

			ČÍSLO SOUPRAVY:
		PO PŘIPOMÍNKOVÉM ŘÍZENÍ	
REVIZE Č.	DATUM	ZMĚNA	


MORAVIA CONSULT Olomouc a.s.
 LEGIONÁŘSKÁ 1085/8 , 779 00 Olomouc

tel.: +420 585 570 444
 IDS: kjee9md
 e-mail: moravia@moravia.cz
 http://www.moravia.cz



Olšanská 1a
 130 80 Praha 3
 Česká republika
 tel.: +420 267 094 111
 IDDS: nd9sqfy
 e-mail : praha@sudop.cz



Olšanská 1a
 130 00 Praha 3
 Česká republika
 tel.: +420 477 012 250
 IDDS: gj4w9x7
 e-mail : info@sudopeu.cz

OBJEDNATEL		Správa železnic, státní organizace Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1 - Nové Město	
HLAVNÍ INŽENÝR PROJEKTU	ING. JAN LEHNERT <i>Lehnert</i>	VEDOUcí TÝMU: ING. PETR JEMELKA	
ODPOVĚDNÝ PROJEKTANT	NAVRHL, VYPRACOVAL	KONTROLOVAL	
ING. JIŘÍ DOLEŽEL, Ph.D. <i>Doležal</i>	ING. LUCIE MLČOCHOVÁ <i>MLčochová</i>	ING. MAREK FIALA <i>Fiala</i>	
KRAJ: ÚSTECKÝ	POVĚŘENÝ OÚ: KÚ Ústeckého kraje	OBEC: CHABAŘOVICE	
Rekonstrukce ŽST Chabařovice		ZAK. ČÍSLO MCO	20 - 072 - 233 - UR
		ÚČEL	DÚR
		DATUM	PROSINEC 2021
		FORMÁT	A4
		MĚŘÍTKO	-
SO 12-20-01 TÚ Ústí nad Labem západ - Chabařovice, most v ev. km 10,037		ČÁST	POŘ.Č.
STATICKÝ VÝPOČET		D.2.1.4	3

SO 12-20-01 TÚ Ústí nad Labem západ - Chabařovice, most v ev. km 10,037

Technická zpráva ke statickému výpočtu nosné konstrukce

1.1.	Identifikační údaje	2
1.2.	Stávající stav objektu	3
1.3.	Nový stav objektu.....	3
1.4.	Základní údaje o mostním objektu.....	3
1.5.	Návrhové zatížení	4
1.6.	Nosná konstrukce	4
1.7.	Statický model konstrukce	4
1.8.	Použité výpočetní programy.....	5
1.9.	Dotčené normy a předpisy, použitá literatura	5
1.10.	Schéma konstrukce	6
	Statický výpočet nosné konstrukce	9
	Statický přepočet spodní stavby	77

V Olomouci, 12/2021

Ing. Lucie Mlčochová
MORAVIA CONSULT Olomouc a.s.
Legionářská 1085/8
779 00 Olomouc
tel: +420 731 646 610
e-mail: mlcochova@moravia.cz

1.1. Identifikační údaje

Stavba	Rekonstrukce traťového úseku Ústí nad Labem západ (mimo)-Chabařovice (včetně)
Objekt	SO 12-20-01 TÚ Ústí nad Labem západ - Chabařovice, most v ev. km 10,037
Stupeň dokumentace	Záměr projektu (ZP) a Dokumentace pro rozhodnutí o umístění stavby (DUR)
Objednatel (investor) - zastoupený	Správa železnic, s.o. Dlážděná 1003/7, Praha 1, 110 00 Správa železnic, s.o. Stavební správa západ Sokolovská 278/1955, Praha 9, 190 00
Vlastník objektu	Správa železnic, s.o.
Správce objektu	Správa železnic, s.o., OŘ Ústí n. L., Správa mostů a tunelů
Odpovědný projektant stavby	Ing. Jan Lehnert, MORAVIA CONSULT Olomouc a.s.
Odpovědný projektant objektu	Ing. Jiří Doležel, Ph.D., MORAVIA CONSULT Olomouc a.s., stř. 235
Kraj	Ústecký kraj
Katastrální území	Chabařovice [650498]
Obec	Chabařovice [568007]
Okres	Ústí n. L.
Traťový úsek, definiční úsek	0591 Ústí nad Labem hl. n.(m.)(vč.Ú-záp.) - Most (mimo) 04 Ústí nad Labem západ-Hrbovice - Chabařovice
Staničení mostního objektu	ev. km 10,037
Situování objektu v terénu	Širá trať
Účel objektu	most přes soustavu rybníků, vodní tok Ždírnický potok (ID 10100528)
Počet kolejí na mostě	2
Ostatní	vžitý název: Estakáda Chabařovice

1.2. Stávající stav objektu

Stávající most převádí 2 traťové koleje přes Velký a malý Luční rybník, Ždírnický potok a hráz mezi rybníky. Jedná se o estakádu složenou z 26 prostě podepřených polí (2 x přechodové pole rozpětí 6,5 m + 24 x mezilehlých polí rozpětí 23,0 m). Pod každou kolejí je samostatná nosná konstrukce. Nosnou konstrukci mostu tvoří železobetonové prefabrikované dodatečně předpjaté komorové nosníky typu KT24 (krajní přechodová pole z nepředepnutých prefabrikovaných nosníků MZD13). Celková délka mostu je 599,90 m, šířka mostu 10,0 m, délka přemostění 594,4 m. Spodní stavbu tvoří monolitické železobetonové opěry a pilíře. Založení spodní stavby je hlubinné na stěnových elementech - u opěr mají délku 14,0 m, u mezilehlých pilířů 21,0 m. Stávající VMP 2,5, třída traťového zatížení D4/80.

Hodnocení stavebního stavu objektu: K3/S2.

1.3. Nový stav objektu

Nosná konstrukce pravého a levého mostu bude nahrazena za novou z plnostěnných ocelových nosníků s parabolicky tvarovanou dolní pásnicí a spřahující horní monolitickou deskou ze železobetonu dle MVL110 typ S1. Statický systém mezilehlých prostých polí (24 x 23,0 m) bude zachován. Koncová přechodová pole budou zrušena bez náhrady. Spodní stavba bude ponechána a bude provedena celoplošná přibetonávka. Úložné prahy budou částečně odbourány a doplněny o novou nadbetonávku. Krajní opěry budou doplněny o nová zavěšená rovnoběžná křídla. Je navržena výměna ložisek za kalotová.

Třída trati 1; most v oblouku R=800 m; návrhová rychlost 150 km/h.

1.4. Základní údaje o mostním objektu

Druh nosné konstrukce:	Dva ocelové plnostěnné nosníky spřažené s monolitickou železobetonovou deskou, opěry a pilíře masivní monolitické ze železobetonu, založení hlubinné.
Statické působení:	Prosté pole
Úhel křížení:	90°
Šikmost mostu:	90°
Šikmost nosné konstrukce:	Kolmé uložení
Počet otvorů:	24
Délka přemostění:	578,50 m
Délka mostu:	589,30 m
Rozpětí nosné konstrukce:	24 x 23,0 m
Stavební výška:	~2,80 m
Volná výška pod mostem:	min. 4,80 m
Šířka mostu:	11,20 m (2 x 5,55m + 0,10m mezera)

Minimální tl. kolejového lože:	330 mm (od spodní úrovně pražce k povrchu izolace)
Volný mostní průřez:	VMP 3,0
Počet kolejí na mostě:	2
Návrhové zatížení:	LM71 s klasifikačním součinitelem $\alpha = 1,21$
Číslo kolejí:	1, 2
Rychlost na mostě	150 km/h
Svršek:	Bezстыková kolej, 60E2, betonové pražce B91S/1
Poloměr oblouku:	$R_1 = 799$ m, $R_2 = 803,1$ m
Sklonové poměry:	Stoupá 7,2 ‰

1.5. Návrhové zatížení

Traťový úsek 0591 patří do kategorie tratí 1. třídy podle národní přílohy NA k ČSN EN 1991-2/Z4 určené přílohou „Kategorie železničních tratí z hlediska mostů (CR)“ – 01/2017. Na základě toho bude pro nové konstrukce uvažován model zatížení LM71 s klasifikačním součinitelem $\alpha = 1,21$ dle ČSN EN 1991-2. Nově navržené části mostního objektu vyhovují pro přechodnost pro všechny požadované traťové třídy (D4/120 a D2/160). Ponechané části mostního objektu, základové spáry popř. hlubinného založení vyhovují pro přechodnost pro všechny požadované traťové zatěžovací třídy.

1.6. Nosná konstrukce

Nosná konstrukce mostu se skládá z dvojice ocelových nosníků pod každou kolejí a horní železobetonové desky. Nosníky jsou I-průřezu a výšky 1,60 m. Jsou uloženy jako 2 prosté konstrukce na společných opěrách. ŽB deska mostovky tl. min. 250 mm je spřažena vždy s dvojicí ocelových nosníků, v podélném směru je mezi konstrukcemi navržena podélná spára. V příčném řezu jsou desky spádovány do středu nosníku, kde jsou umístěny odvodňovače. Na vnějších stranách obou desek bude vybetonována ŽB monolitická římsa výšky 1070 mm a osazeno zábradlí.

Nosná (ocelová část) konstrukce bude svařená z oceli S 355 ve stavu normalizačně válcovaném.

Nosná (betonová část) konstrukce bude zhotovená z betonu tř. C 35/45.

1.7. Statický model konstrukce

Nosná konstrukce – prostá ocelobetonová konstrukce o 1 poli

Statický model tvoří jednotlivé nosníky s odpovídající šířkou desky - prutové prvky.

2D model : Hlavní nosník - prostě uložený nosník o rozpětí 23,0 m

Svislé zatížení konstrukce tvoří vlastní tíha, tíha štěrkového lože vč. koleje, tíha zábradlí a případných zábran (PHS).

Zatížení dopravou dle ČSN EN 1991-2, a to zatížení schématem α^* LM71 ($\alpha = 1,21$) vč. odstředivých sil. Únavové zatížení LM71.

Podélné vodorovné účinky – kombinovaná odezva konstrukce a koleje stanovená podle přílohy G (ČSN EN 1991-2).

Zatížení větrem dle ČSN EN 1991-1-4, zatížení teplotou dle ČSN EN 1991-1-5.

1.8. Použité výpočetní programy

Jednotlivé průřezy spřažených nosných konstrukcí byly posouzeny výpočetními tabulkami zpracovanými programem MS EXCEL 2003, ověřeno programem Scia Engineer 19.1.

Spodní stavba přepočtena pomocí geotechnického programu GEO 5.19.

1.9. Dotčené normy a předpisy, použitá literatura

Předpisy a normy Správy železnic a ČD:

- Technické kvalitativní podmínky staveb státních drah, 3. aktualizované vydání,
- SŽDC Směrnice GR č. 11/2006, Dokumentace pro přípravu staveb na železničních tratích celostátních a regionálních,
- SŽDC Směrnice GR č. 16/2005 Zásady modernizace a optimalizace vybrané železniční sítě České republiky,
- SŽDC TNŽ 73 6280 Navrhování a provádění vodotěsných izolací železničních mostních objektů,
- SŽ Bp1 Pokyny provozovatele dráhy k zajištění bezpečnosti a k ochraně zdraví osob při činnostech a pohybu v jeho prostorách a v prostorách železniční dráhy provozované Správou železnic, státní organizací,
- SŽ Bp3 Bezpečnost a ochrana zdraví při práci na stavbách a při stavebních činnostech v prostorách Správy železnic, státní organizace,
- SŽDC S3 Železniční svršek,
- SŽDC S4 Železniční spodek,
- SŽDC S5 Správa mostních objektů,
- SŽ S5/1 Diagnostika, zatížitelnost a přechodnost železničních mostních objektů,
- SŽ S5/4 Protikorozi ochrana ocelových konstrukcí,
- SŽDC S 66 Základní předpis pro prostorovou průchodnost a přechodnost vozů na tratích celostátních drah v České republice,
- SŽDC (ČD) SR 5/7(S) Služební rukověť. Ochrana železničních mostních objektů proti účinkům bludných proudů.

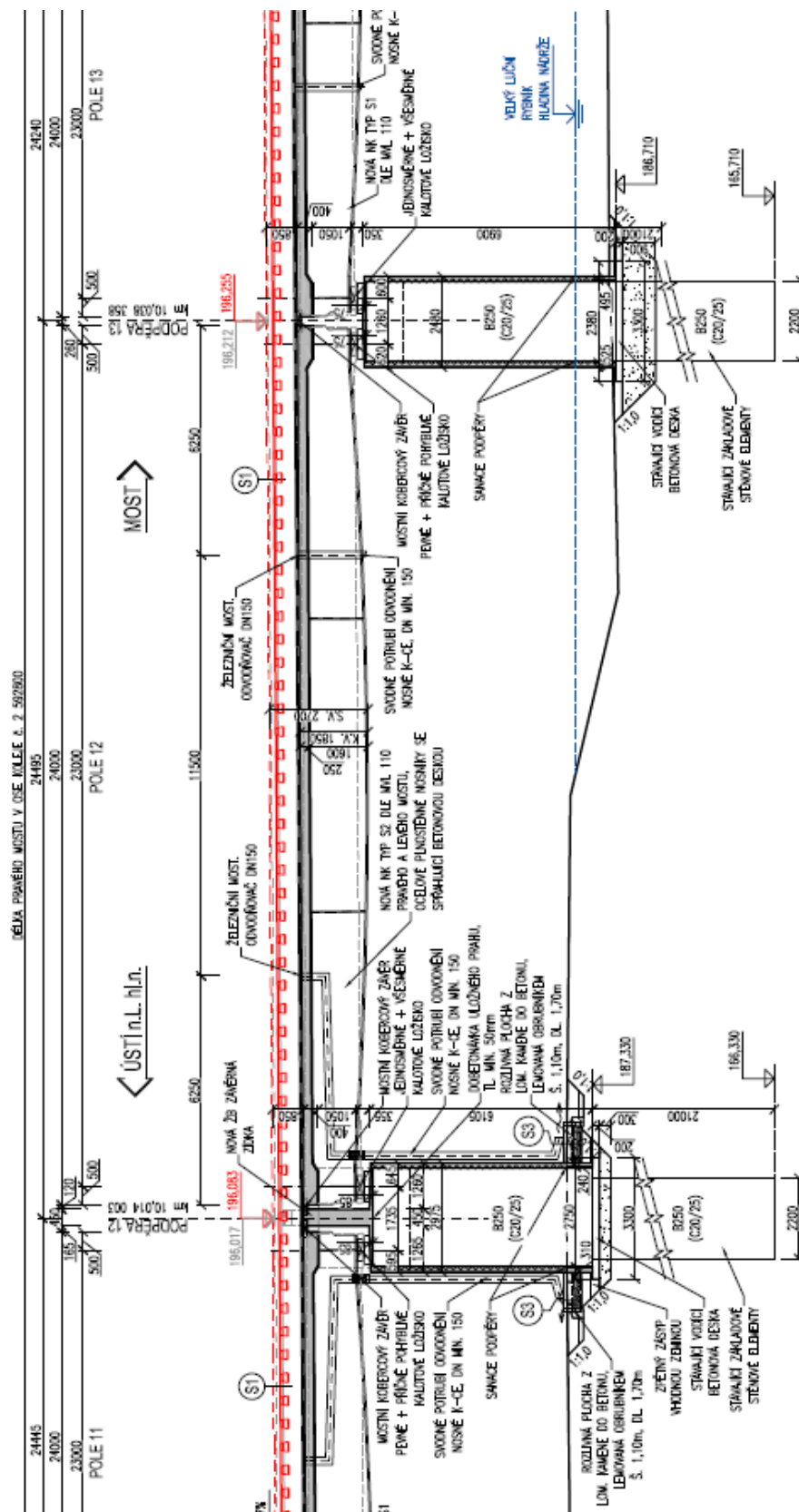
Evropské návrhové (Eurocode):

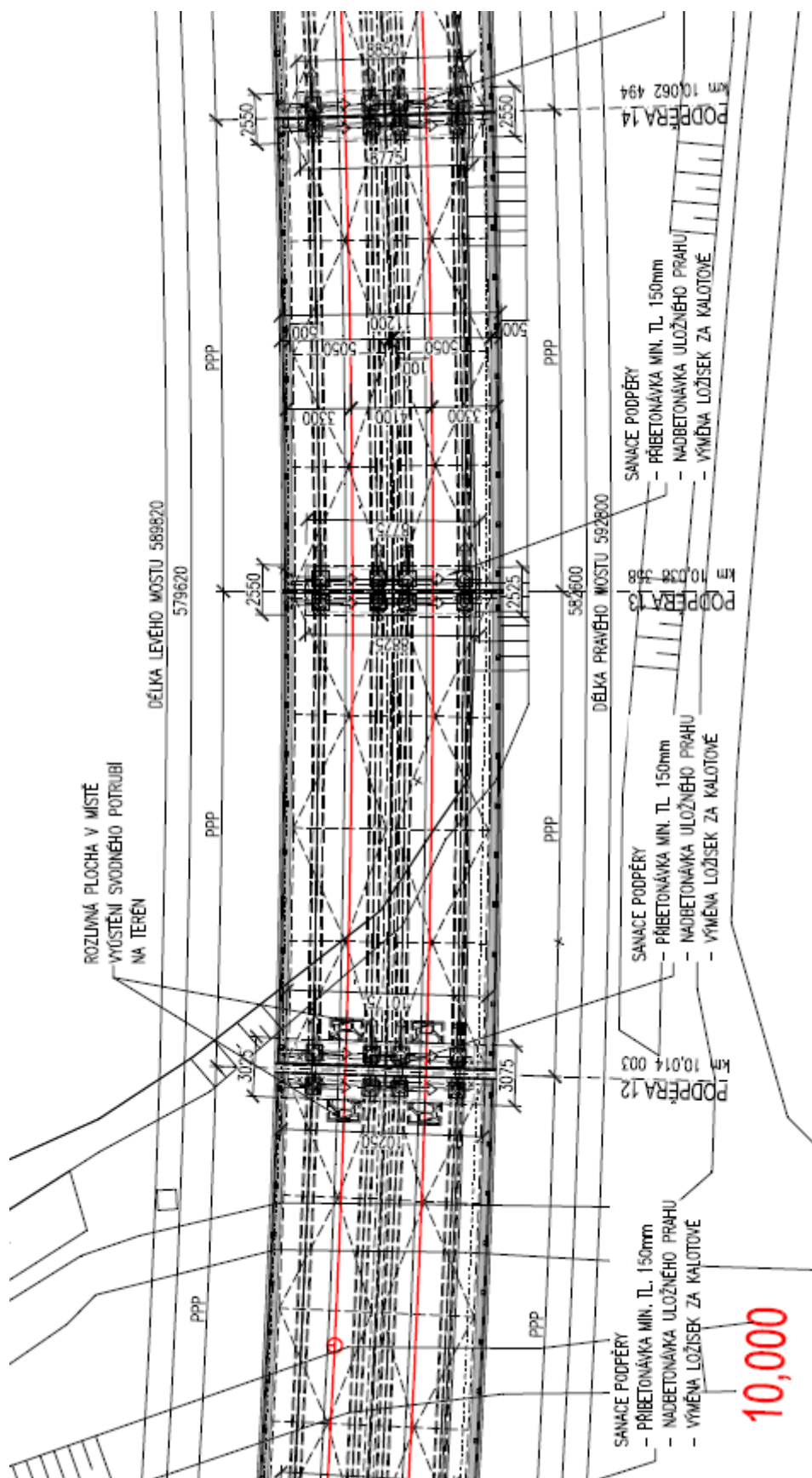
- ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí,
- ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí,
- ČSN EN 1992 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí,
- ČSN EN 1993 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí,
- ČSN EN 1994 Eurokód 4: Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí,
- ČSN EN 1997 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí,

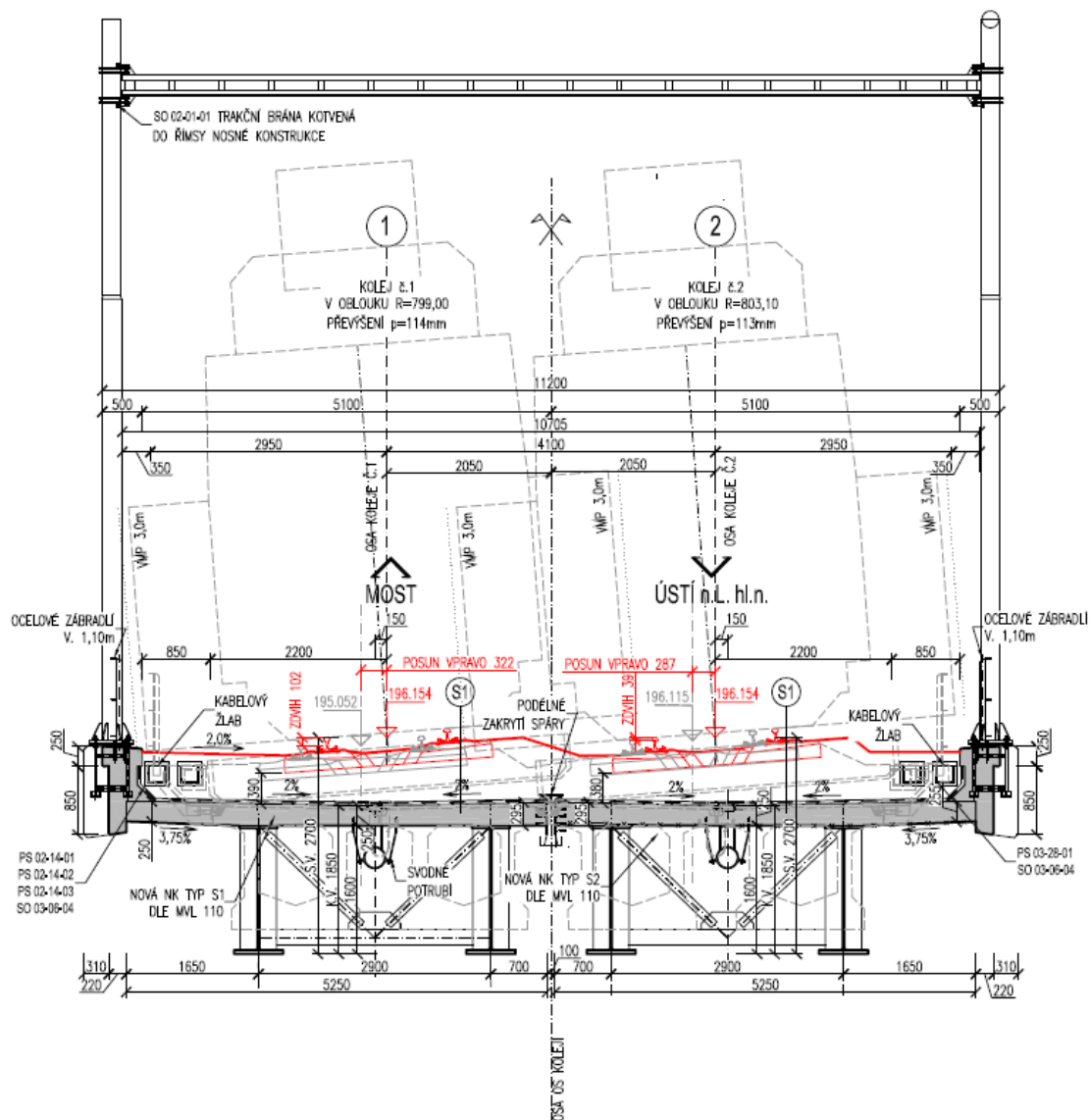
Normy ostatní:

- ČSN 73 0037 Zemní tlak na stavební konstrukce,
- ČSN 73 6201 Projektování mostních objektů,
- ČSN EN 206+A2 Beton: Specifikace vlastností, výroba a shoda.
- ČSN EN 1536+A1 Provádění speciálních geotechnických prací - Vrtané piloty,
- ČSN EN 13670 Provádění betonových konstrukcí.

1.10. Schéma konstrukce







Statický výpočet

Seznam příloh

SPŘAŽENÁ NOSNÁ KONSTRUKCE - PROSTÝ NOSNÍK

1. Základní údaje.....	10
2. Materiálové charakteristiky.....	11
3. Geometrie.....	12
4. Zatížení.....	13
4.1. Zatížení stálé.....	14
4.2. Zatížení proměnné.....	16
4.3. Zatížení mimořádné.....	24
5. Vnitřní síly.....	26
6. Kombinace zatížení.....	28
7. Kombinace vnitřních sil.....	32
8. Posouzení průřezu MSU.....	36
8.1. Nosník N1.....	36
8.2. Nosník N2.....	41
9. Pracovní součinitele.....	46
10. MSP - Průřezové charakteristiky.....	49
10.1. Nosník N1.....	49
10.2. Nosník N2.....	53
11. MSP - Posouzení průřezu.....	57
11.1. Nosník N1.....	57
11.2. Nosník N2.....	63
12. MSP - Průhyb nosníku.....	68
13. MSP - ověření náchylnosti k rezonancím.....	70
14. Posouzení únavy.....	72
15. Zatížení na ložiska.....	73

Přehled zatížitelnosti.....	76
-----------------------------	----

PŘEPOČET SPODNÍ STAVBY

16. Zatížení na pilíř - piloty.....	77
17. Skupina pilot - mezní únosnost celého základu - bloku.....	78
18. Únosnost osamělého elementu - piloty.....	83

Přehled zatížitelnosti.....	90
-----------------------------	----

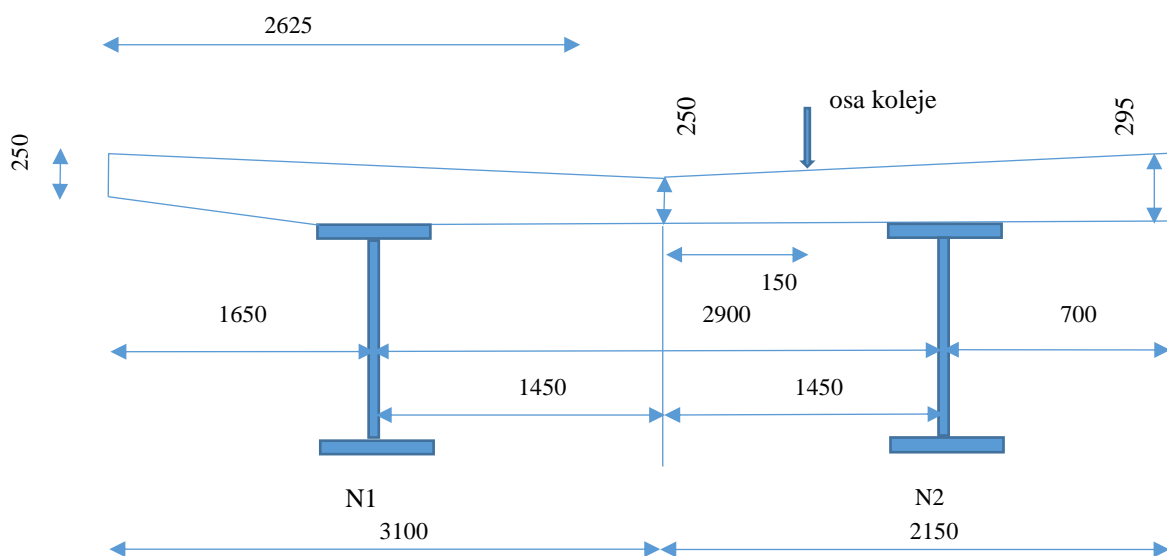
1. Základní údaje

BETON

Rozpětí	23,00 m
Šířka desky:	bs= 5,25 m
Počet nosníků	n= 2,00
Krajní nosník od kraje 1	1,65 m
Krajní nosník od kraje 2	0,70 m
Vzdálenost mezi nosníky	2,900 m
Tloušťka desky kraj 1	0,250 m
Tloušťka desky kraj 2	0,295 m
Tloušťka desky min	0,250 m
Třída betonu	C35/45
Spád desky	2,00 ‰

NOSNÍKY

Výška nosníku:	hv= 1,600 m
Šířka pásnice horní	b _{fh} = 0,470 m
tloušťka pásnice horní	b _{fs} = 0,030 m
Šířka pásnice spodní	b _{fs} = 0,610 m
Tloušťka pásnice spodní	t _{fs} = 0,050 m
Výška stěny	b _{fs} = 1,520 m
Tloušťka stěny	t _{fs} = 0,020 m
Plocha nosníku	0,0750 m ²
Těžiště	0,6365 m
Moment setrvačnosti I _y =	30865,6 10 ⁶ mm ⁴
Průřezový modul W _y =	32033,7 10 ⁶ mm ⁴



Prům. tl. desky 266,0

272,5

Prům. tl. desky celkem

268,7

Zvýšení zatížení na nosník od excentricity desky pro rovnoměrné zatížení

Celková délka desky	5,25	
konzola 1	1,65	
konzola 2	0,70	e1 = 1,45 m
vzdálenost kr.nosníků	2,90	e2 = 1,45 m
excentricita ec =	0,475	Σei ² = 4,205

zatížení nosníku N1 = $1/n + ec \cdot e1 / \Sigma ei^2$	= 0,6638	lz1 = 3,485 m
zatížení nosníku N2 = $1/n - ec \cdot e2 / \Sigma ei^2$	= 0,3362	lz2 = 1,765 m
		Σlzi = 5,250 m

Zvýšení zatížení na nosník od excentricity osy koleje vůči ose nosníků - plošné omezené

excentricita ec =	-0,15
zatížení nosníku N1 = $1/n + ec \cdot e1 / \Sigma ei^2$	= 0,4483
zatížení nosníku N2 = $1/n - ec \cdot e2 / \Sigma ei^2$	= 0,5517

2. Materiálové charakteristiky

2.1. Beton

Vlastnost	Řez					
	1-1			4-4		7-7
Třída betonu:	C35/45			C35/45		C35/45
Pevnost v tlaku: f_{ck} [MPa]	35,00			35,00		35,00
Pevnost v tahu: f_{ctm} [MPa]	3,20			3,20		3,20
Pevnost v tahu: $f_{ct0,05}$ [MPa]	2,20			2,20		2,20
Prům. pevnost v tlaku: f_{cm} [MPa]	43,00			43,00		43,00
Modul pružnosti: E_{cm} [GPa]	34,00			34,00		34,00

Dílčí součinitel betonu: $\gamma_C = 1,5$ (EN 1992-1-1, 2.4.2.4, trvalé a dočasné situace)

Vliv dlouhodob. účinků: $\alpha_{cc} = 1$ (EN 1992, 3.1.6)

Vliv dlouhodob. účinků: $\alpha_{ct} = 1$ (EN 1992, 3.1.6)

Návrhová pevnost (EN 1992-1-1, 3.1.6):

Řez 7-7

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_C = 1 \cdot 35,00 / 1,5 = \mathbf{23,33 \text{ MPa}} \quad (\text{trvalé a dočasné situace})$$

$$f_{ct} = \alpha_{ct} \cdot f_{ck} / \gamma_C = 1 \cdot 2,20 / 1,5 = \mathbf{1,47 \text{ MPa}} \quad (\text{trvalé a dočasné situace})$$

Pracovní součinitele :

$$n_{kr} = E_s / E_{cm} = 6,18 \quad \text{pro krátkodobá zatížení}$$

2.2. Výztuž

Třída oceli: B500B

Mez kluzu: $f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

Dílčí součinitel oceli: $\gamma_S = 1,15$ (EN 1992-1-1, 2.4.2.4, trvalé a dočasné situace)

Modul pružnosti oceli: $E_s = 200 \text{ GPa}$

Návrhová pevnost (EN 1992-1-1, 3.1.6):

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S = 500,00 / 1,15 = \mathbf{434,78 \text{ MPa}} \quad (\text{trvalé a dočasné situace})$$

2.3. Nosníky

Třída oceli: S355

Mez kluzu: $f_{yk} = 335,00 \text{ MPa}$ (tloušťka nad 40 mm)

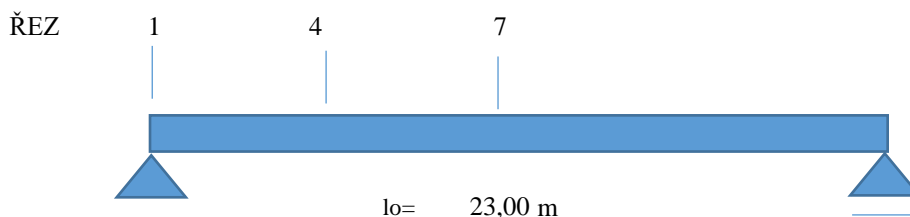
Dílčí součinitel oceli: $\gamma_{M0} = 1,00$

Modul pružnosti oceli: $E_s = 210 \text{ GPa}$

Návrhová pevnost (EN 1992-1-1, 3.1.6):

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S = 335,00 / 1,00 = \mathbf{335,00 \text{ MPa}} \quad (\text{trvalé a dočasné situace})$$

3. Geometrie



Deska:

Světlost nosníku:	$l_s = 22,00 \text{ m}$	Šířka desky:	$b_d = 5,25 \text{ m}$
Délka desky :	$l = 24,00 \text{ m}$	Spád desky:	$s = 2,00 \text{ ‰}$
Rozpětí :	$l_o = 23,00 \text{ m}$	NOSNÍKY	
Tloušťka desky (max):	$h_d = 0,295 \text{ m}$	Počet celkem	2,00
Tloušťka desky (min):	$h_d = 0,250 \text{ m}$	Počet v roznášecí šířce	2,00
Vzd. hrany od osy koleje:	$L' = 2,00 \text{ m}$	Hmotnost nosníku	630 kg/m
Objemová tíha desky:	$\gamma_d = 25,00 \text{ kN/m}^3$	Osová vzdálenost $b_n =$	2,90 m

Železniční svršek:

Kolejnice:	$g_k = 1,20 \text{ kN/m}$
Pražce:	$g_p = 4,80 \text{ kN/m}$

Kolejové lože:

Výška kolejového lože:	$h_s = 0,45 \text{ m}$
Objem. tíha kol. lože:	$\gamma_s = 20,00 \text{ kN/m}^3$
Plocha kol. lože v řezu	3,36 m ²

Římsa, chodník

Výška římsy:	$h_r = 1,07 \text{ m}$
Šířka římsy:	$s_r = 0,36 \text{ m}$
Objem. tíha římsy:	$\gamma_r = 25,00 \text{ kN/m}^3$

Ostatní zařízení:

Zábradlí (PHS):	$g_z = 1,00 \text{ kN/m}$
-----------------	---------------------------

Izolace:

Výška izolace:	$h_i = 0,01 \text{ m}$
Objem. tíha izolace:	$\gamma_i = 15,00 \text{ kN/m}^3$

Ochrana izolace

Výška ochrany iz.:	$h_i' = 0,04 \text{ m}$
Objem. tíha ochrany iz.:	$\gamma_i' = 23,00 \text{ kN/m}^3$

Násyp:

Výška přesypávky:	$h_n = 0,00 \text{ m}$
Objem. tíha přesypávky:	$\gamma_n = 19,00 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření:	$\varphi_n = 30,00^\circ$

Podloží: tř. S4

Objem. tíha podloží:	$\gamma_n = 18,00 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření:	$\varphi_n = 27,00^\circ$
Efektivní soudržnost:	$c = 4,00 \text{ kPa}$

Železniční zatížení:

Návrhová rychlost:	$V = 150 \text{ km/hod}$
Počet kolejí:	$N = 1$

Trat':

Třída trati:	1
Klasifikační součinitel:	$\alpha = 1,21$
Poloměr oblouku:	$r = 800 \text{ m}$

Prostředí:

Teplota vzduchu max.:	$T_{\max} = 40,0^\circ\text{C}$
Teplota vzduchu min.:	$T_{\min} = -34,0^\circ\text{C}$
Rel. vlhkost vzduchu:	$RH = 65,0 \text{ ‰}$
Hladina spodní vody:	$h_w = 0,0 \text{ m}$
Cement třídy	N

Výstavba/poloha:

Ošetřování betonu:	7 dní
Umístění ost. stálého zat:	60 dní
Kategorie terénu: (pole)	II
Větrová oblast:	I

4. Zatížení

Zatížení				ZS	G _{charakteristická} (k)		α	Φ	γ _G	γ _Q	G _{návrhová} (d)		
Stálé	Vlastní tíha			ZS1	25,00	kN/m ³	-	-	1,35	-	33,75	kN/m ³	
	Ostatní stálé	Kolejnice			ZS2	1,20	kN/m	-	-	1,35	-	1,62	kN/m
		Pražce				4,80	kN/m	-	-	1,35	-	6,48	kN/m
		Kolejové lože				20,00	kN/m ³	-	-	1,35	-	27,00	kN/m ³
		Násyp				19,00	kN/m ³	-	-	1,35	-	25,65	kN/m ³
		Och. izolace				23,00	kN/m ³	-	-	1,35	-	31,05	kN/m ³
		Izolace				15,00	kN/m ³	-	-	1,35	-	20,25	kN/m ³
		Římsa				25,00	kN/m ³	-	-	1,35	-	33,75	kN/m ³
		Zábradlí (PHS)				1,00	kN/m	-	-	1,35	-	1,35	kN/m
	Zemní tlak			ZS3	19,00	kN/m ³	-	-	1,35	-	25,65	kN/m ³	
	Smršťování			ZS4	viz níže	kN/m'	-	-	1,35	-	prom.	kN/m'	
Proměnné	Hlavní	LM71	Q _{vk,LM71}	ZS5	250,00	kN	1,21	1,20	-	1,45	526,35	kN	
			q _{vk,LM71}		80,00	kN/m	1,21	1,20	-	1,45	168,43	kN/m	
		SW/2	q _{vk,SW/2}	ZS6	150,00	kN/m	-	1,20	-	1,20	216,00	kN/m	
		Z. tlak LM71			ZS7	viz níže	kN/m ²	1,21	-	-	1,45	prom.	kN/m ²
		Z. tlak SW/2			ZS8	viz níže	kN/m ²	-	-	-	1,20	prom.	kN/m ²
		Brzdné síly LM71			ZS9	33,00	kN/m'	1,21	-	-	1,45	57,90	kN/m'
		Brzdné síly SW/2			ZS10	35,00	kN/m'	-	-	-	1,45	50,75	kN/m'
		Odstřed. síly LM71			ZS11	viz níže	kN/m'	1,21	-	-	1,45	prom.	kN/m'
		Odstřed. síly SW/2			ZS12	viz níže	kN/m'	-	-	-	1,20	prom.	kN/m'
		Boční ráz			ZS13	100,00	kN	1,21	-	-	1,45	175,45	kN
		Vedlejší	Únava - LM71	Q _{vk,LM71}	ZS14	250,00	kN	-	1,13	-	1,00	283,33	kN
				q _{vkLM,71}		80,00	kN/m	-	1,13	-	1,00	90,67	kN/m
			Únava - z. tlak LM71			ZS15	viz níže	kN/m ²	-	-	-	1,00	prom.
	Vítr			ZS16	viz níže	kN/m ²	-	-	-	1,50	prom.	Δ°C	
	Oteplení kon.			ZS17	viz níže	Δ°C	-	-	-	1,50	prom.	Δ°C	
	Ochlazení kon.			ZS18	viz níže	Δ°C	-	-	-	1,50	prom.	Δ°C	
Mimo řádné	Vykojení - 1			ZS19	viz níže	kN	1,21	-	-	1,00	prom.	kN	
	Vykojení - 2			ZS20	viz níže	kN	1,21	-	-	1,00	prom.	kN	

Dynamický součinitel (EN 1991-2, 6.4.5.2):

$$\Phi_2 = 1,44 / (\sqrt{L_\Phi - 0,2}) + 0,82 = 1,44 / (\sqrt{23,00 - 0,20}) + 0,82 = 1,13 \quad (\text{Pro MS použitelnosti})$$

$$\Phi_2 \leq 1,00; 1,67 >$$

$$\Phi_3 = 2,16 / (\sqrt{L_\Phi - 0,2}) + 0,73 = 2,16 / (\sqrt{23,00 - 0,20}) + 0,73 = 1,20 \quad (\text{Pro MS únosnosti})$$

$$\Phi_3 \leq 1,00; 2,0 >$$

Náhradní délka (EN 1991-2, 6.4.5.3, prostý nosník):

$$L_\Phi = L_0 = 23,00 \text{ m}$$

Redukce dynamického součinitele (EN 1991-2, 6.4.5.4):

$$\text{red}\Phi_2 = \Phi_2 - (h-1)/10 =$$

$$\text{red}\Phi_2 \geq 1,0$$

$$\text{red}\Phi_3 = \Phi_3 - (h-1)/10 =$$

$$\text{red}\Phi_3 \geq 1,0$$

$$h = h_n + h_s = 0,00 + 0,45 = 0,45 \text{ m}$$

4.1. Zatížení stálé

ZS1 - Vlastní tíha

Beton:

Pro nosník N1 $G_{b1} = \gamma_d \cdot A_{d1} = 25,00 \cdot 0,820 = 20,49$ kN/1 nosník

Pro nosník N2 $G_{b2} = \gamma_d \cdot A_{d2} = 25,00 \cdot 0,584 = 14,60$ kN/1 nosník

Ocel : $630,0 \cdot 2,00 : 100 = 12,60$ kN/šířka desky

Pro 2 nosníků $12,60 : 2 = 6,30$ kN/1 nosník

CELKEM :

Pro nosník N1 26,79 kN/m nosníku

Pro nosník N2 20,90 kN/m nosníku

NOSNÍK N1

M1 =0.125*q*L*L =				1771,7 kNm		Q1 =0.5*q*L =		308,1 kN	
x/L	L	Mgx/M1	Mx	Q	x/L	L	Qx/Q1	Qx	
0	0	0	0		0	0	1	308,11	
0,1	2,3	0,36	637,8		0,1	2,3	0,8	246,49	
0,2	4,6	0,64	1133,9		0,2	4,6	0,6	184,87	
0,25	5,75	0,75	1328,7		0,25	5,75	0,5	154,06	
0,3	6,9	0,84	1488,2		0,3	6,9	0,4	123,25	
0,4	9,2	0,96	1700,8		0,4	9,2	0,2	61,623	
0,5	11,5	1	1771,7		0,5	11,5	0	0	

NOSNÍK N2

M1 =0.125*q*L*L =					1382,0	kNm	Q1 =0.5*q*L =			240,4	kN
	x/L	L	Mgx/M1	Mx			Q	x/L	L	Qx/Q1	Qx
1	0	0	0	0				0	0	1	240,35
2	0,1	2,3	0,36	497,52				0,1	2,3	0,8	192,28
3	0,2	4,6	0,64	884,49				0,2	4,6	0,6	144,21
4	0,25	5,75	0,75	1036,5				0,25	5,75	0,5	120,18
5	0,3	6,9	0,84	1160,9				0,3	6,9	0,4	96,14
6	0,4	9,2	0,96	1326,7				0,4	9,2	0,2	48,07
7	0,5	11,5	1	1382				0,5	11,5	0	0

ZS2 - Ostatní stálé

Plošné

Přítížení desky od železničního spodku:

Kolejové lože: $G_s = g_s \cdot (A_s) / bd = 20,00 \cdot 3,36 / 5,25 = 12,79$ kN/m²

30% navýšení tl. kol. lože (EN 1991-1-1, 5.2.3) **16,63 kN/m²**

Přítížení desky od izolačních vrstev:

Ochrana izolace: $G_i = g_i \cdot h_i = 23,00 \cdot 0,04 = 0,81$ kN/m²

40% navýšení tl. ochrany iz. (EN 1991-1-1, 5.2.3): **1,13 kN/m²**

Izolace: $G_i = g_i \cdot h_i = 15,00 \cdot 0,01 = 0,08$ kN/m²

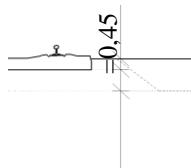
20% navýšení tl. izolace (EN 1991-1-1, 5.2.3): **0,09 kN/m²**

CELKEM :

17,85 kN/m²

Pro nosník N1 $5,25 \cdot 0,664 \cdot 17,85 = 62,20$ kN/m nosníku

Pro nosník N2 $5,25 \cdot 0,336 \cdot 17,85 = 31,51$ kN/m nosníku



Plošné (omezené)

Přetížení desky od železničního svršku:

Kolejnice: $G_k = g_k / b_z = 1,20 / 3,00 = 0,40 \text{ kN/m}^2$
 Pražce: $G_p = g_p / b_z = 4,80 / 3,00 = 1,60 \text{ kN/m}^2$
 Svršek celkem: $G_s = 2,00 \text{ kN/m}^2$ v příčném směru na délce 3,0 m

Pro nosník N1 $3,00 \cdot 0,45 \cdot 2,00 = 2,69 \text{ kN/m nosníku}$

Pro nosník N2 $3,00 \cdot 0,55 \cdot 2,00 = 3,31 \text{ kN/m nosníku}$

Přetížení desky od římsy (jednostranné pro nosník N1):

Římsa: $G_r = \gamma_r \cdot h_r \cdot \delta_r = 1 \cdot 25,00 \cdot 1,07 \cdot 0,36 = 9,63 \text{ kN/m'}$

Pro nosník N1 $9,63 \text{ kN/m nosníku}$

Přetížení desky od ostatních zařízení (jednostranné pro nosník N1) :

Kabely $1,00 \text{ kN/m'}$

Zábradlí (PHS): $g_z = 1 \cdot 1,00 = 1,00 \text{ kN/m'}$

Pro nosník N1 $2,00 \text{ kN/m nosníku}$

CELKEM :

Pro nosník N1 $76,52 \text{ kN/m nosníku}$

Pro nosník N2 $34,82 \text{ kN/m nosníku}$

NOSNÍK N1

$M1 = 0,125 \cdot q \cdot L^2 = 5060,1 \text{ kNm}$					$Q1 = 0,5 \cdot q \cdot L = 880,0 \text{ kN}$				
	x/L	L	Mgx/M1	Mx	Q	x/L	L	Qx/Q1	Qx
1	0	0	0	0		0	0	1	880,02
2	0,1	2,3	0,36	1821,7		0,1	2,3	0,8	704,02
3	0,2	4,6	0,64	3238,5		0,2	4,6	0,6	528,01
4	0,25	5,75	0,75	3795,1		0,25	5,75	0,5	440,01
5	0,3	6,9	0,84	4250,5		0,3	6,9	0,4	352,01
6	0,4	9,2	0,96	4857,7		0,4	9,2	0,2	176
7	0,5	11,5	1	5060,1		0,5	11,5	0	0

NOSNÍK N2

$M1 = 0,125 \cdot q \cdot L^2 = 2302,2 \text{ kNm}$					$Q1 = 0,5 \cdot q \cdot L = 400,4 \text{ kN}$				
	x/L	L	Mgx/M1	Mx	Q	x/L	L	Qx/Q1	Qx
1	0	0	0	0		0	0	1	400,39
2	0,1	2,3	0,36	828,8		0,1	2,3	0,8	320,31
3	0,2	4,6	0,64	1473,4		0,2	4,6	0,6	240,23
4	0,25	5,75	0,75	1726,7		0,25	5,75	0,5	200,19
5	0,3	6,9	0,84	1933,9		0,3	6,9	0,4	160,16
6	0,4	9,2	0,96	2210,1		0,4	9,2	0,2	80,078
7	0,5	11,5	1	2302,2		0,5	11,5	0	0

ZS3 - Zemní tlak

Neuvažováno

ZS4 - Smršťování

Neuvažováno (pro MSU - zvlášť ve výpočtu MSP)

4.2. Zatížení proměnné

ZS5 - LM71

Moment od vlaku LM71	$M_{LM71} =$	7741	kNm	pro rozpětí $L_p =$	23,00
Reakce od vlaku LM71	$Q_{LM71} =$	1422,19	kN	pro rozpětí $L_p =$	23,00
klasifikační součinitel	$\alpha =$	1,21			
dynamický součinitel	$\delta =$	1,00			
Počet nosníků v RŠ	$n =$	2,00			
Moment od vlaku	$\alpha * \delta * M_{LM71} / n =$	4683,3	kNm		
Reakce od vlaku	$\alpha * \delta * Q_{LM71} / n =$	860,43	kN		
Excentricita nosníků	$e_n =$	-0,15	m	Osa výztužných nosníků v rozn. šířce vzhledem k ose koleje	
Max. celková excentricita	$e_c =$	-0,15	m		
	$n =$	1,000		Příčinková pořadnice příčného roznosu pro 2 nosníky	
	$b_n =$	2,900	m	Osová vzdálenost krajních nosníků v roz. šířce	
$1 + \Delta P = 1 + (n - P/m) * e_c / (b_p/2) =$		0,948		$P = 1,0$ kN	Nosník N1
$1 + \Delta P = 1 + (n - P/m) * (-e_c) / (b_p/2) =$		1,052		$P = 1,0$ kN	Nosník N2
Moment od vlaku	vč. excentricity	4441,1	kNm	Nosník N1	
Reakce od vlaku	vč. excentricity	815,92	kN	Nosník N1	
Moment od vlaku	vč. excentricity	4925,5	kNm	Nosník N2	
Reakce od vlaku	vč. excentricity	904,93	kN	Nosník N2	

NOSNÍK N1

M	x/L	L	M _{px} /M	M _x	Q	x/L	x	L _x =L-x	Q _{px}	Q _{px} /Q	Q _x
1	0	0	0	0		0	0	23,00	1422,2	1,000	815,92
2	0,1	2,3	0,395	1754,2		0,1	2,3	20,70	1192,2	0,838	683,97
3	0,2	4,6	0,691	3068,8		0,2	4,6	18,40	980,59	0,689	562,57
4	0,25	5,75	0,802	3561,7		0,25	5,75	17,25	881,69	0,620	505,83
5	0,3	6,9	0,889	3948,1		0,3	6,9	16,10	787,39	0,554	451,73
6	0,4	9,2	0,988	4387,8		0,4	9,2	13,80	612,59	0,431	351,45
7	0,5	11,5	1	4441,1		0,5	11,5	11,50	456,19	0,321	261,72

NOSNÍK N2

M	x/L	L	M _{px} /M	M _x	Q	x/L	x	L _x =L-x	Q _{px}	Q _{px} /Q	Q _x
1	0	0	0	0		0	0	23,00	1422,2	1,000	904,93
2	0,1	2,3	0,395	1945,6		0,1	2,3	20,70	1192,2	0,838	758,58
3	0,2	4,6	0,691	3403,6		0,2	4,6	18,40	980,59	0,689	623,94
4	0,25	5,75	0,802	3950,3		0,25	5,75	17,25	881,69	0,620	561,01
5	0,3	6,9	0,889	4378,8		0,3	6,9	16,10	787,39	0,554	501,01
6	0,4	9,2	0,988	4866,4		0,4	9,2	13,80	612,59	0,431	389,79
7	0,5	11,5	1	4925,5		0,5	11,5	11,50	456,19	0,321	290,27

ZS6 - SW/2

Rovnoměrné zatížení	150 kN/m		
Moment od vlaku SW/2	9918,8 kNm	pro rozpětí Lp =	23,00
Reakce od vlaku SW/2	1725 kN		
dynamický součinitel	$\delta =$	1,00	
Počet nosníků v RŠ	$n =$	2,00	
Moment od vlaku	$a \cdot d \cdot M_{SW/2} \cdot n =$	4959,4 kNm	
Reakce od vlaku	$a \cdot d \cdot Q_{SW/2} \cdot n =$	862,5 kN	
Moment od vlaku	vč. excentricity	4702,9 kNm	Nosník N1
Reakce od vlaku	vč. excentricity	817,89 kN	Nosník N1
Moment od vlaku	vč. excentricity	5215,9 kNm	Nosník N2
Reakce od vlaku	vč. excentricity	907,11 kN	Nosník N2

NOSNÍK N1

M	x/L	L	Mpx/M	Mx	Q	x/L	L	Qx/Q1	Qx
1	0	0	0	0		0	0	1	817,89
2	0,1	2,3	0,36	1693		0,1	2,3	0,8	654,31
3	0,2	4,6	0,64	3009,8		0,2	4,6	0,6	490,73
4	0,25	5,75	0,75	3527,1		0,25	5,75	0,5	408,94
5	0,3	6,9	0,84	3950,4		0,3	6,9	0,4	327,16
6	0,4	9,2	0,96	4514,7		0,4	9,2	0,2	163,58
7	0,5	11,5	1	4702,9		0,5	11,5	0	0

NOSNÍK N2

M	x/L	L	Mpx/M	Mx	Q	x/L	L	Qx/Q1	Qx
1	0	0	0	0		0	0	1	907,11
2	0,1	2,3	0,36	1877,7		0,1	2,3	0,8	725,69
3	0,2	4,6	0,64	3338,2		0,2	4,6	0,6	544,27
4	0,25	5,75	0,75	3911,9		0,25	5,75	0,5	453,56
5	0,3	6,9	0,84	4381,4		0,3	6,9	0,4	362,84
6	0,4	9,2	0,96	5007,3		0,4	9,2	0,2	181,42
7	0,5	11,5	1	5215,9		0,5	11,5	0	0

ZS7 - Z. tlak LM71

Neuvažováno

ZS8 - Z. tlak SW/2

Neuvažováno

Účinky kombinované odezvy bezстыkové koleje a konstrukce (Příloha G ČSN EN 1991-2)

ZS9 - Brzdné síly LM71

ZS10 - Brzdné síly SW/2

Brzdná síla od LM71 (EN 1991-2, 6.5.3 , Příloha G):

$$L = 24,00 \quad \text{m}$$

$$K = 50000 \quad \text{kN/m}$$

viz spodní stavba

$$Q''_{lbk,LM71} = 0.126 * L^{0.9} * K^{0.4} =$$

$$166,78 \quad \text{kN}$$

$$L \leq 30 \text{ m}$$

$$Q''_{lbk,LM71} = 0.082 * L^{0.9} * K^{0.4} =$$

$$108,54 \quad \text{kN}$$

$$L \geq 50 \text{ m}$$

$$Q''_{lbk,LM71} =$$

$$184,25 \quad \text{kN}$$

$$\text{pro } L = 24,00 \text{ m}$$

$$\alpha * Q''_{lbk,LM71} =$$

$$1,21 * 184,25 = 222,95 \quad \text{kN}$$

Jednotková brzdná síla:

$$Q''_{lbk,LM71} = Q'_{lbk,LM71} / b'_{LM71} = 222,95 / 24,00 = 9,29 \quad \text{kN/m'/m}$$

ZS9	Zatížení	$Q_{lbk,LM71}$ [kN/m'/m]
	Brzdné síly	9,29

Bezстыková kolej (rovnoměrné oteplení a ochlazení mostu)

Síla od bezстыkové koleje (EN 1991-2, Příloha G):

$$LT = 24 \quad \text{m}$$

$$k = 20 \quad \text{kN}$$

$$K = 50000 \quad \text{kN/m}$$

$$Q'_{lbk,LM71} = (0.34 + 0.013 * k) * L^{0.95} * K^{0.25} =$$

$$183,69 \quad \text{kN}$$

Jednotková síla:

$$Q''_{lbk,LM71} = Q'_{lbk,LM71} / b'_{LM71} = 183,69 / 24 = 7,65 \quad \text{kN/m'/m}$$

	Zatížení	$Q_{lbk,LM71}$ [kN/m'/m]
	BS kolej	7,65

Pootočení konců nosné konstrukce

Síla od pootočení konce (EN 1991-2, Příloha G):

$$L = 24 \quad \text{m}$$

$$K = 50000 \quad \text{kN/m}$$

$$H = 1,45 \quad \text{m} \quad (\text{u pevného ložiska})$$

$$\Theta = 3,21 \quad \text{mrad} \quad (\text{od LM71})$$

$$\beta = 0,25$$

$$\Theta H = 4,66 \quad \text{mm}$$

$$Q'_i = 0.11 * L^{0.22} * K^{0.5} * (1,1 - \beta) * \Theta H =$$

$$195,98 \quad \text{kN}$$

Jednotková síla:

$$Q''_{lbk,LM71} = Q'_{lbk,LM71} / b'_{LM71} = 195,98 / 24 = 8,17 \quad \text{kN/m'/m}$$

	Zatížení	$Q_{lbk,LM71}$ [kN/m'/m]
		8,17

$Q'_{lbk,LM71}$



ZS11 - Odstřed. síly LM71

Odstředivá síla od LM71 (EN 1991-2, 6.5.1):

$$Q_{ik,LM71} = \frac{V^2}{127 \cdot r} \cdot f_{LM71} \cdot \alpha \cdot Q_{vk,LM71} = \frac{150^2}{127 \cdot 800} \cdot 0,86 \cdot 1,21 \cdot 250,00 = \mathbf{57,67 \text{ kN}}$$

$$q_{ik,LM71} = \frac{V^2}{127 \cdot r} \cdot f_{LM71} \cdot \alpha \cdot q_{vk,LM71} = \frac{150^2}{127 \cdot 800} \cdot 0,86 \cdot 1,21 \cdot 80,00 = \mathbf{18,45 \text{ kN/m}}$$

$$\psi = 0,86 \quad (v=150 \text{ km/h, } l=23 \text{ m})$$

Excentricita zatížení (po střednici desky):

$$e = 1,8 + s + h_s + h_n + h_i + h_r + t_{hp}/2 = 1,8 + 0,40 + 0,45 + 0,00 + 0,01 + 0,04 + 0,295/2 = \mathbf{2,84 \text{ m}}$$

$$s = 0,40 \quad (\text{výška žel. svršku})$$

Excentricita svislých zatížení od převýšení (EN 1991-2 6-3-6):

$$u = 0,114 \text{ m}$$

$$e_u = e \cdot (u/r) = - 2,84 \cdot 0,114 / 1,50 = \mathbf{-0,22 \text{ m}}$$

$$r = 1,500 \text{ m} \quad (\text{Vzdálenost kolejnic.})$$

Excentricita svislých zatížení (EN 1991-2 6-3-5):

$$e_{sv} = r/18 = 0,08 \text{ m} \quad \text{může být i záporná hodnota}$$

Excentricita vlivem odstředivé síly:

$$V_{ef} = \alpha \cdot Q_{vk,LM71} = 1,21 \cdot 250 = \mathbf{302,50 \text{ kN}}$$

$$C = Q_{ik,LM71} / (V_{ef} \cdot V_{ef}) = 57,7 / 302,5 = \mathbf{0,191 \cdot V_{ef}}$$

$$e_c = e \cdot C = 2,838 \cdot 0,191 = \mathbf{0,541 \text{ m}}$$

Excentricita od projektované polohy :

$$e_p = 0,100 \text{ m} \quad \text{může být i záporná hodnota}$$

Max (s odstředivou silou , převýšením a odchylkou)

$$\text{Celková excentricita } e_c = 0,509 \text{ m} \quad \text{max}$$

Min (s převýšením a odchylkou)

$$\text{Celková excentricita } e_c = -0,399 \text{ m} \quad \text{min}$$

Přetížení krajního nosníku

Přetížení se stanoví dle příčinkové čáry příčného rozložení např. dle Ocelové konstrukce, str. 194.

$$\Delta P_1 = (\xi - P/m) \cdot e_{\max} / (B/2) = (1,00 - 0,50) \cdot 0,509 / 1,450 = \mathbf{0,1754}$$

$$\Delta P_2 = (\xi - P/m) \cdot e_{\min} / (B/2) = (1,00 - 0,50) \cdot -0,399 / 1,450 = \mathbf{-0,1376}$$

$$P = 1,000 \text{ kN} \quad (\text{jednotkové zatížení})$$

$$m = 2 \quad (\text{počet nosníků})$$

$$B = 2,900 \text{ m} \quad (\text{osová vzdálenost nosníků})$$

$$\xi = 1,000 \quad (\text{příčinková pořadnice pro 2 nosníky})$$

$$\text{Moment od vlaku LM71} \quad M_{LM71} = 7741 \text{ kNm} \quad \text{pro rozpětí } L_p = 23,00$$

$$\text{Reakce od vlaku LM71} \quad Q_{LM71} = 1422,19 \text{ kN} \quad \text{pro rozpětí } L_p = 23,00$$

$$\text{klasifikační součinitel} \quad \alpha = 1,21$$

$$\text{Počet nosníků v RŠ} \quad n = 2,00$$

$$\text{Moment od vlaku} \quad \alpha \cdot 2 \cdot \Delta P_1 \cdot M_{LM71}/n = 1642,9 \text{ kNm} \quad \text{max}$$

$$\text{Moment od vlaku} \quad \alpha \cdot 2 \cdot \Delta P_2 \cdot M_{LM71}/n = -1288,7 \text{ kNm} \quad \text{min}$$

$$\text{Reakce od vlaku} \quad \alpha \cdot 2 \cdot \Delta P_1 \cdot Q_{LM71}/n = 301,83 \text{ kN} \quad \text{max}$$

$$\text{Reakce od vlaku} \quad \alpha \cdot 2 \cdot \Delta P_2 \cdot Q_{LM71}/n = -236,76 \text{ kN} \quad \text{min}$$

NOSNÍK N1 ; NOSNÍK N2

M	x/L	L	M _{px} /M	M _x	Q	x/L	x	L _x =L-x	Q _{px}	Q _{px} /Q	Q _x
1	0	0	0	0		0	0	23,00	1422,2	1,000	301,83
2	0,1	2,3	0,395	648,93		0,1	2,3	20,70	1192,2	0,838	253,02
3	0,2	4,6	0,691	1135,2		0,2	4,6	18,40	980,59	0,689	208,11
4	0,25	5,75	0,802	1317,6		0,25	5,75	17,25	881,69	0,620	187,12
5	0,3	6,9	0,889	1460,5		0,3	6,9	16,10	787,39	0,554	167,11
6	0,4	9,2	0,988	1623,2		0,4	9,2	13,80	612,59	0,431	130,01
7	0,5	11,5	1	1642,9		0,5	11,5	11,50	456,19	0,321	96,817

Vodorovné zatížení :

$$\begin{aligned}
 M_{wz} &= q_w \cdot L^2 / 8 = 1220,33 \text{ kNm} \\
 V_{wz} &= q_w \cdot L / 2 = 212,23 \text{ kN} \\
 N &= M_{wz} / b_n = 1220,33 / 2,90 = 420,8 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

ZS12 - Odstřed. síly SW/2

Odstředivá síla od SW2 (EN 1991-2, 6.5.1):

$$q_{tk,SW2} = \frac{V^2}{127 \cdot r} \cdot f_{sw2} \cdot q_{vk,SW2} = \frac{80^2}{127 \cdot 800} \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 150,00 = 9,45 \text{ kN/m}$$

$$f_{sw2} = 1,00 \quad (\text{EN 1991-2, 6.5.1 Tabulka 6.7})$$

Excentricita zatížení (po střednici desky):

$$e = 1,8 + s + h_s + h_n + h_i + h_r + t_{hp}/2 = 1,8 + 0,40 + 0,45 + 0,00 + 0,01 + 0,04 + 0,295 / 2 = 2,84 \text{ m}$$

$$s = 0,40 \quad (\text{výška žel. svršku})$$

Excentricita svislých zatížení od převýšení (EN 1991-2 6-3-6):

$$\begin{aligned}
 u &= 0,114 \text{ m} \\
 e_u &= e \cdot (u/r) = - 2,84 \cdot 0,114 / 1,50 = -0,22 \text{ m} \\
 r &= 1,500 \text{ m} \quad (\text{Vzdálenost kolejnic.})
 \end{aligned}$$

Excentricita svislých zatížení (EN 1991-2 6-3-5):

$$e_{sv} = r/18 = 0,08 \text{ m} \quad \text{může být i záporná hodnota}$$

Excentricita vlivem odstředivé síly:

$$\begin{aligned}
 V_{ef} &= \alpha \cdot q_{vk,SW2} = 1,000 \cdot 150 = 150,00 \text{ kN/m} \\
 C &= q_{tk,SW2} / (V_{ef} \cdot V_{ef}) = 9,4 / 150,0 = 0,063 \cdot V_{ef} \\
 e_c &= e \cdot C = 2,838 \cdot 0,063 = 0,179 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Excentricita od projektované polohy :

$$e_p = 0,100 \text{ m} \quad \text{může být i záporná hodnota}$$

Max (s ostředivou silou , převýšením a odchylkou)

$$\text{Celková excentricita } e_c = 0,146 \text{ m} \quad \text{max}$$

Min (s převýšením a odchylkou)

$$\text{Celková excentricita } e_c = -0,399 \text{ m} \quad \text{min}$$

Přetížení krajního nosníku

Přetížení se stanoví dle příčinkové čáry příčného rozdělení např. dle Ocelové konstrukce, str.194.

$$\Delta P1 = (\xi - P/m) \cdot e_{max} / (B/2) = (1,00 - 0,50) \cdot 0,146 / 1,450 = 0,0505$$

$$\Delta P2 = (\xi - P/m) \cdot e_{min} / (B/2) = (1,00 - 0,50) \cdot -0,399 / 1,450 = -0,1376$$

$$P = 1,000 \text{ kN} \quad (\text{jednotkové zatížení})$$

$$m = 2 \quad (\text{počet nosníků})$$

$$B = 2,900 \text{ m} \quad (\text{osová vzdálenost nosníků})$$

$$\xi = 1,000 \quad (\text{příčinková pořadnice pro 2 nosníky})$$

$$\text{Moment od vlaku } M_{SW/2} = 9918,8 \text{ kNm} \quad \text{pro rozpětí } L_p = 23,00$$

$$\text{Reakce od vlaku } Q_{SW/2} = 1725,00 \text{ kN} \quad \text{pro rozpětí } L_p = 23,00$$

$$\text{klasifikační součinitel } \alpha = 1,00$$

$$\text{Počet nosníků v RŠ } n = 2,00$$

$$\text{Moment od vlaku } \alpha^2 \cdot \Delta P1 \cdot M_{SW/2} / n = 500,81 \text{ kNm} \quad \text{max}$$

$$\text{Moment od vlaku } \alpha^2 \cdot \Delta P2 \cdot M_{SW/2} / n = -1364,6 \text{ kNm} \quad \text{min}$$

$$\text{Reakce od vlaku } \alpha^2 \cdot \Delta P1 \cdot Q_{SW/2} / n = 87,097 \text{ kN} \quad \text{max}$$

$$\text{Reakce od vlaku } \alpha^2 \cdot \Delta P2 \cdot Q_{SW/2} / n = -237,33 \text{ kN} \quad \text{min}$$

NOSNÍK N1 ; NOSNÍK N2

M	x/L	L	Mpx/M	Mx	Q	x/L	L	Qx/Q1	Qx
1	0	0	0	0	0	0	0	1	237,33
2	0,1	2,3	0,36	491,27	0,1	2,3	0,8	0,8	189,86
3	0,2	4,6	0,64	873,36	0,2	4,6	0,6	0,6	142,4
4	0,25	5,75	0,75	1023,5	0,25	5,75	0,5	0,5	118,66
5	0,3	6,9	0,84	1146,3	0,3	6,9	0,4	0,4	94,931
6	0,4	9,2	0,96	1310	0,4	9,2	0,2	0,2	47,465
7	0,5	11,5	1	1364,6	0,5	11,5	0	0	0

Vodorovné zatížení :

$$Mwz = q_w \cdot L^2 / 8 = 624,80 \text{ kNm}$$

$$Vwz = q_w \cdot L / 2 = 108,66 \text{ kN}$$

$$N = Mwz / b_n = 624,80 / 2,90 = 215,45 \text{ kN}$$

ZS13 - Boční ráz

Boční ráz (EN 1991-2, 6.5.2):

$$Q'_{sk} = \alpha \cdot Q_{sk} = 1,21 \cdot 100,00 = 121,00 \text{ kN}$$

Excentricita zatížení:

$$e = s + h_s + h_n + h_i + h_r + t_{hp} / 2 = 0,40 + 0,45 + 0,00 + 0,01 + 0,04 + 0,30 / 2 = 1,04 \text{ m}$$

$$s = 0,40 \text{ (výška žel. svršku)}$$

Přepočet na svislé zatížení (osamělá síla):

$$\Delta Q'_{sk} = Q'_{sk} \cdot e / (b_n) = 121,00 \cdot 1,038 / (2,90) = 43,29 \text{ kN na 1 nosník}$$

$$MB = 0,25 \cdot Q \cdot L = 248,9 \text{ kNm}$$

$$Q2 = 0,5 \cdot Q = 21,6 \text{ kN}$$

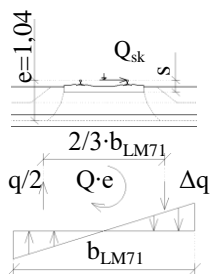
x/L	L	Mgx/M1	Mx	x/L	L	Qx/Q1	Qx
1	0	0	0	0	0	1	21,644
2	0,1	0,2	49,782	0,1	2,3	1	21,644
3	0,2	0,4	99,564	0,2	4,6	1	21,644
4	0,25	0,5	124,46	0,25	5,75	1	21,644
5	0,3	0,6	149,35	0,3	6,9	1	21,644
6	0,4	0,8	199,13	0,4	9,2	1	21,644
7	0,5	1	248,91	0,5	11,5	1	21,644

Vodorovné zatížení :

$$Mb_z = Q \cdot L / 4 = 695,75 \text{ kNm}$$

$$Vb_z(\max) = Q = 121,00 \text{ kN}$$

$$N = Mwz / b_n = 695,75 / 2,90 = 239,91 \text{ kN}$$



ZS16 - Větr

Základní rychlost větru (EN 1991-1-4, 4.2):

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 1,00 \cdot 1,00 \cdot 22,50 = 22,5 \text{ m/s}$$

$$c_{dir} = 1,00 \quad (\text{EN 1991-1-4, 4.2})$$

$$c_{season} = 1,00 \quad (\text{EN 1991-1-4, 4.2})$$

$$v_{b,0} = 22,5 \text{ m/s} \quad (\text{EN 1991-1-4, příloha, mapa vět. oblastí, oblast I})$$

Referenční výška nad terénem:

$$h_e = h' + t_{hp} + h_i + h'_i + h_s + s + 4,0 = 7,00 + 1,90 + 0,01 + 0,04 + 0,00 + 0,45 + 0,40 + 4,00 = 13,79 \text{ m}$$

$$s = 0,40 \text{ m} \quad (\text{výška žel. svršku})$$

$$h' = 7,00 \text{ m}$$

Součinitel terénu (EN 1991-1-4, 4.3.2):

$$k_r = 0,19 \cdot (z_0 / z_{0,II})^{0,07} = 0,19 \cdot (0,050 / 0,05)^{0,07} = 0,19$$

$$z_0 = 0,050 \text{ m} \quad (\text{EN 1991-1-4, 4.3.2, tab 4.1, kat. terénu II})$$

$$z_{0,II} = 0,05 \text{ m} \quad (\text{EN 1991-1-4, 4.3.2, tab 4.1, kat. terénu II})$$

Součinitel drsnosti terénu (EN 1991-1-4, 4.3.2):

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln(z / z_0) = 0,19 \cdot \ln(13,79 / 0,050) = 1,068$$

$$z = \max\{h_e, z_{min}\} = \max\{13,79; 2,00\} = 13,79 \text{ m}$$

$$z_{min} = 2,00 \text{ m} \quad (\text{EN 1991-1-4, 4.3.2, tab 4.1, kat. terénu II})$$

Střední rychlost větru (EN 1991-1-4, 4.3):

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 1,07 \cdot 1,00 \cdot 22,50 = 24,02 \text{ m/s}$$

$$c_0(z) = 1,00 \quad (\text{EN 1991-1-4, 4.3})$$

Intenzita turbulence (EN 1991-1-4, 4.4):

$$I_v(z) = k_r \cdot v_b \cdot k_I / v_m(z) = 0,19 \cdot 22,50 \cdot 1,00 / 24,02 = 0,178$$

$$k_I = 1,00 \quad (\text{EN 1991-1-4, 4.4})$$

Základní dynamický tlak větru (EN 1991-1-4, 4.5):

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 22,50^2 = 0,32 \text{ kN/m}^2$$

$$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3 \quad (\text{EN 1991-1-4, 4.5})$$

Maximální dynamický tlak (EN 1991-1-4, 4.5):

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = [1 + 7 \cdot 0,178] \cdot 0,5 \cdot 1,25 \cdot 24,02^2 = 0,81 \text{ kN/m}^2$$

Součinitel expozice (EN 1991-1-4, 4.5):

$$c_e = q_p(z) / q_b = 0,81 / 0,32 = 2,56$$

Součinitel zatížení větrem (EN 1991-1-4, 8.3.2):

$$C = c_e \cdot c_{f,x} = 2,56 \cdot 2,05 = 5,248$$

Příčný vítr (směr X)

Součinitel zatížení větrem (EN 1991-1-4, 8.3.2) - Doporučená hodnota:

$$b_w = 10,50 \text{ m} \quad d_{tot} = 6,79 \text{ m} \quad b_w / d_{tot} = (10,50 / 6,785) = 1,548$$

$$C = 5,77 \quad \text{Doporučená hodnota}$$

Síla od větru I (EN 1991-1-4, 8.3.2):

$$q_w = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot d_{tot} = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 22,50^2 \cdot 5,77 \cdot 4,00 = 7,31 \text{ kN/m'}$$

$$d_{tot} = 4,00 \quad (\text{uvažována jen výška plochy vlaku=4 m, vítr desku neovlivní})$$

Síla od větru II (EN 1991-1-4, 8.3.2):

$$q_w = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot d_{tot} = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 22,50^2 \cdot 5,77 \cdot 2,50 = 4,57 \text{ kN/m'}$$

$$d_{tot} = 2,50 \quad (\text{uvažována výška plochy konstrukce})$$

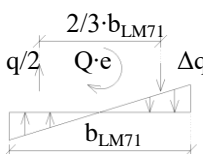
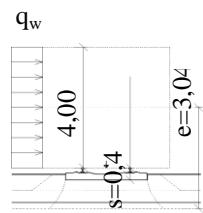
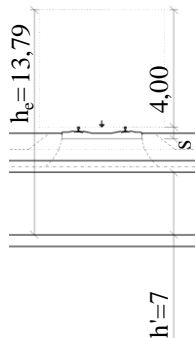
Excentricita zatížení:

$$e = 2,0 + s + h_s + h_n + h_i + h'_i + t_{hp} / 2 = 2,0 + 0,40 + 0,45 + 0,00 + 0,01 + 0,04 + 0,30 / 2 = 3,04$$

$$s = 0,40 \quad (\text{výška žel. svršku})$$

Přepočet na svislé zatížení: (na 1 nosník)

$$\Delta q'_w = q_w \cdot e / b_n = 7,31 \cdot 3,038 / 2,90 = 7,65 \text{ kN/m}$$



Svislý vítr (směr Z)

$$c_{f,z} = 0,90$$

Součinitel zatížení větrem (EN 1991-1-4, 8.3.2):

$$C = c_e \cdot c_{f,x} = 2,56 \cdot 0,90 = 2,304$$

Síla od větru (EN 1991-1-4, 8.3.2):

$$q_w = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot d_{tot} = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 22,50^2 \cdot 2,30 = \mathbf{0,73 \text{ kN/m}^2}$$

$$\text{Pro nosník N1} \quad 5,25 \cdot 0,448 \cdot 0,73 = 1,72 \text{ kN/m nosníku}$$

$$\text{Pro nosník N2} \quad 5,25 \cdot 0,552 \cdot 0,73 = 2,11 \text{ kN/m nosníku}$$

Příčný vítr + Svislý vítr

$$\text{Pro nosník N1} \quad \mathbf{9,37 \text{ kN/m nosníku}}$$

$$\text{Pro nosník N2} \quad \mathbf{9,76 \text{ kN/m nosníku}}$$

Svislé zatížení

NOSNÍK N1 (Použito i pro nosník N2)

$$MW = 0,125 \cdot q \cdot L \cdot L = 645,60 \text{ kNm}$$

$$QW = 0,5 \cdot q \cdot L = 112,3 \text{ kN}$$

M	x/L	L	Mgx/M1	Mx	Q	x/L	L	Qx/Q1	Qx
1	0	0	0	0		0	0	1	112,28
2	0,1	2,3	0,36	232,42		0,1	2,3	0,8	89,823
3	0,2	4,6	0,64	413,18		0,2	4,6	0,6	67,367
4	0,25	5,75	0,75	484,2		0,25	5,75	0,5	56,139
5	0,3	6,9	0,84	542,3		0,3	6,9	0,4	44,911
6	0,4	9,2	0,96	619,78		0,4	9,2	0,2	22,456
7	0,5	11,5	1	645,6		0,5	11,5	0	0

Vodorovné zatížení : Na vlak

$$Mwz = q_w \cdot L^2 / 8 = 483,07 \text{ kNm}$$

$$Vwz = q_w \cdot L / 2 = 84,01 \text{ kN}$$

$$N = Mwz / b_n = 483,07 / 2,90 = 166,58 \text{ kN}$$

Vodorovné zatížení : Na konstrukci

$$Mwz = q_w \cdot L^2 / 8 = 301,92 \text{ kNm}$$

$$Vwz = q_w \cdot L / 2 = 52,51 \text{ kN}$$

$$N = Mwz / b_n = 301,92 / 2,90 = 104,11 \text{ kN}$$

Podélný vítr (směr Y)

25 % příčného větru - plnostěnné konstrukce

Použito při výpočtu sil na ložiska

$$F_y = 0,25 \cdot (L \cdot q_w) = 0,25 \cdot 23,0 \cdot 4,57 = 26,254 \text{ kN} \quad \text{Na konstrukci}$$

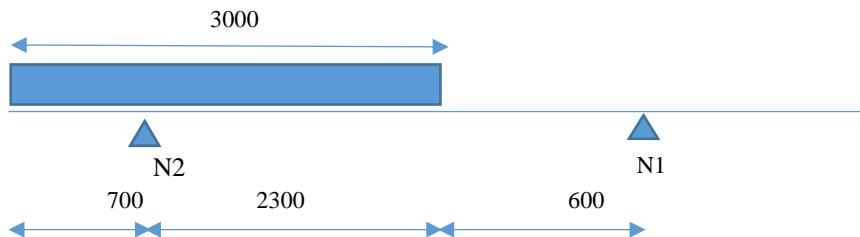
$$F_y = 0,25 \cdot (L \cdot q_w) = 0,25 \cdot 23,0 \cdot 7,31 = 42,006 \text{ kN} \quad \text{Na vlak}$$

ZS17 - Oteplení kon. ZS18 - Ochlazení kon.

Neuplatní se pro MSU ; určeno zvlášť při výpočtu MSP

4.3. Zatížení mimořádné

1. stav



Excentricita zatížení k ose os nosníků

$$e = \left(\frac{3,00}{2} \right) - 0,70 - \left(\frac{2,90}{2} \right) = -0,65 \text{ m}$$

vzdálenost nosníků

2,90 m

$$e1 = 1,45 \text{ m}$$

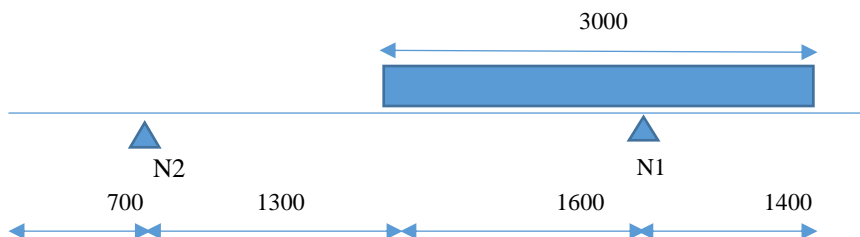
$$e2 = 1,45 \text{ m}$$

$$\Sigma ei^2 = 4,205$$

$$\text{zatížení nosníku N1} = 1/n + ec \cdot e1 / \Sigma ei^2 = 0,276$$

$$\text{zatížení nosníku N2} = 1/n - ec \cdot e2 / \Sigma ei^2 = 0,724$$

2. stav



Excentricita zatížení k ose os nosníků

$$e = \left(\frac{-3,00}{2} \right) + 1,40 + \left(\frac{2,90}{2} \right) = 1,35 \text{ m}$$

vzdálenost nosníků

2,90 m

$$e1 = 1,45 \text{ m}$$

$$e2 = 1,45 \text{ m}$$

$$\Sigma ei^2 = 4,205$$

$$\text{zatížení nosníku N1} = 1/n + ec \cdot e1 / \Sigma ei^2 = 0,966$$

$$\text{zatížení nosníku N2} = 1/n - ec \cdot e2 / \Sigma ei^2 = 0,034$$

NOSNÍK N 1

Moment od vlaku LM71 $M_{Lm71} = 7741 \text{ kNm}$ pro rozpětí $L_p = 23,00$

(ČSN 736203-Tab I.3)

Reakce od vlaku LM71 $Q_{Lm71} = 1422,19 \text{ kN}$ pro rozpětí $L_p = 23,00$

(ČSN 736203-Tab I.3)

klasifikační součinitel $\alpha = 1,21$

dynamický součinitel $\delta = 1,00$

mimořádné zatížení $\chi = 1,40$

Přetížení nosníku $p = 0,97$

viz příčný roznos

Moment od vlaku $\alpha \cdot \chi \cdot p \cdot M_{Lm71} = 12661 \text{ kNm}$

Reakce od vlaku $\alpha \cdot \chi \cdot p \cdot Q_{Lm71} = 2326,1 \text{ kN}$

M

Q

	x/L	L	Mpx/M	Mx	x/L	x	Lx=L-x	Qpx	Qpx/Q	Qx
1	0	0	0	0	0	0	23,00	1422,2	1,000	2326,1
2	0,1	2,3	0,395	5001,1	0,1	2,3	20,70	1192,2	0,838	1949,9
3	0,2	4,6	0,691	8748,8	0,2	4,6	18,40	980,59	0,689	1603,8
4	0,25	5,75	0,802	10154	0,2	7,5	15,50	740,02	0,520	1210,4
5	0,3	6,9	0,889	11256	0,3	6,9	16,10	787,39	0,554	1287,8
6	0,4	9,2	0,988	12509	0,4	9,2	13,80	612,59	0,431	1001,9
7	0,5	11,5	1	12661	0,5	11,5	11,50	456,19	0,321	746,14

NOSNÍK N 2

Moment od vlaku LM71 $M_{Lm71} = 7741$ kNm pro rozpětí $L_p = 23,00$
(ČSN 736203-Tab I.3)

Reakce od vlaku LM71 $Q_{Lm71} = 1422,19$ kN pro rozpětí $L_p = 23,00$
(ČSN 736203-Tab I.3)

klasifikační součinitel $\alpha = 1,21$

dynamický součinitel $\delta = 1,00$

mimořádné zatížení $\chi = 1,40$

Přetížení nosníku $p = 0,72$ viz příčný roznos

Moment od vlaku $\alpha \cdot \chi \cdot p \cdot M_{Lm71} = 9495,8$ kNm

Reakce od vlaku $\alpha \cdot \chi \cdot p \cdot Q_{Lm71} = 1744,6$ kN

M					Q					
	x/L	L	M _{px} /M	M _x	x/L	x	L _x =L-x	Q _{px}	Q _{px} /Q	Q _x
1	0	0	0	0	0	0	23,00	1422,2	1,000	1744,6
2	0,1	2,3	0,395	3750,8	0,1	2,3	20,70	1192,2	0,838	1462,4
3	0,2	4,6	0,691	6561,6	0,2	4,6	18,40	980,59	0,689	1202,9
4	0,25	5,75	0,802	7615,6	0,2	7,5	15,50	740,02	0,520	907,77
5	0,3	6,9	0,889	8441,8	0,3	6,9	16,10	787,39	0,554	965,88
6	0,4	9,2	0,988	9381,9	0,4	9,2	13,80	612,59	0,431	751,46
7	0,5	11,5	1	9495,8	0,5	11,5	11,50	456,19	0,321	559,61

5. Vnitřní síly

NOSNÍK N1

Řez				1-1 (podpora)			4-4 (1/4 rozpětí)		
Zatížení		ZS	$\gamma_G \cdot \gamma_Q$	N [kN]	V [kN]	M [kNm]	N [kN]	V [kN]	M [kNm]
Stálé	Vlastní tíha	ZS1	1,35		308,1	0,0		154,1	1328,7
	Ostatní stálé	ZS2	1,35		880,0	0,0		440,0	3795,1
	Zemní tlak	ZS3	1,35		0,0	0,0		0,0	0,0
	Smršťování	ZS4	1,35		0,0	0,0		0,0	0,0
Proměnné	Hlavní	LM71	ZS5	1,45	815,9	0,0		505,8	3561,7
		SW/2	ZS6	1,20	817,9	0,0		408,9	3527,1
		Z. tlak LM71	ZS7	1,45	0,0	0,0		0,0	0,0
		Z. tlak SW/2	ZS8	1,20	0,0	0,0		0,0	0,0
		Brzdné síly LM71	ZS9	1,45	0,0	0,0		0,0	0,0
		Brzdné síly SW/2	ZS10	1,45	0,0	0,0		0,0	0,0
		Odstřed. síly LM71	ZS11	1,45	301,8	0,0		187,1	1317,6
		Odstřed. síly SW/2	ZS12	1,20	237,3	0,0		118,7	1023,5
	Vedlejší	Boční ráz	ZS13	1,45	21,6	0,0		21,6	124,5
		Vítr	ZS16	1,50	112,3	0,0		56,1	484,2
		Oteplení kon.	ZS17	1,50	0,0	0,0		0,0	0,0
		Ochlazení kon.	ZS18	1,50	0,0	0,0		0,0	0,0
Mimořádné	Vykolejení - 1		ZS19	1,00	2326,1	0,0		1210,4	10154,2
	Vykolejení - 2		ZS20	1,00	0,0	0,0		0,0	0,0
Únava - LM71	LM71		--	1,00	674,3	0,0		418,0	2943,6
	Z. tlak LM71		--	1,00	0,0	0,0		0,0	0,0
	Brzdné síly LM71		--	1,00	0,0	0,0		0,0	0,0
	Odstřed. síly LM71		--	1,00	249,4	0,0		154,6	1088,9

Řez							7-7 (1/2 rozpětí)		
Zatížení		ZS	$\gamma_G \cdot \gamma_Q$	N [kN]	V [kN]	M [kNm]	N [kN]	V [kN]	M [kNm]
Stálé	Vlastní tíha	ZS1	1,35					0,0	1771,7
	Ostatní stálé	ZS2	1,35					0,0	5060,1
	Zemní tlak	ZS3	1,35					0,0	0,0
	Smršťování	ZS4	1,35					0,0	0,0
Proměnné	Hlavní	LM71	ZS5	1,45				261,7	4441,1
		SW/2	ZS6	1,20				0,0	4702,9
		Z. tlak LM71	ZS7	1,45				0,0	0,0
		Z. tlak SW/2	ZS8	1,20				0,0	0,0
		Brzdné síly LM71	ZS9	1,45			92,1	0,0	0,0
		Brzdné síly SW/2	ZS10	1,45			92,1	0,0	0,0
		Odstřed. síly LM71	ZS11	1,45			420,8	96,8	1642,9
		Odstřed. síly SW/2	ZS12	1,20			215,4	0,0	1364,6
	Vedlejší	Boční ráz	ZS13	1,45			239,9	0,0	248,9
		Vítr	ZS16	1,50			270,7	0,0	645,6
		Oteplení kon.	ZS17	1,50				0,0	0,0
		Ochlazení kon.	ZS18	1,50				0,0	0,0
Mimořádné	Vykolejení - 1		ZS19	1,00				746,1	12661,1
	Vykolejení - 2		ZS20	1,00				0,0	0,0
Únava - LM71	LM71		--	1,00				216,3	3670,3
	Z. tlak LM71		--	1,00				0,0	0,0
	Brzdné síly LM71		--	1,00				0,0	0,0
	Odstřed. síly LM71		--	1,00				80,0	1357,7

Pozn.: Znaménková konvence: +N=tah, -N=tlak, +M=vyvozuje tah v dolních vláknech průřezu.

Pozn.: Zatížení na únavu bez klasifikačního součinitele α .

NOSNÍK N2

Řez				1-1 (podpora)			4-4 (1/4 rozpětí)		
Zatížení		ZS	$\gamma_G \cdot \gamma_Q$	N [kN]	V [kN]	M [kNm]	N [kN]	V [kN]	M [kNm]
Stálé	Vlastní tíha	ZS1	1,35		240,4	0,0		120,2	1036,5
	Ostatní stálé	ZS2	1,35		400,4	0,0		200,2	1726,7
	Zemní tlak	ZS3	1,35		0,0	0,0		0,0	0,0
	Smršťování	ZS4	1,35		0,0	0,0		0,0	0,0
Proměnné	Hlavní	LM71	ZS5	1,45	904,9	0,0		561,0	3950,3
		SW/2	ZS6	1,20	907,1	0,0		453,6	3911,9
		Z. tlak LM71	ZS7	1,45	0,0	0,0		0,0	0,0
		Z. tlak SW/2	ZS8	1,20	0,0	0,0		0,0	0,0
		Brzdné síly LM71	ZS9	1,45	0,0	0,0		0,0	0,0
		Brzdné síly SW/2	ZS10	1,45	0,0	0,0		0,0	0,0
		Odstřed. síly LM71	ZS11	1,45	301,8	0,0		187,1	1317,6
		Odstřed. síly SW/2	ZS12	1,20	237,3	0,0		118,7	1023,5
	Vedlejší	Boční ráz	ZS13	1,45	21,6	0,0		21,6	124,5
		Vítr	ZS16	1,50	112,3	0,0		56,1	484,2
		Oteplení kon.	ZS17	1,50	0,0	0,0		0,0	0,0
		Ochlazení kon.	ZS18	1,50	0,0	0,0		0,0	0,0
Mimořádné	Vykolejení - 1		ZS19	1,00	1744,6	0,0		907,8	7615,6
	Vykolejení - 2		ZS20	1,00	0,0	0,0		0,0	0,0
Únava - LM71	LM71		--	1,00	747,9	0,0		463,6	3264,7
	Z. tlak LM71		--	1,00	0,0	0,0		0,0	0,0
	Brzdné síly LM71		--	1,00	0,0	0,0		0,0	0,0
	Odstřed. síly LM71		--	1,00	249,4	0,0		154,6	1088,9

Řez							7-7 (1/2 rozpětí)		
Zatížení		ZS	$\gamma_G \cdot \gamma_Q$	N [kN]	V [kN]	M [kNm]	N [kN]	V [kN]	M [kNm]
Stálé	Vlastní tíha	ZS1	1,35					0,0	1382,0
	Ostatní stálé	ZS2	1,35					0,0	2302,2
	Zemní tlak	ZS3	1,35					0,0	0,0
	Smršťování	ZS4	1,35					0,0	0,0
Proměnné	Hlavní	LM71	ZS5	1,45				290,3	4925,5
		SW/2	ZS6	1,20				0,0	5215,9
		Z. tlak LM71	ZS7	1,45				0,0	0,0
		Z. tlak SW/2	ZS8	1,20				0,0	0,0
		Brzdné síly LM71	ZS9	1,45			92,1	0,0	0,0
		Brzdné síly SW/2	ZS10	1,45			92,1	0,0	0,0
		Odstřed. síly LM71	ZS11	1,45			420,8	96,8	1642,9
		Odstřed. síly SW/2	ZS12	1,20			215,4	0,0	1364,6
	Vedlejší	Boční ráz	ZS13	1,45			239,9	0,0	248,9
		Vítr	ZS16	1,50			270,7	0,0	645,6
		Oteplení kon.	ZS17	1,50				0,0	0,0
		Ochlazení kon.	ZS18	1,50				0,0	0,0
Mimořádné	Vykolejení - 1		ZS19	1,00				559,6	9495,8
	Vykolejení - 2		ZS20	1,00				0,0	0,0
Únava - LM71	LM71		--	1,00				239,9	4070,7
	Z. tlak LM71		--	1,00				0,0	0,0
	Brzdné síly LM71		--	1,00				0,0	0,0
	Odstřed. síly LM71		--	1,00				80,0	1357,7

6. Kombinace zatížení

6.1 Součinitelé kombinací (EN 1990, změna A1, A2.2.6)

Zatížení		Zatěžovací stav	Sestava zatížení	Popis kombinace	Součinitelé komb.		
					ψ_0	ψ_1	ψ_2
Hlavní	Doprava	ZS5,ZS7,ZS9	gr11	LM71+max. podélné	0,8	0,8	0
		ZS5,ZS7,ZS11,ZS13	gr12	LM71+max. příčné	0,8	0,8	0
		ZS9,ZS10	gr13	Maximální podélné	0,8	0,8	0
		ZS11,ZS12,ZS13	gr14	Maximální příčné	0,8	0,8	0
		ZS6,ZS8,ZS10	gr16	SW/2+max.. podélné	0,8	0,8	0
		ZS6,ZS8,ZS12	gr17	SW/2+max. příčné	0,8	0,8	0
		ZS5,ZS7,ZS9	gr21	2 x LM71+max. podélné	0,8	0,7	0
		ZS10,ZS13,ZS11,ZS13	gr22	2 x LM71+max. příčné	0,8	0,7	0
		ZS9,ZS10	gr23	2 x brzděné a rozjezd. síly	0,8	0,7	0
		ZS11,ZS12,ZS13	gr24	2 x odst. síly, boční ráz	0,8	0,7	0
		ZS6,ZS8,ZS10	gr26	LM71+SW/2+max. podélné	0,8	0,7	0
		ZS6,ZS8,ZS12	gr27	LM71+SW/2+max. příčné	0,8	0,7	0
Vedlejší	Vítr	ZS16	F_{vk}	vítr	0,75	0,5	0
	Teplota	ZS17,ZS18	T_k	oteplení, ochlazení	0,6	0,6	0,5
	Sníh	-	$Q_{sn,k}$	sníh	0,8	0	0

Pozn.: Gr15 - nezatížený vlak neuvažován.

Součinitel pro stálé zatížení: $\xi = 0,85$

6.2 Sestavy zatížení (EN 1991-2, Tabulka 6.11)

Počet koleji	Sestava zatížení	ZS5	ZS6	ZS7	ZS8	ZS9	ZS10	ZS11	ZS12	ZS13	Popis kombinace
		LM71	SW/2	Z. tlak LM71	Z. tlak SW/2	Brzděné síly LM71	Brzděné síly SW/2	Odstřed. síly LM71	Odstřed. síly SW/2	Boční ráz	
1kolej	gr11	1		1		1		0,5		0,5	LM71+max podélné
	gr12	1		1		0,5		1		1	LM71+max příčné
	gr13	0,5		0,5		1		0,5		0,5	Maximální podélné
	gr14	0,5		0,5		0,5		1		1	Maximální příčné
	gr16	0	1		1		1		0,5	0,5	SW/2+max podélné
	gr17	0	1		1		0,5		1	1	SW/2+max příčné
2koleje	gr21	1		1		1		0,5		0,5	2 x LM71+max. podélné
		1		1		1		0,5		0,5	
	gr22	1		1		0,5		1		1	2 x LM71+max. příčné
		1		1		0,5		1		1	
	gr23	0,5		0,5		1		0,5		0,5	Maximální podélné
		0,5		0,5		1		0,5		0,5	
	gr24	0,5		0,5		0,5		1		1	Maximální příčné
		0,5		0,5		0,5		1		1	
	gr26	1		1		0,5		1		1	LM71+SW/2+max. podélné
			1		1		0,5		1	1	
	gr27	1		1		1		0,5		0,5	LM71+SW/2+max. příčné
			1		1		1		0,5	0,5	

Pozn.: Sestavy zatížení gr13 a gr14 odpovídají sestavám gr11 a gr12, ale dominantním zatížením jsou vodorovné síly. Na rámovou konstrukci nemůžou vyvodit větší účinek než sestavy gr11 a gr12, proto nebudou posuzovány jako samostatná kombinace.

Pozn.: 1 kolej na mostě, sestavy zatížení gr21 - gr27 neuvažovány.

6.3 Mezní stavy únosnosti

Základní kombinace (EN 1990, Změna A1, A2.3.1, Tabulka A2.4)

$$K_{6,10a} = \frac{\sum \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{0,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}}{\sum \gamma_{G,j} \cdot \text{stálá} + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{0,1} \cdot \text{hlavní proměnná} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot \text{vedlejší proměnná}}$$

$$K_{6,10b} = \frac{\sum \xi \cdot \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}}{\sum \xi \cdot \gamma_{G,j} \cdot \text{stálá} + \gamma_{Q,1} \cdot \text{hlavní proměnná} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot \text{vedlejší proměnná}}$$

$$K_{6,10} = \frac{\sum \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}}{\sum \gamma_{G,j} \cdot \text{stálá} + \gamma_{Q,1} \cdot \text{hlavní proměnná} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot \text{vedlejší proměnná}}$$

Zatížení		Stálé					Proměnné														
							Hlavní											Vedlejší			
Kombinace	Sestava zatížení	ξ	ZS1	ZS2	ZS3	ZS4	ψ ₀	ZS5	ZS6	ZS7	ZS8	ZS9	ZS10	ZS11	ZS12	ZS13	ψ ₀	ZS16	ψ ₀	ZS17	ZS18
		Souč. stálého zatížení	Vlastní tíha	Ostatní stálé	Zemní tlak	Smršťování	Souč. nahodilého zatížení	LM71	SW/2	Z. tlak LM71	Z. tlak SW/2	Brzdné síly LM71	Brzdné síly SW/2	Odstřed. síly LM71	Odstřed. síly SW/2	Boční ráz	Souč. nahodilého zatížení	Vítr	Souč. nahodilého zatížení	Oteplení kon.	Ochlazení kon.
Dyn. s. Φ ₃		✗	-	-	-	-	✗	1,20	1,20	-	-	-	-	-	-	-	✗	-	✗	-	-
S. mat. γ _G , γ _Q		✗	1,35	1,35	1,35	1,35	✗	1,45	1,20	1,45	1,20	1,45	1,45	1,45	1,20	1,45	✗	1,50	✗	1,50	1,50
K _{6,10a}	gr11	-	1	1	1	1	0,80	1	-	1	-	1	-	0,5	-	0,5	0,75	1	0,60	1	-
	gr11	-	1	1	1	1	0,80	1	-	1	-	1	-	0,5	-	0,5	0,75	1	0,60	-	1
	gr12	-	1	1	1	1	0,80	1	-	1	-	0,5	-	1	-	1	0,75	1	0,60	1	-
	gr12	-	1	1	1	1	0,80	1	-	1	-	0,5	-	1	-	1	0,75	1	0,60	-	1
	gr16	-	1	1	1	1	0,80	-	1	-	1	-	1	-	0,5	0,5	0,75	1	0,60	1	-
	gr16	-	1	1	1	1	0,80	-	1	-	1	-	1	-	0,5	0,5	0,75	1	0,60	-	1
	gr17	-	1	1	1	1	0,80	-	1	-	1	-	0,5	-	1	1	0,75	1	0,60	1	-
	gr17	-	1	1	1	1	0,80	-	1	-	1	-	0,5	-	1	1	0,75	1	0,60	-	1
K _{6,10b}	gr11	0,85	1	1	1	1	-	1	-	1	-	1	-	0,5	-	0,5	0,75	1	0,60	1	-
	gr11	0,85	1	1	1	1	-	1	-	1	-	1	-	0,5	-	0,5	0,75	1	0,60	-	1
	gr12	0,85	1	1	1	1	-	1	-	1	-	0,5	-	1	-	1	0,75	1	0,60	1	-
	gr12	0,85	1	1	1	1	-	1	-	1	-	0,5	-	1	-	1	0,75	1	0,60	-	1
	gr16	0,85	1	1	1	1	-	-	1	-	1	-	1	-	0,5	0,5	0,75	1	0,60	1	-
	gr16	0,85	1	1	1	1	-	-	1	-	1	-	1	-	0,5	0,5	0,75	1	0,60	-	1
	gr17	0,85	1	1	1	1	-	-	1	-	1	-	0,5	-	1	1	0,75	1	0,60	1	-
	gr17	0,85	1	1	1	1	-	-	1	-	1	-	0,5	-	1	1	0,75	1	0,60	-	1
S. mat. γ _G , γ _Q	✗	1,35 1			0,00	✗	1,5 1,3										✗	1,5 1,3	✗	1,5 1,3	
K _{6,10}	gr11	-	1	1	1	1	-	1	-	1	-	1	-	0,5	-	0,5	0,75	1	0,60	1	-
	gr11	-	1	1	1	1	-	1	-	1	-	1	-	0,5	-	0,5	0,75	1	0,60	-	1
	gr12	-	1	1	1	1	-	1	-	1	-	0,5	-	1	-	1	0,75	1	0,60	1	-
	gr12	-	1	1	1	1	-	1	-	1	-	0,5	-	1	-	1	0,75	1	0,60	-	1
	gr16	-	1	1	1	1	-	-	1	-	1	-	1	-	0,5	0,5	0,75	1	0,60	1	-
	gr16	-	1	1	1	1	-	-	1	-	1	-	1	-	0,5	0,5	0,75	1	0,60	-	1
	gr17	-	1	1	1	1	-	-	1	-	1	-	0,5	-	1	1	0,75	1	0,60	1	-
	gr17	-	1	1	1	1	-	-	1	-	1	-	0,5	-	1	1	0,75	1	0,60	-	1

Pozn.: Pro posouzení základové spáry uvažována kombinace 6.10 (soubor A1/A2).

Mimořádná kombinace (EN 1990, Změna A1, A2.3.2, Tabulka A2.5)

$$K_{\min} = \Sigma G_{k,i} + A_d + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \Sigma \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$K_{\min} = \Sigma \text{stálá} + \text{mimořádné} + \psi_{1,1} \cdot \text{hlavní proměnná} + \Sigma \psi_{2,i} \cdot \text{vedlejší proměnná}$$

Zatížení		Stálé		Proměnné																	
				Hlavní										Vedlejší							
Kombinace	Sestava zatížení	ξ	ZS1	ZS2	ZS3	ZS4	ψ_0	ZS5	ZS6	ZS7	ZS8	ZS9	ZS10	ZS11	ZS12	ZS13	ψ_0	ZS16	ψ_0	ZS17	ZS18
		Souč. stálého zatížení	Vlastní tíha	Ostatní stálé	Zemní tlak	Smršťování	Souč. nahodilého zatížení	LM71	SW/2	Z. tlak LM71	Z. tlak SW/2	Brzdné síly LM71	Brzdné síly SW/2	Odstřed. síly LM71	Odstřed. síly SW/2	Boční ráz	Souč. nahodilého zatížení	Vítr	Souč. nahodilého zatížení	Oteplení kon.	Ochlazení kon.
K _{min}	K _{min1}	-	1	1	1	1	-	1	-								0,50	1	0,50	1	-
	K _{min1}	-	1	1	1	1	-	1	-								0,50	1	0,50	-	1
	K _{min2}	-	1	1	1	1	-	-	1								0,50	1	0,50	1	-
	K _{min2}	-	1	1	1	1	-	-	1								0,50	1	0,50	-	1

Pozn.: U dvoukolejných mostů není uvažována kombinace vykojení a provozu na vedlejší koleji.

6.4 Mezní stavy použitelnosti

Kombinace (EN 1990, Změna A1, A2.4.1, Tabulka A2.6)

$$K_{\text{char}} = \Sigma G_{k,i} + Q_{k,1} + \Sigma \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$K_{\text{char}} = \Sigma \text{stálá} + \text{hlavní proměnná} + \Sigma \psi_{0,i} \cdot \text{vedlejší proměnná}$$

$$K_{\text{častá}} = \Sigma G_{k,i} + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \Sigma \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$K_{\text{častá}} = \Sigma \text{stálá} + \psi_{1,1} \cdot \text{hlavní proměnná} + \Sigma \psi_{2,i} \cdot \text{vedlejší proměnná}$$

$$K_{\text{kvaz}} = \Sigma G_{k,i} + \psi_{2,1} \cdot Q_{k,1} + \Sigma \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$K_{\text{kvaz}} = \Sigma \text{stálá} + \psi_{2,1} \cdot \text{hlavní proměnná} + \Sigma \psi_{2,i} \cdot \text{vedlejší proměnná}$$

Zatížení		Zatížení		Proměnné																	
				Hlavní										Vedlejší							
Kombinace	Sestava zatížení	ξ	ZS1	ZS2	ZS3	ZS4	ψ_0	ZS5	ZS6	ZS7	ZS8	ZS9	ZS10	ZS11	ZS12	ZS13	ψ_0	ZS16	ψ_0	ZS17	ZS18
		Souč. stálého zatížení	Vlastní tíha	Ostatní stálé	Zemní tlak	Smršťování	Souč. nahodilého zatížení	LM71	SW/2	Z. tlak LM71	Z. tlak SW/2	Brzdné síly LM71	Brzdné síly SW/2	Odstřed. síly LM71	Odstřed. síly SW/2	Boční ráz	Souč. nahodilého zatížení	Vítr	Souč. nahodilého zatížení	Oteplení kon.	Ochlazení kon.
K _{charakteristická}	Dyn. s. Φ_2	\times	-	-	-	-	\times	1,13	1,13	-	-	-	-	-	-	-	\times	-	\times	-	-
	gr11	-	1	1	1	1	-	1	-	1	-	1	-	0,5	-	0,5	0,75	1	0,60	1	-
	gr11	-	1	1	1	1	-	1	-	1	-	1	-	0,5	-	0,5	0,75	1	0,60	-	1
	gr12	-	1	1	1	1	-	1	-	1	-	0,5	-	1	-	1	0,75	1	0,60	1	-
	gr12	-	1	1	1	1	-	1	-	1	-	0,5	-	1	-	1	0,75	1	0,60	-	1
	gr16	-	1	1	1	1	-	-	1	-	1	-	1	-	0,5	0,5	0,75	1	0,60	1	-
	gr16	-	1	1	1	1	-	-	1	-	1	-	1	-	0,5	0,5	0,75	1	0,60	-	1
	gr17	-	1	1	1	1	-	-	1	-	1	-	0,5	-	1	1	0,75	1	0,60	1	-
	gr17	-	1	1	1	1	-	-	1	-	1	-	0,5	-	1	1	0,75	1	0,60	-	1

Zatížení		Zatížení				Proměnné															
						Hlavní										Vedlejší					
Kombinace	Sestava zatížení	ξ	ZS1	ZS2	ZS3	ZS4	ψ ₀	ZS5	ZS6	ZS7	ZS8	ZS9	ZS10	ZS11	ZS12	ZS13	ψ ₀	ZS16	ψ ₀	ZS17	ZS18
		Souč. stálého zatížení	Vlastní tíha	Ostatní stálé	Zemní tlak	Smršťování	Souč. nahodilého zatížení	LM71	SW/2	Z. tlak LM71	Z. tlak SW/2	Brzdné síly LM71	Brzdné síly SW/2	Odstřed. síly LM71	Odstřed. síly SW/2	Boční ráz	Souč. nahodilého zatížení	Vitr	Souč. nahodilého zatížení	Oteplení kon.	Ochlazení kon.
Dyn. s. Φ ₂		✗	-	-	-	-	✗	1,13	1,13	-	-	-	-	-	-	-	✗	-	✗	-	-
K _{častá}	gr11	-	1	1	1	1	0,80	1	-	1	-	1	-	0,5	-	0,5	0,00	1	0,50	1	-
	gr11	-	1	1	1	1	0,80	1	-	1	-	1	-	0,5	-	0,5	0,00	1	0,50	-	1
	gr12	-	1	1	1	1	0,80	1	-	1	-	0,5	-	1	-	1	0,00	1	0,50	1	-
	gr12	-	1	1	1	1	0,80	1	-	1	-	0,5	-	1	-	1	0,00	1	0,50	-	1
	gr16	-	1	1	1	1	0,80	-	1	-	1	-	1	-	0,5	0,5	0,00	1	0,50	1	-
	gr16	-	1	1	1	1	0,80	-	1	-	1	-	1	-	0,5	0,5	0,00	1	0,50	-	1
	gr17	-	1	1	1	1	0,80	-	1	-	1	-	0,5	-	1	1	0,00	1	0,50	1	-
	gr17	-	1	1	1	1	0,80	-	1	-	1	-	0,5	-	1	1	0,00	1	0,50	-	1
Kom. Šest. zatíže	ξ	0	0	0	0	ψ ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ψ ₂	0	ψ ₂	0	0	
Dyn. s. Φ ₂		✗	-	-	-	-	✗	1,13	1,13	-	-	-	-	-	-	-	✗	-	✗	-	-
K _{kvazistálá}	gr11	-	1	1	1	1	0,00	1	-	1	-	1	-	0,5	-	0,5	0,00	1	0,50	1	-
	gr11	-	1	1	1	1	0,00	1	-	1	-	1	-	0,5	-	0,5	0,00	1	0,50	-	1
	gr12	-	1	1	1	1	0,00	1	-	1	-	0,5	-	1	-	1	0,00	1	0,50	1	-
	gr12	-	1	1	1	1	0,00	1	-	1	-	0,5	-	1	-	1	0,00	1	0,50	-	1
	gr16	-	1	1	1	1	0,00	-	1	-	1	-	1	-	0,5	0,5	0,00	1	0,50	1	-
	gr16	-	1	1	1	1	0,00	-	1	-	1	-	1	-	0,5	0,5	0,00	1	0,50	-	1
	gr17	-	1	1	1	1	0,00	-	1	-	1	-	0,5	-	1	1	0,00	1	0,50	1	-
	gr17	-	1	1	1	1	0,00	-	1	-	1	-	0,5	-	1	1	0,00	1	0,50	-	1
	bez t.	-	1	1	1	1	0,00	-	1	-	1	-	0,5	-	1	1	0,00	1	0,50	-	1

Pozn.: Pro posouzení na únavu uvažována kvazistálá kombinace bez vlivu teploty (ČSN EN 1992-2, NN.3.2).

Kombinace na únavu (EN 1992-1-1, 6.8.3)

$$K_{\text{únava}} = \Sigma G_{k,i} + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \Sigma \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} + Q_{\text{fat}}$$

$$K_{\text{únava}} = \Sigma \text{stálá} + \psi_{1,1} \cdot \text{hlavní necyklická proměnná} + \Sigma \psi_{2,i} \cdot \text{vedlejší proměnná} + \text{cyklické zatížení}$$

Zatížení		Zatížení				Proměnné												
						Hlavní								Vedlejší				
						ψ_0								ψ_0	ZS16	ψ_0	ZS17	ZS18
Kombinace	Sestava zatížení	ξ	ZS1	ZS2	ZS3	ZS4	Souč. nahodilého zatížení	LM71	Z. tlak LM71	Brzdné síly LM71	Odstřed. síly LM71			Souč. nahodilého zatížení	Vitr	Souč. nahodilého zatížení	Oteplení kon.	Ochlazení kon.
		Souč. stálého zatížení	Vlastní tíha	Ostatní stálé	Zemní tlak	Smršťování												
Dyn. s. Φ_2		<input checked="" type="checkbox"/>	-	-	-	-	<input checked="" type="checkbox"/>	1,13	1,00	-	-			<input checked="" type="checkbox"/>	-	<input checked="" type="checkbox"/>	-	-
K _{únava}	-	-	1	1	1	1	-	1	1	1	1			0,00	1	0,50	1	-
	-	-	1	1	1	1	-	1	1	1	1			0,00	1	0,50	-	1

Pozn.: Další proměnná zatížení od větru a teploty neuvažována (ČSN EN 1992-2, NN.3.2).

7. Kombinace vnitřních sil

NOSNÍK N1

Řez				1-1 (podpora)			4-4 (1/4 rozpětí)		
Kombinace	Sestava	zatižení		N [kN]	V [kN]	M [kNm]	N [kN]	V [kN]	M [kNm]
MS únosnosti	Základní kombinace (EN 1990, Změna A1, A2.3.1, Tabulka A2.4; 6.10a)	gr11	LM71	0,0	3053,7	0,0	0,0	1690,3	13256,2
		gr11	LM71	0,0	3053,7	0,0	0,0	1690,3	13256,2
		gr12	LM71	0,0	3241,3	0,0	0,0	1811,4	14092,6
		gr12	LM71	0,0	3241,3	0,0	0,0	1811,4	14092,6
		gr16	SW/2	0,0	2799,0	0,0	0,0	1405,8	12088,6
		gr16	SW/2	0,0	2799,0	0,0	0,0	1405,8	12088,6
		gr17	SW/2	0,0	2925,4	0,0	0,0	1475,3	12652,1
		gr17	SW/2	0,0	2925,4	0,0	0,0	1475,3	12652,1
	Základní kombinace (EN 1990, Změna A1, A2.3.1, Tabulka A2.4; 6.10b)	gr11	LM71	0,0	3143,9	0,0	0,0	1776,3	13667,2
		gr11	LM71	0,0	3143,9	0,0	0,0	1776,3	13667,2
		gr12	LM71	0,0	3378,4	0,0	0,0	1927,7	14712,7
		gr12	LM71	0,0	3378,4	0,0	0,0	1927,7	14712,7
		gr16	SW/2	0,0	2825,5	0,0	0,0	1420,6	12207,7
		gr16	SW/2	0,0	2825,5	0,0	0,0	1420,6	12207,7
		gr17	SW/2	0,0	2983,6	0,0	0,0	1507,5	12912,0
		gr17	SW/2	0,0	2983,6	0,0	0,0	1507,5	12912,0
	MS únosnosti	Stálé		0,0	1604,0	0,0	0,0	802,0	6917,2
		ξ-Stálé		0,0	1363,4	0,0	0,0	681,7	5879,6
		Vedlejší (vitr+otep.)		0,0	126,3	0,0	0,0	63,2	544,7
		Vedlejší (vitr+ochl.)		0,0	126,3	0,0	0,0	63,2	544,7
	Mimořádná kombinace (EN 1990, Změna A1, A2.3.2, Tabulka A2.5)	K _{mim1}	Vyk.-1	0,0	3514,3	0,0	0,0	1804,4	15278,0
		K _{mim1}	Vyk.-1	0,0	3514,3	0,0	0,0	1804,4	15278,0
		K _{mim2}	Vyk.-2	0,0	1188,1	0,0	0,0	594,1	5123,8
		K _{mim2}	Vyk.-2	0,0	1188,1	0,0	0,0	594,1	5123,8
MS Použitelnosti	Charakteristická kombinace (EN 1990, Změna A1, A2.4.1, Tabulka A2.6)	gr11	LM71	0,0	2358,8	0,0	0,0	1313,8	10244,6
		gr11	LM71	0,0	2358,8	0,0	0,0	1313,8	10244,6
		gr12	LM71	0,0	2520,5	0,0	0,0	1418,2	10965,6
		gr12	LM71	0,0	2520,5	0,0	0,0	1418,2	10965,6
		gr16	SW/2	0,0	2328,8	0,0	0,0	1169,8	10058,4
		gr16	SW/2	0,0	2328,8	0,0	0,0	1169,8	10058,4
		gr17	SW/2	0,0	2458,3	0,0	0,0	1239,9	10632,3
		gr17	SW/2	0,0	2458,3	0,0	0,0	1239,9	10632,3
	Častá kombinace (EN 1990, Změna A1, A2.4.1, Tabulka A2.6)	gr11	LM71	0,0	2057,3	0,0	0,0	1136,2	8930,0
		gr11	LM71	0,0	2057,3	0,0	0,0	1136,2	8930,0
		gr12	LM71	0,0	2099,7	0,0	0,0	1165,7	9126,9
		gr12	LM71	0,0	2099,7	0,0	0,0	1165,7	9126,9
		gr16	SW/2	0,0	2033,3	0,0	0,0	1021,0	8780,9
		gr16	SW/2	0,0	2033,3	0,0	0,0	1021,0	8780,9
		gr17	SW/2	0,0	2136,9	0,0	0,0	1077,1	9240,1
		gr17	SW/2	0,0	2136,9	0,0	0,0	1077,1	9240,1
	Kvazistálá kombinace (EN 1990, A1, Tab. A2.6)	-	Otep.	0,0	1188,1	0,0	0,0	594,1	5123,8
		-	Ochlaz.	0,0	1188,1	0,0	0,0	594,1	5123,8
		-	bez tepl.	0,0	1188,1	0,0	0,0	594,1	5123,8
	MS Použitelnosti	Stálé		0,0	1188,1	0,0	0,0	594,1	5123,8
		Vedlejší (vitr+otep.)		0,0	84,2	0,0	0,0	42,1	363,1
		Vedlejší (vitr+ochl.)		0,0	84,2	0,0	0,0	42,1	363,1
	Kombinace na únavu (EN 1992-1-1, 6.8.3)	-	Otep.	0,0	2201,8	0,0	0,0	1222,5	9548,8
		-	Ochlaz.	0,0	2201,8	0,0	0,0	1222,5	9548,8
		-	bez tepl.	0,0	2201,8	0,0	0,0	1222,5	9548,8

Řez							7-7 (1/2 rozpětí)		
Kombinace		Sestava	zatížení	N [kN]	V [kN]	M[kNm]	N [kN]	V [kN]	M[kNm]
MS únosnosti	Základní kombinace (EN 1990, Změna A1, A2.3.1, Tabulka A2.4; 6.10a)	gr11	LM71	0,0	0,0	0,0	794,6	420,5	17228,4
		gr11	LM71	0,0	0,0	0,0	794,6	420,5	17228,4
		gr12	LM71	0,0	0,0	0,0	1124,4	476,6	18325,6
		gr12	LM71	0,0	0,0	0,0	1124,4	476,6	18325,6
		gr16	SW/2	0,0	0,0	0,0	654,0	0,0	16166,3
		gr16	SW/2	0,0	0,0	0,0	654,0	0,0	16166,3
		gr17	SW/2	0,0	0,0	0,0	843,1	0,0	16965,6
		gr17	SW/2	0,0	0,0	0,0	843,1	0,0	16965,6
	Základní kombinace (EN 1990, Změna A1, A2.3.1, Tabulka A2.4; 6.10b)	gr11	LM71	0,0	0,0	0,0	917,1	525,6	17664,7
		gr11	LM71	0,0	0,0	0,0	917,1	525,6	17664,7
		gr12	LM71	0,0	0,0	0,0	1329,4	595,8	19036,3
		gr12	LM71	0,0	0,0	0,0	1329,4	595,8	19036,3
		gr16	SW/2	0,0	0,0	0,0	741,3	0,0	16337,1
		gr16	SW/2	0,0	0,0	0,0	741,3	0,0	16337,1
		gr17	SW/2	0,0	0,0	0,0	977,7	0,0	17336,3
		gr17	SW/2	0,0	0,0	0,0	977,7	0,0	17336,3
	MS únosnosti	Stálé		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9222,9
		ξ-Stálé		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7839,5
		Vedlejší (vítr+otep.)		0,0	0,0	0,0	304,5	0,0	726,3
		Vedlejší (vítr+ochl.)		0,0	0,0	0,0	304,5	0,0	726,3
	Mimořádná kombinace (EN 1990, Změna A1, A2.3.2, Tabulka A2.5)	K _{mim1}	Vyk.-1	0,0	0,0	0,0	0,0	746,1	19492,9
		K _{mim1}	Vyk.-1	0,0	0,0	0,0	0,0	746,1	19492,9
		K _{mim2}	Vyk.-2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6831,8
		K _{mim2}	Vyk.-2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6831,8
MS Použitelnosti	Charakteristická kombinace (EN 1990, Změna A1, A2.4.1, Tabulka A2.6)	gr11	LM71	0,0	0,0	0,0	625,5	345,0	13295,1
		gr11	LM71	0,0	0,0	0,0	625,5	345,0	13295,1
		gr12	LM71	0,0	0,0	0,0	909,8	393,4	14241,0
		gr12	LM71	0,0	0,0	0,0	909,8	393,4	14241,0
		gr16	SW/2	0,0	0,0	0,0	522,8	0,0	13452,6
		gr16	SW/2	0,0	0,0	0,0	522,8	0,0	13452,6
		gr17	SW/2	0,0	0,0	0,0	704,4	0,0	14259,4
		gr17	SW/2	0,0	0,0	0,0	704,4	0,0	14259,4
	Častá kombinace (EN 1990, Změna A1, A2.4.1, Tabulka A2.6)	gr11	LM71	0,0	0,0	0,0	338,0	276,0	11141,4
		gr11	LM71	0,0	0,0	0,0	338,0	276,0	11141,4
		gr12	LM71	0,0	0,0	0,0	565,4	314,7	12371,8
		gr12	LM71	0,0	0,0	0,0	565,4	314,7	12371,8
		gr16	SW/2	0,0	0,0	0,0	255,8	0,0	11741,1
		gr16	SW/2	0,0	0,0	0,0	255,8	0,0	11741,1
		gr17	SW/2	0,0	0,0	0,0	401,1	0,0	11884,9
		gr17	SW/2	0,0	0,0	0,0	401,1	0,0	11884,9
	Kvazistálá kombinace (EN 1990, A1, Tab. A2.6)	-	Otep.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6831,8
		-	Ochlaz.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6831,8
		-	bez tepl.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6831,8
	MS Použitelnosti	Stálé		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6831,8
		Vedlejší (vítr+otep.)		0,0	0,0	0,0	203,0	0,0	484,2
		Vedlejší (vítr+ochl.)		0,0	0,0	0,0	203,0	0,0	484,2
	Kombinace na únavu (EN 1992-1-1, 6.8.3)	-	Otep.	0,0	0,0	0,0	0,0	325,2	12349,2
		-	Ochlaz.	0,0	0,0	0,0	0,0	325,2	12349,2
-		bez tepl.	0,0	0,0	0,0	0,0	325,2	12349,2	

NOSNÍK N2

Řez			1-1(podpora)			4-4(1/4 rozpětí)			
Kombinace		Sestava	zatížení	N [kN]	V [kN]	M[kNm]	N [kN]	V [kN]	M[kNm]
MS únosnosti	Základní kombinace (EN 1990, Změna A1, A2.3.1, Tabulka A2.4; 6.10a)	gr11	LM71	0,0	2438,6	0,0	0,0	1397,7	10610,2
		gr11	LM71	0,0	2438,6	0,0	0,0	1397,7	10610,2
		gr12	LM71	0,0	2626,2	0,0	0,0	1518,7	11446,5
		gr12	LM71	0,0	2626,2	0,0	0,0	1518,7	11446,5
		gr16	SW/2	0,0	2162,8	0,0	0,0	1087,7	9345,0
		gr16	SW/2	0,0	2162,8	0,0	0,0	1087,7	9345,0
		gr17	SW/2	0,0	2289,2	0,0	0,0	1157,2	9908,4
		gr17	SW/2	0,0	2289,2	0,0	0,0	1157,2	9908,4
	Základní kombinace (EN 1990, Změna A1, A2.3.1, Tabulka A2.4; 6.10b)	gr11	LM71	0,0	2670,6	0,0	0,0	1558,3	11634,4
		gr11	LM71	0,0	2670,6	0,0	0,0	1558,3	11634,4
		gr12	LM71	0,0	2905,2	0,0	0,0	1709,6	12679,9
		gr12	LM71	0,0	2905,2	0,0	0,0	1709,6	12679,9
		gr16	SW/2	0,0	2325,9	0,0	0,0	1170,8	10052,9
		gr16	SW/2	0,0	2325,9	0,0	0,0	1170,8	10052,9
		gr17	SW/2	0,0	2484,0	0,0	0,0	1257,7	10757,2
		gr17	SW/2	0,0	2484,0	0,0	0,0	1257,7	10757,2
	MS únosnosti	Stálé		0,0	865,0	0,0	0,0	432,5	3730,3
		ξ-Stálé		0,0	735,2	0,0	0,0	367,6	3170,8
		Vedlejší (vítr+otep.)		0,0	126,3	0,0	0,0	63,2	544,7
		Vedlejší (vítr+ochl.)		0,0	126,3	0,0	0,0	63,2	544,7
	Mimořádná kombinace (EN 1990, Změna A1, A2.3.2, Tabulka A2.5)	K _{mim1}	Vyk.-1	0,0	2385,3	0,0	0,0	1228,1	10378,8
		K _{mim1}	Vyk.-1	0,0	2385,3	0,0	0,0	1228,1	10378,8
		K _{mim2}	Vyk.-2	0,0	640,7	0,0	0,0	320,4	2763,2
		K _{mim2}	Vyk.-2	0,0	640,7	0,0	0,0	320,4	2763,2
MS Použitelnosti	Charakteristická kombinace (EN 1990, Změna A1, A2.4.1, Tabulka A2.6)	gr11	LM71	0,0	1912,3	0,0	0,0	1102,7	8324,3
		gr11	LM71	0,0	1912,3	0,0	0,0	1102,7	8324,3
		gr12	LM71	0,0	2074,0	0,0	0,0	1207,1	9045,3
		gr12	LM71	0,0	2074,0	0,0	0,0	1207,1	9045,3
		gr16	SW/2	0,0	1882,5	0,0	0,0	946,7	8133,8
		gr16	SW/2	0,0	1882,5	0,0	0,0	946,7	8133,8
		gr17	SW/2	0,0	2012,0	0,0	0,0	1016,8	8707,7
		gr17	SW/2	0,0	2012,0	0,0	0,0	1016,8	8707,7
	Častá kombinace (EN 1990, Změna A1, A2.4.1, Tabulka A2.6)	gr11	LM71	0,0	1590,6	0,0	0,0	912,5	6921,6
		gr11	LM71	0,0	1590,6	0,0	0,0	912,5	6921,6
		gr12	LM71	0,0	1720,0	0,0	0,0	996,0	7498,4
		gr12	LM71	0,0	1720,0	0,0	0,0	996,0	7498,4
		gr16	SW/2	0,0	1566,8	0,0	0,0	787,7	6769,1
		gr16	SW/2	0,0	1566,8	0,0	0,0	787,7	6769,1
		gr17	SW/2	0,0	1670,4	0,0	0,0	843,8	7228,3
		gr17	SW/2	0,0	1670,4	0,0	0,0	843,8	7228,3
	Kvazistálá kombinace (EN 1990, A1, Tab. A2.6)	-	Otep.	0,0	640,7	0,0	0,0	320,4	2763,2
		-	Ochlaz.	0,0	640,7	0,0	0,0	320,4	2763,2
		-	bez tepl.	0,0	640,7	0,0	0,0	320,4	2763,2
	MS Použitelnosti	Stálé		0,0	640,7	0,0	0,0	320,4	2763,2
		Vedlejší (vítr+otep.)		0,0	84,2	0,0	0,0	42,1	363,1
		Vedlejší (vítr+ochl.)		0,0	84,2	0,0	0,0	42,1	363,1
	Kombinace na únavu (EN 1992-1-1, 6.8.3)	-	Otep.	0,0	1737,8	0,0	0,0	1000,5	7552,1
		-	Ochlaz.	0,0	1737,8	0,0	0,0	1000,5	7552,1
-		bez tepl.	0,0	1737,8	0,0	0,0	1000,5	7552,1	

Řez						7-7 (1/2 rozpětí)				
Kombinace		Sestava	zatížení	N [kN]	V [kN]	M[kNm]	N [kN]	V [kN]	M[kNm]	
MS únosnosti	Základní kombinace (EN 1990, Změna A1, A2.3.1, Tabulka A2.4; 6.10a)	gr11	LM71	0,0	0,0	0,0	794,6	460,2	13653,6	
		gr11	LM71	0,0	0,0	0,0	794,6	460,2	13653,6	
		gr12	LM71	0,0	0,0	0,0	1124,4	516,4	14750,8	
		gr12	LM71	0,0	0,0	0,0	1124,4	516,4	14750,8	
		gr16	SW/2	0,0	0,0	0,0	654,0	0,0	12508,1	
		gr16	SW/2	0,0	0,0	0,0	654,0	0,0	12508,1	
		gr17	SW/2	0,0	0,0	0,0	843,1	0,0	13307,5	
		gr17	SW/2	0,0	0,0	0,0	843,1	0,0	13307,5	
	Základní kombinace (EN 1990, Změna A1, A2.3.1, Tabulka A2.4; 6.10b)	gr11	LM71	0,0	0,0	0,0	917,1	575,3	14895,9	
		gr11	LM71	0,0	0,0	0,0	917,1	575,3	14895,9	
		gr12	LM71	0,0	0,0	0,0	1329,4	645,5	16267,4	
		gr12	LM71	0,0	0,0	0,0	1329,4	645,5	16267,4	
		gr16	SW/2	0,0	0,0	0,0	741,3	0,0	13464,0	
		gr16	SW/2	0,0	0,0	0,0	741,3	0,0	13464,0	
		gr17	SW/2	0,0	0,0	0,0	977,7	0,0	14463,3	
		gr17	SW/2	0,0	0,0	0,0	977,7	0,0	14463,3	
	MS únosnosti	Stálé		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4973,7	
		ξ·Stálé		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4227,7	
		Vedlejší (vítr+otep.)		0,0	0,0	0,0	304,5	0,0	726,3	
		Vedlejší (vítr+ochl.)		0,0	0,0	0,0	304,5	0,0	726,3	
	Mimořádná kombinace (EN 1990, Změna A1, A2.3.2, Tabulka A2.5)	K _{mim1}	Vyk.-1	0,0	0,0	0,0	0,0	559,6	13180,1	
		K _{mim1}	Vyk.-1	0,0	0,0	0,0	0,0	559,6	13180,1	
		K _{mim2}	Vyk.-2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3684,2	
		K _{mim2}	Vyk.-2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3684,2	
	MS Použitelnosti	Charakteristická kombinace (EN 1990, Změna A1, A2.4.1, Tabulka A2.6)	gr11	LM71	0,0	0,0	0,0	625,5	48,4	5114,3
			gr11	LM71	0,0	0,0	0,0	625,5	48,4	5114,3
			gr12	LM71	0,0	0,0	0,0	909,8	96,8	6060,2
			gr12	LM71	0,0	0,0	0,0	909,8	96,8	6060,2
gr16			SW/2	0,0	0,0	0,0	522,8	0,0	4975,2	
gr16			SW/2	0,0	0,0	0,0	522,8	0,0	4975,2	
gr17			SW/2	0,0	0,0	0,0	704,4	0,0	5782,0	
gr17			SW/2	0,0	0,0	0,0	704,4	0,0	5782,0	
Častá kombinace (EN 1990, Změna A1, A2.4.1, Tabulka A2.6)		gr11	LM71	0,0	0,0	0,0	338,0	38,7	4441,0	
		gr11	LM71	0,0	0,0	0,0	338,0	38,7	4441,0	
		gr12	LM71	0,0	0,0	0,0	565,4	77,5	5197,7	
		gr12	LM71	0,0	0,0	0,0	565,4	77,5	5197,7	
		gr16	SW/2	0,0	0,0	0,0	255,8	0,0	4329,7	
		gr16	SW/2	0,0	0,0	0,0	255,8	0,0	4329,7	
		gr17	SW/2	0,0	0,0	0,0	401,1	0,0	4975,1	
		gr17	SW/2	0,0	0,0	0,0	401,1	0,0	4975,1	
Kvazistálá kombinace (EN 1990, A1, Tab. A2.6)		-	Otep.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3684,2	
		-	Ochlaz.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3684,2	
		-	bez tepl.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3684,2	
MS Použitelnosti		Stálé		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3684,2	
		Vedlejší (vítr+otep.)		0,0	0,0	0,0	203,0	0,0	484,2	
		Vedlejší (vítr+ochl.)		0,0	0,0	0,0	203,0	0,0	484,2	
Kombinace na únavu (EN 1992-1-1, 6.8.3)		-	Otep.	0,0	0,0	0,0	0,0	351,9	9655,4	
		-	Ochlaz.	0,0	0,0	0,0	0,0	351,9	9655,4	
		-	bez tepl.	0,0	0,0	0,0	0,0	351,9	9655,4	

8. Posouzení průřezu MSU

8.1. Nosník N1

Vzdálenost nosníků : 2,90 m

Rozpětí nosníků L : 23,00 m

Spolupůsobící šířka podle teorie plasticity

rozpětí pole L = 23,00 m

osová vzdálenost 2,90 m

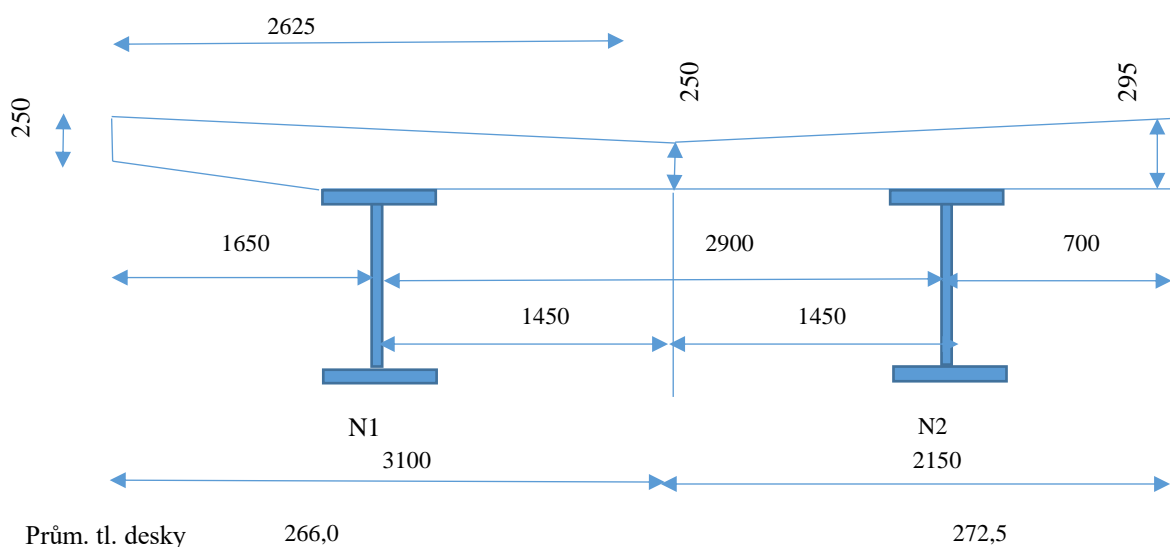
bef1 = L/8 2,88 m

bef = 2*bei = 5,75 m

bef1 = 2,88 > 1,65 m

bef2 = 2,88 > 1,45 m

pro plastický výpočet nebude redukovaná spolupůsobící šířka desky



OCELOVÝ NOSNÍK

OCEL S 355

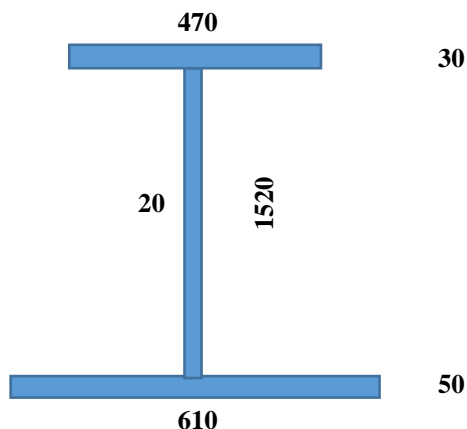
bh = 0,470 m
 hh = 0,030 m
 ts = 0,020 m
 hs = 1,520 m
 bd = 0,610 m
 hd = 0,050 m
 eh,0 = 1,585 m
 es,0 = 0,810 m
 ed,0 = 0,025 m
hn = 1,600 m

Plochy :

Ah = 0,01410 m²
 As = 0,03040 m²
 Ad = 0,03050 m²
A = 0,0750 m²

Statický moment + těžiště

Sy = 0,047735 m³
 td = Sy/A = 0,636 m
 th = h - td = 0,964 m



Průřezové moduly

Wyh = -3,2034E-02 m³

Wyd = 4,8495E-02 m⁴

Momenty setrvačnosti

Iy = 3,0866E-02 m⁴

Iz = 1,2063E-03 m⁴

ŘEZ 7 V 1/2 ROZPĚTÍ

SPŘAŽENÝ NOSNÍK

BETON C35/45

$f_{cd} = 19,83 \text{ MPa}$ (vč. součinitele 0,85)

OCEL S 355,00

$f_{yd} = 335,00 \text{ MPa}$

$b_{eff} = 3,100$

$h_{eff} = 0,266$

$b_h = 0,470 \text{ m}$

$h_h = 0,030 \text{ m}$

$t_s = 0,020 \text{ m}$

$h_s = 1,520 \text{ m}$

$b_d = 0,610 \text{ m}$

$h_d = 0,050 \text{ m}$

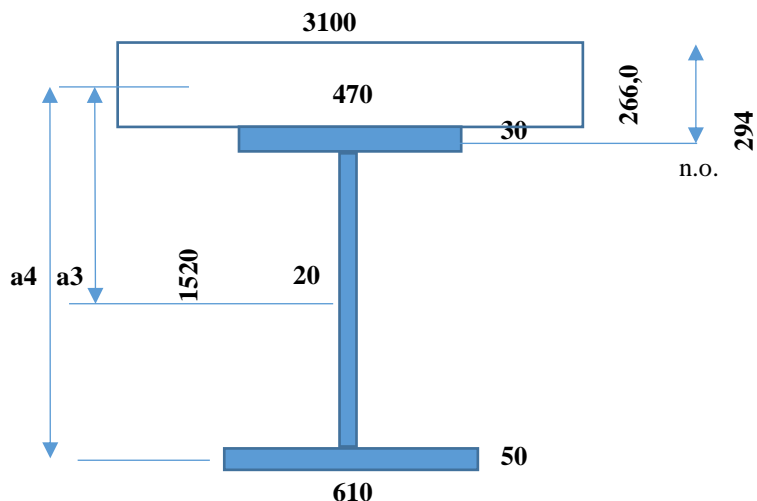
$e_{h,0} = 1,585 \text{ m}$

$e_{s,0} = 0,810 \text{ m}$

$e_{d,0} = 0,025 \text{ m}$

$h_n = 1,600 \text{ m}$

$H = 1,866 \text{ m}$



Plochy :

$A_h = 0,01410 \text{ m}^2$

$A_s = 0,03040 \text{ m}^2$

$A_d = 0,03050 \text{ m}^2$

$A_a = 0,07500 \text{ m}^2$

$A_{beff} = 0,82460 \text{ m}^2$

$x_{pl} = (A_a \cdot f_{yd}) / (b_{eff} \cdot f_{cd}) = (0,07500 \cdot 335,00) / (3,10000 \cdot 19,83) = 0,4086 \text{ m}$

$x_{pl} = 0,4086 \text{ m} > h_{eff} = 0,266 \text{ n.o. prochází nosníkem !!!}$

$N_c + N_{a1} = 20739,78 \text{ kN} > N_{a2} + N_{a3} + N_{a4} = 20739,78 \text{ kN n.o. prochází pásnicí !}$

$x_{pl} = (A_a \cdot f_{yd} - A_c \cdot f_{cd}) / (2 \cdot b_h \cdot f_{yd}) = (0,075 \cdot 335 - 0,825 \cdot 19,83) / (2 \cdot 0,47 \cdot 335) = 0,0279 \text{ m}$

STANOVENÍ VLIVU BOULENÍ

ϵ (ocel S 355) = 0,8136

Horní pásnice - tlak

$c = (b_h - t_s) / 2 = 0,225 \text{ m}$ $33\epsilon = 26,85$

$c/t = 7,50$ $38\epsilon = 30,92$

PRŮŘEZ tř. 1 - NEBOULÍ $42\epsilon = 34,17$

Stojina - ohyb

$c = h_s = 1,520 \text{ m}$ $36 \cdot \epsilon / \alpha = \text{#####}$

$c/t = 76,00$ $41,5 \cdot \epsilon / \alpha = \text{#####}$

$w_1 = t_d - h_d = 1,520 \text{ m} \#$ $= \text{#####}$

$w_2 = t_h - h_h = 0,000 \text{ m}$

$\alpha = w_2 / c = 0,000$

$\psi = -w_1 / w_2 = \text{#####}$

#

STOJINA V TAHU - NEBOULÍ

Stojina - smyk

$c = h_s = 1,520 \text{ m}$ $\eta = 1,20$

$c/t = 76,00 > 72\epsilon / \eta = 48,82$

BOULENÍ PRŮŘEZU !

Únosnost průřezu v ohybu :

$$\begin{aligned}
 N_c &= f_{cd} * b_{eff} * h_{eff} = 19833 * 3,10 * 0,266 = 16354,57 \text{ kN} \\
 N_{a1} &= f_{yd} * b_h * h_{h1} = 335000 * 0,47 * 0,028 = 4385,22 \text{ kN} \\
 N_{a2} &= f_{yd} * b_h * h_{h2} = 335000 * 0,47 * 0,002 = 338,28 \text{ kN} \\
 N_{a3} &= f_{yd} * t_s * h_s = 335000 * 0,02 * 1,520 = 10184,00 \text{ kN} \\
 N_{a4} &= f_{yd} * b_d * h_d = 335000 * 0,61 * 0,050 = 10217,50 \text{ kN} \\
 a_1 &= 0,5 * h_{eff} + 0,5 * h_{h1} = 0,133 + 0,014 = 0,147 \text{ m} \\
 a_2 &= a_1 + 0,5 * h_{h1} + 0,5 * h_{h2} = 0,147 + 0,014 + 0,001 = 0,162 \text{ m} \\
 a_3 &= a_2 + 0,5 * h_{h2} + 0,5 * h_s = 0,162 + 0,001 + 0,760 = 0,923 \text{ m} \\
 a_4 &= a_3 + 0,5 * h_s + 0,5 * h_d = 0,923 + 0,760 + 0,025 = 1,708 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{pl} &= -N_{a1} * a_1 + N_{a2} * a_2 + N_{a3} * a_3 + N_{a4} * a_4 = \\
 M_{pl} &= -644,3 + 54,777 + 9399,83 + 17451,5 = 26261,80 \text{ kNm} \\
 M_{pl} &= 26261,80 \text{ kNm} > M_{ed} = 19492,87 \text{ kNm} \quad \textbf{VYHOVUJE}
 \end{aligned}$$

Únosnost stojiny nosníku ve smyku :

Boulení od smykového napětí

$$\begin{aligned}
 h_w &= h_s = 1,520 \\
 t_s &= 0,020 \quad \eta = 1,2 \\
 a_w &= L_p = 10,0 * \quad k_s = 0 \quad \text{bez podélných výztuh} \\
 a_w/h_w &= 6,6 > 1 \quad k_t = 4,00 + 5,34(h_w/a)^2 + k_s = 5,432 \\
 0,83/\eta &= 0,69 < \lambda_w \quad \lambda_w = h_w/(37,4 * t * \epsilon * ODM(k_t)) = 1,072 \\
 \kappa &= 0,83/\lambda_w = 0,77 < \kappa_{,max} \quad \kappa_{,max} = 1,200 \\
 &* 2 \text{ x vzdálenost výztuh}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \kappa &= 0,77 \\
 V_{rd} &= \kappa * A_s * f_{yd} / o_{dm}(3) = 0,77 * 0,0304 * 193,41 = 4554,2 \text{ kN} \\
 V_{pl,rd} &= 4554,18 \text{ kN} > V_{ed} = 746,14 \text{ kN} \quad \textbf{VYHOVUJE} \\
 V_{ed}/V_{pl,rd} &= 0,1638 < 0,50 \quad \textbf{Únosnost v ohybu se neredukuje}
 \end{aligned}$$

Zatížitelnost

$$Z_{LM71} = (R_d - E_{rs,ED}) / E_{LM71ED}$$

$$Z_{LM71} = (\text{únosnost průřezu - stálé - vedlejší proměnné}) / \text{hlavní proměnné}$$

Řez			
Zatížení		ZS	
Stálé			
Proměnn.	Hlavní: LM 71/α (α=1,21)	ZS1-ZS4	0,0
	Vedlejší: vítr+oteplení	ZS5-ZS13	492,4
	Vedlejší: vítr+ochlazení	ZS16+ZS17	0,00
	Vedlejší: vítr+ochlazení	ZS16+ZS18	0,00
Základní kombinace			492,38
Únosnost průřezu			4554,2
Zatížitelnost Z_{LM71}			9,25
			2,05

ŘEZ 1 V PODPOŘE

SPŘAŽENÝ NOSNÍK

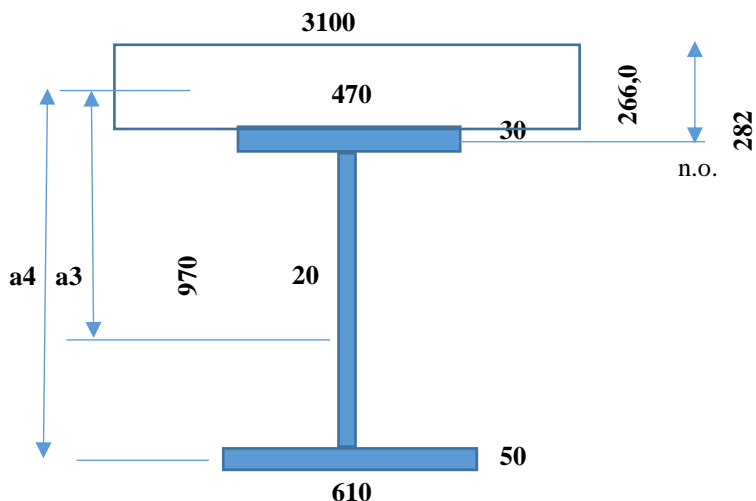
BETON C35/45

$f_{cd} = 19,83 \text{ MPa}$ (vč. součinitele 0,85)

OCEL S 355,00

$f_{yd} = 335,00 \text{ MPa}$

$b_{eff} = 3,100$
 $h_{eff} = 0,266$
 $b_h = 0,470 \text{ m}$
 $h_h = 0,030 \text{ m}$
 $t_s = 0,020 \text{ m}$
 $h_s = 0,970 \text{ m}$
 $b_d = 0,610 \text{ m}$
 $h_d = 0,050 \text{ m}$
 $e_{h,0} = 1,035 \text{ m}$
 $e_{s,0} = 0,535 \text{ m}$
 $e_{d,0} = 0,025 \text{ m}$
 $h_n = 1,050 \text{ m}$
 $H = 1,316 \text{ m}$



Plochy :

$A_h = 0,01410 \text{ m}^2$
 $A_s = 0,01940 \text{ m}^2$
 $A_d = 0,03050 \text{ m}^2$
 $A_a = 0,06400 \text{ m}^2$

$A_{beff} = 0,82460 \text{ m}^2$

$x_{pl} = (A_a \cdot f_{yd}) / (b_{eff} \cdot f_{cd}) = (0,06400 \cdot 335,00) / (3,10000 \cdot 19,83) = 0,3487 \text{ m}$

$x_{pl} = 0,349 \text{ m} > h_{eff} = 0,266 \text{ n.o. prochází nosníkem !!!}$

$N_c + N_{a1} = 18897,28 \text{ kN} > N_{a2} + N_{a3} + N_{a4} = 18897,28 \text{ kN n.o. prochází pásnicí !}$

$x_{pl} = (A_a \cdot f_{yd} - A_c \cdot f_{cd}) / (2 \cdot b_h \cdot f_{yd}) = (0,064 \cdot 335 - 0,825 \cdot 19,83) / (2 \cdot 0,47 \cdot 335) = 0,0161 \text{ m}$

STANOVENÍ VLIVU BOULENÍ

ϵ (ocel S 355) = 0,8136

Horní pásnice - tlak

$c = (b_h - t_s) / 2 = 0,225 \text{ m}$ $33\epsilon = 26,85$

$c/t = 7,50$ $38\epsilon = 30,92$

PRŮŘEZ tř. 1 - NEBOULÍ $42\epsilon = 34,17$

Stojina - ohyb

$c = h_s = 0,970 \text{ m}$ $36 \cdot \epsilon / \alpha = \text{#####}$

$c/t = 48,50$ $41,5 \cdot \epsilon / \alpha = \text{#####}$

$w_1 = t_d - h_d = 0,970 \text{ m} \#$ $= \text{#####}$

$w_2 = t_h - h_h = 0,000 \text{ m}$

$\alpha = w_2 / c = 0,000$

$\psi = -w_1 / w_2 = \text{#####}$

#

STOJINA V TAHU - NEBOULÍ

Stojina - smyk

$c = h_s = 0,970 \text{ m}$ $\eta = 1,20$

$c/t = 48,50 < 72\epsilon / \eta = 48,82$

PRŮŘEZ NEBOULÍ

Únosnost průřezu v ohybu :

$$\begin{aligned}
 N_c &= f_{cd} * b_{eff} * h_{eff} = 19833 * 3,10 * 0,266 = 16354,57 \text{ kN} \\
 N_{a1} &= f_{yd} * b_h * h_{h1} = 335000 * 0,47 * 0,016 = 2542,72 \text{ kN} \\
 N_{a2} &= f_{yd} * b_h * h_{h2} = 335000 * 0,47 * 0,014 = 2180,78 \text{ kN} \\
 N_{a3} &= f_{yd} * t_s * h_s = 335000 * 0,02 * 0,970 = 6499,00 \text{ kN} \\
 N_{a4} &= f_{yd} * b_d * h_d = 335000 * 0,61 * 0,050 = 10217,50 \text{ kN} \\
 a_1 &= 0,5 * h_{eff} + 0,5 * h_{h1} = 0,133 + 0,008 = 0,141 \text{ m} \\
 a_2 &= a_1 + 0,5 * h_{h1} + 0,5 * h_{h2} = 0,141 + 0,008 + 0,007 = 0,156 \text{ m} \\
 a_3 &= a_2 + 0,5 * h_{h2} + 0,5 * h_s = 0,156 + 0,007 + 0,485 = 0,648 \text{ m} \\
 a_4 &= a_3 + 0,5 * h_s + 0,5 * h_d = 0,648 + 0,485 + 0,025 = 1,158 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{pl} &= -N_{a1} * a_1 + N_{a2} * a_2 + N_{a3} * a_3 + N_{a4} * a_4 = \\
 M_{pl} &= -358,7 + 340,37 + 4211,35 + 11831,9 = \mathbf{16024,87 \text{ kNm}} \\
 M_{pl} &= 16024,87 \text{ kNm} > M_{ed} = 0,00 \text{ kNm} \quad \mathbf{VYHOVUJE}
 \end{aligned}$$

Únosnost stojiny nosníku ve smyku :

Boulení od smykového napětí

$$\begin{aligned}
 h_w &= h_s = 0,970 \\
 t_s &= 0,020 \quad \eta = 1,2 \\
 a_w &= L_p = 5,0 * \quad k_s = 0 \quad \text{bez podélných výztuh} \\
 a_w/h_w &= 5,2 > 1 \quad k_t = 4,00 + 5,34(h_w/a)^2 + k_s = 5,491 \\
 0,83/\eta &= 0,69 > \lambda_w \quad \lambda_w = h_w / (37,4 * t_s * \epsilon * ODM(k_t)) = 0,680 \\
 \kappa &= 0,83/\lambda_w = 1,20 < \kappa_{max} \quad \kappa_{max} = 1,200 \\
 &* \quad 2 \text{ x vzdálenost výztuh}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \kappa &= 1,20 \\
 V_{rd} &= \kappa * A_s * f_{yd} / o_{dm}(3) = 1,20 * 0,0194 * 193,41 = \mathbf{4502,6 \text{ kN}} \\
 V_{pl,rd} &= 4502,64 \text{ kN} > V_{ed} = 3514,25 \text{ kN} \quad \mathbf{VYHOVUJE} \\
 V_{ed}/V_{pl,rd} &= 0,7805 > 0,50 \quad \mathbf{Únosnost v ohybu se redukuje}
 \end{aligned}$$

$$\rho = (2 * V_{ed}/V_{rd} - 1)^2 = ((7028,51 / 4502,64) - 1)^2 = 0,315$$

Únosnost průřezu v ohybu (redukována):

$$\begin{aligned}
 (1-\rho) * M_{pl} &= \mathbf{10981,9 \text{ kNm}} \\
 \rho * M_{pl} &= 10981,95 \text{ kNm} > M_{ed} = 0,00 \text{ kNm} \quad \mathbf{VYHOVUJE}
 \end{aligned}$$

Zatížitelnost

$$Z_{LM71} = (R_d - E_{ts,ED}) / E_{LM71ED}$$

$$Z_{LM71} = (\text{únosnost průřezu} - \text{stálé} - \text{vedlejší proměnné}) / \text{hlavní proměnné}$$

Řez				
Zatížení		ZS	V [kN]	M [kNm]
Stálé		ZS1-ZS4	1363,4	0,0
Proměnn.	Hlavní: LM 71/ α ($\alpha=1,21$)	ZS5-ZS13	1560,9	0,0
	Vedlejší: vítr+oteplení	ZS16+ZS17	126,31	0,00
	Vedlejší: vítr+ochlazení	ZS16+ZS18	126,31	0,00
Základní kombinace			3050,6	0,0
Únosnost průřezu			4502,6	10981,9
Zatížitelnost Z_{LM71}			1,93	

Posouzení průřezu MSU

8.2 Nosník N2

Vzdálenost nosníků : 2,90 m

Rozpětí nosníků L : 23,00 m

Spolupůsobící šířka podle teorie plasticity

rozpětí pole L = 23,00 m

osová vzdálenost 2,90 m

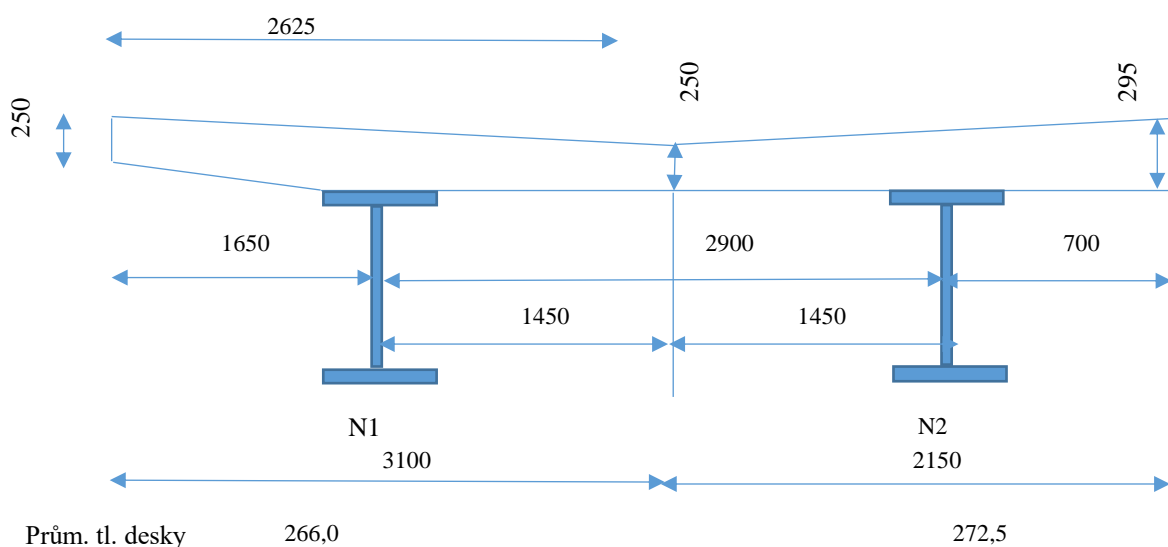
bef1 = L/8 2,88 m

bef = 2*bef1 = 5,75 m

bef1 = 2,88 > 0,70 m

bef1 = 2,88 > 1,45 m

pro plastický výpočet nebude redukovaná spolupůsobící šířka desky



OCELOVÝ NOSNÍK

OCEL S 355

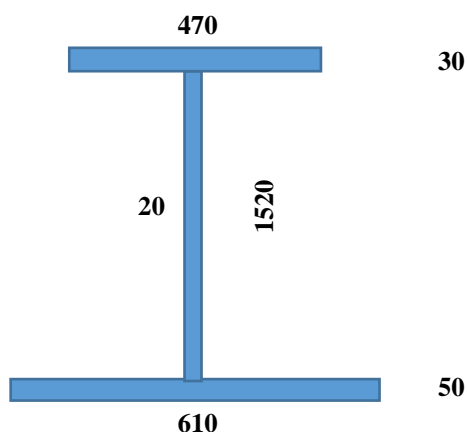
bh = 0,470 m
 hh = 0,030 m
 ts = 0,020 m
 hs = 1,520 m
 bd = 0,610 m
 hd = 0,050 m
 eh,0 = 1,585 m
 es,0 = 0,810 m
 ed,0 = 0,025 m
hn = 1,600 m

Plochy :

Ah = 0,01410 m²
 As = 0,03040 m²
 Ad = 0,03050 m²
A = 0,07500 m²

Statický moment + těžiště

Sy = 0,047735 m³
 td = Sy/A = 0,636 m
 th = h - td = 0,964 m



Průřezové moduly

Wyh = -3,2034E-02 m³

Wyd = 4,8495E-02 m⁴

Momenty setrvačnosti

Iy = 3,0866E-02 m⁴

Iz = 1,2063E-03 m⁴

ŘEZ 7 V 1/2 ROZPĚTÍ

SPŘAŽENÝ NOSNÍK

BETON C35/45

$f_{cd} = 19,83 \text{ MPa}$ (vč. součinitele 0,85)

OCEL S 355,00

$f_{yd} = 335,00 \text{ MPa}$

$b_{eff} = 2,150$

$h_{eff} = 0,273$

$b_h = 0,470 \text{ m}$

$h_h = 0,030 \text{ m}$

$t_s = 0,020 \text{ m}$

$h_s = 1,520 \text{ m}$

$b_d = 0,610 \text{ m}$

$h_d = 0,050 \text{ m}$

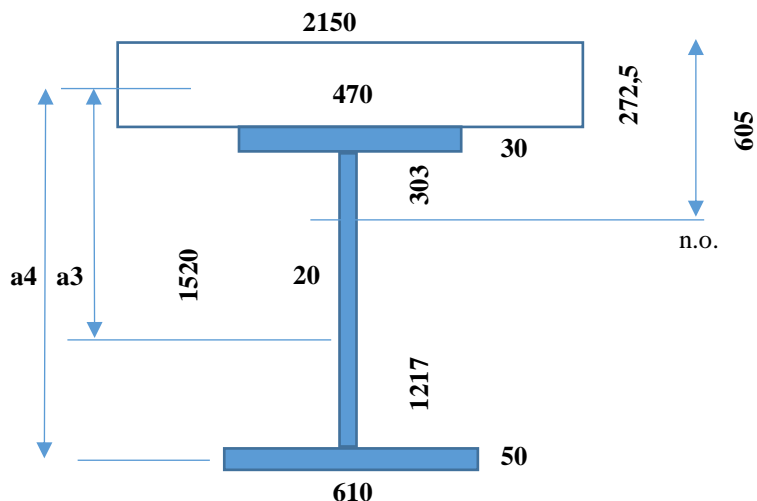
$e_{h,0} = 1,585 \text{ m}$

$e_{s,0} = 0,810 \text{ m}$

$e_{d,0} = 0,025 \text{ m}$

hn = 1,600 m

H = 1,873 m



Plochy :

$A_h = 0,01410 \text{ m}^2$

$A_s = 0,03040 \text{ m}^2$

$A_d = 0,03050 \text{ m}^2$

$A_a = 0,07500 \text{ m}^2$

$A_{beff} = 0,58588 \text{ m}^2$

$x_{pl} = (A_a \cdot f_{yd}) / (b_{eff} \cdot f_{cd}) = (0,07500 \cdot 335,00) / (2,150 \cdot 19,83) = 0,5892 \text{ m}$

$x_{pl} = 0,5892 \text{ m} > h_{eff} = 0,273$ **n.o. prochází nosníkem !!!**

$N_c + N_{a1} = 16343,35 \text{ kN} < N_{a2} + N_{a3} + N_{a4} = 20401,50 \text{ kN}$ **n.o. prochází stojinou**

$x_{pl} = (A_a \cdot f_{yd} - A_c \cdot f_{cd} - 2 \cdot A_{a1} \cdot f_{yd}) / (2 \cdot t_s \cdot f_{yd}) = (0,075 \cdot 335 - 0,586 \cdot 19,83 - 2 \cdot 0,014 \cdot 335) / (2 \cdot 0,02 \cdot 335) = 0,3028 \text{ m}$

STANOVENÍ VLIVU BOULENÍ

ϵ (ocel S 355) = 0,8136

Horní pásnice - tlak

$c = (b_h - t_s) / 2 = 0,225 \text{ m}$ $33\epsilon = 26,85$

$c/t = 7,50$ $38\epsilon = 30,92$

PRŮŘEZ tř. 1 - NEBOULÍ $42\epsilon = 34,17$

Stojina - ohyb

$c = h_s = 1,520 \text{ m}$ $36 \cdot \epsilon / \alpha = 147,0$

$c/t = 76,00$ $41,5 \cdot \epsilon / \alpha = 169,5$

$w_1 = t_d - h_d = 1,217 \text{ m}$ $62 \cdot \epsilon \cdot (1 - \psi) \cdot ODM(-\psi) = 507,6$

$w_2 = t_h - h_h = 0,303 \text{ m}$

$\alpha = w_2 / c = 0,199$

$\psi = -w_1 / w_2 = -4,019$

PRŮŘEZ tř. 1 - NEBOULÍ

Stojina - smyk

$c = h_s = 1,520 \text{ m}$ $\eta = 1,20$

$c/t = 76,00 > 72 \cdot \epsilon / \eta = 48,82$

BOULENÍ PRŮŘEZU !

Únosnost průřezu v ohybu :

$$\begin{aligned}
 N_c &= f_{cd} * b_{eff} * h_{eff} = 19833 * 2,15 * 0,273 = 11619,85 \text{ kN} \\
 N_{a1} &= f_{yd} * b_h * h_h = 335000 * 0,47 * 0,030 = 4723,50 \text{ kN} \\
 N_{a2} &= f_{yd} * t_s * h_{s1} = 335000 * 0,02 * 0,303 = 2029,07 \text{ kN} \\
 N_{a3} &= f_{yd} * t_s * h_{s2} = 335000 * 0,02 * 1,217 = 8154,93 \text{ kN} \\
 N_{a4} &= f_{yd} * b_d * h_d = 335000 * 0,61 * 0,050 = 10217,50 \text{ kN} \\
 a_1 &= 0,5 * h_{eff} + 0,5 * h_h = 0,136 + 0,015 = 0,151 \text{ m} \\
 a_2 &= a_1 + 0,5 * h_h + 0,5 * h_{s1} = 0,151 + 0,015 + 0,151 = 0,318 \text{ m} \\
 a_3 &= a_2 + 0,5 * h_{s1} + 0,5 * h_{s2} = 0,318 + 0,151 + 0,609 = 1,078 \text{ m} \\
 a_4 &= a_3 + 0,5 * h_{s2} + 0,5 * h_d = 1,078 + 0,609 + 0,025 = 1,711 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{pl} &= -N_{a1} * a_1 - N_{a2} * a_2 + N_{a3} * a_3 + N_{a4} * a_4 = \\
 M_{pl} &= -714,4 + -644,6 + 8788,35 + 17484,7 = \mathbf{24914,03 \text{ kNm}} \\
 M_{pl} &= 24914,03 \text{ kNm} > M_{ed} = 16267,44 \text{ kNm} \quad \mathbf{VYHOVUJE}
 \end{aligned}$$

Únosnost stojiny nosníku ve smyku :

Boulení od smykového napětí

$$\begin{aligned}
 h_w &= h_s = 1,520 \\
 t_s &= 0,020 \quad \eta = 1,2 \\
 a_w &= L_p = 10,0 * \quad k_s = 0 \quad \text{bez podélných výztuh} \\
 a_w/h_w &= 6,6 > 1 \quad k_t = 4,00 + 5,34(h_w/a)^2 + k_s = 5,432 \\
 0,83/\eta &= 0,69 < \lambda_w \quad \lambda_w = h_w / (37,4 * t * \epsilon * ODM(k_t)) = 1,072 \\
 \kappa &= 0,83/\lambda_w = 0,77 < \kappa_{max} \quad \kappa_{max} = 1,200 \\
 &* \quad 2 \text{ x vzdálenost výztuh}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \kappa &= 0,77 \\
 V_{rd} &= \kappa * A_s * f_{yd} / o_{dm}(3) = 0,77 * 0,0304 * 193,41 = \mathbf{4554,2 \text{ kN}} \\
 V_{pl,rd} &= 4554,18 \text{ kN} > V_{ed} = 645,45 \text{ kN} \quad \mathbf{VYHOVUJE} \\
 V_{ed}/V_{pl,rd} &= 0,1417 < 0,50 \quad \mathbf{\text{Únosnost v ohybu se neredukuje}}
 \end{aligned}$$

Zatížitelnost

$$Z_{LM71} = (R_d - E_{rs,ED}) / E_{LM71ED}$$

$$Z_{LM71} = (\text{únosnost průřezu - stálé - vedlejší proměnné}) / \text{hlavní proměnné}$$

Řez			
Zatížení		ZS	
Stálé			V [kN] M[kNm]
Proměn.	Hlavní: LM 71/α (α=1,21)	ZS1-ZS4	0,0 4227,7
	Vedlejší: vítr+oteplení	ZS5-ZS13	533,4 9350,0
	Vedlejší: vítr+ochlazení	ZS16+ZS17	0,00 726,30
	Vedlejší: vítr+ochlazení	ZS16+ZS18	0,00 726,30
Základní kombinace			533,43 14303,9
Únosnost průřezu			4554,2 24914,0
Zatížitelnost Z_{LM71}			8,54 2,13

ŘEZ 1 V PODPOŘE

SPŘAŽENÝ NOSNÍK

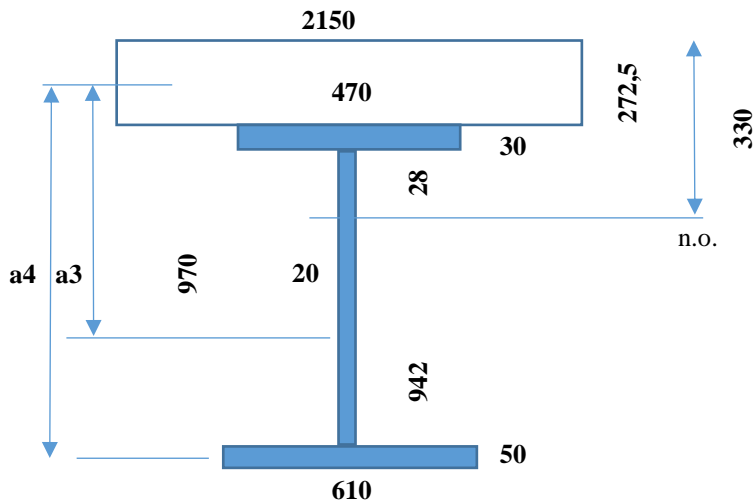
BETON C35/45

$f_{cd} = 19,83 \text{ MPa}$ (vč. součinitele 0,85)

OCEL S 355,00

$f_{yd} = 335,00 \text{ MPa}$

$b_{eff} = 2,150$
 $h_{eff} = 0,273$
 $b_h = 0,470 \text{ m}$
 $h_h = 0,030 \text{ m}$
 $t_s = 0,020 \text{ m}$
 $h_s = 0,970 \text{ m}$
 $b_d = 0,610 \text{ m}$
 $h_d = 0,050 \text{ m}$
 $e_{h,0} = 1,035 \text{ m}$
 $e_{s,0} = 0,535 \text{ m}$
 $e_{d,0} = 0,025 \text{ m}$
 $h_n = 1,050 \text{ m}$
 $H = 1,323 \text{ m}$



Plochy :

$A_h = 0,01410 \text{ m}^2$
 $A_s = 0,01940 \text{ m}^2$
 $A_d = 0,03050 \text{ m}^2$
 $A_a = 0,06400 \text{ m}^2$

$A_{beff} = 0,58588 \text{ m}^2$

$x_{pl} = (A_a \cdot f_{yd}) / (b_{eff} \cdot f_{cd}) = (0,06400 \cdot 335,00) / (2,15000 \cdot 19,83) = 0,5028 \text{ m}$

$x_{pl} = 0,5028 \text{ m} > h_{eff} = 0,273 \text{ m}$ **n.o. prochází nosníkem !!!**

$N_c + N_{a1} = 16343,35 \text{ kN} < N_{a2} + N_{a3} + N_{a4} = 16716,50 \text{ kN}$ **n.o. prochází stojinou**

$x_{pl} = (A_a \cdot f_{yd} - A_c \cdot f_{cd} - 2 \cdot A_{a1} \cdot f_{yd}) / (2 \cdot t_s \cdot f_{yd}) = (0,064 \cdot 335 - 0,586 \cdot 19,83 - 2 \cdot 0,014 \cdot 335) / (2 \cdot 0,02 \cdot 335) = 0,0278 \text{ m}$

STANOVENÍ Vlivu BOULENÍ

ϵ (ocel S 355) = 0,8136

Horní pásnice - tlak

$c = (b_h - t_s) / 2 = 0,225 \text{ m}$ $33\epsilon = 26,85$

$c/t = 7,50$ $38\epsilon = 30,92$

PRŮŘEZ tř. 1 - NEBOULÍ $42\epsilon = 34,17$

Stojina - ohyb

$c = h_s = 0,970 \text{ m}$ $36 \cdot \epsilon / \alpha = 1020,3$

$c/t = 48,50$ $41,5 \cdot \epsilon / \alpha = 1176,2$

$w_1 = t_d - h_d = 0,942 \text{ m}$ $62 \cdot \epsilon \cdot (1 - \psi) \cdot ODM(-\psi) = 10220,8$

$w_2 = t_h - h_h = 0,028 \text{ m}$

$\alpha = w_2 / c = 0,029$

$\psi = -w_1 / w_2 = -33,834$

PRŮŘEZ tř. 1 - NEBOULÍ

Stojina - smyk

$c = h_s = 0,970 \text{ m}$ $\eta = 1,20$

$c/t = 48,50$ $72 \cdot \epsilon / \eta = 48,82$

PRŮŘEZ NEBOULÍ

Únosnost průřezu v ohybu :

$$\begin{aligned}
 N_c &= f_{cd} * b_{eff} * h_{eff} = 19833 * 2,15 * 0,273 = 11619,85 \text{ kN} \\
 N_{a1} &= f_{yd} * b_h * h_h = 335000 * 0,47 * 0,030 = 4723,50 \text{ kN} \\
 N_{a2} &= f_{yd} * t_s * h_{s1} = 335000 * 0,02 * 0,028 = 186,57 \text{ kN} \\
 N_{a3} &= f_{yd} * t_s * h_{s2} = 335000 * 0,02 * 0,942 = 6312,43 \text{ kN} \\
 N_{a4} &= f_{yd} * b_d * h_d = 335000 * 0,61 * 0,050 = 10217,50 \text{ kN} \\
 a_1 &= 0,5 * h_{eff} + 0,5 * h_h = 0,136 + 0,015 = 0,151 \text{ m} \\
 a_2 &= a_1 + 0,5 * h_h + 0,5 * h_{s1} = 0,151 + 0,015 + 0,014 = 0,180 \text{ m} \\
 a_3 &= a_2 + 0,5 * h_{s1} + 0,5 * h_{s2} = 0,180 + 0,014 + 0,471 = 0,665 \text{ m} \\
 a_4 &= a_3 + 0,5 * h_{s2} + 0,5 * h_d = 0,665 + 0,471 + 0,025 = 1,161 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{pl} &= -N_{a1} * a_1 - N_{a2} * a_2 + N_{a3} * a_3 + N_{a4} * a_4 = \\
 M_{pl} &= -714,4 + -33,62 + 4198,86 + 11865,1 = \mathbf{15315,89 \text{ kNm}} \\
 M_{pl} &= 15315,89 \text{ kNm} > M_{ed} = 0,00 \text{ kNm} \quad \mathbf{VYHOVUJE}
 \end{aligned}$$

Únosnost stojiny nosníku ve smyku :

Boulení od smykového napětí

$$\begin{aligned}
 h_w &= h_s = 0,970 \\
 t_s &= 0,020 \quad \eta = 1,2 \\
 a_w &= L_p = 5,0 * \quad k_s = 0 \quad \text{bez podélných výztuh} \\
 a_w/h_w &= 5,2 > 1 \quad k_t = 4,00 + 5,34(h_w/a)^2 + k_s = 5,491 \\
 0,83/\eta &= 0,69 > \lambda_w \quad \lambda_w = h_w / (37,4 * t_s * \epsilon * ODM(k_t)) = 0,680 \\
 \kappa &= 0,83/\lambda_w = 1,20 < \kappa_{max} \quad \kappa_{max} = 1,200 \\
 &* \quad 2 \text{ x vzdálenost výztuh}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \kappa &= 1,20 \\
 V_{rd} &= \kappa * A_s * f_{yd} / o_{dm}(3) = 1,20 * 0,0194 * 193,41 = \mathbf{4502,6 \text{ kN}} \\
 V_{pl,rd} &= 4502,64 \text{ kN} > V_{ed} = 2905,17 \text{ kN} \quad \mathbf{VYHOVUJE} \\
 V_{ed}/V_{pl,rd} &= 0,6452 > 0,50 \quad \mathbf{Únosnost v ohybu se redukuje}
 \end{aligned}$$

$$\rho = (2 * V_{ed}/V_{rd} - 1)^2 = ((5810,33 / 4502,64) - 1)^2 = 0,084$$

Únosnost průřezu v ohybu (redukována):

$$\begin{aligned}
 (1-\rho) * M_{pl} &= \mathbf{14024,0 \text{ kNm}} \\
 \rho * M_{pl} &= 14024,01 \text{ kNm} > M_{ed} = 0,00 \text{ kNm} \quad \mathbf{VYHOVUJE}
 \end{aligned}$$

Zatížitelnost

$$Z_{LM71} = (R_d - E_{ts,ED}) / E_{LM71ED}$$

$$Z_{LM71} = (\text{únosnost průřezu} - \text{stálé} - \text{vedlejší proměnné}) / \text{hlavní proměnné}$$

Řez				
Zatížení		ZS	V [kN]	M [kNm]
Stálé		ZS1-ZS4	735,2	0,0
Proměnn.	Hlavní: LM 71/ α ($\alpha=1,21$)	ZS5-ZS13	1688,9	0,0
	Vedlejší: vítr+oteplení	ZS16+ZS17	126,31	0,00
	Vedlejší: vítr+ochlazení	ZS16+ZS18	126,31	0,00
Základní kombinace			2550,5	0,0
Únosnost průřezu			4502,6	14024,0
Zatížitelnost Z_{LM71}			2,16	

9. Pracovní součinitele

BETON C35/45

$f_{cm} = 43,00 \text{ MPa}$
 $E_{cm} = 34,00 \text{ GPa}$
 $s = 0,25$

Cement třídy N

Stáří betonu t 7 dní
 $\beta(t) = 0,779$
 $f_{cm}(t) = \beta_t \cdot f_{cm} = 33,488 \text{ MPa}$
 $f_{ck}(t) = f_{cm}(t) - 8 = 25,488 \text{ MPa}$
 $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_C = 14,443 \text{ MPa}$
 $E_{cm}(t) = 31,543 \text{ GPa}$

Stáří betonu t 28 dní
 $\beta(t) = 1,000$
 $f_{cm}(t) = \beta_t \cdot f_{cm} = 43,000 \text{ MPa}$
 $f_{ck}(t) = f_{cm}(t) - 8 = 35,000 \text{ MPa}$
 $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_C = 19,833 \text{ MPa}$
 $E_{cm}(t) = 34,000 \text{ GPa}$

Stáří betonu t 60 dní
 $\beta(t) = 1,082$
 $f_{cm}(t) = \beta_t \cdot f_{cm} = 46,545 \text{ MPa}$
 $f_{ck}(t) = f_{cm}(t) - 8 = 38,545 \text{ MPa}$
 $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_C = 21,842 \text{ MPa}$
 $E_{cm}(t) = 34,818 \text{ GPa}$

Stáří betonu t 36500 dní
 $\beta(t) = 1,275$
 $f_{cm}(t) = \beta_t \cdot f_{cm} = 54,832 \text{ MPa}$
 $f_{ck}(t) = f_{cm}(t) - 8 = 46,832 \text{ MPa}$
 $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_C = 26,538 \text{ MPa}$
 $E_{cm}(t) = 36,572 \text{ GPa}$

Pracovní součinitele - dotvarování:

Stáří konstrukce:

Výstavba konstrukce: $t = 0$ dní

Dlouhodobé zatížení: $t_0 = 7$ dní

Krátkodobé zatížení: $t_0 = 60$ dní

Konec životnosti: $t_{\infty} = 36500$ dní

Náhradní rozměr prvku:

$h_0 = 2 \cdot A_c / u = 2 \cdot 1,410 / 11,037 = 0,256$ m

$A_c = L \cdot t_{hp} = 5,250 \cdot 0,269 = 1,410$ m²

$u = 2 \cdot (L + t_{hp}) = 2 \cdot (5,250 + 0,269) = 11,037$ m (obvod prvku)

Součinitel relativní vlhkosti (EN 1992-1-1, příloha B, B1):

$$\varphi_{RH} = \left[1 + \frac{1 - RH/100}{0,1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} \cdot \alpha_1 \right] \cdot \alpha_2 = \left[1 + \frac{1 - 65/100}{0,1 \cdot \sqrt[3]{0,256}} \cdot 0,866 \right] \cdot 0,96 = 1,418$$

$$\alpha_1 = [35/f_{cm}]^{0,7} = [35/43,00]^{0,7} = 0,87$$

Pozn.: Pro $f_{cm} \leq 35$ Mpa jsou součinitelé

$$\alpha_2 = [35/f_{cm}]^{0,2} = [35/43,00]^{0,2} = 0,96$$

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 1,0.$$

$$\alpha_3 = [35/f_{cm}]^{0,5} = [35/43,00]^{0,5} = 0,90$$

Vliv stáří betonu při vnesení dlouhodobého zat. (EN 1992-1-1, příloha B, B1):

$$\beta(t_0) = 1 / (0,1 + t_0^{0,2}) = 1 / (0,1 + 7^{0,2}) = 0,635$$

Vliv pevnosti betonu (EN 1992-1-1, příloha B, B1):

$$\beta(f_{cm}) = 16,8 / \sqrt{f_{cm}} = 16,8 / \sqrt{43,00} = 2,562$$

Základní součinitel dotvarování (EN 1992-1-1, příloha B, B1):

$$\varphi_0 = \varphi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0) = 1,418 \cdot 2,562 \cdot 0,635 = 2,31$$

Součinitel časového průběhu dotvarování (EN 1992-1-1, příloha B, B1):

$$\beta_c(t_{\infty}, t_0) = \left[\frac{t_{\infty} - t_0}{\beta_H + t_{\infty} - t_0} \right]^{0,3} = \left[\frac{60 - 7}{613,3 + 60 - 7} \right]^{0,3} = 0,4679$$

$$\beta_c(t_{\infty}, t_0) = \left[\frac{t_{\infty} - t_0}{\beta_H + t_{\infty} - t_0} \right]^{0,3} = \left[\frac{36500 - 7}{613,3 + 36500 - 7} \right]^{0,3} = 0,995$$

$$\beta_H = 1,5 \cdot [1 + (0,012 \cdot RH)^{18}] \cdot h_0 + 250 \cdot \alpha_3 = 1,5 \cdot [1 + (0,012 \cdot 65)^{18}] \cdot 0,256 + 250 \cdot 0,902 = 613,3$$

$$\beta_H < 1500 \cdot \alpha_3 = 1500 \cdot 0,902 = 1353$$

Součinitel dotvarování (EN 1992-1-1, příloha B, B1):

$$\varphi(t_{\infty}, t_0) = \varphi_0 \cdot \beta_c(t_{\infty}, t_0) = 2,305 \cdot 0,468 = 1,079$$

$$\varphi(t_{\infty}, t_0) = \varphi_0 \cdot \beta_c(t_{\infty}, t_0) = 2,305 \cdot 0,995 = 2,294$$

Tečnový modul pružnosti (EN 1992-1-1, 3.1.4):

$$E_c = 1,05 \cdot E_{cm} = 1,05 \cdot 34,82 = 36,56 \text{ GPa} \quad 60 \text{ dní}$$

$$E_c = 1,05 \cdot E_{cm} = 1,05 \cdot 36,57 = 38,40 \text{ GPa} \quad 36500 \text{ dní}$$

Změna tečnového modul pružnosti v čase (EN 1992-2, KK.3):

$$E_c(t_{\infty}) = E_c / (1 + \psi l \cdot \varphi(t_{\infty}, t_0)) = 36,56 / (1 + 1,187) = 16,72 \text{ GPa}$$

$$E_c(t_{\infty}) = E_c / (1 + \psi l \cdot \varphi(t_{\infty}, t_0)) = 38,40 / (1 + 2,523) = 10,90 \text{ GPa}$$

$$\psi l = 1,10$$

Pracovní součinitele:

$$\alpha_e = E_s / E_c(t_{\infty}) = 210 / 16,72 = 12,56 \quad (\text{pro dlouhodobé zatížení s vlivem dotvarování}) \quad t = 60$$

$$\alpha_e = E_s / E_c(t_{\infty}) = 210 / 10,90 = 19,27 \quad (\text{pro dlouhodobé zatížení s vlivem dotvarování}) \quad t = 36500$$

$$\alpha_e = E_s / E_{cm} = 210 / 34,00 = 6,18 \quad (\text{pro krátkodobé zatížení})$$

Pracovní součinitele - smršťování:

Stáří konstrukce:

Výstavba konstrukce: $t = 0$ dní

Konec ošetřování: $t_0 = 7$ dní

Smršťování v čase: $t_{60} = 60$ dní

Konec životnosti: $t_{\infty} = 36500$ dní

Náhradní rozměr prvku:

$$h_0 = 2 \cdot A_c / u = 2 \cdot 1,410 / 11,037 = 0,256 \text{ m}$$

$$A_c = L \cdot t_{hp} = 5,250 \cdot 0,269 = 1,410 \text{ m}^2$$

$$u = 2 \cdot (L + t_{hp}) = 2 \cdot (5,250 + 0,269) = 11,037 \text{ m} \quad (\text{obvod prvku})$$

Součinitel relativní vlhkosti (EN 1992-1-1, příloha B, B1):

$$\varphi_{RH} = \left[1 + \frac{1 - RH/100}{0,1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} \cdot \alpha_1 \right] \cdot \alpha_2 = \left[1 + \frac{1 - 65/100}{0,1 \cdot \sqrt[3]{0,256}} \cdot 0,866 \right] \cdot 0,96 = 1,418$$

$$\alpha_1 = [35/f_{cm}]^{0,7} = [35/43,00]^{0,7} = 0,87$$

Pozn.: Pro $f_{cm} \leq 35$ Mpa jsou součinitelé

$$\alpha_2 = [35/f_{cm}]^{0,2} = [35/43,00]^{0,2} = 0,96$$

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 1,0.$$

$$\alpha_3 = [35/f_{cm}]^{0,5} = [35/43,00]^{0,5} = 0,90$$

Vliv stáří betonu při vnesení dlouhodobého zat. (EN 1992-1-1, příloha B, B1):

$$\beta(t_0) = 1 / (0,1 + t_0^{0,2}) = 1 / (0,1 + 7^{0,2}) = 0,635$$

Vliv pevnosti betonu (EN 1992-1-1, příloha B, B1):

$$\beta(f_{cm}) = 16,8 / \sqrt{f_{cm}} = 16,8 / \sqrt{43,00} = 2,562$$

Základní součinitel dotvarování (EN 1992-1-1, příloha B, B1):

$$\varphi_0 = \varphi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0) = 1,418 \cdot 2,562 \cdot 0,635 = 2,31$$

Součinitel časového průběhu dotvarování (EN 1992-1-1, příloha B, B1):

$$\beta_c(t_{\infty}, t_0) = \left[\frac{t_{\infty} - t_0}{\beta_H + t_{\infty} - t_0} \right]^{0,3} = \left[\frac{60 - 7}{613,3 + 60 - 7} \right]^{0,3} = 0,4679$$

$$\beta_c(t_{\infty}, t_0) = \left[\frac{t_{\infty} - t_0}{\beta_H + t_{\infty} - t_0} \right]^{0,3} = \left[\frac{36500 - 7}{613,3 + 36500 - 7} \right]^{0,3} = 0,995$$

$$\beta_H = 1,5 \cdot [1 + (0,012 \cdot RH)^{18}] \cdot h_0 + 250 \cdot \alpha_3 = 1,5 \cdot [1 + (0,012 \cdot 65)^{18}] \cdot 0,256 + 250 \cdot 0,902 = 613,3$$

$$\beta_H < 1500 \cdot \alpha_3 = 1500 \cdot 0,902 = 1353$$

Součinitel dotvarování (EN 1992-1-1, příloha B, B1):

$$\varphi(t_{\infty}, t_0) = \varphi_0 \cdot \beta_c(t_{\infty}, t_0) = 2,305 \cdot 0,468 = 1,079$$

$$\varphi(t_{\infty}, t_0) = \varphi_0 \cdot \beta_c(t_{\infty}, t_0) = 2,305 \cdot 0,995 = 2,294$$

Tečnový modul pružnosti (EN 1992-1-1, 3.1.4):

$$E_c = 1,05 \cdot E_{cm} = 1,05 \cdot 34,82 = 36,56 \text{ GPa} \quad 60 \text{ dní}$$

$$E_c = 1,05 \cdot E_{cm} = 1,05 \cdot 36,57 = 38,40 \text{ GPa} \quad 36500 \text{ dní}$$

Změna tečnového modul pružnosti v čase (EN 1992-2, KK.3):

$$E_c(t_{\infty}) = E_c / (1 + \psi l \cdot \varphi(t_{\infty}, t_0)) = 36,56 / (1 + 0,593) = 22,95 \text{ GPa}$$

$$E_c(t_{\infty}) = E_c / (1 + \psi l \cdot \varphi(t_{\infty}, t_0)) = 38,40 / (1 + 1,262) = 16,98 \text{ GPa}$$

$$\psi l = 0,55$$

Pracovní součinitele:

$$\alpha_e = E_s / E_c(t_{\infty}) = 210 / 22,95 = 9,15 \quad (\text{pro dlouhodobé zatížení s vlivem dotvarování}) \quad t = 60$$

$$\alpha_e = E_s / E_c(t_{\infty}) = 210 / 16,98 = 12,37 \quad (\text{pro dlouhodobé zatížení s vlivem dotvarování}) \quad t = 36500$$

10. MSP - Průřezové charakteristiky

10.1. Nosník N1

BETONOVÁ DESKA

BETON C35/45

$f_{cm} = 43,00 \text{ MPa}$ $E_{cm} = 34,00 \text{ GPa}$

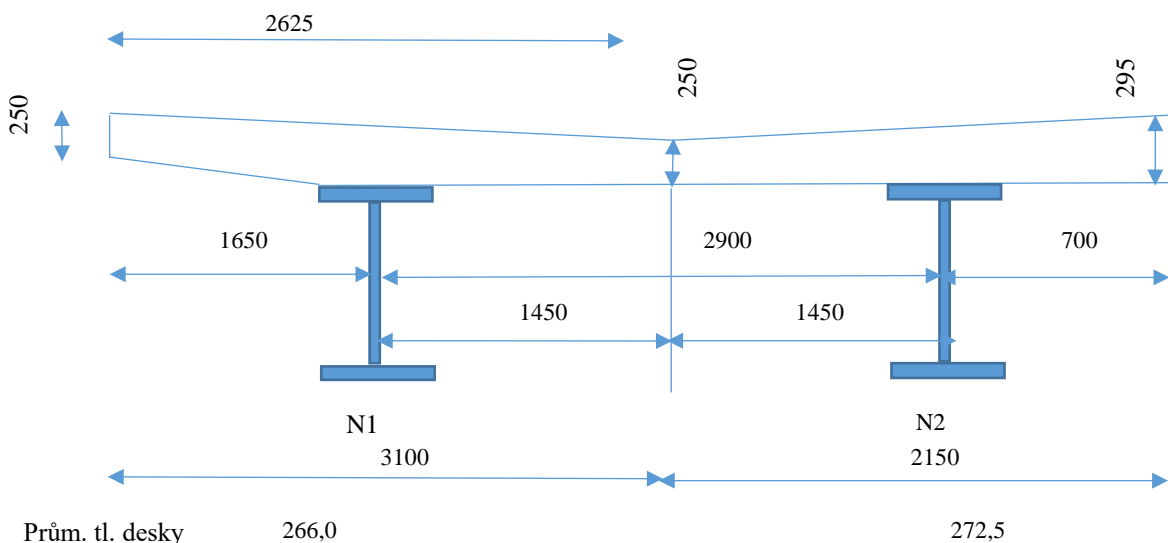
Spolupůsobící šířka

Rozpětí nosníků L : 23,00 m
Rozpětí pole $L_{ef} = 1,0 \cdot L = 23,00 \text{ m}$
 $b_o = 0,35 \text{ m}$ * vzdálenost krajních trnů

POLE

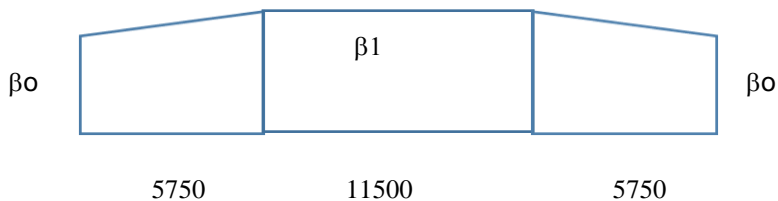
$b_{ei} = L_{ef}/8 = 2,88 \text{ m}$
 $b_{ef1} = 2,88 > 1,48 \text{ m}$
 $b_{ef2} = 2,88 > 1,28 \text{ m}$
 $b_{ef} = b_o + b_{ef1} + b_{ef2} = 3,10 \text{ m}$

Nebude redukována spolupůsobící šířka desky



PODPORA

$b_{e1} = 1,48$ $b_{e2} = 1,28$
 $\beta_1 = (0,55 + 0,025 \cdot L_{ef}/b_{e1}) = 0,94$ $\beta_2 = (0,55 + 0,025 \cdot L_{ef}/b_{e2}) = 1,00$
 $b_{eff} = b_o + \beta_1 \cdot b_{e1} + \beta_2 \cdot b_{e2} = 3,01 \text{ m}$



PRŮŘEZ V POLI

Šířka desky $b_{eff} = 3,10 \text{ m}$
Tloušťka desky $h = 0,266 \text{ m}$
Plocha $A_{eff} = 0,825 \text{ m}^2$
Těžiště $t = h/2 = 0,133 \text{ m}$
 $S_y = A_{eff} \cdot h/2 = 0,1097 \text{ m}^3$
 $I_y = A_{eff} \cdot h^3/12 = 0,00486212 \text{ m}^4$

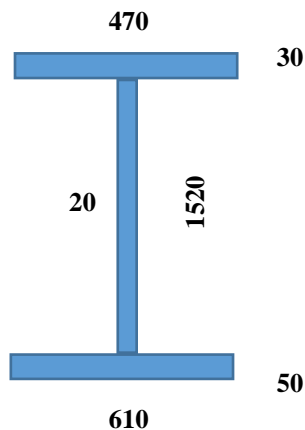
PRŮŘEZ NAD PODPOROU

Šířka desky $b_{eff} = 3,01 \text{ m}$
Tloušťka desky $h = 0,266 \text{ m}$
Plocha $A_{eff} = 0,801 \text{ m}^2$
Těžiště $t = h/2 = 0,133 \text{ m}$
 $S_y = A_{eff} \cdot h/2 = 0,1065 \text{ m}^3$
 $I_y = A_{eff} \cdot h^3/12 = 0,00472292 \text{ m}^4$

OCELOVÝ NOSNÍK

OCEL S 355

bh = 0,470 m
 hh = 0,030 m
 ts = 0,020 m
 hs = 1,520 m
 bd = 0,610 m
 hd = 0,050 m
 eh,0 = 1,585 m
 es,0 = 0,810 m
 ed,0 = 0,025 m
 hn = 1,600 m



Plochy :

Ah = 0,01410 m²
 As = 0,03040 m²
 Ad = 0,03050 m²
 A = 0,07500 m²

Průřezové moduly

Wyh = -3,2034E-02 m³
 Wzd = 4,8495E-02 m⁴

Statický moment + těžiště

Sy = 0,04774 m³
 td = Sy/A = 0,636 m
 th = h - td = 0,964 m

Momenty setrvačnosti

Iy = 3,0866E-02 m⁴
 Iz = 1,2063E-03 m⁴

STANOVENÍ VLIVU BOULENÍ

ε (ocel S 355) = 0,8136

Horní pásnice - tlak

c = (bh-ts)/2 = 0,225 m 33ε = 26,85
 c/t = 7,50 38ε = 30,92

PRŮŘEZ tř. 1 - NEBOULÍ

42ε = 34,17

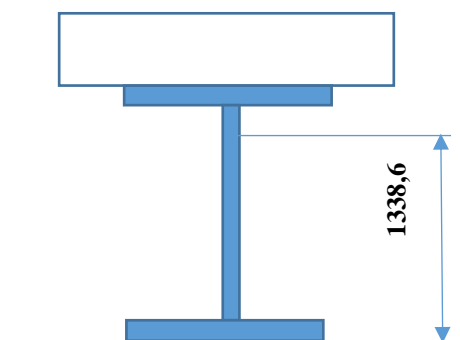
Stojina - ohyb (spočteno pro spřažený průřez viz dále)

SPŘAŽENÝ PRŮŘEZ

1/ V POLI

Krátkodobé zat.

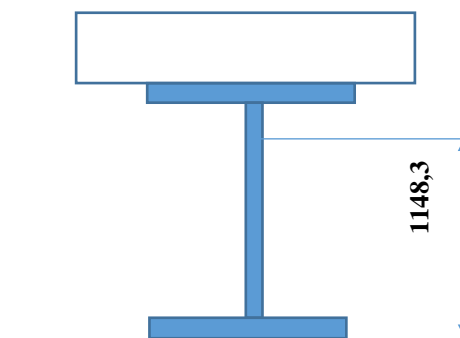
n =	6,18	
Ab = Aeff =	0,82460	
hsp = hd+hn =	1,866	
Asp = Ab/n+As =	0,20851	
Sbsp =	0,27910	
tsp,d= Sbsp/Asp =	1,339	m
tsp,h = h-tsp,d =	0,527	m
eb' =	0,394	m
es' =	0,702	m
Ib' = Ib/n+Ab*eb'^2/n	0,0215569	m4
Is' = Is+As*es'^2	0,0678374	m4
Isp = Ib'+Is' =	0,0893942	m4



Wbh*n =	-1,0468638	m3
Wbd*n =	-2,1120528	m3
Wsh =	-0,3419514	m3
Wsd =	0,0667831	m3

Dlouhodobé zat. (60 dní)

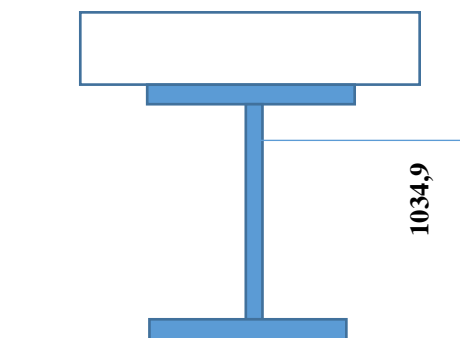
n =	12,56	
Ab = Aeff =	0,82460	
hsp = hd+hn =	1,866	
Asp = Ab/n+As =	0,14065	
Sbsp =	0,16151	
tsp,d= Sbsp/Asp =	1,148	m
tsp,h = h-tsp,d =	0,718	m
eb' =	0,585	m
es' =	0,512	m
Ib' = Ib/n+Ab*eb'^2/n	0,0228322	m4
Is' = Is+As*es'^2	0,0505130	m4
Isp = Ib'+Is' =	0,0733452	m4



Wbh*n =	-1,2835805	m3
Wbd*n =	-2,0394503	m3
Wsh =	-0,1623730	m3
Wsd =	0,0638733	m3

Dlouhodobé zat. (36500 dní)

n =	19,27	
Ab = Aeff =	0,82460	
hsp = hd+hn =	1,866	
Asp = Ab/n+As =	0,11780	
Sbsp =	0,12190	
tsp,d= Sbsp/Asp =	1,035	m
tsp,h = h-tsp,d =	0,831	m
eb' =	0,698	m
es' =	0,398	m
Ib' = Ib/n+Ab*eb'^2/n	0,0211124	m4
Is' = Is+As*es'^2	0,0427692	m4
Isp = Ib'+Is' =	0,0638815	m4



Wbh*n =	-1,4808717	m3
Wbd*n =	-2,1778841	m3
Wsh =	-0,1130360	m3
Wsd =	0,0617298	m3

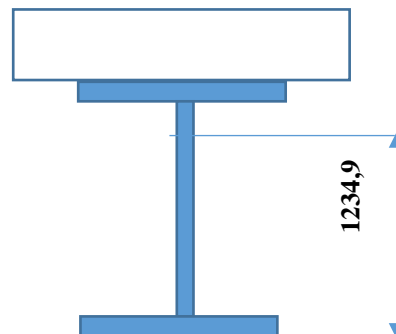
Stojina - ohyb (spočteno pro nenjnižší polohu neutrální osy)

c = hs =	1,520	m	$396\varepsilon/(13*\alpha-1) =$	83,19
c/t =	76,00		$456\varepsilon/(13*\alpha-1) =$	95,91
w1= td-hd =	0,985	m	$62\varepsilon*(1-\psi)*ODM(-\psi) =$	194,37
w2= hs-w1 =	0,535	m		
$\alpha = w2/c =$	0,352			
$\psi = -w1/w2 =$	-1,840			

PRŮŘEZ tř. 1 - NEBOULÍ

Smršťování (60 dní)

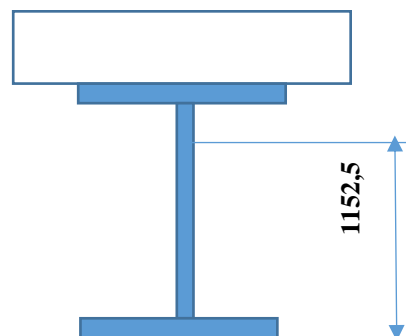
n =	9,15	
Ab = Aeff =	0,82460	
hsp = hd+hn =	1,866	
Asp = Ab/n+As =	0,16510	
Sbsp =	0,20388	
tsp,d= Sbsp/Asp =	1,235	m
tsp,h = h-tsp,d =	0,631	m
eb' =	0,498	m
es' =	0,598	m
Ib' = Ib/n+Ab*eb'^2/n	0,0228874	m4
Is' = Is+As*es'^2	0,0577222	m4
Isp = Ib'+Is' =	0,0806097	m4



Wbh*n =	-1,1689535	m3
Wbd*n =	-2,0205498	m3
Wsh =	-0,2207710	m3
Wsd =	0,0652778	m3

Smršťování (36500 dní)

n =	12,37	
Ab = Aeff =	0,82460	
hsp = hd+hn =	1,866	
Asp = Ab/n+As =	0,14167	
Sbsp =	0,16328	
tsp,d= Sbsp/Asp =	1,153	m
tsp,h = h-tsp,d =	0,713	m
eb' =	0,580	m
es' =	0,516	m
Ib' = Ib/n+Ab*eb'^2/n	0,0228600	m4
Is' = Is+As*es'^2	0,0508378	m4
Isp = Ib'+Is' =	0,0736978	m4



Wbh*n =	-1,2774999	m3
Wbd*n =	-2,0368735	m3
Wsh =	-0,1646900	m3
Wsd =	0,0639457	m3

Průřezové charakteristiky

10.2 Nosník N2

BETONOVÁ DESKA

BETON C35/45

$f_{cm} = 43,00 \text{ MPa}$ $E_{cm} = 34,00 \text{ GPa}$

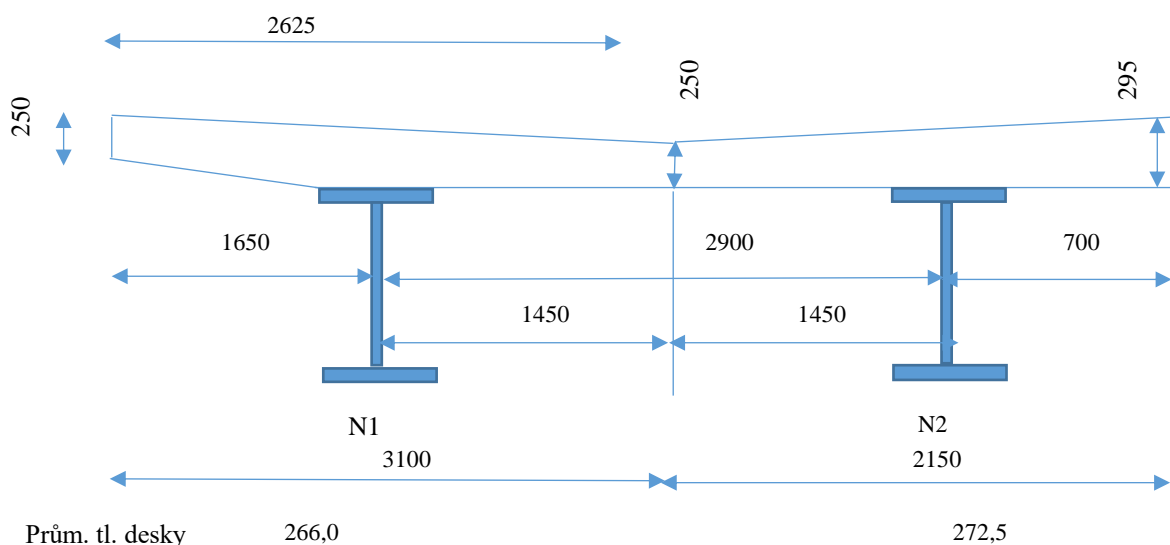
Spolupůsobící šířka

Rozpětí nosníků L : 23,00 m
Rozpětí pole $L_{ef} = 1,0 \cdot L = 23,00 \text{ m}$
 $b_o = 0,35 \text{ m}$ * vzdálenost krajních trnů

POLE

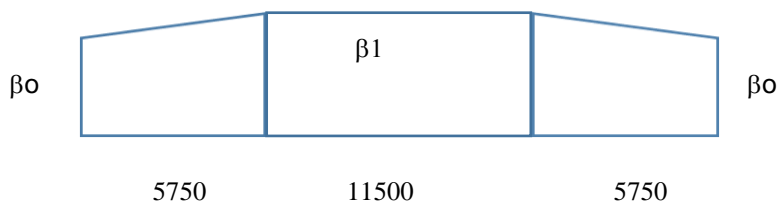
$b_{ei} = L_{ef}/8 = 2,88 \text{ m}$
 $b_{ef1} = 2,88 > 0,53 \text{ m}$
 $b_{ef2} = 2,88 > 1,28 \text{ m}$
 $b_{ef} = b_o + b_{ef1} + b_{ef2} = 2,15 \text{ m}$

Nebude redukována spolupůsobící šířka desky



PODPORA

$b_{e1} = 0,53$ $b_{e2} = 1,28$
 $\beta_1 = (0,55 + 0,025 \cdot L_{ef}/b_{e1}) = 1,00$ $\beta_2 = (0,55 + 0,025 \cdot L_{ef}/b_{e2}) = 1,00$
 $b_{eff} = b_o + \beta_1 \cdot b_{e1} + \beta_2 \cdot b_{e2} = 2,15 \text{ m}$



PRŮŘEZ V POLI

Šířka desky $b_{eff} = 2,15 \text{ m}$
Tloušťka desky $h = 0,273 \text{ m}$
Plocha $A_{eff} = 0,586 \text{ m}^2$
Těžiště $t = h/2 = 0,136 \text{ m}$
 $S_y = A_{eff} \cdot h/2 = 0,0798 \text{ m}^3$
 $I_y = A_{eff} \cdot h^3/12 = 0,00362541 \text{ m}^4$

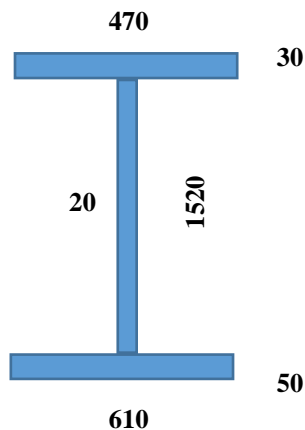
PRŮŘEZ NAD PODPOROU

Šířka desky $b_{eff} = 2,150 \text{ m}$
Tloušťka desky $h = 0,273 \text{ m}$
Plocha $A_{eff} = 0,586 \text{ m}^2$
Těžiště $t = h/2 = 0,136 \text{ m}$
 $S_y = A_{eff} \cdot h/2 = 0,0798 \text{ m}^3$
 $I_y = A_{eff} \cdot h^3/12 = 0,00362541 \text{ m}^4$

OCELOVÝ NOSNÍK

OCEL S 355

bh = 0,470 m
 hh = 0,030 m
 ts = 0,020 m
 hs = 1,520 m
 bd = 0,610 m
 hd = 0,050 m
 eh,0 = 1,585 m
 es,0 = 0,810 m
 ed,0 = 0,025 m
 hn = 1,600 m



Plochy :

Ah = 0,01410 m²
 As = 0,03040 m²
 Ad = 0,03050 m²
 A = 0,07500 m²

Průřezové moduly

Wyh = -3,2034E-02 m³
 Wzd = 4,8495E-02 m⁴

Statický moment + těžiště

Sy = 0,047735 m³
 td = Sy/A = 0,636 m
 th = h - td = 0,964 m

Momenty setrvačnosti

Iy = 3,0866E-02 m⁴
 Iz = 1,2063E-03 m⁴

STANOVENÍ VLIVU BOULENÍ

ε (ocel S 355) = 0,8136

Horní pásnice - tlak

c = (bh-ts)/2 = 0,225 m 33ε = 26,85
 c/t = 7,50 38ε = 30,92

PRŮŘEZ tř. 1 - NEBOULÍ

42ε = 34,17

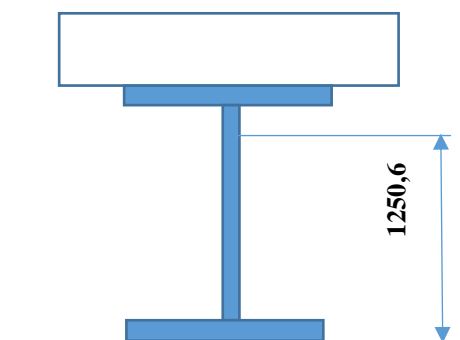
Stojina - ohyb (spočteno pro spřažený průřez viz dále)

SPŘAŽENÝ PRŮŘEZ

1/ V POLI

Krátkodobé zat.

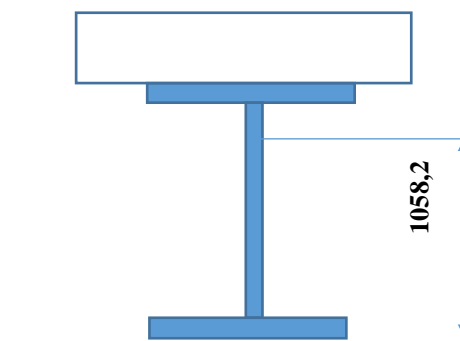
n =	6,18	
Ab = Aeff =	0,58588	
hsp = hd+hn =	1,873	
Asp = Ab/n+As =	0,16986	
Sbsp =	0,21243	
tsp,d= Sbsp/Asp =	1,251	m
tsp,h = h-tsp,d =	0,622	m
eb' =	0,486	m
es' =	0,614	m
Ib' = Ib/n+Ab*eb'^2/n	0,0229556	m4
Is' = Is+As*es'^2	0,0591562	m4
Isp = Ib'+Is' =	0,0821119	m4



Wbh*n =	-0,8155557	m3
Wbd*n =	-1,4516872	m3
Wsh =	-0,2350351	m3
Wsd =	0,0656559	m3

Dlouhodobé zat. (60 dní)

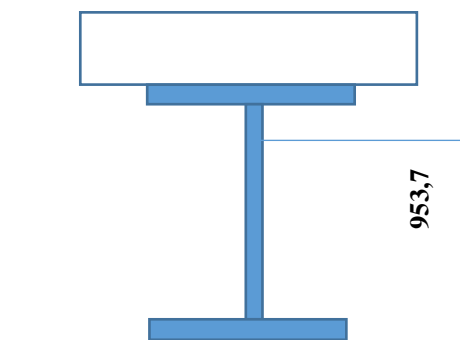
n =	12,56	
Ab = Aeff =	0,58588	
hsp = hd+hn =	1,873	
Asp = Ab/n+As =	0,12165	
Sbsp =	0,12872	
tsp,d= Sbsp/Asp =	1,058	m
tsp,h = h-tsp,d =	0,814	m
eb' =	0,678	m
es' =	0,422	m
Ib' = Ib/n+Ab*eb'^2/n	0,0217350	m4
Is' = Is+As*es'^2	0,0442038	m4
Isp = Ib'+Is' =	0,0659388	m4



Wbh*n =	-1,0170577	m3
Wbd*n =	-1,5285722	m3
Wsh =	-0,1216989	m3
Wsd =	0,0623133	m3

Dlouhodobé zat. (36500 dní)

n =	19,27	
Ab = Aeff =	0,58588	
hsp = hd+hn =	1,873	
Asp = Ab/n+As =	0,10541	
Sbsp =	0,10053	
tsp,d= Sbsp/Asp =	0,954	m
tsp,h = h-tsp,d =	0,919	m
eb' =	0,783	m
es' =	0,317	m
Ib' = Ib/n+Ab*eb'^2/n	0,0188081	m4
Is' = Is+As*es'^2	0,0384148	m4
Isp = Ib'+Is' =	0,0572228	m4



Wbh*n =	-1,1999995	m3
Wbd*n =	-1,7059802	m3
Wsh =	-0,0885433	m3
Wsd =	0,0599990	m3

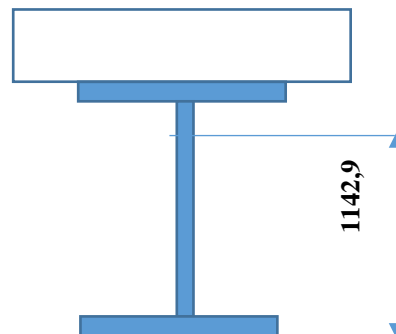
Stojina - ohyb (spočteno pro nenjnižší polohu neutrální osy)

c = hs =	1,520	m	$396\varepsilon/(13*\alpha-1) =$	72,24
c/t =	76,00		$456\varepsilon/(13*\alpha-1) =$	83,28
w1= td-hd =	0,904	m	$62\varepsilon*(1-\psi)*ODM(-\psi) =$	150,67
w2= hs-w1 =	0,616	m		
$\alpha = w2/c =$	0,405			
$\psi = -w1/w2 =$	-1,466			

PRŮŘEZ tř.2 - NEBOULÍ

Smršťování (60 dní)

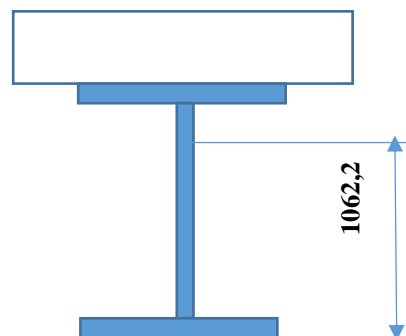
n =	9,15	
Ab = Aeff =	0,58588	
hsp = hd+hn =	1,873	
Asp = Ab/n+As =	0,13901	
Sbsp =	0,15888	
tsp,d= Sbsp/Asp =	1,143	m
tsp,h = h-tsp,d =	0,730	m
eb' =	0,593	m
es' =	0,506	m
Ib' = Ib/n+Ab*eb'^2/n	0,0229331	m4
Is' = Is+As*es'^2	0,0501014	m4
Isp = Ib'+Is' =	0,0730345	m4



Wbh*n =	-0,9161621	m3
Wbd*n =	-1,4623354	m3
Wsh =	-0,1597789	m3
Wsd =	0,0639026	m3

Smršťování (36500 dní)

n =	12,37	
Ab = Aeff =	0,58588	
hsp = hd+hn =	1,873	
Asp = Ab/n+As =	0,12237	
Sbsp =	0,12998	
tsp,d= Sbsp/Asp =	1,062	m
tsp,h = h-tsp,d =	0,810	m
eb' =	0,674	m
es' =	0,426	m
Ib' = Ib/n+Ab*eb'^2/n	0,0218156	m4
Is' = Is+As*es'^2	0,0444593	m4
Isp = Ib'+Is' =	0,0662748	m4



Wbh*n =	-1,0115796	m3
Wbd*n =	-1,5241417	m3
Wsh =	-0,1232335	m3
Wsd =	0,0623939	m3

11. MSP - Posouzení průřezu

11.1. Nosník N1

SMRŠŤOVÁNÍ

Stáří konstrukce:

Výstavba konstrukce:	t=	0	dni
Okončení ošetřování::	t _s =	7	dni
Dlouhodobé zatížení:	t ₀ =	60	dni
Konec životnosti:	t _∞ =	36500	dni

Náhradní rozměr prvku:

$$h_0 = 2 \cdot A_c / u = 2 \cdot 1,410 / 11,037 = 0,256 \text{ m}$$

$$A_c = L \cdot t_{hp} = 5,250 \cdot 0,269 = 1,410 \text{ m}^2$$

$$u = 2 \cdot (L + t_{hp}) = 2 \cdot (5,250 + 0,269) = 11,037 \text{ m} \quad (\text{obvod prvku})$$

Základní poměrné přetvoření (EN 1992-1-1, příloha B, B2):

$$\varepsilon_{cd,0} = 0,85 \cdot [(220 + 110 \cdot \alpha_{ds1}) \exp(-\alpha_{ds2} \cdot f_{cm} / f_{cm0})] \cdot 10^{-6} \cdot \beta_{RH} =$$

$$= 0,85 \cdot [(220 + 110 \cdot 4,00) \exp(-0,12 \cdot 43,00 / 10,00)] \cdot 10^{-6} \cdot 1,124 = 0,000376$$

$$\beta_{RH} = 1,55 \cdot [1 - (R_H / R_{H0})^3] = 1,55 \cdot [1 - (65 / 100)^3] = 1,124$$

$$f_{cm0} = 10,00 \text{ MPa}$$

$$\alpha_{ds1} = 4,00 \text{ cement třídy N} \quad (\text{EN 1992-1-1, příloha B, B2})$$

$$\alpha_{ds2} = 0,12 \text{ cement třídy N} \quad (\text{EN 1992-1-1, příloha B, B2})$$

$$R_{H0} = 100 \%$$

$$\exp(x) = e^x = 2,71828^x$$

Poměrné smršťování vysycháním (EN 1992-1-1, 3.1.4):

$$\varepsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t, t_s) \cdot k_h \cdot \varepsilon_{cd,0} = 0,245 \cdot 0,784 \cdot 0,000376 = 0,000072 \quad \text{pro } t=t_0$$

$$0,996 \cdot 0,784 \cdot 0,000376 = 0,000294 \quad \text{pro } t=\infty$$

$$\beta_{ds}(t, t_s) = \frac{t - t_s}{t - t_s + 0,4 \cdot \sqrt{h_0^3}} = \frac{60 - 7}{60 - 7 + 0,04 \cdot \sqrt{256^3}} = 0,245 \quad \text{pro } t=t_0$$

$$\frac{36500 - 7}{36500 - 7 + 0,04 \cdot \sqrt{256^3}} = 0,996 \quad \text{pro } t=\infty$$

$$k_h = 0,78 \quad (\text{EN 1992-1-1, 3.1.4 Tabulka 3.3}) \quad \text{pro } t=t_0$$

$$k_h = 0,78 \quad (\text{EN 1992-1-1, 3.1.4 Tabulka 3.3}) \quad \text{pro } t=\infty$$

Poměrné autogenní smršťování (EN 1992-1-1, 3.1.4):

$$\varepsilon_{ca}(t) = \beta_{as}(t) \cdot \varepsilon_{ca}(\infty) = 0,788 \cdot 0,000063 = 0,000049 \quad \text{pro } t=t_0$$

$$1,000 \cdot 0,000063 = 0,000063 \quad \text{pro } t=\infty$$

$$\beta_{as}(t) = 1 - \exp(-0,2 \cdot t^{0,5}) = 1 - \exp(-0,2 \cdot 60^{0,5}) = 0,788 \quad \text{pro } t=t_0$$

$$1 - \exp(-0,2 \cdot 36500^{0,5}) = 1,000 \quad \text{pro } t=\infty$$

$$\varepsilon_{ca}(\infty) = 2,5 \cdot (f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6} = 2,5 \cdot (35,00 - 10) \cdot 10^{-6} = 0,000063$$

$$\exp(x) = e^x = 2,71828^x$$

Celkové poměrné smršťování:

$$\varepsilon_{cs} = \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca} = 0,000072 + 0,000049 = 0,000122 \quad \text{pro } t=t_0$$

$$0,000294 + 0,000063 = 0,000356 \quad \text{pro } t=\infty$$

Převedení přetvoření na zatížení teplotou:

$$-\Delta T = \varepsilon_{cs} / \alpha_T = 0,000122 / 0,000010 = -12,2 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \text{pro } t=t_0$$

$$0,000356 / 0,000010 = -35,6 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \text{pro } t=\infty$$

$$\alpha_T = 1,0E-05 \text{ } / ^\circ\text{C}$$

Zatížení	Δt_0 [°C]	Δt_∞ [°C]
	-12,15	-35,64

V čase t = 60 dní

Průřez v poli

$E =$	22945	MPa	$H =$	1,866	m
$A_c =$	0,825	m ²	$t_{sp} =$	1,235	m
			$h_s =$	0,266	m
$\varepsilon_{cs} = \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca} = 0,000072 + 0,000049 = 0,000122$ pro t=60					
$\sigma_c = \varepsilon * E =$	-0,000122 * 22945	= -2,788	MPa		
$N_c = \sigma_c * A_c =$	-2,788 * 0,825	= -2,299	MN (v těžišti desky)		
$esp' = H - t_{sp} - h_s / 2 =$		-0,498	m		
$M_c = N_c * esp' =$	-2,299 * -0,498	= 1,145	MNm		

V čase t = 36500 dní

Průřez v poli

$E =$	16979	MPa	$H =$	1,866	m
$A_c =$	0,825	m ²	$t_{sp} =$	1,153	m
			$h_s =$	0,266	m
$\varepsilon_{cs} = \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca} = 0,000294 + 0,000063 = 0,000356$ pro t=36 500					
$\sigma_c = \varepsilon * E =$	-0,000356 * 16979	= -6,051	MPa		
$N_c = \sigma_c * A_c =$	-6,051 * 0,825	= -4,989	MN (v těžišti desky)		
$esp' = H - t_{sp} - h_s / 2 =$		-0,580	m		
$M_c = N_c * esp' =$	-4,989 * -0,580	= 2,896	MNm		

TEPLOTA NEROVNOMĚRNÁ

Uvažováno oteplení nebo ochlazení desky 10 K (EN 1991-1-5 Obr. 6.2 b)

S kombinačním součinitelem 0.6 == 6 K

$E =$	34000	MPa	$H =$	1,866	m
$A_c =$	0,825	m ²	$t_{sp} =$	1,339	m
			$h_s =$	0,266	m
$\varepsilon_c = DT * \varepsilon_o =$	6 * 0,000010	= 0,000060			
$\sigma_c = \varepsilon * E =$	0,000060 * 34000	= 2,040	MPa		
$N_c = \sigma_c * A_c =$	2,040 * 0,825	= 1,682	MN (v těžišti desky)		
$esp' = H - t_{sp} - h_s / 2 =$		-0,394	m		
$M_c = N_c * esp' =$	1,682 * -0,394	= -0,663	MNm		

$\varepsilon_c = DT * \varepsilon_o =$	-6 * 0,000010	= -0,000060			
$\sigma_c = \varepsilon * E =$	-0,000060 * 34000	= -2,040	MPa		
$N_c = \sigma_c * A_c =$	-2,040 * 0,825	= -1,682	MN (v těžišti desky)		
$esp' = H - t_{sp} - h_s / 2 =$		-0,394	m		
$M_c = N_c * esp' =$	-1,682 * -0,394	= 0,663	MNm		

Začátek provozu $t = 60$ dní

Konec životnosti

Napětí Mpa

Napětí Mpa

Montáž Myd 1,7717 MNm
 Wybh 0 0,000
 Wybd 0 0,000
 Wysh -0,032034 -55,306
 Wysd 0,0484952 36,533

Montáž Myd 1,7717 MNm
 Wybh 0 0,000
 Wybd 0 0,000
 Wysh -0,032034 -55,306
 Wysd 0,0484952 36,533

Dlouhodobé Myd 5,0601 MNm
 Wybh -1,283581 -3,942
 Wybd -2,03945 -2,481
 Wysh -0,162373 -31,164
 Wysd 0,0638733 79,222

Dlouhodobé Myd 5,0601 MNm
 Wybh -1,480872 -3,417
 Wybd -2,177884 -2,323
 Wysh -0,113036 -44,766
 Wysd 0,0617298 81,972

Krátkodobé Myd 7,4092 MNm
 Wybh -1,046864 -7,077
 Wybd -2,112053 -3,508
 Wysh -0,341951 -21,667
 Wysd 0,0667831 110,944

Krátkodobé Myd 7,4092 MNm
 Wybh -1,046864 -7,077
 Wybd -2,112053 -3,508
 Wysh -0,341951 -21,667
 Wysd 0,0667831 110,944

CELKEM S DOPRAVOU

Myd 14,241 MNm

σbh -11,02
 σbd -5,99
 σsh -108,14
 σsd 226,70

CELKEM S DOPRAVOU

Myd 14,241 MNm

σbh -10,49
 σbd -5,83
 σsh -121,74
 σsd 229,45

TEPLOTA NEROVNOMĚRNÁ

Teplota(+) Myd -0,663 MNm
 Wybh -1,046864 0,634
 Wybđ -2,112053 0,314
 Wysh -0,341951 1,940
 Wysđ 0,0667831 -9,935

Teplota(+) Myd -0,663 MNm
 Wybh -1,046864 0,634
 Wybđ -2,112053 0,314
 Wysh -0,341951 1,940
 Wysđ 0,0667831 -9,935

Teplota(+) Nd 1,682 MN
 Asp*n 1,2878353 1,306
 Asp*n 1,2878353 1,306
 Asp 0,2085067 8,068
 Asp 0,2085067 8,068

Teplota(+) Nd 1,682 MN
 Asp*n 1,2878353 1,306
 Asp*n 1,2878353 1,306
 Asp 0,2085067 8,068
 Asp 0,2085067 8,068

TEPLOTA (+) CELKEM

σbh 1,940
 σbd 1,620
 σsh 10,008
 σsd -1,867

σbh 1,940
 σbd 1,620
 σsh 10,008
 σsd -1,867

Teplota(-) Myd 0,663 MNm
 Wybh -1,046864 -0,634
 Wybđ -2,112053 -0,314
 Wysh -0,341951 -1,940
 Wysđ 0,0667831 9,935

Teplota(+) Myd 0,663 MNm
 Wybh -1,046864 -0,634
 Wybđ -2,112053 -0,314
 Wysh -0,341951 -1,940
 Wysđ 0,0667831 9,935

Teplota(-) Nd -1,682 MN
 Asp*n 1,2878353 -1,306
 Asp*n 1,2878353 -1,306
 Asp 0,2085067 -8,068
 Asp 0,2085067 -8,068

Teplota(+) Nd -1,682 MN
 Asp*n 1,2878353 -1,306
 Asp*n 1,2878353 -1,306
 Asp 0,2085067 -8,068
 Asp 0,2085067 -8,068

TEPLOTA (-) CELKEM

σbh -1,940
 σbd -1,620
 σsh -10,008
 σsd 1,867

σbh -1,940
 σbd -1,620
 σsh -10,008
 σsd 1,867

CELKEM S DOPRAVOU A TEPLOTOU +

σbh -9,08
 σbd -4,37
 σsh -98,13
 σsd 224,83

σbh -8,55
 σbd -4,21
 σsh -111,73
 σsd 227,58

CELKEM S DOPRAVOU A TEPLOTOU -

σbh -12,96
 σbd -7,61
 σsh -118,14
 σsd 228,57

σbh -12,43
 σbd -7,45
 σsh -131,75
 σsd 231,32

Smršťování Myd 1,145 MNm
 Wybh -1,168953 -0,980
 Wybd -2,02055 -0,567
 Wysh -0,220771 -5,187
 Wysd 0,0652778 17,543

Smršťování Myd 2,896 MNm
 Wybh -1,2775 -2,267
 Wybd -2,036873 -1,422
 Wysh -0,16469 -17,587
 Wysd 0,0639457 45,294

Smršťování Nd -2,299 MN
 Asp*n 1,5110182 -1,521
 Asp*n 1,5110182 -1,521
 Asp 0,1650981 -13,925
 Asp 0,1650981 -13,925

Smršťování Nd -4,989 MN
 Asp*n 1,7521941 -2,848
 Asp*n 1,7521941 -2,848
 Asp 0,1416725 -35,218
 Asp 0,1416725 -35,218

SMRŠŤOVÁNÍ CELKEM

σbh -2,501
 σbd -2,088
 σsh -19,112
 σsd 3,618

σbh -5,115
 σbd -4,269
 σsh -52,805
 σsd 10,076

CELKEM S DOPRAVOU TEPLOTOU(+) A SMRŠŤOVÁNÍM

σbh -11,581
 σbd -6,457
 σsh -117,240
 σsd 228,449

σbh -13,669
 σbd -8,481
 σsh -164,536
 σsd 237,657

CELKEM S DOPRAVOU TEPLOTOU(-) A SMRŠŤOVÁNÍM

σbh -15,461
 σbd -9,698
 σsh -137,257
 σsd 232,183

σbh -17,549
 σbd -11,721
 σsh -184,552
 σsd 241,392

MAXIMÁLNÍ NAPĚTÍ

Horní vlákna desky -8,55 MPa
 Spodní vlákna desky -4,21 MPa
 Horní vlákna nosníku -98,13 MPa
 Spodní vlákna nosníku **241,39 MPa**

MINIMÁLNÍ NAPĚTÍ

Horní vlákna desky **-17,55 MPa**
 Spodní vlákna desky -11,72 MPa
 Horní vlákna nosníku -184,55 MPa
 Spodní vlákna nosníku 224,83 MPa

fyk, lim = **317,00 MPa**

fck, lim = 0,6* fck = **21,00 MPa**

SNÍŽENÍ ÚNOSNOSTI VLIVEM NORMÁLOVÝCH SIL

OCELOVÝ NOSNÍK OCEL S 355 $f_{yk} = 335$ MPa

Vodorovné síly působící kolmo na nosník - vytváří moment M_z rozložený na dvojici normálových sil

Vnitřní síly N od vodorovných sil (zaokrouhleno)

$$N = 1350,0 \text{ kN} \quad (\text{v } 1/2 \text{ rozpětí})$$

$b_h = 0,470 \text{ m}$
 $h_h = 0,030 \text{ m}$
 $t_s = 0,020 \text{ m}$
 $h_s = 1,520 \text{ m}$
 $b_d = 0,610 \text{ m}$
 $h_d = 0,050 \text{ m}$
 $e_{h,0} = 1,585 \text{ m}$
 $e_{s,0} = 0,810 \text{ m}$
 $e_{d,0} = 0,025 \text{ m}$
 $h_n = 1,600 \text{ m}$

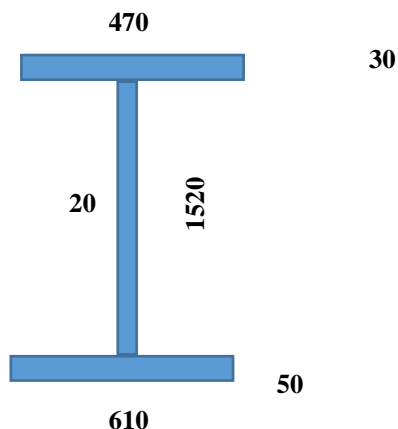
Plochy :

$A_h = 0,01410 \text{ m}^2$
 $A_s = 0,03040 \text{ m}^2$
 $A_d = 0,03050 \text{ m}^2$
 $A = 0,07500 \text{ m}^2$

NAPĚTÍ

$$\sigma_v = N/A = 18,00 \text{ MPa}$$

$$f_{yk, \text{lim}} = f_{yd} - s_z = 317,00 \text{ MPa}$$



Momenty setrvačnosti

$$I_z = 1,2063E-03 \text{ m}^4$$

Průřezové moduly

$$W_z = 3,9552E-03 \text{ m}^4$$

11. MSP - Posouzení průřezu

11.2. Nosník N2

SMRŠŤOVÁNÍ

Stáří konstrukce:

Výstavba konstrukce:	t=	0	dni
Okončení ošetřování::	t _s =	7	dni
Dlouhodobé zatížení:	t ₀ =	60	dni
Konec životnosti:	t _∞ =	36500	dni

Náhradní rozměr prvku:

$$h_0 = 2 \cdot A_c / u = 2 \cdot 1,410 / 11,037 = 0,256 \text{ m}$$

$$A_c = L \cdot t_{hp} = 5,250 \cdot 0,269 = 1,410 \text{ m}^2$$

$$u = 2 \cdot (L + t_{hp}) = 2 \cdot (5,250 + 0,269) = 11,037 \text{ m} \quad (\text{obvod prvku})$$

Základní poměrné přetvoření (EN 1992-1-1, příloha B, B2):

$$\varepsilon_{cd,0} = 0,85 \cdot [(220 + 110 \cdot \alpha_{ds1}) \exp(-\alpha_{ds2} \cdot f_{cm} / f_{cm0})] \cdot 10^{-6} \cdot \beta_{RH} =$$

$$= 0,85 \cdot [(220 + 110 \cdot 4,00) \exp(-0,12 \cdot 43,00 / 10,00)] \cdot 10^{-6} \cdot 1,124 = 0,000376$$

$$\beta_{RH} = 1,55 \cdot [1 - (R_H / R_{H0})^3] = 1,55 \cdot [1 - (65 / 100)^3] = 1,124$$

$$f_{cm0} = 10,00 \text{ MPa}$$

$$\alpha_{ds1} = 4,00 \text{ cement třídy N} \quad (\text{EN 1992-1-1, příloha B, B2})$$

$$\alpha_{ds2} = 0,12 \text{ cement třídy N} \quad (\text{EN 1992-1-1, příloha B, B2})$$

$$R_{H0} = 100 \%$$

$$\exp(x) = e^x = 2,71828^x$$

Poměrné smršťování vysycháním (EN 1992-1-1, 3.1.4):

$$\varepsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t, t_s) \cdot k_h \cdot \varepsilon_{cd,0} = 0,245 \cdot 0,784 \cdot 0,000376 = 0,000072 \quad \text{pro } t=t_0$$

$$0,996 \cdot 0,784 \cdot 0,000376 = 0,000294 \quad \text{pro } t=\infty$$

$$\beta_{ds}(t, t_s) = \frac{t - t_s}{t - t_s + 0,4 \cdot \sqrt{h_0^3}} = \frac{60 - 7}{60 - 7 + 0,4 \cdot \sqrt{256^3}} = 0,245 \quad \text{pro } t=t_0$$

$$\frac{36500 - 7}{36500 - 7 + 0,4 \cdot \sqrt{256^3}} = 0,996 \quad \text{pro } t=\infty$$

$$k_h = 0,78 \quad (\text{EN 1992-1-1, 3.1.4 Tabulka 3.3}) \quad \text{pro } t=t_0$$

$$k_h = 0,78 \quad (\text{EN 1992-1-1, 3.1.4 Tabulka 3.3}) \quad \text{pro } t=\infty$$

Poměrné autogenní smršťování (EN 1992-1-1, 3.1.4):

$$\varepsilon_{ca}(t) = \beta_{as}(t) \cdot \varepsilon_{ca}(\infty) = 0,788 \cdot 0,000063 = 0,000049 \quad \text{pro } t=t_0$$

$$1,000 \cdot 0,000063 = 0,000063 \quad \text{pro } t=\infty$$

$$\beta_{as}(t) = 1 - \exp(-0,2 \cdot t^{0,5}) = 1 - \exp(-0,2 \cdot 60^{0,5}) = 0,788 \quad \text{pro } t=t_0$$

$$1 - \exp(-0,2 \cdot 36500^{0,5}) = 1,000 \quad \text{pro } t=\infty$$

$$\varepsilon_{ca}(\infty) = 2,5 \cdot (f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6} = 2,5 \cdot (35,00 - 10) \cdot 10^{-6} = 0,000063$$

$$\exp(x) = e^x = 2,71828^x$$

Celkové poměrné smršťování:

$$\varepsilon_{cs} = \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca} = 0,000072 + 0,000049 = 0,000122 \quad \text{pro } t=t_0$$

$$0,000294 + 0,000063 = 0,000356 \quad \text{pro } t=\infty$$

Převedení přetvoření na zatížení teplotou:

$$-\Delta T = \varepsilon_{cs} / \alpha_T = 0,000122 / 0,000010 = -12,2 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \text{pro } t=t_0$$

$$0,000356 / 0,000010 = -35,6 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \text{pro } t=\infty$$

$$\alpha_T = 1,0E-05 \text{ } / ^\circ\text{C}$$

Zatížení	Δt_0 [°C]	Δt_∞ [°C]
	-12,15	-35,64

V čase t = 60 dní

Průřez v poli

$E =$	22945	MPa	$H =$	1,873	m
$A_c =$	0,586	m ²	$t_{sp} =$	1,143	m
			$h_s =$	0,273	m
$\varepsilon_{cs} = \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca} =$	0,000072 + 0,000049	= 0,000122	pro t=60		
$\sigma_c = \varepsilon * E =$	-0,000122 * 22945	= -2,788	MPa		
$N_c = \sigma_c * A_c =$	-2,788 * 0,586	= -1,633	MN (v těžišti desky)		
$esp' = H - t_{sp} - h_s / 2 =$		-0,593	m		
$M_c = N_c * esp' =$	-1,633 * -0,593	= 0,969	MNm		

V čase t = 36500 dní

Průřez v poli

$E =$	16979	MPa	$H =$	1,873	m
$A_c =$	0,586	m ²	$t_{sp} =$	1,062	m
			$h_s =$	0,273	m
$\varepsilon_{cs} = \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca} =$	0,000294 + 0,000063	= 0,000356	pro t=36 500		
$\sigma_c = \varepsilon * E =$	-0,000356 * 16979	= -6,051	MPa		
$N_c = \sigma_c * A_c =$	-6,051 * 0,586	= -3,545	MN (v těžišti desky)		
$esp' = H - t_{sp} - h_s / 2 =$		-0,674	m		
$M_c = N_c * esp' =$	-3,545 * -0,674	= 2,389	MNm		

TEPLOTA NEROVNOMĚRNÁ

Uvažováno oteplení nebo ochlazení desky 10 K (EN 1991-1-5 Obr. 6.2 b)

S kombinačním součinitelem 0.6 == 6 K

$E =$	34000	MPa	$H =$	1,873	m
$A_c =$	0,586	m ²	$t_{sp} =$	1,251	m
			$h_s =$	0,273	m
$\varepsilon_c = DT * \varepsilon_o =$	6 * 0,000010	= 0,000060			
$\sigma_c = \varepsilon * E =$	0,000060 * 34000	= 2,040	MPa		
$N_c = \sigma_c * A_c =$	2,040 * 0,586	= 1,195	MN (v těžišti desky)		
$esp' = H - t_{sp} - h_s / 2 =$		-0,486	m		
$M_c = N_c * esp' =$	1,195 * -0,486	= -0,580	MNm		

$\varepsilon_c = DT * \varepsilon_o =$	-6 * 0,000010	= -0,000060			
$\sigma_c = \varepsilon * E =$	-0,000060 * 34000	= -2,040	MPa		
$N_c = \sigma_c * A_c =$	-2,040 * 0,586	= -1,195	MN (v těžišti desky)		
$esp' = H - t_{sp} - h_s / 2 =$		-0,486	m		
$M_c = N_c * esp' =$	-1,195 * -0,486	= 0,580	MNm		

Začátek provozu t= 60 dní

Konec životnosti

Napětí Mpa

Napětí Mpa

Montáž Myd 1,382 MNm
 Wybh 0 0,000
 Wybd 0 0,000
 Wysh -0,032034 -43,142
 Wysd 0,0484952 28,498

Montáž Myd 1,382 MNm
 Wybh 0 0,000
 Wybd 0 0,000
 Wysh -0,032034 -43,142
 Wysd 0,0484952 28,498

Dlouhodobé Myd 2,3022 MNm
 Wybh -1,017058 -2,264
 Wybd -1,528572 -1,506
 Wysh -0,121699 -18,917
 Wysd 0,0623133 36,946

Dlouhodobé Myd 2,3022 MNm
 Wybh -1,2 -1,919
 Wybd -1,70598 -1,350
 Wysh -0,088543 -26,001
 Wysd 0,059999 38,371

Krátkodobé Myd 7,9582 MNm
 Wybh -0,815556 -9,758
 Wybd -1,451687 -5,482
 Wysh -0,235035 -33,860
 Wysd 0,0656559 121,211

Krátkodobé Myd 7,9582 MNm
 Wybh -0,815556 -9,758
 Wybd -1,451687 -5,482
 Wysh -0,235035 -33,860
 Wysd 0,0656559 121,211

CELKEM S DOPRAVOU

Myd 11,642 MNm

σbh -12,022
 σbd -6,988
 σsh -95,920
 σsd 186,655

CELKEM

Myd 11,642 MNm

σbh -11,677
 σbd -6,832
 σsh -103,003
 σsd 188,080

TEPLOTA NEROVNOMĚRNÁ

Teplota(+)	Myd	-0,580 MNm
Wybh	-0,815556	0,712
Wybd	-1,451687	0,400
Wysh	-0,235035	2,469
Wysd	0,0656559	-8,840

Teplota(+)	Myd	-0,580 MNm
Wybh	-0,815556	0,712
Wybd	-1,451687	0,400
Wysh	-0,235035	2,469
Wysd	0,0656559	-8,840

Teplota(+)	Nd	1,195 MN
Asp*n	1,0491103	1,139
Asp*n	1,0491103	1,139
Asp	0,169856	7,036
Asp	0,169856	7,036

Teplota(+)	Nd	1,195 MN
Asp*n	1,0491103	1,139
Asp*n	1,0491103	1,139
Asp	0,169856	7,036
Asp	0,169856	7,036

TEPLOTA (+) CELKEM

σbh	1,851
σbd	1,539
σsh	9,506
σsd	-1,803

σbh	1,851
σbd	1,539
σsh	9,506
σsd	-1,803

Teplota(-)	Myd	0,580 MNm
Wybh	-0,815556	-0,712
Wybd	-1,451687	-0,400
Wysh	-0,235035	-2,469
Wysd	0,0656559	8,840

Teplota(+)	Myd	0,580 MNm
Wybh	-1,046864	-0,554
Wybd	-2,112053	-0,275
Wysh	-0,341951	-1,697
Wysd	0,0667831	8,691

Teplota(-)	Nd	-1,195 MN
Asp*n	1,0491103	-1,139
Asp*n	1,0491103	-1,139
Asp	0,169856	-7,036
Asp	0,169856	-7,036

Teplota(+)	Nd	-1,195 MN
Asp*n	1,0491103	-1,139
Asp*n	1,0491103	-1,139
Asp	0,169856	-7,036
Asp	0,169856	-7,036

TEPLOTA (-) CELKEM

σbh	-1,851
σbd	-1,539
σsh	-9,506
σsd	1,803

σbh	-1,694
σbd	-1,414
σsh	-8,734
σsd	1,654

CELKEM S DOPRAVOU A TEPLOTOU +

σbh	-10,17
σbd	-5,45
σsh	-86,41
σsd	184,85

σbh	-9,83
σbd	-5,29
σsh	-93,50
σsd	186,28

CELKEM S DOPRAVOU A TEPLOTOU -

σbh	-13,87
σbd	-8,53
σsh	-105,43
σsd	188,46

σbh	-13,37
σbd	-8,25
σsh	-111,74
σsd	189,73

Smršťování Myd 0,969 MNm
 Wybh -0,916162 -1,058
 Wybd -1,462335 -0,663
 Wysh -0,159779 -6,066
 Wysd 0,0639026 15,166

Smršťování Myd 2,389 MNm
 Wybh -1,01158 -2,362
 Wybd -1,524142 -1,568
 Wysh -0,123233 -19,390
 Wysd 0,0623939 38,297

Smršťování Nd -1,633 MN
 Asp*n 1,2722932 -1,284
 Asp*n 1,2722932 -1,284
 Asp 0,1390144 -11,750
 Asp 0,1390144 -11,750

Smršťování Nd -3,545 MN
 Asp*n 1,5134691 -2,342
 Asp*n 1,5134691 -2,342
 Asp 0,1223705 -28,969
 Asp 0,1223705 -28,969

SMRŠŤOVÁNÍ CELKEM

σbh -2,342
 σbd -1,947
 σsh -17,815
 σsd 3,416

σbh -4,704
 σbd -3,910
 σsh -48,359
 σsd 9,328

CELKEM S DOPRAVOU TEPLOTOU(+) A SMRŠŤOVÁNÍM

σbh -12,51
 σbd -7,40
 σsh -104,23
 σsd 188,27

σbh -14,53
 σbd -9,20
 σsh -141,86
 σsd 195,60

CELKEM S DOPRAVOU TEPLOTOU(-) A SMRŠŤOVÁNÍM

σbh -16,21
 σbd -10,47
 σsh -123,24
 σsd 191,88

σbh -18,07
 σbd -12,16
 σsh -160,10
 σsd 199,06

MAXIMÁLNÍ NAPĚTÍ

Horní vlákna desky -9,83 MPa
 Spodní vlákna desky -5,29 MPa
 Horní vlákna nosníku -86,41 MPa
 Spodní vlákna nosníku **199,06 MPa**

MINIMÁLNÍ NAPĚTÍ

Horní vlákna desky **-18,07 MPa**
 Spodní vlákna desky -12,16 MPa
 Horní vlákna nosníku -160,10 MPa
 Spodní vlákna nosníku 184,85 MPa

fyk, lim = **317,00 MPa**
 viz str . 62

fck, lim = 0,6* fck = **21,00 MPa**

12. MSP - Průhyb nosníku

NOSNÍK N1

Rozpětí $L = 23,00 \text{ m}$

$E = 210000 \text{ Mpa}$

Začátek provozu $t = 60 \text{ dní}$

Průhyb v mm

Konec životnosti

Průhyb v mm

Vlastní váha - montáž

$Myk = 1,7717 \text{ MNm}$

$I_y = 0,0308656 \quad fz = 15,062 \text{ mm}$

Vlastní váha - montáž

$Myk = 1,7717 \text{ MNm}$

$I_y = 0,0308656 \quad fz = 15,062 \text{ mm}$

Ostatní stálé a dlouhodobé

$Myk = 5,0601 \text{ MNm}$

$I_y = 0,0733452 \quad fz = 18,103 \text{ mm}$

Ostatní stálé a dlouhodobé

$Myk = 5,0601 \text{ MNm}$

$I_y = 0,0638815 \quad fz = 20,785 \text{ mm}$

Krátkodobé

Doprava $\alpha^*(\delta^*LM71 + \text{odstřed. síla})$

$Myd = 6,6761 \text{ MNm}$

$I_y = 0,0893942 \quad fz = 19,596 \text{ mm}$

Krátkodobé

Doprava $\alpha^*(\delta^*LM71 + \text{odstřed. síla})$

$Myd = 6,6761 \text{ MNm}$

$I_y = 0,0893942 \quad fz = 19,596 \text{ mm}$

Pootočení konce

$\theta = My^*L/(3^*E^*I_y) = 2,726 \text{ mrad}$

$\theta^*H = 2,726 * 1,450 = 3,953 \text{ mm} < (\theta^*H)_{\text{lim}} = 8,000 \text{ mm} \text{ (ČSN EN 1991-2, 6.5.4.5.2)}$

CELKEM S DOPRAVOU

$Myd = 13,508 \text{ MNm}$

Svislý průhyb $fz = 52,761 \text{ mm}$

CELKEM

$Myd = 13,508 \text{ MNm}$

Svislý průhyb $fz = 55,443$

Ověření pohody cestujících (ČSN EN 1990, A2.4.4.3.2)

Krátkodobé

Doprava $\delta^*LM71 + \text{odstřed. síla}$

$Myd = 5,5174 \text{ MNm}$

$I_y = 0,0893942 \quad fz = 16,195 \text{ mm}$

$L/\delta = 1050$ pro rozpětí 23,0 m a rychlost 150 km/h (z grafu)

$f_{\text{lim}} = L/1050 = 21,905 \text{ mm}$ limitní průhyb

$f_{z\text{max}} = 16,195 \text{ mm} < f_{\text{lim}} = 21,905 \text{ mm}$

VYHOVUJE

Zatížitelnost

$Z_{LM71} = f_{\text{lim}}/f_{\text{max}}, LM71 = 1,35$

MSP - Průhyb nosníku

NOSNÍK N2

Rozpětí $L = 23,00 \text{ m}$
 $E = 210000 \text{ Mpa}$

$f_z = (5 \cdot M_y \cdot L^2) / (48 \cdot E \cdot I_y)$
 $\theta = M_y \cdot L / (3 \cdot E \cdot I_y)$

Začátek provozu $t = 60 \text{ dní}$

Konec životnosti

Průhyb v mm

Průhyb v mm

Vlastní váha - montáž

$M_{yd} = 1,382 \text{ MNm}$
 $I_y = 0,0308656 \quad f_z = 11,749 \text{ mm}$

Vlastní váha - montáž

$M_{yd} = 1,382 \text{ MNm}$
 $I_y = 0,0308656 \quad f_z = 11,749 \text{ mm}$

Ostatní stálé a dlouhodobé

$M_{yd} = 2,3022 \text{ MNm}$
 $I_y = 0,0659388 \quad f_z = 9,162 \text{ mm}$

Ostatní stálé a dlouhodobé

$M_{yd} = 2,3022 \text{ MNm}$
 $I_y = 0,0572228 \quad f_z = 10,557 \text{ mm}$

Krátkodobé

Doprava $\alpha \cdot (\delta \cdot LM71 + \text{odstřed. síla})$
 $M_{yd} = 7,2251 \text{ MNm}$
 $I_y = 0,0821119 \quad f_z = 23,089 \text{ mm}$

Krátkodobé

Doprava $\alpha \cdot (\delta \cdot LM71 + \text{odstřed. síla})$
 $M_{yd} = 7,2251 \text{ MNm}$
 $I_y = 0,0821119 \quad f_z = 23,089 \text{ mm}$

Pootočení konce

$\theta = M_y \cdot L / (3 \cdot E \cdot I_y) = 3,212 \text{ mrad}$
 $\theta \cdot H = 3,212 \cdot 1,450 = 4,658 \text{ mm}$

$< (\theta \cdot H)_{\text{lim}} = 8,000 \text{ mm}$

CELKEM S DOPRAVOU

$M_{yd} = 10,909 \text{ MNm}$
Svislý průhyb $f_z = 44,000 \text{ mm}$

CELKEM

$M_{yd} = 10,909 \text{ MNm}$
Svislý průhyb $f_z = 45,395$

Ověření pohody cestujících

Krátkodobé

Doprava $\delta \cdot LM71 + \text{odstřed. síla}$
 $M_{yd} = 5,9712 \text{ MNm}$
 $I_y = 0,0821119 \quad f_z = 19,082 \text{ mm}$

$L/\delta = 1050$ pro rozpětí 23,0 m a rychlost 150 km/h (z grafu)

$f_{\text{lim}} = L/1050 = 21,905 \text{ mm}$ limitní průhyb

$f_{z\text{max}} = 19,082 \text{ mm} < f_{\text{lim}} = 21,905 \text{ mm}$

VYHOVUJE

Zatížitelnost

$Z_{LM71} = f_{\text{lim}}/f_{\text{max}}, LM71 = 1,15$

13. MSP - ověření náchylnosti k rezonancím

Deska:

Rozpětí :	$l_o = 23,00 \text{ m}$	Šířka desky:	$b_s = 5,25 \text{ m}$
Tloušťka desky (min):	$h_d = 0,25 \text{ m}$	Počet celkem	2,00
Objemová tíha desky:	$\gamma_d = 25,00 \text{ kN/m}^3$	Hmotnost nosníku	630 kg/m

Železniční svršek:

Kolejnice:	$g_k = 1,20 \text{ kN/m}$
Pražce:	$g_p = 4,80 \text{ kN/m}$

Kolejové lože:

Výška kolejového lože:	$h_s = 0,45 \text{ m}$
Objem. tíha kol. lože:	$\gamma_s = 20,00 \text{ kN/m}^3$
Plocha kol. lože v řezu	3,36 m ²

Římsa, chodník

Výška římsy:	$h_r = 1,07 \text{ m}$
Šířka římsy:	$s_r = 0,36 \text{ m}$
Objem. tíha římsy:	$\gamma_r = 25,00 \text{ kN/m}^3$

Ostatní zařízení:

Zábradlí (PHS):	$g_z = 1,00 \text{ kN/m}$
Kabely:	$g_z = 1,00 \text{ kN/m}$

Izolace:

Výška izolace:	$h_i = 0,01 \text{ m}$
Objem. tíha izolace:	$\gamma_i = 15,00 \text{ kN/m}^3$

Ochrana izolace

Výška ochrany iz.:	$h'_i = 0,04 \text{ m}$
Objem. tíha ochrany iz.:	$\gamma'_i = 23,00 \text{ kN/m}^3$

2.1. Zatížení stálé

Vlastní váha

Beton:	$G_b = \gamma_d \cdot t_d = 25,00 \cdot 0,27 \cdot 5,25 = 35,26 \text{ kN/šířka desky}$
Pro nosník N1	$0,664 \cdot 35,26 = 23,41 \text{ kN/1 nosník}$
Pro nosník N2	$0,336 \cdot 35,26 = 11,86 \text{ kN/1 nosník}$
Ocel :	$630,0 \cdot 2,00 : 100 = 12,60 \text{ kN/šířka desky}$
Pro 2 nosníků	$12,60 : 2 = 6,30 \text{ kN/1 nosník}$

CELKEM :

Pro nosník N1	29,71 kN/m nosníku
Pro nosník N2	18,16 kN/m nosníku

Stálé

Přítížení desky od železničního spodku:

$$G_s = g_s \cdot (A_s) / b_d = 20,00 \cdot 3,36 / b_d = 12,79 \text{ kN/m}^2$$

Přítížení desky od izolačních vrstev:

$$\text{Ochrana izolace: } G'_i = g'_i \cdot h'_i = 23,00 \cdot 0,04 = 0,81 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Izolace: } G_i = g_i \cdot h_i = 15,00 \cdot 0,01 = 0,08 \text{ kN/m}^2$$

CELKEM :

13,67 kN/m²

Pro nosník N1	$5,25 \cdot 0,664 \cdot 13,67 = 47,65 \text{ kN/m nosníku}$
Pro nosník N2	$5,25 \cdot 0,336 \cdot 13,67 = 24,14 \text{ kN/m nosníku}$

Název:	Rekonstrukce traťového úseku Ústí nad Labem západ (mimo)-Chabařovice (včetně)	09.08.2021
SO:	SO 12-20-01 TÚ Ústí nad Labem západ - Chabařovice, most v ev. km 10,037	Strana 71

Plošné (omezené)

Přetížení desky od železničního svršku:

$$\begin{aligned} \text{Kolejnice:} \quad G_k &= g_k / b_z = 1,20 / 3,00 = 0,40 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Pražce:} \quad G_p &= g_p / b_z = 4,80 / 3,00 = 1,60 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Svršek celkem:} \quad G_s &= \mathbf{2,00 \text{ kN/m}^2} \quad \text{v příčném směru na délce 3,0 m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pro nosník N1} \quad 3,00 \cdot 0,45 \cdot 2,00 &= 2,69 \text{ kN/m nosníku} \\ \text{Pro nosník N2} \quad 3,00 \cdot 0,55 \cdot 2,00 &= 3,31 \text{ kN/m nosníku} \end{aligned}$$

Přetížení desky od římsy a ostatních zařízení (jednostranné pro nosník N1):

$$\begin{aligned} \text{Římsa:} \quad G_f &= \gamma_f \cdot h_f \cdot \xi_f = 1 \cdot 25,00 \cdot 1,07 \cdot 0,36 = 9,63 \text{ kN/m}' \\ \text{Kabely} &= 1,00 \text{ kN/m}' \\ \text{Zábradlí (PHS):} \quad g_z &= 1 \cdot 1,00 = 1,00 \text{ kN/m}' \\ \text{Pro nosník N1} &= 11,63 \text{ kN/m nosníku} \end{aligned}$$

CELKEM STÁLÉ :

$$\begin{aligned} \text{Pro nosník N1} &= 61,97 \text{ kN/m nosníku} \\ \text{Pro nosník N2} &= 27,45 \text{ kN/m nosníku} \end{aligned}$$

CELKEM STÁLÉ + VLASTNÍ TÍHA:

$$\begin{aligned} \text{Pro nosník N1} &= 91,68 \text{ kN/m nosníku} \\ \text{Pro nosník N2} &= 45,60 \text{ kN/m nosníku} \end{aligned}$$

POSOUZENÍ NÁCHYLNOSTI K REZONANCÍM

NOSNÍK N1

$$\begin{aligned} \text{Rozpětí } L &= 23 \text{ m} \\ E_{cs} &= 210000 \text{ Mpa} \\ I_{l,s,p} &= 0,08939 \text{ m}^4 \\ m &= 9,168 \text{ t/m} \\ \delta_o &= 17,795 \text{ mm} \end{aligned}$$

Prosté nosníky nevykazují náchylnost k rezonancím

pokud jejich 1. vlastní frekvence ne leží v mezních hodnotách :

$$\begin{aligned} \max n_o &= 94,76 \times L^{-0,748} = 9,079 \quad \text{pro } 4 \text{ m} < L < 100 \text{ m} \\ \min n_o &= 80 / L = 3,478 \quad \text{pro } 4 \text{ m} < L < 20 \text{ m} \\ \min n_o &= 23,58 \times L^{-0,592} = 3,685 \quad \text{pro } 20 \text{ m} < L < 100 \text{ m} \end{aligned}$$

$$n_o = 17,75 / (\delta_o)^{1/2} = (\pi / (2 \times L^2)) \times (E_{cs} \times I_{l,s,p} / m)^{1/2} \quad 4,249 > 3,685$$

VYHOVUJE

14. Posouzení únavy

NOSNÍK N2

UPROSTŘED ROZPĚTÍ

Začátek provozu $t = 60$ dní

Konec životnosti

ROZKMIT NAPĚTÍ Napětí Mpa

Napětí Mpa

Krátkodobé $\delta \cdot LM71 + \text{odstřed. síla}$
Myd 5,9712 MNm

Krátkodobé $\delta \cdot LM71 + \text{odstřed. síla}$
Myd 5,9712 MNm

Wybh -0,815556 -7,32
Wybd -1,451687 -4,11
Wysh -0,235035 -25,41
Wysd 0,0656559 90,95

Wybh -0,815556 -7,32
Wybd -1,451687 -4,11
Wysh -0,235035 -25,41
Wysd 0,0656559 90,95

POSOUZENÍ ÚNAVY

součinitel spolehlivosti	1,00	
dílčí součinitel únavové pevnosti	1,35	
dynamický součinitel	1,13	
délka příčinkové čáry (rozpětí)	23,00	m
součinitel ekvivalentního poškození		
λ_1 součinitel tvaru příčinkové čáry	0,67	Ec Mix pro L=23,0 m
λ_2 součinitel objemu dopravy	1,00	pro $25 \cdot 10^6$ t/kolej
λ_3 součinitel návrhové životnosti mostu	1,00	(100 let)
λ_4 souč. pro konstrukční prvky zatížené více než 1 kolejí	1,00	(1 kolej)
$\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 =$	0,67	

Krční svary - spodní pásnice

kategorie detailu	tab . 8.2 pol .5	100 MPa	
rozkmit napětí		90,95 MPa	
ekvivalentní rozkmit		60,93 MPa	
max .napětí		74,07 MPa	
využití		0,82	VYHOVUJE
ZLM71 =		1,22	

Připojení výztuhy

kategorie detailu	tab 8.4 pol .7	80 MPa	
rozkmit napětí		90,95 MPa	
neutrální osa		1,34 m	
neutrální osa - tloušťka pásnice		1,29 m	
neutrální osa - tp-výřez (200 mm)		1,09 m	
rozkmit napětí nad výřezem		73,96 MPa	
ekvivalentní rozkmit		49,55 MPa	
max .napětí		59,26 MPa	
využití		0,84	VYHOVUJE
ZLM71 =		1,20	

Připojení trnů k základnímu materiálu (horní pásnice)

kategorie detailu	tab . 8.4 pol .9	80 MPa	
rozkmit napětí		25,41 MPa	
ekvivalentní rozkmit		17,02 MPa	
max .napětí		59,26 MPa	
využití		0,29	VYHOVUJE
ZLM71 =		3,48	

SOUHRN :

ZLM71 - MIN **1,20**

15. Zatížení na ložiska

Reakce ložiska										L1 - krajní pevné			L2- krajní podélně pevné			L1+L2			
										Rz	Rx	Ry	Rz	Rx	Ry	Rz	Rx	Ry	
Stálé	Ostatní stálé	Vlastní tíha								308,1				240,4			548,5		
		Štěrk. lože								880,0				400,4			1280,4		
		Kolej								0,0				0,0					
		Kabely								0,0				0,0					
		Zábradlí								0,0				0,0					
		Trakce								0,0				0,0					
		Sedání								0,0				0,0					
		Sedání								0,0				0,0					
		CELKEM								1188,1				640,7			1828,9		
Vedlejší																			
		α*LM71																	
		MAX								815,9				904,9			1720,9		
		MIN								0,0				0,0					
		Odstředivé síly+								301,8				301,8					
		Odstředivé síly-								-301,8				-301,8					
		CELKEM(α*LM71)								1117,8				1206,8			2324,5		
		SW/2																	
		Brzdné síly +								0,0	111,47	0,00	0,0	111,47			222,95		
	Brzdné síly -								0,0	-111,47	0,00	0,0	-111,47						
	Boční ráz +								21,6	0,00	121,00	-21,6	0,00					121,00	
	Boční ráz -								-21,6	0,00	-121,00	21,6	0,00						
		Vítr +	0,0	13,13	52,51	0,0	13,13										26,25	52,51	
		Vítr -	0,0	-13,13	-52,51	0,0	-13,13												
		Vítr pod vlak+	0,0	21,00	0,00	0,0	21,00										42,01		
		Vítr pod vlak -	0,0	-21,00	0,00	0,0	-21,00												
		Vítr příčný vlak +	112,3	0,00	84,01	-112,3	0,00											84,01	
Vítr příčný vlak -		-112,3	0,00	-84,01	112,3	0,00													
T nerovn. +		0,0	0,00	0,00	0,0	0,00													
T nerovn. -		0,0	0,00	0,00	0,0	0,00													
Bezstyk. kolej		0,0	91,85	0,00	0,0	91,85										183,69			
Bezstyk. kolej		0,0	-91,85	0,00	0,0	-91,85													
Pootočení konce		0,0	0,00	0,00	0,0	0,00										0,00			
Pootočení konce		0,0	-97,99	0,00	0,0	-97,99										-196,0			
Mímořád																			
	Mim I	2326,1	0,00	0,00	1744,6	0,00													
	Mim II	0,0	0,00	0,00	0,0	0,00													

$$\alpha = 1,21$$

Reakce na ložiska - kombinace
ZATÍŽENÁ KONSTRUKCE
LOŽISKO L1 - pevné
REAKCE

ψ	Charakter. reakce IDA NEXIS			d	Charakter. s dyn. součinitelem Úložný práh a ložiska			e*γf	Výpočtové bez dyn. součinitele návrh založení				Výpočtové s dyn. souč. mezní stavy		
	Rz kN	Hx kN	Hy kN		Rz kN	Hx kN	Hy kN		Rz kN	Hx kN	Hy kN		Rz kN	Hx kN	Hy kN
Vlastní váha	308,1		0	1,0	308,1		0,0	1,15	353,6		0,0		353,6		0,0
Štěrka. Lože	880,0		0	1,0	880,0		0,0	1,15	1009,8		0,0		1009,8		0,0
Kolej	0,00		0	1,0	0,0		0,0	1,15	0,0		0,0		0,0		0,0
Kabely	0,00		0	1,0	0,0		0,0	1,15	0,0		0,0		0,0		0,0
Zábradlí	0		0	1,0	0,0		0,0	1,15	0,0		0,0		0,0		0,0
Trakce	0		0	1,0	0,0		0,0	1,15	0,0		0,0		0,0		0,0
Sedání +	0		0	1,0	0,0		0,0	1,20	0,0		0,0		0,0		0,0
Sedání -	0		0	1,0	0,0		0,0	1,20	0,0		0,0		0,0		0,0
MAX	1188,1	0,0	0,0		1188,1	0,0	0,0		1363,4	0,0	0,0		1363,4	0,0	0,0
MIN	1188,1	0,0	0,0		1188,1	0,0	0,0	1,0	1363,4	0,0	0,0		1363,4	0,0	0,0

Krátkodobé
Doprava

LM71															
1 MAX	815,9			1,20	979,1		0,0	1,45	1183,1		0,0		1419,7		0,0
1 MIN	0,0			1,20	0,0		0,0	1,45	0,0		0,0		0,0		0,0
OS															
1 MAX	301,8			1,00	301,8			1,45	437,7		0,0		437,7		0,0
1 MIN	-301,8			1,00	-301,8			1,45	-437,7		0,0		-437,7		0,0
1 MIN															
MAX	1117,8	0,0	0,0		1280,9	0,0	0,0		1620,7	0,0	0,0		1857,3	0,0	0,0
MIN	-301,8	0,0	0,0		-301,8	0,0	0,0		-437,7	0,0	0,0		-437,7	0,0	0,0

Krátkodobé
Doprava
Ostatní

1 rb síly +	0,00	111,5	0,00	1,0	0,00	111,47	0,00	1,45	0,0	161,637	0,0		0,0	161,64	0,0
1 rb síly -	0,00	-111,5	0,00	1,0	0,00	-111,47	0,00	1,45	0,0	-161,64	0,0		0,0	-161,64	0,0
1 bocni raz +	21,64	21,0	121,00	1,0	21,64	21,00	121,00	1,45	31,4	30,4545	175,5		31,4	30,454	175,5
1 bocni raz -	-21,64	-21,0	-121,00	1,0	-21,64	-21,00	-121,00	1,45	-31,4	-30,454	-175,5		-31,4	-30,454	-175,5
MAX	21,64	132,48	121,00		21,64	132,48	121,00		31,38	192,09	175,45		31,38	192,09	175,45
MIN	-21,64	-132,48	-121,00		-21,64	-132,48	-121,00		-31,38	-192,09	-175,45		-31,38	-192,09	-175,45

Doprava Celkem

MAX	1139,4	132,5	121,0		1302,6	132,5	121,0		1652,1	192,1	175,5		1888,7	192,1	175,5
MIN	-323,5	-132,5	-121,0		-323,5	-132,5	-121,0		-469,0	-192,1	-175,5		-469,0	-192,1	-175,5

Krátkodobé I

1	vítr	+	0,00	13,1	52,51	1,0	0,00	13,13	52,51	1,5	0,0	19,6904	78,8		0,0	19,69	78,8
1	vítr	-	0,00	-13,1	-52,51	1,0	0,00	-13,13	-52,51	1,5	0,0	-19,69	-78,8		0,0	-19,69	-78,8
1	vítr vlak	+	112,28	21,0	84,01	1,0	112,28	21,00	84,01	1,5	168,4	31,5046	126,0		168,4	31,505	126,0
1	vítr vlak	-	-112,28	-21,0	-84,01	1,0	-112,28	-21,00	-84,01	1,5	-168,4	-31,505	-126,0		-168,4	-31,505	-126,0
1	teplota n	+	0,00	0,0		1,0	0,00	0,00	0,00	1,5	0,0	0	0,0		0,0	0	0,0
1	teplota n	-	0,00	0,0		1,0	0,00	0,00	0,00	1,5	0,0	0	0,0		0,0	0	0,0
1	bskolej	+	0,00	91,8		1,0	0,00	91,85	0,00	1,5	0,0	137,77	0,0		0,0	137,77	0,0
1	bskolej	-	0,00	-91,8		1,0	0,00	-91,85	0,00	1,5	0,0	-137,77	0,0		0,0	-137,77	0,0
1	pootoceni k	+	0,00	0,0		1,0	0,00	0,00	0,00	1,5	0,0	0	0,0		0,0	0	0,0
1	pootoceni k	-	0,00	-98,0		1,0	0,00	-97,99	0,00	1,5	0,0	-146,99	0,0		0,0	-146,99	0,0

MAX

MIN

112,28	125,98	136,52		112,28	125,98	136,52		168,42	188,97	204,78		168,42	188,97	204,78
-112,28	-223,97	-136,52		-112,28	-223,97	-136,52		-168,42	-335,95	-204,78		-168,42	-335,95	-204,78

Krátkodobé II

0,75	vítr	+	0,00	9,8	39,38	1,0	0,00	9,85	39,38	1,5	0,0	14,7678	59,1		0,0	14,768	59,1
0,75	vítr	-	0,00	-9,8	-39,38	1,0	0,00	-9,85	-39,38	1,5	0,0	-14,768	-59,1		0,0	-14,768	-59,1
0,75	vítr vlak	+	84,21	15,8	63,01	1,0	84,21	15,75	63,01	1,5	126,3	23,6285	94,5		126,3	23,628	94,5
0,75	vítr vlak	-	-84,21	-15,8	-63,01	1,0	-84,21	-15,75	-63,01	1,5	-126,3	-23,628	-94,5		-126,3	-23,628	-94,5
0,6	teplota n	+	0,00	0,0		1,0	0,00	0,00	0,00	1,5	0,0	0	0,0		0,0	0	0,0
0,6	teplota n	-	0,00	0,0		1,0	0,00	0,00	0,00	1,5	0,0	0	0,0		0,0	0	0,0
0,6	bskolej	+	0,00	55,1		1,0	0,00	55,11	0,00	1,5	0,0	82,6622	0,0		0,0	82,662	0,0
0,6	bskolej	-	0,00	-55,1		1,0	0,00	-55,11	0,00	1,5	0,0	-82,662	0,0		0,0	-82,662	0,0
0,8	pootoceni k	+	0,00	0,0		1,0	0,00	0,00	0,00	1,5	0,0	0	0,0		0,0	0	0,0
0,8	pootoceni k	-	0,00	-78,4		1,0	0,00	-78,39	0,00	1,5	0,0	-117,59	0,0		0,0	-117,59	0,0

MAX

MIN

84,21	80,71	102,39		84,21	80,71	102,39		126,31	121,06	153,59		126,31	121,06	153,59
-84,21	-159,10	-102,39		-84,21	-159,10	-102,39		-126,31	-238,65	-153,59		-126,31	-238,65	-153,59

KOMBINACE 6.10 b

dloh.+	MAX	1300,4	126,0	136,5		1300,4	126,0	136,5		1531,8	189,0	204,8		1531,8	189,0	204,8
krat. I	MIN	1075,9	-224,0	-136,5		1075,9	-224,0	-136,5		1195,0	-336,0	-204,8		1195,0	-336,0	-204,8
bez dopravy																
dloh.+	MAX	2327,5	132,5	121,0		2490,7	132,5	121,0		3015,5	192,1	175,5		3252,1	192,1	175,5
doprava	MIN	864,7	-132,5	-121,0		864,7	-132,5	-121,0		894,3	-192,1	-175,5		894,3	-192,1	-175,5
dloh. +	MAX	2411,7	213,2	223,4		2574,9	213,2	223,4		3141,8	313,1	329,0		3378,4	313,1	329,0
doprava +	MIN	780,5	-291,6	-223,4		780,5	-291,6	-223,4		768,0	-430,7	-329,0		768,0	-430,7	-329,0
krat. II																

Přehled zatížitelnosti mostu

List č. 1

A. Identifikace mostu

TÚ: 0591 Ústí nad Labem hl. n.(m.)(vč.Ú-záp.) - Most (mimo) DÚ: 04 Evidenční km: **10,037** km

B. Identifikace části mostu

část mostu: nosná konstrukce / opěra / pilíř, poř. číslo ve směru staničení: ---- ,pod kolejí č.: 1,2

C. Doplnující data pro část mostu:

Kat. zatížitelnosti: C Výpočetní model: prostý nosník

Geometrie koleje uvažovaná v přepočtu pro část mostu v jejím profilu ve směru staničení:

poloha na mostě ve směru staničení	na začátku	uprostřed	na konci
poloměr oblouku (m)	800	800	800
převýšení koleje (mm)	114	114	114
excentricita vůči ose mostu (m)	---	---	---

Popis závad uvažovaných v přepočtu: bez závad

Datum zjištění zpracovaného stavu mostu orgány SŽDC: ----- ,zpracovatelem přepočtu: 09.08.2021

Poznámka k části mostu:

Poř. č.	Prvek	Detail	Namáhání	k_i	typ	L_p	Φ	L_Φ	viz. str.	Poznámky	Z_{LM71}
NOSNÁ KONSTRUKCE											
1	Nosník N1	7-7	MSU-Ohyb	1	M	23,00	1,20	23,00	38	----	2,05
2	Nosník N1	1-1	MSU-Smyk	1	Q	23,00	1,20	23,00	40	----	1,93
3	Nosník N2	7-7	MSU-Ohyb	1	M	23,00	1,20	23,00	43	----	2,13
4	Nosník N2	1-1	MSU-Smyk	1	Q	23,00	1,20	23,00	45	----	2,16
5	Nosník N1	průhyb	MSP	1	M	23,00	1,13	23,00	68	----	1,35
6	Nosník N2	průhyb	MSP	1	M	23,00	1,13	23,00	69	----	1,15
7	Nosník N2	únava		1	M	23,00	1,13	23,00	72	----	1,20

Dne: 09.08.2021

Zpracoval: Ing. Lucie Mlčochová

16. Zatížení na pilíř - piloty

přepočet SS
 $\alpha = 1,00$
 bez dyn. souč.

$\psi = 0,75$
 $\psi = 0,75$
 $\psi = 0,75$
 $\psi = 0,75$
 $\psi = 0,75$
 $\psi = 0,75$
 $\psi = 0,6$
 $\psi = 0,6$
 $\psi = 0,6$
 $\psi = 0,6$
 $\psi = 0,8$
 $\psi = 0,8$

Reakce ložiska L1			Charakter. reakce			Výpočtové reakce		
			Rz	Rx	Ry	Rz	Rx	Ry
Stálé	Ostatní stálé	Vlastní tíha	308,1			353,6		
		Šterk. lože	880,0			1009,8		
		Kolej	0,0			0,0		
		Kabely	0,0			0,0		
		Zábradlí	0,0			0,0		
		Trakce	0,0			0,0		
		Sedání	0,0			0,0		
		Sedání	0,0			0,0		
		CELKEM	1188,1			1363,4		
Proměnné	Hlavní							
		LM71						
		MAX	674,3			977,8		
		MIN	0,0			0,0		
		Odstředivé síly+	249,4			361,7		
		Odstředivé síly-	-249,4			-361,7		
		CELKEM($\alpha \cdot LM71$)	923,8			1339,5		
		Brzdné síly +	0,0	92,1	0,0	0,0	133,58	0,0
		Brzdné síly -	0,0	-92,1	0,0	0,0	-133,58	0,0
		Boční ráz +	17,9	0,0	100,0	25,9	0,00	145,0
		Boční ráz -	-17,9	0,0	-100,0	-25,9	0,00	-145,0
	Vedlejší	Vítr +	0,0	9,8	39,4	0,0	14,8	59,1
		Vítr -	0,0	-9,8	-39,4	0,0	-14,8	-59,1
		Vítr pod vlak+	0,0	15,8	0,0	0,0	23,6	0,0
		Vítr pod vlak -	0,0	-15,8	0,0	0,0	-23,6	0,0
		Vítr příčný vlak +	84,2	0,0	63,0	126,3	0,0	94,5
		Vítr příčný vlak -	-84,2	0,0	-63,0	-126,3	0,0	-94,5
		T nerovn. +	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		T nerovn. -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Bezstyk. kolej	0,0	55,1	0,0	0,0	82,7	0,0
		Bezstyk. kolej	0,0	-55,1	0,0	0,0	-82,7	0,0
		Pootočení konce	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Pootočení konce	0,0	-78,4	0,0	0,0	-117,6	0,0
Kombinace 6.10b	MAX		2214,0	172,8	202,4	2855,1	254,6	298,6
	MIN		836,6	-251,2	-202,4	849,4	-372,2	-298,6

Vlastní tíha pilíře

Objem: $8,5 \cdot 2,25 \cdot 7,93 = 151,66 \text{ m}^3$

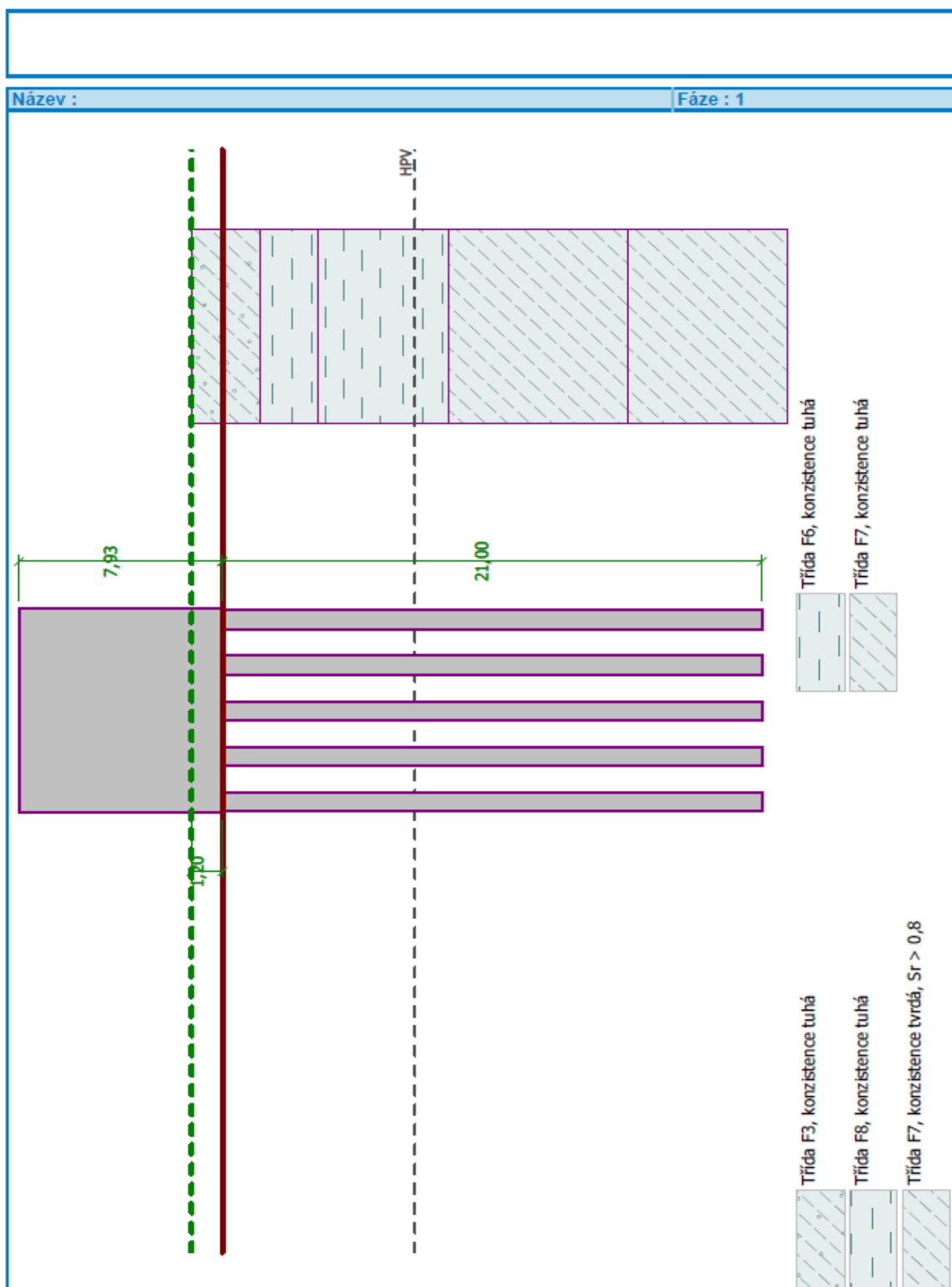
Objem. tíha pilíře: $\gamma_f = 25,00 \text{ kN/m}^3$

$G_k = \gamma \cdot A = 151,66 \cdot 25,00 = 3791,5 \text{ kN}$

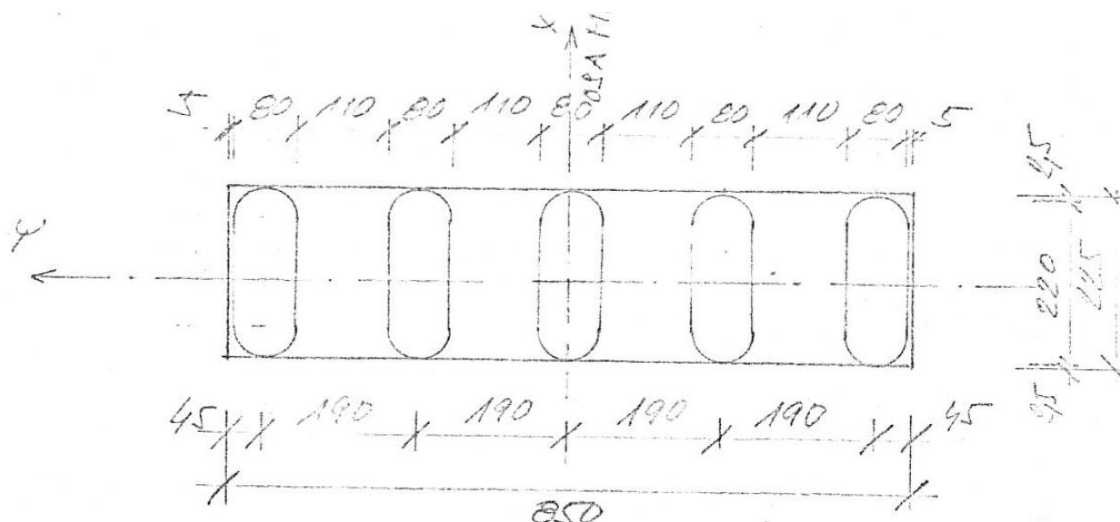
$G_d = \gamma \cdot A \cdot \gamma_G = 151,66 \cdot 25,00 \cdot 1,35 = 5118,6 \text{ kN}$

17. Skupina pilot - mezní únosnost celého základu - bloku

Masopust

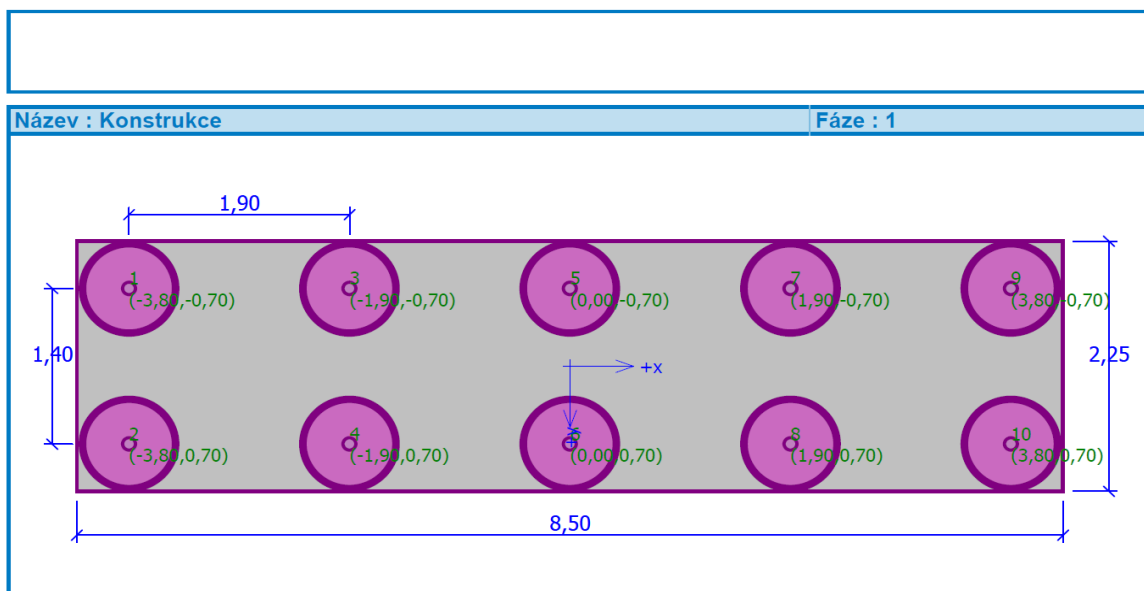


Půdorys založení



Stěnové elementy 80/220 jsou nahrazeny skupinou pilot průměru 1,691 m

Ekvivalentní půdorys založení



Posouzení skupiny pilot

Vstupní data

Projekt

Datum : 07.09.2021

Nastavení

(zadané pro aktuální úlohu)

Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)
 Součinitele EN 1992-1-1 : standardní
 Ocelové konstrukce : EN 1993-1-1 (EC3)
 Dílčí součinitel únosnosti ocelového průřezu : $\gamma_{M0} = 1,00$

Sedání

Metoda výpočtu : ČSN 73 1001 (Výpočet pomocí edometrického modulu)
 Omezení deformační zóny : pomocí strukturální pevnosti

Skupina pilot

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997

Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce odporu na plášti :	$\gamma_s =$	1,10 [-]	
Součinitel redukce odporu na patě :	$\gamma_b =$	1,10 [-]	

Parametry zemín

Třída F3, konzistence tuhá

Objemová tíha : $\gamma = 18,00 \text{ kN/m}^3$
 Soudržnost zeminy : $c_u = 60,00 \text{ kPa}$
 Edometrický modul : $E_{oed} = 10,50 \text{ MPa}$
 Koef. strukturální pevnosti : $m = 0,10$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 18,00 \text{ kN/m}^3$

Třída F6, konzistence tuhá

Objemová tíha : $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$
 Soudržnost zeminy : $c_u = 50,00 \text{ kPa}$
 Edometrický modul : $E_{oed} = 9,50 \text{ MPa}$
 Koef. strukturální pevnosti : $m = 0,10$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

Třída F8, konzistence tuhá

Objemová tíha : $\gamma = 20,50 \text{ kN/m}^3$
 Soudržnost zeminy : $c_u = 40,00 \text{ kPa}$
 Edometrický modul : $E_{oed} = 7,50 \text{ MPa}$
 Koef. strukturální pevnosti : $m = 0,10$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 20,50 \text{ kN/m}^3$

Třída F7, konzistence tuhá

Objemová tíha : $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$



Soudržnost zeminy : $c_u = 80,00 \text{ kPa}$
 Modul přetvámosti : $E_{def} = 8,00 \text{ MPa}$
 Poissonovo číslo : $\nu = 0,42$
 Koef. strukturní pevnosti : $m = 0,10$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

Třída F7, konzistence tvrdá, $S_r > 0,8$
 Objemová tíha : $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$
 Soudržnost zeminy : $c_u = 90,00 \text{ kPa}$
 Modul přetvámosti : $E_{def} = 12,50 \text{ MPa}$
 Poissonovo číslo : $\nu = 0,42$
 Koef. strukturní pevnosti : $m = 0,20$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

Konstrukce

Šířka základové desky $b_x = 8,50 \text{ m}$
 $b_y = 2,25 \text{ m}$
 Průměr piloty $d = 0,80 \text{ m}$
 Počet pilot $n_x = 5$
 $n_y = 2$
 Osová vzdálenost $s_x = 1,90 \text{ m}$
 $s_y = 1,40 \text{ m}$

Geometrie

Hloubka založení $h_z = 1,20 \text{ m}$
 Vysazení piloty $h = 0,00 \text{ m}$
 Tloušťka základové desky $t = 7,93 \text{ m}$
 Délka pilot $l = 21,00 \text{ m}$

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 25,00 \text{ kN/m}^3$
 Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-1-1 (EC2).

Beton : C 16/20

Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 16,00 \text{ MPa}$
 Pevnost v tahu $f_{ctm} = 1,90 \text{ MPa}$
 Modul pružnosti $E_{cm} = 29000,00 \text{ MPa}$
 Modul pružnosti ve smyku $G = 12083,00 \text{ MPa}$

Ocel podélná : B500


Mez kluzu $f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

Ocel příčná: B500

Mez kluzu $f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	2,70	Třída F3, konzistence tuhá	
2	2,20	Třída F6, konzistence tuhá	
3	5,10	Třída F8, konzistence tuhá	
4	7,00	Třída F7, konzistence tuhá	

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
5	-	Třída F7, konzistence tvrdá, $S_r > 0,8$	

Zatížení

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]	M_z [kNm]
	nové	změna								
1	Ano		Zatížení č. 1	Návrhové	24000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Ano		Zatížení č. 2	Užitné	18000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 8,70 m od původního terénu.

Celkové nastavení výpočtu

Typ výpočtu : analytické řešení

Typ podloží : soudržná zemina

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Posouzení čís. 1

Posouzení svislé únosnosti - vstupní data

Výpočet proveden pro zatěžovací stav číslo 1. (Zatížení č. 1)

Posouzení svislé únosnosti skupiny pilot v soudržné zemině

Max. svislá síla se uvažuje včetně tíhy základové desky.

Průměrná totální soudržnost podél dřívků pilot $c_{us} = 67,75$ kPa
 Totální soudržnost zeminy v patách pilot $c_{ub} = 90,00$ kPa
 Součinitel únosnosti $N_{cg} = 7,90$
 Svislá únosnost skupiny pilot $R_g = 41753,90$ kN
 Maximální svislá síla $V_d = 29118,57$ kN
 $R_g = 41753,90$ kN $>$ $29118,57$ kN $= V_d$

Svislá únosnost skupiny pilot VYHOVUJE

17.1. Zatížitelnost skupiny pilot:

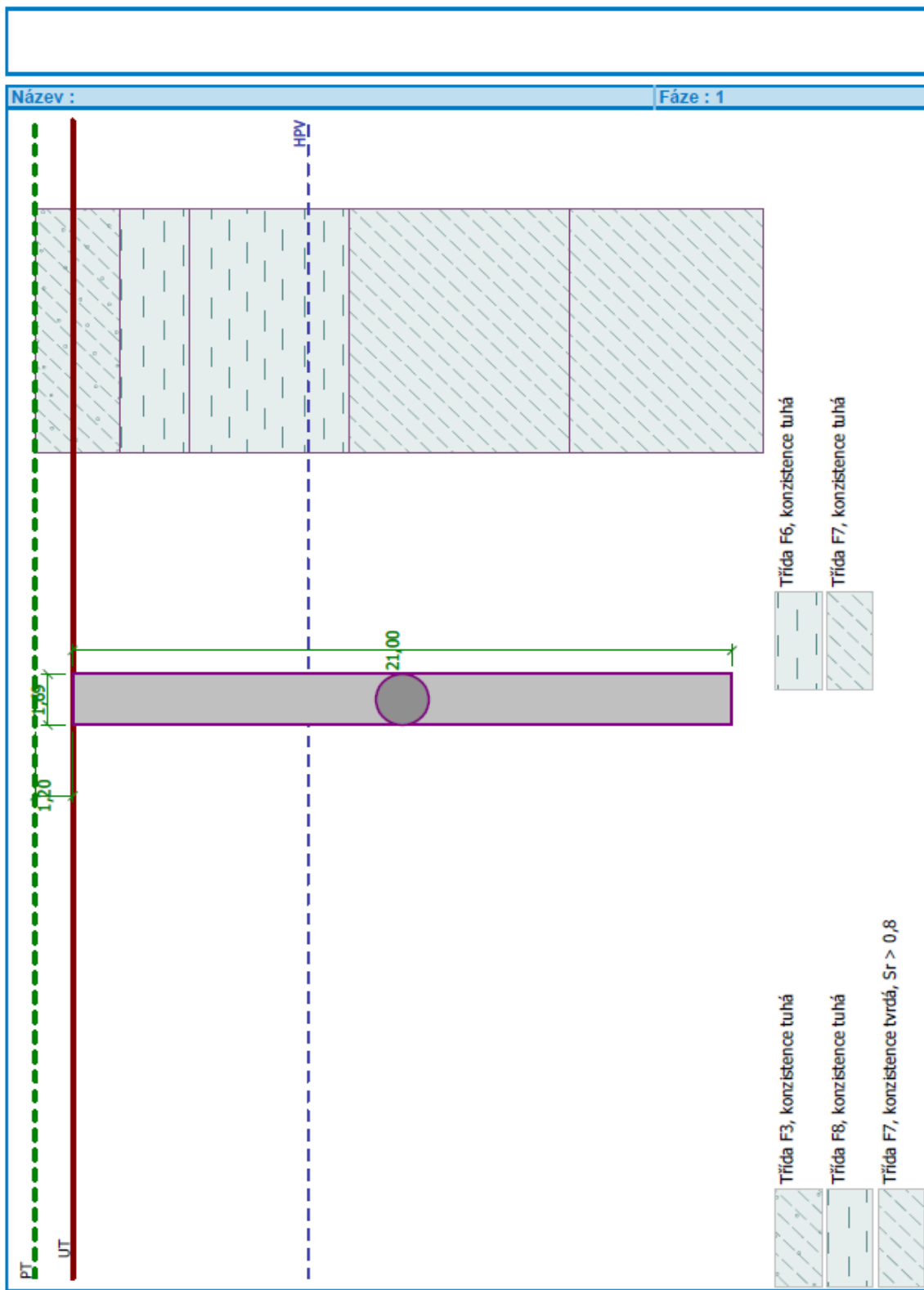
$$Z_{LM71} = (R_d - E_{ts,ED}) / E_{LM71ED}$$

$$Z_{LM71} = (\text{únosnost průřezu - stálé - vedlejší proměnné}) / \text{hlavní proměnné}$$

Řez		Skupina pilot
Zatížení	ZS	N [kN]
Stálé	ZS1-ZS4	16 025,7
Proměn.	Hlavní: LM 71* α ($\alpha=1,00$)	ZS5-ZS9
		13 092,9
	Hlavní: LM 71	ZS5-ZS9
		13 092,9
	Vedlejší: vítr+oteplení	ZS10+ZS12
		0,0
	Vedlejší: vítr+ochlazení	ZS10+ZS13
		0,0
Základní kombinace ($\alpha=1,00$)		29 118,6
Základní kombinace ($\alpha=1,00$)		29 118,6
Únosnost průřezu		41 753,9
Zatížitelnost Z_{LM71}		1,97

18. Únosnost osamělého elementu - piloty

Stěnový element 80/220 je nahrazen pilotou průměru **1,691 m**, která je obvodově ekvivalentní s elementem 80/220.



Posouzení piloty

Vstupní data

Projekt

Datum : 07.09.2021

Nastavení

(zadané pro aktuální úlohu)

Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)
 Součinitele EN 1992-1-1 : standardní
 Ocelové konstrukce : EN 1993-1-1 (EC3)
 Dílčí součinitel únosnosti ocelového průřezu : $\gamma_{M0} = 1,00$
 Dřevěné konstrukce : EN 1995-1-1 (EC5)
 Dílčí součinitel vlastností dřeva : $\gamma_M = 1,30$
 Součinitel vlivu zatížení a vlhkosti (dřevo) : $k_{mod} = 0,50$
 Součinitel šířky průřezu ve smyku (dřevo) : $k_{cr} = 0,67$





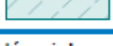
Piloty

Výpočet pro neodvodněné podmínky : Tomlinson
 Zatěžovací křivka : nelineární (Masopust)
 Vodorovná únosnost : pružný poloprostor
 Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997
 Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]






Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce odporu na plášti :	$\gamma_s =$	1,10 [-]	
Součinitel redukce odporu na patě :	$\gamma_b =$	1,10 [-]	
Součinitel redukce únosnosti tažené piloty :	$\gamma_{st} =$	1,15 [-]	

Základní parametry zemin

Číslo	Název	Vzorek	γ [kN/m ³]	ν [-]
1	Třída F7, konzistence tuhá		21,00	0,42
2	Třída F3, konzistence tuhá		18,00	0,35
3	Třída F6, konzistence tuhá		21,00	0,40
4	Třída F8, konzistence tuhá		20,50	0,42
5	Třída F7, konzistence tvrdá, $S_r > 0,8$		21,00	0,42

Pro výpočet tlaku v klidu jsou všechny zeminy zadány jako nesoudržné.

--

Číslo	Název	Vzorek	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	Třída F7, konzistence tuhá		-	8,00	21,00	-	-
2	Třída F3, konzistence tuhá		10,50	-	18,00	-	-
3	Třída F6, konzistence tuhá		9,50	-	21,00	-	-
4	Třída F8, konzistence tuhá		7,50	-	20,50	-	-
5	Třída F7, konzistence tvrdá, $S_r > 0,8$		-	12,50	21,00	-	-

Číslo	Název	Vzorek	c_u [kPa]	α [-]
1	Třída F7, konzistence tuhá		80,00	-
2	Třída F3, konzistence tuhá		60,00	-
3	Třída F6, konzistence tuhá		50,00	-
4	Třída F8, konzistence tuhá		40,00	-
5	Třída F7, konzistence tvrdá, $S_r > 0,8$		90,00	-

Parametry zemín pro výpočet modulu reakce podloží

Číslo	Název	Vzorek	β
1	Třída F7, konzistence tuhá		5,00
2	Třída F3, konzistence tuhá		5,00
3	Třída F6, konzistence tuhá		5,00
4	Třída F8, konzistence tuhá		4,00
5	Třída F7, konzistence tvrdá, $S_r > 0,8$		5,00

Parametry zemín

Třída F7, konzistence tuhá

Objemová tíha : $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$
Poissonovo číslo : $\nu = 0,42$
Modul přetvárnosti : $E_{def} = 8,00 \text{ MPa}$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$
Úhel roznášení : $\beta = 5,00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_u = 80,00 \text{ kPa}$

Třída F3, konzistence tuhá

Objemová tíha : $\gamma = 18,00 \text{ kN/m}^3$



Poissonovo číslo : $\nu = 0,35$
 Edometrický modul : $E_{oed} = 10,50 \text{ MPa}$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 18,00 \text{ kN/m}^3$
 Úhel roznášení : $\beta = 5,00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_u = 60,00 \text{ kPa}$

Třída F6, konzistence tuhá

Objemová tíha : $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$
 Poissonovo číslo : $\nu = 0,40$
 Edometrický modul : $E_{oed} = 9,50 \text{ MPa}$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$
 Úhel roznášení : $\beta = 5,00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_u = 50,00 \text{ kPa}$

Třída F8, konzistence tuhá

Objemová tíha : $\gamma = 20,50 \text{ kN/m}^3$
 Poissonovo číslo : $\nu = 0,42$
 Edometrický modul : $E_{oed} = 7,50 \text{ MPa}$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 20,50 \text{ kN/m}^3$
 Úhel roznášení : $\beta = 4,00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_u = 40,00 \text{ kPa}$

Třída F7, konzistence tvrdá, $S_r > 0,8$

Objemová tíha : $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$
 Poissonovo číslo : $\nu = 0,42$
 Modul přetvárnosti : $E_{def} = 12,50 \text{ MPa}$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$
 Úhel roznášení : $\beta = 5,00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_u = 90,00 \text{ kPa}$

Geometrie

Profil piloty: kruhová

Rozměry

Průměr $d = 1,69 \text{ m}$

Délka $l = 21,00 \text{ m}$

Spočtené průřezové charakteristiky

Plocha $A = 2,24E+00 \text{ m}^2$

Moment setrvačnosti $I = 4,00E-01 \text{ m}^4$

Umístění

Vysazení $h = 0,00 \text{ m}$

Hloubka upraveného terénu $h_z = 1,20 \text{ m}$

Typ technologie: Vrtané piloty

Modul reakce podloží uvažován jako konstantní.

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$

Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-1-1 (EC2).

Beton : C 20/25

Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 20,00 \text{ MPa}$

Pevnost v tahu $f_{ctm} = 2,20 \text{ MPa}$

Modul pružnosti $E_{cm} = 30000,00 \text{ MPa}$

Modul pružnosti ve smyku $G = 12500,00 \text{ MPa}$





Ocel podélná : B500

Mez kluzu $f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

Ocel příčná: B500

Mez kluzu $f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	2,70	Třída F3, konzistence tuhá	
2	2,20	Třída F6, konzistence tuhá	
3	5,10	Třída F8, konzistence tuhá	
4	7,00	Třída F7, konzistence tuhá	
5	-	Třída F7, konzistence tvrdá, $S_r > 0,8$	

Zatížení

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]
	nové	změna							
1	Ano		Zatížení č. 1	Návrhové	5850,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Ano		Zatížení č. 2	Užitné	4360,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 8,70 m od původního terénu.

Celkové nastavení výpočtu

Výpočet svislé únosnosti : analytické řešení

Typ výpočtu : výpočet pro neodvodněné podmínky

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Metodika posouzení : bez redukce vstupních dat

Posouzení čís. 1

Posouzení svislé únosnosti piloty, metoda Tomlinson - mezivýsledky

Výpočet únosnosti v patě:

Návrhová neodvodněná smyková pevnost $c_u = 90,00 \text{ kPa}$

Plocha příčného řezu piloty $A_p = 2,24E+00 \text{ m}^2$

Únosnost na plášti piloty:

Hloubka [m]	Mocnost [m]	c_{ud} [kPa]	α [-]	R_{si} [kN]
1,50	1,50	60,00	0,89	387,43
3,70	2,20	50,00	0,96	511,41
7,50	3,80	40,00	0,96	706,67
8,80	1,30	40,00	0,96	241,76
15,80	7,00	80,00	0,80	2169,53
21,00	5,20	90,00	0,75	1691,00

Posouzení svislé únosnosti : Tomlinson

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepríznivějších zatěžovacích stavů.

Posouzení tlačené piloty:

Nejnepríznivější zatěžovací stav číslo 1. (Zatížení č. 1)

Únosnost piloty na plášti $R_s = 5707,80 \text{ kN}$

Únosnost piloty v patě $R_b = 1651,79 \text{ kN}$

Únosnost piloty $R_c = 7359,59 \text{ kN}$

Extrémní svislá síla $V_d = 5850,00 \text{ kN}$

$R_c = 7359,59 \text{ kN} > 5850,00 \text{ kN} = V_d$

Svislá únosnost piloty VYHOVUJE

Posouzení čís. 1

Výpočet zatěžovací křivky piloty - vstupní data

Vrstva číslo	Počátek [m]	Konec [m]	Mocnost [m]	E_s [MPa]	Součinitel a	Součinitel b
1	0,00	1,50	1,50	12,30	97,00	108,00
2	1,50	3,70	2,20	20,15	97,00	108,00
3	3,70	8,80	5,10	41,88	97,00	108,00
4	8,80	15,80	7,00	57,40	97,00	108,00
5	15,80	21,00	5,20	57,40	97,00	108,00

Uvažovat zatížení : užité

Součinitel vlivu ochrany dřívku $m_2 = 1,00$

Limitní sedání piloty $s_{lim} = 25,0 \text{ mm}$

Regresní součinitel $e = 988,00$

Regresní součinitel $f = 1084,00$

Výpočet zatěžovací křivky piloty - mezivýsledky

Mezní síla na plášti piloty $R_{sy} = 5309,54 \text{ kN}$

Velikost napětí na patě při R_{sy} $q_0 = 900,76 \text{ kPa}$

Průměrné plášťové tření $q_s = 68,03 \text{ kPa}$

Průměrný sečnový modul deformace $E_s = 46,51 \text{ MPa}$

Součinitel přenosu zatížení do paty $\beta = 0,21$

Příčinkové součinitele sedání :

Základní - závislý na poměru l/d $I_0 = 0,13$

Součinitel vlivu tuhosti piloty $R_k = 1,15$

Součinitel vlivu nestlačitelné vrstvy $R_h = 1,00$

Body zatěžovací křivky

Sednutí [mm]	Zatížení [kN]
0,0	0,00
2,5	3021,94
5,0	4273,67
7,5	5234,16
10,0	6043,88
12,5	6738,00



Sednutí [mm]	Zatížení [kN]
15,0	7023,69
17,5	7309,38
20,0	7595,07
22,5	7880,76
25,0	8166,45

Výpočet zatěžovací křivky piloty - výsledky

Zatížení na mezi mobilizace pláště tření $R_{yu} = 6723,94 \text{ kN}$
 Velikost sedání odpovídající síle R_{yu} $s_y = 12,4 \text{ mm}$

Únosnosti odpovídající sednutí 25,0 mm :
 Únosnost paty $R_{bu} = 2856,91 \text{ kN}$
 Celková únosnost $R_c = 8166,45 \text{ kN}$

Pro zatížení $Q = 4360,00 \text{ kN}$ je sednutí piloty 5,2 mm

Únosnost piloty na plášti $R_s = 5707,8 \text{ kN}$
 Únosnost piloty v patě $R_b = 1651,8 \text{ kN}$

Přepočet mezní únosti v patě pro element 80/220:

plocha piloty $A = 2,244 \text{ m}^2$
 plocha elementu $A = 1,623 \text{ m}^2$

$$R_b = 1651,8 * 1,623 / 2,244 = 1194,5 \text{ kN}$$

Únosnost piloty $R_c = 6902,3 \text{ kN}$
 Extrémní svislá síla $V_d = 5850,0 \text{ kN}$

18.1. Zatížitelnost piloty:

$$Z_{LM71} = (R_d - E_{rs,ED}) / E_{LM71ED}$$

$Z_{LM71} = (\text{únosnost průřezu - stálé - vedlejší proměnné}) / \text{hlavní proměnné}$

Řez		Pilota
Zatížení	ZS	N [kN]
Stálé	ZS1-ZS4	3 205,1
Proměň.	Hlavní: LM 71* α ($\alpha=1,00$)	2 644,9
	Hlavní: LM 71	2 644,9
	Vedlejší: vítr+oteplení	0,0
	Vedlejší: vítr+ochlazení	0,0
Základní kombinace ($\alpha=1,00$)		5 850,0
Základní kombinace ($\alpha=1,00$)		5 850,0
Únosnost průřezu		6 902,3
Zatížitelnost Z_{LM71}		1,40

List č. 1

TÚ: 0591 Ústí nad Labem hl. n.(m.)(vč.Ú-záp.) - Most (mimo) DÚ: 04 Evidenční km: **10,037 km**

část mostu: nosná konstrukce / opěra / pilíř, poř. číslo ve směru staničení: ---- ,pod kolejí č.: 1,2

Kat. zatížitelnosti: C Výpočetní model: prutová analogie

poloha na mostě ve směru staničení	na začátku	uprostřed	na konci
poloměr oblouku (m)	800	800	800
převýšení koleje (mm)	114	114	114
excentricita vůči ose mostu (m)	---	---	---

Datum zjištění zpracovaného stavu mostu orgány SŽDC: ----- ,zpracovatelem přepočtu: 09.08.2021

[illegible]

Zpracoval: Ing. Lucie Mlčochová