

Revize:	Datum:	Popis:	Kontroloval:
AKTUALIZACE	12/2024	Aktualizace dokumentace NTR+DSP+PDPS "Oprava trati v úseku Police nad M. - Teplice nad M."	Martin Lipenský, DiS.

D.2.1.4

TÚ 1561; DÚ 18,J1,20 Police n. Metují - Česká Metuje - Teplice n. Metují

Generální projektant:

**SPOLEČNOST PRO OPRAVU TRATI
POLICE - TEPLICE**



PRODIN A.S.
K VÁPENEC 2745 DIČ: CZ25292161
530 02 PARDUBICE IČO: 25292161

MORAVIA CONSULT Olomouc a.s.
LEGIONÁŘSKÁ 1085/8, 779 00 Olomouc
tel.: +420 585 570 444
e-mail: moravia@moravia.cz
http://www.moravia.cz



Zpracovatel části dokumentace:

Souřadnicový systém JTSK, Výškový systém Bpv

Vypracoval: Ing. Lucie Pečeňová Matějčíná		Zodp. projektant: Ing. Jiří Malina		Kontroloval: Ing. Jiří Malina																									
Kraj: Královéhradecký		Traťový úsek/Obec: Police n. Metují - Teplice n. Metují																											
Investor Správa železnic, státní organizace; Dlážděná 1003/7; 110 Praha 1																													
Akce: PROSTÁ REKONSTRUKCE TRATI V ÚSEKU POLICE NAD M. - TEPLICE NAD M. SO 20-05 - Most v ev. km 76,325			<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Formát</td> <td>xA4</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Datum</td> <td>12/2024</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Účel</td> <td>DSP+PDPS</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Č. zakázky</td> <td>31/24/1028.208</td> </tr> <tr> <td>Změna</td> <td colspan="2">Č. kopie</td> </tr> <tr> <td>Měřítko</td> <td colspan="2">1:1000</td> </tr> <tr> <td>Část dokumentace</td> <td>D.2.1.4.0</td> <td>Č. přílohy</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>3.</td> </tr> </table>			Formát		xA4	Datum		12/2024	Účel		DSP+PDPS	Č. zakázky		31/24/1028.208	Změna	Č. kopie		Měřítko	1:1000		Část dokumentace	D.2.1.4.0	Č. přílohy			3.
Formát		xA4																											
Datum		12/2024																											
Účel		DSP+PDPS																											
Č. zakázky		31/24/1028.208																											
Změna	Č. kopie																												
Měřítko	1:1000																												
Část dokumentace	D.2.1.4.0	Č. přílohy																											
		3.																											
Obsah přílohy: Statický výpočet																													

Statický přepočet - deska ZBN - OBSAH:

- 1. Základní údaje**
- 2. Podklady**
- 3. Použité normy, počítačové programy**
- 4. Schéma konstrukce**
- 5. Základní charakteristiky konstrukce**
- 6. Materiál**
- 7. Zatížení**
- 8. Výpočet vnitřních sil**
- 9. MSÚ - únosnost ocelového průřezu pro normálové napětí**
- 10. MSÚ - únosnost ocelového průřezu pro smykové napětí**
- 11. Stanovení zatížitelnosti ZBN - MSÚ**
- 12. Stanovení zatížitelnosti ZBN - MSP**
- 13. Stanovení přechodnosti**

1 Základní údaje:

Stavba: Oprava trati v úseku Police nad Metují - Teplice nad Metují
Číslo objektu: SO 20-05
Název objektu: Železniční most v ev. km 76,325
Popis objektu: Jednokolejný most v širé trati v přechodnici oblouku, prostá deska ZBN na kamenných opěrách

2 Podklady

Zpracování vycházelo z následujících podkladů:

- 3D zaměření stávajícího stavu
- kolejové řešení nového stavu - Prodin a.s.
- Stavebně technický průzkum - Kloknerův ústav ČVUT v Praze
- Archivní dokumentace
- Protokol o podrobné prohlídce r. 2018

3 Použité normy, počítačové programy

Normy a předpisy:

ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
ČSN EN 1991-2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou
ČSN EN 1991-1-4 Zásady navrhování a zatížení konstrukcí - Č.1-4 Zatížení větrem
ČSN EN 1991-1-5 Zásady navrhování a zatížení konstrukcí - Č.1-5 Zatížení teplotou
ČSN EN 1991-1-6 Zásady navrhování a zatížení konstrukcí - Č.1-6 Zatížení během provádění
ČSN EN 1993-1-1 Navrhování ocelových konstrukcí - Č.1.1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1993-1-5 Navrhování ocelových konstrukcí - Č.1.5: Boulení stěn
ČSN EN 1993-2 Navrhování ocelových konstrukcí - Č.2: Ocelové mosty
ČSN EN 1993-1-9 Navrhování ocelových konstrukcí - Č. 1-9 : Únava
ČSN EN 1994-2 Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí - Č.2: Spřažené ocelobetonové mosty
ČSN EN 1992-1-1 Navrhování betonových konstrukcí - Č. 1-1 Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1992 - 2 Navrhování betonových konstrukcí - Č.2: Betonové mosty

MVL 511 Nosné konstrukce železničních mostů se zabetonovanými ocelovými nosníky

Metodický pokyn - Určování zatížitelnosti železničních mostů SR 5 (S)

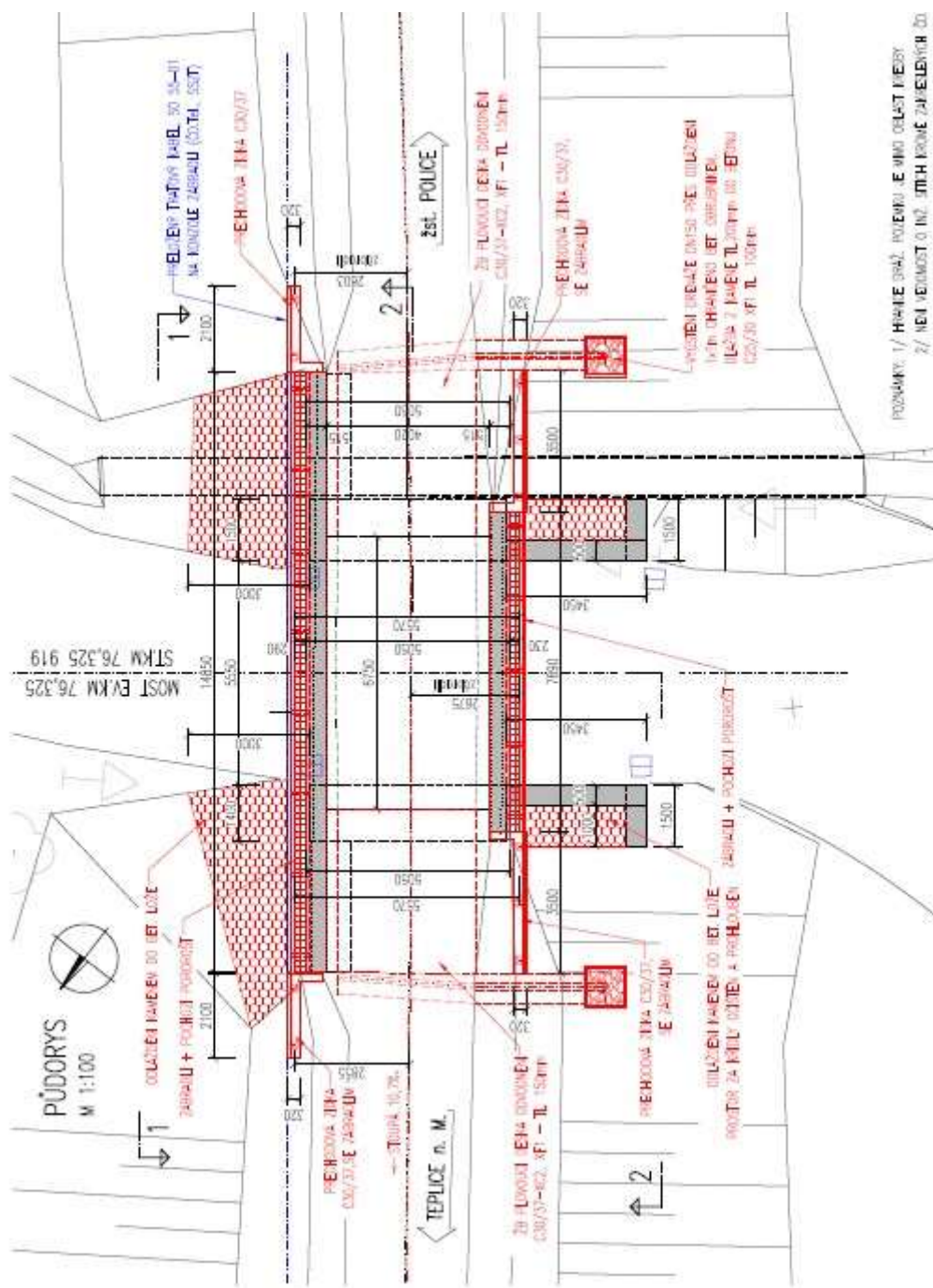
Literatura:

V. Hrdoušek a kol. - Navrhování bet. mostů podle norem ČSN EN

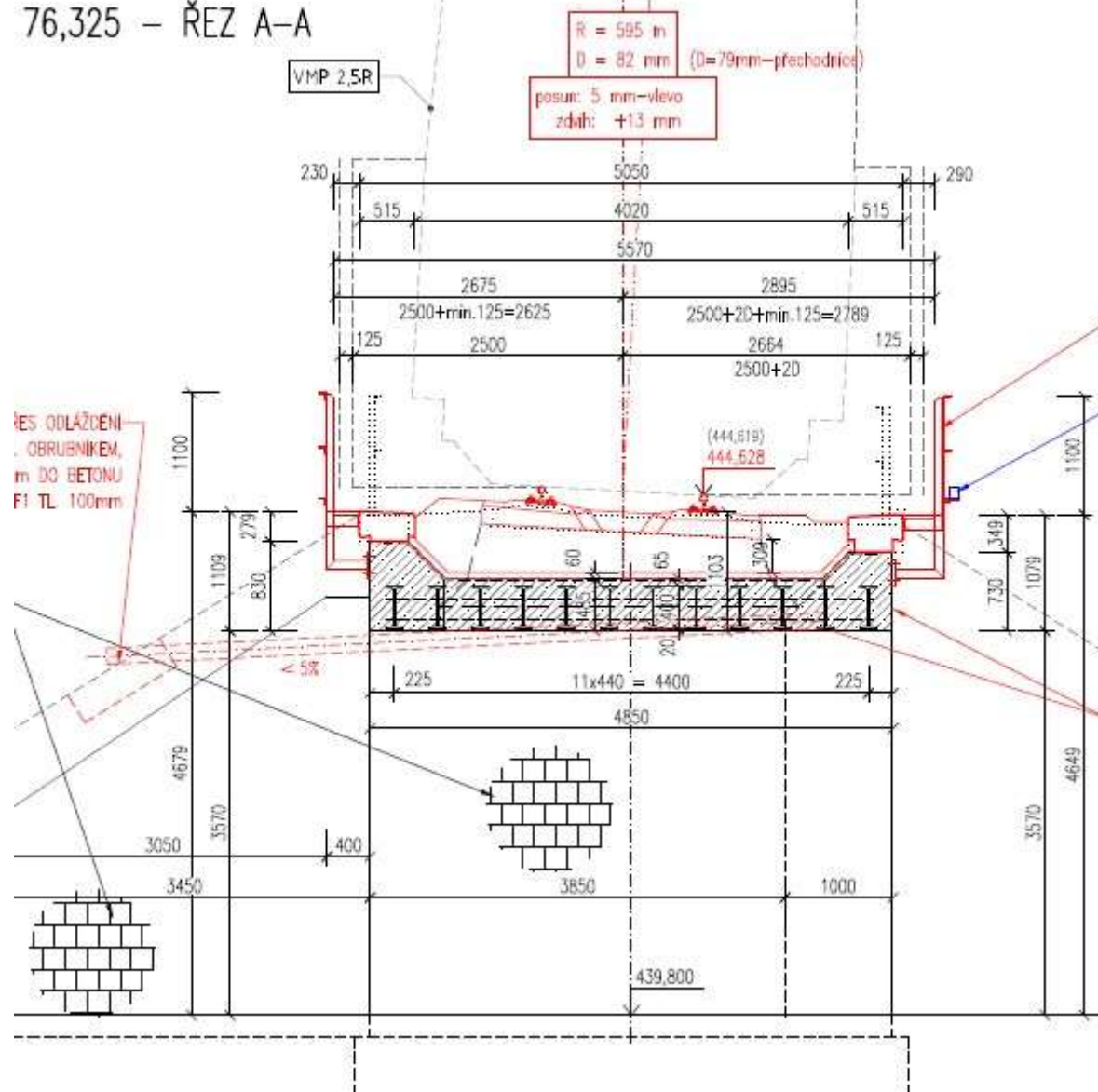
Počítačové programy:

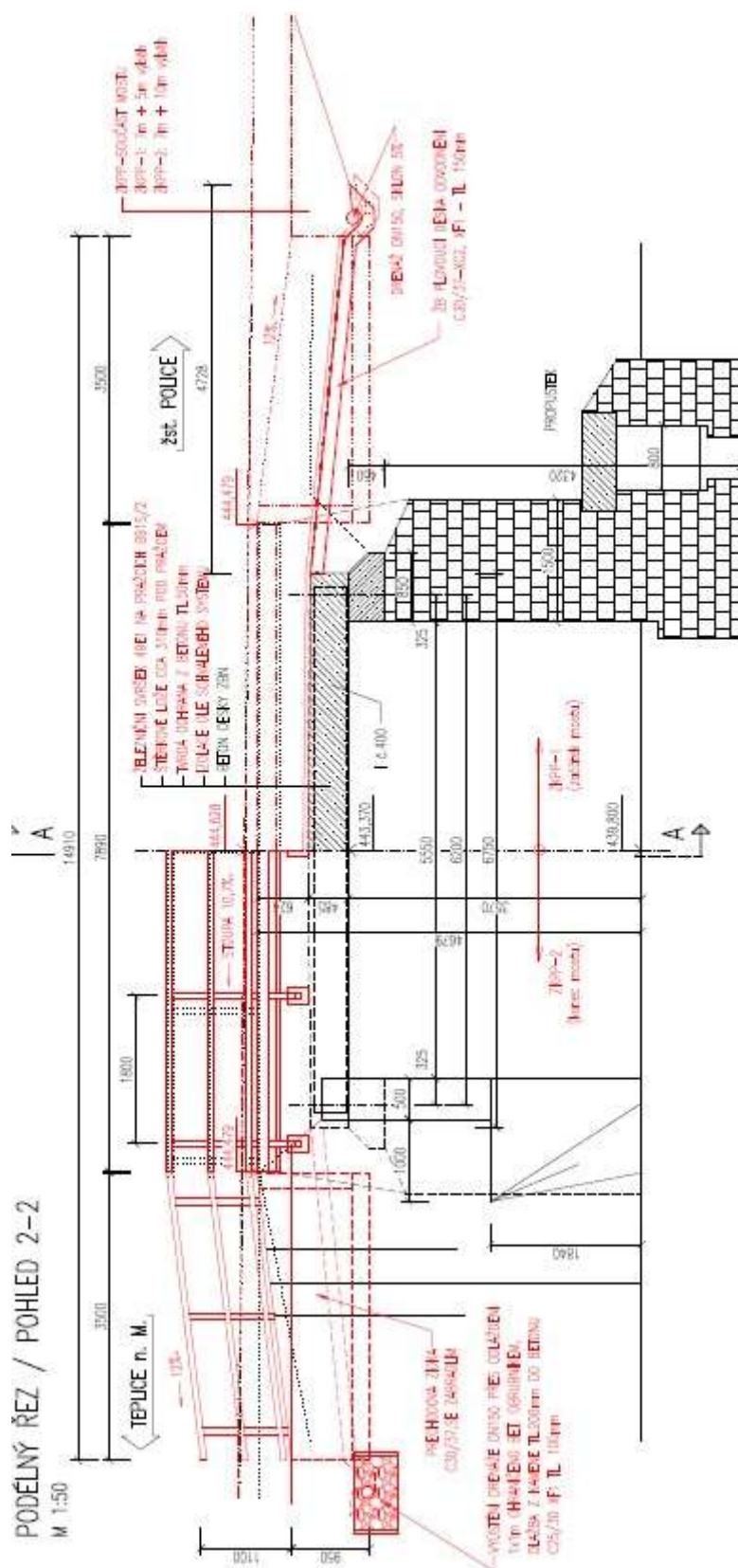
Microsoft Word
Microsoft Excel
MathCAD
SCIA

4 Schéma konstrukce



76,325 - ŘEZ A-A





5 Základní charakteristiky konstrukce

Statická schéma: prostá deska ZBN

Rozpětí nosníků $L_x := 6.2\text{m}$

Výška desky: $h_d := 485\text{mm}$ v L/2

Typ nosníků: tuhé nosiče I č. 400, počet 12x - délky 6,4m $I_y := 292000000\text{mm}^4$
 $A_{st} := 0.0118\text{m}^2$ $W_{y,el} := 1458000\text{mm}^3$ $W_{y,pl} := 1712000\text{mm}^3$
 (v archívni dokumentaci se počítá s W průměrné hodnoty mezi el. a pl.)

Rozteč nosníků: $a := 0.44\text{m}$

Šířka desky: $b_0 := 4.85\text{m}$

Roznášecí šířka: podle MVL511 a SR5(S) čl. B.2.1.27a - deska bez příčné výztuže dle archívu

šířka pražce: $b_{sl} := 2600\text{mm}$

tl. kol. lože pod pražcem: $t_{kl} := 378\text{mm}$ střed pražce

tl. izolace: $t_{iz} := 60\text{mm}$

$$b_{ef} := b_{sl} + 2 \cdot \left[0.25 \cdot (t_{kl} + t_{iz}) + \frac{h_d}{2} \right] \quad b_{ef} = 3.304\text{m}$$

b_{ef} je nižší než šířka desky b_0 , proto: $b_{ef} = 3.304\text{m}$

Počet nosníků v roznášecí šířce: $n_{ef} := 8$

Počet nosníků přenášející stálé zatížení: $n_n := 12$

6 Materiál

Beton: Nosná konstrukce je z r. 1930 proto s betonem nepočítáme v statické analýze - pouze roznášecí funkce betonu, všechny účinky zatížení se přisoudí ocelovým nosníkům

Ocel: Konstrukce z r. 1930 - proto uvažujeme dle ČSN 1230 s plávkovou ocelí

$$f_{ystk} := 230\text{MPa}$$

$$\gamma_{m0} := 1.1$$

$$f_{ystd} := f_{ystk} \cdot \frac{1}{\gamma_{m0}}$$

$$f_{ystd} = 209.091 \cdot \text{MPa}$$

$$E_{st} := 210000\text{MPa}$$

Výztuž: není použita nosná betonářská výztuž

7 Zatížení

1) Stálé zatížení:

- deska je pravděpodobně v podélném střech. sklonu cca 2%, průměrná tl. desky je pak 470mm
- dílčí souč. stálého zatížení dle SR5(S) - kap. 4.3.6 tab.1 - bez kontroly prvků měření

		(m)		(m)		(kN/m ³)		(kN/m)		(kN/m)
vlastní tíha desky		4,85	*	0,470	*	25,0	=	56,99	1,30	74,08
odpočet pl. nosníků		12	*	0,0118	*	-25,0	=	-3,54	1,30	-4,60
		počet		tíha (1ks)						
				(kN/m)						
vlastní tíha nosníků		12		0,924			=	11,09	1,25	13,86
bet.čelá	m2			0,170	*	25,0	=	4,25	1,30	5,53
celkem						g	=	68,79		88,87

$$g_k := 68.79 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad g_d := 88.87 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

2) Nahodilé dlouhodobé zatížení:

		(m)		(m)	(kN/m ³)					
římso vlevo nová	m2			0,131	*	25,0	=	3,28	1,30	4,26
římso vpravo nová	m2			0,156	*	25,0	=	3,90	1,30	5,07
izolace		4,51	*	0,01	*	23,0		1,04	1,30	1,35
bet. krycí vrstva		4,51	*	0,05	*	25,0		5,64	1,30	7,33
kolejové lože		4,02	*	0,56	*	20,0		45,02	1,3	58,53
bet. pražce								3,00	1,25	3,75
kolejnice s upevňovací								1,80	1,25	2,25
zábradlí+rošt vlevo								1,50	1,30	1,95
zábradlí+rošt vpravo								1,80	1,30	2,34
celkem						q	=	66,97		86,83

$$q_k := 66.97 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad q_d := 86.83 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Kolej. lože neuvažujeme +30% navýšení, římsy již jsou částečně přesypány

3) Nahodilé krátkodobé zatížení:

Zatížení železniční dopravou - svislé:

zatěžovací schema: ZS1: vlak LM-71 $Q_{vk} := 250 \text{ kN} \dots\dots 4 \times Q_{vk}$

$$q_{vk} := 80 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1} \dots\dots \text{neuplatní se na délce mosta}$$

dynamický součinitel:

$$L_{\Phi} := \frac{L_x}{1 \cdot \text{m}} \quad L_{\Phi} = 6.2$$

$$\Phi_3 := \frac{2.16}{L_{\Phi}^{0.5} - 0.2} + 0.73 \quad \Phi_3 = 1.673$$

součinitel zatížení: $\gamma_Q := 1.3 \dots\dots \text{most starší než 30 let}$

excentricita svislého zatížení:

. účinek bočního posunutí svislého zatížení max. 1,25:1,00 poměru kolových sil, resp. $e = r/18$

$$e_z := 1500 \frac{\text{mm}}{18} = 0.083 \text{ m} \quad \text{..... ČSN EN 1991-2, čl.6.3.5}$$

započítáme jako momentový účinek, resp. přetížení polovice nosníků v roznášecí šířce

Zatížení železniční dopravou - vodorovné:

Ostředivé síly:

Kolej je na začátku přechodnice k oblouku $R=595\text{m}$ - počítáme plný oblouk pro stanovení odstředivé síly

- předpokládána max. rychlost: $v := 75 \cdot \text{km} \cdot \text{h}^{-1}$

$f := 1$ redukční součinitel pro rychlost menší 120 km/h

$r := 565 \cdot \text{m}$

$$Q_{tk} := Q_{vk} \cdot \frac{v^2 \cdot f}{127 \cdot r} \cdot \left[\frac{\text{m}}{(\text{km} \cdot \text{h}^{-1})^2} \right] \quad Q_{tk} = 19.598 \cdot \text{kN}$$

Svislé přetížení od odstr. síly:

$$r_{Qt} := 1.8\text{m} + 1.12\text{m} = 2.92 \text{ m} \quad \text{.... rameno ke středu nosníku}$$

$$P_{Qtk} := \frac{Q_{tk} \cdot r_{Qt}}{0.5b_{ef}} \quad P_{Qtk} = 34.64 \cdot \text{kN}$$

Boční ráz:

Vodorovná síla v nejnepříznivější poloze, působí vodorovně v úrovni TK

$$Q_{sk} := 100\text{kN}$$

Tato hodnota bude násobena součinitelem zatížení a neuvažuje se s dyn. součinitelem

Pro mezní stav únosnosti bude uvažováno se souč. zatížení: $\gamma_Q = 1.3$

svislý účinek bočního rázu:

-uvážíme jako dvojici sil působící na polovině roznášecí šířky

rameno působistě ke středu nosníků: $r_{Qs} := 1.08\text{m}$

$$P_{Qsk} := \frac{Q_{sk} \cdot r_{Qs}}{\frac{b_{ef}}{2}} \quad P_{Qsk} = 65.375 \cdot \text{kN} \quad \text{..... přetížení / odlehčení od boč. rázu}$$

Rozjezdové a brzdní síly:

Nemají vliv na zatížitelnost NK

4) Nahodilé proměnné zatížení - vítr:

Na mosty dle ČSN EN 1991-1-4 kap. 8.

výsledná síla od větru v příčném směru mostu:

$$F_w := \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{ref.x}$$

v_b základní rychlost větru

$\rho := 1.25 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ hustota vzduchu

$$v_b := c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0}$$

$v_{b,0} := 25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ vychází základní rychlost pro Č.Metuje - větrová obl. II, zároveň je to max. doporučená hodnota pro současně působení větru s dopravou

$c_{dir} := 1$ součinitel směru větru - doporučená hodnota = 1,0

$c_{season} := 1$ součinitel roč. období - doporučená hodnota = 1,0

$$v_b := c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0}$$

$$v_b = 25 \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Určení referenční plochy (větre vystavené plochy) - Aref:

prodyšné zábradlí a jiné kce (svodidla a protidotyky, ochrana) - za každý kus se bere výška pro výpočet plochy hodnotou 0,3 m (platí i pro druhou stranu mostu)

$d := 1.109 \text{ m}$ výška NK včetně římsy $h_{tk} := 0.231 \text{ m}$ přesah TK ponad římsu

$$d_{tot,1} := 2 \cdot 0.3 \text{ m} + d + h_{tk}$$

$d_{tot,1} = 1.94 \text{ m}$ ref. výška pro most bez dopravy

$$d_{tot,2} := d + 4 \cdot \text{m} + h_{tk}$$

$d_{tot,2} = 5.34 \text{ m}$ ref. výška pro most s dopravou, uvažuje se na celé délce železničního mostu

$l_{nk} := L_x$ délka NK mostu $L_x = 6.2 \text{ m}$

$$A_{ref,x} := d_{tot,2} \cdot l_{nk} \quad A_{ref,x} = 33.108 \text{ m}^2$$

C součinitel zatížení větrem

$$C := c_e \cdot c_{f,x}$$

$c_e := 2.3$ součinitel expozice závislý od kategorie terénu a výšky nad terénem - běžně dle obr.4.2 (kat. ter. II a výška cca 10 m na d ter.)

$c_{f,x}$ součinitel sil pro zatížení NK větrem, pro mosty platí:

$c_{f,x} := c_{fx,0}$ součinitel síly bez vlivu proudění kolem volných konců dle obr. 8.3, pro běžné mosty přípustné brát hodnotu 1,3

$c_{fx,0} := 2.3$ pro výšku $d_{tot,2}$ (doprava na mostě)

$$C := c_e \cdot c_{fx,0} \quad C = 5.29$$

$$\text{tlak větru: } w_w := \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C$$

$$w_w = 2.066 \cdot \text{kPa}$$

Rovnoměrné zatížení větrem na délku mosta s dopravou :

$$q_{w,sk1} := w_w \cdot 4 \text{ m} \quad q_{w,sk1} = 8.266 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-1} \quad \text{..... zatížení větrem na pohyblivém zatížení přenese polovina nosníků v efektivní šířce}$$

$$q_{w,sk2} := w_w \cdot (0.3 \text{ m} + d + h_{tk}) \quad q_{w,sk2} = 3.389 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-1} \quad \text{..... zatížení na NK přenese polovina všech nosníků}$$

$r_{w1} := 3.12 \text{ m}$ vítr na dopravu

$r_{w2} := 0.595 \text{ m}$ vítr na NK

$$P_{qw1} := \frac{q_{w.sk1} \cdot r_{w1}}{0.5b_{ef}} \quad P_{qw1} = 15.611 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$P_{qw2} := \frac{q_{w.sk2} \cdot r_{w2}}{0.5b_0} \quad P_{qw2} = 0.832 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

8 Výpočet vnitřních sil

Ohybové momenty:

účinky ohybových momentů budou počítány na jeden nosník

$$n_n = 12 \quad \dots \text{počet všech nosníků}$$

1) Moment od stálého zatížení:

$$M_{gk} := \frac{1}{8} \cdot g_k \cdot L_x^2 \cdot \frac{1}{n_n} \quad M_{gk} = 27.545 \cdot \text{kNm}$$

$$M_{gd} := \frac{1}{8} \cdot g_d \cdot L_x^2 \cdot \frac{1}{n_n} \quad M_{gd} = 35.585 \cdot \text{kNm}$$

2) Moment od nahodilého dlouhodobého zatížení:

$$M_{qk} := \frac{1}{8} \cdot q_k \cdot L_x^2 \cdot \frac{1}{n_n} \quad M_{qk} = 26.816 \cdot \text{kNm}$$

$$M_{qd} := \frac{1}{8} \cdot q_d \cdot L_x^2 \cdot \frac{1}{n_n} \quad M_{qd} = 34.768 \cdot \text{kNm}$$

3) Moment od nahodilého krátkodobého zatížení:

$$n_{ef} = 8$$

Od zatížení dopravou:

vlak LM -71+ odstředivá síla (svislý účinek)

zatížení od náprav se roznese kolejovým ložem na rovnoměrné

$$q_{Qvk} := \frac{4 \cdot 250 \text{ kN}}{6.4 \text{ m} \cdot b_{ef}} = 47.291 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-2} \quad p_{Qtk} := \frac{P_{Qtk}}{6.4 \text{ m} \cdot 0.5b_{ef}} = 3.276 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$\Delta q_{QZ} := \frac{q_{Qvk} \cdot e_z}{0.5b_{ef}} = 2.386 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-2} \quad \dots \dots \text{prírůstek z excentricity kolových sil}$$

zatěžovací šířka na 1 nosník $a = 0.44 \text{ m}$

$$M_{q.Qvk} := \frac{1}{8} \cdot (q_{Qvk} + \Delta q_{QZ}) \cdot L_x^2 \cdot a \quad M_{q.Qvk} = 105.027 \cdot \text{kNm} \quad \dots \dots \text{vlak LM 71}$$

$$M_{p.Qtk} := \frac{1}{8} \cdot p_{Qtk} \cdot L_x^2 \cdot a \quad M_{p.Qtk} = 6.927 \cdot \text{kNm} \quad \dots \dots \text{odstředivá síla}$$

char. hodnota na jeden nosník

$$M_{k.LM71} := \Phi_3 \cdot (M_{q.Qvk} + M_{p.Qtk}) \quad M_{k.LM71} = 187.325 \cdot \text{kNm}$$

návrh. hodnota na jeden nosník

$$M_{d.LM71} := \Phi_3 \cdot (M_{q.Qvk} + M_{p.Qtk}) \cdot \gamma_Q \quad M_{d.LM71} = 243.522 \cdot \text{kNm}$$

Od bočního rázu:

$$M_{Qsk} := \frac{1}{4} \cdot P_{Qsk} \cdot L_x \cdot \frac{1}{0.5n_{ef}} \quad M_{Qsk} = 25.333 \cdot \text{kNm}$$

$$M_{Qsd} := \frac{1}{4} \cdot P_{Qsk} \cdot L_x \cdot \frac{1}{0.5n_{ef}} \cdot \gamma_Q \quad M_{Qsd} = 32.933 \cdot \text{kNm}$$

Od větru:

char. hodnota na jeden nosník

$$\gamma_{Qw} := 1.3$$

$$M_{wsk} := \frac{1}{8} \cdot P_{qw1} \cdot L_x^2 \cdot \frac{1}{0.5n_{ef}} + \frac{1}{8} \cdot P_{qw2} \cdot L_x^2 \cdot \frac{1}{0.5n_n} \quad M_{wsk} = 19.418 \cdot \text{kNm}$$

návrh. hodnota na jeden nosník

$$M_{wsd} := \left(\frac{1}{8} \cdot P_{qw1} \cdot L_x^2 \cdot \frac{1}{0.5n_{ef}} + \frac{1}{8} \cdot P_{qw2} \cdot L_x^2 \cdot \frac{1}{0.5n_n} \right) \cdot \gamma_{Qw} \quad M_{wsd} = 25.244 \cdot \text{kNm}$$

součinitel kombinace pro vítr:

$$\psi_{0w} := 0.75$$

Návrhový moment:

$$M_{Sd} := M_{gd} + M_{qd} + M_{d.LM71} + M_{Qsd} + \psi_{0w} \cdot M_{wsd}$$

$$M_{Sd} = 365.741 \cdot \text{kNm}$$

Posouvající síly:

na průřez s jedním nosníkem

1) Od stálého zatížení:

$$V_{gk} := \frac{1}{2} \cdot g_k \cdot L_x \cdot \frac{1}{n_n} \quad V_{gk} = 17.771 \cdot \text{kN}$$

$$V_{gd} := \frac{1}{2} \cdot g_d \cdot L_x \cdot \frac{1}{n_n} \quad V_{gd} = 22.958 \cdot \text{kN}$$

2) Od nahodilého dlouhodobého zatížení:

$$V_{qk} := \frac{1}{2} \cdot q_k \cdot L_x \cdot \frac{1}{n_n} \quad V_{qk} = 17.301 \cdot \text{kN}$$

$$V_{qd} := \frac{1}{2} \cdot q_d \cdot L_x \cdot \frac{1}{n_n} \quad V_{qd} = 22.431 \cdot \text{kN}$$

3) Od nahodilého krátkodobého zatížení:

Od zatížení dopravou:

vlak LM -71+ odstředivá síla (svislý účinek)

$$V_{q.Qvk} := \frac{1}{2} \cdot (q_{Qvk} + \Delta q_{Qz}) \cdot L_x \cdot a \quad V_{q.Qvk} = 67.759 \cdot \text{kN} \quad \text{..... vlak LM 71}$$

$$V_{p.Qtk} := \frac{1}{2} \cdot p_{Qtk} \cdot L_x \cdot a \quad V_{p.Qtk} = 4.469 \cdot \text{kN} \quad \text{..... odstředivá síla}$$

char. hodnota na jeden nosník

$$V_{k.LM71} := \Phi_3 \cdot (V_{q.Qvk} + V_{p.Qtk}) \quad V_{k.LM71} = 120.855 \cdot \text{kN}$$

návrh. hodnota na jeden nosník

$$V_{d.LM71} := \Phi_3 \cdot (V_{q.Qvk} + V_{p.Qtk}) \cdot \gamma_Q \quad V_{d.LM71} = 157.111 \cdot \text{kN}$$

Od bočního rázu:

$$V_{Qsk} := \frac{1}{2} \cdot P_{Qsk} \cdot \frac{1}{0.5n_{ef}} \quad V_{Qsk} = 8.172 \cdot \text{kN}$$

$$V_{Qsd} := \frac{1}{2} \cdot P_{Qsk} \cdot \frac{1}{0.5n_{ef}} \cdot \gamma_Q \quad V_{Qsd} = 10.623 \cdot \text{kN}$$

Od větru:

char. hodnota na jeden nosník

$$V_{wsk} := \frac{1}{2} \cdot P_{qw1} \cdot L_x \cdot \frac{1}{0.5n_{ef}} + \frac{1}{2} \cdot P_{qw2} \cdot L_x \cdot \frac{1}{0.5n_n} \quad V_{wsk} = 12.528 \cdot \text{kN}$$

návrh. hodnota na jeden nosník

$$V_{wsd} := \left(\frac{1}{2} \cdot P_{qw1} \cdot L_x \cdot \frac{1}{0.5n_{ef}} + \frac{1}{2} \cdot P_{qw2} \cdot L_x \cdot \frac{1}{0.5n_n} \right) \cdot \gamma_{Qw} \quad V_{wsd} = 16.286 \cdot \text{kN}$$

Návrhová posouvající síla:

$$V_{Sd} := V_{gd} + V_{qd} + V_{d.LM71} + V_{Qsd} + \psi_{0w} \cdot V_{wsd} \quad V_{Sd} = 225.339 \cdot \text{kN}$$

9 Mezní stav únosnosti - únosnost ocelového průřezu pro normálové napětí

nosník I č. 400 - průřez patří do třídy 1 - možno použít plastický výpočet pro MSÚ

$$M_{Rd} := W_{y.pl} \cdot f_{ystd} \quad M_{Rd} = 357.964 \cdot \text{kNm}$$

Posouzení: $M_{Sd} = 365.741 \cdot \text{kNm} < M_{Rd} = 357.964 \cdot \text{kNm}$ **nevyhovuje pro kombinaci 6.10**

10 Mezní stav únosnosti - únosnost ocelového průřezu pro smykové napětí

z plochy stojiny budou odečteny otvory:

pro 2 stabilizační tyče $d=20\text{mm}$: $o_s := 2 \cdot 22\text{mm}$ $o_s = 44 \cdot \text{mm}$

plocha stojiny ocelového nosníku oslabená otvory: $h_w := 0.34\text{m}$ $t_w := 14\text{mm}$

$$A_w := t_w \cdot (h_w - o_s)$$

$$\text{únosnost ve svislém smyku: } V_{pIRd} := A_w \cdot \frac{f_{ystd}}{\sqrt{3}} \quad V_{pIRd} = 500.258 \cdot \text{kN}$$

Posouzení: $V_{Sd} = 225.339 \cdot \text{kN} < V_{pIRd} = 500.258 \cdot \text{kN}$ **vyhovuje**

11 Stanovení zatížitelnosti ZBN - MSÚ

Pro výpočet zatížitelnosti se uvažuje se souč. zatížení

A) Namáhání ohybem - na 1 nosník

moment od stálého zatížení:	$M_{gd} = 35.585 \cdot \text{kNm}$
moment od nah. dlouhodobého zatížení:	$M_{qd} = 34.768 \cdot \text{kNm}$
moment od krátkodobého zatížení - zvislé pohybl.:	$M_{d.LM71} = 243.522 \cdot \text{kNm}$
moment od krátkodobého zatížení - boční ráz:	$M_{Qsd} = 32.933 \cdot \text{kNm}$
moment od větru:	$M_{wsd} = 25.244 \cdot \text{kNm}$
moment únosnosti:	$M_{Rd} = 357.964 \cdot \text{kNm}$

$$Z_M := \frac{M_{Rd} - M_{gd} - M_{qd} - M_{Qsd} - \psi_{0w} \cdot M_{wsd}}{M_{d.LM71}} \quad \boxed{Z_M = 0.968} \quad \dots \text{rovnice 6.10}$$

součinitel kombinace pro vlak LM71: $\psi_0 := 0.8$

součinitel redukce stálých zatížení: $\xi := 0.85$

$$Z_{Ma} := \frac{M_{Rd} - M_{gd} - M_{qd} - M_{Qsd} - \psi_{0w} \cdot M_{wsd}}{\psi_0 \cdot M_{d.LM71}} \quad \boxed{Z_{Ma} = 1.21} \quad \dots \text{rovnice 6.10a}$$

$$Z_{Mb} := \frac{M_{Rd} - (M_{gd} - M_{qd}) \cdot \xi - M_{Qsd} - \psi_{0w} \cdot M_{wsd}}{M_{d.LM71}} \quad \boxed{Z_{Mb} = 1.254} \quad \dots \text{rovnice 6.10b}$$

B) Namáhání smykem - na 1 nosník

posouvající síla od stálého zatížení:	$V_{gd} = 22.958 \cdot \text{kN}$
posouvající síla od nah. dlouhodobého zatížení:	$V_{qd} = 22.431 \cdot \text{kN}$
posouvající síla od krátkodobého zatížení - zvislé pohybl.:	$V_{d.LM71} = 157.111 \cdot \text{kN}$
posouvající síla od krátkodobého zatížení - boční ráz:	$V_{Qsd} = 10.623 \cdot \text{kN}$
smyková únosnost:	$V_{plRd} = 500.258 \cdot \text{kN}$

$$Z_V := \frac{V_{plRd} - V_{gd} - V_{qd} - V_{Qsd} - \psi_{0w} \cdot V_{wsd}}{V_{d.LM71}} \quad \boxed{Z_V = 2.75} \quad \dots \text{rovnice 6.10}$$

Zatížitelnost pro MSÚ je větší než 1,0 LM71 proto vyhovuje také požadované přechodnosti C3/80.

12 Stanovení zatížitelnosti ZBN - MSP

12.1 Mezní stav použitelnosti - svislý průhyb ZBN

výpočet průhybu

$$\delta_{g1} := \frac{5}{48} \cdot \frac{(M_{gk} + M_{qk}) \cdot L_x^2}{E_{st} \cdot I_y} \quad \delta_{g1} = 3.55 \cdot \text{mm} \quad \dots \dots \dots \text{průhyb OK od stálých účinků, eliminuje kolejové lože}$$

pro krátkodobá zatížení: $M_{k.LM71} = 187.325 \cdot \text{kNm}$

z hlediska bezpečnosti dopravy (včetně součinitele α):

$\alpha := 1$

$$\delta_{p1} := \frac{5}{48} \cdot \frac{M_{k.LM71} \cdot L_x^2}{E_{st} \cdot I_y} \quad \delta_{p1} = 12.232 \cdot \text{mm}$$

posouzení průhybu z hlediska bezpečnosti dopravy

$$\delta_{plim1} := \frac{L_x}{600} \quad \delta_{plim1} = 10.333 \cdot \text{mm}$$

$$\delta_{p1} = 12.232 \cdot \text{mm} < \delta_{plim1} = 10.333 \cdot \text{mm} \quad \textbf{nevyhovuje}$$

z hlediska pohodlí cestujících (bez součinitele α):

$\alpha = 1$

$$\delta_{p2} := \frac{5}{48} \cdot \frac{M_{k.LM71} \cdot L_x^2}{E_{st} \cdot I_y \cdot \alpha} \quad \delta_{p2} = 12.232 \cdot \text{mm}$$

$$\delta_{plim2} := \frac{\delta_{lim0}}{k} \quad k := 0.7 \quad \text{.....pro most s jedním otvorem}$$

$$\delta_{lim0} := \frac{L_x}{750} \quad \text{.....pro rychlost 120 km/h}$$

$$\delta_{lim0} = 8.267 \cdot \text{mm}$$

$$\delta_{plim2} := \frac{\delta_{lim0}}{k} \quad \delta_{plim2} = 11.81 \cdot \text{mm}$$

$$\delta_{p2} = 12.232 \cdot \text{mm} < \delta_{plim2} = 11.81 \cdot \text{mm} \quad \textbf{nevyhovuje}$$

ZATÍŽITELNOST Z HLEDISKA PRŮHYBU:

.... rozhoduje bezpečnost cestujících

$$Z_{LM71.\delta p1} := \frac{\delta_{plim1}}{\delta_{p1}} \quad \boxed{Z_{LM71.\delta p1} = 0.845}$$

12.2 Mezní stav použitelnosti - deformace koncového průřezu

12.2.1 Pootočení konce nosníku od svislého zatížení železniční dopravou:

pootočení - přesný výpočet :

$$\Theta := \frac{M_{k.LM71} \cdot L_x}{3 \cdot E_{st} \cdot I_y} \quad \Theta = 6.313 \times 10^{-3} \cdot \text{rad}$$

$$\text{mezní hodnota pro pootočení:} \quad \theta_{p.lim} := 6.5 \cdot 10^{-3} \cdot \text{rad}$$

Posouzení:

$$\Theta = 6.313 \times 10^{-3} \cdot \text{rad} < \theta_{p.lim} = 6.5 \times 10^{-3} \cdot \text{rad} \quad \textbf{vyhovuje}$$

$$Z_{LM.\Theta} := \frac{\theta_{p.lim}}{\Theta} \quad \boxed{Z_{LM.\Theta} = 1.03} \quad \text{..... zatížitelnost z hlediska pootočení konců}$$

12.2.2 Posun konce nosníku od svislého zatížení železniční dopravou:

Nepožaduje se pro stávající mosty s kolej. ložem = dle SR5 čl. 4.7.18

MSP zkroucení koleje ani MSP kmitání nebudeme posuzovat z důvodu, že NK stojí již 90 let a nedochází k zásadním změnám na nosné konstrukci ani provozu na trati, včetně směrového vedení koleje na mostě.

12.3 Mezní stav použitelnosti - omezení napětí od charakt. zatížení

Horní vlákna ocelového nosníku = dolní vlákna:

$$\sigma_{el.st.k} := \frac{M_{gk} + M_{qk} + M_{k.LM71} + M_{Qsk} + \psi_{0w} \cdot M_{wsk}}{W_{y.el}}$$

$$\sigma_{el.st.k} = 193.129 \cdot \text{MPa} < f_{ystk} = 230 \cdot \text{MPa} \quad \text{vyhovuje}$$

ZATÍŽITELNOST:

Jenom ocelový průřez, proto můžeme vycházet z momentů:

$$M_{Rd.el} := W_{y.el} \cdot f_{ystk} \quad M_{Rd.el} = 335.34 \cdot \text{kNm} \quad \dots \text{únosnost nosníku v pružném stavu}$$

$$Z_{M.el} := \frac{M_{Rd.el} - M_{gk} - M_{qk} - M_{Qsk} - \psi_{0w} \cdot M_{wsk}}{M_{k.LM71}} \quad \boxed{Z_{M.el} = 1.287} \quad \dots \text{rovnice 6.10}$$

13 Stanovení přechodnosti

MSP svislý průhyb nosníků nesplňuje podmínku Z_{LM71} větší než 1.00, proto stanovíme přechodnost pro požadovanou traťovou třídu C4/90.

$$\text{Nutno splnit podmínku:} \quad Z_{LM71} \geq \psi \cdot \lambda_{LM71}$$

ψ součinitel dynamické redukce

ϕ_{T1} dynamický součinitel pro provozní zatížení traťové třídy

$\Phi_3 = 1.673$ návrhový dynamický součinitel

Pro standardní kvalitu jízdné dráhy a rychlost 90 km/h : $L_x = 6.2 \text{ m}$ $\phi_{T1} := 1.88$

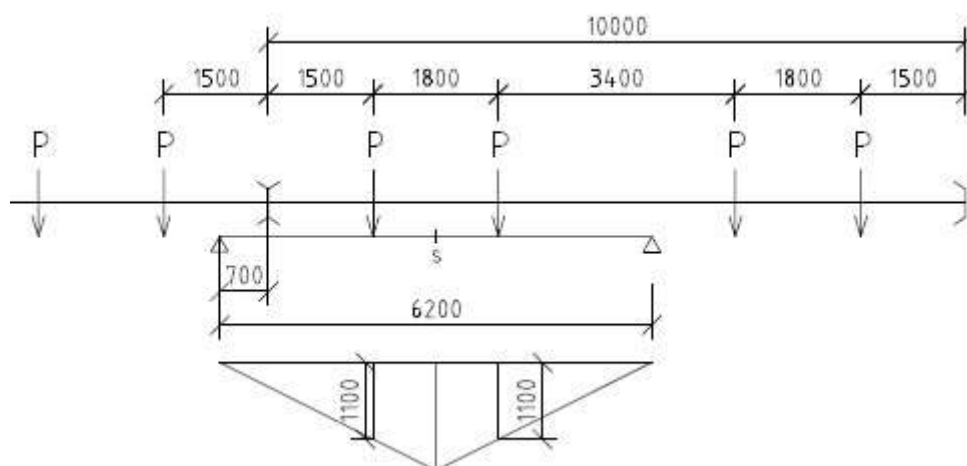
$$\psi := \frac{\phi_{T1}}{\Phi_3} \quad \boxed{\psi = 1.124}$$

λ_{LM71} účinnost provozního zatížení

Účinnost traťové třídy C4: - schéma postavení soupravy pro dosažení max-max M, resp. max. průhybu

- délka soupravy 10m, na délce mosta 6,2m budou nejvíc účinné pouze 2 nápravy ve středu rozpětí

poradnice příčinkové čáry: $\zeta_1 := 1.1$ $\zeta_2 := 1.1$



$P := 200\text{kN}$ počet břemen na mostě 2

max-maxM od C4-90: včetně navýšení od vlivu odstředivé síly cca 7% na 1 nosník

$$M_{C4} := P \cdot (\zeta_1 + \zeta_2) \cdot m \cdot \frac{1}{n_{ef}} \cdot 1.07 \quad M_{C4} = 58.85 \cdot \text{kNm}$$

průhyb od C4-90:

$$c_1 := \frac{L_x - 1.8\text{m}}{2} = 2.2\text{m}$$

$$\delta_{C4} := \phi_{T1} \cdot P \cdot \frac{c_1}{24 \cdot E_{st} \cdot I_y} \cdot \left(3 \cdot L_x^2 - 4 \cdot c_1^2 \right) \cdot \frac{1}{n_{ef}} \cdot 1.07 \quad \delta_{C4} = 7.214 \cdot \text{mm}$$

$$\delta_{p1} = 12.232 \cdot \text{mm} \quad \text{..... průhyb od LM71}$$

$$\lambda_{LM71} := \frac{\delta_{C4}}{\delta_{p1}} = 0.59$$

$$Z_{LM71} \cdot \delta_{p1} = 0.845 > \psi \cdot \lambda_{LM71} = 0.663$$

Podmínka je splněna, objekt je **přechodný** pro **C4-90**.

Přehled zatížitelnosti pro část mostního objektu

A Identifikace mostu

TÚ(číslo název)..... 1561 Týniště nad Orlicí (mimo) - Mieroszów (PKP) (část)

DÚ 18 km

7	6	3	2	5
---	---	---	---	---

B Identifikace části mostu

část mostu: nosná konstrukce, opěra, pilíř, poř. č. (ve směru staničení).....

pod koleji 1

C Doplnující data pro část mostu

Kategorie zatížitelnosti: ...C

Výpočetní model: prutová rovinná konstrukce - prostý nosník

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

		na začátku		uprostřed		na konci	
poloměr oblouku	(trať v přechodnici)	565	(m)	565	(m)	565	(m)
převýšení koleje		82	(mm)	79	(mm)	76	(mm)
excentricita osy koleje		-	(m)	0,209	(m)	-	(m)

Popis závad uvažovaných v přepočtu: Bez závad.....

Poznámka k výpočtu části mostu: NK z r. 1930, výpočet s vyloučením betonu z unosnosti

Datum zjištění zpracovaného stavu mostu -

Správa železnic s.o.
zpracovatelem přepočtu

...../...../.....
04 / 08 / 2020

Poř. č.	Prvek (vč. umístění)	Detail	Namáhání	k_i	typ	L_p	ϕ_i	L_ϕ	$\gamma Q, \text{Im}, 71$	viz str.	Z_{LM71}	Poznámky
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Nosník ZBN, uprostřed	pásnice	normálové napětí, MSÚ	1	M	6,2	1,67	6,2	1,30	14	1,21	
2	Nosník ZBN, uprostřed	..	svislý průhyb, MSP	1	M	6,2	1,67	6,2	1,00	15	0,85	ANO
3	Nosník ZBN, podpěra	..	pootoč.konců, MSP	1	M	6,2	1,67	6,2	1,00	15	1,03	
4	Nosník ZBN, podpěra	pásnice	normálové napětí, MSP	1	M	6,2	1,67	6,2	1,00	16	1,29	
5	Nosník ZBN, podpěra	stojina	normálové napětí, MSÚ	1	Q	6,2	1,67	6,2	1,30	14	2,75	
6												
7	ANO = objekt je přechodný pro traťovou tř. C4-90											
8												

Dne 3 / 11 / 2020

zatížitelnost určil:Ing. Dražčík