Závady uvažované ve výpočtu

- hlavní nosník nad ložiskem má uvažované oslabení dolního úhleníku o 3 - 4 mm na celé ploše.
- hlavní nosník v poli má dolní úhelník v místě napojení stoliček uvažované oslabení vodorovné příruby o 4 mm v délce 20 mm.
- u stoliček je uvažované oslabení dolního úhleníku - vodorovná příruba je oslabená kompletně, svislá příruba je oslabená po celé ploše o 4 mm. Horní úhleníky jsou po celé ploše oslabené o 1 mm.

1.5 Výpočetní pomůcky

1.5.1 Výpočetní programy

Výpočty vnitřních sil byly stanoveny ve výpočtovém modelu SCIA Engineer 19.1.

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

Kompletní počítačové výpočty jsou archivovány u zpracovatele statického výpočtu.

1.6 Přehled použité norem a literatury

Použité normy

- | | |
|-----------------|---|
| ČSN 73 6203 | Zatížení mostů |
| ČSN EN 1900 | Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí |
| ČSN EN 1900 | Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí, Změna A1. Příloha A2 |
| 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 1991-2 | Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou - Změna Z4 |
| 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 15528 | Železniční aplikace - Traťové třídy zatížení pro určení vztahu mezi dovoleným zatížením infrastruktury a maximálním zatížením vozidly |

Použitá literatura

- | | |
|--------------------|--|
| MP SŽ, s.o. - 2020 | Metodický pokyn SŽ, s.o. pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů |
|--------------------|--|

1.7 Identifikace autora

autor: Ing. Luboš Dejmek
vedoucí EČMO: Ing. Luboš Dejmek

firma:



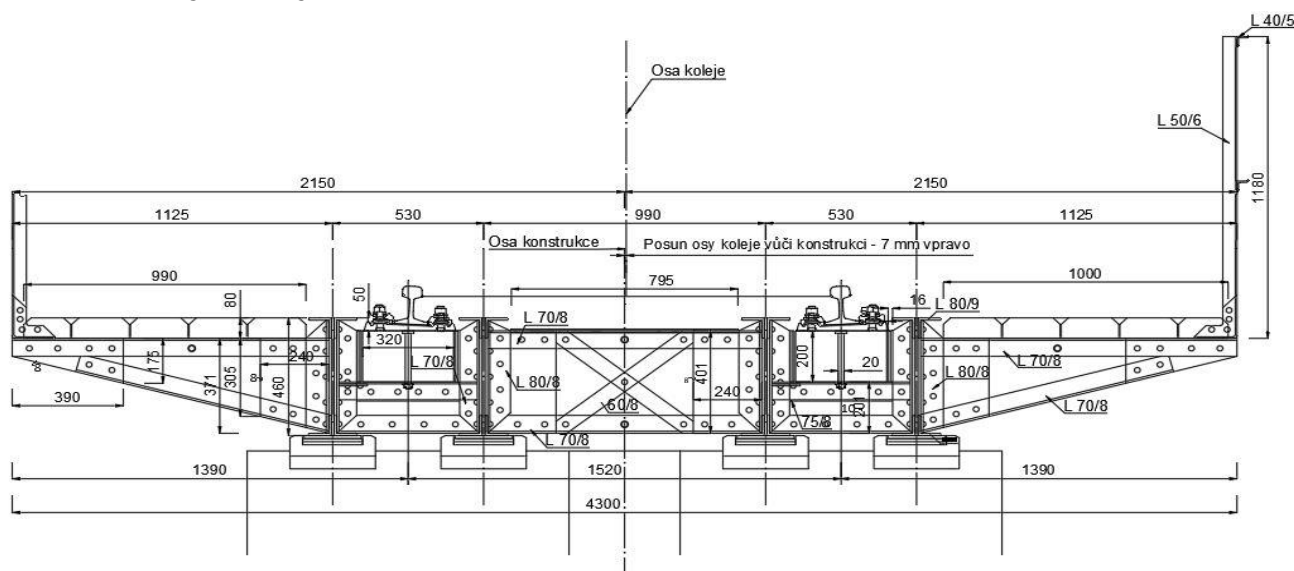
organizační jednotka: Správa železnic, státní organizace - Centrum telematiky a diagnostiky
Dlážděná 1003/7
110 00 Praha 1 – Nové Město
IČ: 709 94 234
DIČ: CZ 709 94 234
TÚDC
Malletova 10/2363
190 00 Praha 9 – Libeň

kontrolující statik: doc. Ing. Pavel Ryjáček, Ph.D.
autorizovaný inženýr v oboru mosty a inženýrské konstrukce

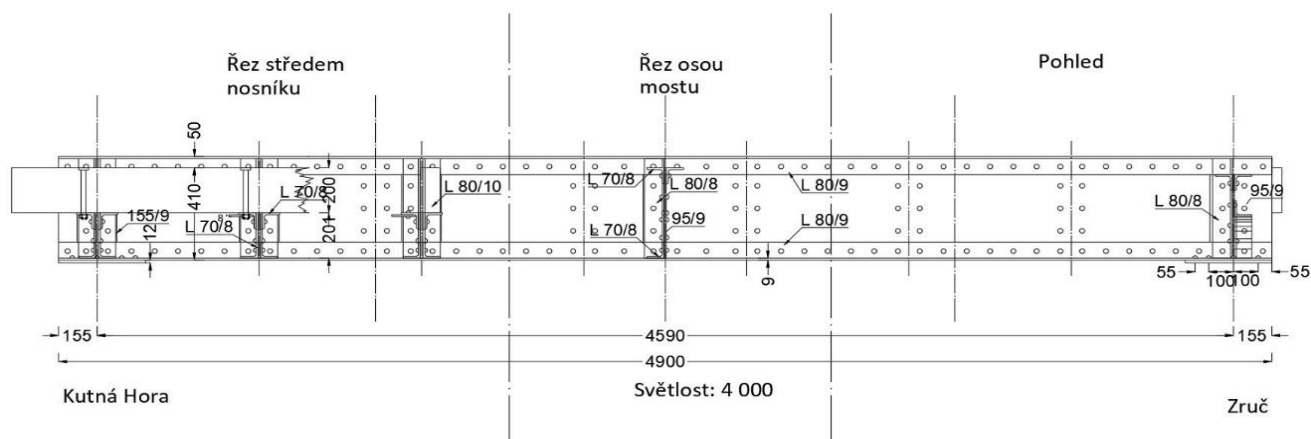
Podpisy a razítka jsou uvedeny na konci statického výpočtu

2 Grafické přílohy

2.1 Příčný řez objektem



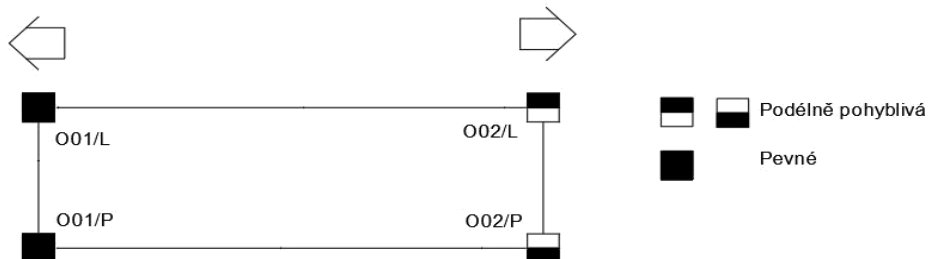
2.2 Podélný řez



2.3 Schéma ložisek

Kutná Hora

Zruč nad Sázavou



2.5 Fotodokumentace



K01 - podhled.



K01 - příčné ztužení č. 1.



K01 - oslabení hlavního nosníku v místě napojení stoličky.



K01 - pohled na stoličku na O 02 vlevo.



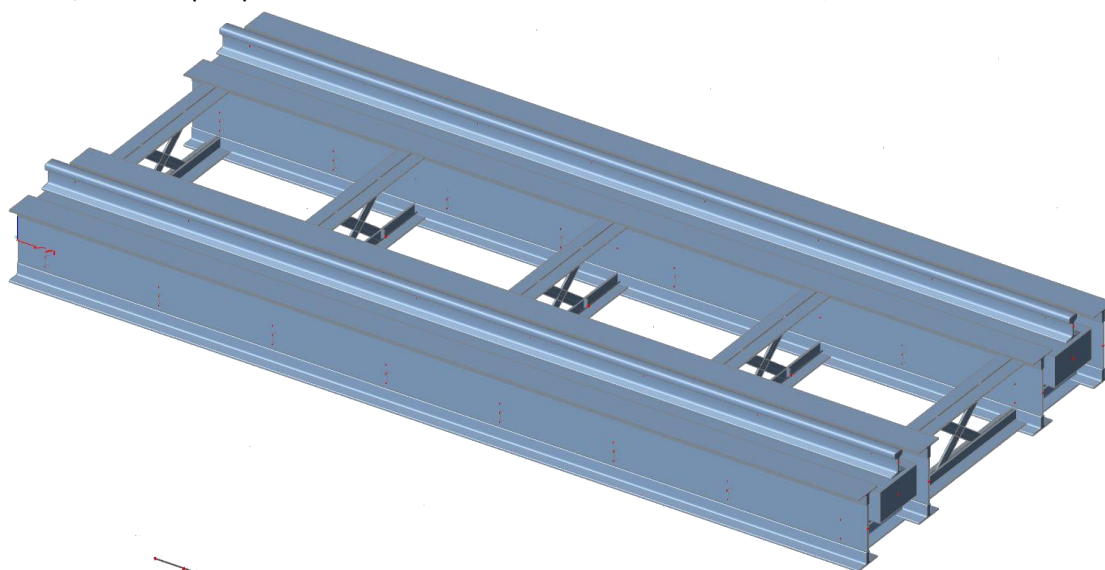
K01 - nejvíce oslabená stolička č. 8 na O 02 vlevo, detail.



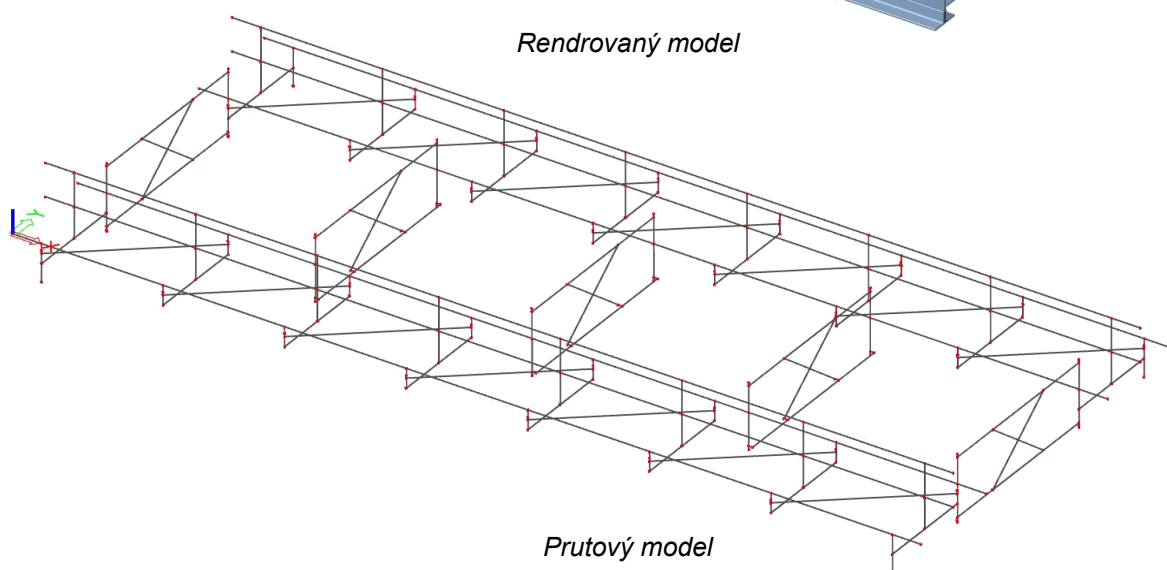
K01 - oslabení příčného ztužení v místě napojení na hlavní nosník na O 01 vlevo.

3 Výpočetní model

Výpočetní model nosné konstrukce mostu byl vytvořen v programu SCIA Engineer 19.1. Jedná se o 3D prutový model, který je tvořen jak nosnou konstrukcí, tak i podélnými dřevy a kolejnicemi, které s nosnou konstrukcí spolupůsobí.

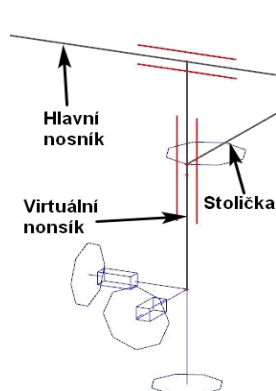


Rendrovaný model



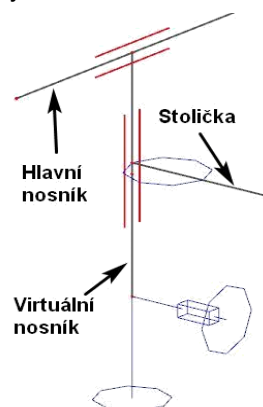
Prutový model

Hlavní nosníky - jsou uloženy na pružných podporách reprezentujících reálné uložení v ložiscích. Na opěře O 01 je pevné ložisko, na opěře O 02 je pohyblivé ložisko.



Uložení na O 01

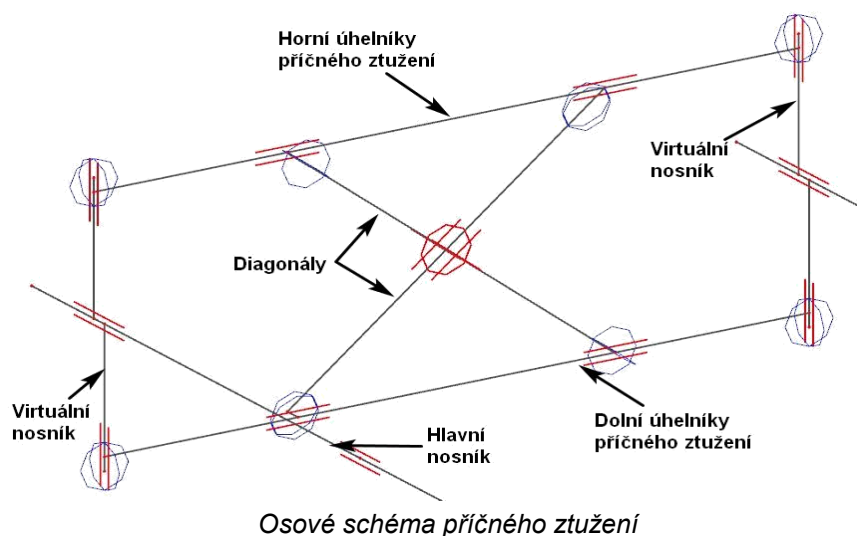
Opěra O 01
 X = pružný
 tuhost Y = 65 MN/m
 Y = pružný
 tuhost Y = 35 MN/m
 Z = tuhý
 Rx = volný
 Ry = volný
 Rz = volný



Uložení na O 02

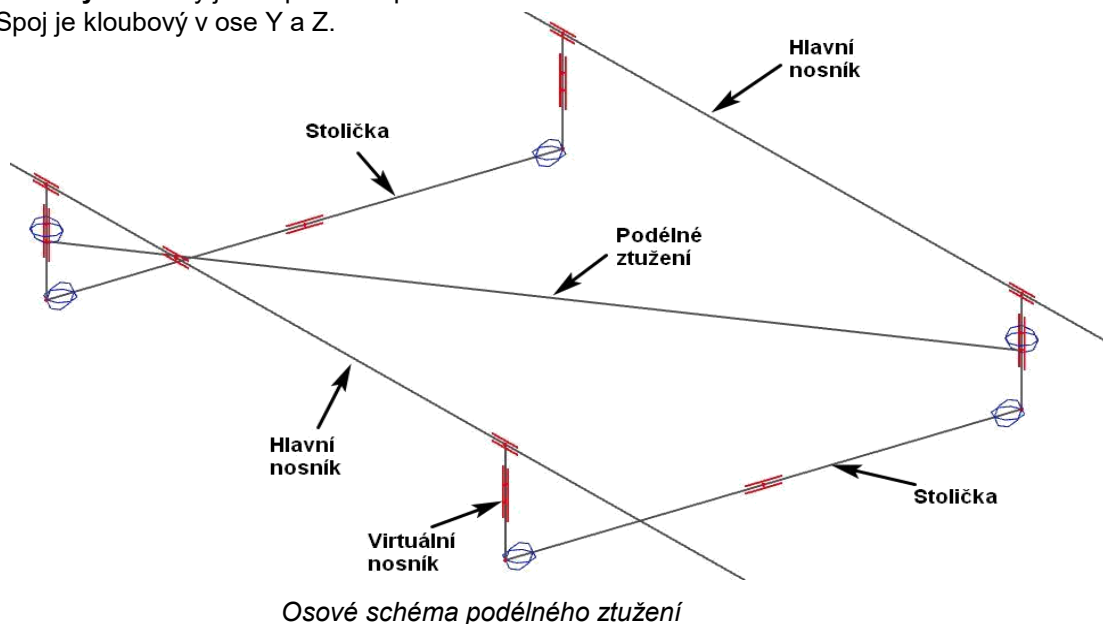
Opěra O 02
 X = volný
 Y = pružný
 tuhost Y = 35 MN/m
 Z = tuhý
 Rx = volný
 Ry = volný
 Rz = volný

Příčné ztužení - je tvořeno horními a dolními úhelníky, ty jsou upevněny kloubově k hlavním nosníkům pomocí virtuálních nosníků s excentricitou 20,06 mm. Diagonály jsou tvořeny pásy, ty jsou k horním a dolním úhelníkům upevněny kloubově.



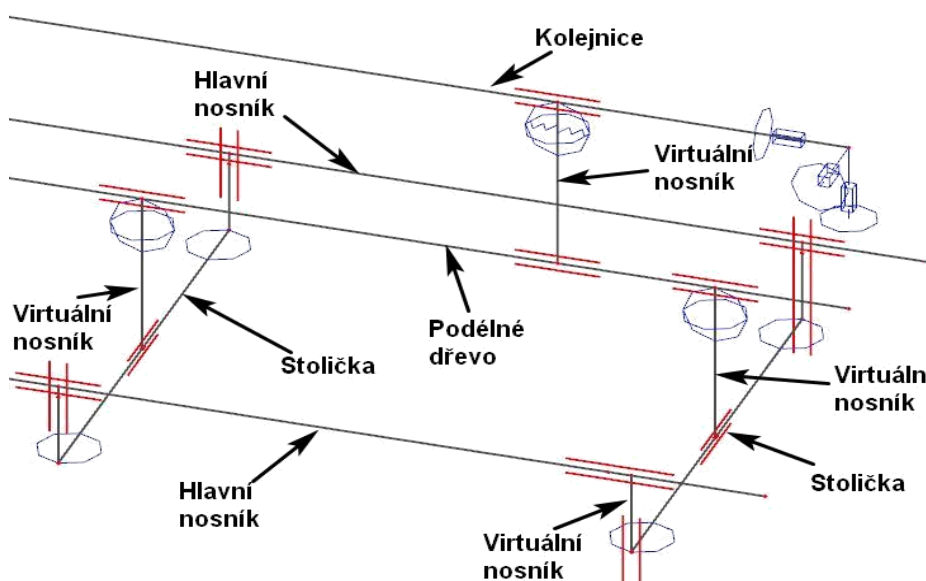
Podélné ztužení - pro výstižnost modelu jsou použity virtuální pomocné nosníky délky 20,06 mm, které zajišťují reálné výškové umístění diagonál ztužení. Tyto pomocné nosníky jsou upevněny kloubově.

Stoličky - stoličky jsou upevněny pomocí virtuálních nosníků k hlavním nosníkům. Spoj je kloubový v ose Y a Z.



Upevnění podélných dřev - podélná dřeva jsou upevněná ke stoličkám pomocí virtuálního nosníku. Je jim dovoleno pootočení kolem osy y a z.

Upevnění kolejnic - kolejnice jsou na mostnici upevněné pomocí virtuálních nosníků. Kolejnicím je dovoleno pootočení kolem osy y a z, zároveň je dovolený pružný posun ve směru x s tuhostí 4,5 MN/m. Konce kolejnic jsou uloženy pružně s tuhostmi v x: 2,5 MN/m; y: 2,5 MN/m; z: 1 MN/m.



Detail upevnění podélného dřeva a kolejnic

4 Zatížení

4.1 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	1,3	1,2	1,25	1,25	1,3

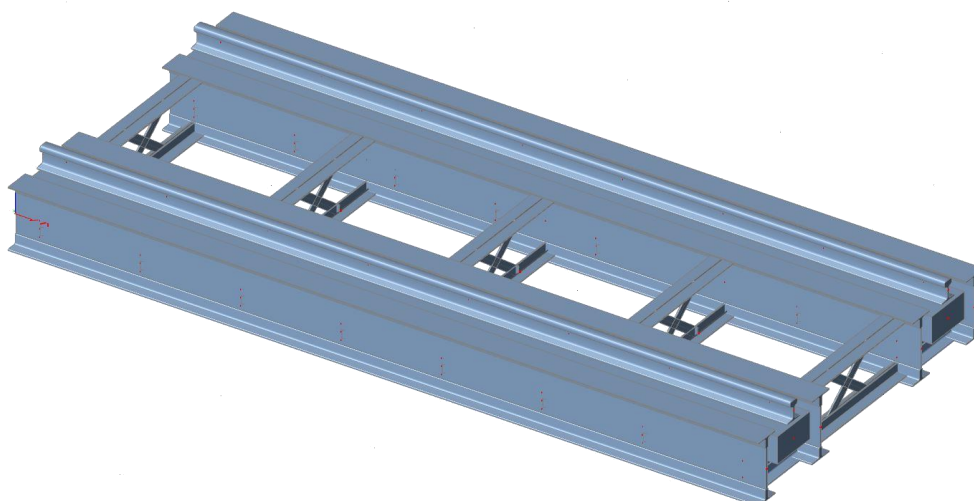
V přepočtu se uvažuje

$\gamma_G = 1,20$

4.1.1 ZS1.1 - Vlastní tíha

Vlastní tíha byla automaticky generovaná programem Scia Engineer 19.1.

Vlastní tíha konstrukce je 34,71 kN.



ZS1.1 - Zatížení vlastní tíhou

4.1.2 ZS1.2 - Ostatní stálé

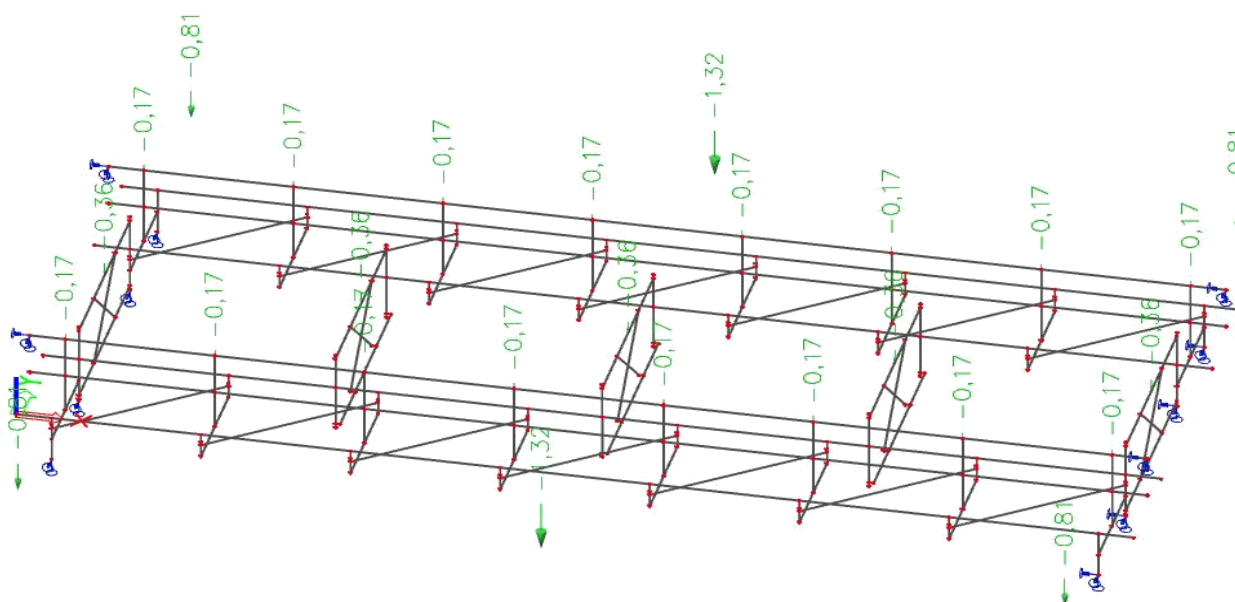
Ostatní stálé zatížení, jako jsou prvky konzol, podlahové plechy a fošny, prvky zábradlí a upevnění kolejnic jsou uvažované jako bodové zatížení v místě působení konzol a mostnic.

Železniční svršek

Na objektu jsou modelovány tyto prvky:

- Kolejnice tv. T
- Podélná dřeva rozměru 340x180x5100 mm

Veškeré stálé zatížení je ve výpočtovém modelu zohledněno. Je modelováno, nebo v modelu vystupuje jako zatížení. Vlastní tíha prvků nosné konstrukce je zvětšena o 20%, pro zohlednění spojovacích prvků a styčnickových plechů.



ZS1.2 - Ostatní stálé zatížení

4.2 Proměnné

4.2.1 ZS2 - Zatížení větrem

Dílčí součinitel účinků zatížení větrem

$\gamma_Q = 1,35$ pro prvky starší 30 let (dle 4.3.30 metodického pokynu)

Není třeba použít úlev dle Metodického pokynu pro určování zatížitelnosti mostních objektů přílohy G.

Účinky větru

$v_b = 25,00$ m/s
 $\rho = 1,25$ kg/m³
 $b = 4,30$ m
 $h_w = 4,00$ m
 $d_{tot} = 0,58$ m
 $z_e = 2,90$ m
 $b/d_{tot} = 0,94$

$C_{kor,x} = 1$

$C_{fx,0} = 2,3$

$C_e = 1,8$

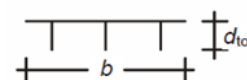
$C = 4,14$

$L = 4,90$ m

$e_{w,g} = 2,06$ m

základní rychlost větru
měrná hmotnost vzduchu
šířka konstrukce
výška vlaku
výška konstrukce
výška konstrukce nad terénem

korekční součinitel pro zatížení větrem ve vodorovném směru
součinitel síly
součinitel expozice
součinitel zatížení větrem (součinitel tvaru konstrukce)
délka konstrukce
rameno působení zatížení větru na vlak od těžiště hl. n.



STATICKÝ VÝPOČET

TU 1751 Kutná Hora hl.n. (mimo)- Zruč nas Sázavou (mimo)

Evd. km 10,764

$$A_{\text{ref},x} = 2,84 \text{ m}^2$$

referenční plocha návětrné strany konstrukce

$$A_{\text{ref},x} = 19,60 \text{ m}^2$$

referenční plocha návětrné strany vlaku

Vodorovné zatížení

$$F_{w,k} = 0,5 \rho v_b^2 C = 1,62 \text{ kN/m}^2$$

Celkové zatížení od větru.

$$f_{w,k} = F_{w,k} \cdot A_{\text{ref},x} / L = 0,94 \text{ kN/m}$$

Spojité zatížení od větru na konstrukci.

$$f_{w,k} = F_{w,k} \cdot A_{\text{ref},x} / L = 6,47 \text{ kN/m}$$

Spojité zatížení od větru na vlak.

Svislé přitížení

$$s = 1,50 \text{ m}$$

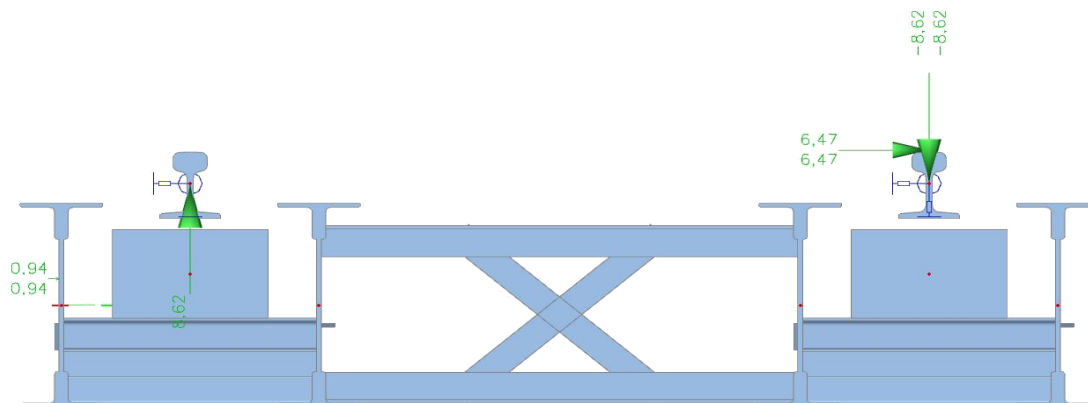
osová vzdálenost kolejnic

$$e_{w,g} = 2,00 \text{ m}$$

rameno působení větru k temenu kolejnice

$$f_{w,v,k} = f_{w,h,k} e_{w,g} / s = 8,62 \text{ kN/m}$$

svislé přitížení od větru působícího na vlak



ZS2.1 - schéma zatížení větrem

4.2.2 ZS3 - Zatížení teplotou

Dílčí součinitel účinků zatížení větrem

$$\gamma_Q = 1,5$$

Zatížení rovnoměrnou teplotou

Typ NK dle ČSN EN 1991-1-5

předpokládaná teplota při osazování

minimální teplota vzduchu ve stínu

maximální teplota vzduchu ve stínu

minimální rovnoměrná složka teploty

maximální rovnoměrná složka teploty

maximální rozsah záporných teplot - charakter.

- návrh

maximální rozsah kladných teplot - charakter.

- návrh

Typ 1

$$T_0 = 10,0 \text{ °C}$$

$$T_{\text{min}} = -30,0 \text{ °C}$$

$$T_{\text{max}} = 36,0 \text{ °C}$$

$$T_{e,\text{min}} = -33,0 \text{ °C}$$

$$T_{e,\text{max}} = 52,0 \text{ °C}$$

$$\Delta T_{N,\text{con},k} = -40,0 \text{ °C}$$

$$\Delta T_{N,\text{con},D} = -60,0 \text{ °C}$$

$$\Delta T_{N,\text{exp},K} = 42,0 \text{ °C}$$

$$\Delta T_{N,\text{exp},D} = 62,0 \text{ °C}$$

Zatížení nerovnoměrnou teplotou - dle ČSN EN 1991-1-5

část konstrukce - horní povrch teplejší než dolní	$\Delta T_{M,\text{heat}}$	K_{sur}		Zima	Léto
	[°C]		[°C]	[°C]	[°C]
hlavní nosník	18	0,7	12,6	-47,4	62
mostovka	9	0,7	6,3	-53,7	55,7
příčné a podélné ztužení	0	0,7	0	-60	49,4

část konstrukce - dolní povrch teplejší než horní	$\Delta T_{M,\text{heat}}$	K_{sur}		Zima	Léto
	[°C]		[°C]	[°C]	[°C]
hlavní nosník	0	0,9	0	-60	50,3
mostovka	6,5	0,9	5,85	-54,15	56,15
příčné a podélné ztužení	13	0,9	11,7	-48,3	62

Současné působení rovnoměrné teploty T_N a nerovnoměrné teploty T_{M+E}

Vychází ze vzájemné kombinace dle ČSN EN 1991-1-5 kap. 6.1.5:

$$\Delta T_{M,heat}(\text{nebo } \Delta T_{M,cool}) + \omega_N \Delta T_{N,exp}(\text{nebo } \Delta T_{M,con})$$

$$\omega_M \Delta T_{M,heat}(\text{nebo } \Delta T_{M,cool}) + \Delta T_{N,exp}(\text{nebo } \Delta T_{M,con})$$

Hlavní nosník na slunečné straně		Hlavní nosník na stinné straně		Svršek		Mostovka		Ztužení	
Zima	Léto	Zima	Léto	Zima	Léto	Zima	Léto	Zima	Léto
[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]
-14	27,3	-29	12,3	-14	27,3	-7,7	21	-14	14,7
-40	51,45	-55	36,45	-40	51,45	-35,28	46,725	-40	42

4.2.3 Zatížení železniční dopravou

4.2.3.1 Vliv excentricity

Vliv excentricity svislého proměnného zatížení železniční dopravou je zohledněn zaměřením skutečné polohy koleje na mostním objektu. Současně se uvažuje i excentricita svislého proměnného zatížení v důsledku nerovnoměrnosti kolových sil dle 6.3.5 v krajní poloze dle 6.8.1 v ČSN EN 1991-2.

Osa koleje na mostě je vůči ose mostu vedena excentricky. Největší naměřená excentricita na mostě je 7 mm.

$$e_{\text{teor}} = 1500 / 18 = 83,33 \text{ mm}$$

$$e_{\text{skut}} = 7,00 \text{ mm}$$

Vliv excentricity

$$Q = 250 \text{ kN}$$

$$q = 80 \text{ kN}$$

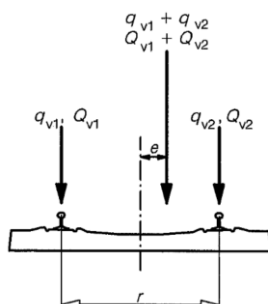
$$r = 1500 \text{ mm}$$

$$e_p = 7,00 \text{ mm}$$

$$e = 83,33 \text{ mm}$$

$$a_p = 850,33 \text{ mm}$$

$$b_p = 669,67 \text{ mm}$$



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

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

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

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

$$r = (3)$$

Teoretické hodnoty z podmínky rovnováhy momentů

$$Q_{v1} = 139,86 \text{ kN}$$

$$q_{v1} = 44,75 \text{ kN}$$

$$Q_{v2} = 110,14 \text{ kN}$$

$$q_{v2} = 35,25 \text{ kN}$$

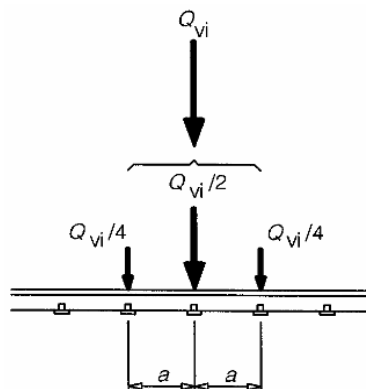
$$\text{poměr } 1,27$$

$$\text{poměr } 1,27$$

4.2.3.2 Kolová síla pro lokální účinky

Osamělé síly od dopravy lze pro případy uvedené v metodickém pokynu odst. 4.3.10, 4.3.22 a obr. 6.4. v ČSN EN 1991-2 rozdělit na tři sousední kolejnicové podpory v poměru 0,25 : 0,5 : 0,25.

Rozdělení je uplatněno pro všechny případy výskytu nápravových sil.



4.2.3.3 ZS4 - Zatížení bočními rázy

Boční ráz

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

$$Q_{sk} = 100,00 \text{ kN}$$

charakteristická hodnota bočního rázu

$$\alpha = 1,00$$

klasifikační součinitel

$$Q_{nt} = 100,00 \text{ kN}$$

charakteristická klasifikovaná hodnota bočního rázu

Zatížení bočním rázem se rozdělí na tři kolejnicové podpory dle 4.3.10 metodického pokynu (dle obr. 6.4 v ČSN EN 1991-2). Vzdálenost sil je uvažována 0,533 m. Zároveň se předpokládá rozdělení do dvou hlavních nosníků.

$$Q_{sk} = 100,00 \text{ kN}$$

vodorovná složka bočního rázu

$$Q_{sk} / 4 = 100 / 4 = 25 \text{ kN}$$

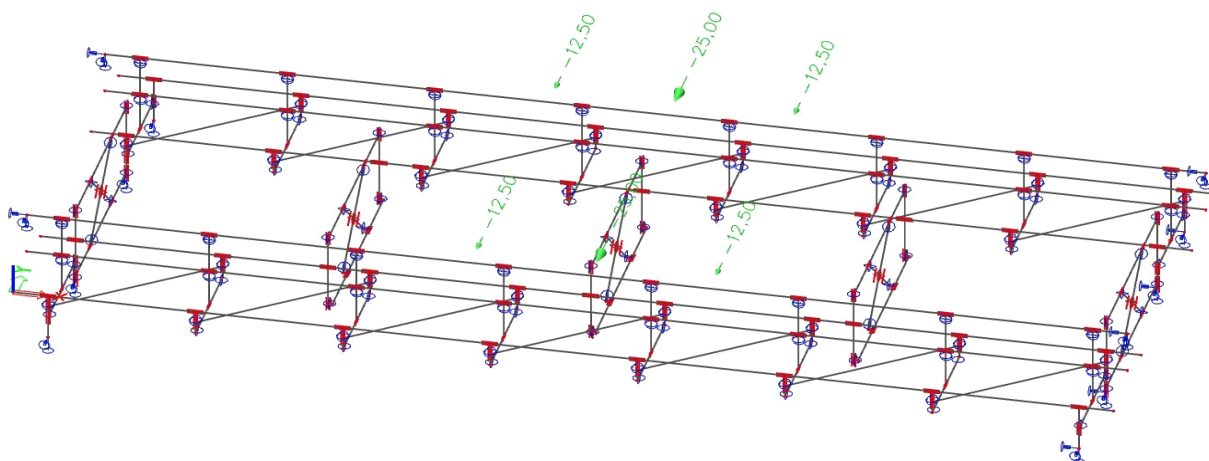
prostřední síla působící na jeden hl. nosník

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

krajní síly působící na jeden hl. nosník

$$\gamma_{Qab} = 1,30$$

(dle 4.3.13 metodického pokynu)



ZS4 - Zatížení bočním rázem

4.2.3.4 ZS5 - Vliv odstředivých sil

Kolej na mostě se nachází v přímé.

Odstředivé síly nevznikají.

Redukční součinitel dle 6.5.1 ČSN EN 1991-2, $f = 1$

$$Q_{tk} = \frac{v^2}{127r} \cdot (f \cdot Q_{vk})$$

$$q_{tk} = \frac{v^2}{127r} \cdot (f \cdot q_{vk})$$

4.2.3.5 ZS6 - Rozjezdové a brzdné síly

Rozjezdové a brzdné síly působí v úrovni temene kolejnice.

Dílčí součinitel účinků zatížení dopravou

$$\gamma_Q = 1,30$$

(dle 4.3.13 / příloha F metodického pokynu)

Rozjezdová síla

$$L_t = 4,59 \text{ m}$$

příčinnující délka

$$q_{lak} = 33,00 \text{ kN/m koleje}$$

charakteristické zatížení rozjezdovou silou

$$\alpha = 1,00$$

klasifikační součinitel

$$q_{la,LM,k} = 33,00 \text{ kN/m koleje}$$

charakteristické klasifikované zatížení - normálová složka

$$L_{la,LM} = 30,30 \text{ m}$$

maximální délka zatížení

Brzdňá síla

$$q_{lbk} = 20,00 \text{ kN/m koleje}$$

$$\alpha = 1,00$$

$$q_{lb,L,M,k} = 20,00 \text{ kN/m koleje}$$

$$L_{lb,L,M} = 300,00 \text{ m}$$

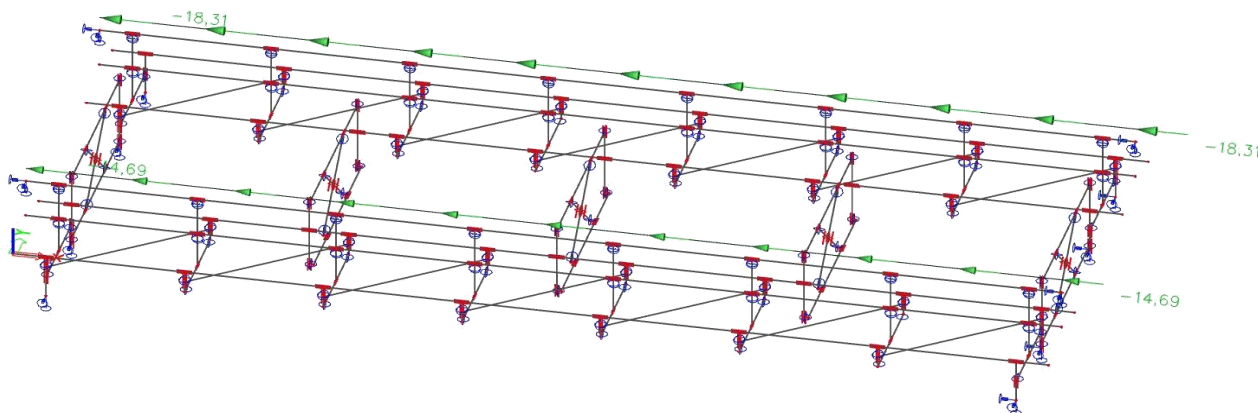
charakteristické zatížení brzdňou silou

klasifikační součinitel

charakteristické klasifikované zatížení - normálová složka

maximální délka zatížení

Byla použita rozjezdová síla. Ta se upravila dle velikosti impulzů na 18,03 kN/m a 14,97 kN/m.

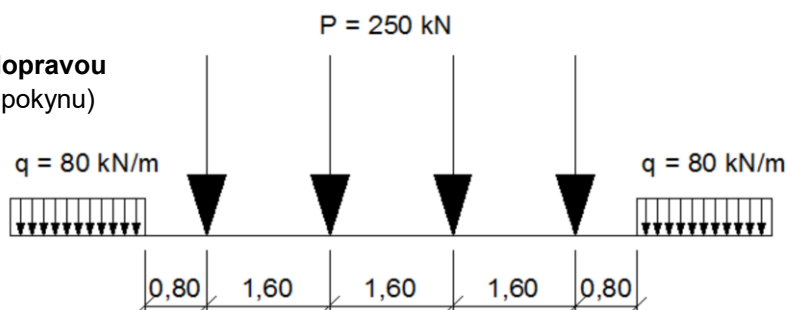


ZS6 - Zatížení rozjezdovými / brzdňými silami

4.2.3.6 ZS7 - Model zatížení 71

Zatížení dle 6.3.2 ČSN EN 1991-2

Dílčí součinitel účinků zatížení dopravou

 $\gamma_Q = 1,30$ (dle 4.3.13 metodického pokynu)


Stanovení dynamických účinků

Dynamický součinitel

Kvalita jízdní dráhy - standardně udržovaná kolej

 => dyn. součinitel ϕ_3

Hlavní nosník - prostě podepřený nosník

rozpětí ve směru hlavních nosníků

 Náhradní délka $L_\phi = 4,59 \text{ m}$

$$\Phi_2 = \frac{1,44}{\sqrt{L_\phi} - 0,2} + 0,82 = 1,56$$

>

$$\phi_{\min} = 1,00$$

<

$$\phi_{\max} = 1,67$$

>

$$\phi_{\min} = 1,00$$

<

$$\phi_{\max} = 2,00$$

$$\Phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\phi} - 0,2} + 0,73 = 1,84$$

 Náhradní délka $L_\phi = 4,59 \text{ m} \Rightarrow$

$$\delta = 1,84$$

$$\phi = 1,56$$

$$\phi = 1,84$$

STATICKÝ VÝPOČET

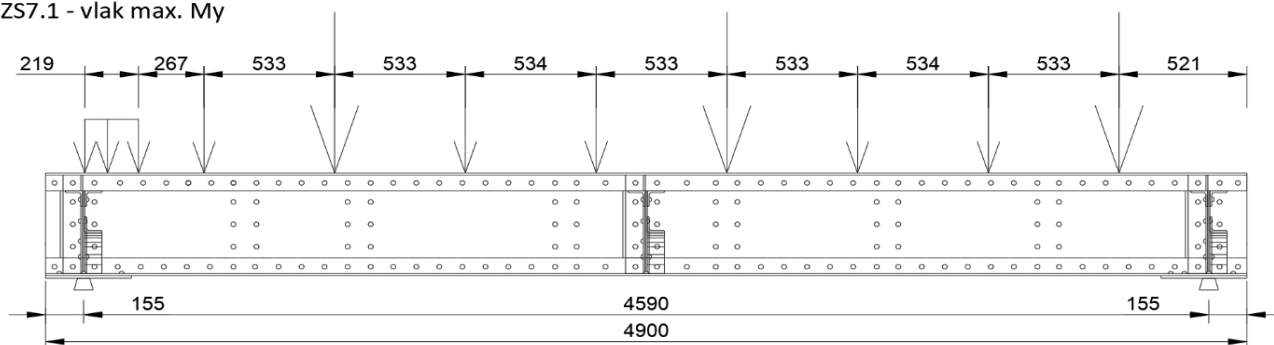
TU 1751 Kutná Hora hl.n. (mimo)- Zruč nas Sázavou (mimo)

Evd. km 10,764

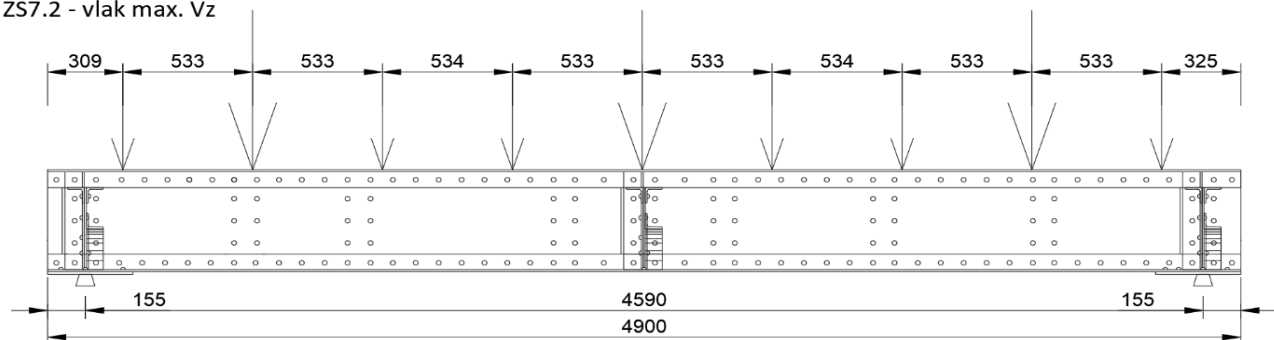
Zatížení modelem LM71

Zatížení od náprav v modelu LM 71 je rozloženo na tři osamělé síly v poměru 0,25 : 0,5 : 0,25.

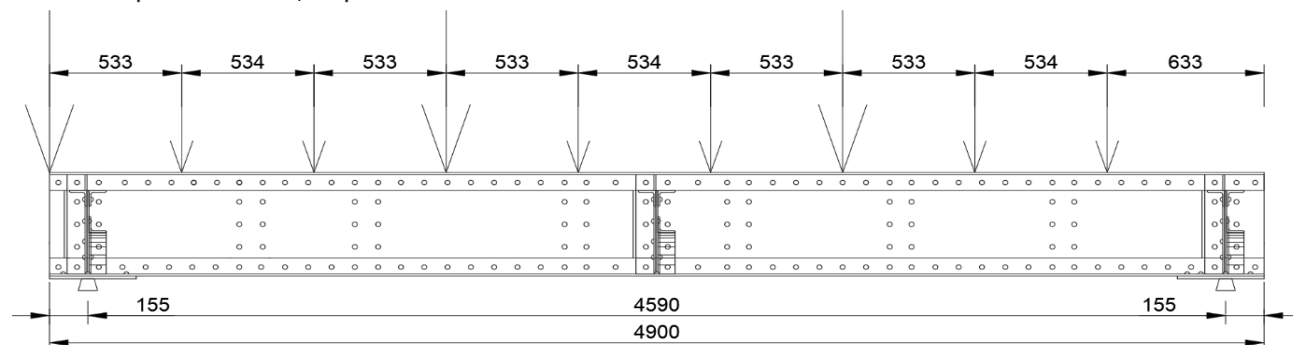
ZS7.1 - vlak max. M_y



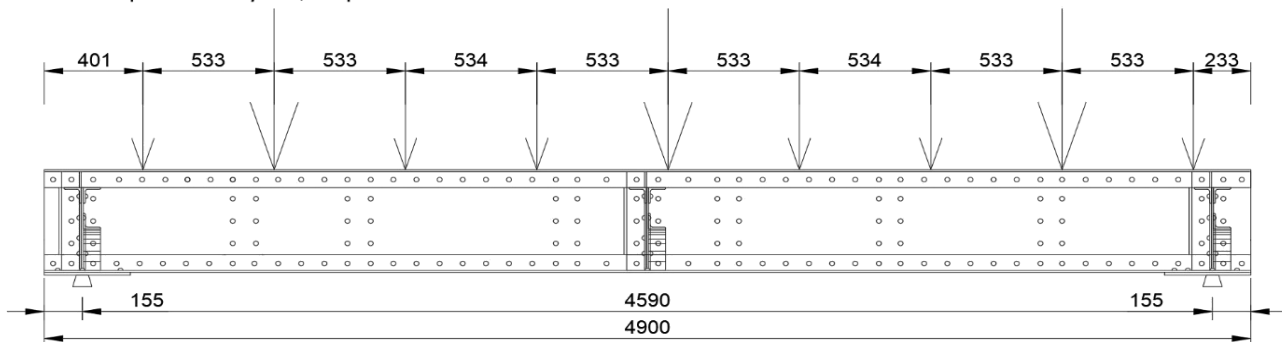
ZS7.2 - vlak max. V_z



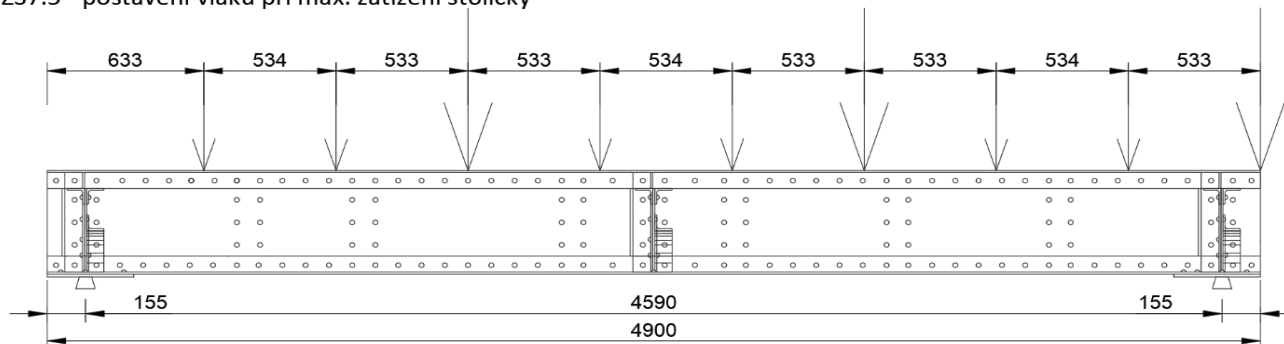
ZS7.3 - vlak při max. V_z v $\frac{1}{4}$ rozpětí



ZS7.4 - vlak při max. M_y v $\frac{1}{4}$ rozpětí



ZS7.5 - postavení vlaku při max. zatížení stoličky



5 Stanovení zatížitelnosti - MSÚ

Předpoklady výpočtu

Při výpočtu zatížitelnosti bylo postupováno dle metodického pokynu SŽ, s.o. a norem v něm odkazovaných.

Materiálové charakteristiky

Rok výroby nosné konstrukce K01 je 1905. Vzhledem k tomu, že nebyla provedena zkouška materiálu, bylo při určení pevnosti postupováno dle A.1.1.1. b) metodického pokynu.

Materiál je uvažován bezpečně jako plávková ocel.

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	svárkové železo		130	210	340	1,10	1,20	1,30	
1895-1904	svárkové 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 EN 10025-2
		> 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				

Zatížitelnost vypočtena pro zatěžovací model LM 71

Dílčí součinitel bezpečnosti $\gamma_G = 1,20$

Dynamický součinitel

Hlavní nosník K01 $\delta = 1,84$

Příčné ztužení $\delta = 1,84$

Kombinace zatížení

Jednotlivá proměnná zatížení železniční dopravou, reprezentovaná modelem LM 71 včetně zatížení bočním rázem, rozjezdovými a brzdnými silami a odstředivou silou pro mostní objekty s koleji v oblouku, se v přepočtech stávajících mostních objektů považují za skupinové více složkové zatížení železniční dopravou s pravidly tvoření skupin dle tab. 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 dle A2.2.4 v ČSN EN 1990. Součinitel kombinace zatížení ψ pro trvalé a dočasné situace se určí z tab. A2.3 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 dle ČSN EN 1990. V mezních stavech použitelnosti se uvažují kombinace zatížení v trvalých a dočasných návrhových situacích dle A.2.4 ČSN EN 1990.

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

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

Pravidla kombinování účinků zatížení větrem s účinky proměnného zatížení železniční dopravou se uvažují v souladu s ČSN EN 1990. Součinitel kombinace zatížení větrem ψ se bere z tab. A2.3 v ČSN EN 1990.

Globální posouzení konstrukce

Vnitřní síly na jednotlivých prutech byly stanoveny ve výpočtovém programu SCIA Engineer 19.1.

Pro výpočet kombinací a následného posudku byly použity tyto předpoklady:

- mez kluzu materiálu $f_y = 230,00 \text{ MPa}$
- mez pevnosti materiálu $f_u = 360,00 \text{ MPa}$
- mez pevnosti materiálu nýtu $f_{ub} = 310,00 \text{ MPa}$
- dílčí součinitele γ účinků zatížení dle metodického pokynu SŽ, s.o.
- součinitel kombinací dle ČSN EN 1990/A2
- dynamický součinitel pro celou konstrukci dle hl. nosníku - tj. $\delta = 1,84$
- 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

Detailní stanovení zatížitelnosti je pro rozhodující profily provedeno ručně dle postupů a norem odkazovaných v metodickém pokynu SŽ, s.o..

5.1 Zatěžovací stavy a kombinace

Zatěžovací stavy

č. zs	Název zatěžovacího stavu	č. zs	Název zatěžovacího stavu
1.1	Vlastní tíha	4.19	BR 1/4 My, P
1.2	Ostatní stále zat.	4.20	BR 1/4 My, L
2.1	Vítr zleva	4.21	BR 1/4 My, P1
2.2	Vítr zprava	4.22	BR 1/4 My, L1
2.3	Vítr zleva - reduk	4.23	BR 1/4 My, P2
2.4	Vítr zprava - reduk	4.24	BR 1/4 My, L2
2.5	Vítr, výjmečná zat	4.25	BR stol, max My P
3.1	Teplota léto	4.26	BR stol, max My L
3.2	Teplota zima	4.27	BR mx Mz L
4.1	BR max My P	4.28	BR mx Mz P
4.2	BR max My L	5.0	odstř.síly
4.3	BR max My P1	6.1	Rozj. ve směru
4.4	BR max My L1	6.2	Rozj. proti směr
4.5	BR max My P2	7.1	LM71 max My
4.6	BR max My L2	7.2	LM71 max Vz
4.7	BR max Vz P	7.3	LM71, 1/4, Vz
4.8	BR max Vz L	7.4	LM71, 1/4, My
4.9	BR max Vz P1	7.5	LM71, stolička
4.10	BR max Vz L1	7.6	LM71 max Mz
4.11	BR max Vz P2	8.1	C3, max My
4.12	BR max Vz L2	8.2	C3, max Vz
4.13	BR 1/4 Vz, P	8.3	C3, 1/4, Vz
4.14	BR 1/4 Vz, L	8.4	C3, 1/4, My
4.15	BR 1/4 Vz, P1	8.5	C3, max Mz
4.16	BR 1/4 Vz, L1	9.1	Kolej. rošt vl. tíha
4.17	BR 1/4 Vz, P2	9.2	Kolej. příč. odpor
4.18	BR 1/4 Vz, L2	10.0	Nezatížený vlak

Součinitele zatížení a kombinace									
zatížení	Součinitele zatížení $\gamma_{G/Q}$	$\xi/\Phi_{2,3}$	součinitel kombinace ψ			sestavy zatížení			
			ψ_0	ψ_1	ψ_2	GR 11	GR 12	GR13	GR14
Stálé zatížení	1,20	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Vítr	1,35	1,00	0,75	0,50	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Teplota	1,50	1,00	0,60	0,60	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00
Boční ráz	1,3/1,10*	1,00	0,80	0,80	0,00	0,50	1,00	0,50	1,00
Odstředivá síla	1,3/1,10*	1,00	0,80	0,80	0,00	0,50	1,00	0,50	1,00
Rozjez/brzné síly	1,3/1,10*	1,00	0,80	0,80	0,00	1,00	0,50	1,00	0,50
Vlak	1,3/1,10*	1,84	0,80	0,80	0,00	1,00	1,00	1,00**	1,00**
Nezatížený vlak	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Kolej	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

* Součinitel $\gamma_Q = 1,10$ je v případě výjmečné zatížitelnosti

** V příznivých případech se může součinitel redukovat na 0,5, nemůže být nula.

STATICKÝ VÝPOČET

TU 1751 Kutná Hora hl.n. (mimo)- Zruč nas Sázavou (mimo)

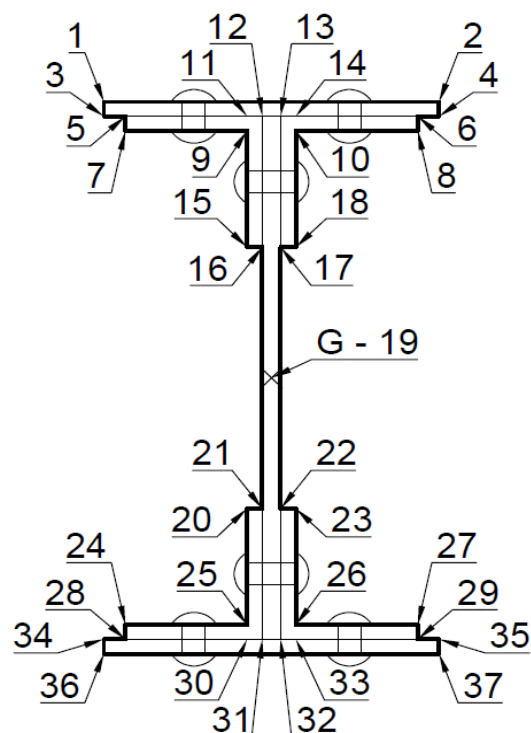
Evd. km 10,764

Kombinační předpis

ZS	ZS1	ZS2	ZS3	ZS4	ZS5	ZS6	ZS7	ZS9/10	Popis kombinace	
	Stále $\gamma_G \gamma_G^* \xi$	Vitr $\gamma_{Q,i}^* \psi_{0,i}$	Teplota $\gamma_{Q,i}^* \psi_{0,i}$	Boční ráz $GR^* \gamma_Q, 1^* \psi_{0,i}$	Boční ráz $GR^* \gamma_{Q,1}^* \psi_{0,i}$	Odstředivé síly $GR^* \gamma_{Q,1}^* \psi_{0,i}$	LM71 $GR^* \gamma_{Q,1}^* \psi_{0,i}^* \phi$	nezatížený vlak/ kolej		
Komb.č.										
01	1,20	1,01	0,75	0,52	0,52	1,04	1,91	0,00	GR 11	6.10a
02	1,20	0,68	0,75	0,52	0,52	1,04	1,91	0,00		
03	1,20	0,00	0,90	0,52	0,52	1,04	1,91	0,00		
04	1,20	0,00	0,90	0,52	0,52	1,04	1,91	0,00		
05	1,20	1,01	0,75	1,04	1,04	0,52	1,91	0,00	GR 12	
06	1,20	0,68	0,75	1,04	1,04	0,52	1,91	0,00		
07	1,20	0,00	0,90	1,04	1,04	0,52	1,91	0,00		
08	1,20	0,00	0,90	1,04	1,04	0,52	1,91	0,00		
09	1,20	1,01	0,75	0,52	0,52	1,04	1,91	0,00	GR 13	
10	1,20	0,68	0,75	0,52	0,52	1,04	1,91	0,00		
11	1,20	0,00	0,90	0,52	0,52	1,04	1,91	0,00		
12	1,20	0,00	0,90	0,52	0,52	1,04	1,91	0,00		
13	1,20	1,01	0,75	1,04	1,04	0,52	1,91	0,00	GR 14	
14	1,20	0,68	0,75	1,04	1,04	0,52	1,91	0,00		
15	1,20	0,00	0,90	1,04	1,04	0,52	1,91	0,00		
16	1,20	0,00	0,90	1,04	1,04	0,52	1,91	0,00		
17	1,14	1,01	0,90	0,65	0,65	1,30	2,39	0,00	GR 11	6.10b
18	1,14	0,68	0,90	0,65	0,65	1,30	2,39	0,00		
19	1,14	1,01	0,90	1,30	1,30	0,65	2,39	0,00	GR 12	
20	1,14	0,68	0,90	1,30	1,30	0,65	2,39	0,00		
21	1,14	1,01	0,90	0,65	0,65	1,30	2,39	0,00	GR 13	
22	1,14	0,68	0,90	0,65	0,65	1,30	2,39	0,00		
23	1,14	1,01	0,90	1,30	1,30	0,65	2,39	0,00	GR 14	
24	1,14	0,68	0,90	1,30	1,30	0,65	2,39	0,00		
25	1,14	1,35	0,90	1,10	1,10	0,55	2,02	0,00	Výjimečná zat.	
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,74	0,00	MSP	
27	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,00	1,74	0,00	MSP - pohodlí cest.	
28	0,95	1,35	0,00	1,30	1,30	0,00	0,00	0,95	překlopení	

5.2 Popis vláken průřezu

číslo vlákna	popis vlákna
1	Pásnice horní L
2	Pásnice horní P
3	Pásnice horní L
4	Pásnice horní P
5	Krční úhelník horní L / pásnice
6	Krční úhelník horní P / pásnice
7	Krční úhelník horní L
8	Krční úhelník horní P
9	Krční úhelník horní L
10	Krční úhelník horní P
11	Krční úhelník horní L / pásnice
12	Krční úhelník horní L / pásnice / stojina
13	Krční úhelník horní P / pásnice / stojina
14	Krční úhelník horní P / pásnice
15	Krční úhelník horní L
16	Krční úhelník horní L / stojina
17	Krční úhelník horní P / stojina
18	Krční úhelník horní P
19	Těžiště (stojina)
20	Krční úhelník dolní L
21	Krční úhelník dolní L / stojina
22	Krční úhelník dolní P / stojina
23	Krční úhelník dolní P
24	Krční úhelník dolní L
25	Krční úhelník dolní L
26	Krční úhelník dolní P
27	Krční úhelník dolní P
28	Krční úhelník dolní L / pásnice
29	Krční úhelník dolní P / pásnice
30	Krční úhelník dolní L / pásnice
31	Krční úhelník dolní L / pásnice / stojina
32	Krční úhelník dolní P / pásnice / stojina
33	Krční úhelník dolní P / pásnice
34	Pásnice dolní L
35	Pásnice dolní P
36	Pásnice dolní L
37	Pásnice dolní P



5.3 Posouzení hlavních nosníků

5.3.1 Právý nosník N4 v místě maximálního ohybového momentu M_y .

Výpočet zatížitelnosti dle metodického pokynu

Materiálové vlastnosti

druh oceli - plávková ocel

$f_y = 230,00 \text{ MPa}$ mez kluzu
 $f_u = 360,00 \text{ MPa}$ mez pevnosti

$\varepsilon = 1,01$

$\gamma_{M0} = 1,10$ součinitel spolehlivosti

$\gamma_{M1} = 1,20$ součinitel spolehlivosti

$\gamma_{M2} = 1,30$ součinitel spolehlivosti

Geometrické vlastnosti

$L = 0,60 \text{ m}$ vzpěrná délka hlavního nosníku

$L_\phi = 4,59 \text{ m}$ náhradní délka

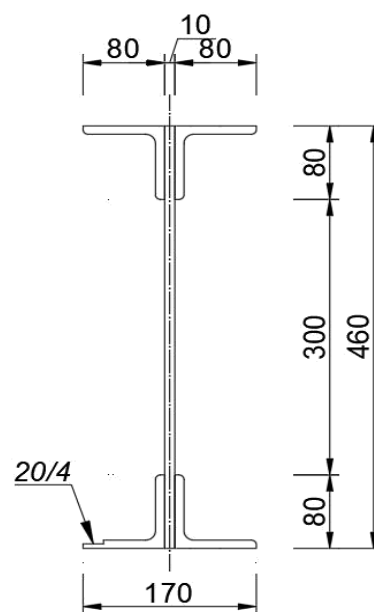
$\phi = 1,84$ dynamický součinitel

Průřezové charakteristiky

Celkové

$A = 9,956\text{E-}3 \text{ m}^2$	9,956E-3 m ²	plocha průřezu
$I_y = 3,126\text{E-}4 \text{ m}^4$	3,126E-4 m ⁴	moment setrvačnosti
$I_z = 7,198\text{E-}6 \text{ m}^4$	7,198E-6 m ⁴	moment setrvačnosti
$i_y = 177,2 \text{ mm}$	177,2 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z = 26,9 \text{ mm}$	26,9 mm	poloměr setrvačnosti
$W_{el,y} = -1,346\text{E-}3 \text{ m}^3$	-1,346E-3 m ³	elastický průřezový modul
$W_{el,z} = -8,302\text{E-}5 \text{ m}^3$	8,626E-5 m ³	elastický průřezový modul
$W_{pl,y} = 6,524\text{E-}3 \text{ m}^3$	6,524E-3 m ³	plastický průřezový modul
$W_{pl,z} = 8,259\text{E-}4 \text{ m}^3$	8,259E-4 m ³	plastický průřezový modul
$S_y = 8,173\text{E-}4 \text{ m}^3$	0,000E+0 m ³	statický moment

nejvíce namáhané vlákno č. 29.



* kurzívou je znázorněno oslabení

Rozměry nosníku

$h = 460,00 \text{ mm}$	výška nosníku
$t_{f,h} = 9,00 \text{ mm}$	tloušťka horní pásnice
$t_{f,d} = 9,00 \text{ mm}$	tloušťka dolní pásnice
$b_{f,h} = 170,00 \text{ mm}$	šířka horní pásnice
$b_{f,d} = 170,00 \text{ mm}$	šířka dolní pásnice
$h_w = 460,00 \text{ mm}$	výška stojiny účinná na smyk
$t = 10,00 \text{ mm}$	tloušťka stojiny
Tř.pr. = 3	třída průřezu

Ostatní součinitelé

$\alpha = 1,00$	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi = 0,95$	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle Metodického pokynu SŽ, s.o.

STATICKÝ VÝPOČET

TU 1751 Kutná Hora hl.n. (mimo)- Zruč nas Sázavou (mimo)

Evd. km 10,764

Rozhodující skupina zatížení

GR12

Kombinace zatížení dle výrazu

6.10b

zs	zatížení	V_f	ψ_0	ϕ	$Z_{uvaž} / GR_{xx}$	Charakteristické vnitřní síly			
						N [kN]	V _z [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
1.1	Vlastní tíha	1,14	1,00	1,00	1,00	0,35	-0,77	4,08	0,01
1.2	Ostatní stále zat.	1,14	1,00	1,00	1,00	-2,31	-1,28	2,59	-0,51
2.1	Vítr zleva	1,35	0,75	1,00	1,00	9,56	-4,19	21,07	-0,50
3.2	Teplota zima	1,50	0,60	1,00	1,00	17,85	0,01	-0,88	0,08
4.4	BR max My L1	1,30	1,00	1,00	1,00	49,38	-9,43	27,52	-2,34
5.0	odstř.síly	1,30	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6.1	Rozj. ve směru	1,30	1,00	1,00	0,50	23,78	2,69	4,79	0,01
7.1	LM71 max My	1,30	1,00	1,84	1,00	3,87	-31,31	109,85	0,01
8.1	C3, max My	1,30	1,00	1,56	1,00	2,86	-29,16	67,76	0,03

zs	Návrhové vnitřní síly				Návrhové napětí					
	N [kN]	V _z [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	$\sigma_{x,Nx}$ [MPa]	$\sigma_{x,My}$ [MPa]	$\sigma_{x,Mz}$ [MPa]	σ_x [MPa]	τ [MPa]	σ_e [MPa]
1.1	0,40	0,88	4,65	0,01	-0,04	-3,45	0,10	-3,39	0,00	3,39
1.2	-2,08	1,46	2,95	0,58	0,21	-2,19	6,74	4,76	0,00	4,76
2.1	9,68	4,24	21,33	-0,51	-0,97	-15,84	-5,87	-22,68	0,00	22,68
3.2	16,07	0,00	0,00	0,00	-1,61	0,00	0,00	-1,61	0,00	1,61
4.4	64,19	12,26	35,78	-3,04	-6,45	-26,57	-35,26	-68,28	0,00	68,28
5.0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6.1	15,46	0,00	3,11	0,00	-1,55	-2,31	0,00	-3,86	0,00	3,86
7.1	9,26	74,89	262,76	0,00	-0,93	-195,15	0,00	-196,08	0,00	196,08
8.1	5,80	59,14	137,42	0,05	-0,58	-102,06	0,61	-102,03	0,00	102,03

	Souhrn návrhových vnitřních sil a napětí									
	Návrhové vnitřní síly				Návrhové napětí					
	N [kN]	V _z [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	$\sigma_{x,Nx}$ [MPa]	$\sigma_{x,My}$ [MPa]	$\sigma_{x,Mz}$ [MPa]	σ_x [MPa]	τ [MPa]	σ_e [MPa]
rs,Ed	103,72	18,84	67,83	-2,96	-10,42	-50,37	-34,29	-95,08	0,00	95,079
LM71,Ed	9,26	74,89	262,76	0,00	-0,93	-195,15	0,00	-196,08	0,00	196,08
Celkem	112,97	93,73	330,59	-2,96	-11,35	-245,52	-34,29	-291,15	0,00	291,15

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

Předpoklad $Z_{LM71} = 1,00$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed} \quad (A.10)$$

$$V_{Ed} = 93,73 \text{ kN}$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \gamma_{m0}} = 509,03 \text{ kN}$$

Smyková zatížitelnost	
$\tau_{Rd} =$	120,72 MPa
$\tau_{rs} =$	4,93 MPa
$\tau_{LM71} =$	19,58 MPa
$Z_{LM71} =$	5,91

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} < 0,5 \quad (A.2)$$

$$\eta_3 = 0,184 < 0,5$$

Prvek vyhovuje na smyk.

STATICKÝ VÝPOČET

TU 1751 Kutná Hora hl.n. (mimo)- Zruč nas Sázavou (mimo)

Evd. km 10,764

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{1,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} f_y / \gamma_{M0}} \quad (A.8)$$

$$\eta_{1,rs} = \frac{-103715,50}{2081709,09} + \frac{67826,68}{-281538,02} + \frac{-2957,85}{18036,89} = 0,455$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} f_y / \gamma_{M0}} \quad (A.9)$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{-9257,04}{2081709,09} + \frac{262761,20}{-281538,02} + \frac{0,00}{18036,89} = 0,938$$

Zatížitelnost Z_{LM71} dle normálového napětí

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{1,rs}}{\eta_{1,LM71}} \quad (A.7)$$

$$Z_{LM71} = 0,58$$

KROK 3 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI DLE SROVNÁVACÍHO NAPĚTÍ

$$Z_{LM71}^2 (\sigma_{x,LM71}^2 + 3 \tau_{LM71}^2) + Z_{LM71} (2 \sigma_{x,rs} \sigma_{x,LM71} + 6 \tau_{x,rs} \tau_{x,LM71}) + \sigma_{x,rs}^2 + 3 \tau_{rs}^2 \leq \left(\frac{f_y}{\gamma_{m0}} \right)^2$$

Zatížitelnost Z_{LM71} dle srovnávacího napětí

$$Z_{LM71} = 0,58$$

Jelikož je zatížitelnost menší než 1,0 může se dle metodického pokynu SŽ redukovat účinky bočních rázu, odstředivých a rozjezdových sil. Redukce se provádí iteračním postupem

	iterace	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Normál. σ_x	$\eta_{1,rs}$	0,45	0,31	0,36	0,34	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
	$\eta_{1,LM71}$	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
	Z_{LM1}	0,58	0,74	0,68	0,70	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69
srov. σ_e	$\sigma_{e,rs}$	95,08	64,88	75,99	71,91	73,41	72,86	73,06	72,99	73,01	73,00
	$\sigma_{e,LM71}$	196,08	196,08	196,08	196,08	196,08	196,08	196,08	196,08	196,08	196,08
	Z_{LM1}	0,58	0,74	0,68	0,70	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69

Hodnoty vnitřních sil pro iteraci č. 9

zs	Návrhové vnitřní síly				Návrhové napětí					
	N	Vz	My	Mz	$\sigma_{x,Nx}$	$\sigma_{x,My}$	$\sigma_{x,Mz}$	σ_x	τ	σ_e
	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
1.1	0,40	0,88	4,65	0,01	-0,04	-3,45	0,10	-3,39	0,00	3,39
1.2	-2,08	1,46	2,95	0,58	0,21	-2,19	6,74	4,76	0,00	4,76
2.1	9,68	4,24	21,33	-0,51	-0,97	-15,84	-5,87	-22,68	0,00	22,68
3.2	16,07	0,00	0,00	0,00	-1,61	0,00	0,00	-1,61	0,00	1,61
4.4	44,55	8,51	24,83	-2,11	-4,48	-18,44	-24,48	-47,39	0,00	47,39
5.0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6.1	10,73	0,00	2,16	0,00	-1,08	-1,60	0,00	-2,68	0,00	2,68
7.1	9,26	74,89	262,76	0,00	-0,93	-195,15	0,00	-196,08	0,00	196,08

	Souhrn návrhových vnitřních sil a napětí									
	Návrhové vnitřní síly				Návrhové napětí					
	N	Vz	My	Mz	$\sigma_{x,Nx}$	$\sigma_{x,My}$	$\sigma_{x,Mz}$	σ_x	τ	σ_e
	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
rs,Ed	79,35	15,09	55,93	-2,03	-7,97	-41,54	-23,50	-73,01	0,00	73,006
LM71,Ed	9,26	74,89	262,76	0,00	-0,93	-195,15	0,00	-196,08	0,00	196,08
Celkem	88,60	89,98	318,69	-2,03	-8,90	-236,68	-23,50	-269,08	0,00	269,08

STATICKÝ VÝPOČET

TU 1751 Kutná Hora hl.n. (mimo)- Zruč nas Sázavou (mimo)

Evd. km **10,764**

Shrnutí výsledků - viz rovnice KROK 1 - 3

Zatížitelnost					
Normálové napětí		Smykové napětí		Srovnávací napětí	
$Z_{LM71} =$	0,69	$Z_{LM71} =$	>5	$Z_{LM71} =$	0,69
$\eta_1 =$	1,29	$\eta_3 =$	0,20	$\eta =$	1,29
K_i		K_i		K_i	
$\sigma_{x,Nx} =$	0,03	$\sigma_{x,Nx} =$	0,00	$\sigma_{x,Nx} =$	0,03
$\sigma_{x,My} =$	0,88	$\sigma_{x,My} =$	0,00	$\sigma_{x,My} =$	0,88
$\sigma_{x,Mz} =$	0,09	$\sigma_{x,Mz} =$	0,00	$\sigma_{x,Mz} =$	0,09
$\tau =$	0,00	$\tau =$	1,00	$\tau =$	0,00

Výsledná zatížitelnost

$Z_{LM71} =$ **0,69**

Ověření přechodnosti

Vnitřní síly					
Vlak	Y_f	N	Vz	My	Mz
	-	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
$E_{TTZ,C3}$	1,30	2,86	-29,16	67,76	0,03
E_{LM71}	1,30	3,87	-31,31	109,85	0,01
Poměr $\lambda_{C3 / LM71}$		0,74	0,93	0,62	1,95
ψ_{C3}		0,85	0,85	0,85	0,85
K_i		0,03	0,00	0,88	0,09
Přechodnost C3/60		0,69	\geq	0,62	
					Přechodné

Trat'ová třída C3

Rychlost 50 km/h

Dynamický souč. 1,84 LM71

Dynamický souč. 1,56 C3

$\psi = 0,848$

$\lambda_{LM71} = E_{TTZ} / E_{LM71}$

STATICKÝ VÝPOČET

TU 1751 Kutná Hora hl.n. (mimo)- Zruč nas Sázavou (mimo)

Evd. km 10,764

Rozhodující skupina zatížení

GR12

Kombinace zatížení dle výrazu

6.10b

zs	zatížení	V_f	ψ_0	ϕ	$Z_{uvaž} / GR_{xx}$	Charakteristické vnitřní síly			
						N [kN]	V _z [kN]	My [kNm]	M _z [kNm]
1.1	Vlastní tíha	1,14	1,00	1,00	1,00	0,00	0,38	4,35	0,03
1.2	Ostatní stáje zat.	1,14	1,00	1,00	1,00	2,76	0,16	-0,33	-0,31
2.2	Vítr zprava	1,35	0,75	1,00	1,00	7,67	0,06	-8,22	0,14
3.2	Teplota zima	1,30	0,60	1,00	1,00	17,46	0,43	0,02	0,27
4.28	BR mx Mz P	1,30	1,00	1,00	1,00	37,43	-5,25	23,79	4,80
5.0	odstř.síly	1,30	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6.1	Rozj. ve směru	1,30	1,00	1,00	0,50	16,60	2,31	2,95	0,03
7.6	LM71 max Mz	1,30	1,00	1,84	1,00	4,74	-3,06	106,92	0,11
8.5	C3, max Mz	1,30	1,00	1,56	1,00	2,60	-1,89	67,70	0,09

zs	Návrhové vnitřní síly				Návrhové napětí					
	N [kN]	V _z [kN]	My [kNm]	M _z [kNm]	$\sigma_{x,Nx}$ [MPa]	$\sigma_{x,My}$ [MPa]	$\sigma_{x,Mz}$ [MPa]	σ_x [MPa]	τ [MPa]	σ_e [MPa]
1.1	0,00	0,34	4,95	0,03	0,00	-3,67	-0,39	-4,06	0,00	4,06
1.2	3,15	0,14	-0,30	-0,28	-0,32	0,22	3,38	3,29	0,00	3,29
2.2	7,77	0,00	0,00	0,14	-0,78	0,00	-1,72	-2,50	0,00	2,50
3.2	13,62	0,00	0,02	0,21	-1,37	-0,01	-2,56	-3,94	0,00	3,94
4.28	48,66	6,82	30,93	6,24	-4,89	-22,90	-75,22	-103,00	0,00	103,00
5.0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6.1	10,79	0,00	1,92	0,02	-1,08	-1,42	-0,24	-2,74	0,00	2,74
7.6	11,34	7,31	255,76	0,27	-1,14	-189,33	-3,26	-193,73	0,00	193,73
8.5	5,27	3,82	137,29	0,17	-0,53	-101,63	-2,08	-104,25	0,00	104,25

	Souhrn návrhových vnitřních sil a napětí									
	Návrhové vnitřní síly				Návrhové napětí					
	N [kN]	V _z [kN]	My [kNm]	M _z [kNm]	$\sigma_{x,Nx}$ [MPa]	$\sigma_{x,My}$ [MPa]	$\sigma_{x,Mz}$ [MPa]	σ_x [MPa]	τ [MPa]	σ_e [MPa]
rs,Ed	83,98	7,30	37,52	6,37	-8,43	-27,77	-76,74	-112,95	0,00	112,95
LM71,Ed	11,34	7,31	255,76	0,27	-1,14	-189,33	-3,26	-193,73	0,00	193,73
Celkem	95,32	14,62	293,27	6,64	-9,57	-217,10	-80,01	-306,68	0,00	306,68

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

Předpoklad $Z_{LM71} = 1,00$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed} \quad (A.10)$$

$$V_{Ed} = 14,62 \text{ kN}$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \gamma_{m0}} = 509,03 \text{ kN}$$

Smyková zatížitelnost	
$\tau_{Rd} =$	120,72 MPa
$\tau_{rs} =$	1,78 MPa
$\tau_{LM71} =$	1,78 MPa
$Z_{LM71} =$	>5

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} < 0,5 \quad (A.2)$$

$$\eta_3 = 0,512 > 0,5$$

Prvek vyhovuje na smyk.

STATICKÝ VÝPOČET

TU 1751 Kutná Hora hl.n. (mimo)- Zruč nas Sázavou (mimo)

Evd. km 10,764

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{1,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} f_y / \gamma_{M0}} \quad (A.8)$$

$$\eta_{1,rs} = \frac{-83976,70}{2081709,09} + \frac{37516,91}{-282451,40} + \frac{6371,36}{-17359,65} = 0,540$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} f_y / \gamma_{M0}} \quad (A.9)$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{-11340,95}{2081709,09} + \frac{255756,47}{-282451,40} + \frac{271,01}{-17359,65} = 0,927$$

Zatížitelnost Z_{LM71} dle normálového napětí

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{1,rs}}{\eta_{1,LM71}} \quad (A.7)$$

$Z_{LM71} = 0,50$

KROK 3 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI DLE SROVNÁVACÍHO NAPĚTÍ

$$Z_{LM71}^2 (\sigma_{x,LM71}^2 + 3 \tau_{LM71}^2) + Z_{LM71} (2 \sigma_{x,rs} \sigma_{x,LM71} + 6 \tau_{x,rs} \tau_{x,LM71}) + \sigma_{x,rs}^2 + 3 \tau_{rs}^2 \leq \left(\frac{f_y}{\gamma_{m0}} \right)^2$$

Zatížitelnost Z_{LM71} dle srovnávacího napětí

$Z_{LM71} = 0,50$

Jelikož je zatížitelnost menší než 1,0 může se dle metodického pokynu SŽ redukovat účinky bočních rázu, odstředivých a rozjezdových sil. Redukce se provádí iteračním postupem

	iterace	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Normál. σ_x	$\eta_{1,rs}$	0,54	0,23	0,39	0,31	0,35	0,33	0,34	0,33	0,34	0,34
	$\eta_{1,LM71}$	0,93	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
	Z_{LM1}	0,50	0,84	0,67	0,75	0,71	0,73	0,72	0,73	0,72	0,73
srov. σ_e	$\sigma_{e,rs}$	112,95	59,68	88,76	72,89	81,55	76,82	79,40	77,99	78,76	78,34
	$\sigma_{e,LM71}$	193,73	193,73	193,73	193,73	193,73	193,73	193,73	193,73	193,73	193,73
	Z_{LM1}	0,50	0,77	0,62	0,70	0,66	0,68	0,67	0,68	0,67	0,67

Hodnoty vnitřních sil pro iteraci č. 9

0	Návrhové vnitřní síly				Návrhové napětí					
	N	Vz	My	Mz	$\sigma_{x,Nx}$	$\sigma_{x,My}$	$\sigma_{x,Mz}$	σ_x	τ	σ_e
	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
0,00	0,00	0,34	4,95	0,03	0,00	-3,67	-0,39	-4,06	0,00	4,06
1.1	3,15	0,14	-0,30	-0,28	-0,32	0,22	3,38	3,29	0,00	3,29
1.2	7,77	0,00	0,00	0,14	-0,78	0,00	-1,72	-2,50	0,00	2,50
2.2	13,62	0,00	0,02	0,21	-1,37	-0,01	-2,56	-3,94	0,00	3,94
3.2	35,28	4,95	22,43	4,53	-3,54	-16,60	-54,53	-69,29	0,00	69,29
4.28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.0	7,82	0,00	1,39	0,01	-0,79	-1,03	-0,17	-1,84	0,00	1,84
6.1	11,34	7,31	255,76	0,27	-1,14	-189,33	-3,26	-193,73	0,00	193,73

	Souhrn návrhových vnitřních sil a napětí									
	Návrhové vnitřní síly				Návrhové napětí					
	N	Vz	My	Mz	$\sigma_{x,Nx}$	$\sigma_{x,My}$	$\sigma_{x,Mz}$	σ_x	τ	σ_e
	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
rs,Ed	67,63	5,43	28,48	4,65	-6,79	-21,09	-55,99	-83,87	0,00	83,87
LM71,Ed	11,34	7,31	255,76	0,27	-1,14	-189,33	-3,26	-193,73	0,00	193,73
Celkem	78,97	12,74	284,24	4,92	-7,93	-210,42	-59,26	-277,60	0,00	277,6

STATICKÝ VÝPOČET

TU 1751 Kutná Hora hl.n. (mimo)- Zruč nas Sázavou (mimo)

Evd. km **10,764**

Shrnutí výsledků - viz rovnice KROK 1 - 3

Zatížitelnost					
Normálové napětí		Smykové napětí		Srovnávací napětí	
$Z_{LM71} =$	0,73	$Z_{LM71} =$	>5	$Z_{LM71} =$	0,67
$\eta_1 =$	1,25	$\eta_3 =$	0,03	$\eta =$	1,30
K_i		K_i		K_i	
$\sigma_{x,Nx} =$	0,03	$\sigma_{x,Nx} =$	0,00	$\sigma_{x,Nx} =$	0,03
$\sigma_{x,My} =$	0,76	$\sigma_{x,My} =$	0,00	$\sigma_{x,My} =$	0,77
$\sigma_{x,Mz} =$	0,21	$\sigma_{x,Mz} =$	0,00	$\sigma_{x,Mz} =$	0,20
$\tau =$	0,00	$\tau =$	1,00	$\tau =$	0,00

Výsledná zatížitelnost

$Z_{LM71} =$ **0,67**

Ověření přechodnosti

Vnitřní síly					
Vlak	Y_f	N	Vz	My	Mz
	-	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
$E_{TTZ,C3}$	1,30	2,60	-1,89	67,70	0,09
E_{LM71}	1,30	4,74	-3,06	106,92	0,11
Poměr $\lambda_{C3 / LM71}$		0,55	0,62	0,63	0,75
ψ_{C3}		0,85	0,85	0,85	0,85
K_i		0,03	0,00	0,77	0,20
Přechodnost C3/60		0,67	\geq	0,56	Přechodné

Trat'ová třída C3

Rychlost 50 km/h

Dynamický souč. 1,84 LM71

Dynamický souč. 1,56 C3

$\psi = 0,848$

$\lambda_{LM71} = E_{TTZ} / E_{LM71}$

5.3.3 Pravý nosník N3 v místě maximální posouvající síly Vz.

Výpočet zatížitelnosti dle metodického pokynu

druh oceli - plávková ocel

 $f_y = 230,00 \text{ MPa}$ mez kluzu

 $f_u = 360,00 \text{ MPa}$ mez pevnosti

 $\varepsilon = 1,01$
 $\gamma_{M0} = 1,10$ součinitel spolehlivosti

 $\gamma_{M1} = 1,20$ součinitel spolehlivosti

 $\gamma_{M2} = 1,30$ součinitel spolehlivosti

Geometrické vlastnosti

 $L = 0,60 \text{ m}$ vzpěrná délka hlavního nosníku

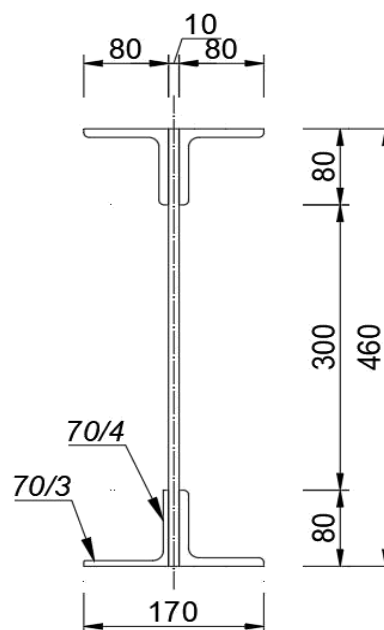
 $L_\phi = 4,59 \text{ m}$ náhradní délka

 $\phi = 1,84$ dynamický součinitel

Průřezové charakteristiky

Celkové	nejvíce namáhané vlákno č. 19.	
$A = 9,527\text{E-}3 \text{ m}^2$	$9,527\text{E-}3 \text{ m}^2$	plocha průřezu
$I_y = 2,945\text{E-}4 \text{ m}^4$	$2,945\text{E-}4 \text{ m}^4$	moment setrvačnosti
$I_z = 6,979\text{E-}6 \text{ m}^4$	$6,979\text{E-}6 \text{ m}^4$	moment setrvačnosti
$i_y = 175,8 \text{ mm}$	$175,8 \text{ mm}$	poloměr setrvačnosti
$i_z = 27,1 \text{ mm}$	$27,1 \text{ mm}$	poloměr setrvačnosti
$W_{el,y} = 1,219\text{E-}3 \text{ m}^3$	$0,000\text{E+}0 \text{ m}^3$	elastický průřezový modul
$W_{el,z} = 7,792\text{E-}5 \text{ m}^3$	$0,000\text{E+}0 \text{ m}^3$	elastický průřezový modul
$W_{pl,y} = 1,085\text{E-}3 \text{ m}^3$	$0,000\text{E+}0 \text{ m}^3$	plastický průřezový modul
$W_{pl,z} = 9,660\text{E-}5 \text{ m}^3$	$0,000\text{E+}0 \text{ m}^3$	plastický průřezový modul
$S_y = 7,728\text{E-}4 \text{ m}^3$	$7,728\text{E-}4 \text{ m}^3$	statický moment

* kurzívou je znázorněno oslabení



Rozměry nosníku

$h = 460,00 \text{ mm}$	výška nosníku
$t_{f,h} = 9,00 \text{ mm}$	tloušťka horní pásnice
$t_{f,d} = 9,00 \text{ mm}$	tloušťka dolní pásnice
$b_{f,h} = 170,00 \text{ mm}$	šířka horní pásnice
$b_{f,d} = 170,00 \text{ mm}$	šířka dolní pásnice
$h_w = 460,00 \text{ mm}$	výška stojiny účinná na smyk
$t = 10,00 \text{ mm}$	tloušťka stojiny

Tř.pr. = 3 třída průřezu

Ostatní součinitelé

$\alpha = 1,00$	klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
$\xi = 0,95$	redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle Metodického pokynu SŽ, s.o.

STATICKÝ VÝPOČET

TU 1751 Kutná Hora hl.n. (mimo)- Zruč nas Sázavou (mimo)

Evd. km 10,764

Rozhodující skupina zatížení **GR12**
Kombinace zatížení dle výrazu **6.10b**

zs	zatížení	V_f	ψ_0	ϕ	$Z_{uvaž} / GR_{xx}$	Charakteristické vnitřní síly			
						N	Vz	My	Mz
						[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1.1	Vlastní tíha	1,14	1,00	1,00	1,00	0,16	-3,41	-0,01	0,00
1.2	Ostatní stále zat.	1,14	1,00	1,00	1,00	-0,84	-1,33	0,15	0,07
2.1	Vítr zleva	1,35	0,75	1,00	1,00	5,01	-16,57	0,22	0,39
3.1	Teplota léto	1,50	0,60	1,00	1,00	-0,99	0,42	0,29	0,19
4.12	BR max Vz L2	1,30	1,00	1,00	1,00	20,85	-21,13	3,31	1,17
5.0	odstř.síly	1,30	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6.2	Rozj. proti směr	1,30	1,00	1,00	0,50	-34,02	-2,66	-9,47	0,03
7.2	LM71 max Vz	1,30	1,00	1,84	1,00	1,40	-87,54	-0,37	0,03
8.2	C3, max Vz	1,30	1,00	1,56	1,00	0,72	-59,63	-0,25	0,02

zs	Návrhové vnitřní síly				Návrhové napětí					
	N	Vz	My	Mz	$\sigma_{x,Nx}$	$\sigma_{x,My}$	$\sigma_{x,Mz}$	σ_x	τ	σ_e
	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
1.1	0,18	3,89	-0,01	0,00	-0,02	0,00	0,00	-0,02	1,02	1,77
1.2	0,76	1,52	-0,14	0,08	-0,08	0,00	0,00	-0,08	0,40	0,69
2.1	5,07	16,78	0,00	0,39	-0,53	0,00	0,00	-0,53	4,40	7,64
3.1	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4.12	27,11	27,47	0,00	1,52	-2,85	0,00	0,00	-2,85	7,21	12,81
5.0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6.2	0,00	1,73	-6,16	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	0,79
7.2	3,35	209,40	-0,89	0,07	-0,35	0,00	0,00	-0,35	54,95	95,18
8.2	1,46	120,93	-0,51	0,04	-0,15	0,00	0,00	-0,15	31,73	54,97

	Souhrn návrhových vnitřních sil a napětí									
	Návrhové vnitřní síly				Návrhové napětí					
	N	Vz	My	Mz	$\sigma_{x,Nx}$	$\sigma_{x,My}$	$\sigma_{x,Mz}$	σ_x	τ	σ_e
	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
rs,Ed	33,12	51,38	-6,30	2,19	-3,48	0,00	0,00	-3,48	13,48	23,61
LM71,Ed	3,35	209,40	-0,89	0,07	-0,35	0,00	0,00	-0,35	54,95	95,177
Celkem	36,46	260,77	-7,19	2,26	-3,83	0,00	0,00	-3,83	68,43	118,59

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

Předpoklad $Z_{LM71} = 1,00$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed} \quad (A.10)$$

$$V_{Ed} = 260,77 \text{ kN}$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \gamma_{m0}} = 509,03 \text{ kN}$$

Smyková zatížitelnost	
$\tau_{Rd} =$	120,72 MPa
$\tau_{rs} =$	13,48 MPa
$\tau_{LM71} =$	54,95 MPa
$Z_{LM71} =$	1,95

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} < 0,5 \quad (A.2)$$

$$\eta_3 = 0,512 > 0,5$$

Prvek vyhovuje na smyk.

STATICKÝ VÝPOČET

TU 1751 Kutná Hora hl.n. (mimo)- Zruč nas Sázavou (mimo)

Evd. km 10,764

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{1,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} f_y / \gamma_{M0}} \quad (A.8)$$

$$\eta_{1,rs} = \frac{-33116,03}{1992009,09} + \frac{-6301,90}{279705,37} + \frac{2186,18}{17272,37} = 0,087$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} f_y / \gamma_{M0}} \quad (A.9)$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{-3348,80}{1992009,09} + \frac{-885,04}{279705,37} + \frac{71,76}{17272,37} = 0,001$$

Zatížitelnost Z_{LM71} dle normálového napětí

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{1,rs}}{\eta_{1,LM71}} \quad (A.7)$$

$$Z_{LM71} = > 5$$

KROK 3 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI DLE SROVNÁVACÍHO NAPĚTÍ

$$Z_{LM71}^2 (\sigma_{x,LM71}^2 + 3 \tau_{LM71}^2) + Z_{LM71} (2 \sigma_{x,rs} \sigma_{x,LM71} + 6 \tau_{x,rs} \tau_{x,LM71}) + \sigma_{x,rs}^2 + 3 \tau_{rs}^2 \leq \left(\frac{f_y}{\gamma_{m0}} \right)^2$$

Zatížitelnost Z_{LM71} dle srovnávacího napětí

$$Z_{LM71} = 1,95$$

Shrnutí výsledků - viz rovnice KROK 1 - 3

Zatížitelnost					
Normálové napětí		Smykové napětí		Srovnávací napětí	
$Z_{LM71} =$	>5	$Z_{LM71} =$	1,95	$Z_{LM71} =$	1,95
$\eta_1 =$	0,12	$\eta_3 =$	0,57	$\eta =$	0,57
K_i		K_i		K_i	
$\sigma_{x,Nx} =$	-0,21	$\sigma_{x,Nx} =$	0,00	$\sigma_{x,Nx} =$	0,00
$\sigma_{x,My} =$	-0,29	$\sigma_{x,My} =$	0,00	$\sigma_{x,My} =$	0,00
$\sigma_{x,Mz} =$	1,48	$\sigma_{x,Mz} =$	0,00	$\sigma_{x,Mz} =$	0,00
$\tau =$	0,00	$\tau =$	1,00	$\tau =$	1,00

Výsledná zatížitelnost

$$Z_{LM71} = 1,95$$

Ověření přechodnosti

Vnitřní síly					
Vlak	Y_f	N	Vz	My	Mz
	-	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
$E_{TTZ,C3}$	1,30	0,72	59,63	0,25	0,02
E_{LM71}	1,30	1,40	87,54	0,37	0,03
Poměr $\lambda_{C3 / LM71}$		0,51	0,68	0,68	0,67
ψ_{C3}		0,85	0,85	0,85	0,85
K_i		0,00	1,00	0,00	0,00
Přechodnost C3/60		1,95	≥	0,58	

Traťová třída C3

Rychlost 50 km/h

Dynamický souč. 1,84 LM71

Dynamický souč. 1,56 C3

$$\psi = 0,848$$

$$\lambda_{LM71} = E_{TTZ} / E_{LM71}$$

Přechodné

5.3.4 Pravý nosník N4 v 1/4 rozpětí v pro max Vz

Výpočet zatížitelnosti dle metodického pokynu

Materiálové vlastnosti

druh oceli - plávková ocel

 $f_y = 230,00 \text{ MPa}$ mez kluzu

 $f_u = 360,00 \text{ MPa}$ mez pevnosti

 $\varepsilon = 1,01$
 $\gamma_{M0} = 1,10$ součinitel spolehlivosti

 $\gamma_{M1} = 1,20$ součinitel spolehlivosti

 $\gamma_{M2} = 1,30$ součinitel spolehlivosti

Geometrické vlastnosti

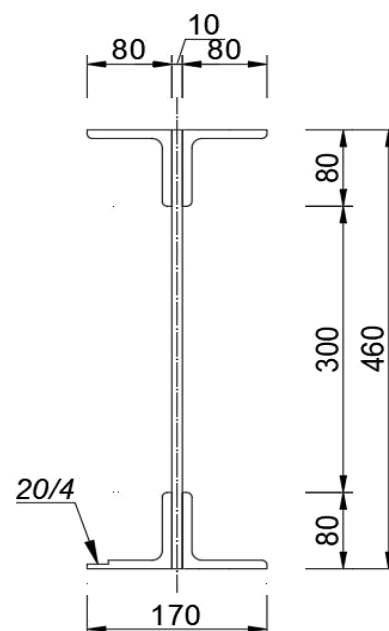
 $L = 0,60 \text{ m}$ vzpěrná délka hlavního nosníku

 $L_\phi = 4,59 \text{ m}$ náhradní délka

 $\phi = 1,84$ dynamický součinitel

Průřezové charakteristiky

Celkové	nejvíce namáhané vlákno č. 28.	
$A = 9,527\text{E-}3 \text{ m}^2$	$9,527\text{E-}3 \text{ m}^2$	plocha průřezu
$I_y = 2,945\text{E-}4 \text{ m}^4$	$2,945\text{E-}4 \text{ m}^4$	moment setrvačnosti
$I_z = 6,979\text{E-}6 \text{ m}^4$	$6,979\text{E-}6 \text{ m}^4$	moment setrvačnosti
$i_y = 175,8 \text{ mm}$	$175,8 \text{ mm}$	poloměr setrvačnosti
$i_z = 27,1 \text{ mm}$	$27,1 \text{ mm}$	poloměr setrvačnosti
$W_{el,y} = -1,219\text{E-}3 \text{ m}^3$	$-1,228\text{E-}3 \text{ m}^3$	elastický průřezový modul
$W_{el,z} = -7,792\text{E-}5 \text{ m}^3$	$-7,792\text{E-}5 \text{ m}^3$	elastický průřezový modul
$W_{pl,y} = 5,669\text{E-}3 \text{ m}^3$	$5,669\text{E-}3 \text{ m}^3$	plastický průřezový modul
$W_{pl,z} = 7,047\text{E-}4 \text{ m}^3$	$7,047\text{E-}4 \text{ m}^3$	plastický průřezový modul
$S_y = 7,210\text{E-}4 \text{ m}^3$	$5,480\text{E-}4 \text{ m}^3$	statický moment



* kurzívou je znázorněno oslabení

Rozměry nosníku

 $h = 460,00 \text{ mm}$ výška nosníku

 $t_{f,h} = 9,00 \text{ mm}$ tloušťka horní pásnice

 $t_{f,d} = 9,00 \text{ mm}$ tloušťka dolní pásnice

 $b_{f,h} = 170,00 \text{ mm}$ šířka horní pásnice

 $b_{f,d} = 170,00 \text{ mm}$ šířka dolní pásnice

 $h_w = 460,00 \text{ mm}$ výška stojiny účinná na smyk

 $t = 10,00 \text{ mm}$ tloušťka stojiny

 $Tř.pr. = 3$ třída průřezu

Ostatní součinitelé

 $\alpha = 1,00$ klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2

 $\xi = 0,95$ redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle Metodického pokynu SŽ, s.o.

STATICKÝ VÝPOČET

TU 1751 Kutná Hora hl.n. (mimo)- Zruč nas Sázavou (mimo)

Evd. km 10,764

Rozhodující skupina zatížení

GR12

Kombinace zatížení dle výrazu

6.10b

zs	zatížení	V_f	ψ_0	ϕ	$Z_{uvaž} / GR_{xx}$	Charakteristické vnitřní síly			
						N [kN]	V _z [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
1.1	Vlastní tíha	1,14	1,00	1,00	1,00	0,16	1,98	2,98	0,00
1.2	Ostatní stáje zat.	1,14	1,00	1,00	1,00	0,01	1,41	1,66	0,10
2.1	Vítr zleva	1,35	0,75	1,00	1,00	7,47	10,06	15,41	0,28
3.2	Teplota zima	1,50	0,60	1,00	1,00	8,17	-0,04	-1,36	-0,50
4.15	BR 1/4 Vz, P1	1,30	1,00	1,00	1,00	35,71	13,80	22,32	1,07
5.0	odstř.síly	1,30	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6.1	Rozj. ve směru	1,30	1,00	1,00	0,50	9,35	2,50	1,65	-0,02
7.3	LM71, 1/4, Vz	1,30	1,00	1,84	1,00	2,70	58,58	73,14	-0,10
8.3	C3, 1/4, Vz	1,30	1,00	1,56	1,00	1,64	37,61	40,38	-0,07

zs	Návrhové vnitřní síly				Návrhové napětí					
	N [kN]	V _z [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	$\sigma_{x,Nx}$ [MPa]	$\sigma_{x,My}$ [MPa]	$\sigma_{x,Mz}$ [MPa]	σ_x [MPa]	τ [MPa]	σ_e [MPa]
1.1	0,18	2,26	3,40	0,00	-0,02	-2,77	0,00	-2,79	0,02	2,79
1.2	0,01	1,61	1,89	0,11	0,00	-1,54	-1,46	-3,01	0,02	3,01
2.1	7,56	10,19	15,60	0,28	-0,79	-12,71	-3,64	-17,14	0,11	17,14
3.2	7,35	0,00	0,00	0,00	-0,77	0,00	0,00	-0,77	0,00	0,77
4.15	46,42	17,94	29,02	1,39	-4,87	-23,63	-17,85	-46,35	0,20	46,35
5.0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6.1	6,08	1,63	1,07	0,00	-0,64	-0,87	0,00	-1,51	0,02	1,51
7.3	6,46	140,12	174,95	0,00	-0,68	-142,47	0,00	-143,14	1,53	143,17
8.3	3,54	76,27	87,14	-0,15	-0,37	-70,96	1,94	-69,39	0,83	69,41

	Souhrn návrhových vnitřních sil a napětí									
	Návrhové vnitřní síly				Návrhové napětí					
	N [kN]	V _z [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	$\sigma_{x,Nx}$ [MPa]	$\sigma_{x,My}$ [MPa]	$\sigma_{x,Mz}$ [MPa]	σ_x [MPa]	τ [MPa]	σ_e [MPa]
rs,Ed	67,61	33,62	50,98	1,79	-7,10	-41,51	-22,95	-71,56	0,37	71,568
LM71,Ed	6,46	140,12	174,95	0,00	-0,68	-142,47	0,00	-143,14	1,53	143,17
Celkem	74,07	173,74	225,93	1,79	-7,77	-183,98	-22,95	-214,71	1,90	214,73

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

Předpoklad $Z_{LM71} = 1,00$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed} \quad (A.10)$$

$$V_{Ed} = 173,74 \text{ kN}$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \gamma_{m0}} = 509,03 \text{ kN}$$

Smyková zatížitelnost	
$\tau_{Rd} =$	120,72 MPa
$\tau_{rs} =$	8,23 MPa
$\tau_{LM71} =$	34,31 MPa
$Z_{LM71} =$	3,28

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} < 0,5 \quad (A.2)$$

$$\eta_3 = 0,341 < 0,5$$

Prvek vyhovuje na smyk.

STATICKÝ VÝPOČET

TU 1751 Kutná Hora hl.n. (mimo)- Zruč nas Sázavou (mimo)

Evd. km 10,764

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{1,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} f_y / \gamma_{M0}} \quad (A.8)$$

$$\eta_{1,rs} = \frac{-67610,68}{1992009,09} + \frac{50980,73}{-256768,84} + \frac{1788,50}{-16291,96} = 0,342$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} f_y / \gamma_{M0}} \quad (A.9)$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{-6458,40}{1992009,09} + \frac{174950,88}{-256768,84} + \frac{0,00}{-16291,96} = 0,685$$

Zatížitelnost Z_{LM71} dle normálového napětí

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{1,rs}}{\eta_{1,LM71}} \quad (A.7)$$

$$Z_{LM71} = 0,96$$

KROK 3 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI DLE SROVNÁVACÍHO NAPĚTÍ

$$Z_{LM71}^2 (\sigma_{x,LM71}^2 + 3 \tau_{LM71}^2) + Z_{LM71} (2 \sigma_{x,rs} \sigma_{x,LM71} + 6 \tau_{x,rs} \tau_{x,LM71}) + \sigma_{x,rs}^2 + 3 \tau_{rs}^2 \leq \left(\frac{f_y}{\gamma_{M0}} \right)^2$$

Zatížitelnost Z_{LM71} dle srovnávacího napětí

$$Z_{LM71} = 0,96$$

Jelikož je zatížitelnost menší než 1,0 může se dle metodického pokynu SŽ redukovat účinky bočních rázu, odstředivých a rozjezdových sil. Redukce se provádí iteračním postupem

	iterace	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Normál. σ_x	$\eta_{1,rs}$	0,34	0,33	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
	$\eta_{1,LM71}$	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
	Z_{LM1}	0,96	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
srov. σ_e	$\sigma_{e,rs}$	71,57	69,68	70,31	70,10	70,17	70,15	70,16	70,15	70,15	70,15
	$\sigma_{e,LM71}$	143,17	143,17	143,17	143,17	143,17	143,17	143,17	143,17	143,17	143,17
	Z_{LM1}	0,96	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97

Hodnoty vnitřních sil pro iteraci č. 9

zs	Návrhové vnitřní síly				Návrhové napětí					
	N	Vz	My	Mz	$\sigma_{x,Nx}$	$\sigma_{x,My}$	$\sigma_{x,Mz}$	σ_x	τ	σ_e
	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
1.1	0,18	2,26	3,40	0,00	-0,02	-2,77	0,00	-2,79	0,02	2,79
1.2	0,01	1,61	1,89	0,11	0,00	-1,54	-1,46	-3,01	0,02	3,01
2.1	7,56	10,19	15,60	0,28	-0,79	-12,71	-3,64	-17,14	0,11	17,14
3.2	7,35	0,00	0,00	0,00	-0,77	0,00	0,00	-0,77	0,00	0,77
4.15	45,06	17,41	28,16	1,35	-4,73	-22,93	-17,33	-44,98	0,19	44,99
5.0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6.1	5,90	1,58	1,04	0,00	-0,62	-0,85	0,00	-1,47	0,02	1,47
7.3	6,46	140,12	174,95	0,00	-0,68	-142,47	0,00	-143,14	1,53	143,17

	Souhrn návrhových vnitřních sil a napětí									
	Návrhové vnitřní síly				Návrhové napětí					
	N	Vz	My	Mz	$\sigma_{x,Nx}$	$\sigma_{x,My}$	$\sigma_{x,Mz}$	σ_x	τ	σ_e
	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
rs,Ed	66,07	33,04	50,10	1,75	-6,93	-40,79	-22,43	-70,16	0,34	70,16
LM71,Ed	6,46	140,12	174,95	0,00	-0,68	-142,47	0,00	-143,14	0,02	143,14
Celkem	72,53	173,16	225,05	1,75	-7,61	-183,26	-22,43	-213,30	0,36	213,3

STATICKÝ VÝPOČET

TU 1751 Kutná Hora hl.n. (mimo)- Zruč nas Sázavou (mimo)

Evd. km 10,764

Shrnutí výsledků - viz rovnice KROK 1 - 3

Zatížitelnost					
Normálové napětí		Smykové napětí		Srovnávací napětí	
$Z_{LM71} =$	0,97	$Z_{LM71} =$	3,28	$Z_{LM71} =$	0,97
$\eta_1 =$	1,02	$\eta_3 =$	0,35	$\eta =$	1,02
K_i		K_i		K_i	
$\sigma_{x,Nx} =$	-0,03	$\sigma_{x,Nx} =$	0,00	$\sigma_{x,Nx} =$	0,04
$\sigma_{x,My} =$	0,92	$\sigma_{x,My} =$	0,00	$\sigma_{x,My} =$	0,86
$\sigma_{x,Mz} =$	0,11	$\sigma_{x,Mz} =$	0,00	$\sigma_{x,Mz} =$	0,11
$\tau =$	0,00	$\tau =$	1,00	$\tau =$	0,00

Výsledná zatížitelnost

$Z_{LM71} = 0,97$

Ověření přechodnosti

Vnitřní síly					
Vlak	Y_i	N	Vz	My	Mz
	-	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
$E_{TTZ,C3}$	1,30	1,64	37,61	40,38	-0,07
E_{LM71}	1,30	2,70	58,58	73,14	-0,10
Poměr $\lambda_{C3/LM71}$		0,61	0,64	0,55	0,70
ψ_{C3}		0,85	0,85	0,85	0,85
K_i		0,04	0,00	0,86	0,11
Přechodnost C3/60	0,97	\geq		0,48	

Traťová třída C3

Rychlost 50 km/h

Dynamický souč. 1,84 LM71

Dynamický souč. 1,56 C3

$\psi = 0,848$

$\lambda_{LM71} = E_{TTZ} / E_{LM71}$

Přechodné

STATICKÝ VÝPOČET

TU 1751 Kutná Hora hl.n. (mimo)- Zruč nas Sázavou (mimo)

Evd. km 10,764

Rozhodující skupina zatížení

GR12

Kombinace zatížení dle výrazu

6.10b

zs	zatížení	V_f	ψ_0	ϕ	$Z_{uvaž} / GR_{xx}$	Charakteristické vnitřní síly			
						N [kN]	V _z [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
1.1	Vlastní tíha	1,14	1,00	1,00	1,00	0,16	1,98	2,98	0,00
1.2	Ostatní stáje zat.	1,14	1,00	1,00	1,00	0,01	1,41	1,66	0,10
2.1	Vítr zleva	1,35	0,75	1,00	1,00	7,47	10,06	15,41	0,28
3.1	Teplota léto	1,50	0,60	1,00	1,00	2,44	0,25	0,39	0,49
4.19	BR 1/4 My, P	1,30	1,00	1,00	1,00	38,28	2,25	18,69	0,83
5.0	odstř.síly	1,30	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6.1	Rozj. ve směru	1,30	1,00	1,00	0,50	9,35	2,50	1,65	-0,02
7.4	LM71, 1/4, My	1,30	1,00	1,84	1,00	2,93	51,81	79,29	-0,10
8.1	C3, max My	1,30	1,00	1,56	1,00	1,90	29,97	51,86	-0,06

zs	Návrhové vnitřní síly				Návrhové napětí					
	N [kN]	V _z [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	$\sigma_{x,Nx}$ [MPa]	$\sigma_{x,My}$ [MPa]	$\sigma_{x,Mz}$ [MPa]	σ_x [MPa]	τ [MPa]	σ_e [MPa]
1.1	0,18	2,26	3,40	0,00	-0,02	-2,90	0,00	-2,92	0,00	2,92
1.2	0,01	1,61	1,89	0,11	0,00	-1,62	-1,49	-3,11	0,00	3,11
2.1	7,56	10,19	15,60	0,28	-0,81	-13,33	-3,71	-17,84	0,00	17,84
3.1	2,20	0,23	0,35	0,44	-0,23	-0,30	-5,76	-6,30	0,00	6,30
4.19	49,76	2,93	24,30	1,08	-5,32	-20,75	-14,10	-40,17	0,00	40,17
5.0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6.1	6,08	1,63	1,07	0,00	-0,65	-0,92	0,00	-1,57	0,00	1,57
7.4	7,01	123,93	189,66	0,00	-0,75	-161,98	0,00	-162,72	-0,03	162,72
8.1	4,10	60,78	111,91	-0,13	-0,44	-95,58	1,69	-94,32	-0,02	94,32

	Souhrn návrhových vnitřních sil a napětí									
	Návrhové vnitřní síly				Návrhové napětí					
	N [kN]	V _z [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	$\sigma_{x,Nx}$ [MPa]	$\sigma_{x,My}$ [MPa]	$\sigma_{x,Mz}$ [MPa]	σ_x [MPa]	τ [MPa]	σ_e [MPa]
rs,Ed	65,79	18,83	46,61	1,92	-7,04	-39,81	-25,06	-71,91	0,00	71,905
LM71,Ed	7,01	123,93	189,66	0,00	-0,75	-161,98	0,00	-162,72	-0,03	162,72
Celkem	72,80	142,75	236,27	1,92	-7,78	-201,78	-25,06	-234,63	-0,04	234,63

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

Předpoklad $Z_{LM71} = 1,00$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed} \quad (A.10)$$

$$V_{Ed} = 142,75 \text{ kN}$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \gamma_{m0}} = 509,03 \text{ kN}$$

Smyková zatížitelnost	
$\tau_{Rd} =$	120,72 MPa
$\tau_{rs} =$	4,59 MPa
$\tau_{LM71} =$	30,19 MPa
$Z_{LM71} =$	3,85

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} < 0,5 \quad (A.2)$$

$$\eta_3 = 0,28 < 0,5$$

Prvek vyhovuje na smyk.

STATICKÝ VÝPOČET

TU 1751 Kutná Hora hl.n. (mimo)- Zruč nas Sázavou (mimo)

Evd. km 10,764

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{1,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} f_y / \gamma_{M0}} \quad (A.8)$$

$$\eta_{1,rs} = \frac{-65794,68}{1955418,18} + \frac{46612,73}{-244830,34} + \frac{1917,50}{-15997,87} = 0,344$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} f_y / \gamma_{M0}} \quad (A.9)$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{-7008,56}{1955418,18} + \frac{189661,68}{-244830,34} + \frac{0,00}{-15997,87} = 0,778$$

Zatížitelnost Z_{LM71} dle normálového napětí

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{1,rs}}{\eta_{1,LM71}} \quad (A.7)$$

$$Z_{LM71} = 0,84$$

KROK 3 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI DLE SROVNÁVACÍHO NAPĚTÍ

$$Z_{LM71}^2 (\sigma_{x,LM71}^2 + 3 \tau_{LM71}^2) + Z_{LM71} (2 \sigma_{x,rs} \sigma_{x,LM71} + 6 \tau_{x,rs} \tau_{x,LM71}) + \sigma_{x,rs}^2 + 3 \tau_{rs}^2 \leq \left(\frac{f_y}{\gamma_{m0}} \right)^2$$

Zatížitelnost Z_{LM71} dle srovnávacího napětí

$$Z_{LM71} = 0,84$$

Jelikož je zatížitelnost menší než 1,0 může se dle metodického pokynu SŽ redukovat účinky bočních rázu, odstředivých a rozjezdových sil. Redukce se provádí iteračním postupem

	iterace	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Normál. σ_x	$\eta_{1,rs}$	0,34	0,31	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
	$\eta_{1,LM71}$	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
	Z_{LM1}	0,84	0,88	0,87	0,88	0,87	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
srov. σ_e	$\sigma_{e,rs}$	71,91	65,35	67,03	66,60	66,71	66,69	66,69	66,69	66,69	66,69
	$\sigma_{e,LM71}$	162,72	162,72	162,72	162,72	162,72	162,72	162,72	162,72	162,72	162,72
	Z_{LM1}	0,84	0,88	0,87	0,88	0,87	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88

Hodnoty vnitřních sil pro iteraci č. 9

zs	Návrhové vnitřní síly				Návrhové napětí					
	N	Vz	My	Mz	$\sigma_{x,Nx}$	$\sigma_{x,My}$	$\sigma_{x,Mz}$	σ_x	τ	σ_e
	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
1.1	0,18	2,26	3,40	0,00	-0,02	-2,90	0,00	-2,92	0,00	2,92
1.2	0,01	1,61	1,89	0,11	0,00	-1,62	-1,49	-3,11	0,00	3,11
2.1	7,56	10,19	15,60	0,28	-0,81	-13,33	-3,71	-17,84	0,00	17,84
3.1	2,20	0,23	0,35	0,44	-0,23	-0,30	-5,76	-6,30	0,00	6,30
4.19	43,55	2,56	21,26	0,94	-4,66	-18,16	-12,34	-35,16	0,00	35,16
5.0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6.1	5,32	1,42	0,94	0,00	-0,57	-0,80	0,00	-1,37	0,00	1,37
7.4	7,01	123,93	189,66	0,00	-0,75	-161,98	0,00	-162,72	-0,03	162,72

	Souhrn návrhových vnitřních sil a napětí									
	Návrhové vnitřní síly				Návrhové napětí					
	N	Vz	My	Mz	$\sigma_{x,Nx}$	$\sigma_{x,My}$	$\sigma_{x,Mz}$	σ_x	τ	σ_e
	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
rs,Ed	58,82	18,26	43,44	1,78	-6,29	-37,10	-23,30	-66,69	0,00	66,692
LM71,Ed	7,01	123,93	189,66	0,00	-0,75	-161,98	0,00	-162,72	0,00	162,72
Celkem	65,83	142,19	233,11	1,78	-7,04	-199,08	-23,30	-229,42	0,00	229,42

Shrnutí výsledků - viz rovnice KROK 1 - 3

Zatížitelnost					
Normálové napětí		Smykové napětí		Srovnávací napětí	
$Z_{LM71} =$	0,88	$Z_{LM71} =$	3,85	$Z_{LM71} =$	0,88
$\eta_1 =$	1,10	$\eta_3 =$	0,29	$\eta =$	1,10
K_i		K_i		K_i	
$\sigma_{x,Nx} =$	0,03	$\sigma_{x,Nx} =$	0,00	$\sigma_{x,Nx} =$	0,03
$\sigma_{x,My} =$	0,87	$\sigma_{x,My} =$	0,00	$\sigma_{x,My} =$	1,22
$\sigma_{x,Mz} =$	0,10	$\sigma_{x,Mz} =$	0,00	$\sigma_{x,Mz} =$	0,10
$\tau =$	0,00	$\tau =$	1,00	$\tau =$	0,00

Výsledná zatížitelnost
 $Z_{LM71} = \mathbf{0,88}$
Ověření přechodnosti

Vnitřní síly					
Vlak	Y_i	N	Vz	My	Mz
	-	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
$E_{TTZ,C3}$	1,30	1,90	29,97	51,86	-0,06
E_{LM71}	1,30	2,93	51,81	79,29	0,00
Poměr $\lambda_{C3/LM71}$		0,65	0,58	0,65	0,00
ψ_{C3}		0,85	0,85	0,85	0,85
K_i		0,03	0,00	0,87	0,10
Přechodnost C3/60	0,88	\geq		0,50	Přechodné

Traťová třída C3

Rychlost 50 km/h

Dynamický souč. 1,84 LM71

Dynamický souč. 1,56 C3

 $\psi = 0,848$
 $\lambda_{LM71} = E_{TTZ} / E_{LM71}$

5.3.6 Stolička - vpravo nad O 02 pro max My

Výpočet zatížitelnosti dle metodického pokynu

Ve výpočtu bylo uvážováno velké obecné oslabení stoliček viz obrázky

Materiálové vlastnosti

druh oceli - plávková ocel

$f_y = 230,00 \text{ MPa}$ mez kluzu

$f_u = 360,00 \text{ MPa}$ mez pevnosti

$\varepsilon = 1,01$

$\gamma_{M0} = 1,10$ součinitel spolehlivosti

$\gamma_{M1} = 1,20$ součinitel spolehlivosti

$\gamma_{M2} = 1,30$ součinitel spolehlivosti

Geometrické vlastnosti

$L = 0,53 \text{ m}$ vzpěrná délka stoličky

$L_\phi = 4,59 \text{ m}$ náhradní délka

$\phi = 1,84$ dynamický součinitel

Průřezové charakteristiky

Celkové	nejvíce namáhané vlákno č. 37.	
$A = 6,525\text{E-}3 \text{ m}^2$	$6,525\text{E-}3 \text{ m}^2$	plocha průřezu
$I_y = 3,171\text{E-}5 \text{ m}^4$	$3,171\text{E-}5 \text{ m}^4$	moment setrvačnosti
$I_z = 3,798\text{E-}6 \text{ m}^4$	$3,798\text{E-}6 \text{ m}^4$	moment setrvačnosti
$i_y = 70,0 \text{ mm}$	$70,0 \text{ mm}$	poloměr setrvačnosti
$i_z = 24,0 \text{ mm}$	$24,0 \text{ mm}$	poloměr setrvačnosti
$W_{el,y} = 2,508\text{E-}4 \text{ m}^3$	$2,508\text{E-}4 \text{ m}^3$	elastický průřezový modul
$W_{el,z} = 4,374\text{E-}5 \text{ m}^3$	$4,374\text{E-}5 \text{ m}^3$	elastický průřezový modul
$W_{pl,y} = 3,838\text{E-}4 \text{ m}^3$	$3,838\text{E-}4 \text{ m}^3$	plastický průřezový modul
$W_{pl,z} = 1,068\text{E-}4 \text{ m}^3$	$1,068\text{E-}4 \text{ m}^3$	plastický průřezový modul
$S_y = 2,072\text{E-}4 \text{ m}^3$	$0,000\text{E+}0 \text{ m}^3$	statický moment

Rozměry nosníku

$h = 201,00 \text{ mm}$ výška nosníku

$t_{f,h} = 8,00 \text{ mm}$ tloušťka horní pásnice

$t_{f,d} = 8,00 \text{ mm}$ tloušťka dolní pásnice

$b_{f,h} = 166,00 \text{ mm}$ šířka horní pásnice

$b_{f,d} = 150,00 \text{ mm}$ šířka dolní pásnice

$h_w = 201,00 \text{ mm}$ výška stojiny účinná na smyk

$t = 10,00 \text{ mm}$ tloušťka stojiny

Tř.pr. = 3 třída průřezu

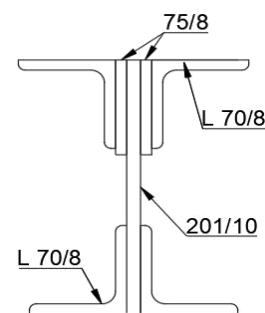
Ostatní součinitelé

$\alpha = 1,00$

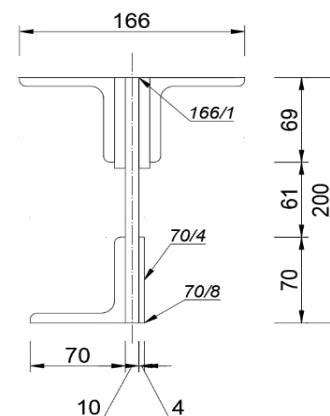
$\xi = 0,95$

klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle
Metodického pokynu SŽ, s.o.

Neoslabená stolička



Oslabená stolička



STATICKÝ VÝPOČET

TU 1751 Kutná Hora hl.n. (mimo)- Zruč nas Sázavou (mimo)

Evd. km 10,764

Rozhodující skupina zatížení
Kombinace zatížení dle výrazu

GR12
6.10b

zs	zatížení	γ_f	ψ_0	ϕ	$Z_{uvaž} / GR_{xx}$	Charakteristické vnitřní síly			
						N	Vz	My	Mz
						[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1.1	Vlastní tíha	1,14	1,00	1,00	1,00	0,04	0,38	0,12	0,02
1.2	Ostatní stáje zat.	1,14	1,00	1,00	1,00	1,43	-0,06	-0,02	0,01
2.2	Vítr zprava	1,35	0,75	1,00	1,00	-4,60	-2,24	-0,59	-0,05
3.2	Teplota zima	1,50	0,60	1,00	1,00	11,45	-0,45	-0,12	1,54
4.25	BR stol, max My P	1,30	1,00	1,00	1,00	-12,59	24,98	6,62	0,00
5.0	odstř.síly	1,30	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6.2	Rozj. proti směr	1,30	1,00	1,00	0,50	1,70	2,45	0,65	1,26
7.5	LM71, stolička	1,30	1,00	1,84	1,00	-0,23	51,66	13,69	0,52
8.4	C3, 1/4, My	1,30	1,00	1,56	1,00	-0,13	40,31	10,68	0,23

zs	Návrhové vnitřní síly				Návrhové napětí					
	N	Vz	My	Mz	$\sigma_{x,Nx}$	$\sigma_{x,My}$	$\sigma_{x,Mz}$	σ_x	τ	σ_e
	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
1.1	0,04	0,43	0,14	0,02	-0,01	0,55	0,52	1,06	0,00	1,06
1.2	-1,29	0,05	-0,02	0,01	0,20	-0,07	0,26	0,39	0,00	0,39
2.2	-4,66	0,00	0,00	0,00	0,71	0,00	0,00	0,71	0,00	0,71
3.2	0,00	0,00	0,00	1,39	0,00	0,00	31,68	31,68	0,00	31,68
4.25	-16,37	32,47	8,61	0,00	2,51	34,31	0,00	36,82	0,00	36,82
5.0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6.2	0,00	1,59	0,42	0,82	0,00	1,68	18,72	20,41	0,00	20,41
7.5	-0,55	123,57	32,75	1,24	0,08	130,55	28,43	159,07	0,00	159,07
8.4	-0,28	81,75	23,05	0,50	0,04	91,88	11,35	103,27	0,00	103,27

	Souhrn návrhových vnitřních sil a napětí									
	Návrhové vnitřní síly				Návrhové napětí					
	N	Vz	My	Mz	$\sigma_{x,Nx}$	$\sigma_{x,My}$	$\sigma_{x,Mz}$	σ_x	τ	σ_e
	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
rs,Ed	-22,28	34,55	9,15	2,24	3,41	36,47	51,19	91,07	0,00	91,07
LM71,Ed	-0,55	123,57	32,75	1,24	0,08	130,55	28,43	159,07	0,00	159,07
Celkem	-22,83	158,12	41,89	3,48	3,50	167,02	79,62	250,14	0,00	250,14

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

Předpoklad $Z_{LM71} = 1,00$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed} \quad (A.10)$$

$$V_{Ed} = 158,12 \text{ kN}$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \gamma_{m0}} = 224,32 \text{ kN}$$

Smyková zatížitelnost	
$\tau_{Rd} =$	120,72 MPa
$\tau_{rs} =$	22,58 MPa
$\tau_{LM71} =$	80,76 MPa
$Z_{LM71} =$	1,22

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} < 0,5 \quad (A.2)$$

$$\eta_3 = 0,705 > 0,5$$

Prvek vyhovuje na smyk.

STATICKÝ VÝPOČET

TU 1751 Kutná Hora hl.n. (mimo)- Zruč nas Sázavou (mimo)

Evd. km 10,764

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{1,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} f_y / \gamma_{M0}} \quad (A.8)$$

$$\eta_{1,rs} = \frac{22275,50}{1364276,36} + \frac{9147,30}{52446,27} + \frac{2239,20}{9146,47} = 0,436$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} f_y / \gamma_{M0}} \quad (A.9)$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{550,16}{1364276,36} + \frac{32746,48}{52446,27} + \frac{1243,84}{9146,47} = 0,761$$

Zatížitelnost Z_{LM71} dle normálového napětí

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{1,rs}}{\eta_{1,LM71}} \quad (A.7)$$

$$Z_{LM71} = 0,74$$

KROK 3 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI DLE SROVNÁVACÍHO NAPĚTÍ

$$Z_{LM71}^2 (\sigma_{x,LM71}^2 + 3 \tau_{LM71}^2) + Z_{LM71} (2 \sigma_{x,rs} \sigma_{x,LM71} + 6 \tau_{x,rs} \tau_{x,LM71}) + \sigma_{x,rs}^2 + 3 \tau_{rs}^2 \leq \left(\frac{f_y}{\gamma_{m0}} \right)^2$$

Zatížitelnost Z_{LM71} dle srovnávacího napětí

$$Z_{LM71} = 0,74$$

Jelikož je zatížitelnost menší než 1,0 může se dle metodického pokynu SŽ redukovat účinky bočních rázu, odstředivých a rozjezdových sil. Redukce se provádí iteračním postupem

	iterace	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Normál. σ_x	$\eta_{1,rs}$	0,44	0,36	0,39	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
	$\eta_{1,LM71}$	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
	Z_{LM1}	0,74	0,83	0,80	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
srov. σ_e	$\sigma_{e,rs}$	91,07	76,30	81,62	79,70	80,39	80,14	80,23	80,20	80,21	80,21
	$\sigma_{e,LM71}$	159,07	159,07	159,07	159,07	159,07	159,07	159,07	159,07	159,07	159,07
	Z_{LM1}	0,74	0,83	0,80	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81

Hodnoty vnitřních sil pro iteraci č. 9

0	Návrhové vnitřní síly				Návrhové napětí					
	N	Vz	My	Mz	$\sigma_{x,Nx}$	$\sigma_{x,My}$	$\sigma_{x,Mz}$	σ_x	τ	σ_e
	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
1.1	0,04	0,43	0,14	0,02	-0,01	0,55	0,52	1,06	0,00	1,06
1.2	-1,29	0,05	-0,02	0,01	0,20	-0,07	0,26	0,39	0,00	0,39
2.2	-4,66	0,00	0,00	0,00	0,71	0,00	0,00	0,71	0,00	0,71
3.2	0,00	0,00	0,00	1,39	0,00	0,00	31,68	31,68	0,00	31,68
4.25	-16,37	32,47	8,61	0,00	2,51	34,31	0,00	29,83	0,00	29,83
5.0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6.2	0,00	1,59	0,42	0,82	0,00	1,68	18,72	16,53	0,00	16,53
7.5	-0,55	123,57	32,75	1,24	0,08	130,55	28,43	159,07	0,00	159,07

	Souhrn návrhových vnitřních sil a napětí									
	Návrhové vnitřní síly				Návrhové napětí					
	N	Vz	My	Mz	$\sigma_{x,Nx}$	$\sigma_{x,My}$	$\sigma_{x,Mz}$	σ_x	τ	σ_e
	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
rs,Ed	-22,28	34,55	9,15	2,24	3,41	36,47	51,19	91,07	0,00	91,07
LM71,Ed	-0,55	123,57	32,75	1,24	0,08	130,55	28,43	159,07	0,00	159,07
Celkem	-22,83	158,12	41,89	3,48	3,50	167,02	79,62	250,14	0,00	250,14

Shrnutí výsledků - viz rovnice KROK 1 - 3

Zatížitelnost					
Normálové napětí		Smykové napětí		Srovnávací napětí	
$Z_{LM71} =$	0,81	$Z_{LM71} =$	1,22	$Z_{LM71} =$	0,81
$\eta_1 =$	1,14	$\eta_3 =$	0,86	$\eta =$	1,14
K_i		K_i		K_i	
$\sigma_{x,Nx} =$	0,01	$\sigma_{x,Nx} =$	0,00	$\sigma_{x,Nx} =$	0,01
$\sigma_{x,My} =$	0,67	$\sigma_{x,My} =$	0,00	$\sigma_{x,My} =$	0,77
$\sigma_{x,Mz} =$	0,32	$\sigma_{x,Mz} =$	0,00	$\sigma_{x,Mz} =$	0,21
$\tau =$	0,00	$\tau =$	1,00	$\tau =$	0,00

Výsledná zatížitelnost
 $Z_{LM71} = 0,81$
Ověření přechodnosti

Vnitřní síly					
Vlak	Y_f	N	Vz	My	Mz
	-	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
$E_{TTZ,C3}$	1,30	-0,13	40,31	10,68	0,23
E_{LM71}	1,30	-0,23	51,66	13,69	0,52
Poměr $\lambda_{C3 / LM71}$		0,57	0,78	0,78	0,44
ψ_{C3}		0,85	0,85	0,85	0,85
K_i		0,01	0,00	0,67	0,32
Přechodnost C3/60		0,81	\geq	0,57	Přechodné

Traťová třída C3

Rychlost 50 km/h

Dynamický souč. 1,84 LM71

Dynamický souč. 1,56 C3

 $\psi = 0,848$
 $\lambda_{LM71} = E_{TTZ} / E_{LM71}$

5.4 Vliv klopení

Posuzovaný prut nebyl posuzován na klopení, protože je jeho tlačný (horní) pás zabezpečen proti vybočení ve vzdálenosti menší než 40-ti násobek poloměru setrvačnosti konvenčního tlačného pásu nosníku. Přitom se zvažuje poloměr setrvačnosti z roviny ohybu konvenčního tlačného pásu nosníku, který je tvořen pásnicí a přilehlou částí stojiny, zahrnující 1/3 její tlačné plochy. Tlačný pás je proti vybočení z roviny ohybu zabezpečen příčnými ztužidly po vzdálenostech $L = 1250$ mm.

Vliv klopení jednotlivých průřezů hlavního nosníku				
Uvažované místo	$40 i_{zp}$	$>$	L příčných podpor	Posudek
V místě max. V	1078,40 mm	$>$	656,00 mm	VYHOVUJE
V místě max. My	1324,40 mm	$>$	656,00 mm	VYHOVUJE
Změna průřezu 1-2	1340,00 mm	$>$	600,00 mm	VYHOVUJE
Změna průřezu 2-3	1345,60 mm	$>$	600,00 mm	VYHOVUJE

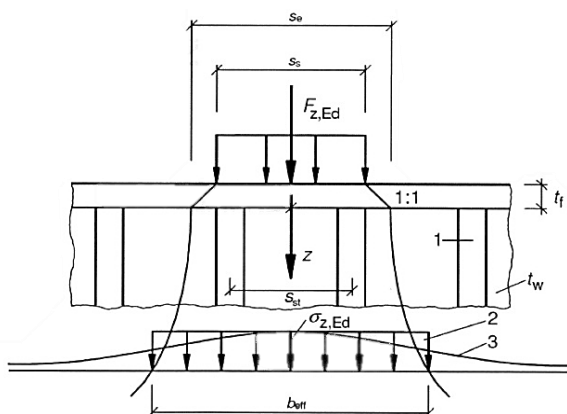
Není třeba uvažovat vliv klopení.

5.5 Lokální stabilita stojiny

Rozhodující skupina zatížení
Kombinace zatížení dle výrazu

GR12
6.10b

zs	zatížení	γ_f	ψ_0	ϕ	$Z_{\text{uvaž}} / \text{GRxx}$	Síla		Napětí
						$F_{z,Ek}$ [kN]	$F_{z,Ed}$ [kN]	$\sigma_{z,Ed}$ [MPa]
2	Vitr - F_w	1,35	0,75	1,00	1,00	7,07	7,16	2,24
4	Boční ráz - Q_{sk}	1,30	1,00	1,00	1,00	11,51	14,96	4,68
5	Odstředivé síly - Q_{tk}	1,30	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
7	LM71 - $Q_{k,1}$	1,30	1,00	2,00	0,50 *	139,86	181,81	56,82
8	TTZ C3 - Q	1,30	1,00	1,56	0,50 *	111,89	113,45	35,45
$F_{v,rs,Ed} =$						34,554	51,379	6,91
$F_{v,LM71,Ed} =$						123,57	209,4	56,82
$F_{v,C3,Ed} =$						81,749	120,93	35,45



$$t_w = 10,00 \text{ mm}$$

tloušťka stojiny

$$t_f = 0,00 \text{ mm}$$

tloušťka pásnice

$$s_s = 320,00 \text{ mm}$$

šířka mostnice

$$s_{st} = 530,00 \text{ mm}$$

vzdálenost svislých výztuh

$$s_w = 1,60 \text{ m}$$

vzdálenost náprav

$$s_e = s_s + 2 t_f = 320,00 \text{ mm}$$

roznášení šířka

$$a_{st} = 1230,00 \text{ mm}^2$$

plocha svislých výztuh

$$z = 0,00 \text{ mm}$$

vzdálenost od pásnice

$$b_{eff} = s_e \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{z}{s_e \cdot n} \right)^2} = 320,00 \text{ mm} \text{ efektivní šířka}$$

$$n = 0,636 \sqrt{1 + \frac{0,878 a_{st,l}}{t_w}} = 0,698$$

$$a_{st,l} = 2,32 \text{ m}^2/\text{m}$$

plocha výztuhy rozprostřena na délku s_e

$$F_{LM71,Ed} = 0,5 \cdot Q_{k,1} \cdot \gamma_f \cdot \phi$$

$$F_{rs,Ed} = 0,5 \cdot (Q_{sk} \cdot \gamma_f + Q_{tk} \cdot \phi \cdot \gamma_f + F_w \cdot \gamma_f \cdot s_w \cdot \psi)$$

$$F_{LM71,Ed} = 181,81 \text{ kN}$$

$$F_{rs,Ed} = 13,21 \text{ kN}$$

$$\sigma_{z,LM71,Ed} = 46,11 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{z,rs,Ed} = 3,35 \text{ MPa}$$

$$\eta_{2,LM71} = \frac{\sigma_{z,LM71,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,rs} = \frac{\sigma_{z,rs,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}$$

$$\eta_{2,LM71} = 0,221 \quad (\text{A.17})$$

$$\eta_{2,rs} = 0,016 \quad (\text{A.18})$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{2,rs}}{\eta_{2,LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 4,46$$

5.5.1 Interakce účinků spolu s namáháním ohybovým momentem a osovou silou

$$Z_{LM71} = \frac{1,4 - (\eta_{2,rs} + 0,8 \eta_{1,rs})}{\eta_{2,LM71} + 0,8 \eta_{1,LM71}} \quad (A.19)$$

$$Z_{LM71} = 1,01$$

5.6 Únosnost krčních nýtů stoliček

Rozhodující skupina zatížení **GR12**

Kombinace zatížení dle výrazu **6.10b**

zs	zatížení	V_f	Ψ_0	ϕ	$Z_{uvaž} / GR_{xx}$	Charakter.	Návrhové
						V_z [kN]	V_z [kN]
1.1	Vlastní tíha	1,14	1,00	1,00	1,00	0,4332	3,89
1.2	Ostatní stáie zat.	1,14	1,00	1,00	1,00	0,054	1,52
2.1	Vítr zleva	1,35	0,75	1,00	1,00	0	16,78
3.1	Teplota léto	1,50	0,60	1,00	1,00	0	0,00
4.12	BR max Vz L2	1,30	1,00	1,00	1,00	32,474	27,47
5.0	odstř.síly	1,30	1,00	1,00	1,00	0	0,00
6.2	Rozj. proti směr	1,30	1,00	1,00	0,50	1,5925	1,73
7.2	LM71 max Vz	1,30	1,00	1,84	1,00	123,57072	209,40
8.2	C3, max Vz	1,30	1,00	1,56	1,00	81,74868	-120,93
$F_{b,rs,Ed} =$						34,55	51,38
$F_{b,LM71,Ed} =$						123,57	209,40
$F_{b,C3,Ed} =$						81,75	120,93

$s = 72,00$ mm

$n = 4,52$ ks

$n_s = 4,00$ ks

$\varnothing = 20,00$ mm

$f_{ub} = 310,00$ MPa

$f_u = 360,00$ MPa

$e_1 = 31,00$ mm

$e_2 = 39,00$ mm

$p_1 = 72,00$ mm

$p_2 = 0,00$ mm

$A_0 = 314,16$ mm²

$S_y = 207227,74$ m³

$I_y = 3,171E-5$ m⁴

$\gamma_{M2} = 1,30$

$z = 40,00$ mm

rozteč nýtů

počet nýtů

počet střižných rovin

průměr nýtů

mez pevnosti materiálu nýtů

mez pevnosti spojovaného materiálu

plocha nýtů

statický moment horní pásnice včetně krčních úhelníků a části stojiny

moment setrvačnosti celého průřezu

součinitel spolehlivosti

vzdálenost od pásnice

$$b_{eff} = s_e \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{z}{s_e \cdot n} \right)^2} = 325,09 \text{ mm}$$

Zatížení lokálním břemenem

$$F_{v,rs,Ed} = 51,38 \text{ kN}$$

$$F_{v,LM71,Ed} = 209,40 \text{ kN}$$

$$F_{v,C3,Ed} = 120,93 \text{ kN}$$

Výslednice

$$F_{rs,ed} = 53,05 \text{ kN}$$

$$F_{LM71,ed} = 277,31 \text{ kN}$$

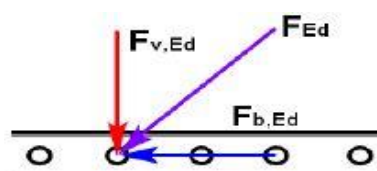
$$F_{C3,ed} = 165,82 \text{ kN}$$

Zatížení smykovou silou

$$F_{b,rs,Ed} = 51,38 \text{ kN}$$

$$F_{b,LM71,Ed} = 209,40 \text{ kN}$$

$$F_{b,C3,Ed} = 120,93 \text{ kN}$$



STATICKÝ VÝPOČET

TU 1751 Kutná Hora hl.n. (mimo)- Zruč nas Sázavou (mimo)

Evd. km 10,764

Součinitele potřebné pro posudek na otláčení

	krajní	vnitřní
$k_1 =$	3,76	-
$k_1 =$	-1,7	-1,7
$k_1 =$	2,5	2,5
$\alpha_d =$	0,52	0,95

nýt kolmo na zatížení

$$\alpha_b = \min(f_{ub} / f_u; 1)$$

$$\alpha_b = 0,8611$$

nýt ve směru zatížení

$$\alpha_b = \min(\alpha_d; f_{ub} / f_u; 1)$$

$$\alpha_b = 0,5167$$

Únosnost na střih

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{ur} \cdot A_0}{Y_{M2}}$$

$$F_{v,Rd} = 179,80 \text{ kN}$$

Únosnost na otláčení

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{Y_{M2}}$$

$$F_{b,Rd} = 119,23 \text{ kN} \quad \text{pro krajní nýt}$$

$$F_{b,Rd} = 119,23 \text{ kN} \quad \text{pro vnitřní nýt}$$

Síla působící na jeden nýt

$$a \sqrt{\left(\frac{F_b \cdot S_{3,y}}{I_y}\right)^2 + \left(\frac{\alpha \cdot F_v}{b_{eff}}\right)^2} \leq \begin{cases} F_{v,Rd} \\ F_{b,Rd} \end{cases}$$

$$130,09 \text{ kN} > 119,23 \text{ kN}$$

Nevyhovuje

$$F_{ed} = 130,09 \text{ kN}$$

$$F_{rs,ed} = 24,35 \text{ kN}$$

$$F_{LM71,ed} = 106,45 \text{ kN}$$

$$F_{C3,ed} = 62,21 \text{ kN}$$

Zatížitelnost spoje

$$Z_{LM71} = \frac{F_{v,Rd} - F_{rs,Ed}}{F_{LM71,Ed}}$$

$$Z_{LM71} = 0,89$$

Výsledná zatížitelnost krčních nýtů

$$Z_{LM71} = 0,90$$

Přechodnost

Vnitřní síly			
Vlak	Y_f	$F_{v,Ed}$ [kN]	$F_{b,Ed}$ [kN]
E_{C3}	1,30	24,78	38,47
E_{LM71}	1,30	30,97	58,15
$\lambda_{C3/LM71} =$		0,80	0,66
ψ_{C3}		0,78	0,85
k_i		0,11	0,89

Charakteristické síly působící na jeden nýt

Smyková síla

$$F_{b,rs} = 16,26 \text{ kN}$$

$$F_{b,LM71} = 58,15 \text{ kN}$$

$$F_{b,C3} = 38,47 \text{ kN}$$

$$\phi_{Ti,1} = 1,56$$

$$\phi_i = 1,84$$

Lokální zatížení

$$F_{v,rs} = 4,11 \text{ kN}$$

$$F_{v,LM71} = 30,97 \text{ kN}$$

$$F_{v,C3} = 24,78 \text{ kN}$$

$$\phi_{Ti,1} = 1,56$$

$$\phi_i = 2,00$$

Přechodnost

C3/r50

$$Z_{LM71}$$

\geq

$$\sum \psi \cdot \lambda_{LM71} \cdot K_i$$

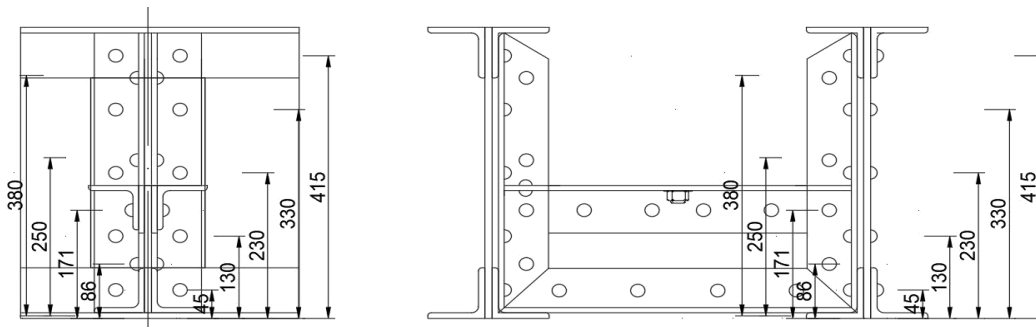
$$0,90$$

\geq

$$0,57$$

Přechodné

5.7 Napojení stoličky a hlavního nosníku



Materiálové vlastnosti

druh oceli - plávková ocel

$f_y = 230,00 \text{ MPa}$ mez kluzu

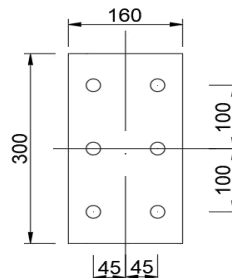
$f_u = 360,00 \text{ MPa}$ mez pevnosti

$\epsilon = 1,01$

$\gamma_{M0} = 1,10$ součinitel spolehlivosti

$\gamma_{M1} = 1,20$ součinitel spolehlivosti

$\gamma_{M2} = 1,30$ součinitel spolehlivosti



Vnitřní síly				
	Celkové	Rs	LM71	TTZ
$F_{Ed} =$	158,12 kN	34,55 kN	123,57 kN	81,75 kN
$M_{Ed} =$	41,89 kNm	9,15 kNm	32,75 kNm	21,66 kNm
$N_{Ed} =$	22,83 kN	22,28 kN	0,55 kN	-0,26 kN

Spojovací materiál

nýt $\varnothing = 20,00 \text{ mm}$

$f_{yb} = 200,00 \text{ MPa}$

$f_{ub} = 310,00 \text{ MPa}$

$\gamma_{mb} = 1,30$

Příložky ve stojně hlavního nosníku

$b = 160,00 \text{ mm}$

$h = 300,00 \text{ mm}$

$tl = 8,00 \text{ mm}$

nýt $\varnothing = 20,00 \text{ mm}$

ks nýtů = 3,00 ks

Posouzení příložky na stojně na smyk $V_{w,pl,Rd}$

Neoslabená plocha

$A_v = h \cdot tl$

$A_v = 2400,00 \text{ mm}^2$

Oslabená plocha

$A_v = h \cdot tl - n \cdot \varnothing$

$A_v = 2340,00 \text{ mm}^2$

Porovnání ploch

$A_{v,net}/A_v > f_y/f_u$

0,975 > 0,6389

Může se počítat s neoslabenou plochou.

Posouzení

$V_{w,pl,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{mo} \cdot \sqrt{3} > F_{Ed}$

$V_{w,pl,Rd} = 289,72 \text{ kN} > 158,12 \text{ kN}$

Vyhovuje

Zatížitelnost příložky v ohybu

$$Z_{LM71} = \frac{V_{Rd} - V_{Rs}}{V_{LM71}}$$

$Z_{LM71} = 2,065$

Posouzení příločky na stojně na moment $M_{el,Rd}$

Porovnání ploch

$$\frac{0,9 \cdot A_{v,net}}{A_v} > f_y \cdot \gamma_{m2} / f_u \cdot \gamma_{m0}$$

$$0,88 < 0,91$$

Musí se počítat s oslabenou plochou.

Moment setrvačnosti neoslabené příločky

$$I_w = 1/12 \cdot t_l \cdot h^3$$

$$I_w = 18000000,00 \text{ mm}^4$$

Moment setrvačnosti oslabené příločky

$$I_w = 1/12 \cdot t_l \cdot h^3 - n/12 \cdot t_l \cdot \phi^3 - \sum n_i \cdot t_l \cdot \phi \cdot z_{ti}^2$$

$$n = 1,50 \text{ ks}$$

$$z_1 = 100,00 \text{ mm}$$

$$z_2 = 0,00 \text{ mm}$$

$$z_3 = 100,00 \text{ mm}$$

$$z_4 = 0,00 \text{ mm}$$

$$z_5 = 0,00 \text{ mm}$$

$$I_w = 29584000,00 \text{ mm}^4$$

Posouzení

$$M_{el,Rd} = (I \cdot f_y) / (h_p / 2 \cdot \gamma_{m0}) > M_{ed}$$

$$41,24 \text{ kNm} > 41,89 \text{ kNm}$$

Nevyhovuje

Zatížitelnost příločky v ohybu

$$Z_{LM71} = \frac{M_{Rd} - M_{Rs}}{M_{LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 0,98$$

Posouzení spoje - šroubů/nýtů stoličky

$$\text{nýt } \phi = 20,00 \text{ mm}$$

$$\text{ks nýtů} = 2$$

Síla působící na jeden šroub/nýt od momentu M_y

$$M_{ed} = \sum F_i \cdot r_i \quad r_1 = 0,162 \text{ m}$$

$$F_{i+1} = F_i \cdot r_{i+1}^2 / r_i \quad r_2 = 0,077 \text{ m}$$

$$F_{1M} = 105,47 \text{ kN} \quad r_3 = 0,000 \text{ m}$$

$$F_{2M} = 50,13 \text{ kN} \quad r_4 = 0,000 \text{ m}$$

$$F_{3M} = 0,00 \text{ kN} \quad r_5 = 0,000 \text{ m}$$

$$F_{4M} = 0,00 \text{ kN}$$

$$F_{5M} = 0,00 \text{ kN}$$

Síla působící na jeden šroub/nýt od normálové síly N

$$N_{ed} = 22,83 \text{ kN}$$

$$F_{N,sd} = N_{ed} / n$$

$$F_{N,sd} = 11,41 \text{ kN}$$

Síla od momentu a normálové síly

$$F_1 = F_{iM} + F_{N,sd}$$

$$F_1 = 116,89 \text{ kN}$$

Síla působící na jeden šroub/nýt od posouvající síly V_z

$$F_{v,i} = (F_{ed}/2) / n$$

$$F_{v,i} = 79,06 \text{ kN}$$

Nevíce namáhány šroub/nýt

$$F_{w,b1,sd} = (F_1^2 + F_v^2)^{0,5}$$

$$F_{w,b1,sd} = 141,11 \text{ kN}$$

Únosnost jednoho šroubu/nýtů v otláčení

 $N_{n \text{ střih rovin}} = 2,00 \text{ ks}$
 $e_1 = 45,00 \text{ mm}$
 $e_2 = 35,00 \text{ mm}$
 $p_1 = 90,00 \text{ mm}$
 $p_2 = 0,00 \text{ mm}$
 $A_0 = 314,16 \text{ mm}^2$
 $\gamma_{M2} = 1,30$

Krajiní vnitřní

 $k_1 = 3,2 \quad -$
 $k_1 = -1,7 \quad -1,7$
 $k_1 = 2,5 \quad 2,5$
 $\alpha_d = 0,75 \quad 1,25$
 $\alpha_b = 0,8611 \quad \text{nýt kolmo na zatížení}$
 $\alpha_b = 0,75 \quad \text{pro nýty na konci}$
 $k_1 = 2,5 \quad \text{pro nýty na konci}$
 $\alpha_b = 1 \quad \text{pro vnitřní šrouby}$
 $k_1 = 2,5 \quad \text{pro vnitřní šrouby}$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 * \alpha_b * f_u * d * t}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{119,23 \text{ kN}}{119,23 \text{ kN}} < \frac{141,11 \text{ kN}}{141,11 \text{ kN}} \quad \begin{array}{l} \text{- pro krajní šroub} \\ \text{- pro vnitřní šroub} \end{array}$$

Únosnost jednoho šroubu/nýtu na střih

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 * f_{ub} * A_0 * n_s}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{v,Rd} = 179,80 \text{ kN} > 141,11 \text{ kN} \quad \text{Vyhovuje}$$

Zatížitelnost a přechodnost spoje

	Charakter	Návrhové
$F_{Rd} =$	-	119,23 kN
$F_{Rs} =$	-	38,29 kN
$F_{LM71} =$	43,16 kN	103,25 kN
$F_{TTZ} =$	33,55 kN	68,04 kN

Zatížitelnost

$$Z_{LM71} = \frac{F_{Rd} - F_{Rs}}{F_{LM71}}$$

$$Z_{LM71} = 0,78$$

Přechodnost

Poměr $\lambda_{C3/LM71}$	0,78
ψ_{C3}	0,85
Ki	1,00
Přechodnost C3/60	0,78 \geq 0,66

Přechodné.

Traťová třída C3

Rychlost 50 km/h

Dynamický souč. 1,84 LM71

Dynamický souč. 1,56 C3

 $\psi = 0,848$

$$\lambda_{LM71} = E_{TTZ} / E_{LM71}$$

5.8 Posouzení ztužení

5.8.1 Příčné ztužení - horní úhelníky

Výpočet zatížitelnosti dle metodického pokynu

Horní úhelníky jsou z úhelníku 70/70/8, ale pod podlahami jsou oslabené o až 2 mm, hrany jsou zkorodované do hl. až 5 mm - viz obrázek

Materiálové vlastnosti

druh oceli - plávková ocel ztužení bylo v průběhu let měněno

$f_y = 230,00 \text{ MPa}$ mez kluzu

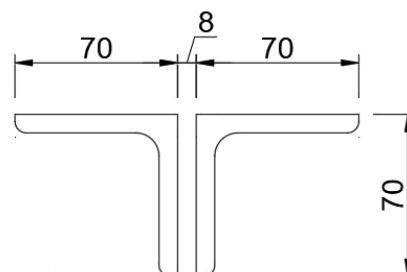
$f_u = 360,00 \text{ MPa}$ mez pevnosti

$\varepsilon = 1,00$

$\gamma_{M0} = 1,10$ součinitel spolehlivosti

$\gamma_{M1} = 1,20$ součinitel spolehlivosti

$\gamma_{M2} = 1,30$ součinitel spolehlivosti



Geometrické vlastnosti

$L_{cr,y} = 0,562 \text{ m}$ vzpěrná délka ve směru y

$L_{cr,z} = 0,562 \text{ m}$ vzpěrná délka ve směru z

$\alpha = 0,34$ součinitel imperfekce ve směru y

$\alpha = 0,34$ součinitel imperfekce ve směru z

Průřezové charakteristiky

$A = 2,134 \text{E-3 m}^2$ plocha průřezu

$A_{net} = 1,814 \text{E-3 m}^2$ oslabená plocha průřezu

$I_y = 9,449 \text{E-7 m}^4$ moment setrvačnosti

$I_z = 2,179 \text{E-6 m}^4$ moment setrvačnosti

$I_{y,eff} = 0,000 \text{E+0 m}^4$ efektivní moment setrvačnosti

$I_{z,eff} = 0,000 \text{E+0 m}^4$ efektivní moment setrvačnosti

$i_y = 21,00 \text{ mm}$ poloměr setrvačnosti

$i_z = 32,00 \text{ mm}$ poloměr setrvačnosti

$I_w = 1,183 \text{E-10 m}^6$ výsečový moment setrvačnosti

$I_t = 4,846 \text{E-8 m}^4$ moment setrvačnosti v prosté kroucení

$G = 81,000 \text{E+9 Pa}$ modul pružnosti ve smyku

$E = 210,000 \text{E+9 Pa}$ modul pružnosti v tahu

$W_{y,el} = 1,892 \text{E-5 m}^3$ elastický průřezový modul

$W_{z,el} = 2,945 \text{E-5 m}^3$ elastický průřezový modul

$W_{y,pl} = 3,464 \text{E-5 m}^3$ plastický průřezový modul

$W_{z,pl} = 5,132 \text{E-5 m}^3$ plastický průřezový modul

Rozhodující skupina zatížení **GR12**

Kombinace zatížení dle výrazu **6.10b**

Tah - prvek HL.n.71 - první ztužení O 01						Vnitřní síly	
						Charakteristické	Návrhové
zs	zatížení	γ_f	ψ_0	ϕ	$Z_{uvaž} / GR_{xx}$	N [kN]	N [kN]
1.1	Vlastní tíha	1,14	1,00	1,00	1,00	-0,09	-0,09
1.2	Ostatní stále zat.	1,14	1,00	1,00	1,00	0,17	0,19
2.1	Vítr zleva	1,35	0,50	1,00	1,00	2,15	1,45
3.2	Teplota zima	1,50	1,00	1,00	1,00	2,35	3,53
4.21	BR 1/4 My, P1	1,30	0,80	1,00	1,00	5,10	5,30
5.0	odstř.síly	1,30	0,80	1,00	1,00	0,00	0,00
6.2	Rozj. proti směr	1,30	0,80	1,00	0,50	0,19	0,10
7.4	LM71, 1/4, My	1,30	0,80	1,84	1,00	-0,05	0,00

STATICKÝ VÝPOČET

TU 1751 Kutná Hora hl.n. (mimo)- Zruč nas Sázavou (mimo)

Evd. km 10,764

Rozhodující skupina zatížení **GR12**
Kombinace zatížení dle výrazu **6.10b**

Max tlak - 2. ztužení						Charakteristické vnitřní síly		
zs	zatížení	γ_f	ψ_0	ϕ	$Z_{\text{uvaz}} / \text{GRxx}$	N	My	Mz
						[kN]	[kNm]	[kNm]
1.1	Vlastní tíha	1,14	1,00	1,00	1,00	-0,08	0,02	0,00
1.2	Ostatní stále zat.	1,14	1,00	1,00	1,00	0,28	0,03	0,14
2.1	Vítr zleva	1,35	0,75	1,00	1,00	-1,09	-0,19	-0,61
3.1	Teplota léto	1,50	0,60	1,00	1,00	-1,36	0,09	-0,10
4.21	BR 1/4 My, P1	1,30	1,00	1,00	1,00	-5,79	-0,66	-1,33
5.0	odstř.síly	1,30	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
6.2	Rozj. proti směr	1,30	1,00	1,00	0,50	0,43	0,02	0,12
7.4	LM71, 1/4, My	1,30	1,00	1,84	1,00	0,01	0,00	-0,18

Návrhové vnitřní síly			
zs	N	My	Mz
	[kN]	[kNm]	[kNm]
1.1	0,09	-0,02	0,00
1.2	-0,29	-0,03	-0,14
2.1	1,10	0,19	0,62
3.1	1,22	0,00	0,09
4.21	7,53	0,86	1,73
5.0	0,00	0,00	0,00
6.2	0,00	0,00	0,00
7.4	0,00	0,00	0,43

Souhrn návrhových vnitřních sil					
Tah					
N _{LM71,Ed}			N _{rs,Ed}		
[kN]			[kN]		
0,00			10,48		
Tlak					
N _{LM71,Ed}	N _{rs,Ed}	M _{y,LM71,Ed}	M _{y,rs,Ed}	M _{z,LM71,Ed}	M _{z,rs,Ed}
[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
0,00	9,66	0,00	1,00	0,43	2,29

Posouzení na maximální účinky tahu

Neoslabený průřez

$$N_{\text{pl,Rd}} = A f_y / \gamma_{M0}$$

$$N_{\text{pl,Rd}} = 446,18 \text{ kN}$$

$$N_{\text{Ed}} / N_{\text{pl,Rd}} < 1,00$$

$$0,02 < 1,00 \quad \text{Vyhovuje}$$

Oslabený průřez

$$N_{u,Rd} = 0,68 A_{\text{net}} f_u / \gamma_{M2}$$

$$N_{u,Rd} = 341,57 \text{ kN}$$

$$N_{\text{Ed}} / N_{u,Rd} < 1,00$$

$$0,03 < 1,00 \quad \text{Vyhovuje}$$

Posouzení na prostorový vzpěr

$$\frac{N_{\text{Ed}}}{\chi_y N_{\text{Rk}}} + k_{yy} \frac{M_{y,\text{Ed}} + \Delta M_{y,\text{Ed}}}{\chi_{\text{LT}} M_{y,\text{Rk}}} + k_{yz} \frac{M_{z,\text{Ed}} + \Delta M_{z,\text{Ed}}}{M_{z,\text{Rk}}} \leq 1$$

$$\frac{N_{\text{Ed}}}{\chi_z N_{\text{Rk}}} + k_{zy} \frac{M_{y,\text{Ed}} + \Delta M_{y,\text{Ed}}}{\chi_{\text{LT}} M_{y,\text{Rk}}} + k_{zz} \frac{M_{z,\text{Ed}} + \Delta M_{z,\text{Ed}}}{M_{z,\text{Rk}}} \leq 1$$

Interakční součinitelé

$$k_{yy} = 0,403 \quad c_{my} = 0,40$$

$$k_{yz} = 0,243 \quad c_{mz} = 0,40$$

$$k_{zy} = 0,990 \quad c_{mLT} = 0,40$$

$$k_{zz} = 0,405$$

Součinitelé vzpěrnosti χ

$$\chi_y = 0,832$$

$$\chi_z = 0,690$$

$$\chi_{\text{LT}} = 1,000$$

Únosnosti průřezu

$$N_{\text{Rk}} = 315,76 \text{ kN}$$

$$M_{y,\text{Rk}} = 3,63 \text{ kNm}$$

$$M_{z,\text{Rk}} = 3,63 \text{ kNm}$$

Vyčíslení rovnice

$$0,031 + 0,111 + 0,117 = 0,259 \leq 1,000 \quad \text{Vyhovuje}$$

$$0,031 + 0,273 + 0,196 = 0,499 \leq 1,000 \quad \text{Vyhovuje}$$

5.8.2 Příčné ztužení - diagonály

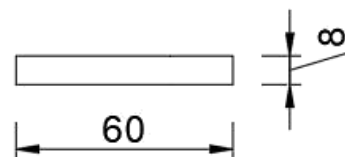
Výpočet zatížitelnosti dle metodického pokynu

Diagonály jsou z pásu 60/8 mm.

Materiálové vlastnosti

druh oceli - plávková ocel ztužení bylo v průběhu let měněno

$f_y = 230,00 \text{ MPa}$	mez kluzu
$f_u = 360,00 \text{ MPa}$	mez pevnosti
$\varepsilon = 1,00$	
$\gamma_{M0} = 1,10$	součinitel spolehlivosti
$\gamma_{M1} = 1,20$	součinitel spolehlivosti
$\gamma_{M2} = 1,30$	součinitel spolehlivosti



Geometrické vlastnosti

$L_{cr,y} = 0,265 \text{ m}$	vzpěrná délka ve směru y
$L_{cr,z} = 0,265 \text{ m}$	vzpěrná délka ve směru z
$\alpha = 0,49$	součinitel imperfekce ve směru y
$\alpha = 0,49$	součinitel imperfekce ve směru z

Průřezové charakteristiky

$A = 4,800E-4 \text{ m}^2$	plocha průřezu
$A_{net} = 3,200E-4 \text{ m}^2$	oslabená plocha průřezu
$I_y = 2,560E-9 \text{ m}^4$	moment setrvačnosti
$I_z = 1,440E-7 \text{ m}^4$	moment setrvačnosti
$I_{y,eff} = 0,000E+0 \text{ m}^4$	efektivní moment setrvačnosti
$I_{z,eff} = 0,000E+0 \text{ m}^4$	efektivní moment setrvačnosti
$i_y = 2,00 \text{ mm}$	poloměr setrvačnosti
$i_z = 17,00 \text{ mm}$	poloměr setrvačnosti
$I_w = 6,819E-13 \text{ m}^6$	výšečový moment setrvačnosti
$I_t = 9,323E-9 \text{ m}^4$	moment setrvačnosti v prosté kroucení
$G = 81,000E+9 \text{ Pa}$	modul pružnosti ve smyku
$E = 210,000E+9 \text{ Pa}$	modul pružnosti v tahu
$W_{y,el} = 6,400E-7 \text{ m}^3$	elastický průřezový modul
$W_{z,el} = 4,800E-6 \text{ m}^3$	elastický průřezový modul
$W_{y,pl} = 9,600E-7 \text{ m}^3$	plastický průřezový modul
$W_{z,pl} = 7,200E-6 \text{ m}^3$	plastický průřezový modul

Rozhodující skupina zatížení **GR12**

Kombinace zatížení dle výrazu **6.10b**

Tah - HL117, 3. ztužení						Vnitřní síly	
zs	zatížení	V_f	ψ_0	ϕ	Z_{uvaz} / GR_{xx}	Charakteristické	Návrhové
						N [kN]	N [kN]
1.1	Vlastní tíha	1,14	1,00	1,00	1,00	0,07	0,08
1.2	Ostatní stále zat.	1,14	1,00	1,00	1,00	-0,06	-0,06
2.1	Vítr zleva	1,35	0,75	1,00	1,00	-0,40	0,00
3.1	Teplota léto	1,50	0,60	1,00	1,00	0,04	0,04
4.3	BR max My P1	1,30	1,00	1,00	1,00	1,89	2,46
5.0	odstř. síly	1,30	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00
6.1	Rozj. ve směru	1,30	1,00	1,00	0,50	-0,04	0,00
7.1	LM71 max My	1,30	1,00	1,84	1,00	0,47	1,12

STATICKÝ VÝPOČET

TU 1751 Kutná Hora hl.n. (mimo)- Zruč nas Sázavou (mimo)

Evd. km 10,764

Rozhodující skupina zatížení **GR12**

Kombinace zatížení dle výrazu **6.10b**

Max tlak - HL118, 3. ztužení						Charakteristické vnitřní síly		
zs	zatížení	γ_f	ψ_0	ϕ	Z_{uvaz} / GR_{xx}	N	My	Mz
						[kN]	[kNm]	[kNm]
1.1	Vlastní tíha	1,14	1,00	1,00	1,00	0,07	0,00	0,00
1.2	Ostatní stále zat.	1,14	1,00	1,00	1,00	0,01	0,00	0,00
2.2	Vítr zprava	1,35	0,75	1,00	1,00	0,43	0,00	0,00
3.2	Teplota zima	1,50	0,60	1,00	1,00	0,05	0,00	0,00
4.3	BR max My P1	1,30	1,00	1,00	1,00	-1,99	0,00	-0,01
5.0	odstř.síly	1,30	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
6.1	Rozj. ve směru	1,30	1,00	1,00	0,50	0,04	0,00	0,00
7.1	LM71 max My	1,30	1,00	1,84	1,00	-0,49	0,00	0,00

zs	Návrhové vnitřní síly		
	N	My	Mz
	[kN]	[kNm]	[kNm]
1.1	-0,07	0,00	0,00
1.2	-0,01	0,00	0,00
2.2	0,00	0,00	0,00
3.2	0,00	0,00	0,00
4.3	2,59	0,00	0,01
5.0	0,00	0,00	0,00
6.1	0,00	0,00	0,00
7.1	1,17	0,00	0,00

Souhrn návrhových vnitřních sil					
Tah					
N _{LM71,Ed}			N _{rs,Ed}		
[kN]			[kN]		
1,12			2,51		
Tlak					
N _{LM71,Ed}	N _{rs,Ed}	M _{y,LM71,Ed}	M _{y,rs,Ed}	M _{z,LM71,Ed}	M _{z,rs,Ed}
[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
1,17	2,50	0,00	0,00	0,00	0,01

Posouzení na maximální účinky tahu

Neoslabený průřez

$$N_{pl,Rd} = A f_y / \gamma_{M0}$$

$$N_{pl,Rd} = 100,36 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} / N_{pl,Rd} < 1,00$$

$$0,04 < 1,00 \quad \text{Vyhovuje}$$

Oslabený průřez

$$N_{u,Rd} = 0,68 A_{net} f_u / \gamma_{M2}$$

$$N_{u,Rd} = 60,26 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} / N_{u,Rd} < 1,00$$

$$0,06 < 1,00 \quad \text{Vyhovuje}$$

Posouzení na prostorový vzpěr

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \leq 1$$

Interakční součinitelé

$$k_{yy} = 0,608 \quad c_{my} = 0,60$$

$$k_{yz} = 0,615 \quad c_{mz} = 1,00$$

$$k_{zy} = 0,996 \quad c_{mLT} = 1,00$$

$$k_{zz} = 1,024$$

Součinitelé vzpěrnosti χ

$$\chi_y = 0,779$$

$$\chi_z = 0,628$$

$$\chi_{LT} = 1,000$$

Únosnosti průřezu

$$N_{Rk} = 65,50 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = 0,12 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = 0,12 \text{ kNm}$$

Vyčíslení rovnice

$$0,056 + 0,000 + 0,009 = 0,065 \leq 1,000 \quad \text{Vyhovuje}$$

$$0,056 + 0,000 + 0,014 = 0,071 \leq 1,000 \quad \text{Vyhovuje}$$

5.8.3 Příčné ztužení - dolní krajní úhelníky

Výpočet zatížitelnosti dle metodického pokynu

Dolní krajní úhelníky jsou ze zdvojených rovnoramenných úhelníku 70/70/8 mm. Nad opěrami jsou úhelníky silně oslabené - viz obrázek

Materiálové vlastnosti

druh oceli - plávková ocel ztužení bylo v průběhu let měněno

$f_y = 230,00 \text{ MPa}$ mez kluzu

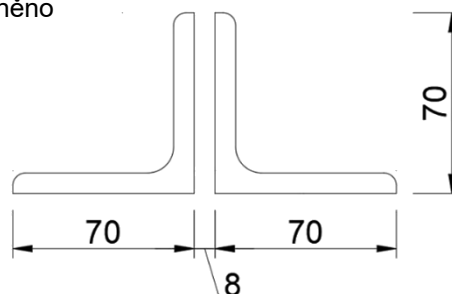
$f_u = 360,00 \text{ MPa}$ mez pevnosti

$\varepsilon = 1,00$

$\gamma_{M0} = 1,10$ součinitel spolehlivosti

$\gamma_{M1} = 1,20$ součinitel spolehlivosti

$\gamma_{M2} = 1,30$ součinitel spolehlivosti



Geometrické vlastnosti

$L_{cr,y} = 0,562 \text{ m}$ vzpěrná délka ve směru y

$L_{cr,z} = 0,562 \text{ m}$ vzpěrná délka ve směru z

$\alpha = 0,34$ součinitel imperfekce ve směru y

$\alpha = 0,34$ součinitel imperfekce ve směru z

Průřezové charakteristiky

$A = 2,134 \text{E-3 m}^2$ plocha průřezu

$A_{net} = 1,654 \text{E-3 m}^2$ oslabená plocha průřezu

$I_y = 9,449 \text{E-7 m}^4$ moment setrvačnosti

$I_z = 2,179 \text{E-6 m}^4$ moment setrvačnosti

$I_{y,eff} = 0,000 \text{E+0 m}^4$ efektivní moment setrvačnosti

$I_{z,eff} = 0,000 \text{E+0 m}^4$ efektivní moment setrvačnosti

$i_y = 21,00 \text{ mm}$ poloměr setrvačnosti

$i_z = 32,00 \text{ mm}$ poloměr setrvačnosti

$I_w = 1,183 \text{E-10 m}^6$ výsečový moment setrvačnosti

$I_t = 4,846 \text{E-8 m}^4$ moment setrvačnosti v prosté kroucení

$G = 81,000 \text{E+9 Pa}$ modul pružnosti ve smyku

$E = 210,000 \text{E+9 Pa}$ modul pružnosti v tahu

$W_{y,el} = 1,892 \text{E-5 m}^3$ elastický průřezový modul

$W_{z,el} = 2,945 \text{E-5 m}^3$ elastický průřezový modul

$W_{y,pl} = 3,464 \text{E-5 m}^3$ plastický průřezový modul

$W_{z,pl} = 5,132 \text{E-5 m}^3$ plastický průřezový modul

Rozhodující skupina zatížení

GR12

Kombinace zatížení dle výrazu

6.10b

Tah - HL.N.74 - první ztužení O 01						Vnitřní síly	
zs	zatížení	V_f	ψ_0	ϕ	Z_{uvaz} / GR_{xx}	Charakteristické	Návrhové
						N [kN]	N [kN]
1.1	Vlastní tíha	1,14	1,00	1,00	1,00	0,12	0,14
1.2	Ostatní stále zat.	1,14	1,00	1,00	1,00	1,14	1,30
2.1	Vítr zleva	1,35	0,75	1,00	1,00	6,31	6,39
3.2	Teplota zima	1,50	1,00	1,00	1,00	12,20	18,30
4.21	BR 1/4 My, P1	1,30	0,80	1,00	1,00	18,62	19,36
5.0	odstř.síly	1,30	0,80	1,00	1,00	0,00	0,00
6.2	Rozj. proti směr	1,30	0,80	1,00	0,50	0,77	0,40
7.4	LM71, 1/4, My	1,30	0,80	1,84	1,00	-0,49	0,00

STATICKÝ VÝPOČET

TU 1751 Kutná Hora hl.n. (mimo)- Zruč nas Sázavou (mimo)

Evd. km 10,764

Rozhodující skupina zatížení **GR12**

Kombinace zatížení dle výrazu **6.10b**

Tlak - Hl.n60 - ztužení O 02						Charakteristické vnitřní síly		
zs	zatížení	γ_f	ψ_0	ϕ	$Z_{uvaž} / GR_{xx}$	N	My	Mz
						[kN]	[kNm]	[kNm]
1.1	Vlastní tíha	1,14	1,00	1,00	1,00	0,06	-0,02	0,00
1.2	Ostatní stále zat.	1,14	1,00	1,00	1,00	2,63	-0,01	0,04
2.1	Vítr zleva	1,35	0,75	1,00	1,00	-1,94	-0,19	0,26
3.1	Teplota léto	1,50	0,60	1,00	1,00	-9,71	-0,11	0,80
4.15	BR 1/4 Vz, P1	1,30	1,00	1,00	1,00	-13,77	-0,79	2,29
5.0	odstř.síly	1,30	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
6.2	Rozj. proti směr	1,30	1,00	1,00	0,50	-0,37	-0,01	0,10
7.3	LM71, 1/4, Vz	1,30	1,00	1,84	1,00	0,24	-0,02	-0,21

zs	Návrhové vnitřní síly		
	N	My	Mz
	[kN]	[kNm]	[kNm]
1.1	-0,06	0,02	0,00
1.2	-2,70	0,01	0,05
2.1	1,96	0,19	0,26
3.1	8,74	0,10	0,72
4.15	17,90	1,03	2,98
5.0	0,00	0,00	0,00
6.2	0,24	0,01	0,07
7.3	0,00	0,05	0,00

Souhrn návrhových vnitřních sil					
Tah					
N _{LM71,Ed}			N _{rs,Ed}		
[kN]			[kN]		
0,00			45,89		
Tlak					
N _{LM71,Ed}	N _{rs,Ed}	M _{y,LM71,Ed}	M _{y,rs,Ed}	M _{z,LM71,Ed}	M _{z,rs,Ed}
[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
0,00	26,08	0,05	1,36	0,00	4,07

Posouzení na maximální účinky tahu

Neoslabený průřez

$$N_{pl,Rd} = A f_y / \gamma_{M0}$$

$$N_{pl,Rd} = 446,18 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} / N_{pl,Rd} < 1,00$$

$$0,10 < 1,00 \quad \text{Vyhovuje}$$

Oslabený průřez

$$N_{u,Rd} = 0,68 A_{net} f_u / \gamma_{M2}$$

$$N_{u,Rd} = 311,44 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} / N_{u,Rd} < 1,00$$

$$0,15 < 1,00 \quad \text{Vyhovuje}$$

Posouzení na prostorový vzpěr

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \leq 1$$

Interakční součinitelé

$$k_{yy} = 0,407 \quad c_{my} = 0,40$$

$$k_{yz} = 0,249 \quad c_{mz} = 0,40$$

$$k_{zy} = 0,972 \quad c_{mLT} = 0,40$$

$$k_{zz} = 0,414$$

Součinitelé vzpěrnosti χ

$$\chi_y = 0,832$$

$$\chi_z = 0,690$$

$$\chi_{LT} = 1,000$$

Únosnosti průřezu

$$N_{Rk} = 315,76 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = 3,63 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = 3,63 \text{ kNm}$$

Vyčíslení rovnice

$$0,083 + 0,158 + 0,179 = 0,420 \leq 1,000 \quad \text{Vyhovuje}$$

$$0,083 + 0,377 + 0,299 = 0,759 \leq 1,000 \quad \text{Vyhovuje}$$

5.8.4 Příčné ztužení - dolní mezilehlé úhelníky

Výpočet zatížitelnosti dle metodického pokynu

Dolní mezilehlé úhelníky jsou z jednoduchých rovnoramenných L profilů 70/70/8 mm.

Materiálové vlastnosti

druh oceli - plátková ocel ztužení bylo v průběhu let měněno

$f_y = 230,00 \text{ MPa}$ mez kluzu
 $f_u = 360,00 \text{ MPa}$ mez pevnosti

$\varepsilon = 1,00$

$\gamma_{M0} = 1,10$ součinitel spolehlivosti

$\gamma_{M1} = 1,20$ součinitel spolehlivosti

$\gamma_{M2} = 1,30$ součinitel spolehlivosti

Geometrické vlastnosti

$L_{cr,y} = 0,558 \text{ m}$ vzpěrná délka ve směru y

$L_{cr,z} = 0,558 \text{ m}$ vzpěrná délka ve směru z

$\alpha = 0,34$ součinitel imperfekce ve směru y

$\alpha = 0,34$ součinitel imperfekce ve směru z

Průřezové charakteristiky

$A = 1,070 \text{E-3 m}^2$ plocha průřezu

$A_{net} = 9,100 \text{E-4 m}^2$ oslabená plocha průřezu

$I_y = 7,490 \text{E-7 m}^4$ moment setrvačnosti

$I_z = 2,000 \text{E-7 m}^4$ moment setrvačnosti

$I_{y,eff} = 0,000 \text{E+0 m}^4$ efektivní moment setrvačnosti

$I_{z,eff} = 0,000 \text{E+0 m}^4$ efektivní moment setrvačnosti

$i_y = 26,00 \text{ mm}$ poloměr setrvačnosti

$i_z = 14,00 \text{ mm}$ poloměr setrvačnosti

$I_w = 6,949 \text{E-12 m}^6$ výšečový moment setrvačnosti

$I_t = 2,468 \text{E-8 m}^4$ moment setrvačnosti v prosté kroucení

$G = 81,000 \text{E+9 Pa}$ modul pružnosti ve smyku

$E = 210,000 \text{E+9 Pa}$ modul pružnosti v tahu

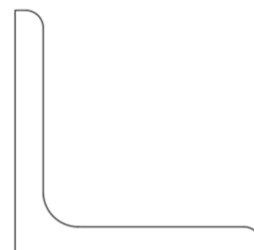
$W_{y,el} = 1,512 \text{E-5 m}^3$ elastický průřezový modul

$W_{z,el} = 6,922 \text{E-6 m}^3$ elastický průřezový modul

$W_{y,pl} = 2,423 \text{E-5 m}^3$ plastický průřezový modul

$W_{z,pl} = 1,251 \text{E-5 m}^3$ plastický průřezový modul

L 70x70x8



Rozhodující skupina zatížení **GR12**

Kombinace zatížení dle výrazu **6.10b**

Tah - HL.n.131, 2. příčné ztužení						Vnitřní síly	
zs	zatížení	V_f	ψ_0	ϕ	Z_{uvaz} / GR_{xx}	Charakteristické	Návrhové
						N [kN]	N [kN]
1.1	Vlastní tíha	1,14	1,00	1,00	1,00	0,02	0,02
1.2	Ostatní stále zat.	1,14	1,00	1,00	1,00	1,15	1,31
2.2	Vítr zprava	1,35	0,75	1,00	1,00	1,92	1,94
3.2	Teplota zima	1,35	0,60	1,00	1,00	0,91	0,74
4.22	BR 1/4 My, L1	1,30	1,00	1,00	1,00	4,72	6,14
5.0	odstř.síly	1,30	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00
6.1	Rozj. ve směru	1,30	1,00	1,00	0,50	0,34	0,22
7.4	LM71, 1/4, My	1,30	1,00	1,84	1,00	0,56	1,34

STATICKÝ VÝPOČET

TU 1751 Kutná Hora hl.n. (mimo)- Zruč nas Sázavou (mimo)

Evd. km 10,764

Rozhodující skupina zatížení **GR12**

Kombinace zatížení dle výrazu **6.10b**

Tlak - Prvek Hl.n-131 - 0,702001m						Charakteristické vnitřní síly		
zs	zatížení	γ_f	ψ_0	ϕ	$Z_{uvaž} / GR_{xx}$	N	My	Mz
						[kN]	[kNm]	[kNm]
1.1	Vlastní tíha	1,14	1,00	1,00	1,00	0,02	0,00	0,00
1.2	Ostatní stále zat.	1,14	1,00	1,00	1,00	1,15	0,02	0,01
2.1	Vítr zleva	1,35	0,50	1,00	1,00	1,44	0,05	-0,01
3.1	Teplota léto	1,35	0,60	1,00	1,00	0,91	0,02	0,00
4.21	BR 1/4 My, P1	1,30	1,00	1,00	1,00	-4,72	-0,13	-0,01
5.0	odstř.síly	1,30	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
6.2	Rozj. proti směr	1,30	1,00	1,00	0,50	-0,34	-0,01	0,00
7.4	LM71, 1/4, My	1,30	1,00	1,84	1,00	0,56	0,03	-0,01

zs	Návrhové vnitřní síly		
	N	My	Mz
	[kN]	[kNm]	[kNm]
1.1	-0,02	0,00	0,00
1.2	-1,18	-0,02	-0,01
2.1	0,00	0,00	0,01
3.1	0,00	0,00	0,00
4.21	6,14	0,17	0,01
5.0	0,00	0,00	0,00
6.2	0,22	0,01	0,00
7.4	0,00	0,00	0,02

Souhrn návrhových vnitřních sil					
Tah					
N _{LM71,Ed}			N _{rs,Ed}		
[kN]			[kN]		
1,34			10,37		
Tlak					
N _{LM71,Ed}	N _{rs,Ed}	M _{y,LM71,Ed}	M _{y,rs,Ed}	M _{z,LM71,Ed}	M _{z,rs,Ed}
[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
0,00	5,16	0,00	0,15	0,02	0,01

Posouzení na maximální účinky tahu

Neoslabený průřez

$$N_{pl,Rd} = A f_y / \gamma_{M0}$$

$$N_{pl,Rd} = 223,73 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} / N_{pl,Rd} < 1,00$$

$$0,05 < 1,00 \quad \text{Vyhovuje}$$

Oslabený průřez

$$N_{u,Rd} = 0,68 A_{net} f_u / \gamma_{M2}$$

$$N_{u,Rd} = 171,36 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} / N_{u,Rd} < 1,00$$

$$0,07 < 1,00 \quad \text{Vyhovuje}$$

Posouzení na prostorový vzpěr

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \leq 1$$

Interakční součinitelé

$$k_{yy} = 0,403 \quad c_{my} = 0,40$$

$$k_{yz} = 0,243 \quad c_{mz} = 0,40$$

$$k_{zy} = 0,989 \quad c_{mLT} = 0,40$$

$$k_{zz} = 0,406$$

Součinitelé vzpěrnosti χ

$$\chi_y = 0,832$$

$$\chi_z = 0,690$$

$$\chi_{LT} = 0,991$$

Únosnosti průřezu

$$N_{Rk} = 158,33 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = 2,87 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = 2,87 \text{ kNm}$$

Vyčíslení rovnice

$$0,033 + 0,022 + 0,006 = 0,060 \leq 1,000 \quad \text{Vyhovuje}$$

$$0,033 + 0,053 + 0,010 = 0,096 \leq 1,000 \quad \text{Vyhovuje}$$

5.8.5 Podélné ztužení

Výpočet zatížitelnosti dle metodického pokynu

Materiálové vlastnosti

druh oceli - plávková ocel ztužení bylo v průběhu let měněno

$f_y = 230,00 \text{ MPa}$ mez kluzu

$f_u = 360,00 \text{ MPa}$ mez pevnosti

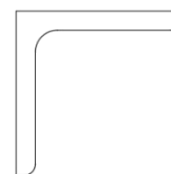
$\varepsilon = 1,00$

$\gamma_{M0} = 1,10$ součinitel spolehlivosti

$\gamma_{M1} = 1,20$ součinitel spolehlivosti

$\gamma_{M2} = 1,30$ součinitel spolehlivosti

L 60x60x8



Geometrické vlastnosti

$L_{cr,y} = 0,586 \text{ m}$ vzpěrná délka ve směru y

$L_{cr,z} = 0,586 \text{ m}$ vzpěrná délka ve směru z

$\alpha = 0,34$ součinitel imperfekce ve směru y

$\alpha = 0,34$ součinitel imperfekce ve směru z

Průřezové charakteristiky

$A = 9,030 \text{E-4 m}^2$ plocha průřezu

$A_{net} = 7,430 \text{E-4 m}^2$ oslabená plocha průřezu

$I_y = 4,610 \text{E-7 m}^4$ moment setrvačnosti

$I_z = 1,230 \text{E-7 m}^4$ moment setrvačnosti

$I_{y,eff} = 0,000 \text{E+0 m}^4$ efektivní moment setrvačnosti

$I_{z,eff} = 0,000 \text{E+0 m}^4$ efektivní moment setrvačnosti

$i_y = 23,00 \text{ mm}$ poloměr setrvačnosti

$i_z = 12,00 \text{ mm}$ poloměr setrvačnosti

$I_w = 4,240 \text{E-12 m}^6$ výšečový moment setrvačnosti

$I_t = 2,022 \text{E-8 m}^4$ moment setrvačnosti v prosté kroucení

$G = 81,000 \text{E+9 Pa}$ modul pružnosti ve smyku

$E = 210,000 \text{E+9 Pa}$ modul pružnosti v tahu

$W_{y,el} = 1,087 \text{E-5 m}^3$ elastický průřezový modul

$W_{z,el} = 4,861 \text{E-6 m}^3$ elastický průřezový modul

$W_{y,pl} = 1,753 \text{E-5 m}^3$ plastický průřezový modul

$W_{z,pl} = 9,029 \text{E-6 m}^3$ plastický průřezový modul

Rozhodující skupina zatížení **GR12**

Kombinace zatížení dle výrazu **6.10b**

Tah - podélné ztužení7, první vpravo						Vnitřní síly	
zs	zatížení	V_f	ψ_0	ϕ	Z_{uvaz} / GR_{xx}	Charakteristické	Návrhové
						N [kN]	N [kN]
1.1	Vlastní tíha	1,14	1,00	1,00	1,00	-0,11	-0,11
1.2	Ostatní stále zat.	1,14	1,00	1,00	1,00	2,18	2,49
2.2	Vítr zprava	1,35	0,75	1,00	1,00	6,21	6,29
3.1	Teplota léto	1,35	0,60	1,00	1,00	7,12	5,77
4.18	BR 1/4 Vz, L2	1,30	1,00	1,00	0,69	33,48	43,52
5.0	odstř.síly	1,30	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00
6.1	Rozj. ve směru	1,30	1,00	1,00	0,35	1,89	1,23
7.3	LM71, 1/4, Vz	1,30	1,00	1,84	1,00	-0,61	0,00

STATICKÝ VÝPOČET

TU 1751 Kutná Hora hl.n. (mimo)- Zruč nas Sázavou (mimo)

Evd. km 10,764

Rozhodující skupina zatížení **GR12**

Kombinace zatížení dle výrazu **6.10b**

Max tlak - Podélné ztužení 2, (843,350)						Charakteristické vnitřní síly		
zs	zatížení	γ_f	ψ_0	ϕ	Z_{uvaz} / GR_{xx}	N	My	Mz
						[kN]	[kNm]	[kNm]
1.1	Vlastní tíha	1,14	1,00	1,00	1,00	-0,11	-0,02	0,00
1.2	Ostatní stále zat.	1,14	1,00	1,00	1,00	3,96	0,42	0,12
2.1	Vítr zleva	1,35	0,75	1,00	1,00	-3,11	-0,17	-0,02
3.2	Teplota zima	1,35	0,60	1,00	1,00	1,05	-0,02	-0,01
4.17	BR 1/4 Vz, P2	1,30	1,00	1,00	1,00	-5,64	0,95	0,26
5.0	odstř.síly	1,30	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
6.1	Rozj. ve směru	1,30	1,00	1,00	0,50	-0,64	0,01	0,01
7.3	LM71, 1/4, Vz	1,30	1,00	1,84	1,00	1,91	-0,10	-0,02

Návrhové vnitřní síly			
zs	N	My	Mz
	[kN]	[kNm]	[kNm]
1.1	0,13	-0,02	0,00
1.2	-4,06	0,48	0,14
2.1	3,15	0,00	0,00
3.2	0,00	0,00	0,00
4.17	5,09	0,86	0,23
5.0	0,00	0,00	0,00
6.1	0,29	0,00	0,00
7.3	0,00	0,00	0,00

Souhrn návrhových vnitřních sil					
Tah					
N _{LM71,Ed}			N _{rs,Ed}		
[kN]			[kN]		
0,00			59,18		
Tlak					
N _{LM71,Ed}	N _{rs,Ed}	M _{y,LM71,Ed}	M _{y,rs,Ed}	M _{z,LM71,Ed}	M _{z,rs,Ed}
[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
0,00	4,59	0,00	1,32	0,00	0,38

Posouzení na maximální účinky tahu

Neoslabený průřez

$$N_{pl,Rd} = A f_y / \gamma_{M0}$$

$$N_{pl,Rd} = 188,81 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} / N_{pl,Rd} < 1,00$$

$$0,31 < 1,00 \quad \text{Vyhovuje}$$

Oslabený průřez

$$N_{u,Rd} = 0,68 A_{net} f_u / \gamma_{M2}$$

$$N_{u,Rd} = 139,91 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} / N_{u,Rd} < 1,00$$

$$0,42 < 1,00 \quad \text{Vyhovuje}$$

Posouzení na prostorový vzpěr

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \leq 1$$

Interakční součinitelé

$$k_{yy} = 0,403 \quad c_{my} = 0,40$$

$$k_{yz} = 0,244 \quad c_{mz} = 0,40$$

$$k_{zy} = 0,989 \quad c_{mLT} = 0,40$$

$$k_{zz} = 0,406$$

Součinitelé vzpěrnosti χ

$$\chi_y = 0,832$$

$$\chi_z = 0,690$$

$$\chi_{LT} = 0,976$$

Únosnosti průřezu

$$N_{Rk} = 133,62 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = 2,03 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = 2,03 \text{ kNm}$$

Výčíslení rovnice

$$0,034 + 0,262 + 0,098 = 0,394 \leq 1,000 \quad \text{Vyhovuje}$$

$$0,034 + 0,641 + 0,164 = 0,840 \leq 1,000 \quad \text{Vyhovuje}$$

Bylo potřeba snížit účinky bočního rázu a rozjezdových sil pomocí max. zatížitelnosti dle interakčního výpočtu z kapitoli 5.3.1 - Hlavní nosník v místě max. Mz.

5.9 Posouzení na překlopení

						Působící zatížení	
						Charakteristické	Návrhové
zs	zatížení	γ_g / γ_q	ψ_0	r	$Z_{\text{uvaz}} / \text{GRxx}$	F	F
						[kN]	[kN]
1.1	Vlastní tíha - F_{g0}	0,95	1,00	-	1,00	34,71	32,97
1.2	Ostatní stálé - F_{g1}	0,95	1,00	-	1,00	39,31	37,34
2.1	Vítr - na kci - F_{wGk}	1,35	1,00	0,29	1,00	4,60	6,20
2.2	Vítr - na vlak - F_{wpk}	1,35	1,00	2,58	1,00	31,69	110,39
4	Boční ráz - F_{sk}	1,30	1,00	0,58	1,00	35,00	26,39
5	Odstřed. síly - F_{tk}	1,30	1,00	2,38	1,00	0,00	0,00
11.0	Nezat. vlak - F_{pk}	0,95	1,00	-	1,00	68,60	65,17
10.1*	Kolej. rošt vl. t. - F_{g2}	0,95	1,00	-	1,00	6,61	6,28
10.2*	Kolej. rošt vl. t. - F_{g3}	0,95	1,00	1,05	1,00	15,00	14,92

* Je uvažovaná vlastní tíha kolejového roštu v předpolí konstrukce v délce 1,5 m před i za objektem. Rameno stabilizující síly je vztaženo ke kraji dolní pásnice hlavního nosníku včetně zohlednění excentricit.

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Stabilizační účinky} & \geq & \text{Destabilizační účinky} \\
 (F_{g0} \cdot \gamma_g + F_{g1} \cdot \gamma_g) \cdot (b/2) + (F_{pk} \cdot \gamma_q + F_{g2} \cdot \gamma_g) \cdot ((b/2) - e) & \geq & F_{wGd} \cdot r_{wG} \cdot \gamma_q + F_{wpd} \cdot r_{wp} \cdot \gamma_q + F_{sd} \cdot r_s \cdot \gamma_q \cdot \psi_0 + F_{tk} \cdot r_{tk} \cdot \gamma_q \\
 152,00 \text{ kN} & > & 142,99 \text{ kN} \quad \text{Vyhovuje}
 \end{array}$$

5.10 Zatížitelnost spodní stavby

Spodní stavba svým stavem nelimituje zatížitelnost objektu a bude odpovídat stanovené nejmenší rozhodující zatížitelnosti nosné konstrukce.

6 Stanovení zatížitelnosti - MSP

6.1 Svislé přetvoření hlavního nosníku K01

Při stanovení zatížitelnosti z hlediska mezního stavu použitelnosti bylo postupováno dle metodického pokynu SŽ, s.o..

Stanovení zatížitelnosti z průhybů

$E = 2,100E+11 \text{ Pa}$ - modul pružnosti
 $I_y = 3,126E-4 \text{ m}^4$ - moment setrvačnosti jednoho hlavního nosníku
 $l = 4,59 \text{ m}$ - rozpětí nosníku

Mezní průhyb stanoven ČSN EN 1990/A1, příloha A2:

$$f_{lim} = \frac{L}{600} = \frac{4,59}{600} = 7,65 \text{ mm}$$

zs	zatížení	ϕ	Průhyb	
			charakteristické	návrhové
			w	w
			[mm]	[mm]
7.1	LM71 max My	1,84	3,80	6,99
		Σw	3,80	6,99

$$f_{max} = 6,99$$

$$f_{lim} > f_{max}$$

$$7,65 \text{ mm} > 6,99 \text{ mm} \quad \textbf{Vyhovuje}$$

Zatížitelnost z průhybů

$$Z_{LM71} = (f_{lim} - f_{rs})/F_{lm71}$$

$$Z_{LM71} = (7,65 - 0) / 6,99$$

$$Z_{LM71} = 1,09$$

6.2 Svislé přetvoření hlavního nosníku K01 - pohodlí cestujících

$E = 2,100E+11 \text{ Pa}$ - modul pružnosti
 $I_z = 3,126E-4 \text{ m}^4$ - moment setrvačnosti jednoho hlavního nosníku
 $l = 4,59 \text{ m}$ - rozpětí nosníku

zs	zatížení	součin. ψ / ϕ	Průhyb	
			charakteristické	návrhové
			w	w
			[mm]	[mm]
2.1	Vítr zleva	1,00	0,00	0,00
4.3	BR max My P1	1,00	0,90	0,90
6.1	Rozj. ve směru	1,00	0,10	0,10
7.1	LM71 max My	1,84	3,80	6,99
		Σw	4,80	7,99

Souhrn průhybů	
f_{rs}	f_{LM71}
[mm]	[mm]
1,00	6,99

Zatížitelnost z průhybů

$$Z_{LM71} = (f_{lim} - f_{rs})/F_{LM71}$$

$$Z_{LM71} = (7,65 - 1) / 6,99$$

$$Z_{LM71} = 0,95$$

6.3 Vodorovné přetvoření hlavního nosníku K01

$E = 2,100E+11$ Pa - modul pružnosti
 $I_z = 115,156E-4$ m⁴ - moment setrvačnosti obou hlavních nosníků, jako celku
 $l = 4,59$ m - rozpětí nosníku

zs	zatížení	součin. ψ / ϕ	Průhyb	
			charakteristické	návrhové
			w	w
			[mm]	[mm]
2.1	Vítr zleva	1,00	1,10	1,10
4.3	BR max My P1	1,00	3,80	3,80
6.1	Rozj. ve směru	1,00	0,00	0,00
7.1	LM71 max My	1,84	0,00	0,00
		Σw	4,90	4,90

Souhrn průhybů	
f_{rs}	f_{LM71}
[mm]	[mm]
4,90	0,00

$f_{lim} = 7,7$ mm < $f_{max} = 4,9$ mm **Vyhovuje**

Zatížitelnost z průhybů

$$Z_{LM71} = (f_{lim} - f_{rs}) / F_{LM71}$$

$$Z_{LM71} = (7,65 - 4,9) / 0$$

$Z_{LM71} =$ Účinky vlaku nemají na vodorovné přetvoření vliv.

Maximální změna poloměru křivosti

$$r < r_{lim}$$

$$r = L^2 / 8 \delta_h \quad r = 537,00$$

$r_{lim} = 1700$ m - dle ČSN EN 1990 ed.2/A2 - tab 2.8 str. 66, v elektronické normě

$$\delta_{lim} = 1,55 \text{ mm} < \delta = 4,90 \text{ mm} \quad \text{Nevyhovuje}$$

6.4 Svislé pootočení hlavního nosníku K01

Stanovení zatížitelnosti z průhybů

$E = 2,100E+11$ Pa - modul pružnosti
 $I_y = 3,126E-4$ m⁴ - moment setrvačnosti jednoho hlavního nosníku
 $l = 4,59$ m - rozpětí nosníku
 $\phi_{lim} = 0,01$ m - dle MP 4.7.18

zs	zatížení	ϕ	Průhyb	
			charakteristické	návrhové
			ϕ	ϕ
			[rad]	[rad]
7.1	LM71 max My	1,84	0,0025	0,0046
		$\Sigma \phi$	0,0025	0,0046

$\phi_{lim} = 0,0065$ rad > 0,0046 rad **Vyhovuje**

Zatížitelnost z průhybů

$$Z_{LM71} = (f_{lim} - f_{rs}) / F_{LM71}$$

$$Z_{LM71} = (0,007 - 0) / 0,005$$

$$Z_{LM71} = 1,41$$

6.5 Vodorovné pootočení hlavního nosníku K01

- $E = 2,100E+11$ Pa - modul pružnosti
 $I_z = 115,156E-4$ m⁴ - moment setrvačnosti obou hlavních nosníků, jako celku
 $l = 4,59$ m - rozpětí nosníku

zs	zatížení	součin. ψ / ϕ	Průhyb	
			charakteristické	návrhové
			ϕ [rad]	ϕ [rad]
2.1	Vítr zleva	1,00	0,0000	0,0000
4.3	BR max My P1	1,00	0,0008	0,0008
6.1	Rozj. ve směru	1,00	0,0000	0,0000
7.1	LM71 max My	1,84	0,0001	0,0002
$\Sigma \phi$			0,0009	0,0010

Souhrn průhybů	
f_{rs}	f_{LM71}
[mm]	[mm]
0,0008	0,0002

$\phi_{lim} = 0,0035$ rad > 0,0010 rad **Vyhovuje**

Zatížitelnost z průhybů

$$Z_{LM71} = (f_{lim} - f_{rs}) / f_{LM71}$$

$$Z_{LM71} = (0,0035 - 0,0008) / 0,0002$$

$$Z_{LM71} = > 5$$

7 Stanovení výjimečné zatížitelnosti

7.1 Stanovení výjimečné zatížitelnosti hl.n v místě max. ohybového momentu Mz

Výpočet zatížitelnosti dle metodického pokynu

Výjimečná zatížitelnost byla stanovena pro rychlost větru 5 m/s se součinitelem kombinace $\psi=1,0$.
Součinitele zatížení železniční dopravou $\gamma_{Q,LM71} = 1,10$.

Materiálové vlastnosti

druh oceli - plávková ocel

$f_y = 230,00$ MPa mez kluzu

$f_u = 360,00$ MPa mez pevnosti

$\varepsilon = 1,01$

$\gamma_{M0} = 1,10$ součinitel spolehlivosti

$\gamma_{M1} = 1,20$ součinitel spolehlivosti

$\gamma_{M2} = 1,30$ součinitel spolehlivosti

Geometrické vlastnosti

$L = 0,60$ m vzpěrná délka

$L_\phi = 4,59$ m náhradní délka

$\phi = 1,84$ dynamický součinitel

Průřezové charakteristiky

Celkové	nejvíce namáhané vlákno č. 29.	
$A = 9,956E-3$ m ²	9,956E-3 m ²	plocha průřezu
$I_y = 3,126E-4$ m ⁴	3,126E-4 m ⁴	moment setrvačnosti
$I_z = 7,198E-6$ m ⁴	7,198E-6 m ⁴	moment setrvačnosti
$i_y = 177,2$ mm	177,2 mm	poloměr setrvačnosti
$i_z = 26,9$ mm	26,9 mm	poloměr setrvačnosti
$W_{el,y} = -1,346E-3$ m ³	-1,346E-3 m ³	elastický průřezový modul
$W_{el,z} = -8,302E-5$ m ³	8,626E-5 m ³	elastický průřezový modul
$W_{pl,y} = 6,524E-3$ m ³	6,524E-3 m ³	plastický průřezový modul
$W_{pl,z} = 8,259E-4$ m ³	8,259E-4 m ³	plastický průřezový modul
$S_y = 8,173E-4$ m ³	0,000E+0 m ³	statický moment

Rozměry nosníku

$h = 460,00$ mm výška nosníku

$t_{f,h} = 9,00$ mm tloušťka horní pásnice

$t_{f,d} = 9,00$ mm tloušťka dolní pásnice

$b_{f,h} = 170,00$ mm šířka horní pásnice

$b_{f,d} = 170,00$ mm šířka dolní pásnice

$h_w = 460,00$ mm výška stojiny účinná na smyk

$t = 10,00$ mm tloušťka stojiny

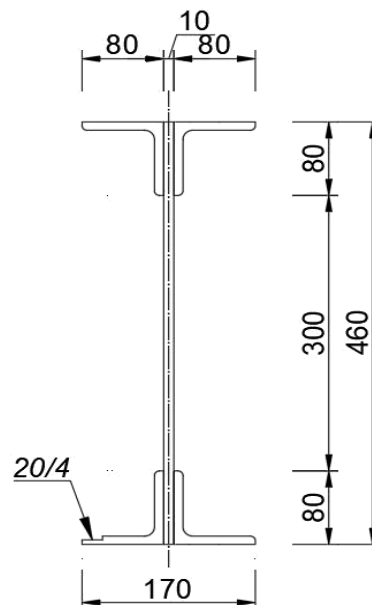
Tř.pr. = 3 třída průřezu

Ostatní součinitelé

$\alpha = 1,00$

$\xi = 0,95$

klasifikační součinitel dle 6.3.2 (3)P ČSN EN 1991-2
redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení dle
Metodického pokynu SŽ, s.o.



STATICKÝ VÝPOČET

TU 1751 Kutná Hora hl.n. (mimo)- Zruč nas Sázavou (mimo)

Evd. km 10,764

Rozhodující skupina zatížení

GR12

Kombinace zatížení dle výrazu

6.10b

zs	zatížení	V_f	ψ_0	ϕ	$Z_{uvaž} / GR_{xx}$	Charakteristické vnitřní síly			
						N [kN]	V _z [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
1.1	Vlastní tíha	1,14	1,00	1,00	1,00	0,32	-0,77	4,08	0,01
1.2	Ostatní stále zat.	1,14	1,00	1,00	1,00	-0,53	-1,28	2,54	-0,51
2.5	Vítr, výjmečná zat.	1,35	1,00	1,00	1,00	0,38	-0,17	0,84	-0,02
3.2	Teplota zima	1,50	0,60	1,00	1,00	11,72	0,05	-0,64	0,03
4.4	BR max My L1	1,10	1,00	1,00	1,00	53,33	-10,25	26,18	-1,79
5.0	odstř.síly	1,10	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6.1	Rozj. ve směru	1,10	1,00	1,00	0,50	23,73	2,70	4,80	0,00
7.1	LM71 max My	1,10	1,00	1,84	1,00	3,81	-31,30	109,85	0,01

zs	Návrhové vnitřní síly				Návrhové napětí					
	N [kN]	V _z [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	$\sigma_{x,Nx}$ [MPa]	$\sigma_{x,My}$ [MPa]	$\sigma_{x,Mz}$ [MPa]	σ_x [MPa]	τ [MPa]	σ_e [MPa]
1.1	0,36	0,88	4,65	0,01	-0,04	-3,45	0,10	-3,39	0,00	3,39
1.2	-0,48	1,46	2,90	0,58	0,05	-2,15	6,74	4,64	0,00	4,64
2.5	0,51	0,23	1,13	-0,03	-0,05	-0,84	-0,31	-1,21	0,00	1,21
3.2	10,55	0,00	0,00	0,00	-1,06	0,00	0,00	-1,06	0,00	1,06
4.4	58,66	11,28	28,80	-1,97	-5,89	-21,39	-22,83	-50,11	0,00	50,11
5.0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6.1	13,05	0,00	2,64	0,00	-1,31	-1,96	0,00	-3,27	0,00	3,27
7.1	7,71	63,35	222,34	0,00	-0,77	-165,12	0,00	-165,90	0,00	165,90

	Souhrn návrhových vnitřních sil a napětí									
	Návrhové vnitřní síly				Návrhové napětí					
	N [kN]	V _z [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	$\sigma_{x,Nx}$ [MPa]	$\sigma_{x,My}$ [MPa]	$\sigma_{x,Mz}$ [MPa]	σ_x [MPa]	τ [MPa]	σ_e [MPa]
rs,Ed	82,66	13,84	40,12	-1,41	-8,30	-29,80	-16,29	-54,39	0,00	54,39
LM71,Ed	7,71	63,35	222,34	0,00	-0,77	-165,12	0,00	-165,90	0,00	165,90
Celkem	90,37	77,19	262,46	-1,41	-9,08	-194,92	-16,29	-220,29	0,00	220,29

KROK 1 - OVĚŘENÍ PODMÍNKY A.2

Předpoklad $Z_{LM71} = 1,00$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed} \quad (A.10)$$

$$V_{Ed} = 77,19 \text{ kN}$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \gamma_{m0}} = 509,03 \text{ kN}$$

Smyková zatížitelnost	
$\tau_{Rd} =$	120,72 MPa
$\tau_{rs} =$	3,62 MPa
$\tau_{LM71} =$	16,56 MPa
$Z_{LM71} =$	7,07 MPa

Vliv boulení není třeba zahrnovat

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} < 0,5 \quad (A.2)$$

$$\eta_3 = 0,15 < 0,5$$

Prvek vyhovuje na smyk.

STATICKÝ VÝPOČET

TU 1751 Kutná Hora hl.n. (mimo)- Zruč nas Sázavou (mimo)

Evd. km 10,764

KROK 2 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI Z ROVNICE A.7

$$\eta_{1,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} f_y / \gamma_{M0}} \quad (A.8)$$

$$\eta_{1,rs} = \frac{-82663,30}{2081709,09} + \frac{40118,80}{-281538,02} + \frac{-1405,60}{18036,89} = 0,260$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} f_y / \gamma_{M0}} \quad (A.9)$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{-7711,44}{2081709,09} + \frac{222336,40}{-281538,02} + \frac{0,00}{18036,89} = 0,793$$

Vstupní zatížitelnost do iteračního postupu

Zatížitelnost Z_{LM71}

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{1,rs}}{\eta_{1,LM71}} \quad (A.7)$$

$Z_{LM71} = 0,93$

KROK 3 - STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI DLE SROVNÁVACÍHO NAPĚTÍ

$$Z_{LM71}^2 (\sigma_{x,LM71}^2 + 3 \tau_{LM71}^2) + Z_{LM71} (2 \sigma_{x,rs} \sigma_{x,LM71} + 6 \tau_{x,rs} \tau_{x,LM71}) + \sigma_{x,rs}^2 + 3 \tau_{rs}^2 \leq \left(\frac{f_y}{\gamma_{m0}} \right)^2$$

Zatížitelnost dle srovnávacího napětí

$Z_{LM71} = 0,93$

Jelikož je zatížitelnost menší než 1,0 může se dle metodického pokynu SŽ redukovat účinky bočních rázu, odstředivých a rozjezdových sil. Redukce se provádí iteračním postupem

	iterace	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Normál. σ_x	$\eta_{1,rs}$	0,26	0,24	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
	$\eta_{1,LM71}$	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
	Z_{LM1}	0,93	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
srov. σ_e	$\sigma_{e,rs}$	54,39	50,79	51,95	51,58	51,70	54,39	51,67	51,67	51,67	51,67
	$\sigma_{e,LM71}$	165,90	165,90	165,90	165,90	165,90	165,90	165,90	165,90	165,90	165,90
	Z_{LM1}	0,93	0,95	0,95	0,95	0,95	0,93	0,95	0,95	0,95	0,95

Hodnoty vnitřních sil pro iteraci č. 9

zs	Návrhové vnitřní síly				Návrhové napětí					
	N	Vz	My	Mz	$\sigma_{x,Nx}$	$\sigma_{x,My}$	$\sigma_{x,Mz}$	σ_x	τ	σ_e
	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
1.1	0,36	0,88	4,65	0,01	-0,04	-3,45	0,10	-3,39	0,00	3,39
1.2	-0,48	1,46	2,90	0,58	0,05	-2,15	6,74	4,64	0,00	4,64
2.5	0,51	0,23	1,13	-0,03	-0,05	-0,84	-0,31	-1,21	0,00	1,21
3.2	10,55	0,00	0,00	0,00	-1,06	0,00	0,00	-1,06	0,00	1,06
4.4	55,67	10,70	27,33	-1,87	-5,59	-20,30	-21,66	-47,55	0,00	47,55
5.0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6.1	12,38	0,00	2,51	0,00	-1,24	-1,86	0,00	-3,10	0,00	3,10
7.1	7,71	63,35	222,34	0,00	-0,77	-165,12	0,00	-165,90	0,00	165,90

	Souhrn návrhových vnitřních sil a napětí									
	Návrhové vnitřní síly				Návrhové napětí					
	N	Vz	My	Mz	$\sigma_{x,Nx}$	$\sigma_{x,My}$	$\sigma_{x,Mz}$	σ_x	τ	σ_e
	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
rs,Ed	79,00	13,27	38,51	-1,31	-7,93	-28,60	-15,13	-51,67	0,00	51,67
LM71,Ed	7,71	63,35	222,34	0,00	-0,77	-165,12	0,00	-165,90	0,00	165,90
Celkem	86,71	76,62	260,85	-1,31	-8,71	-193,73	-15,13	-217,56	0,00	217,56

Shrnutí výsledků - viz rovnice KROK 1 - 3

Zatížitelnost					
Normálové napětí		Smykové napětí		Srovnávací napětí	
$Z_{LM71} =$	0,95	$Z_{LM71} =$	7,07	$Z_{LM71} =$	0,95
$\eta_1 =$	1,04	$\eta_3 =$	0,17	$\eta =$	1,04
K_i		K_i		K_i	
$\sigma_{x,Nx} =$	0,04	$\sigma_{x,Nx} =$	0,00	$\sigma_{x,Nx} =$	0,04
$\sigma_{x,My} =$	0,89	$\sigma_{x,My} =$	0,00	$\sigma_{x,My} =$	0,89
$\sigma_{x,Mz} =$	0,07	$\sigma_{x,Mz} =$	0,00	$\sigma_{x,Mz} =$	0,07
$\tau =$	0,00	$\tau =$	1,00	$\tau =$	0,00

Výsledná zatížitelnost

$Z_{LM71} =$ **0,95**

STATICKÝ VÝPOČET

TU 1751 Kutná Hora hl.n. (mimo)- Zruč nas Sázavou (mimo)

Evd. km 10,764

8 Shrnutí výsledků

8.1 Shrnutí výsledků pro TTZ C3/60

Prvek	Redukce součinitel γ	Součinitelé zatížení			Součinitelé materiálu			Z_{LM71}	$\psi \cdot \lambda_{m71}$	Přechodný
		Y_G	$Y_{Q,LM71}$	Y_Q	Y_{M0}	Y_{M1}	Y_{M2}			
Hlavní nosník v místě max V	Ne	1,20	1,30	1,35	1,10	1,20	1,30	1,95	0,58	Ano
	Ano	Není třeba použít přílohu F metodického pokynu.						-	-	-
Hlavní nosník v místě max M_y	Ne	1,20	1,30	1,35	1,10	1,20	1,30	0,69	0,62	Ano
	Ano	Není třeba použít přílohu F metodického pokynu.						-	-	-
Hlavní nosník v místě max M	Ne	1,20	1,30	1,35	1,10	1,20	1,30	0,67	0,56	Ano
	Ano	Není třeba použít přílohu F metodického pokynu.						-	-	-
Hl. n. v 1/4 max V_z	Ne	1,20	1,30	1,35	1,10	1,20	1,30	0,97	0,48	Ano
	Ano	Není třeba použít přílohu F metodického pokynu.						-	-	-
Hl. n. v 1/4 max M_y	Ne	1,20	1,30	1,35	1,10	1,20	1,30	0,88	0,50	Ano
	Ano	Není třeba použít přílohu F metodického pokynu.						-	-	-
Stolička	Ne	1,20	1,30	1,35	1,10	1,20	1,30	0,81	0,57	Ano
	Ano	Není třeba použít přílohu F metodického pokynu.						-	-	-
Unosnost krčních nýtů	Ne	1,20	1,30	1,35	1,10	1,20	1,30	0,90	0,57	Ano
	Ano	Není třeba použít přílohu F metodického pokynu.						-	-	-
Výjmečná zat. - hl.n. max. M_z	Ne	1,20	1,30	1,35	1,10	1,20	1,30	0,95	0,67	Ano
	Ano	Není třeba použít přílohu F metodického pokynu.						-	-	-

8.2 Shrnutí výsledků pro prvky ztužení

Posudek ztužení									
Typ ztužení / prvek - typ namáhání	Redukce součinitel γ	Součinitelé zatížení			Součinitelé materiálu			Posudek	Přechodný
		Y_G	$Y_{Q,LM71}$	Y_Q	Y_{M0}	Y_{M1}	Y_{M2}		
Příčné zt. horní - tah	Ne	1,20	1,30	1,35	1,10	1,20	1,30	0,03	Ano
	Ano	Není třeba použít přílohu F metodického pokynu.						-	-
Příčné zt. horní - prostorový vzpěr - osa y	Ne	1,20	1,30	1,35	1,10	1,20	1,30	0,26	Ano
	Ano	Není třeba použít přílohu F metodického pokynu.						-	-
Příčné zt. Horní - prostorový vzpěr - osa z	Ne	1,20	1,30	1,35	1,10	1,20	1,30	0,50	Ano
	Ano	Není třeba použít přílohu F metodického pokynu.						-	-
Příčné zt. diagonály - tah	Ne	1,20	1,30	1,35	1,10	1,20	1,30	0,06	Ano
	Ano	Není třeba použít přílohu F metodického pokynu.						-	-
Příčné zt. diagonály - prostorový vzpěr - osa y	Ne	1,20	1,30	1,35	1,10	1,20	1,30	0,06	Ano
	Ano	Není třeba použít přílohu F metodického pokynu.						-	-
Příčné zt. diagonály - prostorový vzpěr - osa z	Ne	1,20	1,30	1,35	1,10	1,20	1,30	0,07	Ano
	Ano	Není třeba použít přílohu F metodického pokynu.						-	-
Příčné zt. dolní krajní - tah	Ne	1,20	1,30	1,35	1,10	1,20	1,30	0,15	Ano
	Ano	Není třeba použít přílohu F metodického pokynu.						-	-
Příčné zt. dolní krajní - prostorový vzpěr - osa y	Ne	1,20	1,30	1,35	1,10	1,20	1,30	0,42	Ano
	Ano	Není třeba použít přílohu F metodického pokynu.						-	-
Příčné zt. dolní krajní - prostorový vzpěr - osa z	Ne	1,20	1,30	1,35	1,10	1,20	1,30	0,76	Ano
	Ano	Není třeba použít přílohu F metodického pokynu.						-	-
Příčné zt. dolní mezilehlé - tah	Ne	1,20	1,30	1,35	1,10	1,20	1,30	0,07	Ano
	Ano	Není třeba použít přílohu F metodického pokynu.						-	-
Příčné zt. dolní mezilehlé - prostorový vzpěr - osa y	Ne	1,20	1,30	1,35	1,10	1,20	1,30	0,06	Ano
	Ano	Není třeba použít přílohu F metodického pokynu.						-	-
Příčné zt. dolní mezilehlé - prostorový vzpěr - osa z	Ne	1,20	1,30	1,35	1,10	1,20	1,30	0,10	Ano
	Ano	Není třeba použít přílohu F metodického pokynu.						-	-

STATICKÝ VÝPOČET

TU 1751 Kutná Hora hl.n. (mimo)- Zruč nas Sázavou (mimo)

Evd. km 10,764

Podélné ztužení - tah	Ne	1,20	1,30	1,35	1,10	1,20	1,30	0,42	Ano
	Ano	byla provedena redukce dle MP článek 4.7.7						0,42	Ano
Podélné ztužení - prostorový vzpěr - osa y	Ne	1,20	1,30	1,35	1,10	1,20	1,30	0,52	Ano
	Ano	byla provedena redukce dle MP článek 4.7.7						0,39	Ano
Podélné ztužení - prostorový vzpěr - osa z	Ne	1,20	1,30	1,35	1,10	1,20	1,30	1,08	Ne
	Ano	byla provedena redukce dle MP článek 4.7.7						0,84	Ano



9 Závěr

Přepočtem byla zjištěna maximální zatížitelnost $Z_{max} = 0,67$. Omezujícím prvkem je hlavní nosník v místě maximálního ohybového momentu M_z .

Dalším omezujícím prvkem jsou úhelníky ztužení. Bylo nutné použít redukci dle MP čl. 4.7.7 - redukce ostatních účinků (boční rázy, odstředivé síly, rozjezdové síly).

Nosná konstrukce je přechodná pro provozní zatížení odpovídající traťové třídě C3 s přidruženou rychlostí 50 km/h dle EN 15528 a splňuje tak požadavek zadavatele.

V Pardubicích 11/2020

 **Správa železnic**
státní organizace
Centrum telematiky a diagnostiky
Malletova 2363/10, 190 00 Praha 9
IČO: 70994234-DIČ: CZ70994234
[G5] 
Ing. Luboš Dejmek
Vedoucí EČMO

kontrolující statik:
V Praze 12/2020

.....
doc. Ing. Pavel Ryjáček, Ph.D.
autorizovaný inženýr v oboru mosty a inženýrské konstrukce

PŘÍLOHA č.1 - Přehled zatížitelnosti části mostu

A. Identifikace mostu

TÚ (číslo, název): 1751 Kutná Hora hl.n. (mimo) - Zruč nad Sázavou km: 10,764
(mimo)

DÚ (číslo, název): 08 Malešov - Červené Janovice

B. Identifikace části mostu

Část mostu: nosná konstrukce / opěra / pilíř, K01 poř. číslo 1 pod kolejí č. 1
(ve směru staničení)

C. Doplňující údaje části mostu

Kategorie zatížitelnosti: C

Výpočtový model: 3D model - Scia Engineer 18.1

Geometrie koleje, uvažovaná v přepočtu části mostu (ve směru staničení):

Kolej v přímé.

	na začátku	uprostřed	na konci
poloměr oblouku	- [m]	- [m]	- [m]
převýšení koleje	0 [mm]	0 [mm]	0 [mm]
excentricita osy koleje	7 [mm]	7 [mm]	7 [mm]

Směrná úroveň spolehlivosti $\beta = -$ zbytková životnost: -

Popis použitých úlev:

V přepočtu nebylo nutné použít úlev dle MP článků 4.7.7

Popis závad uvažovaných v přepočtu části mostu:

V přepočtu je uvažováno s reálným oslabením jednotlivých prvků - oslabení je popsáno v kap. 1.4.4 a je znázorněno u posudku jednotlivých prvků.

Datum zjištění technického stavu mostu: SŽ, s.o., s.o.: 24 / 9 / 2020

zpracovatelem přepočtu: 24 / 9 / 2020

Poznámka k části mostu:

Zatížitelnost ztužení nebyla stanovena z důvodu malého namáhání od samotného vlaku LM71. Dominantním zatížením těchto úhelníků je boční ráz. Z tohoto důvodu bylo přistoupeno k posouzení prvků ztužení (viz kap. 5.8)

Poř. Číslo	Prvek	Detail	Namáhání	k_i	typ	L_p	ϕ_i	L_ϕ	$\gamma_{F,LM71}$	$\gamma_{F,LM71,E}$	Viz str.	Z_{LM71}	$Z_{LM71,E}$	Poznámky
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Hlavní nosník v místě max. My	Dolní vlákna	Stov. napětí	$\sigma_{x,Nx}$	0,03	4,59	1,84	4,59	1,30	-	28	0,69	-	
				$\sigma_{x,My}$	0,88									
				$\sigma_{x,Mz}$	0,09									
				τ	0,00									

STATICKÝ VÝPOČET

TU 1751 Kutná Hora hl.n. (mimo)- Zruč nas Sázavou (mimo)

Evd. km **10,764**

Poř. Číslo	Prvek	Detail	Namáhání	ki	typ	Lp	φ i	Lφ	γ _{F,LM71}	γ _{F,LM71,E}	Viz str.	Z _{LM71}	Z _{LM71,E}	Poznámky	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Hlavní nosník v místě max. Mz	Dolní vlákna	Srov. napětí	σ _{x,Nx}	0,03	M	4,59	1,84	4,59	1,30	1,1	32	0,67	0,95	pro vyjímec. zat. je uvažovaná v _{b,0} = 5 m/s
				σ _{x,My}	0,76	M									
				σ _{x,Mz}	0,21	M									
				τ	0,00	M									
2	Hlavní nosník v místě maximální posouvající síly	Těžiště	Smyk		1,00	V	4,59	1,84	4,59	1,30	-	35	1,95	-	
3	Hlavní nosník - v 1/4 v místě max Vz	Dolní vlákna	Srov. napětí	σ _{x,Nx}	0,04	M	4,59	1,84	4,59	1,30	-	38	0,97	-	
				σ _{x,My}	0,86	M									
				σ _{x,Mz}	0,11	M									
				τ	0,00	M									
4	Hlavní nosník - v 1/4 v místě max My	Dolní vlákna	Srov. napětí	σ _{x,Nx}	0,03	M	4,59	1,84	4,59	1,30	-	41	0,88	-	
				σ _{x,My}	1,22	M									
				σ _{x,Mz}	0,10	M									
				τ	0,00	M									
5	Stolička	Dolní vlákna	Srov. napětí	σ _{x,Nx}	0,01	M	4,59	1,84	4,59	1,30	-	44	0,81	-	
				σ _{x,My}	0,77	M									
				σ _{x,Mz}	0,21	M									
				τ	0,00	M									
6	Hlavní nosník - krční nýty	Krční nýty	Lokální napětí		0,11	S	1,83	2,00	1,83	1,30	-	49	0,90	-	
			Smyk		0,89	V	5,49	1,84	5,49						
7	Lokální stabilita stojiny	horní pásnice	zatížení	σ _x	0,79	S	1,83	2,00	1,83	1,30	-	48	1,01	-	
				τ	0,21	V	5,49	1,84	5,49						
8	Hlavní nosník - průhyb	Těžiště průřezu	Ohyb		1,00	M	4,59	1,84	4,59	1,0	-	65	1,09	-	Ve středu rozpětí
9	Hlavní nosník - pootočení	Těžiště průřezu	Ohyb		1,00	M	4,59	1,84	4,59	1,0	-	66	1,41	-	V místě uložení
10	Hlavní nosník - průhyb - pohodlí cestujících	Těžiště průřezu	Ohyb		1,00	M	4,59	1,84	4,59	1,0	-	65	0,95	-	

 **Správa železnic**
 státní organizace
 Centrum telematiky a diagnostiky
 Malletova 2363/10, 190 00 Praha 9
 IČO: 70994234 DIČ: CZ70994234
 [65]

Dne: 10 / 11 / 2020 zatížitelnost určil:

Ing. Luboš Dejmek
 Vedoucí EČMO