

			ČÍSLO SOUPRAVY:
REVIZE Č.	DATUM	ZMĚNA	


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

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

OBJEDNATEL	 Správa železnic, státní organizace Oblastní ředitelství Olomouc, Nerudova 1, 779 00 Olomouc		
HLAVNÍ INŽENÝR PROJEKTU	ING. ONDREJ KVAŠŇOVSKÝ	VEDOUcí TÝMU:	
ODPOVĚDNÝ PROJEKTANT	NAVRHL, VYPRACOVAL	ING. PAVEL KUČERA	
ING. ONDREJ KVAŠŇOVSKÝ	ING. ONDREJ KVAŠŇOVSKÝ	KONTOLOVAL	
KRAJ: OLOMOUCKÝ	POVĚŘENÝ OÚ: HLUBOČKY	ING. MARTIN CHRÁSTEK	
Oprava mostů na trati Hlubočky – Domašov – most v km 20,624 SO 01 - Most v km 20,624 Statický výpočet		ZAK. ČÍSLO MCO	20 - 017 - 239 - SR
		ÚČEL	DSP
		DATUM	07/2020
		FORMÁT	
		MĚŘÍTKO	
		ČÁST	POŘ.Č.
		E.1.2.1	3

SO 01 – Most v km 20,624

Technická zpráva ke statickému přepočtu podélníků

1.1.	Identifikační údaje	2
1.2.	Stávající stav objektu	3
1.3.	Nový stav objektu	3
1.4.	Statický model konstrukce	3
1.5.	Použité výpočetní programy	4
1.6.	Dotčené normy a předpisy, použitá literatura	5
1.7.	Schéma konstrukce	6
2.	Statický přepočet podélníků	7
3.	Tabulka zatížitelnosti	27

Stavba: Oprava mostů na trati Hlubočky – Domašov – most v km 20,624
Objekt: SO 01 - Most v km 20,624

1.1. Identifikační údaje

Stavba:	"Oprava mostů na trati Hlubočky – Domašov- most v km 20,624"
Objekt:	SO 01 - Most v km 20,624
Stupeň dokumentace:	DSP
Objednatel:	Správa Železnic , s.o., Oblastní ředitelství Olomouc, Nerudova 1, 772 58 Olomouc
Správce mostního objektu:	Správa železnic , s.o., Oblastní ředitelství Olomouc, Nerudova 1, 772 58 Olomouc
Vlastník mostního objektu:	Správa železnic, státní organizace
Projekt stavby:	MORAVIA CONSULT Olomouc a.s
Odpovědný inženýr projektu:	Ing. Ondřej Kvašňovský
Projekt stavebního objektu:	MORAVIA CONSULT Olomouc a.s.
Odpovědný projektant objektu:	Ing. Ondřej Kvašňovský
Kraj:	Olomoucký
Obec:	Hlubočky [502146]
Katastrální území:	Hrubá Voda [648591]
Pověřený obecní úřad	Hlubočky
Trat' SŽDC:	310 Olomouc – Opava, Rýmařov – Valšov
Trat'ový úsek:	2191 Olomouc hl.n.-Bělidla - Krnov
Definiční úsek:	10 Hrubá Voda – Domašov nad Bystřicí
Staničení:	evidenční km: 20,624
Poloha objektu:	Širá trať
Překonávané překážky:	potok Bystřice (ID10100053)

1.2. Stávající stav objektu

Železniční most o jednom poli převádějící traťovou kolej č. 1, jednokolejně trati přes vodní tok – řeka Bystřice. Nosná konstrukce mostu ocelová příhradová nýtovaná s dolní prvkovou mostovkou bez horního příčného ztužení, mostnice uloženy plošně na podločkách – 68ks + pozednice-2 ks, kolmá světlost mostního otvoru je 27,00m, rozpětí nosné konstrukce 34,0m, délka nosné konstrukce je 34,51m, úhel křížení 45°, ukončení nosné konstrukce kolmé, rok výroby 1910. Uložení nosné konstrukce – na typových ocelových ložiscích (O1 pevné stolicové, O2 pohyblivé čtyřválcové, podružná tangenciální ložiska s úložnou deskou). V předpolí mostu je kolej uložena v otevřeném šterkovém loži. Opěry kamenné s kamennými úložnými bloky pod ložisky, závěrné zdi a úložné prahy kamenné zdivo s kamennými římsami, křídla šikmá – kamenné zdivo s kamennou římsou. Rok výstavby spodní stavby 1910.

1.3. Nový stav objektu

Na základě stavu nosné konstrukce je navrženo provedení těchto prací:

- výměna mostnic, pozednic a úprava podlahových plechů
- oprava pojistných úhelníků, výměna prážců pod pojistnými úhelníky
- obsekání a oblití ložisek
- výměna horní a dolní pásnice podélníků
- výměna do ostra zkorodovaných prvků NK
- očištění nosné konstrukce, spodní stavby a odstranění vegetace
- sanační práce na spodní stavbě
- oprava zábradlí ve výběžích
- provedení nových ocelových chrániček pro kabely

1.4. Statický model konstrukce

Přepočet : Podélníky

Dle zadávacích podmínek investora bylo požadováno pouze statické posouzení podélníků konstrukce. Přepočet podélníků a určení zatížitelnosti proběhly dle SŽDC MP S30135/2015-O13 (Metodický pokyn SŽDC pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů). Byl požadován přepočet pro přechodnost TTZ C3-60km/h.

Dle archivní dokumentace je nýtovaná nosná konstrukce vyrobena z plávkové oceli. Statickým modelem pro výpočet vnitřních sil je prostý nosník o rozpětí 3,4m. Přepočet je proveden ve výpočtových hodnotách zatížení. Do výpočtu bylo uvažováno zatížení dle EN 1991-2 vč. změn . Svislé zatížení konstrukce tvoří vlastní tíha, ostatní stále, dopravní zatížení schématem 1.0* LM71 . Vodorovné zatížení tvoří odstředivá síla, boční ráz a vítr. Zatížení na podélníky bylo určena ručně. Vliv excentricity nivelety vůči ose podélníků byl zohledněn přerozdělením svislého dopravního zatížení na vnitřní a vnější podélník.

Výpočtem byly určeny výsledné hodnoty vnitřních sil od kombinace zatížení, jenž vyvozuje maximální účinky na podélníky. Průřezové charakteristiky s síly na mezi únosnosti byly uvažovány dle EN 1993-1-1 Navrhování ocelových konstrukcí a EN 1993-2 Ocelové mosty .

Vzhledem k uspořádání mostu s pojistným úhelníkem, není s vykolejením vlaku na mostě uvažováno . (viz foto)



Z výsledku statického přepočtu je patrné, že most je ve stávajícím stavu nevyhovující pro TTZ C3-60km/h a v rámci zajištění přechodnosti a zbytkové životnosti 20 let je nutné udělat minimálně následující úpravu:

- **Výměna horní a spodní pásnice podelníků. Vrchní pásnice bude nahrazena profilem P12x220 – ocel S355J2+N, spodní pásnice bude nahrazena profilem P15x220 – ocel S355J2+N. Spojení bude provedeno pomocí HRC šrubů do stávajících poloh nýtů.**

Zatížitelnost :

Hodnota pro podelníky (po výměně pásnic) $Z_{lm71} = 0,82$.

Podelníky vyhovují pro zatížení dané kategorií trati C3/60.

1.5. Použité výpočetní programy

Program SCIA Engineer 19 pro určení průřezových charakteristik.

Program Midas Civil 20 pro určení kritické polohy zatížení.

Dále výpočetní tabulky zpracované programem MS EXCEL 2013.

1.6. Dotčené normy a předpisy, použitá literatura

- 1) ČSN EN 1990 (730002 / 2004-03, 2007-04, 2007-11, 2008-8) Zásady navrhování konstrukcí (včetně A2 Příloha pro mosty),
- 2) ČSN EN 1991-1-1 (730035 / 2004-03) Zatížení konstrukcí, Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb,
- 3) ČSN EN 1991-1-4 (730035 / 2007-04, 2008-09) Zatížení konstrukcí, Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem,
- 4) ČSN EN 1991-1-5 (730035 / 2005-05) Zatížení konstrukcí – Část 1-5: Obecná zatížení – Zatížení teplotou,
- 5) ČSN EN 1991-1-6 (730035 / 2006-10) Zatížení konstrukcí – Část 1-6: Obecná zatížení – Zatížení během provádění,
- 6) ČSN EN 1991-1-7 (730035 / 2007-12) Zatížení konstrukcí – Část 1-7: Obecná zatížení – Mimořádná zatížení,
- 7) ČSN EN 1991-2 (736203 / 2005-07) Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou,
- 8) 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,
- 9) ČSN EN 1993-1-8 ed.2 (731401/2011-07) Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-3: Navrhování styčníků,
- 10) ČSN EN 1993-2 (736205/2008-02) Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 2: Ocelové mosty, Archivní dokumentace objednatele
- 11) ČSN EN 206 – Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shod
- 12) ČSN 73 6201 – Projektování mostních objektů
- 13) SŽDC MP S30135/2015-O13 - Metodický pokyn SŽDC pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů
- 14) Archivní dokumentace
- 15) Údaje správce o mostním objektu

Přepočet podélníků OK mostu v km 20,624 v koleji č.1 z roku 1910

dle MP S30135/2015-O13(Metodický pokyn pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů)

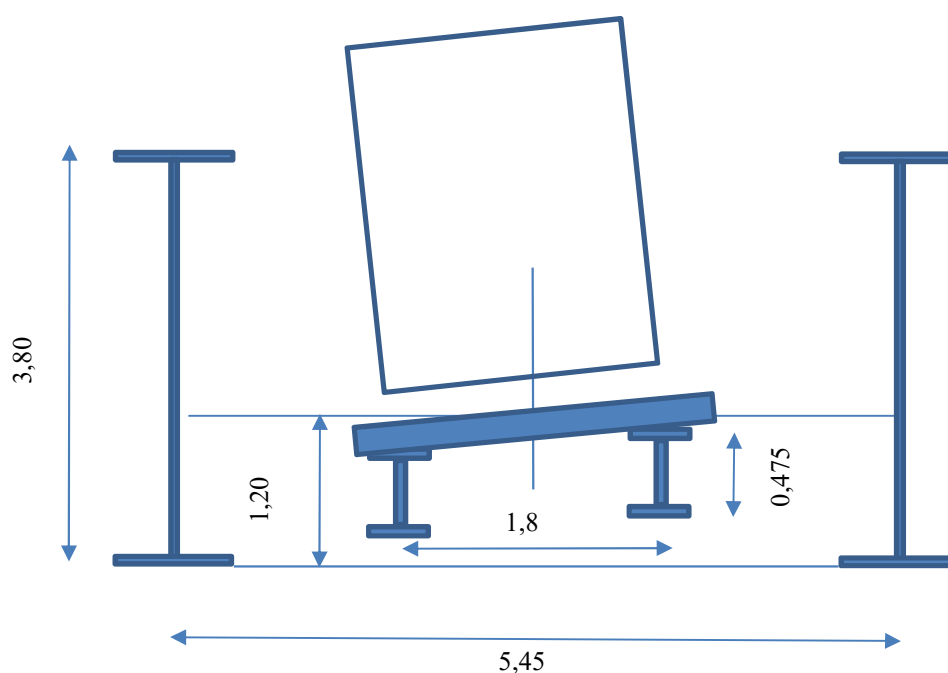
- Posouzení zatěžovacím vlakem LM71 dle ČSN EN 1991-2 ed.2.
- Výpočetní model je proveden v programu Midas Civil 2020
- Při výpočtu je uvažováno s ořezivěním profilů (snížení statických parametrů průřezů) dle vizuálního hodnocení mostu a podle protokolu o podrobné prohlídce mostu ze dne 03.04.2019
- Je uvažováno se snížením součinitelů spolehlivosti na základě zbytkové životnosti 20 let
- Výsledná zatížitelnost je určena iteračně

1. Základní údaje

1.1. Geometrie konstrukce

Statický model:	Průtový 3D model/prostý nosník
Typ konstrukce:	Ocelová nýtovaná příhradová konstrukce
Rozpětí:	L= 34 m
Výška hlavních nosníků:	h= 3,8 m
Počet polí:	n= 10 m
Osová vzdálenost polí:	L= 3,4 m
Šířka mostu (osově):	a= 5,45 m
Osová vzdálenost podélníků:	a1= 1,8 m
Osová vzdálenost mostnic:	a2= 0,6 m

PŘÍČNÝ ŘEZ



1.2. Dynamické součinitele

Dynamický součinitel (EN 1991-2, 6.4.5.2):

Pro MS únosnosti

$$\Phi_3 = 2,16 / (\sqrt{L_\Phi - 0,2}) + 0,73$$

$$\Phi_3 = <1,00; 2,0>$$

Pro MS použitelnosti a únavy

$$\Phi_2 = 1,44 / (\sqrt{L_\Phi - 0,2}) + 0,8 =$$

$$\Phi_2 = <1,00; 1,67>$$

Podélník

$$L_{pod} = 3,40 \text{ m} \quad (\text{rozpětí podélníků - osová vzdálenost příčníků})$$

$$L_\Phi = L_{pod} + 3 = 6,40 \text{ m} \quad (\text{proste podepřené příčníky})$$

$$\Phi_3 = 2,16 / (\sqrt{L_\Phi - 0,2}) + 0,73 = 2,16 / (\sqrt{6,40 - 0,20}) + 0,73 = 1,66 \quad (\text{Pro standardne udržovanou kolej})$$

$$\Phi_3 = <1,00; 2,0>$$

$$\Phi_2 = 1,44 / (\sqrt{L_\Phi - 0,2}) + 0,8 = 1,44 / (\sqrt{6,40 - 0,20}) + 0,73 = 1,44 \quad (\text{Pro pečlivě udržovanou kolej})$$

$$\Phi_2 = <1,00; 1,67>$$

1.3. Materiálové charakteristiky

1.3.1 Ocel

Třída oceli:

plávková ocel

$$\text{Mez kluzu: } f_{yk} = 230,00 \text{ MPa}$$

$$\text{Dílčí součinitel oceli: } \gamma_{M0} = 1,10 \quad (\text{Metodický pokyn určování zat. žel. mostů})$$

$$\text{Dílčí součinitel oceli: } \gamma_{M1} = 1,20 \quad (\text{Metodický pokyn určování zat. žel. mostů})$$

$$\text{Dílčí součinitel oceli: } \gamma_{M2} = 1,30 \quad (\text{Metodický pokyn určování zat. žel. mostů})$$

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

Zohlednění zbytkové životnosti:

Součinitel $\gamma_{M,0}$ pro oceli do roku 1968:

$$\text{Dílčí součinitel zohledňující nejistoty modelu únosnosti } \gamma_{Rd} = 1,00 \quad (\text{Stanovení } \gamma_{M,0})$$

$$\text{Index spolehlivosti dle tabulky F.1(MP S30135/2015-O135)} \beta_t = 3,205 \quad (\text{Zbytková životnost 20 let})$$

$$\text{Součinitel citlivosti metody FORM: } \alpha_R = -0,80$$

$$\text{Statistický součinitel: } k_{\alpha\alpha} = 1,645$$

$$\text{Poměrná střední hodnota průřezové charakteristiky: } m_a = 1,03 \quad (\text{Nýtované a svarované průřezy})$$

$$\text{Variační koeficient průřezové charakteristiky: } v_a = 0,067 \quad (\text{Nýtované a svarované průřezy})$$

$$\text{Koeficient nesymetrie rozdělení meze klzu: } a_R = 0,509 \quad (\text{Ocel S235})$$

$$\text{Variační koeficient meze klzu: } v_R = 0,084 \quad (\text{Ocel S235})$$

$$\text{Konstanta související s indexem spolehlivosti: } k_k = 0,20$$

$$\text{Konstanta související s indexem spolehlivosti: } k_d = 0,363 \quad (\text{Zbytková životnost 20 let})$$

$$\gamma_{M,i} = \gamma_{Rd} \frac{1 - k_{\alpha\alpha} \cdot (1 - \kappa_k \cdot a_R) \cdot v_R}{m_a \left[1 + \alpha_R \cdot \beta_t \cdot (1 - \kappa_d \cdot a_R) \cdot \sqrt{v_R^2 + v_a^2} \right]} = 1,10$$

Návrhová pevnost (EN 1993-2):

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{M0} = 230,00 / 1,10 = 209,09 \text{ MPa} \quad (\text{trvalé a dočasné situace})$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{M1} = 230,00 / 1,20 = 191,67 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{M2} = 230,00 / 1,30 = 176,92 \text{ MPa}$$

2. Zatížení

2.1. Součinitele zatížení

Součinitel stálého zatížení:	$\gamma_G =$	1,24 (MP S30135/2015 -F.1.4)
Souč. l náhodilého zatížení-vlak:	$\gamma_{Q,LM71} =$	1,30 (MP S30135/2015 - 4.3.13)
Součinitel náhodilého zatížení-ostatní:	$\gamma_Q =$	1,50
Součinitel α :	$\alpha =$	1,00 (MP S30135/2015)
Rozpětí NK:	$\gamma_G =$	34,00 m
Poloměr zakřivení oblouku:	$r =$	273 m
Rychlost na mostním objektu:	$V =$	60 km/h
TZZ s přidruženou rychlostí:		C3/70

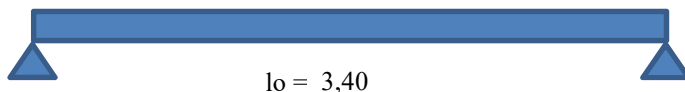
Zohlednění zbytkové životnosti:

Součinitel zohledňující odezvy modelu:	$\gamma_{Sd} =$	1,05
Index spolehlivosti dle tabulky F.1(MP S30135/2015-O13)	$\beta_t =$	3,205 (Zbytková životnost 20 let)
Variační koeficient stálého zatížení:	$\gamma_G =$	0,08
Součinitel citlivosti metody FORM:	$\alpha_E =$	-0,70

$$\gamma_G = \gamma_{Sd} * (1 - \alpha_E * \beta_t * \gamma_G) = 1,05 * (1 - -0,70 * 3,205 * 0,08) = 1,24 \geq 1,20 \text{ VYHOVUJE}$$

2.2. Podélník

Geometrie



Vzdálenost nosníků	$b_s =$	1,80 m
Délka nosníků	$l_s =$	3,40 m
Výška nosníku	$h_d =$	0,475 m
Plocha nosníku A		0,017 m ²

Zatížení na podélník - přehled

Zatížení			ZS	G _{charakteristická} (k)		α	Φ	γ _G	γ _Q	G _{návrhová} (d)			
Stálé	Vlastní tíha		ZS1	78,50	kN/m ³	-	-	1,24	-	97,34	kN/m ³	MPF.1.4	
	Ostatní stálé	Kolejnice	ZS2	4,90	kN/m	-	-	1,25	-	6,13	kN/m	MP4.3.6	
		Mostnice		1,90	kN/m	-	-	1,25	-	2,38	kN/m	MP4.3.6	
		Plechý střed.podl.		0,70	kN/m	-	-	1,25	-	0,88	kN/m	MP4.3.6	
		Ztužení		0,70	kN/m	-	-	1,25	-	0,88	kN/m	MP4.3.6	
Proměnné	Hlavní	LM71	Q _{vk,LM71}	ZS3	250,00	kN	1,00	1,66	-	1,30	538,56	kN	MP4.3.13
			q _{vk,LM71}		80,00	kN/m	1,00	1,66	-	1,30	172,34	kN/m	MP4.3.13
		Odstřed. síly LM71	ZS4	viz níže	kN/m'	1,00	-	-	1,30	prom.	kN/m'	MP4.3.13	
		Boční ráz	ZS5	100,00	kN	1,00	-	-	1,30	130,00	kN	MP4.3.13	
		Brzdné síly	ZS6	20,00	kN/m'	1,00	-	-	1,30	26,00	kN/m'	MP4.3.13	
		Rozjezdové síly	ZS7	33,00	kN/m'	1,00	-	-	1,30	42,90	kN/m'	MP4.3.13	
	Vedlejší	Vítr	ZS8	viz níže	kN/m ²	-	-	-	1,35	prom.	kN/m ²	MP4.3.30	
		Oteplení kon.	ZS9	viz níže	Δ°C	-	-	-	1,50	prom.	Δ°C		
		Ochlazení kon.	ZS10	viz níže	Δ°C	-	-	-	1,50	prom.	Δ°C		

2.2.1 Zatížení stálé

ZS1 - Vlastní tíha

Plocha podélníku A =	0,017 m ²		
Tíha prvku normová /m	1,37 kN/m		
$M1 = 0.125 \cdot q \cdot L \cdot L =$	1,97 kNm	$Q1 = 0.5 \cdot q \cdot L =$	2,32 kN

ZS2 - Ostatní stálé

Přetížení podélníků od železničního svršku:

$$\text{Kolejn., upevn., uheln.: } G_k = g_k / b_z = 4,90 / 2,00 = 2,45 \text{ kN/m}$$

$$\text{Mostnice } G_m = g_m / b_z = 1,90 / 2,00 = 0,95 \text{ kN/m}$$

$$\text{Plechý střed.podl. } G_p = g_p / b_z = 0,70 / 2,00 = 0,35 \text{ kN/m}$$

$$\text{Ztužení } G_s = g_s / b_z = 0,70 / 2,00 = 0,35 \text{ kN/m}$$

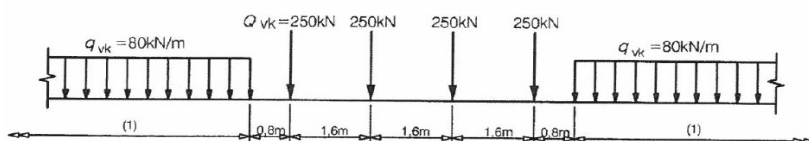
$$\text{Svršek celkem: } G_s = \mathbf{4,10 \text{ kN/m}}$$

$$M2 = 0.125 \cdot q \cdot L \cdot L = 5,9 \text{ kNm} \quad Q2 = 0.5 \cdot q \cdot L = 7,0 \text{ kN}$$

2.2.2 Zatížení proměnné

ZS3 - LM71

Zatížení uvažováno dle ČSN EN 1991-2



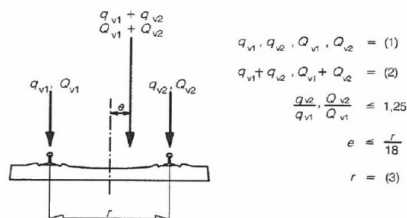
• použití zatížení dopravou

- dle čl. 6.8.1 v ČSN EN 1991-2
- poloha koleje na mostě je stanovena tímto projektem
- ve statickém výpočtu je uvažováno s maximálním vychýlením osy koleje od osy podélníků v hodnotě 200 mm

• excentricita svislých zatížení (pouze pro LM-71)

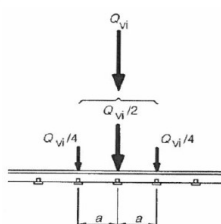
- dle čl. 6.3.5 v ČSN EN 1991-2
- účinek příčného posunutí svisl.zat.se musí uvažovat poměrem kol. zatížení u všech náprav až do poměru 1:25 : 1,(

Pro příčnou vzdálenost mezi kolovými zatíženími $r=1435$ mm činí výsledná excentricita $e=r/18=1435/18=79,72$ mm



• roznos zatížení na 3 podpory

- dle čl. 6.3.6.1 v ČSN EN 1991-2



• výsledné hodnoty svislých sil zohledňující normu ČSN EN 1991-2 A MP S30135/2015-O13 při $e_{skt}=280\text{mm}$

$e_{skt}=280\text{mm}$	$Q_{LM71,k,1}= 165,00 \text{ kN}$	vnější podlélník-66%	na 3 podpory	$Q_{LM71,k,1}/2= 82,50 \text{ kN}$
	$Q_{LM71,k,2}= 85,00 \text{ kN}$	vnitřní podlélník-34%		$Q_{LM71,k,2}/2= 42,50 \text{ kN}$
	$q_{LM71,k,1}= 52,8 \text{ kN/m}$	vnější podlélník-66%		$Q_{LM71,k,1}/4= 41,25 \text{ kN}$
	$q_{LM71,k,2}= 27,2 \text{ kN/m}$	vnitřní podlélník-34%		$Q_{LM71,k,2}/4= 21,25 \text{ kN}$

ZS4 - Odstřed. síly LM71

Pozn.: svislý účinek odstředivé síly je bez redukce od převýšení koleje (v souladu s 6.5.1(3)P v ČSN EN 1991-2)

$$Q_{tk,LM71} = \frac{V^2}{127 \cdot r} \cdot f_{LM71} \cdot \alpha \cdot Q_{vk,LM71} = \frac{60^2}{127 \cdot 273} \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 250,00 = \mathbf{25,96 \text{ kN}}$$

$$q_{tk,LM71} = \frac{V^2}{127 \cdot r} \cdot f_{LM71} \cdot \alpha \cdot q_{vk,LM71} = \frac{60^2}{127 \cdot 273} \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 80,00 = \mathbf{8,31 \text{ kN/m}}$$

Odstředivá síla (směr X) - vodorovná síla na 1 podlélník

Rozdělení na 3 kolejnicové podpory: $f_{LM71} = 1,00$ (EN 1991-2, 6.5.1 Tabulka 6.7)

$$0,5Q_{tk,LM71}/2 = \mathbf{6,49 \text{ kN}}$$

$$Q_{tk,LM71,k1}/4 = \mathbf{3,24 \text{ kN}}$$

$$q_{tk,LM71} = \mathbf{4,15 \text{ kN/m}} \quad \text{Pozn.: Rozhodující bodové zatížení}$$

Odstředivá síla (směr X) - svislá síla na 1 podlélník

Excentricita zatížení k těžišti podlélníku:

$$e = 1,8 + 0,46 + 0,475/2 = \mathbf{2,5m}$$

Zatížení na podlélníky -bodové \quad Vzdálenost podlélníků $l_p = 1,80 \text{ m}$

$$n_z = e \cdot Q_{tk,LM71,k1} = 2,50 \cdot 25,96 = \mathbf{64,9 \text{ kNm}}$$

$$Q_z = Q_{mz}/l_p = 64,90 / 1,80 = \mathbf{36,1 \text{ kN}}$$

Rozdělení na 3 kolejnicové podpory:

$$Q_z/2 = \mathbf{18 \text{ kN}}$$

$$Q_z/4 = \mathbf{9,01 \text{ kN}}$$

Zatížení na podlélníky - spojitě \quad Vzdálenost podlélníků $l_p = 1,80 \text{ m}$

$$q_{mz} = e \cdot q_{tk,LM71} = 2,40 \cdot 8,31 = \mathbf{19,9 \text{ kNm/m'}}$$

$$q = q_{mx}/l_p = 19,94 / 1,80 = \mathbf{11,1 \text{ kN/m}}$$

Pozn.: Rozhodující bodové zatížení

ZS5 - Boční ráz

Boční ráz (EN 1991-2, 6.5.2): -v úrovni temene kolejnice

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

Boční ráz (směr X) - vodorovná síla na 1 podlélník

Rozdělení na 3 kolejnicové podpory a 2 podlélníky:

$$Q'_{sk,LM71,k1}/2 = \mathbf{25 \text{ kN}}$$

$$Q'_{sk,LM71,kl}/4 = 12,5 \text{ kN}$$

Bočný ráz (směr X) - svislá síla na 1 podélník

Excentricita zatížení k těžišti podélníku:

$$e = 0,46 + 0,475/2 = 0,7 \text{ m}$$

Zatížení na podélníky -bodové Vzdálenost podélníků $l_p = 1,80 \text{ m}$

$$Q_{mz} = e \cdot Q_{sk} = 0,70 \cdot 100,0 = 70 \text{ kNm}$$

$$Q_z = Q_{mz}/l_p = 70,00 / 1,80 = 38,9 \text{ kN}$$

Rozdělení na 3 kolejnicové podpory:

$$Q_z/2 = 19,4 \text{ kN}$$

$$Q_z/4 = 9,72 \text{ kN}$$

ZS6 - Brzdné síly

Brzdné síly (EN 1991-2, 6.5.3): -v úrovni temene kolejnice v podélném směru

$$Q'_{lbk} = \alpha \cdot q_{lbk} = 1,00 \cdot 20,00 = 20,00 \text{ kN/m}$$

$$Q'_{lbk}/2 = 10 \text{ kN/m} \text{ zatížení na jeden podélník}$$

ZS7 - Rozjezdové síly

Rozjezdové síly (EN 1991-2, 6.5.3): -v úrovni temene kolejnice v podélném směru

$$Q'_{lak} = \alpha \cdot q_{lak} = 1,00 \cdot 33,00 = 33,00 \text{ kN/m}$$

$$Q'_{lak} \cdot L_{a,b} = 33,00 \cdot 34,00 = 1122 \text{ kN}$$

$$Q'_{lak}/2 = 16,5 \text{ kN/m} \text{ zatížení na jeden podélník}$$

$$\text{Podmienka: } Q'_{lak} \cdot L_{a,b} \leq 1000 \text{ kN} \rightarrow \max. L_{a,b} = 30,3 \text{ m}$$

Omezení max. hodnoty $Q'_{lak} \cdot L_{a,b} = 1000 \text{ kN}$

$$Q'_{lak} = 1000 / L_{a,b} = 1000 / 34,00 = 29,4 \text{ kN/m}$$

$$Q'_{lak}/2 = 14,7 \text{ kN/m} \text{ zatížení na jeden podélník}$$

Pozn.: Účinky brzdných a rozjezdových síl budou zanedbány (na posudek podélníků nemají vliv)

ZS8 - Vítr

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

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 1,00 \cdot 1,00 \cdot 25,00 = 25 \text{ m/s}$$

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

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

$$v_{b,0} = 25 \text{ m/s} \quad (\text{EN 1991-1-4, příloha, mapa vět. oblastí, oblast II})$$

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

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 25,00^2 = 0,39 \text{ kN/m}^2$$

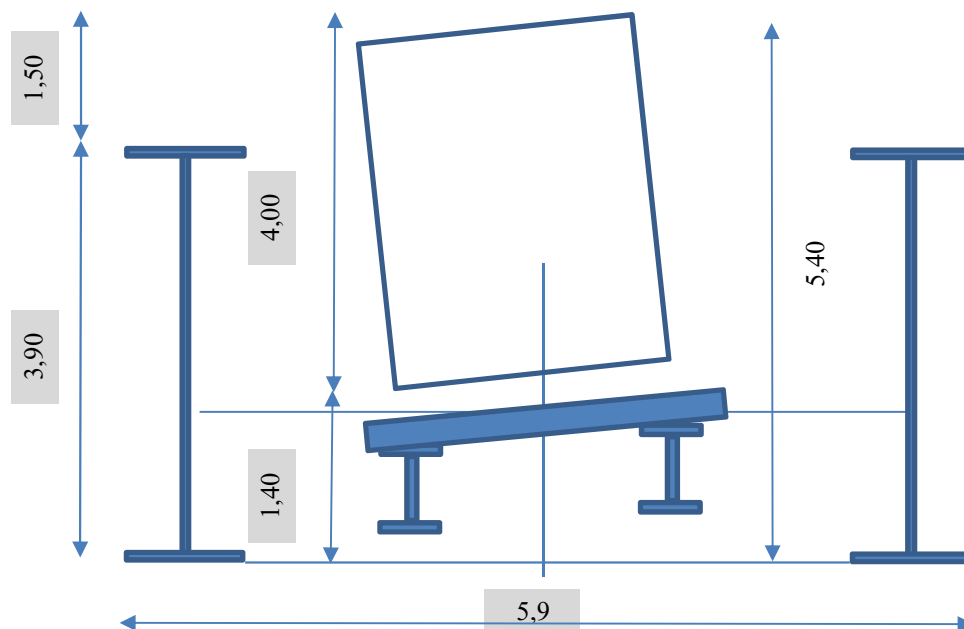
$$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3 \quad (\text{EN 1991-1-4, 4.5})$$

Referenční výška nad terénem:

$$h_e = h' + d_{\text{tot}} = 5,50 + 5,40 = 10,90 \text{ m}$$

$$h' = 5,50 \text{ m}$$

PŘÍČNÝ ŘEZ



Příčný vítr (směr X) - svislá síla na podélník

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

$$b_w = 5,90 \text{ m} \quad d_{\text{tot}} = 5,40 \text{ m} \quad b_w/d_{\text{tot}} = (5,90 / 5,40) = 1,09$$

$$C = 6,18$$

Síla od větru I (EN 1991-1-4, 8.3.2):

$$q_w = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot d_{\text{tot}} = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 25,00^2 \cdot 6,18 \cdot 4,00 = 9,66 \text{ kN/m'}$$

$$h_v = 4,00 \quad (\text{uvažována výška plochy vlaku pro výpočet svislých sil na podélník})$$

Excentricita zatížení k těžišti podélníku:

$$e = 4/2 + 0,46 + 0,475/2 = 2,7 \text{ m}$$

$$q_{mx} = e \cdot q_w = 2,70 \cdot 9,66 = 26,1 \text{ kNm/m'}$$

$$\text{Zatížení na podélníky} \quad \text{Vzdálenost podélníků } l_p = 1,80 \text{ m}$$

$$q = q_{mx}/l_p = 26,07 / 1,80 = 14,5 \text{ kN/m}$$

Příčný vítr (směr X) - vodorovná síla na podélník

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

$$b_w = 5,90 \text{ m} \quad d_{\text{tot}} = 5,40 \text{ m} \quad b_w/d_{\text{tot}} = (5,90 / 5,40) = 1,09$$

$$C = 6,18$$

Síla od větru I (EN 1991-1-4, 8.3.2):

$$q_w = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot d_{\text{tot}} = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 25,00^2 \cdot 6,18 \cdot 0,48 = 1,15 \text{ kN/m'}$$

$$h_v = 0,48 \quad (\text{uvažována výška plochy podélníku})$$

ZS9 - Oteplení kon.

Pozn.: Účinky oteplení konstrukce budou zanedbány (na posudek podélníků nemají vliv)

ZS10 - Ochlazení kon.

Pozn.: Účinky ochlazení konstrukce budou zanedbány (na posudek podélníků nemají vliv)

ZS11 - Aerodynamické zatížení od projíždějících vlaků

Pozn.: Neuvažuje se z důvodu nízké rychlosti, $V=60\text{km/h}$

ZS12 - Vykolejení a jiná zatížení železničních mostů

Pozn.: Tenhle statický přepočet určuje pouze zatížitelnost podélníků. Dle MP se zatížitelnost pro tato zatížení neurčuje

Pozn.: K překlopení mostu jako celku nedojde (most s dolní mostovkou). K poškození OK mostu také nedojde z důvodu existence pojistných úhelníků na mostě a v jeho výběžích (poškozeny mohou být případně mostnice).

3. Kombinace zatížení

3.1. Výpis zatežovacích stavů

ZS1 - Vlastní tíha

ZS2 - Ostatní stálé

ZS3 - LM71

ZS4 - Odstřed. síly LM71

ZS5 - Boční ráz

ZS6 - Brzdné síly

ZS7 - Rozjezdové síly

ZS8 - Vítr

ZS9 - Oteplení kon.

ZS10 - Ochlazení kon.

3.2. Výpis sestav zatížení (EN 1991-2, Tabulka 6.11)

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	NEUVAŽUJE SE							boční stabilita s "nezatížený m vlakem"

3.3. Výpis součinitelů ψ (EN 1990 e2, Tabulka A2.3)

Zatížení		ZS	Ozn.	Popis	Součinitelé komb.		
					ψ_0	ψ_1	ψ_2
Hlavní	Doprava	ZS3,ZS4,ZS6	gr11	LM71 + max podélné	0,8	0,8	0
		ZS3,ZS4,ZS5	gr12	LM71 + max příčné	0,8	0,8	0
		ZS6	gr13	brzdné a rozjezdové síly	0,8	0,8	0
		ZS5	gr14	odstředivé síly, boční ráz	0,8	0,8	0
Vedlejší	Vítr	ZS8	F _{vk}	vítr	0,75	0,5	0
	Teplota	ZS9,ZS10	T _k	oteplení, ochlazení	0,6	0,6	0,5
	Sníh	-	Q _{sn,k}	sníh	0,8	0	0

3.3. Pravidla pro sestavování kombinací

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

$$K_{6.10a} = \Sigma \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{0,1} \cdot Q_{k,1} + \Sigma \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$K_{6.10a} = \Sigma \gamma_{G,j} \cdot \text{stálá} + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{0,1} \cdot \text{hlavní proměnná} + \Sigma \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot \text{vedlejší proměnná}$$

$$K_{6.10b} = \Sigma \xi \cdot \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \Sigma \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$K_{6.10b} = \Sigma \xi \cdot \gamma_{G,j} \cdot \text{stálá} + \gamma_{Q,1} \cdot \text{hlavní proměnná} + \Sigma \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot \text{vedlejší proměnná}$$

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

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

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

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

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

4. Výstup sil působících na konstrukci

4.1. Podélník

4.1.1 Vnitřní síly dle zatežovacích stavů (včetně součinitelů $\alpha; \Phi$)

Řez				1-1			6-6			
Zatížení		ZS	γ_G, γ_Q	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kN]
Stále	Vlastní tíha	ZS1	1,24	0,00	0,00	2,32	0,00	0,00	1,97	0,00
	Ostatní stálé	ZS2	1,25	0,00	0,00	6,97	0,00	0,00	5,92	0,00
Proměnné	Hlavní	LM71	ZS3	1,30	0,00	0,00	361,90	39,60	0,00	252,92
		Odstřed. síly LM71	ZS4	1,30	0,00	9,12	71,01	10,40	0,00	55,05
		Boční ráz	ZS5	1,30	0,00	19,25	22,27	10,80	0,00	26,95
		Brzdné síly	ZS6	1,30	34,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Vedlejší	Rozjezdové síly	ZS7	1,30	50,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Vítr	ZS8	1,35	0,00	1,04	24,65	4,90	0,00	20,95
		Oteplení kon.	ZS9	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Ochlazení kon.	ZS10	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

4.1.2. Kombinace vnitřních sil

Řez				1-1			6-6			
Kombinace			rozhod zatížení	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kN]
MS únosnosti	Základní kombinace (EN 1990, 6.4.3.2, 6.10a)	K _{1,1}	gr11	52,00	15,81	461,43	57,17	0,00	336,75	7,09
		K _{1,2}	gr11	52,00	15,81	461,43	57,17	0,00	336,75	7,09
		K _{1,3}	gr12	26,00	30,56	509,93	68,19	0,00	379,39	13,70
		K _{1,4}	gr12	26,00	30,56	509,93	68,19	0,00	379,39	13,70
	Základní kombinace (EN 1990, 6.4.3.2, 6.10b)	K _{2,1}	gr11	65,00	19,49	565,91	70,22	0,00	411,69	8,74
		K _{2,2}	gr11	65,00	19,49	565,91	70,22	0,00	411,69	8,74
		K _{2,3}	gr12	32,50	37,93	626,54	84,00	0,00	464,99	17,01
		K _{2,4}	gr12	32,50	37,93	626,54	84,00	0,00	464,99	17,01
MS Použitelnosti	Charakteristická kombinace (EN 1990, 6.5.3, 6.14b)	K _{char,1}	gr11	50,00	14,97	436,31	53,88	0,00	317,53	6,71
		K _{char,2}	gr11	50,00	14,97	436,31	53,88	0,00	317,53	6,71
		K _{char,3}	gr12	25,00	29,15	482,95	64,48	0,00	358,53	13,07
		K _{char,4}	gr12	25,00	29,15	482,95	64,48	0,00	358,53	13,07
	Kvazistálá kombinace (EN 1990, 6.5.3, 6.16a)	K _{kvaz,1}	Otep.	0,00	0,00	9,29	0,00	0,00	7,90	0,00
		K _{kvaz,2}	Ochlaz.	0,00	0,00	9,29	0,00	0,00	7,90	0,00

4.1.2. Vnitřní síly pro určení zatížitelnosti podélníků

Řez		1-1			6-6			
Druh namáhání: gr12		N _{Ed} [kN]	V _{y,Ed} [kN]	V _{z,Ed} [kN]	V _{z,Ed} [kN]	M _{x,Ed} [kNm]	M _{y,Ed} [kNm]	M _{z,Ed} [kNm]
Vnitřní síly (celkovo)		65,00	37,93	626,54	84,00	0,00	464,99	17,01
Vnitřní síly (od modelu LM71)" _{LM71} "		65,00	36,88	591,73	79,04	0,00	435,40	16,54
Vnitřní síly (ostatní zatížení mimo LM71)" _{rs} "		0,00	1,05	34,81	4,96	0,00	29,59	0,48

5. Posouzení prvků OK na MSU

- Při posudku je uvažováno s ořezáváním profilů (snížení statických parametrů průřezů) dle vizuálního hodnocení mostu podle protokolu o podrobné prohlídce mostu ze dne 03.04.2019
- Při výpočtu tažených a ohýbaných prvků je uvažováno s oslabením průřezu otvory pro nýty
- Posouzení podélníku je provedeno pouze pružně

5.1. Podélník (stávající stav)

5.1.1. Geometrie průřezu

$$b_{f1} = 0,220 \text{ m}$$

$$\phi_{nyt} = 0,020 \text{ m}$$

$$t_{f1} = 0,010 \text{ m}$$

$$c_{f1} = 0,050 \text{ m}$$

$$h_w = 0,450 \text{ m}$$

$$c_{f2} = 0,050 \text{ m}$$

$$t_w = 0,010 \text{ m}$$

$$c_w = 0,291 \text{ m}$$

$$b_{f2} = 0,220 \text{ m}$$

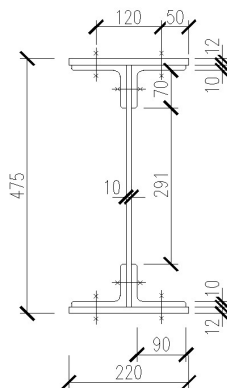
$$t_{f2} = 0,010 \text{ m}$$

$$b_{Lh} = 0,100 \text{ m}$$

$$t_{Lh} = 0,010 \text{ m}$$

$$b_{Ld} = 0,100 \text{ m}$$

$$t_{Ld} = 0,010 \text{ m}$$



PÁSNICE	class 2: $\epsilon < c/t \leq 14\epsilon$	2	$1,01 < 5,00 \leq 14,2$
f1...	class 3: $14\epsilon < c/t \leq 20\epsilon$	0	$14,15 < 5,00 \leq 20,22$
TŘÍDA		2	
PÁSNICE	class 2: $\epsilon < c/t \leq 14\epsilon$	2	$1,01 < 5,00 \leq 14,15$
f2...	class 3: $14\epsilon < c/t \leq 20\epsilon$	0	$14,15 < 5,00 \leq 20,22$
TŘÍDA		2	

5.1.2 Zatřídění průřezu

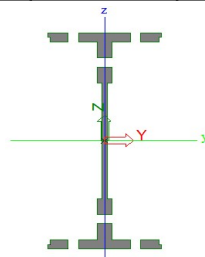
Stojina: $\rightarrow c_w/t_w = 29,10 \rightarrow$ třída 2 (tlak)	STOJINA	class 2: $\epsilon < c/t \leq 45\epsilon$	2	$1,01 < 29,10 \leq 45,49$
Pásnice: $\rightarrow (c_{f1}/t_{f1}) = 5,00 \rightarrow$ třída 2 (tlak)	w...	class 3: $45\epsilon < c/t \leq 50\epsilon$	0	$45,49 < 29,10 \leq 50,54$
$\rightarrow (c_{f2}/t_{f2}) = 5,00 \rightarrow$ třída 2 (tlak)		TŘÍDA	2	
$\epsilon = 1,011$		TŘÍDA 2		

- Dle MP S30135/2015 jsou nýtované průřezy posuzovány pouze pružně i v případě průřezů třídy 2

5.1.3. Průřezové charakteristiky

Průřezové charakteristiky		
A	1,371E-02	m ²
A _{V,y}	6,831E-03	m ²
A _{V,z}	5,935E-03	m ³
I _y	4,957E-04	m ⁴
W _{y,el}	2,105E-03	m ³
i _y	1,902E-01	m
I _z	2,761E-05	m ⁴
W _z	2,510E-04	m ³
i _z	4,487E-02	m

Materiál- Ocel splavkova		
E	200000	MPa
G	76923	MPa
f _{yk}	230	MPa
f _{uk}	360	MPa
v	0,3	-



Parciálne súčinitele

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

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

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

5.1.4. Vnitřní síly pro určení zatížitelnosti podélníků

Řez	1-1			6-6			
Druh namáhání	N _{Ed} [kN]	V _{y,Ed} [kN]	V _{z,Ed} [kN]	V _{z,Ed} [kN]	M _{x,Ed} [kNm]	M _{y,Ed} [kNm]	M _{z,Ed} [kNm]
Vnitřní síly (celkovo)	65,00	37,93	626,54	84,00	0,00	464,99	17,01
Vnitřní síly (od modelu LM71)" _{LM71} "	65,00	36,88	591,73	79,04	0,00	435,40	16,54
Vnitřní síly (ostatní zatížení mimo LM71)" _{rs} "	0,00	1,05	34,81	4,96	0,00	29,59	0,48

5.1.5. Posouzení ocelového profilu na MSÚ dle ČSN EN 1993-1-1**Tah/Prostý tlak**

$$N_{c,Rd} = A_a \times f_y / \gamma_{M0}$$

$$= 2867 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} / N_{c,Rd} = 2 \% \rightarrow \text{Vyhovuje} \quad (\text{využití průřezu})$$

Ohyb (průřez 6-6-k interakci ze smykem nedochází)

$$M_{Rd,y} = W_y \times f_y / \gamma_{M0}$$

$$M_{el,Rd,y} = 440 \text{ kNm} \quad (\text{pružné ověření pro všechny třídy průřezů})$$

$$M_{y,Ed} / M_{el,Rd,y} = 106 \% \text{ NEVYHOVUJE} \quad (\text{využití průřezu})$$

$$M_{Rd,z} = W_z \times f_y / \gamma_{M0}$$

$$M_{el,Rd,z} = 52 \text{ kNm} \quad (\text{pružné ověření pro všechny třídy průřezů})$$

$$M_{z,Ed} / M_{el,Rd,z} = 32 \% \rightarrow \text{Vyhovuje} \quad (\text{využití průřezu})$$

Smyk pružne (průřez 1-1-konzervativne uvažujem jenom stojinu a zanedbávam zesilující konzolu)

Boulení při smyku:

$$h_w / t \leq 72 \varepsilon / \eta \rightarrow \text{Nebouli} \quad \eta = 1$$

$$45 < 60,6 \rightarrow \text{Nebouli}$$

$$V_{el,Rd,z} = h_w \times t_w \times (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$$

$$V_{el,Rd,z} = 543 \text{ kN}$$

$$V_{el,Rd,y} = 531 \text{ kN}$$

$$V_{z,Ed} / V_{el,Rd,z} = 115 \% \text{ NEVYHOVUJE}$$

$$V_{y,Ed} / V_{el,Rd,y} = 7 \% \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$V_{bw,Rd,z} = \chi_w \times h_w \times t_w \times (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M1}$$

$$\chi_w = 1,2 \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, tabulka 5.1})$$

$$V_{bw,Rd,z} = 598 \text{ kN}$$

$$V_{z,Ed} / V_{bw,Rd,z} = 105 \% \text{ NEVYHOVUJE}$$

5.1.6. Výpočet zatížitelnosti dle MP S30135/2015-O13**Vztahy pro určení zatížitelnosti (A.2.2.11):**

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

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

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

Ověření smykové síly pro $Z_{LM71}=1,0$ (řez 1-1):

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{pl,Rd} \leq 0,50 \quad (\text{podmínka})$$

$$\eta_3 = 0,15 < 0,50 \quad \blacktriangleright \dots \text{normálová únosnost bez vlivu smyku}$$

$$\eta_3^- = V_{Ed} / V_{bw,Rd} \leq 0,50 \quad (\text{podmínka})$$

$$\eta_3^- = 0,14 < 0,50 \quad \blacktriangleright \dots \text{normálová únosnost bez vlivu smyku}$$

Posouzení zatížitelnosti - ohyb (řez 1-1):

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

$$\eta_{1,rs} = 0,0 / 2867 + 29,6 / 440 + 0,48 / 52$$

$$\eta_{1,rs} = 0,08$$

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

$$\eta_{1,LM71} = 65,0 / 2867 + 435 / 440 + 16,54 / 52$$

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

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

$$Z_{LM71} = 1 - 0,08 / 1,33$$

$$Z_{LM71} = \underline{0,70} < 1,00 \quad \blacktriangleright \dots \text{zatížitelnost NEVYHOVUJE}$$

Ověření smykové síly pro reálné Z_{LM71} (řez 1-1):

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

$$V_{Ed} = \underline{0,70} \times 79,04 + 4,96$$

$$V_{Ed} = 59,979 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{pl,Rd} \leq 0,50 \quad (\text{podmínka})$$

$$\eta_3 = 0,11 < 0,50 \quad \blacktriangleright \dots \text{normálová únosnost bez vlivu smyku}$$

$$\eta_3^- = V_{Ed} / V_{bw,Rd} \leq 0,50 \quad (\text{podmínka})$$

$$\eta_3^- = 0,1 < 0,50 \quad \blacktriangleright \dots \text{normálová únosnost bez vlivu smyku}$$

Posouzení zatížitelnosti - smyk (řez 6-6):

$$Z_{LM71} = (V_{y,Rd} - V_{y,rs}) / V_{y,LM71}$$

$$Z_{LM71} = (543 - 34,8) / 591,73$$

$$Z_{LM71} = \underline{0,86} < 1,00 \quad \blacktriangleright \dots \text{zatížitelnost NEVYHOVUJE}$$

5.1.7. Posouzení přechodnosti dle MP S30135/2015-O13 -(C3/60)

○ Porovnání hodnot statických účinků zvislého zatížení dopravou je provedeno pomocí příčinkových čar M,Q,A na prostém nosníku

Vztahy pro určení přechodnosti:

$$Z_{LM71} \geq \Psi \lambda_{LM71}$$

$$L_{\Phi} = 6,40 \text{ m}$$

$$\varphi_{T1} = 1,64 \quad (\text{dynamický součinitel pro standardne udržovanou kolej 60km/h})$$

$$\Phi_3 = 1,66 \quad (\text{dynamický součinitel pro standardne udržovanou kolej -zatežovací schéma LM71})$$

$$\Psi = 0,99$$

Posouzení přechodnosti- ohyb:

$$M_{y,LM71,Ed} = 255,57 \text{ kNm} \quad (\text{hodnota určena pomocí příčinkových čar na prostém nosníku})$$

$$M_{y,C3,Ed} = 183,82 \text{ kNm} \quad (\text{hodnota určena pomocí příčinkových čar na prostém nosníku})$$

$$\lambda_{LM71} = M_{y,C3,Ed} / M_{y,LM71,Ed} = 183,82 / 255,57 = 0,72$$

$$\Psi \lambda_{LM71} = 0,71$$

$$Z_{LM71} = \underline{0,69} < \underline{0,71} = \Psi \lambda_{LM71} \quad \blacktriangleright \dots \text{přechodnost NEVYHOVUJE}$$

Posouzení přechodnosti- smyk:

$$V_{z,LM71,Ed} = 397,06 \text{ kNm} \quad (\text{hodnota určena pomocí příčinkových čar na prostém nosníku})$$

$$V_{z,C3,Ed} = 294,12 \text{ kNm} \quad (\text{hodnota určena pomocí příčinkových čar na prostém nosníku})$$

$$\lambda_{LM71} = V_{z,C3,Ed} / V_{z,LM71,Ed} = 294,12 / 397,06 = 0,74$$

$$\Psi \lambda_{LM71} = 0,73$$

$$Z_{LM71} = \underline{0,86} > \underline{0,73} = \Psi \lambda_{LM71} \quad \blacktriangleright \dots \text{přechodnost VYHOVUJE}$$

Stávající profil podélníků je NEVYHOVUJÍCÍ z hlediska zatížitelnosti i přechodnosti pro TZZ C3/60!!

Stávající pásnice podélníků budou demontovány a nahrazeny novými profily!!!

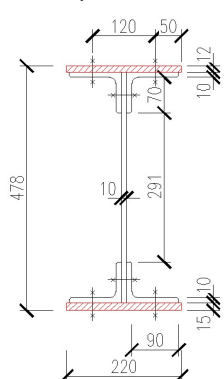
Pro zajištění přechodnosti podelníků pro TZZ C3/60 navrhuji výměnu pásnic podelníků. Horní pásnice bude nahrazena profilem P12x220 z oceli S 235 J2+N. Spodní pásnice bude nahrazena profilem P15x220 z oceli S 235 J2+N. Spojení pásnic s uhlíky bude provedeno pomocí HRC šroubů D=20mm ve stávajících polohách nýtu.

5.2. Podélník (nový stav)

5.2.1. Geometrie průřezu

$$b_{f1} = 0,220 \text{ m}$$
$$\phi_{\text{nvt}} = 0,020 \text{ m}$$
$$t_{f1} = 0,012 \text{ m}$$
$$h_w = 0,450 \text{ m}$$
$$t_{\text{acc}} = 0,010 \text{ m}$$
$$h_m = 0,220 \text{ m}$$
$$t = 0.015 \text{ m}$$
$$b = 0.100 \text{ m}$$
 $t_{\text{LH}} = 0.010 \text{ m}$ $1 - 0.100 = 0.900$ m

0.010 m

 $t_{Ld} = 0,010 \text{ s}$ 
$$c_{f1} = 0,050 \text{ m}$$
$$c_{f2} = 0,050 \text{ m}$$
$$c_w = 0,291 \text{ m}$$

PÁSNICE	class 2: $\varepsilon < c/t \leq 14\varepsilon$	2	$1,01 < 4,17 \leq 14,2$
fl...	class 3: $14\varepsilon < c/t \leq 20\varepsilon$	0	$14,15 < 4,17 \leq 20,22$
	TŘÍDA	2	

PÁSNICE	class 2: $\varepsilon < c/t \leq 14\varepsilon$	2	$1,01 < 3,33 \leq 14,15$
f2...	class 3: $14\varepsilon < c/t \leq 20\varepsilon$	0	$14,15 < 3,33 \leq 20,22$
	TŘÍDA	2	

5.2.2 Zatřídění průřezu

Stojina: $\rightarrow c_w/t_w = 29,10 \rightarrow \text{trída } 2$ (tlak)

STOJINA	class 2: $\varepsilon < c/t \leq 45\varepsilon$	2	$1,01 < 29,10 \leq 45,49$
---------	---	---	---------------------------

Pásnice: $\rightarrow (c_{fl}/t_{fl}) = 4,17 \rightarrow \text{trída } 2 \text{ (tlak)}$

w...	class 3: $45\epsilon < c/t \leq 50\epsilon$	0	$45,49 < 29,10 \leq 50,54$
0	0	0	0
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	0
5	0	0	0
6	0	0	0
7	0	0	0
8	0	0	0
9	0	0	0
10	0	0	0
11	0	0	0
12	0	0	0
13	0	0	0
14	0	0	0
15	0	0	0
16	0	0	0
17	0	0	0
18	0	0	0
19	0	0	0
20	0	0	0
21	0	0	0
22	0	0	0
23	0	0	0
24	0	0	0
25	0	0	0
26	0	0	0
27	0	0	0
28	0	0	0
29	0	0	0
30	0	0	0
31	0	0	0
32	0	0	0
33	0	0	0
34	0	0	0
35	0	0	0
36	0	0	0
37	0	0	0
38	0	0	0
39	0	0	0
40	0	0	0
41	0	0	0
42	0	0	0
43	0	0	0
44	0	0	0
45	0	0	0
46	0	0	0
47	0	0	0
48	0	0	0
49	0	0	0
50	0	0	0
51	0	0	0
52	0	0	0
53	0	0	0
54	0	0	0
55	0	0	0
56	0	0	0
57	0	0	0
58	0	0	0
59	0	0	0
60	0	0	0
61	0	0	0
62	0	0	0
63	0	0	0
64	0	0	0
65	0	0	0
66	0	0	0
67	0	0	0
68	0	0	0
69	0	0	0
70	0	0	0
71	0	0	0
72	0	0	0
73	0	0	0
74	0	0	0
75	0	0	0
76	0	0	0
77	0	0	0
78	0	0	0
79	0	0	0
80	0	0	0
81	0	0	0
82	0	0	0
83	0	0	0
84	0	0	0
85	0	0	0
86	0	0	0
87	0	0	0
88	0	0	0
89	0	0	0
90	0	0	0
91	0	0	0
92	0	0	0
93	0	0	0
94	0	0	0
95	0	0	0
96	0	0	0
97	0	0	0
98	0	0	0
99	0	0	0

$\rightarrow (c_{f2}/t_{f2}) = 3,33 \rightarrow \text{třída } 2 \text{ (tlak)}$

TŘÍDA 2

$$\varepsilon = 1,011$$

TŘÍDA 2

○ Dle MP S30135/2015 jsou nýtované průřezy posuzovány pouze pružně i v případě průřezů třídy 2

5.2.3. Průřezové charakteristiky

A	1,497E-02	m ²
A _{V,y}	4,500E-03	m ²
A _{V,z}	5,940E-03	m ³
I _y	5,657E-04	m ⁴
e _h	0,245	m
e _d	0,234	m
W _{y,el,h}	2,314E-03	m ³
W _{y,el,d}	2,423E-03	m ³
i _y	1,944E-01	m
I _z	3,279E-05	m ⁴
W _z	2,980E-04	m ³
i _z	4,680E-02	m

Materiál- Ocel splavkova		
E	200000	MPa
G	76923	MPa
f_{yk}	230	MPa
f_{uk}	360	MPa
ν	0,3	-

The diagram shows a cross-section of a reinforced concrete column. It is a rectangular section with a central vertical axis. The vertical axis is labeled 'z' at the top and bottom. A horizontal axis is labeled 'y' at the right end. A coordinate system is shown with a red arrow pointing right along the 'y' axis and a green arrow pointing up along the 'z' axis. The column is reinforced with steel bars, represented by small squares. There are four bars at the top and bottom corners, and two bars in the center of the top and bottom edges. The column is shown in a light blue color.

Parciálne súčinitele

$$\gamma_{M0} = 1,10$$
$$\gamma_{M1} = 1,20$$
$$\gamma_{M2} = 1,30$$

5.2.4. Vnitřní síly pro určení zatížitelnosti podélníků

Řez	1-1			6-6			
Druh namáhání	$N_{y,Ed}$ [kN]	$V_{y,Ed}$ [kN]	$V_{z,Ed}$ [kN]	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{x,Ed}$ [kNm]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$M_{z,Ed}$ [kNm]
Vnitřní síly (celkovo)	65,00	37,93	626,54	84,00	0,00	464,99	17,01
Vnitřní síly (od modelu LM71)" _{LM71} "	65,00	36,88	591,73	79,04	0,00	435,40	16,54
Vnitřní síly (ostatní zatížení mimo LM71)" _{rs} "	0,00	1,05	34,81	4,96	0,00	29,59	0,48

5.2.5. Posouzení ocelového profilu na MSÚ dle ČSN EN 1993-1-1 a ČSN EN 1993-2**Tah/Prostý tlak**

$$N_{c,Rd} = A_a \times f_y / \gamma_{M0}$$

$$= 3130 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} / N_{c,Rd} = 2 \% \rightarrow \text{Vyhovuje} \quad (\text{využití průřezu})$$

Ohyb (průřez 6-6-k interakci ze smykem nedochází)

$$M_{Rd,y} = W_y \times f_y / \gamma_{M0}$$

$$M_{el,Rd,y} = 507 \text{ kNm} \quad (\text{pružné ověření pro všechny třídy průřezů})$$

$$M_{y,Ed} / M_{el,Rd,y} = 92 \% \rightarrow \text{Vyhovuje} \quad (\text{využití průřezu})$$

$$M_{Rd,z} = W_z \times f_y / \gamma_{M0}$$

$$M_{el,Rd,z} = 62 \text{ kNm} \quad (\text{pružné ověření pro všechny třídy průřezů})$$

$$M_{z,Ed} / M_{el,Rd,z} = 27 \% \rightarrow \text{Vyhovuje} \quad (\text{využití průřezu})$$

Smyk pružne (průřez 1-1-konzervativne uvažujem jenom stojinu a zanedbávam zesilující konzolu)

Boulení při smyku:

$$h_w / t \leq 72 \varepsilon / \eta \rightarrow \text{Nebouli} \quad \eta = 1$$

$$45 < 60,6 \rightarrow \text{Nebouli}$$

$$V_{el,Rd,z} = h_w \times t_w \times (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$$

$$V_{el,Rd,z} = 543 \text{ kN}$$

$$V_{z,Ed} / V_{el,Rd,z} = 115 \% \quad \text{NO}$$

$$V_{el,Rd,y} = 717 \text{ kN}$$

$$V_{y,Ed} / V_{el,Rd,y} = 5 \% \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$V_{bw,Rd,z} = \chi_w \times h_w \times t_w \times (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M1}$$

$$\chi_w = 1,2 \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, tabulka 5.1})$$

$$V_{bw,Rd,z} = 598 \text{ kN}$$

$$V_{z,Ed} / V_{bw,Rd,z} = 105 \% \quad \text{NO}$$

5.2.6. Výpočet zatížitelnosti dle MP S30135/2015-O13**Vztahy pro určení zatížitelnosti (A.2.2.11):**

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

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

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

Ověření smykové síly pro $Z_{LM71}=1,0$ (řez 1-1):

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{pl,Rd} \leq 0,50 \quad (\text{podmínka})$$

$$\eta_3 = 0,15 < 0,50 \quad \blacktriangleright \dots \text{normálová únosnost bez vlivu smyku}$$

$$\eta_3^- = V_{Ed} / V_{bw,Rd} \leq 0,50 \quad (\text{podmínka})$$

$$\eta_3^- = 0,14 < 0,50 \quad \blacktriangleright \dots \text{normálová únosnost bez vlivu smyku}$$

Posouzení zatížitelnosti - ohyb (řez 1-1):

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

$$\eta_{1,rs} = 0,0 / 3130 + 29,6 / 507 + 0,48 / 62$$

$$\eta_{1,rs} = 0,07$$

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

$$\eta_{1,LM71} = 65,0 / 3130 + 435 / 507 + 16,54 / 62$$

$$\eta_{1,LM71} = 1,15$$

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

$$Z_{LM71} = 1 - 0,07 / 1,15$$

$$Z_{LM71} = \underline{0,82} < 1,00 \quad \blacktriangleright \dots \text{zatížitelnost NEVYHOVUJE}$$

Ověření smykové síly pro reálné Z_{LM71} (řez 1-1):

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

$$V_{Ed} = \underline{0,82} \times 79,04 + 4,96$$

$$V_{Ed} = 69,399 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{pl,Rd} \leq 0,50 \quad (\text{podmínka})$$

$$\eta_3 = 0,13 < 0,50 \quad \blacktriangleright \dots \text{normálová únosnost bez vlivu smyku}$$

$$\eta_3^- = V_{Ed} / V_{bw,Rd} \leq 0,50 \quad (\text{podmínka})$$

$$\eta_3^- = 0,12 < 0,50 \quad \blacktriangleright \dots \text{normálová únosnost bez vlivu smyku}$$

Posouzení zatížitelnosti - smyk (řez 6-6):

$$Z_{LM71} = (V_{y,Rd} - V_{y,rs}) / V_{y,LM71}$$

$$Z_{LM71} = (543 - 34,8) / 591,73$$

$$Z_{LM71} = \underline{0,86} < 1,00 \quad \blacktriangleright \dots \text{zatížitelnost NEVYHOVUJE}$$

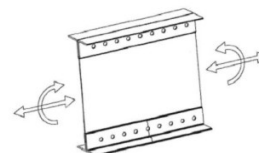
Posouzení zatížitelnosti na únavu (řez 6-6)-detail souvislého spojení krčních uhlíků a stěny nosníků

Součinitel účinku únavového zatížení γ_{Ff}	$\gamma_{Ff} =$	1,00
Součinitel únavové pevnosti	$\gamma_{Mf} =$	1,15

Součinitel účinků poškození od dopravy ($L_i = L_p = 3,4\text{m}$)	$\lambda_1 =$	1,21	(EC Mix)
Součinitel objemu dopravy	$\lambda_2 =$	0,72	($2,15 \cdot 10^6 \text{ t/kolej}$)
Součinitel návrhové životnosti mostu	$\lambda_3 =$	0,87	(50 let)
Součinitel pro konstrukční prvky zatížené více než 1 kolejí	$\lambda_4 =$	1	
Součinitel ekvivalentního poškození železničního mostu	$\lambda =$	0,755	
Největší hodnota součinitele λ	$\lambda_{\max} =$	1,4	

Charakteristická hodnota modelu LM71	$M_{LM71, char} =$	152,63 kN/m
Dynamický součinitel	$\phi_2 =$	1,44 (Pro únavu)
Minimální únosnost pro vrchní i spodní vlákna	$M_{el, Rd, y, (h-d)} =$	483,79 kN/m
$\Delta\sigma_{pLM71} = (\phi_2 * M_{LM71, char} / M_{el, Rd, y, (h-d)}) * f_{y d} =$		94,86 Mpa

Ekvivalentní rozkmit napětí	$\Delta\sigma_{E2} =$	71,663 Mpa
Charakteristická hodnota únavové pevnosti pro detail	$\Delta\sigma_C =$	85,00 Mpa



$$Z_{LM71} = (\Delta\sigma_C / \gamma_{Mf}) / \gamma_{Ff} \times \Delta\sigma_{E2}$$

$$Z_{LM71} = (85 / 1,2) / 1,00 \times 71,7$$

$$Z_{LM71} = \underline{1,03} > 1,00 \quad \blacktriangleright \dots \text{zatížitelnost VYHOVUJE}$$

5.2.7. Posouzení přechodnosti dle MP S30135/2015-O13 -(C3/60)

○ Porovnání hodnot statických účinků zvislého zatížení dopravou je provedeno pomocí příčinkových čar M,Q,A na prosté

Vztahy pro určení přechodnosti:

$$Z_{LM71} \geq \Psi \lambda_{LM71}$$

$$L_{\Phi} = 6,40 \text{ m}$$

$$\varphi_{T1} = 1,64 \quad (\text{dynamický součinitel pro standardne udržovanou kolej 60km/h})$$

$$\Phi_3 = 1,66 \quad (\text{dynamický součinitel pro standardne udržovanou kolej -zatežovací schéma LM71})$$

$$\Psi = 0,99$$

Posouzení přechodnosti- ohyb:

$$M_{y,LM71,Ed} = 255,57 \text{ kNm} \quad (\text{hodnota určena pomocí příčinkových čar na prostém nosníku})$$

$$M_{y,C3,Ed} = 183,82 \text{ kNm} \quad (\text{hodnota určena pomocí příčinkových čar na prostém nosníku})$$

$$\lambda_{LM71} = M_{y,C3,Ed} / M_{y,LM71,Ed} = 183,82 / 255,57 = 0,72$$

$$\Psi \lambda_{LM71} = 0,71$$

$$Z_{LM71} = \underline{0,82} > \underline{0,71} = \Psi \lambda_{LM71} \quad \blacktriangleright \dots \text{přechodnost VYHOVUJE}$$

Posouzení přechodnosti- smyk:

$$V_{z,LM71,Ed} = 397,06 \text{ kNm} \quad (\text{hodnota určena pomocí příčinkových čar na prostém nosníku})$$

$$V_{z,C3,Ed} = 294,12 \text{ kNm} \quad (\text{hodnota určena pomocí příčinkových čar na prostém nosníku})$$

$$\lambda_{LM71} = V_{z,C3,Ed} / V_{z,LM71,Ed} = 294,12 / 397,06 = 0,74$$

$$\Psi \lambda_{LM71} = 0,73$$

$$Z_{LM71} = \underline{0,86} > \underline{0,73} = \Psi \lambda_{LM71} \quad \blacktriangleright \dots \text{přechodnost VYHOVUJE}$$

List č. 1

TÚ: 2191 Olomouc hl. n. (m) (O. hl. n. Bělidla vč) - Krnov (mimo) DÚ: 10 Evidenční km: **20,624 km**

část mostu: podélník ,pod kolejí č.: 1

Kat. zatížitelnosti: C Výpočetní model: Prutový model

poloha na mostě ve směru staničení	na začátku	uprostřed	na konci
poloměr oblouku (m)	R=273m	R=273m	R=273m
převýšení koleje (mm)	118 mm	118 mm	118 mm
excentricita vůči ose mostu (m)	-0,351 m	0,367 m	-0,194 m

Datum zjištění zpracovaného stavu mostu orgány SŽ: 3.4.2019 ,zpracovatelem přepočtu: 7.5.2020

[illegible]

Zpracoval: Ing. Ondrej Kvašňovský