

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 20-08 - Most v ev. km 79,192			<div> <p>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</p> </div>		
Obsah přílohy: Statický výpočet			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.

Statický přepočet klenby - 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 zděného průřezu pro normálové napětí**
- 10. Stanovení zatížitelnosti klenby - MSÚ**
- 11. Mezní stav použitelnosti (MSP)**
- 12. Závěr**

1 Základní údaje:

Stavba: Oprava trati v úseku Police nad Metují - Teplice nad Metují
Číslo objektu: SO 20-08
Název objektu: Železniční most v ev. km 79,192
Popis objektu: Jednokolejný most v širé trati mezi dvěma přechodnicemi bez převýšení koleje, kamenná zděná klenba na kamenných opěrách, přesypaný objekt s výškou náspu cca 12m

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:

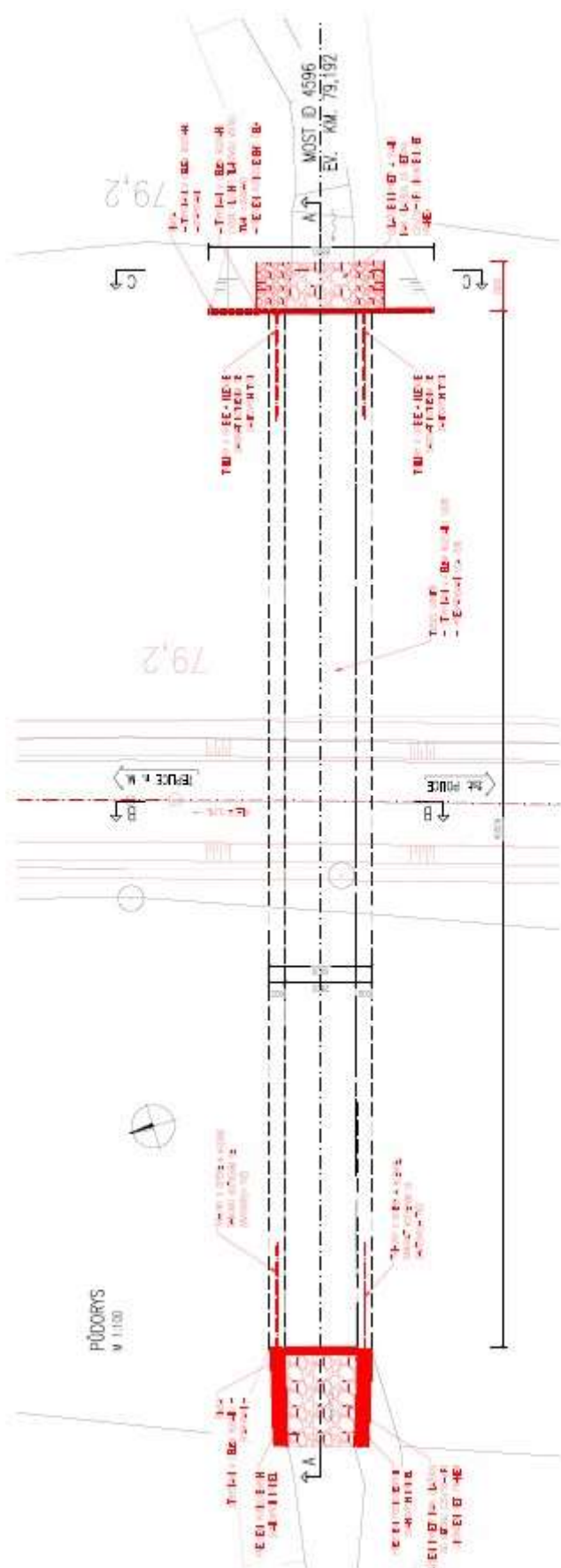
ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
ČSN EN 1991-2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou
ČSN EN 1991-1-4 Zásady navrhování 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 1996-1-1 Navrhování zděných konstrukcí
ČSN P 73 6213 Navrhování zděných mostních konstrukcí

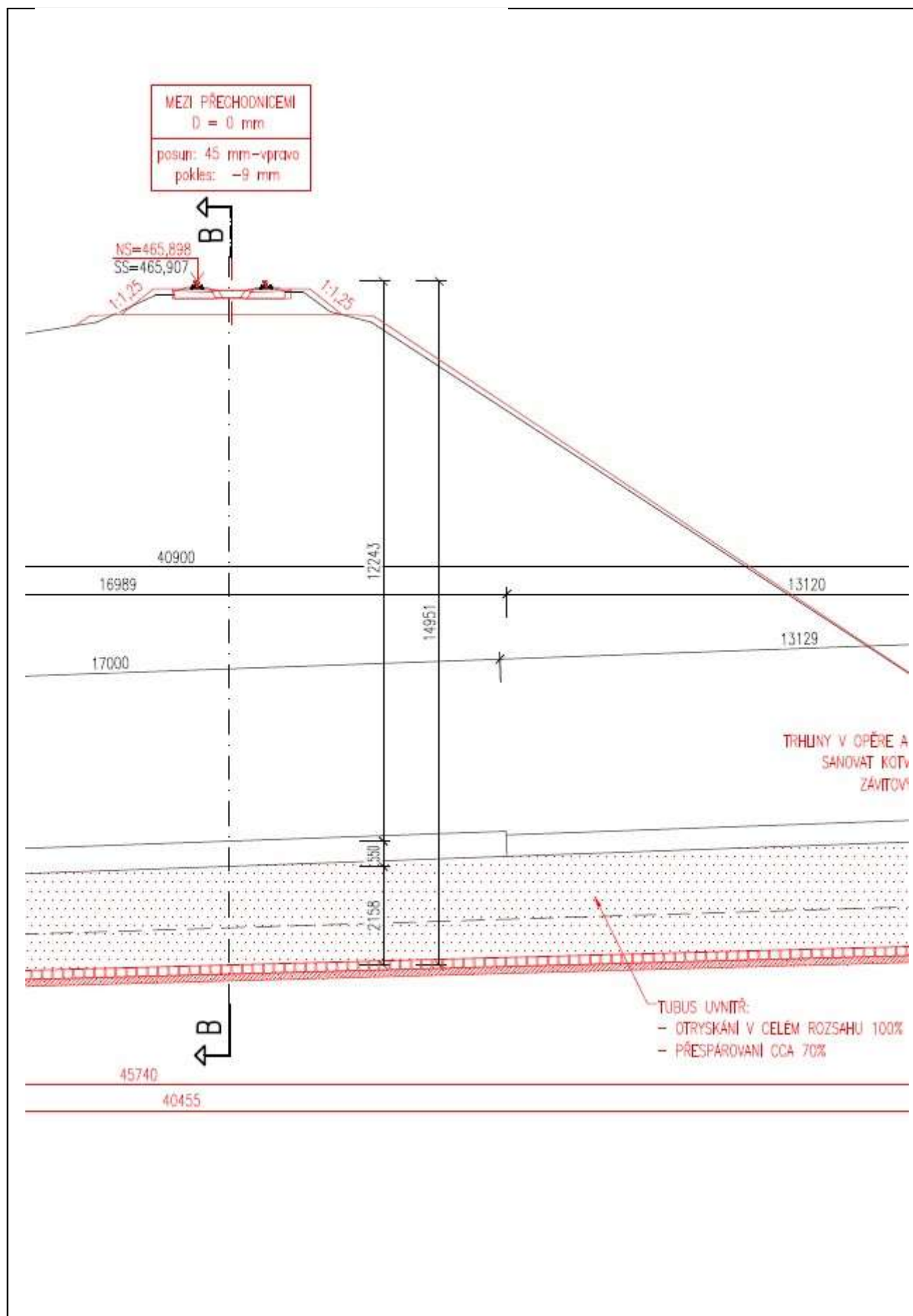
Metodický pokyn - Určování zatížitelnosti železničních mostů SR 5 (S)

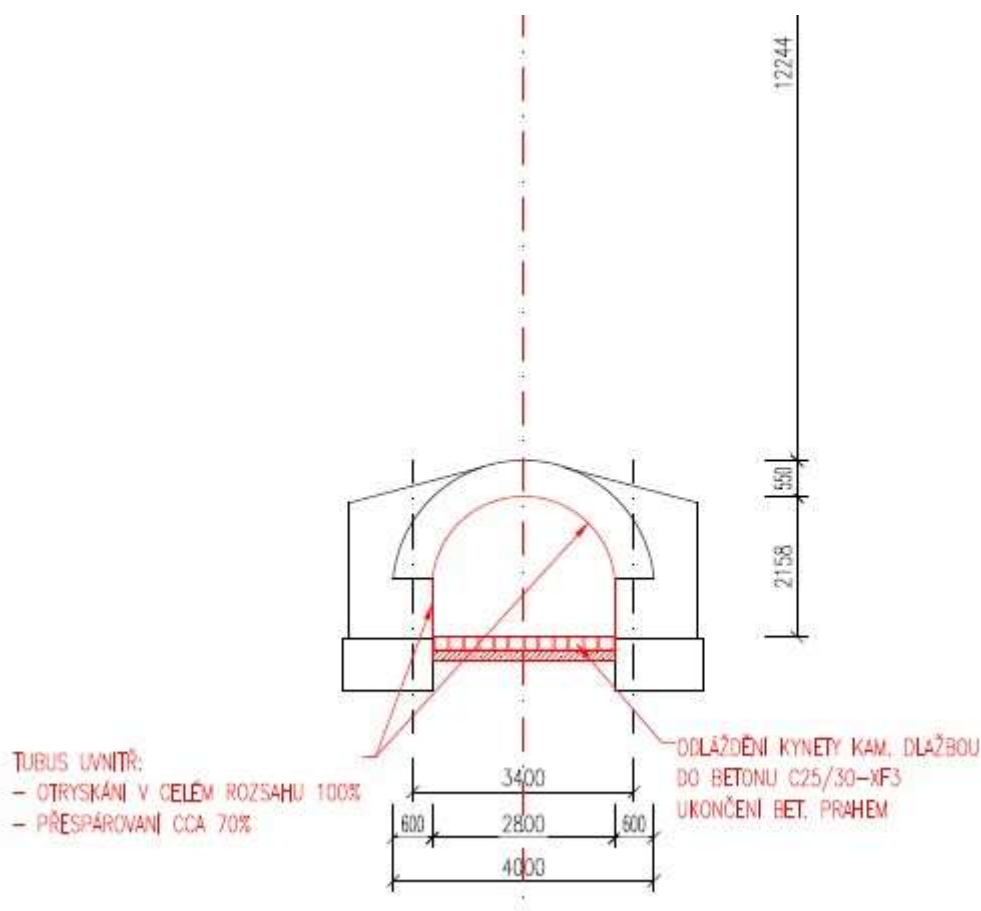
Počítačové programy:

Microsoft Word
Microsoft Excel
MathCAD
SCIA

4 Schéma konstrukce







5 Základní charakteristiky konstrukce

Statická schema: klenba

tl. klenby ve vrcholu a v pate: $t_v := 550\text{mm}$ $t_p := 600\text{mm}$

Světlost otvoru a rozpětí: $L_0 := 2.8\text{m}$ $L_x := L_0 + t_p = 3.4\text{m}$

vzepětí klenby a šířka klenby: $h_s := 1.25\text{m}$ $b_0 := 40.9\text{m}$

Roznášecí šířka: podle SR5(S) čl. D.2.1.12 - přesypávka 4:1, klenba polovinou tl. 1:1

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

přesypávka a kolej. lože - nad vrcholem klenby: $H_1 := 12.04\text{m}$

přesypávka a kolej. lože - v pate klenby: $H_2 := H_1 + h_s = 13.29\text{m}$

$b_{ef1} := \left(2 \cdot 0.25 \cdot H_1\right) + b_{sl} + 2 \cdot \frac{t_v}{2}$ $b_{ef1} = 9.17\text{m}$ efektivní šířka ve vrcholu klenby

vzdálenost okraje nosní konstrukce od osy koleje: $b_n := 6.04\text{m}$ prostřední úsek klenby pod kolejí

$b_{ef2} := \min \left[\left(b_n + \frac{b_{sl}}{2} + 0.25 \cdot H_2 \right), \left[\left(2 \cdot H_2 \cdot 0.25 \right) + b_{sl} + 2 \cdot \frac{t_p}{2} \right] \right]$

$b_{ef2} = 9.845\text{m}$ efektivní šířka v pate klenby

$$b_{ef} := \frac{b_{ef1} + b_{ef2}}{2} = 9.508 \text{ m} \quad \text{..... průměrná hodnota } b_{ef} \text{ pro působení pohyblivého zatížení}$$

6 Materiál

Zdivo: Podle ST průzkumu - pískovcové zdivo, pevnost v tlaku byla stanovena zkouškama

$$f_k := 5.15 \text{ MPa} \quad \text{..... charakteristická pevnost zdiva v tlaku} \quad \gamma_M := 2.425$$

$$f_d := f_k \cdot \frac{1}{\gamma_M} \quad f_d = 2.124 \text{ MPa} \quad \text{..... návrhová pevnost v tlaku}$$

$$K_E := 10000 \quad \text{..... součinitel podle D.1.2 metodického pokynu SR5(S)}$$

$$E := K_E \cdot f_k \quad E = 5.15 \times 10^4 \text{ MPa} \quad \text{..... krátkodobý sečnový modul pružnosti zdiva}$$

$$\phi_{nekonečno} := 0.0 \quad \text{..... most starší než 30 let}$$

$$E_{\text{long.term}} := \frac{E}{1 + \phi_{nekonečno}} \quad E_{\text{long.term}} = 5.15 \times 10^4 \text{ MPa}$$

7 Zatížení

1) Stálé zatížení - vlastní tíha:

- automaticky počítá program SCIA LC1

2) Nahodilé dlouhodobé zatížení: LC2

..... budeme počítat výsek konstrukce 1m pod kolejí, proto počítáme zatížení na efektivní šířce, římsu vpravo se zábradlím, včetně pravého čela přisoudíme části mostu pod kolejí

	h(m)	obj. tíha (kN/m ³)	(kN/m)	popis	qk (kN/m ²)	
kolejnice s upevňovacími			1,8	1,8/9,17	0,20	1,25
bet. podvaly			3	3/9,17	0,33	1,25
kolejové lože+násyp	13	20		13*20	260,0	1,30
žb. deska-tvrdá ochr.	0	25		0,05*25	0	1,30
nadezdívka H1	0	25		0*25	0	1,30
nadezdívka H2	1,4	25		1,4*25	35,00	1,30
st.římsa -mimo roznosu		25		0	0,00	1,30
čelná zeď mimo roznosu		25		0	0,00	1,30
zábradlí			0,0	0	0,00	1,25
izolace	0	23		0,01*23	0	1,30
SPOLU				ve vrcholu	260,52	
				v pate	295,52	

3) Stálé zatížení-zemní tlak: LC3

$$\gamma := 20 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-3}$$

koeficient tlaku v klidu..... $K_0 := 0.45$ pro stálé zatížení

$$h_{z1} := H_1 \quad \text{..... zemina v úrovni 1 (vrchol klenby)}$$

$$h_{z2} := 2.28 \text{ m} \quad \text{..... výška OP = od vrcholu klenby k uložení}$$

$h_{z3} := 0.64\text{m}$ zemina ležící nad opěrou kromě KL

$$q_{z1} := \gamma \cdot h_{z1} = 240.8 \cdot \text{kPa}$$

$$q_{z2} := \gamma \cdot (h_{z1} + h_{z2}) = 286.4 \cdot \text{kPa}$$

$$q_{z3} := \gamma \cdot h_{z3} = 12.8 \cdot \text{kPa} \quad \text{..... bude započítáno v LC2 do tíhy KL}$$

$$q_{x1} := K_0 \cdot q_{z1} = 108.36 \cdot \text{kPa}$$

$$q_{x2} := K_0 \cdot q_{z2} = 128.88 \cdot \text{kPa}$$

$$q_{x3} := K_0 \cdot \gamma \cdot (h_{z1} + t_v + h_s) = 124.56 \cdot \text{kPa} \quad \text{.... pata klenby}$$

4) Nahodilé krátkodobé zatížení:

Zatížení železniční dopravou - svislé:

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

$$q_{vk} := 80\text{kN} \cdot \text{m}^{-1} \quad \text{..... neuplatní se na délce mosta, pouze jako zvýšený tlak před OP}$$

dynamický součinitel:

$$L_{\Phi} := \frac{L_0 \cdot 2}{1 \cdot \text{m}} \quad L_{\Phi} = 5.6$$

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

$$\Phi_3 = 1.727$$

$$H_1 = 12.04\text{m}$$

redukovaný dyn. souč. z titulu přesypávky:

$$\text{red}\Phi_3 := \max \left(\Phi_3 - \frac{\frac{H_1}{m} - 1}{10}, 1.0 \right)$$

$$\text{red}\Phi_3 = 1$$

součinitel zatížení: $\gamma_Q := 1.3$ 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 na polovině roznášecí šířky

Zatížení železniční dopravou - vodorovné:

Ostředivé síly:

Kolej je mezi přechodnicemi bez převýšení, odstředivé síly neuvažujeme.

$$q_{Qvk} := \frac{4 \cdot 250\text{kN}}{6.4\text{m} \cdot b_{ef}} = 16.434 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$\Delta q_{Qz} := \frac{q_{Qvk} \cdot e_z}{0.5 b_{ef}} = 0.288 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-2} \quad \text{..... přírůstek z excentricity kolových sil}$$

$$\Sigma q_{Qvk} := (q_{Qvk} + \Delta q_{Qz}) \cdot \text{red}\Phi_3$$

..... LC4

$$\Sigma q_{Qvk} = 16.722 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

..... výsledná charakteristická hodnota svislého zatížení dopravou na 1m výsek

$K_{a.zv} := 0.35$ koef. aktivního zvýšeného tlaku zeminy pro zatížení dopravou

$$\Sigma q_{Qvk.x} := K_{a.zv} \cdot \Sigma q_{Qvk} \cdot \frac{1}{red\Phi_3} = 5.853 \cdot kN \cdot m^{-2} \quad \dots \text{zvětšení zemního tlaku od pohyblivého zat'. = nápravy (bez dyn. souč.)}$$

$$\Sigma q_{Qvk} := \left(\frac{q_{vk}}{b_{ef}} + \Delta q_{Qz} \right) \cdot red\Phi_3$$

$$\Sigma q_{Qvk} = 8.703 \cdot kN \cdot m^{-2} \quad \dots \text{rovnoměrné zatížení LM71}$$

$$\Sigma q_{Qvk.x} := K_{a.zv} \cdot \Sigma q_{Qvk} \cdot \frac{1}{red\Phi_3} = 3.046 \cdot kN \cdot m^{-2} \quad \dots \text{zvětšení zemního tlaku od pohyblivého zat'. rovnoměrného (bez dyn. souč.)}$$

Klenba je součástí integrovaného systému s násypem, proto zjednodušeně nebudeme uvažovat s nerovnoměrným bočním tlakem, resp. jednostranným zemním tlakem od pohyblivého zatížení - jednostranný tlak je eliminován pasivním odporem druhé opěry. Z tohoto důvodu lze konstatovat, že klenba není namáhána nerovnoměrným vodorovným tlakem a boční tlaky uvažujeme pouze symetrické.

Boční ráz:

Vzhledem k výšce přesypávky lze zanedbat.

Rozjezdové a brzdící síly:

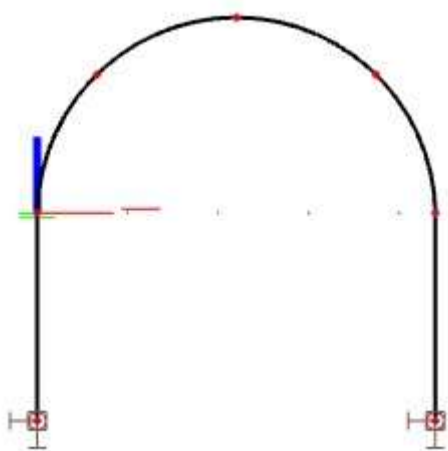
Nemají vliv na zatížitelnost NK

5) Nahodilé proměnné zatížení - vítr:

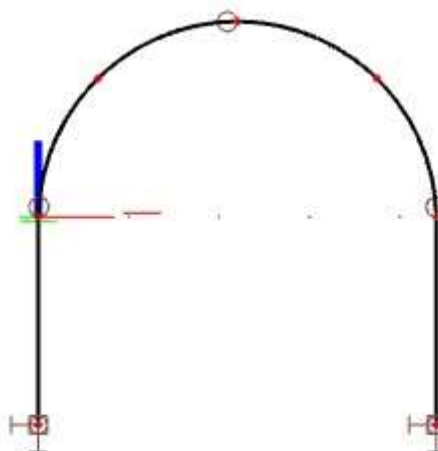
Vzhledem k výšce přesypávky lze zanedbat.

8 Výpočet vnitřních sil

výpočtový model 1:



výpočtový model 2 - plastické klouby:



Konstrukce byla spočítána v prvním kroku bez kloubů, excentricita $e=M/N$ v nejvíce namáhaných průřezích však byla mimo jádra průřezu a posudek s vyloučeným tahem nebylo možné provést, tah ve vrcholu a v patách klenby byl příliš veliký. Proto v druhém kroku byly do modelu vloženy plastické klouby.

Lineární výpočet

Skupina výsledkov: Všetky MSÚ

Súradný systém: Hlavné

Extrém 1D: Globálny

Výber: B11, B13

Názov	dx [mm]	Stav	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
B11	1253,302+	CO2/1	-490,19	0,00	10,79	0,00	-2,86	0,00
B11	1253,302+	CO3/2	-627,40	0,00	43,71	0,00	-33,79	0,00
B11	626,651-	CO3/2	-948,56	0,00	-87,43	0,00	-54,48	0,00
B11	1877,166-	CO2/3	-505,03	0,00	10,39	0,00	7,52	0,00

Názov	Kľúč kombinácií
CO2/1	LC1 + LC2 + 1.30*LC3
CO3/2	1.30*LC1 + 1.30*LC2 + LC3 + 1.30*LC4.2
CO2/3	LC1 + LC2 + 1.30*LC3 + LC4.1

Kritická kombinace 1 pre max. excentricitu:

$$M_{sd1} := 54.48 \text{ kNm}$$

$$N_{sd1} := 948.56 \text{ kN}$$

Kritická kombinace 2 pre min. excentricitu:

$$M_{sd2} := 2.86 \text{ kNm}$$

$$N_{sd2} := 490.19 \text{ kN}$$

Kritická kombinace 3 pre excentricitu s veľkým tlakem:

dtto kombi 2

9 Mezní stav únosnosti - únosnost zděného průřezu pro normálové napětí

Nevyztužené zděné stěny zatížené zejména tlakem - kombi 1

$$N_{Ed} \leq N_{Rd} \quad t_v = 0.55 \text{ m}$$

Plocha stěny: $A_t := t_v \cdot 1 \text{ m} = 0.55 \text{ m}^2 > 0.1 \text{ m}^2$ nemusí se násobit pevnost zdiva dle 6.1.2.1 (3)

$$L_s := 5.0 \text{ m} \quad \text{..... délka střednice klenby}$$

$$h_{ef} := 0.54 \cdot L_s = 2.7 \text{ m} \quad \text{..... vzpěrná výška stěny}$$

Posouzení pro hlavu (patu) stěny:

$$e_{ne} := 0 \text{ m} \quad \text{..... výstřednost v důsledku vodorovného zat'}$$

$$e_{init} := \frac{h_{ef}}{450} \quad e_{init} = 6 \cdot \text{mm}$$

$$e_{i1} := \frac{M_{sd1}}{N_{sd1}} + e_{ne} + e_{init} \quad e_{i1} = 0.063 \text{ m} < \frac{t_v}{3} = 0.183 \text{ m}$$

excentricita vyhovuje

$$\Phi_{i1} := 1 - 2 \cdot \frac{e_{i1}}{t_v} \quad \Phi_{i1} = 0.769$$

$$N_{Rd1} := \Phi_{i1} \cdot t_v \cdot f_d \cdot 1 \text{ m} \quad N_{Rd1} = 898.608 \cdot \text{kN}$$

Ověření štíhlosti: $I_y := \frac{1}{12} \cdot 1 \text{ m} \cdot t_v^3 \quad I_y = 0.014 \text{ m}^4$

$$i_y := \sqrt{\frac{I_y}{A_t}} = 0.159 \text{ m}$$

$$\lambda := \frac{h_{ef}}{i_y} = 17.006 < 27 \quad \text{vyhovuje štíhlost}$$

Posouzení pro střed stěny:

$$e_{nm} := 0 \text{ mm} \quad \dots \text{výstřednost od bočního zatížení}$$

$$e_k := 0 \text{ mm} \quad \dots \text{výstřednost vlivem dotvarování neuvažujeme}$$

$$t_{ef} := t_v$$

$$e_{m1} := \frac{M_{sd1}}{N_{sd1}} + e_{nm} + e_{init}$$

$$e_{mk1} := e_{m1} + e_k = 0.063 \text{ m} \quad \dots \text{zmenšující součinitel odčítáme z přílohy G - ČSN EN 1996-1-1}$$

$$\frac{e_{mk1}}{t_v} = 0.115 \quad \dots =$$

$$\Phi_m := 0.87$$

$$\frac{h_{ef}}{t_{ef}} = 4.909 \quad \dots =$$

$$N_{Rd1m} := \Phi_m \cdot t_v \cdot f_d \cdot 1 \text{ m}$$

$$N_{Rd1m} = 1.016 \times 10^3 \cdot \text{kN}$$

Posuzovaný průřez neleží ani ve středu stěny ani v pate, proto unosnost stanovíme jako průměrnou hodnotu:

$$N_{Rd} := \frac{N_{Rd1} + N_{Rd1m}}{2} = 957.402 \cdot \text{kN}$$

$$N_{Ed1} := N_{sd1}$$

$$\text{Posouzení: } N_{Ed1} = 948.56 \cdot \text{kN} < N_{Rd} = 957.402 \cdot \text{kN}$$

vyhovuje i pro kombinaci 6.10**Nevyztužené zděné stěny zatížené zejména tlakem - kombi 2**

$$\text{využití: } \frac{N_{Ed1}}{N_{Rd}} = 0.991$$

$$M_{sd2} = 2.86 \cdot \text{kNm}$$

$$N_{sd2} = 490.19 \cdot \text{kN}$$

$$\Phi_{i2} := 1 \quad \dots \text{centrický tlak v pate}$$

$$N_{Rd2} := \Phi_{i2} \cdot t_v \cdot f_d \cdot 1 \text{ m}$$

$$N_{Rd2} = 1.168 \times 10^3 \cdot \text{kN}$$

$$N_{Ed2} := N_{sd2}$$

$$\text{Posouzení: } N_{Ed2} = 490.19 \cdot \text{kN} < N_{Rd2} = 1.168 \times 10^3 \cdot \text{kN} \quad \text{vyhovuje i pro kombinaci 6.10}$$

Nevyztužené zděné stěny namáhané smykem

$$\text{využití: } \frac{N_{Ed2}}{N_{Rd2}} = 0.42$$

Kritická kombinace 1 pro max. smyk:

$$V_{sd1} := 43.71 \text{ kN}$$

$$N_{1sd} := 627.4 \text{ kN}$$

Kritická kombinace 2 pro smyk za min. tlaku:

$$V_{sd2} := 87.43 \text{ kN}$$

$$N_{2sd} := 948.56 \text{ kN}$$

$$f_b := 57.9 \text{ MPa} \quad \dots \text{normalizovaná pevnost staviva dle STP}$$

$$f_{vk0} := 0.1 \text{ MPa} \quad \dots \text{charakt. pevnost v smyku za nulového tlaku, doporučená hodnota}$$

$$\sigma_{d1} := \frac{N_{1sd}}{A_t} = 1.141 \cdot \text{MPa}$$

$$\sigma_{d2} := \frac{N_{2sd}}{A_t} = 1.725 \cdot \text{MPa}$$

..... tlakové napětí v průřezoch

Zdivo bude prespárováno, proto použijeme pro výpočet charakteristické pevnosti podle vztahu 3.5

$$f_{vk1} := f_{vk0} + 0.4\sigma_{d1} = 0.556 \cdot \text{MPa} \quad \leq \quad 0.065f_b = 3.764 \cdot \text{MPa}$$

$$f_{vk2} := f_{vk0} + 0.4\sigma_{d2} = 0.79 \cdot \text{MPa}$$

Návrhová pevnost zdiva:

$$f_{vd1} := \frac{f_{vk1}}{\gamma_M} = 0.229 \cdot \text{MPa} \quad \dots\dots \text{návrhová smyková pevnost zdiva pro kombi 1}$$

$$f_{vd2} := \frac{f_{vk2}}{\gamma_M} = 0.326 \cdot \text{MPa} \quad \dots\dots \text{pro kombi 2}$$

$$l_c := 1 \text{ m} \quad \dots\dots \text{délka tlačené části stěny}$$

$$V_{Rd1} := f_{vd1} \cdot t_p \cdot l_c \quad V_{Rd1} = 137.639 \cdot \text{kN} \quad V_{Rd2} := f_{vd2} \cdot t_v \cdot l_c \quad V_{Rd2} = 179.144 \cdot \text{kN}$$

$$V_{Ed1} := V_{sd1} \quad V_{Ed2} := V_{sd2}$$

Posouzení: $V_{Ed1} = 43.71 \cdot \text{kN} < V_{Rd1} = 137.639 \cdot \text{kN}$
 $V_{Ed2} = 87.43 \cdot \text{kN} < V_{Rd2} = 179.144 \cdot \text{kN}$

vyhovuje i pro kombinaci 6.10

$$\text{využití: } \frac{V_{Ed1}}{V_{Rd1}} = 0.318 \quad \frac{V_{Ed2}}{V_{Rd2}} = 0.488$$

10 Stanovení zatížitelnosti klenby - MSÚ

Z hlediska MSÚ všechna posouzení vyhovují návrhové kombinaci 6.10 (bez redukce stálého nebo pohyblivého zatížení), z tohto důvodu lze konstatovat, že zatížitelnost z hlediska MSÚ je větší než 1,0 LM71.

Konkrétní hodnoty zatížitelnosti stanovíme iteračně pro nejnepříznivější kombinaci jednotlivých typů namáhání. V programu SCIA odečteme vnitřní síly pro zadané hodnoty zatížitelnosti a budeme hledat honoty se 100% využitím unosnosti průřezů, resp. rovnost posudku.

1 / Namáhání normálové N+M

Nevyztužené zděné stěny zatížené zejména tlakem - kombi 1

$$\boxed{\text{zat} = 1,17}$$

$$M_{sd1.zat} := 54.99 \text{ kNm} \quad N_{sd1.zat} := 957.19 \text{ kN}$$

$$e_{m1.zat} := \frac{M_{sd1.zat}}{N_{sd1.zat}} + e_{nm} + e_{init} = 0.063 \text{ m}$$

$$e_{mk1.zat} := e_{m1.zat} + e_k = 0.063 \text{ m} \quad \frac{e_{mk1.zat}}{t_v} = 0.115$$

$$\Phi_{m.zat} := 0.87$$

$$N_{Rd1m.zat} := \Phi_{m.zat} \cdot t_v \cdot f_d \cdot 1 \text{ m} = 1.016 \times 10^3 \cdot \text{kN} \quad N_{Ed1.zat} := N_{sd1.zat}$$

$$e_{i1.zat} := \frac{M_{sd1.zat}}{N_{sd1.zat}} + e_{ne} + e_{init} = 0.063 \text{ m} < \frac{t_v}{3} = 0.183 \text{ m}$$

$$\Phi_{i1.zat} := 1 - 2 \cdot \frac{e_{i1.zat}}{t_v} = 0.769 \quad N_{Rd1.zat} := \Phi_{i1.zat} \cdot t_v \cdot f_d \cdot 1 \text{ m} = 898.545 \cdot \text{kN}$$

Posouzení: $N_{Ed1.zat} = 957.19 \cdot \text{kN} = \frac{N_{Rd1.zat} + N_{Rd1m.zat}}{2} = 957.37 \cdot \text{kN}$

**platí rovnost, proto Zlm.NMd = 1,17
rozhoduje excentricita**

11 Mezní stav použitelnosti (MSP)

11.1 Mezní stav použitelnosti - svislý průhyb

U konstrukce s rozpětím menším než 20m lze vyšetřit průhyb pouze uprostřed rozpětí.

Průhyb klenby od pohyblivého zatížení - materiál C30/37 - program SCIA: $w_c := 0.2\text{mm}$

$$E_b := 320000\text{MPa} \text{ beton}$$

$$E = 5.15 \times 10^4 \cdot \text{MPa} \text{ zdívo}$$

$$w_z := w_c \cdot \frac{E_b}{E}$$

$$w_z = 1.243 \cdot \text{mm} \text{ průhyb zděné klenby}$$

Posouzení: $w_z = 1.243 \cdot \text{mm} < \frac{L_x}{500} = 6.8 \cdot \text{mm}$ **vyhovuje**

11.2 Mezní stav použitelnosti - omezení napětí od charakt. zatížení

Kritická kombinace 1 pre max. excentricitu:

$$M_{sk1} := 32.06\text{kNm}$$

$$N_{sk1} := 724.92\text{kN}$$

Kritická kombinace 2 pre min. excentricitu:

$$M_{sk2} := 7.52\text{kNm}$$

$$N_{sk2} := 526.71\text{kN}$$

Kritická kombinace 3 pre excentricitu s velkým tlakem:

$$M_{sk3} := 28.09\text{kNm}$$

$$N_{sk3} := 569.96\text{kN}$$

Lineárny výpočet

Skupina výsledkov: Všetky MSP

Súradný systém: Hlavné

Extrém 1D: Globálny

Výber: B11, B13

Názov	dx [mm]	Stav	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
B11	626,651+	CO4/1	-569,96	0,00	27,10	0,00	-28,09	0,00
B11	626,651-	CO4/2	-724,92	0,00	-51,45	0,00	-32,06	0,00
B11	1877,166+	CO2/3	-526,71	0,00	-12,12	0,00	7,52	0,00
B11	0,000	CO5/4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Názov	Kľúč kombinácií
CO4/1	LC1 + LC2 + LC3 + LC4.1
CO4/2	LC1 + LC2 + LC3 + LC4.2
CO2/3	LC1 + LC2 + 1.30*LC3 + LC4.1
CO5/4	Žiadne zaťažovacie stavy.

Nevyztužené zděné stěny - charakt. kombi 1

$$e_{1k} := \frac{M_{sk1}}{N_{sk1}} = 44.226 \cdot \text{mm} < \frac{t_p}{3} = 200 \cdot \text{mm} \text{ podmínka posouzení za vyloučeného tahu je splněna}$$

$$\sigma_{sk1} := \frac{2 \cdot N_{sk1}}{(t_p - 2 \cdot e_{1k}) \cdot 1\text{m}} = 2.834 \cdot \text{MPa} \text{ charakteristické napětí v průřezu za vylouč. tahu}$$

Posouzení: $\sigma_{sk1} = 2.834 \cdot \text{MPa} < 0.45 \cdot f_k = 2.317 \cdot \text{MPa}$ **NEVYHOVUJE**

$$\text{využití: } \frac{\sigma_{sk1}}{0.45 f_k} = 1.223$$

Nevyztužené zděné stěny - charakt. kombi 2

centrický tlak

$$\sigma_{sk2} := \frac{N_{sk2}}{t_v \cdot 1m} = 0.958 \cdot \text{MPa} < 0.45 \cdot f_k = 2.317 \cdot \text{MPa} \quad \text{vyhovuje i pro kombinaci 6.10}$$

Nevyztužené zděné stěny - charakt. kombi 3

$$M_{sk3} = 28.09 \cdot \text{kNm} \quad N_{sk3} = 569.96 \cdot \text{kN}$$

$$e_{3k} := \frac{M_{sk3}}{N_{sk3}} = 49.284 \cdot \text{mm} < \frac{t_p}{3} = 200 \cdot \text{mm} \quad \dots \text{podmínka posouzení za vyloučeného tahu je splněna}$$

$$\sigma_{sk3} := \frac{2 \cdot N_{sk3}}{(t_p - 2 \cdot e_{3k}) \cdot 1m} = 2.273 \cdot \text{MPa} \quad \dots \text{charakteristické napětí v průřezu za vylouč. tahu}$$

Posouzení : $\sigma_{sk3} = 2.273 \cdot \text{MPa} < 0.45 \cdot f_k = 2.317 \cdot \text{MPa} \quad \text{vyhovuje i pro kombinaci 6.10}$

Podmínka rozevření spáry - max. polovina plochy průřezu je jistě splněna, protože excentricita leží v blízkosti jádra průřezu max. ve vzdálenosti 1/3 tl. průřezu, co byla podmínka posudku za vyloučeného tahu.

Protože MSP charakteristické napětí nevyhovuje pro kombinaci 1, ověříme dominantní stálou kombinaci zatížení od násypu.

Lineární výpočet

Kombinácia: CO6

Súradný systém: Hlavné

Extrém 1D: Globálny

Výber: B11, B13

Názov	dx [mm]	Stav	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
B11	1877,166+	CO6/1	-468,02	0,00	1,73	0,00	-1,07	0,00
B11	626,651+	CO6/1	-550,25	0,00	23,54	0,00	-29,79	0,00
B11	0,000	CO6/1	-685,85	0,00	-47,81	0,00	0,00	0,00

Názov	Klíúč kombinácií
CO6/1	LC1 + LC2 + LC3

$$M_{sk4} := 29.79 \text{ kNm} \quad N_{sk4} := 550.25 \text{ kN} \quad \dots \text{pouze stále zatížení}$$

$$e_{4k} := \frac{M_{sk4}}{N_{sk4}} = 54.139 \cdot \text{mm} < \frac{t_p}{3} = 200 \cdot \text{mm} \quad \dots \text{podmínka posouzení za vyloučeného tahu je splněna}$$

$$\sigma_{sk4} := \frac{2 \cdot N_{sk4}}{(t_p - 2 \cdot e_{4k}) \cdot 1m} = 2.238 \cdot \text{MPa} \quad \dots \text{charakteristické napětí v průřezu za vylouč. tahu}$$

Posouzení : $\sigma_{sk4} = 2.238 \cdot \text{MPa} < 0.45 \cdot f_k = 2.317 \cdot \text{MPa} \quad \text{vyhovuje i pro kombinaci 6.10}$

12 Závěr

Všechna posouzení MSÚ vyhovují nejnepříznivějším kombinacím, zatížitelnost nosné konstrukce z hlediska MSÚ je tedy větší než 1,0 LM71. Z hlediska MSP těsně nevyhovuje kombinace 1 pro omezení tlakových napětí. Prověřili jsme však, že výrazně přesypaná konstrukce, u které jsou dominantní účinky stálých zatížení, vyhovuje pro kombinaci stálých zatížení. Pohyblivé zatížení v novém stavu se nemění, rychlost nerozhoduje u objektu s přesypávkou nad 10m, proto lze prohlásit, že nosná konstrukce vyhoví požadované přechodnosti C4/80.

Přehled zatížitelnosti pro část mostního objektu

A Identifikace mostu

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

DÚ 18 km

7	9	1	9	2
---	---	---	---	---

B Identifikace části mostu

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

pod koleji 1

C Doplňující data pro část mostu

Kategorie zatížitelnosti: ...C

Výpočetní model: prutová rovinná konstrukce - klenba

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

		na začátku		uprostřed		na konci	
poloměr oblouku	mezi přechod.	-	(m)	-	(m)	-	(m)
převýšení koleje		0	(mm)	0	(mm)	0	(mm)
excentricita osy koleje		-	(m)	..	(m)	-	(m)

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

Poznámka k výpočtu části mostu: NK z r. 1875, výpočet proveden s vyloučením tahu

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	$\gamma Q, I_m, 71$	viz str.	Z_{LM71}	Poznámky
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	klenba	kritický průřez porušený tlakem	normálové napětí, MSÚ	1	S	3,4	1,00	5,6	1,30	14	1,17	
2	klenba	..	svislý průhyb, MSP	1	S	3,4	1,00	5,6	1,00	14	> 2,0	
4	klenba	kritický průřez porušený tlakem	normálové napětí, MSP	1	S	3,4	1,00	5,6	1,00	14	< 1,0	ANO
5	klenba v uložení	kritický průřez porušený smykem	normálové napětí, MSÚ	1	Q	3,4	1,00	5,6	1,30	14	> 2,0	
6												
7	ANO = objekt je přechodný pro traťovou třídu C4-80											
8												

Dne 3 / 11 / 2020

zatížitelnost určil:Ing. Drajičik