



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Doprava

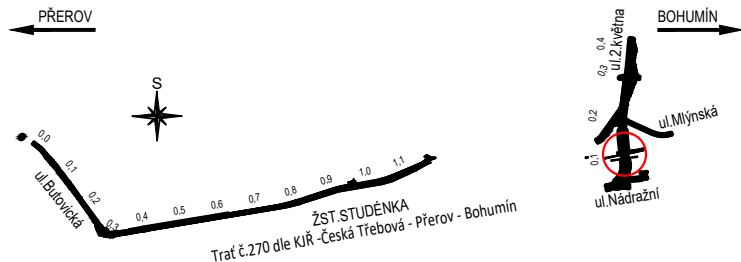
Ministerstvo dopravy
Státní fond dopravní
infrastruktury



Jiná ověření:

Paré:

Orientační schéma:




Razítko oprávněné osoby:

Podpis:

Datum:

Revize:	Datum:	Popis:	Kontroloval:
P01	10/2021	Odevzdání dokumentace k připomínkám	Ing. Radomír Hanák
P02	01/2022	Odevzdání dokumentace po připomínkách	Ing. Radomír Hanák

Stavebník/Investor:	Správa železnic, státní organizace		SPRÁVA ŽELEZNIC
Adresa:	Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1		
Zástupce investora:	Stavební správa východ		
Adresa:	Nerudova 1, 779 00 Olomouc		

Zhotovitel díla:	SUDOP BRNO, spol. s r.o.	
Adresa:	Kounicova 26, 611 36 Brno	
Kontakt:	T: +420 972 625 804 E: sudop@sudop-brno.cz	
Zhotovitel objektu:	SUDOP BRNO, spol. s r.o.	
Adresa:	Kounicova 26, 611 36 Brno	
Kontakt:	T: +420 972 625 804 E: sudop@sudop-brno.cz	
Hlavní projektant (HIP):	Ing. Martin Mráz Ing. Petr Gregor	Specialista: Ing. Karel Pukl

Název stavby/akce:	Náhrada přejezdu P6501 v km 245,044 trati Přerov - Bohumín"	Označení investora: E617-S-4901/2020
		Označení zhotovitele: 20138-01-0122
Název části:	Mosty	Označení části: D.2.1.4.1
Název objektu/dílčí části:	Železniční most v km 245,043	Označení objektu/komplexu: SO 01-19-01
Název přílohy:	Statický výpočet nosné konstrukce	Číslo přílohy: 5.100
Název dílčí části přílohy:		
Odpovědný projektant:	Zpracovatel přílohy: Ing. Radomír Hanák	Stupeň dokumentace: DSP+PDPS
	Ing. Markéta Lugerová	
Kraj:	Katastrální území: Moravskoslezský Studénka nad Odrou [758396]	Smluvní datum zpracování: 01/2022
	TUDU: 1891 I1	

Označení investora:	Stupeň dokumentace:	Část:	Objekt:	Podobjekt:	Příloha:	Revize:
S 6 6 2 2 0 4 9 0 1	-	D S P X	-	D 2 1 4 1	-	S O O 1 1 9 0 1
-	X X	-	5	-	1 0 0	-
-	P	0	2			

Prostor pro další informace

Náhrada přejezdu P6501 v km 245,044 trati Přerov – Bohumín

SO 01-19-01

Železniční most v km 245,043

Statický výpočet nosné konstrukce

1	Identifikační údaje	3
2	Základní údaje o mostním objektu	3
3	Celková koncepce řešení	4
4	Schémata nosné konstrukce	5
4.1	Schémata nosné konstrukce	5
4.1.1	Podélný řez	5
4.1.2	Příčný řez	5
4.1.3	Příčný řez – roznos zatížení v příčném směru	6
5	Statický výpočet nosné konstrukce	7
6	Vykonzolovaná římsa	8
7	Tabulka zatížitelnosti	9

1 Identifikační údaje

Stavba:	Náhrada přejezdu P6501 v km 245,044 trati Přerov – Bohumín
Objekt:	SO 01-19-01 Železniční most v km 245,043
Objednatel:	SŽ s. o, Nerudova 1, 779 00 Olomouc, Stavební správa východ (organizační jednotka)
Nový vlastník objektu:	SŽ s. o.
Budoucí správce mostního objektu:	SŽ, s.o., Oblastní ředitelství Ostrava, SMT
Projekt stavby:	SUDOP BRNO, spol. s r.o.
Odpovědný projektant stavby:	Ing. Martin Mráz
Odpovědný projektant objektu:	Ing. Radomír Hanák
Překonávaná překážka:	komunikace III. třídy č. 46427 (změna kategorie na místní komunikaci)
Kraj:	Moravskoslezský kraj
Obec:	Studénka (599921)
Katastrální území:	Studénka nad Odrou (758396)
Traťový úsek:	1891 Přerov – Petrovice u Karviné
Definiční úsek:	I1 ŽST Studénka
Dotčené pozemky:	2314/9 Vlastnické právo: České dráhy, a.s., nábřeží Ludvíka Svobody 1222/12, Nové Město, 11000 Praha 1 2338/4 Vlastnické právo: Česká republika, Příslušnost hospodařit s majetkem státu: Státní pozemkový úřad, Husinecká 1024/11a, Žižkov, 13000 Praha 3 2324/3 Vlastnické právo: Město Studénka, nám. Republiky 762, Butovice, 74213 Studénka

2 Základní údaje o mostním objektu

Staničení:	evidenční km 245,042 přesný km 245,042 739
-------------------	---

Situování mostního objektu v terénu:

Most se nachází v intravilánu v katastru obce Studénka v místě stávajícího železničního přejezdu P6501.

Účel objektu, překonávané překážky:

Ve stávajícím stavu se nenachází žádný mostní objekt. Křížení 4 staničních kolejí s komunikací III/46427 je v současnosti řešen pomocí úrovněového přejezdu. V novém stavu bude přejezd 6501 zrušen a je zajištěno mimoúrovňového křížení vybudováním nové mostní konstrukce.

úhel křížení:	kolej č.1 85°
	kolej č.2 89°
	kolej č.4 87°
	kolej č.5a 87°

volná výška:	min 4,060 m
rozpětí:	17,480 m
světlost otvoru:	14,980 m
Počet otvorů:	1
Šikmost mostu:	kolmý
Širá trať / staniční obvod:	staniční obvod
Počet kolejí na mostě:	4
Železniční svršek na mostě (nový):	kolejnice 60E2 bez podkladnic na železobetonových pražcích pro koleje č. 1,2,4 kolejnice S49 bez podkladnic na železobetonových pražcích pro koleje č. 5a
Směrové poměry nové:	kolej č.1 – oblouk $R=3204,750$ m, $D=0$ mm kolej č.2 – oblouk $R=3200$ m, $D=0$ mm kolej č.4 – přímá kolej č.5a – přímá
Sklonové poměry nové:	kolej č.1 – klesá $1,175\text{‰}$ (po směru staničení) kolej č.2 – klesá $1,269\text{‰}$ (po směru staničení) kolej č.4 – stoupá $1,183\text{‰}$ (po směru staničení) kolej č.5a – stoupá $1,168\text{‰}$ (po směru staničení)
Rychlost na objektu stávající:	$V = 140 \text{ kmh}^{-1}$
Rychlost na objektu nová:	$V = 140 \text{ kmh}^{-1}$
Kategorie žel. trati:	1
Prostorové uspořádání:	VMP 3,0
Trakce:	stejnoseměrná 3kV

3 Celková koncepce řešení

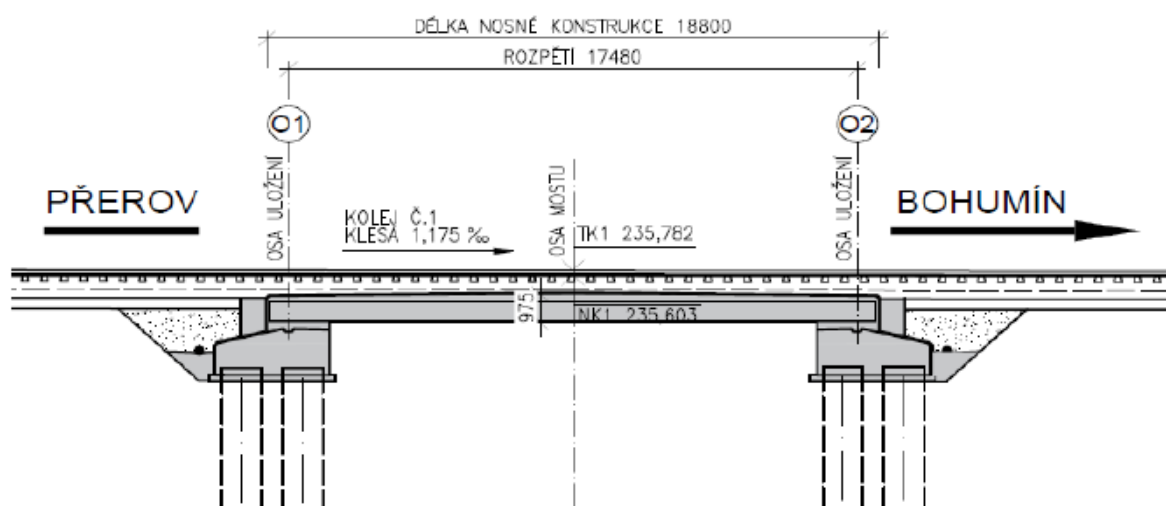
Na základě celkového stavu mostního objektu je navrženo provedení těchto prací:

- Provizorní pažení mezi kolejemi, zatěsnění stavební jámy pomocí stěny z tryskové injektáže
- Zemní práce (výkopy, zásypy, ZKPP)
- Hlubinné zakládání
- Vybudování spodní stavby
- Vybudování nosné konstrukce
- Provedení odvodnění mostu, izolační práce

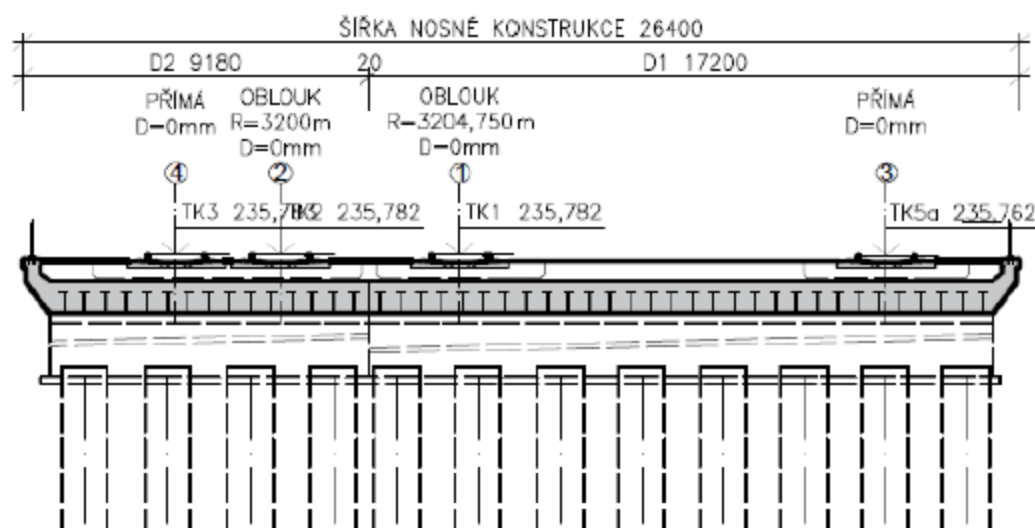
4 Schémata nosné konstrukce

4.1 Schémata nosné konstrukce

4.1.1 Podélný řez



4.1.2 Příčný řez



5 Statický výpočet nosné konstrukce

Nosná konstrukce

1. Základní údaje o nosné konstrukci

Počet polí:		1
Šířka nosné konstrukce:	š	26,400 m
Délka nosné konstrukce:	L_{nk}	18,800 m
Rozpětí:	L	17,480 m
Průměrná konstrukční výška NK:	t	928 mm
Osová vzdálenost nosníků:	b_e	550 mm
Tloušťka kolejového lože:	t_{kl}	572 mm
Spolupůsobící šířka nosné k.	b_{ef}	4720 mm
Počet nosníků ve spolupůsobící šířce	n	8

2. Průřezové charakteristiky

Tvar ocelobetonového průřezu

Výška ocel. nosníku	h_{st}	675 mm
Tloušťka betonu nad horní pásnicí	c_{f1}	275 mm
Spolupůsobící šířka bet. desky	b_c	550 mm
Výška betonové desky	h_c	910 mm
Celková výška průřezu	h	950 mm

Tvar ocelového průřezu

horní pásnice		stojina	dolní pásnice	
t_{f1}	30	t_w	20	t_{f2} 40 mm
b_{f1}	250	h_w	605	b_{f2} 400 mm
Krční svar horní	d_{o1}	5 mm		
Krční svar dolní	d_{o2}	5 mm		
Otvory ve stojně	d_{o3}	50 mm		
Plocha otvoru	A_{o3}	$= t_w \cdot d_{o3} = 20 \cdot 50 = 1000 \text{ mm}^2$		
Plocha stojiny	A_w	$= h_w \cdot t_w = 605 \cdot 20 = 12100 \text{ mm}^2$		
Plocha stojiny oslabená otvory	$A_{w,net}$	$= A_w - A_{o3} = 12100 - 1000 = 11100 \text{ mm}^2$		
Plocha průřezu	A_{st}	35600 mm ²		
Statický moment plochy	S_y	1,4454E+07 mm ³		
Moment setrvačnosti	$I_{y,st}$	2,5700E+09 mm ⁴		
Pružný průřezový modul	$W_{y,el}$	6,2700E+06 mm ³		
Vzdálenost těžiště od spodní hrany dolní pásnice	Z_{st}	269 mm		

3. Klasifikace ocelobetonového průřezu (provozní stav)

$$\varepsilon = \sqrt{(235/f_{yk})} = \sqrt{(235/235)} = 1,000$$

Pásnice - limitní hodnoty štíhlosti

Třída	β_{lim}
1	$9 * \varepsilon = 9,0$
2	$10 * \varepsilon = 10,0$
3	$14 * \varepsilon = 14,0$

$$c / t = 115 / 30 = 3,7 \quad \text{Třída 1}$$

Stojina - limitní hodnoty štíhlosti

Třída	α	β_{lim}
1	$\leq 0,5$	$36 * \varepsilon / \alpha = 204,0$
	$> 0,5$	$396 * \varepsilon / (13\alpha - 1) = 306,0$
2	$\leq 0,5$	$41,5 * \varepsilon / \alpha = 235,2$
	$> 0,5$	$456 * \varepsilon / (13\alpha - 1) = 352,4$

$$\begin{aligned} c &= h_w - d_{o1} - d_{o2} = 605 - 5 - 5 = 595 \text{ mm} \\ a_c &= t_f + h_w - d_{o1} - d_{o2} - z_{g,pl} = 40 + 605 - 5 - 5 - 530 = 105 \text{ mm} \\ \alpha &= a_c / c = 105 / 595 = 0,18 \end{aligned}$$

$$c / t = 605 / 20 = 29,8 \quad \text{Třída 1}$$

4. Materiálové charakteristiky

Beton C 30/37

Pevnost betonu v tlaku	f_{ck}	$= \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c = 0,85 * 30 / 1,5 =$	30 MPa
Modul pružnosti	E_{cm}		32,0 GPa

Ocel 235

Mez kluzu	f_{yk}	$= f_{yk} / \gamma_s = 235 / 1,0 =$	235 MPa
Pevnost	f_{yk}		235 MPa
Modul pružnosti	E_{st}		360 MPa
			210 GPa

5. Výpočet zatížení

ZS1 - Stálé - vlastní tíha konstrukce

Typ konstrukce	Tloušťka [mm]	Objemová hmotnost [kN/m ³]	Zatížení [kN/m ²]	Zatížení na nosník [kN/m]
Betonová deska	910	25	22,75	12,51
Ocelové svařované nosníky	-	78,5	5,08	2,79
Σg_k			27,83	15,30

ZS2 - Stálé - ostatní stálé

Typ konstrukce	Tloušťka [mm]	Objemová hmotnost [kN/m ³]	Zatížení [kN/m ²]	Zatížení na nosník [kN/m]
Kolejnice	-	-	1,20	0,15
Přítížení šterkového lože pražci	-	-	1,50	0,19
Šterkové lože ($\pm 30\%$)	572	20	11,44	6,29
Násyp (šterkodrt)	0	19	0,00	0,00
Ochranná vrstva hydroizolace ($\pm 20\%$)	50	25	1,25	0,69
Hydroizolace včetně betonové ochrany ($\pm 20\%$)	10	23	0,23	0,13
$\Sigma g_{k,sup}$			19,35	9,49
$\Sigma g_{k,inf}$			11,89	5,39

ZS3 - Proměnné - zatížení běžnou železniční dopravou LM 71

Parametry nosné konstrukce			
Délka L_{nk} [m]			18,80
Rozpětí L [m]			17,48
Dilatační délka L_T [m]			18,80
Náhradní délka L_Φ [m]			17,48
Parametry koleje			
Poloměr oblouku r [m]			3200,0
Maximální rychlost V [km/h]			140
Redukční součinitel f [-]			1,0
Redukční součinitel ξ [-]			0,6
Parametry zatížení			
Součinitel α [-]			1,21
Dynamický součinitel Φ_3 [-]	$2,16/(\sqrt{L\Phi-0,2})+0,73 =$	$2,16/(\sqrt{17,48-0,2})+0,73 =$	1,273
Osamělé zatížení Q_{vk} [kN]			250,00
Spojité zatížení q_{vk} [kN/m]			80,00
Svislé zatížení			
Osamělé zatížení Q_{vk} [kN]	$Q_{vk} \cdot \alpha \cdot \Phi_3 =$	$250 \cdot 1,21 \cdot 1,273 =$	385,08
Kolové síly s vlivem excentricity v poměry 1,25:1,00)	Q_{vk1}	$385,08/2,25 =$	171,15
	Q_{vk2}	$1,25/2,25 \cdot 385,082 =$	213,93
Zatížení na nosník [kN]		$(171,15+213,93)/8 =$	48,14
Spojité zatížení q_{vk} [kN/m]	$q_{vk} \cdot \alpha \cdot \Phi_3 =$	q_{vk1}	$80 \cdot 1,21 \cdot 1,273 =$
Kolové síly s vlivem excentricity v poměry 1,25:1,00)	q_{vk1}	$123,23/2,25 =$	54,77
	q_{vk2}	$1,25/2,25 \cdot 123,23 =$	68,46
Zatížení na nosník [kN/m]		$(54,77+68,46)/8 =$	15,40
Vodorovné zatížení			
Brzdná síla Q_{lbk} [kN]	$20 \cdot \xi \cdot \alpha \cdot L_{nk} =$	$20 \cdot 1,21 \cdot 0,6 \cdot 18,8 =$	272,98
Rozjezdová síla Q_{lak} [kN]	$33 \cdot \xi \cdot \alpha \cdot L_{nk} =$	$33 \cdot 1,21 \cdot 0,6 \cdot 18,8 =$	450,41
Boční ráz Q_{sk} [kN]	$100 \cdot \alpha =$	$100 \cdot 1,21 =$	121,00
Odstředivá síla Q_{tk} [kN]	$(V^2 \cdot f \cdot Q_{vk} \cdot \alpha) / (127 \cdot r) =$	$(140^2 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 250 \cdot 1,21) / (127 \cdot 3200) =$	14,59
Odstředivá síla q_{tk} [kN/m]	$(V^2 \cdot f \cdot q_{vk} \cdot \alpha) / (127 \cdot r) =$	$(140^2 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 80 \cdot 1,21) / (127 \cdot 3200) =$	4,67

ZS4 - Proměnné - zatížení těžkou železniční dopravou SW/2

Parametry nosné konstrukce			
Délka L_{nk} [m]			18,80
Rozpětí L [m]			17,48
Dilatační délka L_T [m]			18,80
Náhradní délka L_Φ [m]			17,48
Parametry koleje			
Poloměr oblouku r [m]			3200,0
Maximální rychlost V [km/h]			140
Redukční součinitel f [-]			1,0
Redukční součinitel ξ [-]			0,6
Parametry zatížení			
Dynamický součinitel Φ_3 [-]	$2,16/(\sqrt{L\Phi-0,2})+0,73 =$	$2,16/(\sqrt{17,48-0,2})+0,73 =$	1,273
Spojité zatížení q_{vk} [kN/m]			150,00
Svislé zatížení			
Spojité zatížení q_{vk} [kN/m]	$q_{vk} \cdot \Phi_3 =$	$150 \cdot 1,273 =$	190,95
Zatížení na nosník [kN]		$190,95/8 =$	23,87
Vodorovné zatížení			
Brzdná síla Q_{lbk} [kN]	$35 \cdot \xi \cdot L_{nk} =$	$35 \cdot 0,6 \cdot 18,8 =$	394,80
Rozjezdová síla Q_{lak} [kN]	$33 \cdot \xi \cdot L_{nk} =$	$33 \cdot 0,6 \cdot 18,8 =$	372,24
Boční ráz Q_{sk} [kN]			100,00
Odstředivá síla q_{tk} [kN/m]	$(V^2 \cdot f \cdot q_{vk}) / (127 \cdot r) =$	$(140^2 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 150) / (127 \cdot 3200) =$	7,23

ZS5 - Proměnné - kombinovaná odezva konstrukce a koleje od teplotní změny

Parametry nosné konstrukce		
Dilatační délka L_T [m]		18,80
Parametry koleje		
Smykový odpor koleje k pro nezatíženou kolej [kN]		20,00
Smykový odpor koleje k pro zatíženou kolej [kN]		60,00
Vodorovné síly		
Síla od BK pro nezatíženou kolej F_{TK} [kN]	$0,6 * k * L_T =$	225,60
Síla od BK pro zatíženou kolej F_{TK} [kN]	$0,6 * k * L_T =$	676,80

6. Vnitřní síly

Zatěžovací stav	N_{EK} [kN]	V_{EK} [kN]	M_{EK} [kNm]
ZS1 - Stálé - vlastní tíha konstrukce	0,00	133,72	584,37
ZS2 - Stálé - ostatní stálé	0,00	82,94	362,46
ZS3 - Proměnné - LM 71	450,41	228,29	928,69
ZS4 - Proměnné - SW/2	394,80	134,60	911,69

K1 - Návrhová kombinace zatížení ZS1+ZS2+ZS3

N_{Ed}	$= 1,35*0+1,35*0+1,45*450,41 =$	653,09 kN
V_{Ed}	$= 1,35*133,72+1,35*82,94+1,45*228,29 =$	623,51 kN
M_{Ed}	$= 1,35*584,37+1,35*362,46+1,45*928,69 =$	2624,82 kNm

K2 - Návrhová kombinace zatížení ZS1+ZS2+ZS4

N_{Ed}	$= 1,35*0+1,35*0+1,45*394,8 =$	572,46 kN
V_{Ed}	$= 1,35*133,72+1,35*82,94+1,45*134,6 =$	487,66 kN
M_{Ed}	$= 1,35*584,37+1,35*362,46+1,45*911,69 =$	2600,17 kNm

8. MSÚ - Únosnost ocelobetonového průřezu pro normálové napětí

Poloha neutrálné osy

Mezní normálové síly plně zplastizovaného průřezu

$F_{c,1}$	$= c f_1 \cdot b c \cdot f_{cd} = 275 \cdot 550 \cdot 17 =$	2571,25 kN
$F_{c,2}$	$= t f_1 \cdot (b c - b f_1) \cdot f_{cd} = 30 \cdot (550 - 250) \cdot 17 =$	153,00 kN
$F_{c,3}$	$= h w \cdot (b c - t w) \cdot f_{cd} = 605 \cdot (550 - 20) \cdot 17 =$	5451,05 kN
$F_{st,f1}$	$= t f_1 \cdot b f_1 \cdot f_{yd} = 30 \cdot 250 \cdot 235 =$	1762,50 kN
$F_{st,w}$	$= h w \cdot t w \cdot f_{yd} = 605 \cdot 20 \cdot 235 =$	2843,50 kN
$F_{st,f2}$	$= t f_2 \cdot b f_2 \cdot f_{yd} = 40 \cdot 400 \cdot 235 =$	3760,00 kN

Pokud neutrální osa prochází ocelovým profilem platí:

$F_{c,1}$	<	$F_{st,f1} + F_{st,w} + F_{st,f2} = 1762,5 + 2843,5 + 3760$
2571,25 kN	<	8366,00 kN

Neutrální osa prochází ocelovým profilem

Pokud neutrální osa prochází ocelovým profilem pod horní pásnicí platí:

$F_{c,1} + F_{c,2} + F_{st,f1} = 2571,25 + 153 + 1762,5$	<	$F_{st,w} + F_{st,f2} = 2843,5 + 3760$
4486,75 kN	<	6603,50 kN

Neutrální osa prochází stojinou nebo dolní pásnicí

Pokud neutrální osa prochází dolní pásnicí platí:

$F_{st,f2}$	>	$F_{c,1} + F_{c,2} + F_{c,3} + F_{st,f1} + F_{st,w} = 2571,25 + 153 + 5451,05 + 1762,5 + 2843,5$
3760,00 kN	<	12781,30 kN

Neutrální osa prochází stojinou

Z toho plyne, že: *Neutrální osa prochází stojinou*

$z_{g,pl}$ 530,0 mm

Normálová síla v tažené části ocelového průřezu

$$F_{st}^+ = f_{yd} \cdot A^+ = f_{yd} \cdot [b f_2 \cdot t f_2 + t w \cdot (z_{g,pl} - t f_2)] = 235 \cdot [400 \cdot 40 + 20 \cdot (530 - 40)] = 6063,00 \text{ kN}$$

Normálová síla v tlačené části ocelového průřezu

$$F_{st}^- = f_{yd} \cdot A^- = f_{yd} \cdot [b f_1 \cdot t f_1 + t w \cdot (h_{st} - t f_1 - z_{g,pl})] = 235 \cdot [250 \cdot 30 + 20 \cdot (675 - 30 - 530)] = 2303,00 \text{ kN}$$

Normálová síla v tlačené části betonového průřezu

$$F_c^- = f_{cd} \cdot A_c = \alpha \cdot f_{cd} \cdot [b c \cdot (h - z_{g,pl}) - b f_1 \cdot t f_1 - t w \cdot (h_{st} - t f_1 - z_{g,pl})] = 0,8 \cdot 17 \cdot [550 \cdot (950 - 530) - 250 \cdot 30 - 20 \cdot (675 - 30 - 530)] = 3760,40 \text{ kN}$$

Kontrola

$$F_{st}^+ = F_{st}^- + F_c^-$$

6063 kN	=	2303 + 3760,4 =	6063 kN
---------	---	-----------------	---------

Vzdálenost těžišť jednotlivých částí od neutrálné osy

$$x_{st,pl}^+ = [b f_2 \cdot t f_2 \cdot (z_{g,pl} - t f_2/2) + t w \cdot 2 \cdot (z_{g,pl} - t f_2/2)] / [b f_2 \cdot t f_2 + t w \cdot (z_{g,pl} - t f_2)] = [400 \cdot 40 \cdot (530 - 40/2) + 20 \cdot 2 \cdot (530 - 40/2)] / [400 \cdot 40 + 20 \cdot (530 - 40)] = 409,3 \text{ mm}$$

$$x_{st,pl}^- = [b f_1 \cdot t f_1 \cdot (h_{st} - z_{g,pl} - t f_1/2) + t w \cdot 2 \cdot (h_{st} - z_{g,pl} - t f_1/2)] / [b f_1 \cdot t f_1 + t w \cdot (h_{st} - z_{g,pl} - t f_1)] = [250 \cdot 30 \cdot (675 - 530 - 30/2) + 20 \cdot 2 \cdot (675 - 530 - 30/2)] / [250 \cdot 30 + 20 \cdot (675 - 530 - 30)] = 113,0 \text{ mm}$$

$$x_{c,pl} = [b c \cdot (h - h_{st}) \cdot ((h + h_{st})/2 - z_{g,pl}) + (b c - b f_1) \cdot t f_1 \cdot (h_{st} - t f_1/2 - z_{g,pl}) + 0,5 \cdot (b c - t w) \cdot (h_{st} - t f_1 - z_{g,pl})] / [b c \cdot (h - z_{g,pl}) - b f_1 \cdot t f_1 - t w \cdot (h_{st} - t f_1 - z_{g,pl})] = [550 \cdot (950 - 675) \cdot ((950 + 675)/2 - 530) + (550 - 250) \cdot 30 \cdot (675 - 30/2 - 530) + 0,5 \cdot (550 - 20) \cdot (675 - 30 - 530)] / [550 \cdot (950 - 530) - 250 \cdot 30 - 20 \cdot (675 - 30 - 530)] = 214,3 \text{ mm}$$

Mezní moment únosnosti

$$M_{pl,Rd} = F_{st}^+ \cdot x_{st,pl} + F_{st}^- \cdot x_{st,pl} + F_c^- \cdot x_{c,pl} = 6063 \cdot 409,34 + 2303 \cdot 113 + 3760,4 \cdot 214,3 = 3547,92 \text{ kNm}$$

$$M_{pl,net,Rd} = 95\% \cdot M_{pl,Rd} = 95\% \cdot 3547,92 = 3370,52 \text{ kNm}$$

M_{Ed}	≤	$M_{pl,net,Rd}$			
2624,82 kNm	<	3370,52 kNm	Vyhovuje!	Využití průřezu na	78%

Zatížitelnost

R_d	3370,52 kNm	
$E_{rs,Ed}$	$= \gamma G \cdot E_{rs} = 1,30 \cdot (584,37 + 362,46) =$	1230,88 kNm
$E_{LM71,Ed}$	$= \gamma Q \cdot E_{LM71} / \alpha = 1,45 \cdot 928,69 / 1,21 =$	1112,89 kNm
Z_{LM71}	$= (R_d - E_{rs,Ed}) / E_{LM71,Ed} = (3370,52 - 1230,88) / 1112,89 =$	1,92

9. MSÚ - Únosnost ocelobetonového průřezu pro smykové napětí

$$V_{pl,Rd} = A_{w,net} \cdot f_{yd} / \sqrt{3} = 11100 \cdot 235 / \sqrt{3} = 1506,02 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} \leq V_{pl,Rd}$$

$$623,51 \text{ kN} < 1506,02 \text{ kN} \quad \text{Vyhovuje!} \quad \text{Využití průřezu na } 41\%$$

Interakce smyku s ohybem

$$V_{Ed} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$$

$$623,51 \text{ kN} < 0,5 \cdot 1506,02 = 753,01 \text{ kN} \quad \text{Mezní moment únosnosti není nutno redukovat!}$$

Zatížitelnost

$$R_d = 1506,02 \text{ kN}$$

$$E_{rs,Ed} = \gamma_G \cdot E_{rs} = 1,30 \cdot (133,72 + 82,94) = 281,66 \text{ kN}$$

$$E_{LM71,Ed} = \gamma_Q \cdot E_{LM71} / \alpha = 1,45 \cdot 228,29 / 1,21 = 273,57 \text{ kN}$$

$$Z_{LM71} = (R_d - E_{rs,Ed}) / E_{LM71,Ed} = (1506,02 - 281,66) / 273,57 = 4,48$$

10. MSÚ - Posouzení krčních svarů svařovaného nosníku

Pevnost svaru

$$\beta_w = 0,8$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{vw,d} = f_{wk} / (\beta_w \cdot \gamma_{M2} \cdot \sqrt{3}) = 360 / (0,8 \cdot 1,25 \cdot \sqrt{3}) = 207,8 \text{ MPa}$$

Svar dolní pásnice - stojina

$$\begin{aligned} \text{Účinná tloušťka svaru } a &= 5 \text{ mm} \\ \text{Plocha pásnice } A_f &= 16000 \text{ mm}^2 \\ \text{Vzdálenost těžišť pásnice a ocel. průřezu } e &= 249 \text{ mm} \\ \text{Statický moment plochy pásnice } S_y &= A_f \cdot e = 16000 \cdot 249 = 3984000 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

$$\tau_{II} = (V_{Ed} \cdot S_y) / (2 \cdot a \cdot I_{y,st}) = (623,5115 \cdot 3984000) / (2 \cdot 5 \cdot 25700000) = 96,7 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{3} \cdot \tau_{II} = \sqrt{3} \cdot 96,66 \leq f_{vw,d}$$

$$167,4 \text{ MPa} < 207,8 \text{ MPa} \quad \text{Vyhovuje!}$$

Svar horní pásnice - stojina

$$\begin{aligned} \text{Účinná tloušťka svaru } a &= 5 \text{ mm} \\ \text{Plocha pásnice } A_f &= 7500 \text{ mm}^2 \\ \text{Vzdálenost těžišť pásnice a ocel. průřezu } e &= 391 \text{ mm} \\ \text{Statický moment plochy pásnice } S_y &= A_f \cdot e = 7500 \cdot 391 = 2932500 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

$$\tau_{II} = (V_{Ed} \cdot S_y) / (2 \cdot a \cdot I_{y,st}) = (623,5115 \cdot 2932500) / (2 \cdot 5 \cdot 25700000) = 71,2 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{3} \cdot \tau_{II} = \sqrt{3} \cdot 71,15 \leq f_{vw,d}$$

$$123,2 \text{ MPa} < 207,8 \text{ MPa} \quad \text{Vyhovuje!}$$

11. MSÚ - Únosnost ocelového průřezu při provádění

Vnitřní síly

Typ zatížení	g [kN/m]	Q [kN]	Y _G	V _{Ed} [kN]	M _{Ed} [kNm]
Ocelový nosník	2,79	-	1,35	32,92	143,86
Čerstvý beton	12,51	-	1,35	147,61	645,04
Nahodilé	-	1,00	1,50	1,50	6,56
				182,02	795,45

Únosnost ocelového průřezu pro normálová napětí

- posouzení provedeno výpočtním softwarem Scia Engineer

Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

Dílec B3	8,740 / 17,480 m	Iwn (675; 20; 250; 30; 400; 40; 605; 0)	S 235	Stálé - ocel. nosníky	0,38 -
----------	------------------	---	-------	-----------------------	--------

Dílčí souč. spolehlivosti	
γ_{M0} pro únosnost průřezu	1,00
γ_{M1} pro stabilitu	1,00
γ_{M2} pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál			
Mez kluzu	f_y	235,0	MPa
Pevnost v tahu	f_u	360,0	MPa
Výroba		Svařované	

.....POSUDEK STABILITY:.....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 8,740 m

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace vnitřních a vyčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	Ψ [-]	k_{σ} [-]	α [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	SO	190	40	-3,067e+04	-3,067e+04								
3	SO	190	40	-3,067e+04	-3,067e+04								
4	I	605	20	-2,816e+04	4,775e+04	-0,6		0,6	30,3	55,2	63,5	88,4	1
5	SO	115	30	4,964e+04	4,964e+04	1,0	0,4	1,0	3,8	9,0	10,0	14,0	1
7	SO	115	30	4,964e+04	4,964e+04	1,0	0,4	1,0	3,8	9,0	10,0	14,0	1

Průřez je klasifikován třídou 1

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.2 a rovnice (6.54)

Parametry klopení			
Metoda pro křivku klopení		Obecný stav	
Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	8,4683e-03	m ³
Pružný kritický moment	M_{cr}	1357,33	kNm
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,LT}$	1,21	
Mezní štíhlost	$\lambda_{rel,LT,0}$	0,20	

Parametry klopení			
Křivka klopení		C	
Imperfekce	ϕ_{LT}	0,49	
Redukční součinitel	χ_{LT}	0,43	
Návrhová únosnost na vzpěr	$M_{b,Rd}$	852,99	kNm
Jedn. posudek		0,38	-

Parametry M_{cr}			
Délka klopení	l_{LT}	17,480	m
Vliv pozice zatížení		bez vlivu	
Opravný součinitel	k	1,00	
Opravný součinitel	k_w	1,00	
Součinitel momentu na klopení	C_1	1,13	
Součinitel momentu na klopení	C_2	0,45	
Součinitel momentu na klopení	C_3	0,53	
Vzdálenost středu smyku	d_z	-146	mm
Vzdálenost polohy zatížení	z_g	0	mm
Konstanta monosymetrie	β_y	403	mm
Konstanta monosymetrie	z_j	-201	mm

Poznámka: Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

$$M_{Ed} \leq M_{b,Rd}$$

$$795,45 \text{ kNm} < 852,99 \text{ kNm}$$

Vyhovuje!

Využití průřezu na

93%

Únosnost ocelového průřezu pro smykové napětí

Plocha horní pásnice	A_{r1}	7500 mm ²
Plocha dolní pásnice	A_{r2}	16000 mm ²
Plocha stojiny	$A_{w,net}$	11100 mm ²

$$\begin{aligned} A_{f1}/A_{w,net} &= 7500/11100 = 0,68 > 0,6 \\ A_{f2}/A_{w,net} &= 16000/11100 = 1,44 > 0,6 \end{aligned}$$

$$\tau_{Ed} = V_{Ed}/A_{w,net} = 182,02/11100 = 16,4 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} \tau_{Ed}/(\sqrt{3}) &\leq 1,0 \\ 0,12 &< 1,0 \end{aligned} \quad \text{Vyhovuje!} \quad \text{Využití průřezu na} \quad 12\%$$

$$h_w/t_w = 605/20 = 30,3 < 72 \cdot \epsilon/\eta = 72 \cdot 1/1,00 = 72,0 \quad \text{Stojna nebude boulit}$$

12. MSÚ - Posouzení na únavu

součinitel únavové pevnosti	γ_{Mf}	1,35	
	γ_{Ff}	1,00	
Náhradní délka	L_Φ	17,480 m	
Dynamický součinitel	Φ_2	$= 1,44/(\sqrt{L_\Phi - 0,2}) + 0,82 = 1,44/(\sqrt{17,48 - 0,2}) + 0,82 =$	1,18
Součinitel ekvivalentního poškození	λ	$= \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 =$	0,70
	λ_1	0,70	
	λ_2	1,00	
	λ_3	1,00	
	λ_4	1,00	

Základní materiál ocelového nosníku

Maximální napětí od α .LM71	$\Delta\sigma_{p,max}$	$= MEk/l_2 \cdot z_{g,el,2} = 928,69/7014238186 \cdot 503,6 =$	66,7 MPa
Minimální napětí od α .LM71	$\Delta\sigma_{p,min}$	0,0 MPa	
Referenční rozkmit napětí	$\Delta\sigma_p$	$= \Delta\sigma_{p,max} - \Delta\sigma_{p,min} = 66,7 - 0 =$	66,7 MPa
Ekvivalentní rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{E2}$	$= \lambda \cdot \Phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 0,7 \cdot 1,18 \cdot 66,7 =$	55,1 MPa
Kategorie detailu	$\Delta\sigma_c$	140,0 MPa	
$\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} = 1 \cdot 55,1$	\leq	$\Delta\sigma_c/\gamma_{Mf} = 140/1,35$	
55,1 MPa	$<$	103,7 MPa	Vyhovuje!

Krční svary ocelového nosníku

Maximální napětí od α .LM71	$\Delta\sigma_{p,max}$	$= MEk/l_2 \cdot (z_{g,el,2} - t_{f2}) = 928,69/7014238186 \cdot (503,6 - 40) =$	61,4 MPa
Minimální napětí od α .LM71	$\Delta\sigma_{p,min}$	0,0 MPa	
Referenční rozkmit napětí	$\Delta\sigma_p$	$= \Delta\sigma_{p,max} - \Delta\sigma_{p,min} = 61,4 - 0 =$	61,4 MPa
Ekvivalentní rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{E2}$	$= \lambda \cdot \Phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 0,7 \cdot 1,18 \cdot 61,4 =$	50,7 MPa
Kategorie detailu	$\Delta\sigma_c$	125,0 MPa	
$\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} = 1 \cdot 50,7$	\leq	$\Delta\sigma_c/\gamma_{Mf} = 125/1,35$	
50,7 MPa	$<$	92,6 MPa	Vyhovuje!

Otvory ve stojně ocelového nosníku

Vzdálenost otvoru od spodní pásnice	d_{ot}	120 mm	
Maximální napětí od α .LM71	$\Delta\sigma_{p,max}$	$= MEk/l_2 \cdot (z_{g,el,2} - d_{ot}) = 928,69/7014238186 \cdot (503,6 - 120) =$	50,8
Minimální napětí od α .LM71	$\Delta\sigma_{p,min}$	0,0 MPa	
Referenční rozkmit napětí	$\Delta\sigma_p$	$= \Delta\sigma_{p,max} - \Delta\sigma_{p,min} = 50,8 - 0 =$	50,8 MPa
Ekvivalentní rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{E2}$	$= \lambda \cdot \Phi_2 \cdot \Delta\sigma_p = 0,7 \cdot 1,18 \cdot 50,8 =$	42,0 MPa
Kategorie detailu	$\Delta\sigma_c$	90,0 MPa	
$\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} = 1 \cdot 42$	\leq	$\Delta\sigma_c/\gamma_{Mf} = 90/1,35$	
42,0 MPa	$<$	66,7 MPa	Vyhovuje!

Tupé svary ocelového nosníku

Maximální napětí od α .LM71	$\Delta\sigma_{p,max}$	$= MEk/I^2 \cdot z_{g,el,2} = 928,69/7014238186 \cdot 503,6 =$	66,7 MPa
Minimální napětí od α .LM71	$\Delta\sigma_{p,min}$	0,0 MPa	
Referenční rozkmit napětí	$\Delta\sigma_p$	$= \Delta\sigma_{p,max} - \Delta\sigma_{p,min} = 66,7 - 0 =$	66,7 MPa
Ekvivalentní rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{E2}$	$= \lambda \cdot \Phi^2 \cdot \Delta\sigma_p = 0,7 \cdot 1,18 \cdot 66,7 =$	55,1 MPa
Kategorie detailu	$\Delta\sigma_c$	125,0 MPa	

$$\gamma F \cdot \Delta\sigma_{E2} = 1 \cdot 55,1 \leq \Delta\sigma_c / \gamma M_f = 125 / 1,35$$
$$55,1 \text{ MPa} < 92,6 \text{ MPa}$$

Vyhovuje!

13. MSP - Svislý průhyb nosné konstrukce

Ideální průřez ocelobetonového nosníku

součinitel pro dlouhodobé zatížení	n	$= Est/(E_{cm}/3) = 210/(32/3) =$	19,688
součinitel pro krátkodobé zatížení	n	$= Est/E_{cm} = 210/32 =$	6,563

Moment setrvačnosti ocelového průřezu

$$I_{st} = 2,57E+09 \text{ mm}^4$$

Moment setrvačnosti ideálního ocelobetonového průřezu pro dlouhodobá zatížení

Moment setrvačnosti ideálního ocelobetonového průřezu při působení betonu v tahu

$$z_{g,el,1} = [Ast \cdot z_{st} + 1/n \cdot bc \cdot hc \cdot (tf_2 + hc/2)] / (Ast + 1/n \cdot bc \cdot hc) =$$
$$[35600 \cdot 269 + 1/19,688 \cdot 550 \cdot 910 \cdot (40 + 910/2)] / (35600 + 1/19,688 \cdot 550 \cdot 910) =$$
$$363,2 \text{ mm}$$
$$x_{st,el,1} = z_{g,el,1} - z_{st} = 363,2 - 269 =$$
$$94,2 \text{ mm}$$
$$x_{c,el,1} = 0,5 \cdot hc + tf_2 - z_{g,el,1} = 0,5 \cdot 910 + 40 - 363,2 =$$
$$131,8 \text{ mm}$$
$$I_1 = I_{st} + Ast \cdot x_{st,el,1}^2 + 1/n \cdot bc \cdot hc \cdot [x_{c,el,1}^3 + 12 \cdot x_{st,el,1} \cdot x_{c,el,1} + 1/n \cdot bc \cdot hc \cdot x_{c,el,1}^2] =$$
$$2570000000 + 35600 \cdot 94,2^2 + 1/19,688 \cdot 550 \cdot 910 \cdot [131,8^3 + 12 \cdot 94,2 \cdot 131,8 + 1/19,688 \cdot 550 \cdot 910 \cdot 131,8^2] =$$
$$5081806524 \text{ mm}^4$$

Moment setrvačnosti ideálního ocelobetonového průřezu bez působení betonu v tahu

$$z_{g,el,2} = h + n \cdot Ast/bc \cdot [1 - \sqrt{(1 + 2 \cdot bc \cdot (h - z_{st}) / (n \cdot Ast))}] = 950 + 19,688 \cdot 35600/550 \cdot [1 - \sqrt{(1 + 2 \cdot 550 \cdot (950 - 269) / (19,688 \cdot 35600))}] =$$
$$391,4 \text{ mm}$$
$$x_{st,el,2} = z_{g,el,2} - z_{st} = 391,4 - 269 =$$
$$122,4 \text{ mm}$$
$$I_2 = I_{st} + Ast \cdot x_{st,el,2}^2 + bc \cdot [x_{st,el,2}^3 + 3 \cdot n \cdot (h - z_{g,el,2}) \cdot x_{st,el,2}^2 + 3 \cdot n \cdot (h - z_{g,el,2})^2 \cdot x_{st,el,2}] =$$
$$2570000000 + 35600 \cdot 122,4^2 + 550 \cdot [122,4^3 + 3 \cdot 19,688 \cdot (950 - 391,4) \cdot 122,4^2 + 3 \cdot 19,688 \cdot (950 - 391,4)^2 \cdot 122,4] =$$
$$4726440754 \text{ mm}^4$$
$$I_i = (I_1 + I_2)/2 = (5081806523,7264 + 4726440754)/2 =$$
$$4904123639 \text{ mm}^4$$

Moment setrvačnosti ideálního ocelobetonového průřezu pro krátkodobá zatížení

Moment setrvačnosti ideálního ocelobetonového průřezu při působení betonu v tahu

$$z_{g,el,1} = [Ast \cdot z_{st} + 1/n \cdot bc \cdot hc \cdot (tf_2 + hc/2)] / (Ast + 1/n \cdot bc \cdot hc) =$$
$$[35600 \cdot 269 + 1/6,563 \cdot 550 \cdot 910 \cdot (40 + 910/2)] / (35600 + 1/6,563 \cdot 550 \cdot 910) =$$
$$423,1 \text{ mm}$$
$$x_{st,el,1} = z_{g,el,1} - z_{st} = 423,1 - 269 =$$
$$154,1 \text{ mm}$$
$$x_{c,el,1} = 0,5 \cdot hc + tf_2 - z_{g,el,1} = 0,5 \cdot 910 + 40 - 423,1 =$$
$$71,9 \text{ mm}$$
$$I_1 = I_{st} + Ast \cdot x_{st,el,1}^2 + 1/n \cdot bc \cdot hc \cdot [x_{c,el,1}^3 + 12 \cdot x_{st,el,1} \cdot x_{c,el,1} + 1/n \cdot bc \cdot hc \cdot x_{c,el,1}^2] =$$
$$2570000000 + 35600 \cdot 154,1^2 + 1/6,563 \cdot 550 \cdot 910 \cdot [71,9^3 + 12 \cdot 154,1 \cdot 71,9 + 1/6,563 \cdot 550 \cdot 910 \cdot 71,9^2] =$$
$$9072259914 \text{ mm}^4$$

Moment setrvačnosti ideálního ocelobetonového průřezu bez působení betonu v tahu

$$z_{g,el,2} = h + n \cdot Ast/bc \cdot [1 - \sqrt{(1 + 2 \cdot bc \cdot (h - z_{st}) / (n \cdot Ast))}] = 950 + 6,563 \cdot 35600/550 \cdot [1 - \sqrt{(1 + 2 \cdot 550 \cdot (950 - 269) / (6,563 \cdot 35600))}] =$$
$$503,6 \text{ mm}$$
$$x_{st,el,2} = z_{g,el,2} - z_{st} = 503,6 - 269 =$$
$$234,6 \text{ mm}$$
$$I_2 = I_{st} + Ast \cdot x_{st,el,2}^2 + bc \cdot [x_{st,el,2}^3 + 3 \cdot n \cdot (h - z_{g,el,2}) \cdot x_{st,el,2}^2 + 3 \cdot n \cdot (h - z_{g,el,2})^2 \cdot x_{st,el,2}] =$$
$$2570000000 + 35600 \cdot 234,6^2 + 550 \cdot [234,6^3 + 3 \cdot 6,563 \cdot (950 - 503,6) \cdot 234,6^2 + 3 \cdot 6,563 \cdot (950 - 503,6)^2 \cdot 234,6] =$$
$$7014238186 \text{ mm}^4$$
$$I_i = (I_1 + I_2)/2 = (9072259914 + 7014238186)/2 =$$
$$8043249050 \text{ mm}^4$$

Svislý průhyb ZBN

$$ZS1 - \text{Vlastní tíha ZBN} \quad \delta_{stálé,1} = 5/384 \cdot g_k \cdot L^4 / (Est \cdot I_{y,st}) = 5/384 \cdot 15,3 \cdot 17,48^4 / (210 \cdot 2570000000) =$$
$$34,5 \text{ mm}$$
$$\text{vlastní tíha ocelových nosníků} \quad = 5/384 \cdot g_k \cdot L^4 / (Est \cdot I_{y,st}) = 5/384 \cdot 2,79 \cdot 17,48^4 / (210 \cdot 2570000000) =$$
$$6,3 \text{ mm}$$
$$\text{vlastní tíha ŽB desky} \quad = 5/384 \cdot g_k \cdot L^4 / (Est \cdot I_{y,st}) = 5/384 \cdot 12,51 \cdot 17,48^4 / (210 \cdot 2570000000) =$$
$$28,2 \text{ mm}$$
$$ZS2 - \text{Ostatní stálé} \quad \delta_{stálé,2} = 5/384 \cdot g_k \cdot L^4 / (Est \cdot I_i) = 5/384 \cdot 9,49 \cdot 17,48^4 / (210 \cdot 4904123639) =$$
$$11,2 \text{ mm}$$
$$ZS3 - \text{LM71} \quad \delta_{LM71} = 5/48 \cdot ME_k \cdot L^2 / (Est \cdot I_i) = 5/48 \cdot 928,69 \cdot 17,48^2 / (210 \cdot 8043249050) =$$
$$17,5 \text{ mm}$$
$$ZS4 - \text{SW/2} \quad \delta_{SW/2} = 5/384 \cdot q_k \cdot L^4 / (Est \cdot I_i) = 5/384 \cdot 23,87 \cdot 17,48^4 / (210 \cdot 8043249050) =$$
$$17,2 \text{ mm}$$

Omezení průhybu z hlediska bezpečnosti dopravy

$$\delta_{LM71} \leq \delta_{lim} = L/600 = 17,48/600$$

$$17,5 \text{ mm} < 29,1 \text{ mm}$$

Vyhovuje!

$$Z_{LM71} = (\delta_{lim} - \delta_{rs}) / (\delta_{LM71} / \alpha) = (29,1 - 0) / (17,5 / 1,21) = 2,01$$

$$\delta_{SW/2} \leq \delta_{lim} = L/600 = 17,48/600$$

$$17,2 \text{ mm} < 29,1 \text{ mm}$$

Vyhovuje!**Omezení průhybu z hlediska pohodlí cestujících**

$$L/\delta = 900$$

$$k = 0,7$$

průhyb od LM71 pro $\alpha = 1,0$

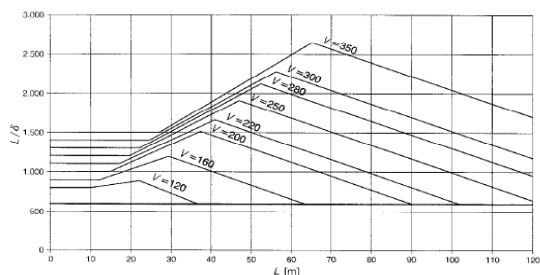
$$\delta_{LM71} = \delta_{LM71}/1,21 = 17,5/1,21 = 14,5 \text{ mm}$$

$$\delta_{LM71} \leq \delta_{lim} = L / (L/\delta * k) = 17,48 / (900 * 0,7)$$

$$14,5 \text{ mm} < 27,7 \text{ mm}$$

Vyhovuje!

$$Z_{LM71} = (\delta_{lim} - \delta_{rs}) / (\delta_{LM71} / \alpha) = (27,7 - 0) / (14,5 / 1,21) = 2,31$$

**Nadvýšení ocelových nosníků**

Teoretické nadvýšení = průhyb od stálého zatížení a 25% od LM71

$$\delta = 50,0 \text{ mm}$$

Navržené výrobní nadvýšení = 50 mm

Výrobní nadvýšení bude realizováno v hodnotě 50 mm**14. MSP - Deformace koncového průřezu nosné konstrukce****Pootočení konce nosné konstrukce**

$$\theta_{LM71} = 4 * \delta_{LM71} / L = 4 * 17,5 / 17,48 = 0,0040 \text{ rad}$$

a) Přechod mezi NK a zemním tělesem

$$\theta_{LM71} \leq \theta_{lim}$$

$$0,0040 \text{ rad} < 0,0065 \text{ rad}$$

Vyhovuje!

$$Z_{LM71} = (\theta_{lim} - \theta_{rs}) / (\theta_{LM71} / \alpha) = (0,0065 - 0) / (0,004 / 1,21) = 1,97$$

b) Přechod mezi dvěma navazujícími konstrukcemi

$$\theta_{LM71,1} + \theta_{LM71,2} \leq \theta_{lim}$$

$$0,0080 \text{ rad} < 0,0100 \text{ rad}$$

Vyhovuje!

$$Z_{LM71} = (\theta_{lim} - \theta_{rs}) / (\theta_{LM71,1} + \theta_{LM71,2} / \alpha) = (0,01 - 0) / (0,008 / 385,0) = 1,51$$

Vodorovný posun konce nosné konstrukce

$$\text{Výška NK nad osou uložení } h_0 = 1370 \text{ mm}$$

$$\delta_{H,LM71} = \theta_{LM71} * h_0 = 0,004 * 1370 = 5,5 \text{ mm}$$

$$\delta_{H,LM71} \leq \delta_{h,lim}$$

$$5,5 \text{ mm} < 8,0 \text{ mm}$$

Vyhovuje!

$$Z_{LM71} = (\delta_{h,lim} - \theta_{h,rs}) / (\delta_{H,LM71} / \alpha) = (8 - 0) / (5,48 / 1,21) = 1,77$$

Svislý posun konce nosné konstrukce

$$\text{Vyložení NK za osou uložení } L_0 = 660 \text{ mm}$$

$$\delta_{V,LM71} = \theta_{LM71} * L_0 = 0,004 * 660 = 2,6 \text{ mm}$$

$$\delta_{V,LM71} \leq \delta_{v,lim}$$

$$2,6 \text{ mm} < 3,0 \text{ mm}$$

Vyhovuje!

$$Z_{LM71} = (\delta_{v,lim} - \theta_{v,rs}) / (\delta_{V,LM71} / \alpha) = (3 - 0) / (2,6 / 1,21) = 1,40$$

15. MSP - Omezení napětí

Omezení napětí v ocelovém nosníku

$$\sigma_{st} = M_{Ek}/I \cdot z$$

Tahová napětí ve spodních vláknech nosníku

Zatížení	M_{Ek}	I	z	σ_{st}
ZS1 - Vlastní tíha ZBN	584,37	2,570E+09	269	61,2
ZS2 - Ostatní stálé	362,46	4,726E+09	391	30,0
ZS3 - LM71	928,69	7,014E+09	504	66,7
ZS4 - SW/2	911,69	7,014E+09	504	65,5
				157,9

$$\sigma_{st} \leq 1,00 \cdot f_{yk} = 1,00 \cdot 235$$

$$157,9 \text{ MPa} < 235,0 \text{ MPa}$$

Vyhovuje!

Tlaková napětí v horních vláknech nosníku

Zatížení	M_{Ek}	I	z	σ_{st}
ZS1 - Vlastní tíha ZBN	584,37	2,570E+09	406	92,3
ZS2 - Ostatní stálé	362,46	4,726E+09	284	21,7
ZS3 - LM71	928,69	7,014E+09	171	22,7
ZS4 - SW/2	911,69	7,014E+09	171	22,3
				136,8

$$\sigma_{st} \leq 1,0 \cdot f_{yk} = 1,0 \cdot 235$$

$$136,8 \text{ MPa} < 235,0 \text{ MPa}$$

Vyhovuje!

Omezení tlakového napětí v betonové desce

$$\sigma_c = 1/n \cdot M_{Ek}/I \cdot z$$

Zatížení	M_{Ek}	n	I	z	σ_c
ZS1 - Vlastní tíha ZBN					
ZS2 - Ostatní stálé	362,46	19,688	4,726E+09	559	2,2
ZS3 - LM71	928,69	6,563	7,014E+09	446	9,0
ZS4 - SW/2	911,69	6,563	7,014E+09	446	8,8
					11,2

$$\sigma_c \leq 0,6 \cdot f_{ck} = 0,6 \cdot 30$$

$$11,2 \text{ MPa} < 18,0 \text{ MPa}$$

Vyhovuje!

Omezení tahového napětí v dolní výztuži betonové desky

$$\sigma_s = 1/n \cdot M_{Ek}/I \cdot z$$

Zatížení	M_{Ek}	n	I	z	σ_s
ZS1 - Vlastní tíha ZBN					
ZS2 - Ostatní stálé	362,46	19,688	4,726E+09	291	1,1
ZS3 - LM71	928,69	6,563	7,014E+09	404	8,1
ZS4 - SW/2	911,69	6,563	7,014E+09	404	8,0
					9,3

$$\sigma_s \leq 0,8 \cdot f_{yk} = 0,8 \cdot 235$$

$$9,3 \text{ MPa} < 188,0 \text{ MPa}$$

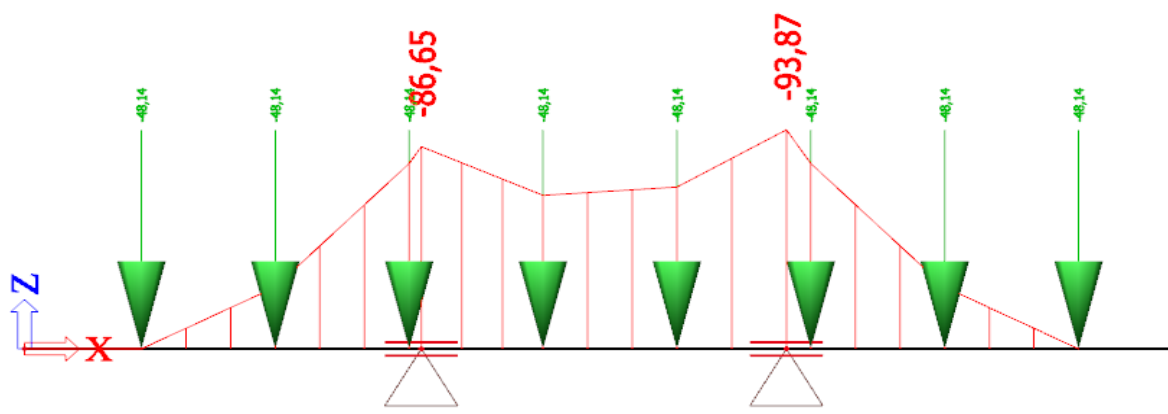
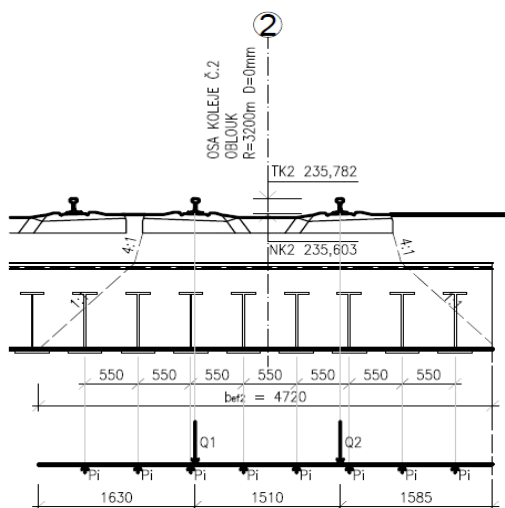
Vyhovuje!

16. MSP - Ověření náchylnosti k rezonanci

V_{max} 140 km/h Konstrukci dle MVL 511 není nutno dále ověřovat na náchylnost k rezonanci

17. MSÚ - Železobetonový průřez desky v příčném směru

Délka nosníku	$b_{ef} =$	4,720 m
Spolupůsobící šířka nosníku	$b_{ef,t} =$	1,000 m
Osamělé zatížení	$P_i =$	48,14 kN
Počet osamělých zatížení	$n =$	8
Maximální ohybový moment	M_{ek}	93,87 kNm
	M_{ed}	136,11 kNm

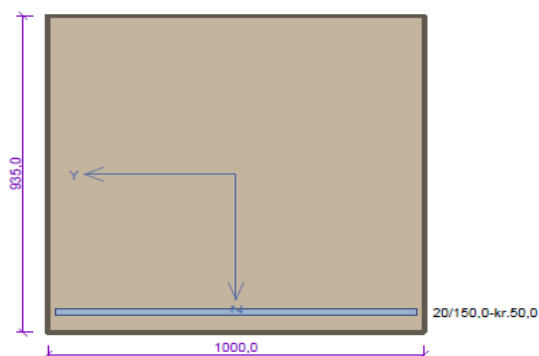


→ **příčná výztuž při spodním povrchu**

profil prutu Ø 20 mm po 150 mm

krytí betonem c_{nom} 50 mm

posouzení provedeno výpočtním softwarem FIN EC - Beton



Typ prvku: deska
Prostředí: XC4, XF1

Beton: C 30/37

$f_{ck} = 30,0$ MPa; $f_{ctm} = 2,9$ MPa; $E_{cm} = 33000$ MPa

Ocel podélná: B500B ($f_{yk} = 500,0$ MPa; $E_s = 200000$ MPa)

Ocel příčná: B500B ($f_{yk} = 500,0$ MPa; $E_s = 200000$ MPa)

Vzpěr

Vzpěr není uvažován

S tlačnou výztuží není počítáno.

Průřez bez smykové výztuže.

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Deska (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):

$\rho_{s,t} = 0,00239 \geq \rho_{s,min} = 0,00151$

$\rho_{s,t,CSN} = 0,00224 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

$\rho_s = 0,00224 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} [kN]	N_{Rd} [kN]	M_{Ed} [kNm]	M_{Rd} [kNm]	V_{Ed} [kN]	V_{Rd} [kN]	Posouzení
1	Zat. případ 1	0,00	0,00	136,11	819,08	0,00	0,00	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti **VYHOVUJE**

→ **Příčná výztuž při horním povrchu**

- konstrukční výztuž

$A_{s,min} = \max \{393; 1/2 A_{st}\} = \max \{393; 1047\} = 1047 \text{ mm}^2$

$A_{s,skut} = 1340 \text{ mm}^2 \dots \text{Ø16 po 150 mm}$

→ **Příčná výztuž boční stěny nosné konstrukce**

- konstrukční výztuž

$A_{s,min} = 0,001 \cdot h_c = 0,001 \cdot 0,975 = 975 \text{ mm}^2$

$A_{s,skut} = 1340 \text{ mm}^2 \dots \text{Ø16 po 150 mm}$

→ **Smyková výztuž mezi ocelovými nosníky**

- konstrukční výztuž

$A_{s,min} = 393 \text{ mm}^2$

$A_{s,skut} = 754 \text{ mm}^2 \dots \text{Ø12 po 150 mm}$

→ **Podélná výztuž při horním povrchu**

- konstrukční výztuž

$A_{s,min} = 393 \text{ mm}^2$

$A_{s,skut} = 754 \text{ mm}^2 \dots \text{Ø12 po 150 mm}$

→ **Podélná výztuž při spodním povrchu**

- konstrukční výztuž

Mezi nosníky:

$A_{s,min} = 393 \text{ mm}^2$

$A_{s,skut} = 754 \text{ mm}^2 \dots \text{Ø12 po 150 mm}$

Vně krajních nosníků:

$A_{s,min} = 1131 \text{ mm}^2$ a min 3 profily

$A_{s,skut} = 1131 \text{ mm}^2 \dots \text{Ø12 po 100 mm}$

→ **Podélná výztuž boční stěny**

- konstrukční výztuž

$A_{s,min} = 1131 \text{ mm}^2$ a min 3 profily

$A_{s,skut} = 1131 \text{ mm}^2 \dots \text{Ø12 po 100 mm}$

18. Desky ztraceného bednění

Zatížení tíhou čerstvého betonu	q_d	$= \gamma_f \cdot \rho \cdot t = 1,35 \cdot 25 \cdot 910 =$	30,71 kN/m
Osamělá síla	Q_d	$= \gamma_q \cdot 1 = 1,0 \cdot 1 =$	1,00 kN
Rozpětí	l	$= b_e - b_f / 2 + 50 = 550 - 400 / 2 + 50 =$	150 mm

Použita bude deska o tloušťce 20 mm za předpokladu pevnosti v tahu za ohybu min. 9 N/mm^2 a modulu pružnosti min. 4500 N/mm^2 .

6 Vykonzolovaná římsa

Jednotlivé složky zatížení:

Vlastní tíha:

- dle výpočtů v programu SCIA Engineer

Zatížení od zábradlí:

Zábradlí

- uvažovaná výška je 1,1m

celková hodnota působící síly = **1,0kN**

Tlak na madlo:

1,0 kN/m

- madlo umístěno ve výšce 1,1m

celková hodnota působící síly = **1 kN/m**

Služební chodník:

5,0 kN/m²

Přítížení od kol. lože:

svíslé: $\gamma \cdot h = 21 \cdot 0,79 =$ **16,6 kN/m**

vodorovné: $\gamma \cdot K_0 \cdot h_0 = 21 \cdot 0,5 \cdot 0 =$ **0 kN/m**

K_0 ... součinitel zem. Tlaku v klidu

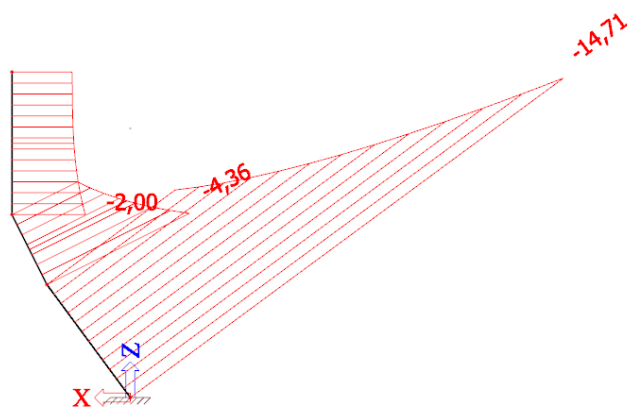
$\gamma \cdot K_0 \cdot h_1 = 21 \cdot 0,5 \cdot 0,53 =$ **5,6 kN/m**

$\gamma \cdot K_0 \cdot h_2 = 21 \cdot 0,5 \cdot 0,79 =$ **8,3 kN/m**

Kombinace zatížení:

		γ	ψ_0
stálé:	Vlastní tíha	1,35	-
	zemní tlak	1,35	-
	Přítížení od kol. lože	1,35	-
hlavní proměnné:	Tlak na madlo:	1,5	-
vedlejší proměnné:	Služební chodník	1,5	0,8

Moment působící:



$M_{Ed} = 14,71 \text{ kNm}$

Únosnost výztuže:

6x16mm

$$A_{st} = 1206 \text{ mm}^2 = 0,001206 \text{ m}^2$$

$$z = 0,78 \text{ m}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = 500 \text{ MPa}$$

$$M_{Rd} = A_{st} \cdot f_{yd} \cdot z$$

$$M_{Rd} = 0,001206 \cdot 500 \cdot 0,78$$

$$\mathbf{M_{Rd} = 470,34 \text{ kNm}}$$

Posudek:

$$M_{Rd} \geq M_{Ed}$$

$$\mathbf{470,38 \geq 14,71 \text{ kNm VYHOVÍ}}$$

7 Tabulka zatížitelnosti

PŘEHLED ZATÍŽITELNOSTI ČÁSTÍ MOSTU

A. Identifikace mostu:

TÚ: 1891 Přerov – Petrovice u Karviné

DÚ: I1 ŽST Studénka

km: 245,042

B. Identifikace části mostu:

Část: nosná konstrukce

C. Doplnující údaje pro část mostu:

Kategorie zatížitelnosti: C

Výpočetní model: prostý nosník

Geometrie koleje, uvažovaná v přepočtu pro část mostu v jejím profilu (dle staničení):

Začátek: Uprostřed: Konec:

Kolej č.1a

Směrové poměry:

oblouk R=3204,750m D=0mm

Výškové poměry:

klesá 1,175‰

Kolej č.2a

Směrové poměry:

oblouk R=3200m D=0mm

Výškové poměry:

klesá 1,1269‰

Kolej č.1a

Směrové poměry:

přímá

Výškové poměry:

stoupá 1,183‰

Kolej č.2a

Směrové poměry:

přímá

Výškové poměry:

stoupá 1,168‰

Popis konstrukce:

Nosnou konstrukci mostu tvoří deska se zabetonovanými nosníky o rozpětí 17,480 m, konstrukční výšce 0,975 m a stavební výšce 1,607 m. Spodní stavba je železobetonová založená na velkopřůměrových pilotách.

Poznámka:

Zatížitelnost určena pro rozhodující prvky konstrukce.

Poř. číslo	Prvek	Detail	Namáhání	k _i	typ	L _p	φ _i	L _φ	Y _{Q,LM} 71	Y _{Q,LM} 71,E	viz. strana	Z _{LM71}	Z _{LM71,E}	Poznámky
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Průřez ZBN	střed	Normálové napětí	1,0	M	17,48	1,273	17,80	1,45			1,92		
2	Průřez ZBN	okraj	Smykové napětí	1,0	Q	17,48	1,273	17,80	1,45			4,48		
3	Průřez ZBN - průhyb	střed	průhyb	1,0	M	17,48	1,273	17,80	1,45			2,01		
5	Průřez ZBN - deformace	Koncový průřez	deformace	1,0	Q	17,48	1,273	17,80	1,45			1,40		
6	piloty	Základová spára	Svislá únosnost	1,0	Q	14,50	1,0	14,50	1,45			1,22		

Dne: 10/2021

Zatížitelnost určil: Ing. Lugerová

Do databáze zadal:

Zpracoval:

Ing. Markéta Lugerová
SUDOP BRNO, spol. s r.o.
tel. 737 507 401
e-mail: mlugerova@sudop-brno.cz