

			ČÍSLO SOUPRAVY:
REVIZE Č.	DATUM	ZMĚNA	



SUDOP BRNO, spol. s r.o.
Kounicova 26
611 36 Brno

OBJEDNAVATEL:	Správa železnic, s.o., Dílžďěňá 1003/7, 110 00 Praha 1 Oblastní ředitelství Ostrava		tel. : +420 972 625 804 E-mail: sudop@sudop-brno.cz	
PROFESNÍ SKUPINA:	12 Mosty	VEDOUĆÍ PROF. SKUPINY Ing. Radomír Hanák	GENERÁLNÍ ŘEDITEL Ing. Kamil Chmela	
ODPOVĚDNÝ PROJ. ZAKÁZKY Ing. Štěpán Kameš	ODPOVĚDNÝ PROJ. PS, SO Ing. Štěpán Kameš	NAVRHL, VYPRACOVAL Ing. Štěpán Kameš	KONTRÓLOVAL Ing. Jan Šedivý	
KRAJ: Moravskoslezský	POVĚŘENÝ OÚ: Bruntál		STUPEŇ: DSP	
Mosty v km 62,355 a 62,478 na trati na trati Olomouc – Krnov (TÚ 2191) SO 03 Most v km 62,478			ZAK. ČÍSLO 21113-02;03-1122	ARCH. ČÍSLO
			MĚŘITKO	POČET FORMÁTŮ
			DATUM: 08/2022	
			ČÁST DOKUM. D.2.1.2.2	PŘÍLOHA 4
Statický přepočet				

Mosty v km 62,355 a 62,478 na trati Olomouc – Krnov (TÚ 2191)

SO 03 Most v km 62,478

Statický přepočet

Obsah

Obsah	2
1 Technická zpráva ke statickému výpočtu	3
1.1 Identifikační údaje	3
1.2 Základní údaje o mostním objektu	3
1.3 Koncepce řešení	4
1.4 Výpočetní modely	4
1.5 Zhodnocení a závěr	4
1.6 Použité podklady	5

1 Technická zpráva ke statickému výpočtu

1.1 Identifikační údaje

Stavba:	Mosty v km 62,355 a 62,478 na trati Olomouc – Krnov (TÚ 2191)
Objekt:	SO 03 Most v km 62,478
Objednatel:	Správa železnic, s.o., Oblastní ředitelství Ostrava Muglinovská 1038, 702 00 Ostrava
Stávající vlastník objektu:	Správa železnic, s.o.,
Nový vlastník objektu:	Správa železnic, s.o.,
Správce mostního objektu:	Správa železnic, s.o., Oblastní ředitelství Ostrava, Muglinovská 1038, 702 00 Ostrava
Projekt stavby:	SUDOP BRNO spol. s r.o., Kounicova 26, 611 36 Brno
Odpovědný projektant stavby:	Ing. Štěpán Kameš
Odpovědný projektant objektu:	Ing. Štěpán Kameš
Navrhl, vypracoval:	Ing. Štěpán Kameš
Překonávaná překážka:	trvalý vodní tok – Černý potok [ID 10100220] a účelovou komunikaci-ul. K lomu (zároveň cyklostezku)
Katastrální území:	Bruntál [597180]
Obec:	Bruntál
Kraj:	Moravskoslezský
Parcelní čísla dotčených pozemků:	3886/5 – Vlastnické právo: Česká republika; Právo hospodařit s majetkem státu: Správa železnic s.o., Dlážděná 1003/7, Nové Město, 11000 Praha 1 3908/1 – Vlastnické právo: Česká republika; Právo hospodařit s majetkem státu: Povodí Odry, státní podnik, Varenská 3101/49, Moravská Ostrava, 70200 Ostrava
Traťový úsek:	TÚ 2191 Olomouc hl. n. (mimo) - Krnov (mimo)
Definiční úsek:	DÚ 18 Valšov - Bruntál

1.2 Základní údaje o mostním objektu

Staničení:	evidenční km 62,478
Situování mostního objektu v terénu:	mostní objekt se nachází v intravilánu města Bruntál v širé trati
Účel objektu, překonávané překážky:	Mostní objekt převádí 1 traťovou kolej přes stálou vodoteč – Černý potok [ID 10 100 220] a účelovou komunikaci-ul. K lomu (zároveň cyklostezku)
Úhel křížení:	50°
Volná výška:	x,x m (předpokládaná hladina Q100)
Rozpětí mostního objektu:	25,50 m
Délka přemostění:	24,04 m

Délka mostního objektu:	36,25 m (stávající); 43,75 m (nová)
Počet otvorů:	1
Šikmost mostu:	kolmý 90°
Šírá trať / staniční obvod:	šírá trať
Počet kolejí na most. objektu:	1
Žel. svršek na most. objektu stávající:	kolejnice R65, žebrové podkladnice, dřevěné mostnice
Žel. svršek na most. objektu nový:	kolejnice 60E2 žebrové podkladnice, dřevěné mostnice
Směrové poměry stávající:	v přechodnici k R=271 m
Směrové poměry nové:	v přechodnici k R=271 m
Sklonové poměry stávající:	stoupá 15,20 ‰
Sklonové poměry nové:	stoupá 15,20 ‰
Rychlost na mostním objektu stávající:	70 km/h
Rychlost na mostním objektu nová:	70 km/h
	Třída tratě dle NA k ČSN EN 1991-2: 3.třída
Trakce:	bez trakce
Prostorové uspořádání:	VMP 2,5

1.3 Koncepce řešení

Na základě stavu nosné konstrukce je navrženo provedení těchto prací:

- obnova PKO ocelové konstrukce
- obnova PKO a lokální oprava stávajícího zábradlí na NOK
- sanace ložisek
- sanace spodní stavby
- výstavba nových ŽB opěrných zdí přechodů drážních stezek
- výstavba nového zábradlí na parapetech opěr a nových ŽB opěrných zdí přechodů drážních stezek
- výstavba nového lankového zábradlí na nových římsách svahových křídel
- osazení nových mostnic, pozednic
- osazení nového kolejového svršku na mostě
- oprava a výměna podlah na mostě

1.4 Výpočetní modely

Model ocelové nosné konstrukce byl proveden v programu Scia Engineer 19.1 jako 3D prutová konstrukce. Výpočet byl pomocí geometricky a materiálově lineární analýzy (pomocí I.řádu se zavedením součinitelů vzpěrnosti a klopení). Zatížení bylo určeno ručně, vlastní tíha byla generována výpočetním programem s konstrukčním součinitelem k_s vyjadřujícím nárůst hmotnosti oproti výpočetnímu modelu. V přepočtu je uvažováno s orezivěním ocelových profilů s ohledem na předpokládané korozní úbytky dle osobní prohlídky a revizní zprávy (05/2020) - max. 1,0 mm po obvodu jednotlivých profilů (viz samotný přepočet).

1.5 Zhodnocení a závěr

Přepočet mostu a určení zatížitelnosti proběhlo dle SŽ S5/1 Diagnostika, zatížitelnost a přechodnost železničních mostních objektů. Dále byla určena požadovaná přechodnost TTZ na mostě C3-70 km/h.

Zatížitelnost byla určena vzhledem ke stávajícímu stavu mostu (prohlídka r. 05/2022) a revizní zprávě (05/2020) - v případě, že po otryskání ocelové konstrukce dojde ke snížení tloušťky jednotlivých profilů oproti uvažovanému orezivění (viz samotný přepočet), je nutná konzultace s projektantem a statikem o úpravě přepočtu, zesílení kce, o stanovení skutečné meze kluzu

oceli nosné konstrukce, případně o úpravě rychlosti železniční dopravy na mostě. Únavová zatížitelnost nebyla vzhledem k neexistenci historie dopravního zatížení určována.

Vzhledem k požadavkům investora na umístění bezстыkové koleje na most bylo prověřeno namáhání kolejnice v kombinované odezvě kolej – most metodou kompletní analýzy dle MVL 150. Dále byla touto metodou určena vodorovná reakce na spodní stavbu – výpočet prokázal **vyhovující** namáhání kolejnice a **nižší hodnotu** vodorovné reakce na spodní stavbu oproti stávajícímu stavu s KDZ. **Dovolená teplota při zřizování BK na mostě (na zastíněné straně mostu) je $T_0 = 10 - 15^{\circ}\text{C}$. Na konci mostu u pohyblivého ložiska budou umístěné upevňovací se sníženou svěrnou silou (4 mostnice + 1 pozednice) - viz SO 01. Maximální dovolené srovnané ojetí kolejnic v oblasti mostu je stanoveno na 15 mm (3/4 ojetí přípustného).**

Zatížitelnost spodní stavby byla, s ohledem na vizuální hodnocení, stavebně-technický průzkum a nezvyšování rychlosti ani zatížení na mostě, stanovena na základě kategorie zatížitelnosti A - zatížitelnost odborným odhadem $Z_{LM71} \geq 1,0$.

Navrhovaný stav zajistí životnost opraveného mostu dalších min.30 let (od provedení sanace). Životnost mostu je podmíněna plánovanými pravidelnými údržbami a opravami a opravami po mimořádných událostech (povodně, zemětřesení, mimořádné zatížení nárazem,...).

V případě, že dojde při pravidelných a jiných prohlídkách např.po mimořádných událostech ke změnám konstrukce mostu, které mohou mít vliv na životnost a zatížitelnost mostu (koroze, deformace, únavové a jiné trhliny nebo zvýšení zatížení), je nutné provést diagnostiku, statický přepočet a opatření pro zajištění bezpečnosti konstrukce mostu a jeho okolí.

1.6 Použité podklady

- 1) ČSN EN 1990 (730002/2004-04, změna Z3 2011-02) Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- 2) ČSN EN 1991-1-1 (730035/2004-03, změna Z2 2010-03) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí, Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb,
- 3) ČSN EN 1991-1-4 ed. 2 (730035/2013-04) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem,
- 4) ČSN EN 1992-1-1 (731201/2006-12, změna Z2 2011-07) Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1:Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby,
- 5) ČSN EN 1992-2 (736208/2007-06, změna Z2 2014-01) Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 2: Betonové mosty – Navrhování a konstrukční zásady,
- 6) ČSN EN 1993-1-1 ed.2 (731401/2011-08) Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby,
- 7) ČSN EN 1993-1-8 ed.2 (731401/2011-07) Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-3. Navrhování styčníků,
- 8) ČSN EN 1993-2 (736205/2008-02) Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 2: Ocelové mosty,
- 9) ČSN EN 1997-1 (731000/2006-10, Změna A1 2014-06) Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla
- 10) ČSN EN 206 – Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shod
- 11) ČSN 73 6201 – Projektování mostních objektů
- 12) SŽ S5/1 - Diagnostika, zatížitelnost a přechodnost železničních mostních objektů

Zpracoval:

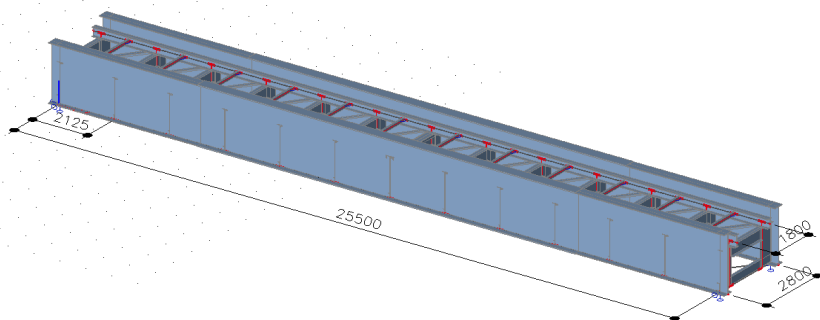
Ing. Štěpán Kameš
SUDOP BRNO, spol. s r.o.

Přepočet OK mostu v km 62,478 v koleji č.1 z roku 1967 dle předpisu SŽ S5/1 diagnostika, zatížitelnost a přechodnost železničních mostních objektů

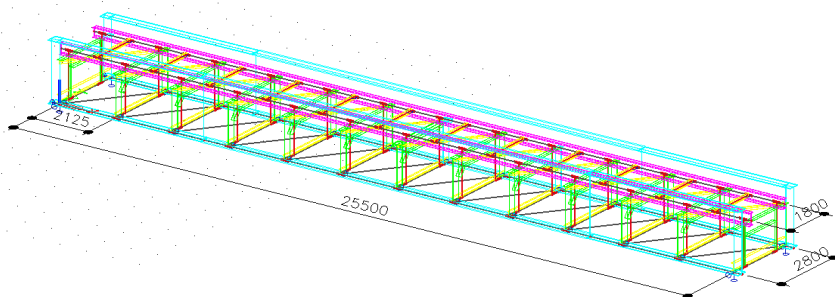
- Posouzení zatěžovacím vlakem LM71 dle ČSN EN 1991-2 ed.2
- Výpočetní model je proveden v programu Scia Engineer 19.1
- Při výpočtu je uvažováno s ořezivěním profilů (snížení statických parametrů průřezů) dle závad v protokolu o podrobné prohlídce
- Vlastní tíha je v konstrukčním modelu znásobena konstrukčním součinitelem k_s
- Je uvažováno se snížením součinitelů spolehlivosti na základě zbytové životnosti 45 let
- Vodorovné síly od vlaku jsou redukovány výslednou zatížitelností
- Vzhledem k preferenci investora použit BK na mostě byla ověřena interakce kolej - most dle MVL 150

1 ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Statický model:	3D prutový model prostě uložený		
Typ nosné konstrukce:	Ocelová nýtovaná a svařovaná plnostěnná konstrukce s horní prvkovou mostovkou		
Rozpětí mostu:	$L =$	25,50	m
Celková výška OK:	$h =$	4,084	m
Osová vzdál. příčníků:	$a =$	2,125	m
Šířka OK:	$b =$	5,620	m
Os.vzdál.podélníků OK:	$a_1 =$	1,800	m
Os.vzdál.mostnic:	$a_2 =$	0,620	m

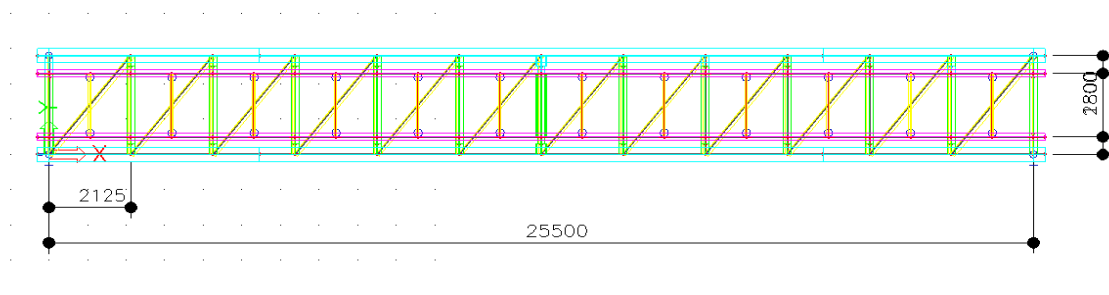


obr. Izometrický pohled na výpočetní model



obr. Izometrický pohled na výpočetní model s rozlišením konstrukčních prvků

Hl.nosníky	Příčníky
Ztužení	Podélníky



obr. Horní pohled na výpočetní model s rozlišením konstrukčních prvků

2 ZATÍŽENÍ MOSTU

Souč. stálého zatížení:	$Y_G =$	1,25
Souč. nahodil. zatížení:	$Y_{Q,LM71} =$	1,30
Součinitel α :	$\alpha =$	1,00
Rozpětí nosné kce:	$L =$	25,50 m
Rychlost na mostním objektu:		70,00 km/h
TTZ s přidruženou rychlostí:		C3-75
TTZ s přidruženou rychlostí na mostě:		C3-70

Snížení součinitelů s ohledem na zbytkovou únosnost: **45** let
součinitel stálého zatížení:

$Y_{Sd} =$	1,05
$\alpha_E =$	-0,70
$\beta_t =$	3,465
$v_G =$	0,08
$Y_{G,red} = Y_{Sd} - \alpha_E \beta_t v_G =$	1,23 > 1,20

součinitel spolehlivosti konstrukčních ocelí (řada 37):

$\gamma_{Rd} =$	1,00		
$m_a =$	1,03	$k_{ax} =$	1,65
$v_a =$	0,067	$\alpha_R =$	-0,80
$a_a =$	0,00		
$v_R =$	0,084		
$a_R =$	0,51		
$\kappa_k =$	0,2	$\kappa_d =$	0,34
$\gamma_{M0,red} = \gamma_{Rd} ((1 - k_{ax} (1 - \kappa_k a_R) v_R / (m_a (1 + \alpha_R \beta_t (1 - \kappa_d a_R) \sqrt{(v_R^2 + v_a^2)}))) =$			
	1,13	> 1,1 (uvažujeme součinitel.dle SŽ S5/1)	

součinitel spolehlivosti konstrukčních ocelí (řada 52 od tl. 40 mm):

$Y_{Rd} =$	1,00		
$m_a =$	1,03	$k_{ax} =$	1,65
$v_a =$	0,067	$\alpha_R =$	-0,80
$a_a =$	0,00		
$v_R =$	0,070		
$a_R =$	0,12		
$\kappa_k =$	0,2	$\kappa_d =$	0,34
$Y_{M0,red} = Y_{Rd} ((1 - k_{ax} (1 - \kappa_k a_R) v_R / (m_a (1 + \alpha_R \beta_t (1 - \kappa_d a_R) \sqrt{(v_R^2 + v_a^2)}))) =$			
	1,16	> 1,1 (uvažujeme součinitel.dle SŽ S5/1)	

2.1 STÁLÉ ZATÍŽENÍ ZS1, ZS2

	g_k [kN]	
Kolejnice+upevňovací (1,7x0,64)/2	0,54	... bodové zatížení na podélník
Pojistné úhelníky L150x100x12	0,20	... bodové zatížení na podélník
Podlahové plechy P5x900	0,16	... bodové zatížení na podélník
Mostnice (0,24x0,24x2,4*9)/2	0,62	... bodové zatížení na podélník
Σ	1,53	... bodové zatížení na podélník
Kompozitové pororošty 38x30/30	0,21	Pozn.: (nový stav) ... bodové zatížení na ch.konzolu
Chodníkové nosníky U100	0,23	... bodové zatížení na ch.konzolu
Zábradlí L60/8	0,55	... bodové zatížení na ch.konzolu
Σ (bez zábr.)	0,44	... bodové zatížení na ch.konzolu (bez zábradlí)
Kompozitový žlab 100x100 + kabely	0,51	Pozn.: (nový stav) ... bodové zatížení na příčník
Σ	0,51	... bodové zatížení na příčník
Revizní lávka (L60/8+L120x80x10+PLO8x750)	1,04	... bodové zatížení na ztužení u DP hlavního nosníku
Σ	1,04	... bodové zatížení na ztužení u DP hlavního nosníku
nosná OK* k_s (konstrukční souč.)		... generuje program Scia engineer 14

Výpočet k_s (konstrukčního součinitele), iterační postup:

325,48	kN	... součet reakcí (ZS1 - Vlastní tíha)		
32,55	t	→	1,28	t/m
1,46	t/m	... tíha mostu uvedená v arch.dokumentaci	→	$k_s = 1,46/1,28 =$ 1,15

2.2 NAHODILÉ ZATÍŽENÍ - VLAK - LM71 - SVISLÉ

2.2.1 Dynamický součinitel ϕ_3 (pro standardně udržovanou kolej)

Náhradní délka:

Hl. nosník	$L_\phi =$	25,50	m	→	$\phi_3 =$	1,18		
Příčník	$L_\phi =$	4,25	m	→	$\phi_3 =$	1,89	$\phi_2 =$	1,59
Koncový příčník	$L_\phi =$	3,60	m	→	$\phi_3 =$	2,00	$\phi_2 =$	1,67
Podélník	$L_\phi =$	6,38	m	→	$\phi_3 =$	1,66		

Pozn.: Pro určení zatížitelnosti příčníků byl použit souč. ϕ_2 ; ϕ_{T2} pro pečlivě udržovanou kolej

$Q_{LM71,k} =$	250	kN
$q_{LM71,k} =$	80	kN/m

2.2.2 Svislé síly zohledňující excentricitu zatížení:

$Q_{LM71,k,1} =$	138,75	kN	$Q_{LM71,k,1/2} =$	69,38	kN	$Q_{LM71,k,1/4} =$	34,69	kN
$Q_{LM71,k,2} =$	111,25	kN	$Q_{LM71,k,2/2} =$	55,63	kN	$Q_{LM71,k,2/4} =$	27,81	kN
$q_{LM71,k,1} =$	44,4	kN/m	$q_{LM71,k,1} =$	27,53	kN			
$q_{LM71,k,2} =$	35,6	kN/m	$q_{LM71,k,2} =$	22,07	kN			

2.2.3 Winklerovo kritérium:

$$\sum_{i=1}^{k-1} F_i \leq x/L \sum_{i=1}^n F_i \leq \sum_{i=1}^k F_i$$

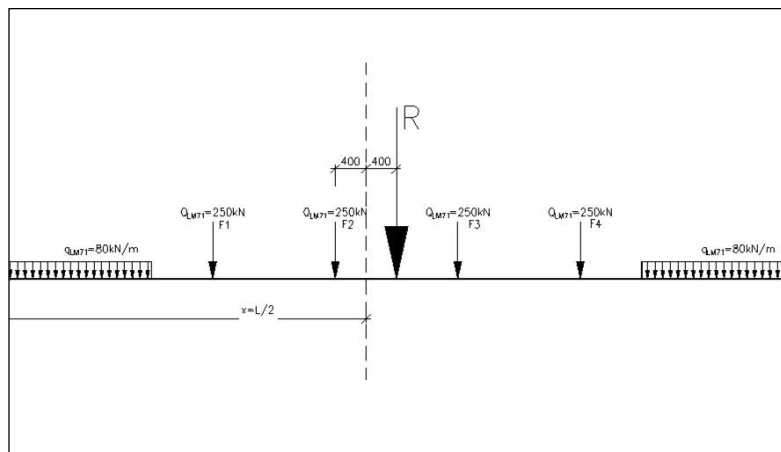
1.síla	0	≤	500	≤	250	NE
2.síla	250	≤	500	≤	500	ANO

2.2.4 Břemenové kritérium (výslednice sil R):

$$R = \sum_{i=1}^N F_i$$

$$R = 1000 \text{ kN}$$

$$r = 1/R (4,8F_1 + 3,2F_2 + 1,6F_3) = 2,4 \text{ m}$$



2.2.5 Šolinovo kritérium:

$$1/m \sum_{i=1}^{k-1} F_i \leq 1/L \sum_{i=1}^N F_i \leq 1/n \sum_{i=1}^k F_i$$

$$m = x_k - a/4 = 17$$

$$n = x_k + b/4 = 17,8$$

$$2.síla \quad 14,71 \leq 28,09 \leq 28,09 \quad \text{ANO}$$

Šolinovo kritérium pro podélník:

$$1/m \sum_{i=1}^{k-1} F_i \leq 1/L \sum_{i=1}^N F_i \leq 1/n \sum_{i=1}^k F_i$$

$$m = x_k - a/4 = 1,38$$

$$n = x_k + b/4 = 2,18$$

$$2.síla \quad 181,16 \leq 210,67 \leq 229,36 \quad \text{ANO}$$

2.3 NAHODILÉ ZATÍŽENÍ - VLAKE - VODOROVNÉ

2.3.1 Rozjezdová síla

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

$$q_{lak} = 16,50 \text{ kN/m} \quad \dots \text{ zatížení na 1 podélník}$$

Do kombinace je brána hodnota reálného součinitele přenosu vodorovných sil $\xi_B = 0,15$ (viz výpočet interakce kolej-most)

2.3.2 Brzdná síla

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

$$q_{lbk} = 10,00 \text{ kN/m} \quad \dots \text{ zatížení na 1 podélník}$$

Do kombinace je brána hodnota reálného součinitele přenosu vodorovných sil $\xi_B = 0,15$ (viz výpočet interakce kolej-most)

2.3.3 Boční ráz

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

$$Q_{sk,1} = 16,67 \text{ kN} \quad \dots \text{ roznesení na 3 kolenicové podpory a 2 podélníky}$$

$$Q_{sk,1,pod} = 6,02 \text{ kN} \quad \dots \text{ svislá síla na podélníky od bočního rázu (rozložený moment na dvojici sil)}$$

Pro nezatížený vlak:

$$Q_{sk} = 35,00 \text{ kN}$$

$$Q_{sk,1} = 5,83 \text{ kN} \quad \dots \text{ roznesení na 3 kolenicové podpory a 2 podélníky}$$

$$Q_{sk,1,pod} = 2,11 \text{ kN} \quad \dots \text{ svislá síla na podélníky od bočního rázu (rozložený moment na dvojici sil)}$$

2.3.4 Odstředivá síla

$$r = 400,00 \text{ m}$$

$$f = 1,00$$

$$Q_{tk} = V^2/128r (f Q_{vk}) = 23,93 \text{ kN}$$

$$q_{tk,v} = (Q_{tk} r_1 / a_{pod}) 4 / 6,4 = \pm 21,6 \text{ kN/m}$$

$$r_1 = 2,60 \text{ m}$$

Pro nezatížený vlak

$$q_{tk} = V^2/128r (f q_{vk}) = 7,66 \text{ kN/m} \quad q_{tk} = V^2/128r (f q_{vk}) = 0,96 \text{ kN/m}$$

$$q_{tk,v} = q_{tk} r_1 / a_{pod} = \pm 11,1 \text{ kN/m} \quad q_{tk,v} = q_{tk} r_1 / a_{pod} = \pm 1,4 \text{ kN/m}$$

$$r_1 = 2,60 \text{ m} \quad r_1 = 2,60 \text{ m}$$

2.4 NAHODILÉ ZATÍŽENÍ - AERODYNAMICKÉ ZATÍŽENÍ OD PROJÍŽDĚJÍCÍCH VLAKŮ

Aerodynamické zatížení od projíždějících vlaků se v přepočtu neuvažuje z důvodu nízké rychlosti na mostě, $V=70\text{km/h}$

2.5 NAHODILÉ ZATÍŽENÍ - OBECNÁ ZATÍŽENÍ OD ÚDRŽBY

$q_k = 2,00 \text{ kN/m}^2$

$q_k = 2,13 \text{ kN}$... zatížení chodníkových konzol v místech služebních chodníků

Pozn.: zatížení není dle SŽ S5/1 uvažováno

2.6 NAHODILÉ ZATÍŽENÍ - VÍTR

Oblast: Bruntál

II. Větrná oblast

Základní hodnota ref. rychlosti větru : $v_{ref,0} = 25,0 \text{ m/s}$

Součinitel nadmořské výšky: $C_{alt} = 1$

Součinitel ročního období : $C_{season} = 1$

Součinitel směru : $C_{dir} = 1$

Základní rychlost větru ve výšce 10m nad zemí bez překážek :

$v_{b,0} = v_{ref,0} \cdot C_{alt} = 25,0 \text{ m/s}$

Základní rychlost větru ve výšce 10m nad zemí pro kat. terénu II :

$v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$

Kategorie terénu III

- Oblasti rovnoměrně pokryté vegetací nebo budovami, nebo s izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je maximálně 20násobek výšky překážek (jako jsou vesnice, předměstský terén, souvislý les)

$k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = k_r = 0,22$

Referenční parametr drsnosti terénu: $z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$

Výška konstrukce nad terénem: $z = 10,00 \text{ m}$

Parametr drsnosti terénu: $z_0 = 0,30 \text{ m}$

Minimální výška: $z_{min} = 5,00 \text{ m}$

Součinitel topografie: $c_t = 1$

Měrná hmotnost vzduchu: $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$

Součinitel drsnosti terénu:

$c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0) = c_r(z) = 0,76$

Turbulence větru:

$I_v(z) = k / (c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)) = I_v(z) = 0,29$

Střední rychlost větru:

$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = v_m(z) = 18,9 \text{ m/s}$

Maximální dynamický tlak větru:

$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = q_p(z) = 667,7 \text{ N/m}^2$

Základní dynamický tlak větru:

$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = q_b(z) = 390,6 \text{ N/m}^2$

Součinitel expozice:

$c_e(z) = q_p(z) / q_b = 1,71$

2.6.1 Stanovení síly větru ve směru Y

ZS5.1 (charakteristické)

$A_{ref,Y} = 85,48 \text{ m}^2$... Referenční plocha zahrnuje plochu nosné konstrukce + plochu

$b = 6,00 \text{ m}$ prodyšného zábradlí na obou stranách mostu

$d_{tot} = 2,98 \text{ m}$

$b/d_{tot} = 2,02$

$c_{fy,0} = 1,3$

$C = c_{fy,0} \cdot c_e(z) = 2,22$

$F_{w,Y} = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{ref,Y} = 74,19 \text{ kN}$

$F_{w,Y,HN} = (F_{w,Y} / A_{ref,Y}) \cdot h_{ref,Y,HN} = 2,84 \text{ kN/m}$... spojitě zatížení na hlavní nosník

2.6.2 Stanovení síly větru ve směru Y s vlakem

ZS5.2 (návrhové)

$A_{ref,Y}^* = 180,25 \text{ m}^2$... Referenční plocha zahrnuje plochu nosné konstrukce + plochu

$b = 6,00 \text{ m}$ prodyšného zábradlí na obou stranách mostu + plochu vlaku

$d_{tot} = 6,98 \text{ m}$

$b/d_{tot} = 0,86$

$c_{fy,0} = 1,3$

$$C=C_{f,y,0} \cdot C_e(z)= 2,22$$

$$F_{w,Y}^{**}=1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{ref,Y} = 156,45 \text{ kN}$$

$$F_{w,Y,HN}^{**} = (F_{w,Y}^{**} / A_{ref,Y}^{**}) \cdot h_{ref,Y,HN}$$

$$2,58 \text{ kN/m} \quad \dots \text{spojité zatížení na hlavní nosník}$$

$$F_{w,Y,vlak}^{**} = (F_{w,Y}^{**} / A_{ref,Y}^{**}) \cdot h_{ref,Y,vlak}$$

$$3,47 \text{ kN/m} \quad \dots \text{spojité zatížení na vlak}$$

$$F_{w,Y,vlak,pod}^{**} = (F_{w,Y,vlak}^{**} / 1,8) =$$

$$\pm 1,93 \text{ kN/m} \quad \dots \text{spojité zatížení na podélníky}$$

2.6.3 Stanovení síly větru ve směru $\pm Z$ ZS6.1; ZS6.2

$$A_{ref,Z}= 156,60 \text{ m}^2 \quad \dots \text{Referenční plocha zahrnuje půdorysnou plochu lávky}$$

$$b= 6,00 \text{ m}$$

$$d_{tot}= 2,98 \text{ m}$$

$$b/d_{tot}= 2,02$$

$$C_{f,z}= 0,9$$

$$C=C_{f,z} \cdot C_e(z)= 1,54$$

$$F_{w,Z}=1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{ref,Z} = 94,10 \text{ kN}$$

$$F_{w,Z}= 3,69 \text{ kN/m}$$

$$F_{w,Z,1}= \pm 2,77 \text{ kN/m} \quad \dots \text{síla hl.nosníku vpravo}$$

$$F_{w,Z,2}= \pm 0,92 \text{ kN/m} \quad \dots \text{síla hl.nosníku vlevo}$$

$$\text{na excentricitě } e=b/4 = 1,50 \text{ m}$$

2.6.4 Stanovení síly větru ve směru X

Nemají významný vliv pro posudek konstrukce

2.7 NAHODILÉ ZATÍŽENÍ - TEPLOTA

Oblast: Bruntál

$$T_{max}= 36,10 \quad ^\circ\text{C}$$

$$T_{min}= -30,10 \quad ^\circ\text{C}$$

$$T_0= 12,00 \quad ^\circ\text{C}$$

2.7.1 Rovnoměrná složka teploty

1. Typ nosné konstrukce (ocelová)

$$T_{e,max}= T_{max} + 16^\circ\text{C} = 52,10 \quad ^\circ\text{C}$$

$$T_{e,min}= T_{min} - 3^\circ\text{C} = -33,10 \quad ^\circ\text{C}$$

Maximální rozsah zkrácení rovnoměrné složky teploty: ZS7.1

$$\Delta T_{N,con}= T_0 - T_{e,min} = 45,10 \quad ^\circ\text{C}$$

Maximální rozsah prodloužení rovnoměrné složky teploty: ZS7.2

$$\Delta T_{N,exp}= T_{e,max} - T_0 = 40,10 \quad ^\circ\text{C}$$

Maximální rozsahy rovnoměrné složky teploty pro návrh ložisek:

$$\Delta T_{N,con} + 10^\circ\text{C} = 55,10 \quad ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{N,exp} + 10^\circ\text{C} = 50,10 \quad ^\circ\text{C}$$

Součinitel teplotní délkové roztažnosti:

$$\alpha_{T,ocel} = 1,20\text{E-}05 \quad ^\circ\text{C}^{-1}$$

3 KOMBINACE ZATÍŽENÍ

3.1 Výpis zatěžovacích stavů (rs)

ZS1	Vlastní tíha konstrukce	
ZS2	Ostatní stálé	
ZS3.3	Rozjezdové a brzdné síly	
ZS3.4.1	Odstředivé síly a boční ráz	
ZS4	Zatížení od údržby	Pozn.: zatížení není dle SŽ S5/1 uvažováno
ZS5.1	Vítr v +Y (charakteristický)	
ZS5.2	Vítr v +Y (návrhový)	
ZS6.1	Vítr v -Z	
ZS6.2	Vítr v +Z	
ZS7.1	Teplota rovnoměrná ochlazení	
ZS7.2	Teplota rovnoměrná oteplení	

3.2 Výpis sestav zatížení od vlaku (LM71)

Počet kolejí na konstrukci	Sestavy zatížení			Svislé síly			Vodorovné síly			Poznámka
	odkazy EN 1991-2			6.3.2/6.3.3	6.3.3	6.3.4	6.5.3	6.5.1	6.5.2	
1	počet zatížených kolejí	sestava zatížení ⁽⁸⁾	zatížená kolej	LM71 ⁽¹⁾ SW/0 ⁽¹⁾⁽²⁾ HSLM ⁽⁶⁾⁽⁷⁾	SW/2 ⁽¹⁾⁽³⁾	nezatížený vlak	rozjezd, brzdění ⁽¹⁾	odstředivá síla ⁽¹⁾	boční ráz ⁽¹⁾	
	1	gr11	T ₁	1,0			1,0 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾	max. svislá 1 s max. podélnou
	1	gr12	T ₁	1,0			0,5 ⁽⁵⁾	1,0 ⁽⁵⁾	1,0 ⁽⁵⁾	max. svislá 2 s max. příčnou
	1	gr13	T ₁	1,0 ⁽⁴⁾			1,0	0,5 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾	max. podélná
	1	gr14	T ₁	1,0 ⁽⁴⁾			0,5 ⁽⁵⁾	1,0	1,0	max. příčná
	1	gr15	T ₁			1,0		1,0 ⁽⁵⁾	1,0 ⁽⁵⁾	boční stabilita s "nezatíženým vlakem"

ZS3.1	gr11_LM71_max_My_hl.nosník
ZS3.2	gr11_LM71_max_Vz_hl.nosník
ZS3.4.2	gr15_Odstředivé síly a boční ráz pro nezatížený vlak
ZS3.5	gr11_LM71_max_My_podélník
ZS3.6	gr11_LM71_max_My_ztížení
ZS3.7	gr11_LM71_max_My_koncový příčník
ZS3.8	gr11_LM71_max_My_mezilehlý příčník
ZS3.9	gr15_nezatížený vlak
ZS3.10	gr11_LM71_min_uz_hl.nosník

3.3 Pravidla pro sestavování kombinací pro mezní stav únosnosti (MSÚ)

Kombinace zatěžovacích stavů generuje Scia Engineer 18.1

Typ STR/GEO

Soubor B

Rovnice 6.10a:

$$\sum Y_{G,j} \cdot G_{k,j} + \psi_{0,1} \cdot Q_{k,1} + \sum Y_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Rovnice 6.10b:

$$\sum Y_{G,j} \cdot \xi \cdot G_{k,j} + \psi_{0,1} \cdot Q_{k,1} + \sum Y_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Součinitele spolehlivosti:

$\gamma_{Gj,sup} = 1,21$	stále zatížení nepříznivé
$\gamma_{Gj,inf} = 1,00$	stále zatížení příznivé
$\xi = 0,85$	
$\gamma_{QLM71} = 1,30$	proměnné zatížení (LM71)
$\gamma_Q = 1,30$	proměnné zatížení ostatní

Kombinační součinitele nahodilých zatížení pro rs:

	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Aerodynamické účinky	0,80	0,50	0,00
Zatížení od údržby	0,80	0,50	0,00
Vítr F_{wk}	0,75	0,50	0,00
Teplota	0,60	0,60	0,50

3.4 Pravidla pro sestavování kombinací pro mezní stav použitelnosti (MSP)

Kombinace charakteristická:

$$\sum G_{k,j} + P_k + Q_{k,1} + \sum \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Kombinace kvazistálá:

$$\sum G_{k,j} + P_k + \sum \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

4 POSOUZENÍ

4.1 Materiálové charakteristiky

Ocel řady 37 (1967) tl. ≤ 25 mm

$f_{yk} =$	230	MPa
$f_{uk} =$	340	MPa
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	
$f_{yd} =$	209,1	MPa
$E =$	210,00	GPa
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y} =$	1,01	

Ocel řady 37 (1967) tl. > 25 mm

$f_{yk} =$	210	MPa
$f_{uk} =$	340	MPa
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	
$f_{yd} =$	190,9	MPa
$E =$	210,00	GPa
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y} =$	1,06	

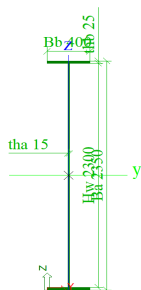
Ocel řady 52 (1967) tl. > 17 mm

$f_{yk} =$	340	MPa
$f_{uk} =$	490	MPa
$\gamma_{M0} =$	1,10	
$\gamma_{M1} =$	1,20	
$\gamma_{M2} =$	1,30	
$f_{yd} =$	309,1	MPa
$E =$	210,00	GPa
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y} =$	0,83	

4.2 Zatřídění průřezů

Pozn.: dle SŽ S5/1 jsou nýtované průřezy posuzovány pouze pružně i v případě průřezů třídy 2

Průřez hlavního nosníku HN1 (vnější nosník na krajích):



stojina (vnitřní část):

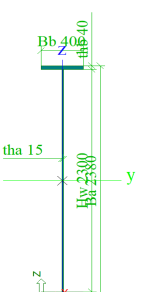
$c =$	2290	mm
$t =$	15	mm
$c > 124 t \varepsilon =$	1880	mm
→	Třída 4	

pásnice (odstávající část):

$c =$	187	mm
$t =$	40	mm
$c < 14 t \varepsilon =$	566	mm
→	Třída 1	
výsledná třída	→	Třída 4

Orezivění DP a stojiny - snížení tl.o 2,0 mm (1,0 mm po obvodu)

Průřez hlavního nosníku HN2 (vnější nosník uprostřed):



stojina (vnitřní část):

$c =$	2290	mm
$t =$	15	mm
$c > 124 t \varepsilon =$	1880	mm
→	Třída 4	

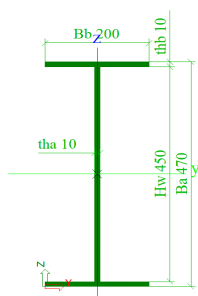
pásnice (odstávající část):

$c =$	187	mm
$t =$	40	mm
$c < 14 t \varepsilon =$	466	mm
→	Třída 1	
výsledná třída	→	Třída 4

Orezivění DP a stojiny - snížení tl.o 2,0 mm (1,0 mm po obvodu)

Pozn.: Ostatní průřezy hlavního nosníku (vnitřní část) jsou obdobné

Průřez příčnicku běžného (PR1):



stojina (vnitřní část):

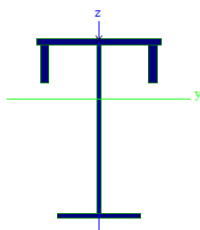
$$\begin{aligned} c &= 440 \text{ mm} \\ t &= 10 \text{ mm} \\ c &< 72 t \varepsilon = 728 \text{ mm} \\ &\rightarrow \text{Třída 1} \end{aligned}$$

pásnice (odstávající část):

$$\begin{aligned} c &= 90 \text{ mm} \\ t &= 10 \text{ mm} \\ c &< 9 t \varepsilon = 91 \text{ mm} \\ &\rightarrow \text{Třída 1} \end{aligned}$$

výsledná třída \rightarrow **Třída 1**

Průřez příčnicku uprostřed rozpětí mostu (PR2):



stojina (vnitřní část):

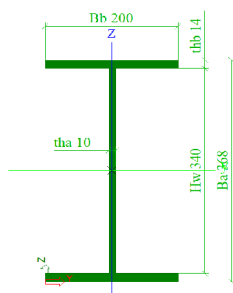
$$\begin{aligned} c &= 440 \text{ mm} \\ t &= 10 \text{ mm} \\ c &< 72 t \varepsilon = 728 \text{ mm} \\ &\rightarrow \text{Třída 1} \end{aligned}$$

pásnice (odstávající část):

$$\begin{aligned} c &= 75 \text{ mm} \\ t &= 10 \text{ mm} \\ c &< 9 t \varepsilon = 91 \text{ mm} \\ &\rightarrow \text{Třída 1} \end{aligned}$$

výsledná třída \rightarrow **Třída 1**

Průřez podélníku vnitřního (PO1):



stojina (vnitřní část):

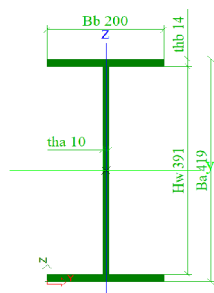
$$\begin{aligned} c &= 330 \text{ mm} \\ t &= 10 \text{ mm} \\ c &< 72 t \varepsilon = 728 \text{ mm} \\ &\rightarrow \text{Třída 1} \end{aligned}$$

pásnice (odstávající část):

$$\begin{aligned} c &= 90 \text{ mm} \\ t &= 14 \text{ mm} \\ c &< 9 t \varepsilon = 127 \text{ mm} \\ &\rightarrow \text{Třída 1} \end{aligned}$$

výsledná třída \rightarrow **Třída 1**

Průřez podélníku vnějšího (PO2):



stojina (vnitřní část):

$$\begin{aligned} c &= 381 \text{ mm} \\ t &= 10 \text{ mm} \\ c &< 72 t \varepsilon = 728 \text{ mm} \\ &\rightarrow \text{Třída 1} \end{aligned}$$

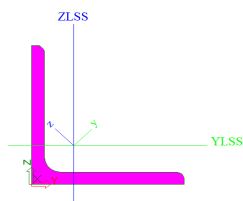
pásnice (odstávající část):

$$\begin{aligned} c &= 90 \text{ mm} \\ t &= 14 \text{ mm} \\ c &< 9 t \varepsilon = 127 \text{ mm} \\ &\rightarrow \text{Třída 1} \end{aligned}$$

výsledná třída \rightarrow **Třída 1**

Průřez podélného ztužidla (ZT1):

L140x12



stojina/pásnice (odstávající část):

$$c = 118 \text{ mm}$$

$$t = 12 \text{ mm}$$

$$c < 10 t \varepsilon = 121 \text{ mm}$$

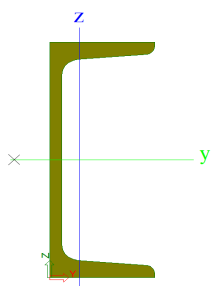
→ Třída 2

výsledná třída → **Třída 2**

Pozn.: Ostatní průřezy ztužidla jsou obdobných parametrů

Průřez ztužidla podélníků (ZT2):

UPN160



stojina (vnitřní část):

$$c = 116 \text{ mm}$$

$$t = 8 \text{ mm}$$

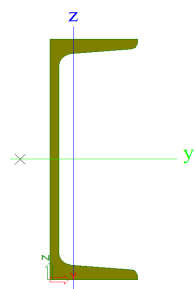
$$c > 33 t \varepsilon = 267 \text{ mm}$$

→ Třída 1

výsledná třída → **Třída 1**

Průřezkoncové ztužidla d DP hlavních nsoníků (ZT2):

UPN300



stojina (vnitřní část):

$$c = 236 \text{ mm}$$

$$t = 8 \text{ mm}$$

$$c > 33 t \varepsilon = 267 \text{ mm}$$

→ Třída 1

výsledná třída → **Třída 1**

4.4 Stabilitní výpočet

- Nebyl proveden - vzpěrné délky a délky pro klopení prvků OK byly odvozeny dle zvyklostí pro daný typ kce

4.5 Posouzení prvků OK na MSÚ

- Při výpočtu je uvažováno s orezivěním v závislosti na naměřených hodnotách jednotlivých částí průřezů
- Při výpočtu tažených prvků (tažených částí průřezu) je uvažováno s oslabením průřezu otvory pro nýty
- Jednotkové posudky jsou spočítány v modulu Ocel ve Scia Engineer
- Posouzení je provedeno pomocí geometricky lineární analýzy, účinky II.řádu jsou zohledněny součiniteli vzpěru a klopení

4.5.1 Posouzení hlavního nosníku (HN)

Vztahy pro určení únosnosti:

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

$$\eta_{1,rs} = N_{rs,Ed} / (A_{eff} f_y / \gamma_{M0}) + M_{y,rs,Ed} / (X_{LT} W_{eff,y} f_y / \gamma_{M0}) + M_{z,rs,Ed} / (W_{eff,z} f_y / \gamma_{M0})$$

$$\eta_{1,LM71} = N_{LM71,Ed} / (A_{eff} f_y / \gamma_{M0}) + M_{y,LM71,Ed} / (X_{LT} W_{eff,y} f_y / \gamma_{M0}) + M_{z,LM71,Ed} / (W_{eff,z} f_y / \gamma_{M0})$$

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{pl,Rd} \leq 0,50 \quad \dots \text{není nutno redukovat normálovou únosnost vlivem smykové síly}$$

$$\eta_3^- = V_{Ed} / V_{bw,Rd} \leq 0,50 \quad \dots \text{není nutno redukovat normálovou únosnost vlivem smykové síly}$$

$$V_{pl,Rd} = h_w t_w f_{yw} / (\sqrt{3} \gamma_{M0})$$

$$V_{bw,Rd} = \chi_w h_w t_w f_{yw} / (\sqrt{3} \gamma_{M1})$$

$$f_{yw} = 230 \text{ MPa}$$

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

$$V_{pl,Rd,1(HN)} = 4164,79 \text{ kN} \quad V_{pl,Rd,2(HN)} = 3983,72 \text{ kN}$$

$$h_{w1} = 2300 \text{ mm} \quad h_{w2} = 2200 \text{ mm}$$

$$t_{w1} = 15 \text{ mm} \quad t_{w2} = 15 \text{ mm}$$

Iterační postup stanovení V_{Ed} :

$$V_{LM71,Ed} = 1095,16 \text{ kN} \quad V_{rs,Ed} = 292,46 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed} = 1387,62 \text{ kN}$$

$$\text{předpoklad - } Z_{LM71} = 1$$

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{pl,Rd} = 0,33 \rightarrow \text{Zatížitelnost neuvažuje redukcí normálové únosnosti vlivem smykové síly}$$

Posudek ocelových prvků na MSÚ

EC-EN 1993

Hodnoty: UC Celkový

Lineární výpočet

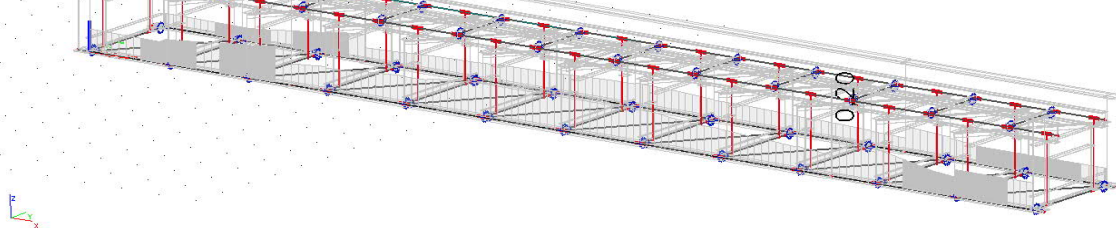
Třída: RC2_MSU_rs

Souřadný systém: Hlavní

Extrém ID: Globální

Výběr: Vše

Filtr: Vrstva = Hlavní nosníky



obr. $\eta_{1,rs}$ - jednotkový posudek

Posudek ocelových prvků na MSÚ

EC-EN 1993

Hodnoty: UC Celkový

Lineární výpočet

Kombinace: KO03_LM71_hlavní

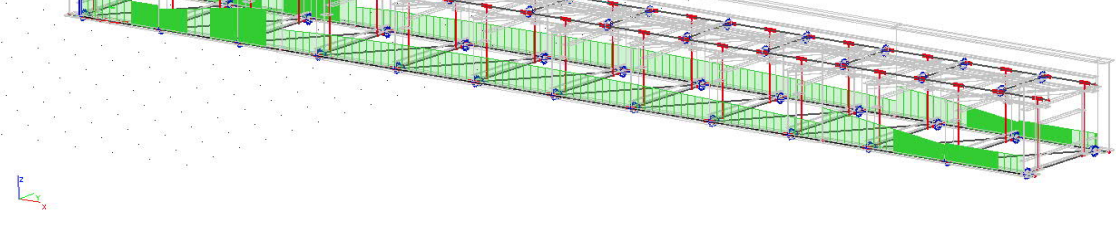
nosník_max12_U15 (ovislé)

Souřadný systém: Hlavní

Extrém ID: Globální

Výběr: Vše

Filtr: Vrstva = Hlavní nosníky



obr. $\eta_{1,LM71}$ - jednotkový posudek

Posouzení zatížitelnosti:

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

$$\eta_{1,rs} = 0,20$$

$$\eta_{1,rs,\Delta T} = 0,03$$

... přírůstek posouzení od změny teploty mostu a koleje z modelu interakce kolej-most

$$\eta_{1,LM71} = 0,72$$

$$Z_{LM71} = 1 - \eta_{1,rs} / \eta_{1,LM71} = 1,07$$

>

1,00

zatížitelnost vyhovuje

4.5.2 Posouzení mezilehlého příčnicku (MPŘ)

Vztahy pro určení únosnosti:

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

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

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

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{pl,Rd} \leq 0,50 \quad \dots \text{není nutno redukovat normálovou únosnost vlivem smykové síly}$$

$$\eta_3^- = V_{Ed} / V_{bw,Rd} \leq 0,50 \quad \dots \text{není nutno redukovat normálovou únosnost vlivem smykové síly}$$

$$V_{pl,Rd} = h_w t_w f_{yw} / (\sqrt{3} \gamma_{M0})$$

$$V_{bw,Rd} = \chi_w h_w t_w f_{yw} / (\sqrt{3} \gamma_{M1})$$

$$f_{yw} = 230 \text{ MPa}$$

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

$$V_{pl,Rd}(PŘ) = 863,14 \text{ kN}$$

$$h_{w1} = 650 \text{ mm}$$

$$t_{w1} = 10 \text{ mm}$$

Iterační postup stanovení V_{Ed} :

$$V_{LM71,Ed} = 368,33 \text{ kN} \quad V_{rs,Ed} = 62,84 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed} = 431,17 \text{ kN}$$

$$\text{předpoklad - } Z_{LM71} = 1$$

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{pl,Rd} = 0,50 \quad \rightarrow \quad \text{Zatížitelnost neuvažuje redukcí normálové únosnosti vlivem smykové síly}$$

Posudek ocelových prvků na MSÚ

EC-EN 1993

Hodnoty: UC Celkový

Lineární výpočet

Třída: RC2_MSÚ_rs

Souřadný systém: Hlavní

Extrém ID: Globální

Výběr: Vše

Filtr: Vrstva = Mezilehlé příčnický



obr. $\eta_{1,rs}$ - jednotkový posudek

Posudek ocelových prvků na MSÚ

EC-EN 1993

Hodnoty: UC Celkový

Lineární výpočet

Kombinace: K007.2_LM71_mezilehlý

příčník_maximální (včetně)

Souřadný systém: Hlavní

Extrém ID: Globální

Výběr: Vše

Filtr: Vrstva = Mezilehlé příčnický



obr. $\eta_{1,LM71}$ - jednotkový posudek

Posouzení zatížitelnosti:

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

$$\eta_{1,rs} = 0,29$$

$$\eta_{1,rs,\Delta T} = 0,16$$

... přírůstek posouzení od změny teploty mostu a koleje z modelu interakce kolej-most

$$\eta_{1,LM71} = 0,75$$

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

$$0,73$$

<

$$1,00$$

zatížitelnost nevyhovuje

Posouzení na přechodnost C3-70:

$$\eta_{1,LM71,V,Ed} = 0,48 \quad \dots \text{ svislý statický účinek zatížení od LM71}$$

$$\eta_{1,C3,V,Ed} = 0,39 \quad \dots \text{ svislý statický účinek zatížení od C3}$$

$$\Phi_{T2} = 1,43 \quad \dots \text{ pro určení zatížitelnosti byl použit součinitel } \Phi_{T2} \text{ pro pečlivě udržovanou kolej}$$

$$\Phi_2 = 1,59 \quad \dots \text{ pro určení zatížitelnosti byl použit součinitel } \Phi_2 \text{ pro pečlivě udržovanou kolej}$$

$$\Psi = \Phi_{T2} / \Phi_2 = 0,90$$

$$\lambda_{LM71} = \eta_{1,C3,V,Ed} / \eta_{1,LM71,V,Ed} = 0,81$$

$$Z_{LM71} =$$

$$0,73$$

>

$$0,73$$

$$= \Psi \lambda_{LM71}$$

přechodnost vyhovuje

4.5.3 Posouzení koncového příčnicku (KPŘ)

Vztahy pro určení únosnosti:

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

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

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

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{pl,Rd} \leq 0,50 \quad \dots \text{ není nutno redukovat normálovou únosnost vlivem smykové síly}$$

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{bw,Rd} \leq 0,50 \quad \dots \text{ není nutno redukovat normálovou únosnost vlivem smykové síly}$$

$$V_{pl,Rd} = h_w t_w f_{yw} / (\sqrt{3} \gamma_{M0})$$

$$V_{bw,Rd} = \chi_w h_w t_w f_{yw} / (\sqrt{3} \gamma_{M1})$$

$$f_{yw} = 230 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0} = 1,09$$

$$V_{pl,Rd}(PŘ) = 1891,96 \text{ kN}$$

$$h_{w1} = 1553 \text{ mm}$$

$$t_{w1} = 10 \text{ mm}$$

Iterační postup stanovení V_{Ed} :

$$V_{LM71,Ed} = 277,57 \text{ kN}$$

$$V_{rs,Ed} =$$

$$163,12 \text{ kN}$$

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

$$440,69 \text{ kN}$$

$$\text{předpoklad - } Z_{LM71} = 1$$

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{pl,Rd} = 0,23$$

→

Zatížitelnost neuvažuje redukcí normálové únosnosti vlivem smykové síly

Posudek ocelových prvků na MSÚ

EC-EN 1993

Hodnoty: UC Celkový

Lineární výpočet

Kombinace: KO01.5_rs_ULS_gr12

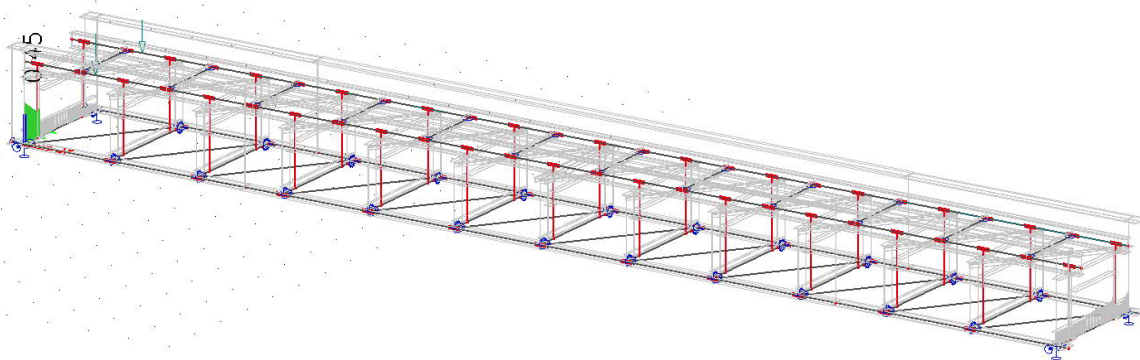
boční ráz začátek mostu

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Globální

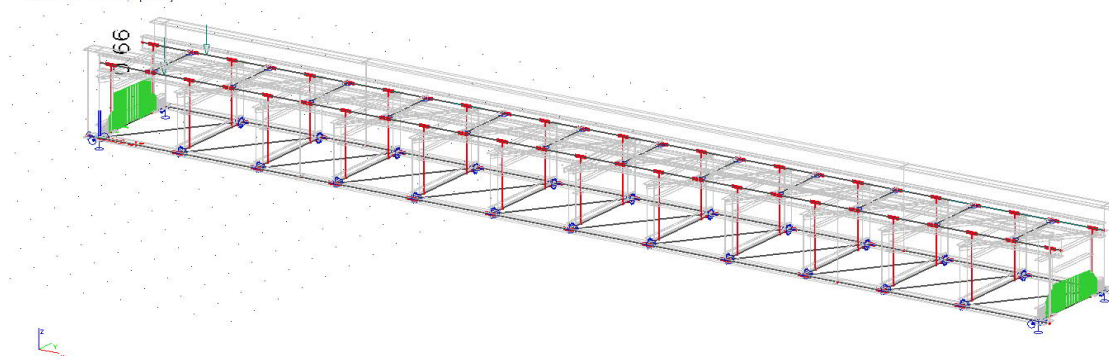
Výběr: Vše

Filtr: Vrstva = Koncové příčnický



obr. $\eta_{1,rs}$ - jednotkový posudek

Posudek ocelových prvků na MSÚ
EC-EN 1993
Hodnoty: UC Celkový
Lineární výpočet
Kombinace: K006.L LM71_koncový
přířez_madřiz_ULS (svislé)
Souřadný systém: Hlavní
Extrém 1D: Globální
Výběr: Vše
Filtr: Vrstva = Koncové přířezky



obr. $\eta_{1,LM71}$ - jednotkový posudek

Posouzení zatížitelnosti:

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

$$\eta_{1,rs} = 0,36$$

$$\eta_{1,rs,\Delta T} = 0,16$$

... přírůstek posouzení od změny teploty mostu a koleje z modelu interakce kolej-most

$$\eta_{1,LM71} = 0,68$$

$$Z_{LM71} = 1 - \eta_{1,rs} / \eta_{1,LM71} = 0,71$$

<

1,00

zatížitelnost nevyhovuje

Posouzení na přechodnost C3-70:

$$\eta_{1,LM71,V,Ed} = 0,40 \quad \dots \text{svislý statický účinek zatížení od LM71}$$

$$\eta_{1,C3,V,Ed} = 0,31 \quad \dots \text{svislý statický účinek zatížení od C3}$$

$$\phi_{T2} = 1,43$$

... pro určení zatížitelnosti byl použit součinitel ϕ_{T2} pro pečlivě udržovanou kolej

$$\phi_2 = 1,67$$

... pro určení zatížitelnosti byl použit součinitel ϕ_2 pro pečlivě udržovanou kolej

$$\psi = \phi_{T2} / \phi_2 = 0,86$$

$$\lambda_{LM71} = \eta_{1,C3,V,Ed} / \eta_{1,LM71,V,Ed} = 0,77$$

$$Z_{LM71} = 0,71$$

>

0,66

= $\psi \lambda_{LM71}$

přechodnost vyhovuje

4.5.4 Posouzení podélníku (PO)

Vztahy pro určení únosnosti:

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

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

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

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{pl,Rd} \leq 0,50 \quad \dots \text{není nutno redukovat normálovou únosnost vlivem smykové síly}$$

$$\eta_3^- = V_{Ed} / V_{bw,Rd} \leq 0,50 \quad \dots \text{není nutno redukovat normálovou únosnost vlivem smykové síly}$$

$$V_{pl,Rd} = h_w t_w f_{yw} / (\sqrt{3} \gamma_{M0})$$

$$V_{bw,Rd} = \chi_w h_w t_w f_{yw} / (\sqrt{3} \gamma_{M1})$$

$$f_{yw} = 230 \quad \text{MPa}$$

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

$$V_{pl,Rd(PO)} = 491,99 \quad \text{kN}$$

$$h_{w1} = 340 \quad \text{mm}$$

$$t_{w1} = 10 \quad \text{mm}$$

Iterační postup stanovení V_{Ed} :

$$V_{LM71,Ed} = 207,52 \quad \text{kN}$$

$$V_{rs,Ed} = 38,1 \quad \text{kN}$$

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

$$245,62 \quad \text{kN}$$

$$\text{předpoklad - } Z_{LM71} = 1$$

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{pl,Rd} = 0,50$$

→

Zatížitelnost neuvažuje redukcí normálové únosnosti vlivem smykové síly

Posudek ocelových prvků na MSÚ

EC-EN 1993

Hodnoty: UC Celkový

Lineární výpočet

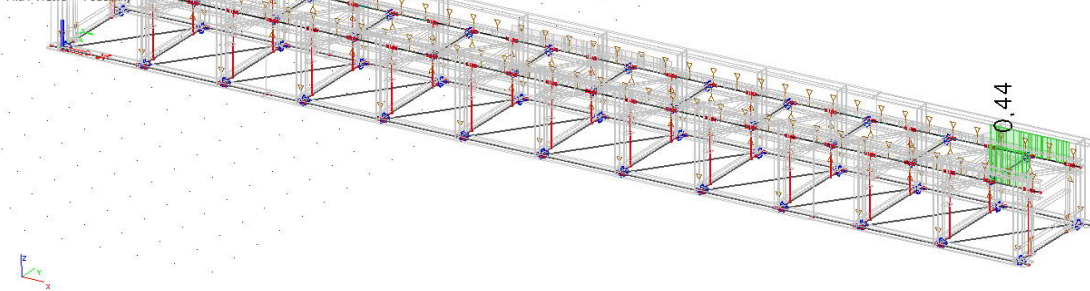
Třída: RC2_MSÚ_rs

Souřadný systém: Hlavní

Extrém ID: Globální

Výběr: Vše

Filtr: Vrstva = Podélníky



obr. $\eta_{1,rs}$ - jednotkový posudek

Posudek ocelových prvků na MSÚ

EC-EN 1993

Hodnoty: UC Celkový

Lineární výpočet

Kombinace:

K004_LM71_podélník_mz-MV_0L5

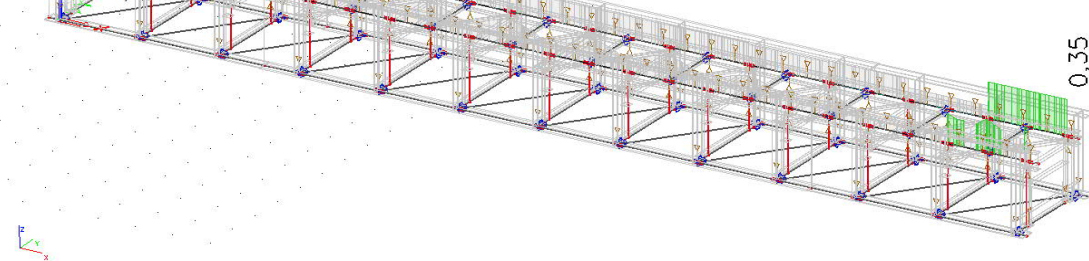
(svislé)

Souřadný systém: Hlavní

Extrém ID: Globální

Výběr: Vše

Filtr: Vrstva = Podélníky



obr. $\eta_{1,LM71}$ - jednotkový posudek

Posouzení zatížitelnosti:

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

$$\eta_{1,rs} = 0,44 \quad \eta_{1,rs,\Delta T} = 0,30 \quad \dots \text{přírůstek posouzení od změny teploty mostu a koleje z modelu interakce kolej-most}$$

$$\eta_{1,LM71} = 0,35$$

$$Z_{LM71} = 1 - \eta_{1,rs} / \eta_{1,LM71} = 0,74 < 1,00 \quad \text{zatížitelnost nevyhovuje}$$

Posouzení na přechodnost C3-70:

$$\eta_{1,LM71,V,Ed} = 0,27 \quad \dots \text{svislý statický účinek zatížení od LM71}$$

$$\eta_{1,C3,V,Ed} = 0,18 \quad \dots \text{svislý statický účinek zatížení od C3}$$

$$\phi_{T1} = 1,43$$

$$\phi_3 = 1,66$$

$$\psi = \phi_{T1} / \phi_1 = 0,86$$

$$\lambda_{LM71} = \eta_{1,C3,V,Ed} / \eta_{1,LM71,V,Ed} = 0,67$$

$$Z_{LM71} = 0,74 > 0,57 = \psi \lambda_{LM71} \quad \text{přechodnost vyhovuje}$$

4.5.5 Posouzení ztužení (Z)

Vztahy pro určení únosnosti:

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

$$\eta_{1,rs} = N_{rs,Ed} / (A f_y / Y_{M0}) + M_{y,rs,Ed} / (X_{LT} W_{el,y} f_y / Y_{M0}) + M_{z,rs,Ed} / (W_{el,z} f_y / Y_{M0})$$

$$\eta_{1,LM71} = N_{LM71,Ed} / (A f_y / Y_{M0}) + M_{y,LM71,Ed} / (X_{LT} W_{el,y} f_y / Y_{M0}) + M_{z,LM71,Ed} / (W_{el,z} f_y / Y_{M0})$$

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{pl,Rd} \leq 0,50 \quad \dots \text{není nutno redukovat normálovou únosnost vlivem smykové síly}$$

$$\eta_3^- = V_{Ed} / V_{bw,Rd} \leq 0,50 \quad \dots \text{není nutno redukovat normálovou únosnost vlivem smykové síly}$$

$$V_{pl,Rd} = h_w t_w f_{yw} / (\sqrt{3} Y_{M0})$$

$$V_{bw,Rd} = \chi_w h_w t_w f_{yw} / (\sqrt{3} Y_{M1})$$

$$f_{yw} = 230 \quad \text{MPa}$$

$$Y_{M0} = 1,10$$

$$V_{pl,Rd(Z)} = 1303,76 \quad \text{kN}$$

$$h_{w2} = 270 \quad \text{mm}$$

$t_{w2} = 10 \text{ mm}$

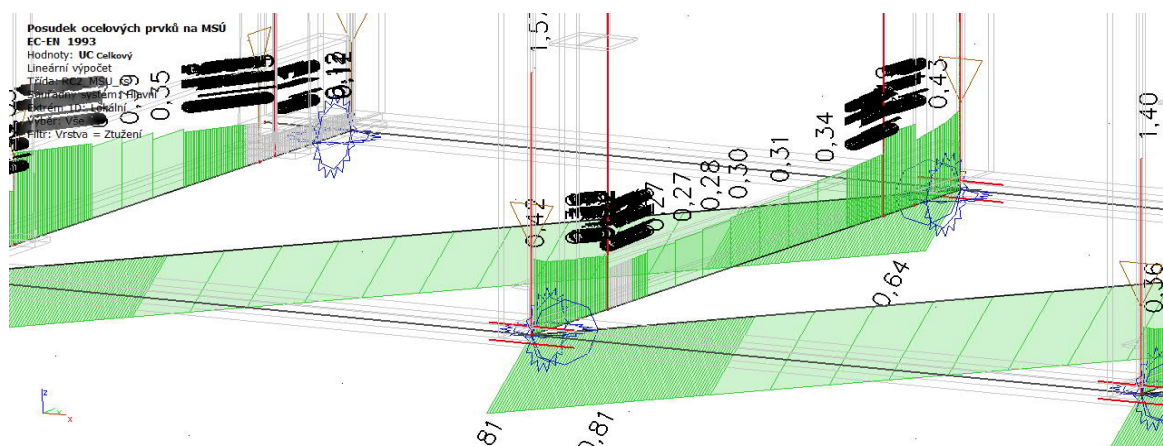
Iterační postup stanovení V_{Ed} :

$V_{LM71,Ed} = 35,25 \text{ kN}$ $V_{rs,Ed} = 54,93 \text{ kN}$

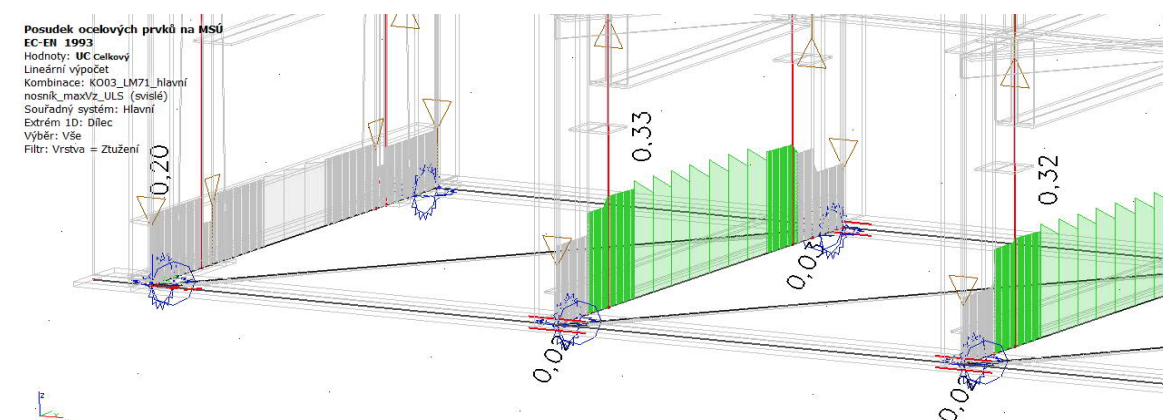
$V_{Ed} = Z_{LM71} V_{LM71,Ed} + V_{rs,Ed} = 90,18 \text{ kN}$

předpoklad - $Z_{LM71} = 1$

$\eta_3 = V_{Ed} / V_{pl,Rd} = 0,07 \rightarrow$ Zatížitelnost neuvažuje redukcí normálové únosnosti vlivem smykové síly



obr. $\eta_{1,rs}$ - jednotkový posudek



obr. $\eta_{1,LM71}$ - jednotkový posudek

Posouzení zatížitelnosti:

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

$\eta_{1,rs} = 0,49$ $\eta_{1,rs,\Delta T} = 0,20$... přírůstek posouzení od změny teploty mostu a koleje z modelu interakce kolej-most

$\eta_{1,LM71} = 0,33$

$Z_{LM71} = 1 - \eta_{1,rs} / \eta_{1,LM71} = 0,94 < 1,00$ zatížitelnost nevyhovuje

Posouzení na přechodnost C3-70:

$\eta_{1,LM71,V,Ed} = 0,25$... svislý statický účinek zatížení od LM71

$\eta_{1,C3,V,Ed} = 0,23$... svislý statický účinek zatížení od C3

$\Phi_{T1} = 1,18$

$\Phi_3 = 1,18$

$\Psi = \Phi_{T1} / \Phi_3 = 1,00$

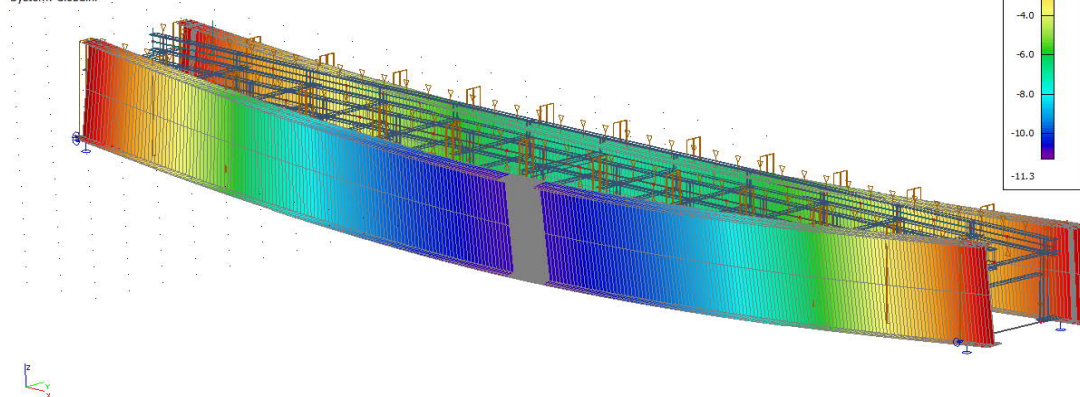
$\lambda_{LM71} = \eta_{1,C3,V,Ed} / \eta_{1,LM71,V,Ed} = 0,92$

$Z_{LM71} = 0,94 > 0,92 = \Psi \lambda_{LM71}$ přechodnost vyhovuje

4.6 Posouzení prvků OK na MSP

3D přemístění

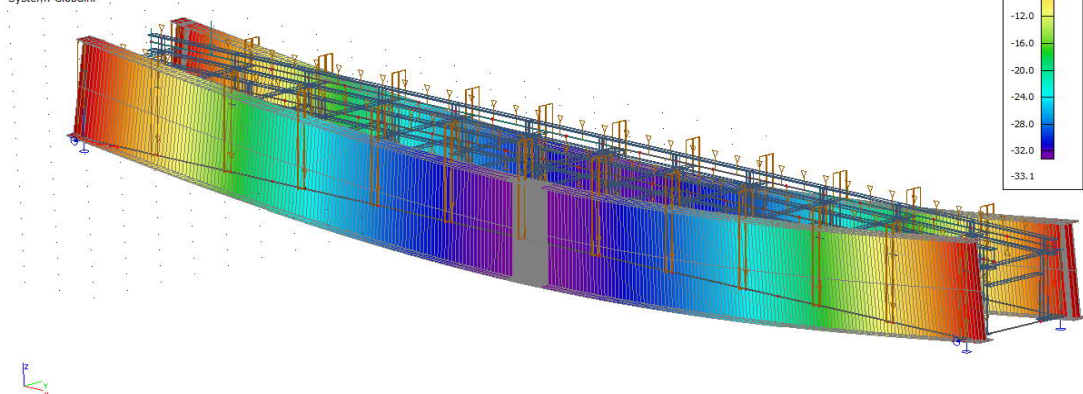
Hodnoty: u_z
Lineární výpočet
Kombinace: K008_rs_SLS_gr11
(vodorovně)
Výběr: Vše
Filtr: Vrstva = Hlavní nosníky
Poloha: V uzlech s průměrováním.
Systém: Globální



obr. δ_{rs}

3D přemístění

Hodnoty: u_z
Lineární výpočet
Kombinace: K010_LM71_hlavni
nosnik_madly_ULS (svisle)
Výběr: Vše
Filtr: Vrstva = Hlavní nosníky
Poloha: V uzlech s průměrováním.
Systém: Globální



obr. δ_{LM71}

Posouzení zatížitelnosti:

$$Z_{LM71} = \delta_{lim} - \sum_{i=1}^{n-1} \delta_{rs,i} / \delta_{LM71}$$

$$\delta_{lim} = L/600 = 42,50 \text{ mm}$$

$$\delta_{rs} = 11,3 \text{ mm} \quad \dots \text{ hl. nosník}$$

$$\phi_3 \delta_{LM71} = 33,10 \text{ mm} \quad \dots \text{ hl. nosník}$$

$$Z_{LM71} = \underline{0,94} < 1,00 \quad \text{zatížitelnost nevyhovuje}$$

Posouzení na přechodnost C3-70:

$$\delta_{LM71} = 28,10 \quad \dots \text{ svislý statický účinek zatížení od LM71}$$

$$\delta_{C3} = 20,60 \quad \dots \text{ svislý statický účinek zatížení od C3}$$

$$\phi_{T1} = 1,19$$

$$\phi_3 = 1,18$$

$$\psi = \phi_{T1} / \phi_3 = 1,01$$

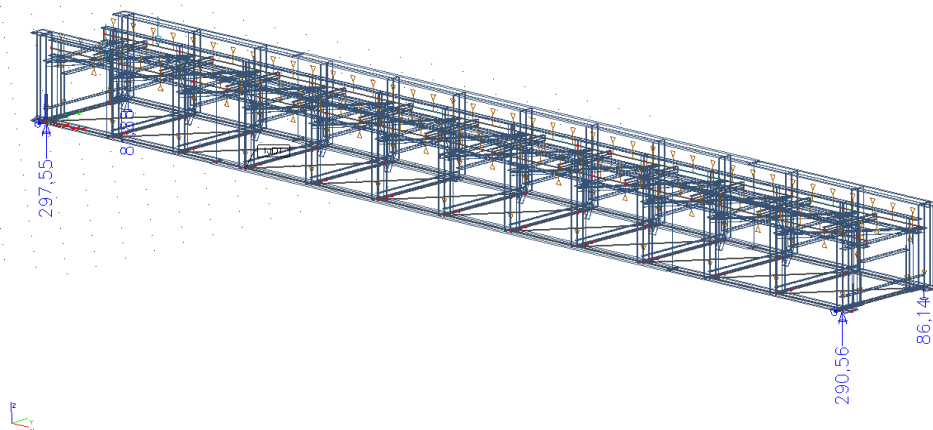
$$\lambda_{LM71} = \eta_{1,C3,V,Ed} / \eta_{1,LM71,V,Ed} = 0,73$$

$$Z_{LM71} = \underline{0,94} > \underline{0,74} = \psi \lambda_{LM71} \quad \text{přechodnost vyhovuje}$$

4.7 Ověření boční stability s "nezatíženým vlakem"

Kombinace:

0,95*1,15*ZS1+0,95*ZS2+1,45*1,0*ZS3.4.3+1,0*0,8*ZS3.9+1,5*1*ZS5.2



obr. Výslednice reakcí od kombinace na boční stabilitu s "nezatíženým vlakem"

>>> **nevznikají tahové reakce - konstrukce je stabilní**

4.8 Posouzení kombinované odezvy most - kolej pomocí komplexní analýzy dle MVL 150

- Komplexní analýza (dle MVL 150, část I) byla zpracována z důvodu ověření přírůstků napětí v nově zřizované bezstykové koleji na mostě (vzhledem ke kombinované odezvě most - kolej)
- Posouzení napětí v kolejnici je uvažováno dle ČSN EN 1993-2
- Kolejnici pro posouzení napětí je uvažována s ojetím o srovnávané velikosti 12mm

4.8.1 Vstupní parametry analýzy

Teplotní parametry:

$T_{D,0}$ =	12,0	°C	... počáteční teplota mostní konstrukce, zřízení BK na mostě
$T_{0,R}$ =	17-23	°C	... dovolená upínací teplota BK
$\Delta T_{D,exp}$ =	40,1	°C	... maximální teplotní změna mostu
$\Delta T_{D,con}$ =	-53,0	°C	... minimální teplotní změna mostu
$\Delta T_{R,max}$ =	43,0	°C	... maximální teplotní změna kolejnici od upínací teploty
$\Delta T_{R,min}$ =	-53,0	°C	... minimální teplotní změna kolejnici od upínací teploty

Svislá tuhost uložení kolejníc (mimo most):

k_z =	25,0	MN/m ²	... celková svislá tuhost uložení kolejníc
$k_{z,m}$ =	40,0	MN/m ²	... celková svislá tuhost uložení kolejníc na mostě

Příčný odpor kolejového lože nezatížená i zatížená kolej:

$r_y = k_y v$ =	7,0	kN/m	... příčný odpor koleje v kolejovém loži
v =	5,0	mm	... posunutí koleje v KL
$k_y = r_y / v$ =	1,4	MN/m ²	... tuhost liniových podpor při lineární závislosti

Podélný odpor kolejového lože mimo most - nezatížená kolej:

$r_{0,unload} = k_{0,unload} u_0$ =	20,0	kN/m	... podélný odpor koleje v kolejovém loži (nezatížená kolej)
u_0 =	2,0	mm	... posunutí koleje v KL
$k_{0,unload} = r_{0,unload} / u_0$ =	10,0	MN/m ²	... tuhost liniových podpor při lineární závislosti

Podélný odpor kolejového lože mimo most - zatížená kolej:

$r_{0,load} = k_{0,load} u_0$ =	60,0	kN/m	... podélný odpor koleje v kolejovém loži (zatížená kolej)
u_0 =	2,0	mm	... posunutí koleje v KL
$k_{0,load} = r_{0,load} / u_0$ =	30,0	MN/m ²	... tuhost liniových podpor při lineární závislosti

Podélný odpor koleje na mostě - nezatížená kolej:

$r_{0,unload} = k_{0,unload} u_0$ =	30,0	kN/m	... podélný odpor koleje s mostnicemi (nezatížená kolej)
u_0 =	0,5	mm	... posunutí koleje
$k_{0,unload} = r_{0,unload} / u_0$ =	60,0	MN/m ²	... tuhost liniových podpor při lineární závislosti

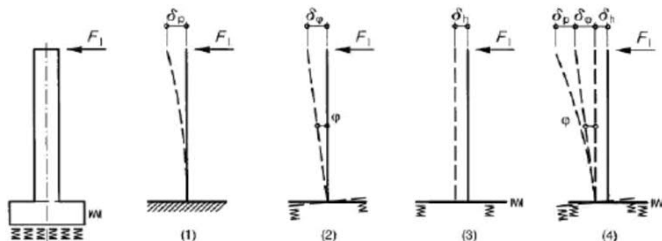
Podélný odpor koleje na mostě - zatížená kolej:

$r_{0,load} = k_{0,load} u_0$ =	60,0	kN/m	... podélný odpor koleje s mostnicemi (zatížená kolej)
---------------------------------	------	------	--

$u_0 =$	0,5	mm	... posunutí koleje
$k_{0,load} = r_{0,load} / u_0 =$	120,0	MN/m ²	... tuhost liniových podpor při lineární závislosti

Tuhost opěry:

$F_1 =$	1,000	MN	... jednotková síla na opěru
$f_1 =$	0,400	MN/m	... jednotková síla celkem dělená šířkou opěry
$\delta_p =$	3,00E-03	m	... hodnota ze Scia Engineer
$\delta_\phi =$	1,20E-02	m	... hodnota z GEO 5
$\delta_h =$	5,00E-03	m	... posunutí s ohledem na vůli v pevném stolicovém ložisku
$K = F_1 / (\delta_p + \delta_\phi + \delta_h) / 2 =$	25,00	MN/m	... tuhost každého pevného ložiska



4.8.2 Zatížení modelu pro kombinovanou odezvu

Rovnoměrné zatížení teplotou BK a mostu:

o viz bod 4.7.1

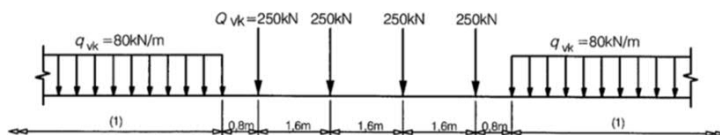
Příčné zatížení mostu od změny teploty BK:

$A =$	7,69E+03	mm ²	... plocha jedné kolejnice
$R_1 =$	542000,0	mm	... poloměr koleje č.1 (proložení přechodnice obloukem)

$$q_1 = 5 \Delta T_{R,max} A / R_1 = 3,05 \text{ kN/m}$$

Svislé zatížení od kolejové dopravy:

$Q_{vk} =$	250	kN
$q_{vk} =$	80	kN/m



odr. model zatížení LM71 a charakteristické hodnoty svislých zatížení

$\alpha =$	0,80	... snížení velikosti nápravové síly na 20 t vzhledem k TTZ na mostě C3-70
$\phi =$	$1 + 2 k k_v = 1,22$... dyn.součinitel dle SŽDC S3 díl IV
$k =$	0,1	... součinitel vyjadřující kvalitu pražcového podloží (standardní a tuhé podloží)
$k_v =$	1,1	... vliv rychlosti jízdy ($60 \text{ km/h} < V \leq 80 \text{ km/h}$)

Vodorovné zatížení od kolejové dopravy:

Pozn.: Odstředivé síly, excentricita svislého zatížení a boční ráz se při výpočtu neuvažují (viz MVL 150)

$q_{lak} =$	33,00	kN/m	... pro model zatížení LM71
$Q_{lak} = 33 * L = 33 * 25,5 =$	841,5	kN	... pro model zatížení LM71
Omezeno maximální hodnotou $Q_{lak} = 1000 \text{ kN}$, tj. max $L = 30 \text{ m}$			
$q_{lak,x} =$	33,00	kN/m	... pro model zatížení LM71
$Q_{lak,x} =$	1000	kN	... pro model zatížení LM71
$Q_{lak,x,red} =$	800	kN	... redukována hodnota vzhledem k provoznímu zatížení C30-70
$q_{lbk,LM71} =$	20,00	kN/m	... pro model zatížení LM71
$Q_{lbk,LM71} = 20 * 30 =$	600,00	kN	... pro model zatížení LM71
$Q_{lbk,x,red} =$	480,00	kN	... redukována hodnota vzhledem k provoznímu zatížení C30-70
Omezeno maximální hodnotou $Q_{lbk} = 6000 \text{ kN}$			
Brzdná síla vyvodí < účinek než rozjezdová:		600 < 999,9 kN	

4.8.3 Zatěžovací stavy a jejich kombinace

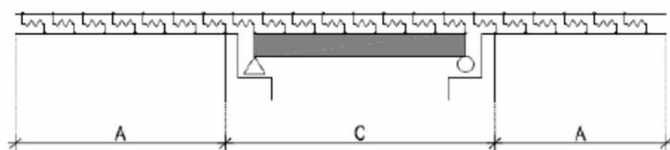
Součinitele spolehlivosti zatížení a kombinace pro stanovení celkového napětí v kolejnici:

součinitel spolehlivosti materiálu: $\gamma_{M0} = 1,00$ (dle ČSN EN 1993-2, čl. 6.1)
 součinitel spolehlivosti materiálu: $\gamma_{M1} = 1,10$ (dle ČSN EN 1993-2, čl. 6.1)
 součinitel spolehlivosti zatížení: $\gamma_{Q,LM71} = 1,30$ (dle SŽ S5/1)
 souč. spolehlivosti zatížení teplotou: $\gamma_T = 1,00$ (dle ČSN EN 1991-2, čl. 6.5.4.3 (2))
 součinitel kombinace $\psi_{0,i} = 1,00$ (dle ČSN EN 1991-2, čl. 6.5.4.4 (4)P)

Součinitele spolehlivosti zatížení a kombinace pro stanovení vodorovné reakce R_x :

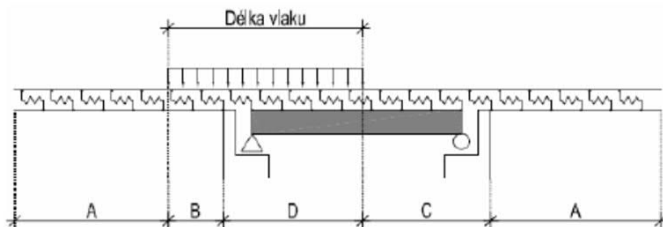
součinitel spolehlivosti zatížení : $\gamma_{Q,LM71} = 1,30$ (dle SŽ S5/1)
 souč. spolehlivosti zatížení teplotu: $\gamma_T = 1,35$ (dle SŽ S5/1)
 součinitel kombinace $\psi_{0,i}$ (dle ČSN EN 1990/A1)
 součinitel kombinace $\psi_{0,i} = 0,50$ pro teplotu mostu
 součinitel kombinace $\psi_{0,i} = 0,80$ pro teplotu koleje

Princip tvorby výpočetního modelu:



A – širá trať – nezatížená kolej
 C – kolej na mostě – nezatížená kolej

obr. Princip aplikace funkce podélného odporu pro změnu teploty (MVL 150)

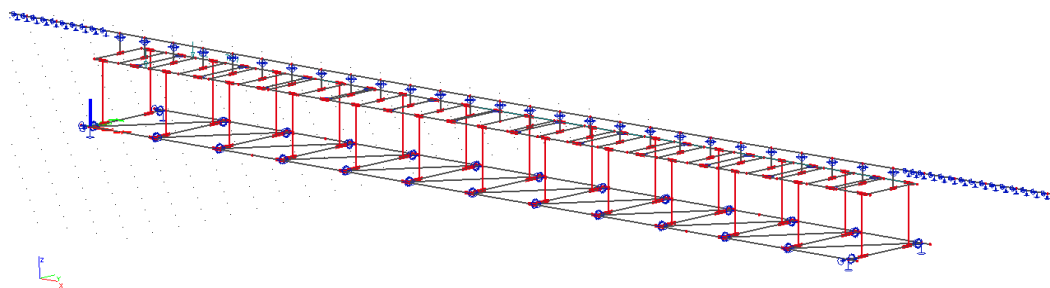


A – širá trať – nezatížená kolej
 B – širá trať – zatížená kolej
 C – kolej na mostě – nezatížená kolej
 D – kolej na mostě – zatížená kolej

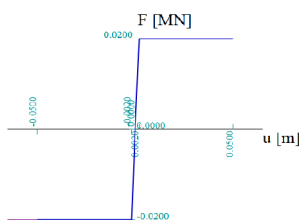
obr. Princip aplikace funkce podélného odporu pro vliv zatížení a stanovení brzdných účinků (MVL 150)

σ_E ... vnitřní napětí od výroby ± 100 MPa
 σ_R ... napětí od teplotní změny koleje v trati
 σ_D ... napětí od teplotní změny mostu
 σ_B ... napětí od brzdných a rozjezdových sil
 $\sigma_{P,lok}$... napětí od svislých lokálních účinků zatížení dopravou na mostě
 $\sigma_{P,glob}$... napětí od svislých globálních účinků zatížení dopravou na mostě

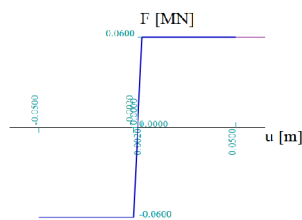
výpočetní model:



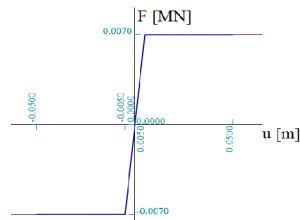
obr. Výpočetní model ve Scia Engineer



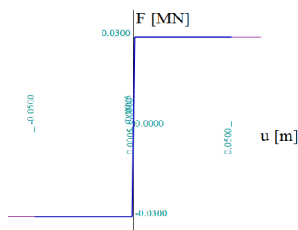
NL1.1 - zatížené KL - směr x



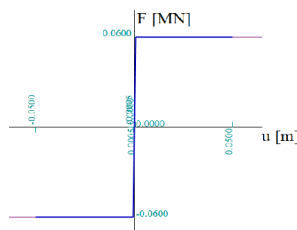
NL1.2 - zatížené KL - směr y



NL1.3 - zatížené a nezatížené KL - směr y



NL1.4 - nezatížené KL na mostě - směr x



NL1.5 - nezatížené KL na mostě - směr y

obr. Nelineární funkce liniových podpor a kloubů

Výpis zatěžovacích stavů:

Zatěžovací stav - nelineární komb.

ZS1	Teplotní změny kolejnice
ZS2	Teplotní změny NK mostu
ZS3	Brzděné/rozjezdové síly
ZS4	Svislá zatížení kolejovou dopravou (globální/celkový účinek)

Uvažovaný podélný smykový odpor KL

nezatížená kolej
nezatížená kolej
v úseku zatížení zatížená kolej a zbylá část nezatížená
poloha zatížení odpovídá brzděným/rozjezdovým silám

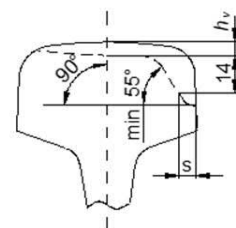
4.8.4 Posouzení napětí kolejnic v interakci kolej-most

Průřezové charakteristiky kolejového roštu:

Kolejnice 60E2 s ojetím o srovnané velikosti $h=12$ mm ($h = h_v + 0,4s$)

$h_v = 8$ mm $s = 10$ mm

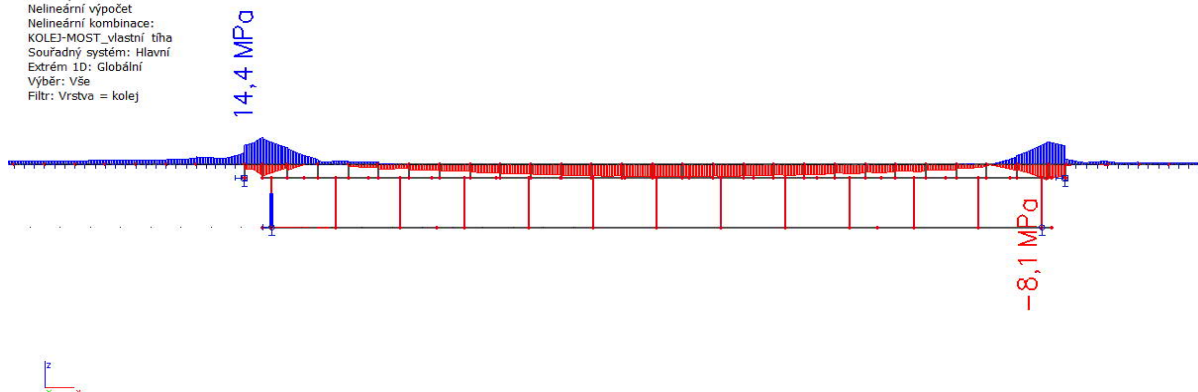
$A = 7,04E+03$ mm ²	... plocha jedné kolejnice
$2A = 1,41E+04$ mm ²	... plocha dvou kolejnic
$I_y = 2,46E+07$ mm ⁴	... mom.setrvačnosti jedné kolejnice kolem osy y
$2I_y = 4,93E+07$ mm ⁴	... mom.setrvačnosti dvou kolejnic kolem osy y
$W_y = 2,77E+05$ mm ³	... průřezový modul jedné kolejnice kolem osy y
$2W_y = 5,54E+05$ mm ³	... průřezový modul dvou kolejnic kolem osy y
$c_{YUSS} = 73,31$ mm	
$c_{ZUSS} = 72,64$ mm	



Průběhy napětí od jednotlivých ZS:

1D napětí

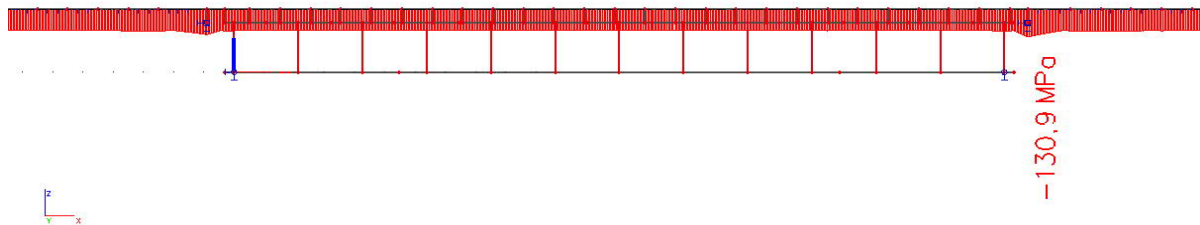
Hodnoty: σ_x
Nelineární výpočet
Nelineární kombinace:
KOLEJ-MOST_vlastní tíha
Souřadný systém: Hlavní
Extrém 1D: Globální
Výběr: Vše
Filtr: Vrstva = kolej



obr. Průběh $\sigma_{x,G}$ od vlastní tíhy + ostatního stálého

1D napětí

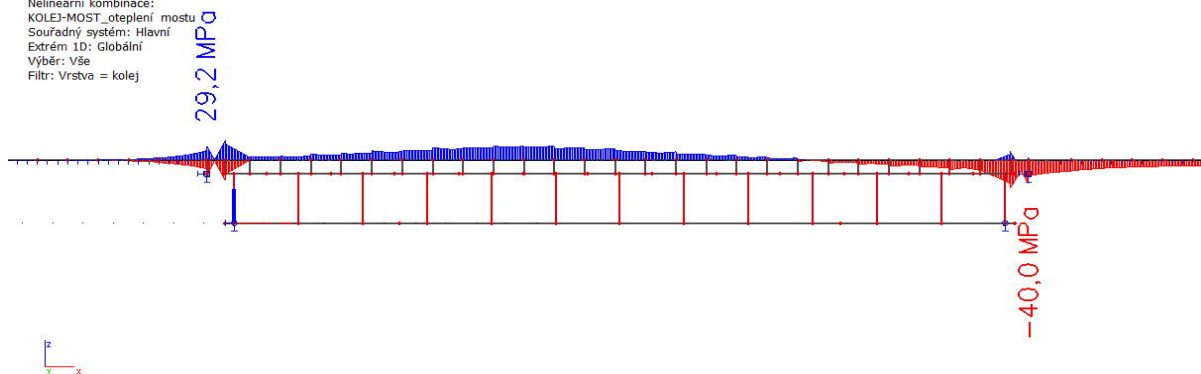
Hodnoty: σ_x
Nelineární výpočet
Nelineární kombinace:
KOLEJ-MOST_oteplení BK
Souřadný systém: Hlavní
Extrém 1D: Globální
Výběr: Vše
Filtr: Vrstva = kolej



obr. Průběh $\sigma_{x,R}$ od oteplení BK

1D napětí

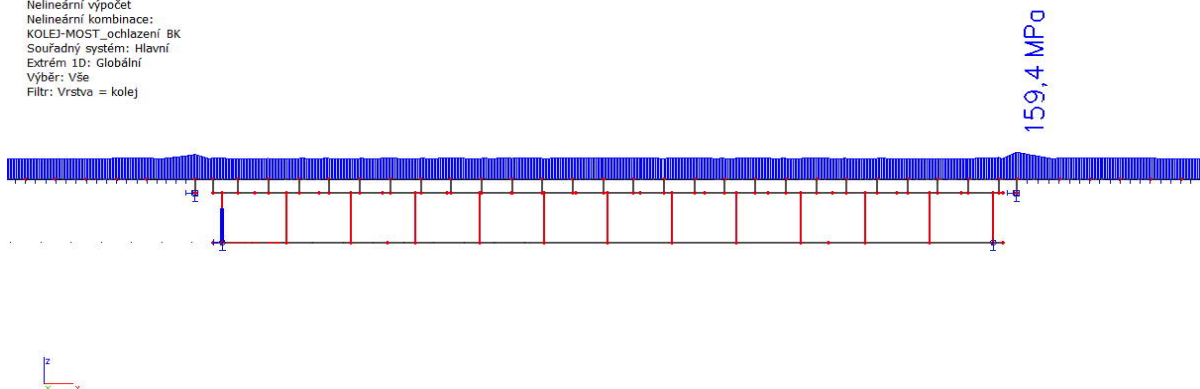
Hodnoty: σ_x
Nelineární výpočet
Nelineární kombinace:
KOLEJ-MOST_oteplení mostu
Souřadný systém: Hlavní
Extrém 1D: Globální
Výběr: Vše
Filtr: Vrstva = kolej



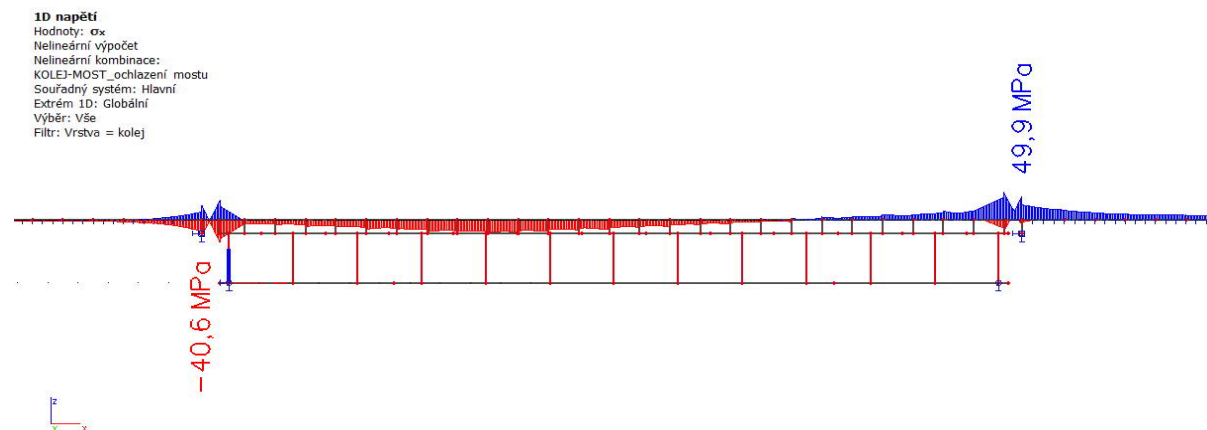
obr. Průběh $\sigma_{x,D}$ od oteplení mostu

1D napětí

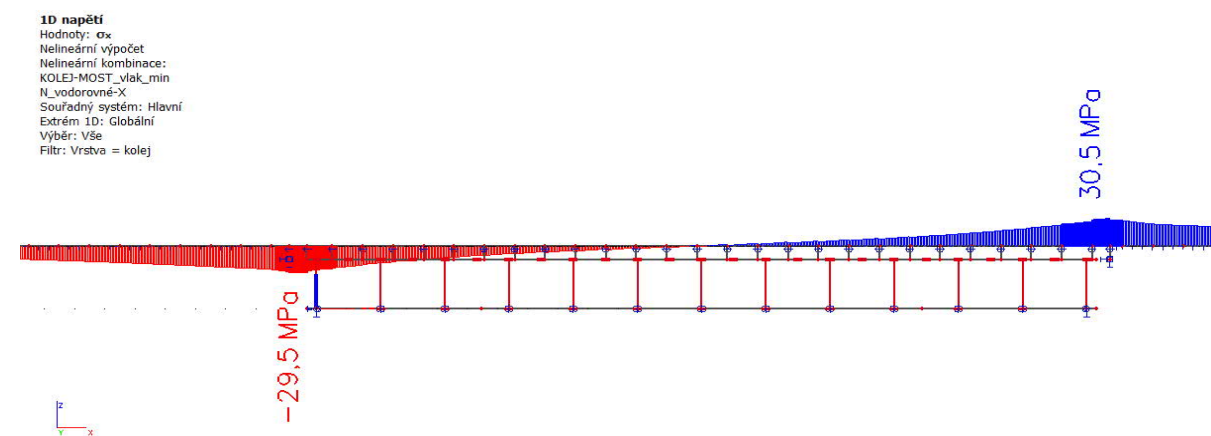
Hodnoty: σ_x
Nelineární výpočet
Nelineární kombinace:
KOLEJ-MOST_ochlazení BK
Souřadný systém: Hlavní
Extrém 1D: Globální
Výběr: Vše
Filtr: Vrstva = kolej



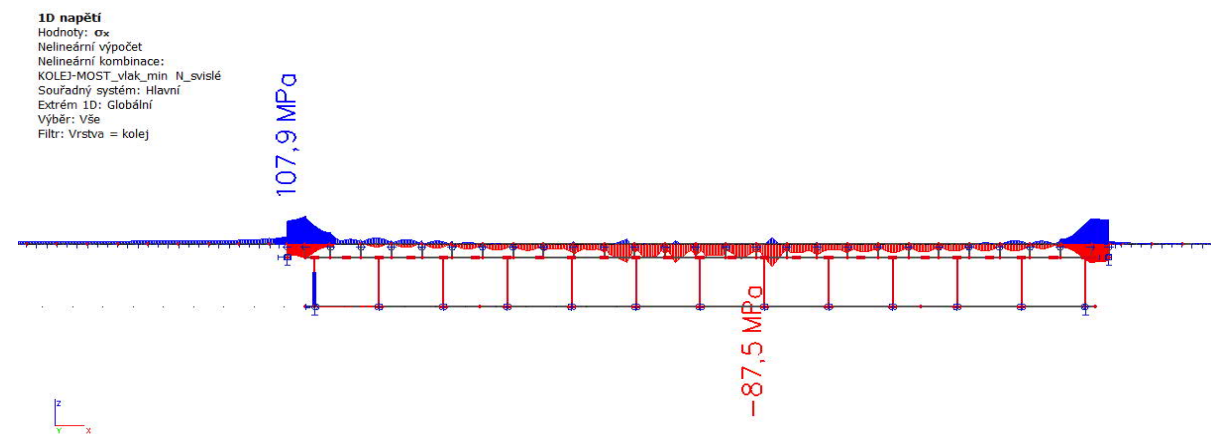
obr. Průběh $\sigma_{x,R}$ od ochlazení BK



obr. Průběh $\sigma_{x,D}$ od ochlazení mostu



obr. Průběh $\sigma_{x,B}$ od rozjezdových/brzdných sil (směr -X; vlak uprostřed mostu)



obr. Průběh $\sigma_{x,P}$ od svislých účinků zatížení dopravou (vlak uprostřed mostu)

Posouzení napětí BK:

$\Sigma \sigma_x < f_{y,k} / \gamma_{M0}$...	dle ČSN EN 1993-2 čl. 6.2.10.2
$f_{y,k} = 0,6 f_u =$	528,0	MPa
$f_u =$	880,0	MPa
	...	kolejnice 60E2
napětí (+):		
$\sigma_{x,E}^h =$	100,0	MPa
$\sigma_{x,G}^h =$	14,4	MPa
$\sigma_{x,R}^h =$	159,4	MPa
$\sigma_{x,D}^h =$	49,9	MPa
$\sigma_{x,B}^h =$	30,5	MPa
$\sigma_{x,P}^h =$	107,9	MPa
$\Sigma \sigma_x^h =$	462,1	MPa
$\eta =$	0,88	
	<	528,0 MPa
	<	1,00
		$= f_{y,k} / \gamma_{M0}$
		napětí BK vyhovuje

napětí (-):

$\sigma_{x,E}^d =$	-100,0	MPa
$\sigma_{x,G}^d =$	-8,1	MPa
$\sigma_{x,R}^d =$	-130,9	MPa
$\sigma_{x,D}^d =$	-40,0	MPa
$\sigma_{x,B}^d =$	-30,5	MPa
$\sigma_{x,P}^d =$	-87,5	MPa
$\Sigma \sigma_x^d =$	-397,0	MPa
$\eta =$	0,75	
	<	528,0 MPa
	<	1,00
		$= f_{y,k} / \gamma_{M0}$
		napětí BK vyhovuje

Omezení deformace NOK:

$\delta_B =$	2,4	mm	<	5,0	mm	... limitní hodnota vodorovného posunu NOK od brzdných/rozjezdových sil v ČSN EN 1991-2, ed.2
$\delta_H =$	1,5	mm	<	8,0	mm	... limitní hodnota vodorovného posunu NOK od svislého zatížení LM71 v ČSN EN 1991-2, ed.2
$\delta_V =$	1,2	mm	<	3,0	mm	... limitní hodnota svislého posunu NOK od proměnných zatížení v ČSN EN 1991-2, ed.2

4.8.5 Stanovení reakcí pevných ložisek z kombinované odezvy kolej - most

Reakce od max.oteplení BK + mostu + svislý a vodorovných sil od vlaku:

$R_{x,G,Ed} =$	41,99	kN	...	reakce pevných ložisek vlivem deformace NOK od vlastní tíhy
$R_{x,R,Ed,heat} =$	3,18	kN	...	reakce pevných ložisek od oteplení BK
$R_{x,R,Ed,cool} =$	-8,09	kN	...	reakce pevných ložisek od ochlazení BK
$R_{x,D,Ed,heat} =$	149,91	kN	...	reakce pevných ložisek od oteplení mostu
$R_{x,D,Ed,cool} =$	-183,01	kN	...	reakce pevných ložisek od ochlazení mostu
$R_{x,B,Ed} =$	-110,67	kN	...	reakce pevných ložisek od rozjezdových/brzdných sil (směr -X)
$R_{x,B,Ed} =$	110,67	kN	...	reakce pevných ložisek od rozjezdových/brzdných sil (směr +X)
$R_{x,P,Ed} =$	174,42	kN	...	reakce pevných ložisek od svislých účinků kolejové dopravy

$R_{x,max} =$	480,17	kN	<	$R_{x,B,Ed}$ (model bez BK) =	± 896	kN	...	reakce pevných ložisek od brzdných / rozjezdových sil
$R_{x,min} =$	-301,77	kN						
=>	Návrhové vodorovné zatížení spodní stavby v rámci interakce kolej-most je nižší než stávající návrhové zatížení od brzdných/vodorovných sil na konstrukci bez BK. Spodní stavba tak není více zatěžována.							
$R_{x,B,Ed} =$	± 111	kN	<	$R_{x,B,Ed}$ (model bez BK) =	± 896	kN	...	reakce pevných ložisek od brzdných / rozjezdových sil
$\xi_B =$	0,12							
=>	Do globálního modelu je brána hodnota reálného součinitele přenosu vodorovných sil $\xi_B = 0,15$							

4.8.6 Závěr

Použití BK na mostě je možné. Dovolená teplota při zřizování BK na mostě (na zastíněné straně mostu) je $T_0 = 10 - 15^\circ\text{C}$. Na konci mostu u pohyblivého ložiska budou umístěné upevňovací se sníženou svěrnou silou (4 mostnice + 1 pozednice) - viz SO 01. Maximální dovolené srovnání ojetí kolejnic v oblasti mostu je stanoveno na 15 mm (3/4 ojetí přípustného).

Přehled zatížitelnosti pro část mostu

A. Identifikace mostu

TÚ (číslo, název): 2191 Olomouc hl. n. (mimo) - Krnov (mimo) DÚ: 18 Valšov - Bruntál km: 62,478

B. Identifikace části mostu

Část mostu: nosná konstrukce pod kolejí č. : 1

C. Doplnující údaje části mostu

Kategorie zatížitelnosti: C Výpočetní model: Prostorový prutový model ocelového plnostěnného svařovaného a částečně nýtovaného mostu se zapuštěnou mostovkou. Most o 1 poli o rozpětí 25,50 m působící jako prostý nosník. Přepočet zohledňuje novou BK na mostě v rámci interakce kolej-most.

Geometrie koleje, uvažovaná v přepočtu pro část mostu v jejím profilu (ve směru staničení)

	na začátku	uprostřed	na konci
směrové poměry	v přech. k R=271 m	v přech. k R=271 m	v přech. k R=271 m
převýšení koleje	40,6 mm	60,2 mm	79,8 mm
excentricita vůči ose mostu	86,2 mm	78,0 mm	90,8 mm

Popis závad uvažovaných v přepočtu: Orezivění ocelových profilů dle podrobné prohlídky mostu

Datum zjištění technického stavu mostu: SŽ, s.o.: 05/2020

zpracovatelem přepočtu: 05/2022

Poznámka k části mostu:

Most v km 62,478 na trati Olomouc - Krnov, nosná konstrukce pod kolejí č.1

Poř. č.	Prvek (včetně umístění)	Detail	namáhání	k _i	typ	L _p	Φ ₃ (Φ ₂)	L _Φ	Y _{Q,LM71}	Y _{Q,LM71,E}	viz. číslo str. přepočtu	Z _{LM71}	Z _{LM71,E}	Poznámky
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2	hlavní nosník vnější (x=5,45m)	dolní pásnice	σ - normálové napětí	1	M	25,5	1,18	25,50	1,30	-	-	1,07	-	
3	mezilehlý příčník (x=23,375m)	dolní pásnice	σ - normálové napětí	1	V	2,8	(1,59)	4,25	1,30	-	-	0,73	-	Φ ₂ ; přechodný pro C3-70
4	koncový příčník (x=0m)	dolní pásnice	σ - normálové napětí	1	V	2,8	(1,67)	3,60	1,30	-	-	0,71	-	Φ ₂ ; přechodný pro C3-70
5	podélník vnitřní (x=24,5m)	dolní pásnice	σ - normálové napětí	1	M	25,5	1,66	6,38	1,30	-	-	0,74	-	přechodný pro C3-70
6	ztužení (x=2,125m)	dolní pásnice	σ - normálové napětí	1	M	25,5	1,18	25,50	1,30	-	-	0,94	-	přechodný pro C3-70
12	svislý průhyb (x=L/2)	hlavní nosník	δ - průhyb	1	M	25,5	1,18	25,50	1,00	-	-	0,94	-	přechodný pro C3-70

Dne: 31/3/2023 zatížitelnost určil: Ing. Štěpán Kameš