





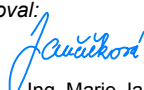


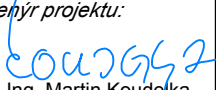
Souřadnicový systém: S-JTSK

Výškový systém: Bpv

Přehled verzí přílohy				
Číslo	Datum	Popis změny	Jméno	Podpis
P1	24.6.2017	Dokumentace k připomínkám	Ing. Jančíčková	
01	27.11.2017	Odevzdání čistopisu přípravné dokumentace	Ing. Jančíčková	

Správa železniční dopravní cesty, státní organizace Dlážděná 1003/7, Praha 1 - Nové Město 110 00 SŽDC s.o., Stavební správa západ Sokolovská 278/1955, Praha 9 190 00	 <small>Správa železniční dopravní cesty</small>
--	--

PROJEKT servis spol. s r.o. U Elektry 830/2b, Praha 9 - Hloubětín 198 21 IČ: 49823141 tel.: 281 090 860 www.projekt-servis.cz firma@projekt-servis.cz	
--	---

Vypracoval:  Ing. Marie Jančíčková	Kontroloval:  Ing. Martin Verner	Odpovědný projektant:  Ing. Martin Verner	Hlavní inženýr projektu:  Ing. Martin Koudečka
---	---	---	---

KRAJ: ÚSTECKÝ	OKRES: CHOMUTOV	OÚ: CHOMUTOV
---------------	-----------------	--------------

REKONSTRUKCE TRATI V ÚSEKU KYJICE - CHOMUTOV	
---	--

E. STAVEBNÍ ČÁST E.1 Inženýrské objekty E.1.4 Mosty, propustky, zdi SO 14 02 Železniční most v km 58,293	Číslo zakázky: ZAK-2016-20	
	Stupeň:	PD
	Datum:	11/2017
	Měřítko:	-
	Formát:	37 x A4

STATICKÝ VÝPOČET	Verze:	Část:	Č. přílohy:
	01	E.1.4.2	09

Obsah

kapitola

1. Vstupní údaje

- 1.1 Identifikační údaje mostu
- 1.2 Základní údaje o mostě

2. Komentář ke statickému výpočtu

- 2.1 Metodika výpočtu
- 2.2 Metodika výpočtu
- 2.3 Použité výpočetní programy
- 2.4 Související normy, předpisy a použitá literatura

3. Materiálové charakteristiky

- 3.1 Železobeton

4. Uspořádání (geometrie) konstrukce

- 4.1 Geometrie mostu

5. Zatížení konstrukce

- 6.1 Zatížení stálé
- 6.2 Zatížení zemním tlakem (ZS2)
- 6.3 Zatížení pohyblivé - zatížení kolejovou dopravou - model zatížení LM 71

6. Vnitřní síly a návrhové hodnoty zatížení

- 6.1 Zatěžovací stavy
- 6.2 Kombinace - MSU
- 6.3 MSU - vnitřní síly - hodnoty z výpočetního programu Scia Engineering
- 6.4 Kombinace - MSP
- 6.5 MSP - vnitřní síly - hodnoty z výpočetního programu Scia Engineering

7. Posouzení MSÚ

- 7.1 Geometrie průřezu
- 7.2 Materiály
- 7.3 Interakční diagram
- 7.4 Smyková únosnost

8. Posouzení středního základového pasu

- 8.1 Geometrie základového pasu
- 8.2 Reakce a vlastní tíha základu
- 8.3 Napětí v základové spáře
- 8.4 Svislá únosnost v základové spáře
- 8.5 Vodorovná únosnost v základové spáře

9. Posouzení MSP

- 9.1 Posouzení normálových napětí
- 9.2 Výpočet ideálního charakteristického průřezu bez trhlin

10. Stanovení zatížitelnosti

- 10.1 Zatížitelnost - klenba - MSU
- 10.2 Zatížitelnost - základový pas - MSU
- 10.3 Tabulka zatížitelnosti

SO 14-02 Železniční most v km 58,293
trať č. 130 - Ústí nad Labem - Kláštec nad Ohří
Statický přepoččet nosné konstrukce
na traťovou třídu zatížení D4 a návrhovou TR

1. Vstupní údaje

1.1 Identifikační údaje mostu

1.1.1	Stavba:	Rekonstrukce trati v úseku Kyjice - Chomutov
1.1.2	Objekt:	Železniční most v km 58,293
1.1.3	Obec:	Jirkov
1.1.4	Kraj:	Ústecký
1.1.5	Katastrální území:	Jirkov [660761]
1.1.6	Druh stavby:	Přepoččet stávající konstrukce
1.1.7	Vlastník:	Česká republika
1.1.8	Správce mostu:	Správa železniční dopravní cesty, státní organizace Oblastní ředitelství Ústí nad Labem, Správa mostů a tunelů
1.1.9	Investor:	Správa železniční dopravní cesty, státní organizace Dlážděná 1003/7, Praha 1 - Nové Město 110 00
1.1.10	Zpracovatel projektové dokumentace	PROJEKT servis s.r.o. U Elektry 830/2b, Praha 9 - Hloubětín
1.1.11	Zpracovatel projek. dok. SO 14-02:	PROJEKT servis s.r.o. U Elektry 830/2b, Praha 9 - Hloubětín
1.1.12	Projektant:	Ing. Marie Jančíčková
1.1.13	Odpovědný projektant:	Ing. Bc. Martin Verner
1.1.14	Traťový úsek:	0602 žst. Most - žst. Chomutov - záp. zhlaví
1.1.15	Definiční úsek:	06 kyjice - ústřední stavědlo - Dolní Rybník
1.1.16	Staničení - evidenční:	km 58,293
1.1.17	Staničení - přesné:	km 58, 294 501
1.1.18	Stupeň projektové dok.:	Záměr projektu a přípravná dokumentace stavby

1.2 Základní údaje o mostě

1.2.1 Charakteristika mostu:

Uspořádání:	most pod dvoukolejnou trať
Statické uspořádání:	klenbová
Nosná konstrukce:	prefabrikovaná lomenice
Spodní stavba:	-

1.2.2	Přemostřovaná překážka:	Dvoukolejná trať
1.2.3	Úhel křížení:	70°
1.2.4	Traťová rychlost:	120 km/hod
1.2.5	Světlost mostu:	12,9 m
1.2.6	Rozpětí mostu:	13,3 m
1.2.7	Délka mostu:	13,5 m
1.2.8	Šířka mostu:	58,0 m
1.2.9	min volná výška mostu:	6,38 m

2. Komentář ke statickému výpočtu

2.1 Rozsah a účel výpočtu

Tento statický výpočet je nedílnou součástí projektové dokumentace SO 14-02. Statický výpočet je nutno považovat za závazný pro provádění mostního objektu.

Statický výpočet byl zpracován bez znalosti konkrétního zhotovitele SO 14-02. Případné změny, které by vyplynuly z realizační dokumentace zhotovitele, musí být odsouhlaseny odpovědným projektantem objektu a schváleny objednavatelem.

2.2 Metodika výpočtu

Statický výpočet konstrukce byl proveden podle Metodického pokynu pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů a podle ČSN 73 6201 Projektování mostních objektů.

2.3 Použité výpočetní programy

Statický výpočet je vytvořen za pomoci systému MS Excel 2010, Scia Engineer 16.0.

2.4 Související normy, předpisy a použitá literatura

1.1.1	Metodický pokyn pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů	2015
1.1.2	MVL 649 Železobetonové trubní propustky	2012
1.1.3	SŽDC S3 Železniční svršek	2014
1.1.4	SŽDC S3/2 Bezstyková kolej	2013
1.1.5	ČSN EN Projektování mostních objektů	2008
1.1.6	ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí	2004
1.1.7	ČSN EN 1991-1 Zatížení konstrukcí - Zatížení konstrukcí	2004
1.1.8	ČSN EN 1991-2 Zatížení konstrukcí - Zatížení mostů dopravou	2005
1.1.9	ČSN EN 1992-1 Navrhování betonových konstrukcí - obecná pravidla	2006
1.1.10	ČSN EN 1992-1 Navrhování betonových konstrukcí - betonové mosty	2007
1.1.11	ČSN EN 1997-1 Navrhování geotechnických konstrukcí - obecná pravidla	2006
1.1.12	ČSN EN 206 Beton - Specifikace, výroba shoda	2014

3. Materiálové charakteristiky

3.1 Železobeton

- pevnostní třída betonu

C 20/25

- charakteristická válcová pevnost $f_{ck,cyl} = 20,0 \text{ MPa}$
- charakteristická krychelná pevnost $f_{ck,cub} = 25,0 \text{ MPa}$
- střední hodnota pevnost v tlaku $f_{cm} = 28,0 \text{ MPa}$
- střední hodnota pevnosti v tahu $f_{ctm} = 2,2 \text{ MPa}$

- modul pružnosti $E_{cm} = 30 \text{ MPa}$

- součinitel bezpečnosti pro beton $\gamma_c = 1,5$ -

- součinitel zohledňující dlouhodobé účinky a způsob zatížení $\alpha_{cc} = 0,85$ -

- návrhová pevnost betonu
$$f_{cd} = \alpha_{cc} \frac{f_{ck,cyl}}{\gamma_c} = 0,9 \frac{20,00}{1,50} = 11,33 \text{ MPa}$$

- betonářská ocel

10425 V

- charakteristická mez kluzu $f_{yk} = 410 \text{ MPa}$
- součinitel bezpečnosti pro ocel $\gamma_s = 1,15$ -

- návrhová mez kluzu
$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{410}{1,15} = 356,5 \text{ MPa}$$

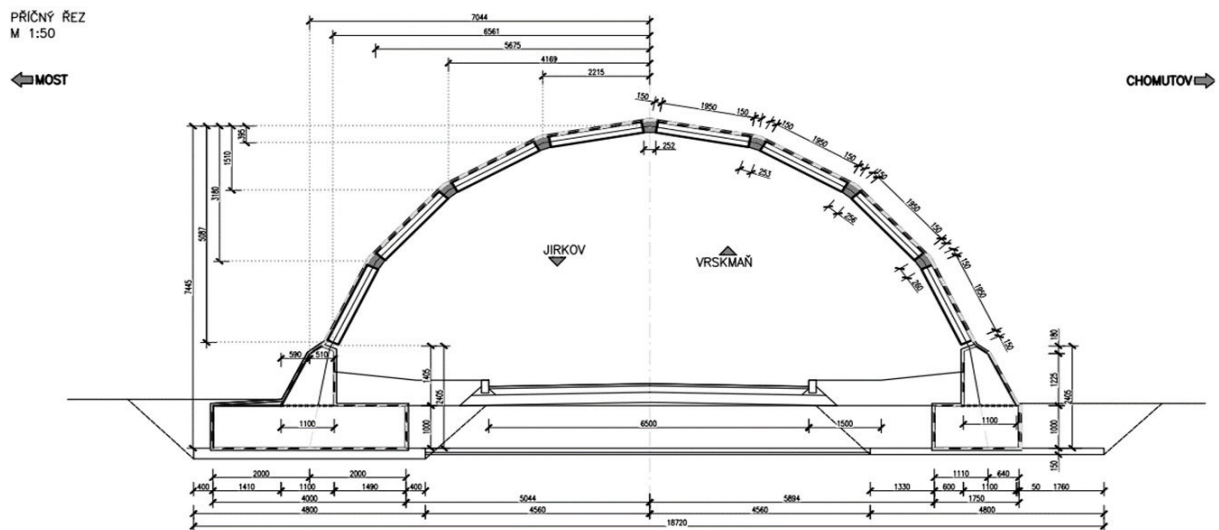
- krytí výztuže $c = 20 \text{ mm}$

4. Uspořádání (geometrie) konstrukce

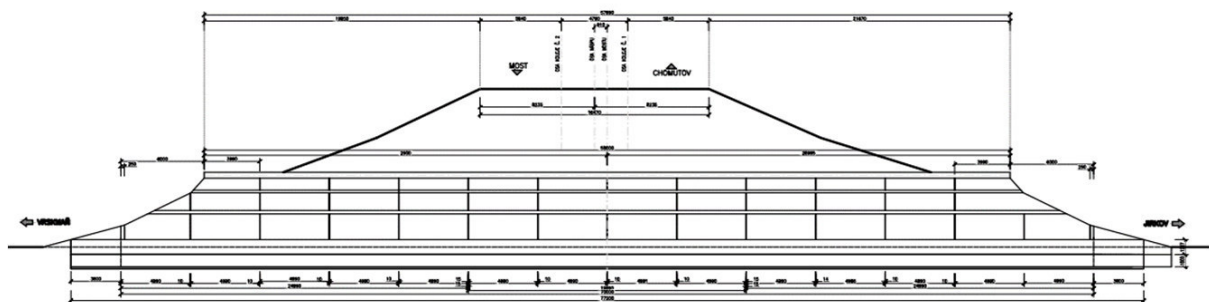
4.1 Geometrie mostu

- schéma nosné konstrukce

Příčný řez

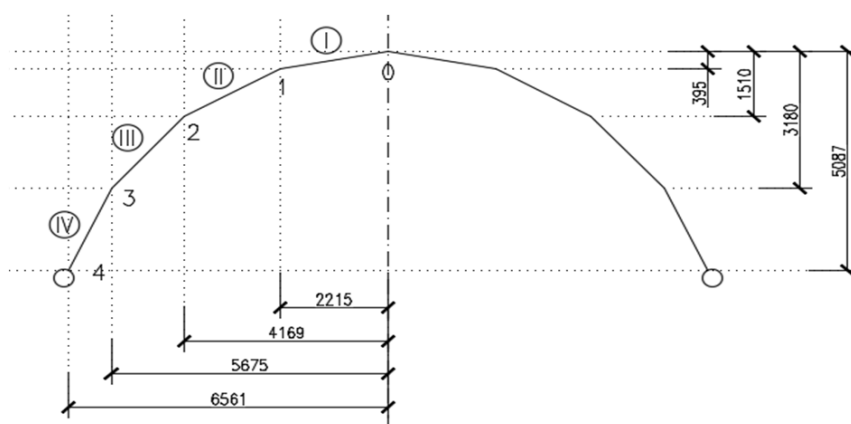


Podélný řez

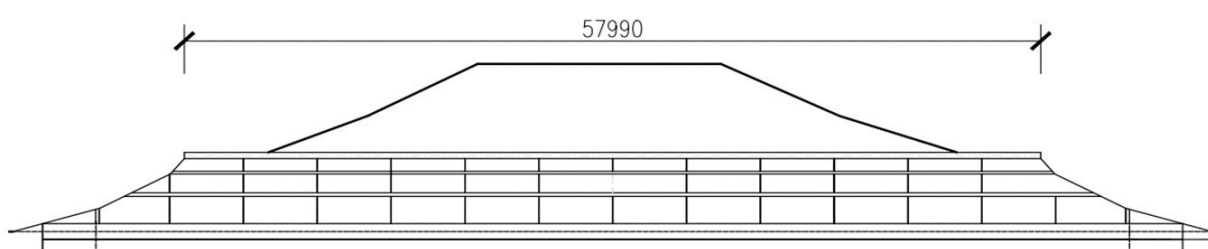


- schéma nosné konstrukce pro výpočet

Příčný řez



Podélný řez



- výška konstrukce

H = 6 575 mm

- rozpětí konstrukce

L = 13 700 mm

- délka konstrukce

L_{NK} = 57 990 mm

- statické uspořádání

klenba

- podélná sklon konstrukce

1,00 %

- počet posuzovaných příčných řezů

n_x = 1

5. Zatížení konstrukce

5.1 Zatížení stálé

5.1.1. Zatížení vlastní tíhou nosné konstrukce (ZS1)

- generováno softwarem Scia Engineering

5.2. Zatížení zemním tlakem (ZS2)

- zatížení svislým zemním tlakem odpovídá výšce násypu v daných bodech konstrukce. Výpočet byl proveden pro maximální výšku nadnásypu h_{\max} . Předpokládané parametry zeminy jsou uvedeny níže. Vodorovné zatížení zemním tlakem odpovídá velikosti zemního tlaku v klidu.

$$h_{\max} = 7,75 \text{ m}$$

Parametry zeminy

γ_d	18,50	kN/m ³
γ_{sat}	20,00	kN/m ³
γ_{su}	10,00	kN/m ³
ϕ_{ef}	25,00	°
ϕ_u	10,00	°
c_{ef}	15,00	kPa
c_u	60,00	kPa
v	0,35	
β	0,62	
E_{def}	8000	kPa
E_{oed}	12903	kPa

Součinitele zemních tlaků

$$K_0 = \frac{v}{1-v}$$

$$K_a = \tan^2\left(45 - \frac{\phi_{\text{ef}}}{2}\right)$$

$$K_p = \tan^2\left(45 + \frac{\phi_{\text{ef}}}{2}\right)$$

K_0	0,54
K_a	0,41
K_p	2,46

- stanovení velikosti zemních tlaků působících na konstrukci dle vzorců:

svislý zemní tlak: $\sigma_{z,ef} = \gamma_d \cdot h_{\max}$

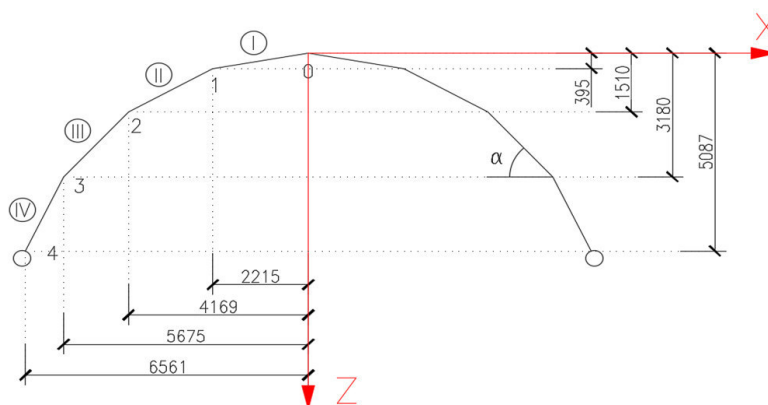
vodorovný zemní tlak:

v klidu: $\sigma_0 = \sigma_{z,ef} \cdot K_0$

aktivní: $\sigma_a = \sigma_{z,ef} \cdot K_a - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$

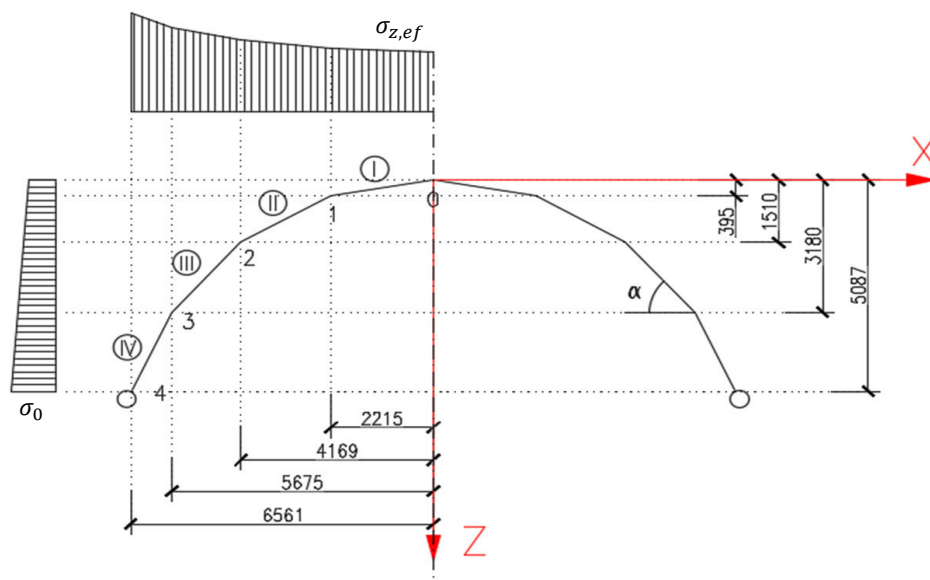
pasivní: $\sigma_p = \sigma_{z,ef} \cdot K_p + 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_p}$

- schéma konstrukce

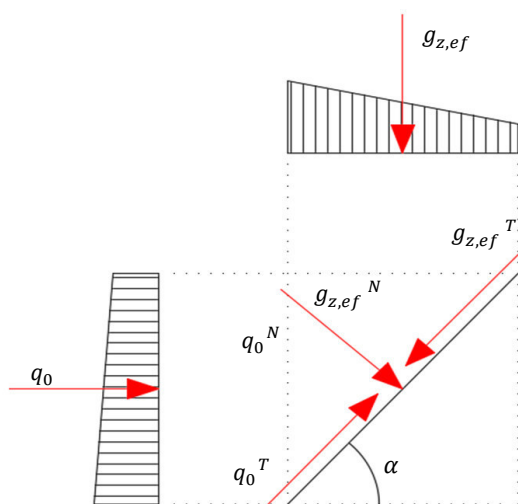


- výpočet zemních tlaků

Bod	Δx	Δz	X	Z	$\sigma_{z,ef}$	σ_0	σ_a	σ_p
0	0,000	0,000	0,000	7,750	143,38	77,20	39,08	400,35
1	2,215	0,395	2,215	8,145	150,68	81,14	42,04	418,36
2	4,169	1,510	4,169	9,260	171,31	92,24	50,42	469,18
3	5,675	3,180	5,675	10,930	202,21	108,88	62,95	545,31
4	6,561	5,087	6,561	12,837	237,48	127,88	77,27	632,23

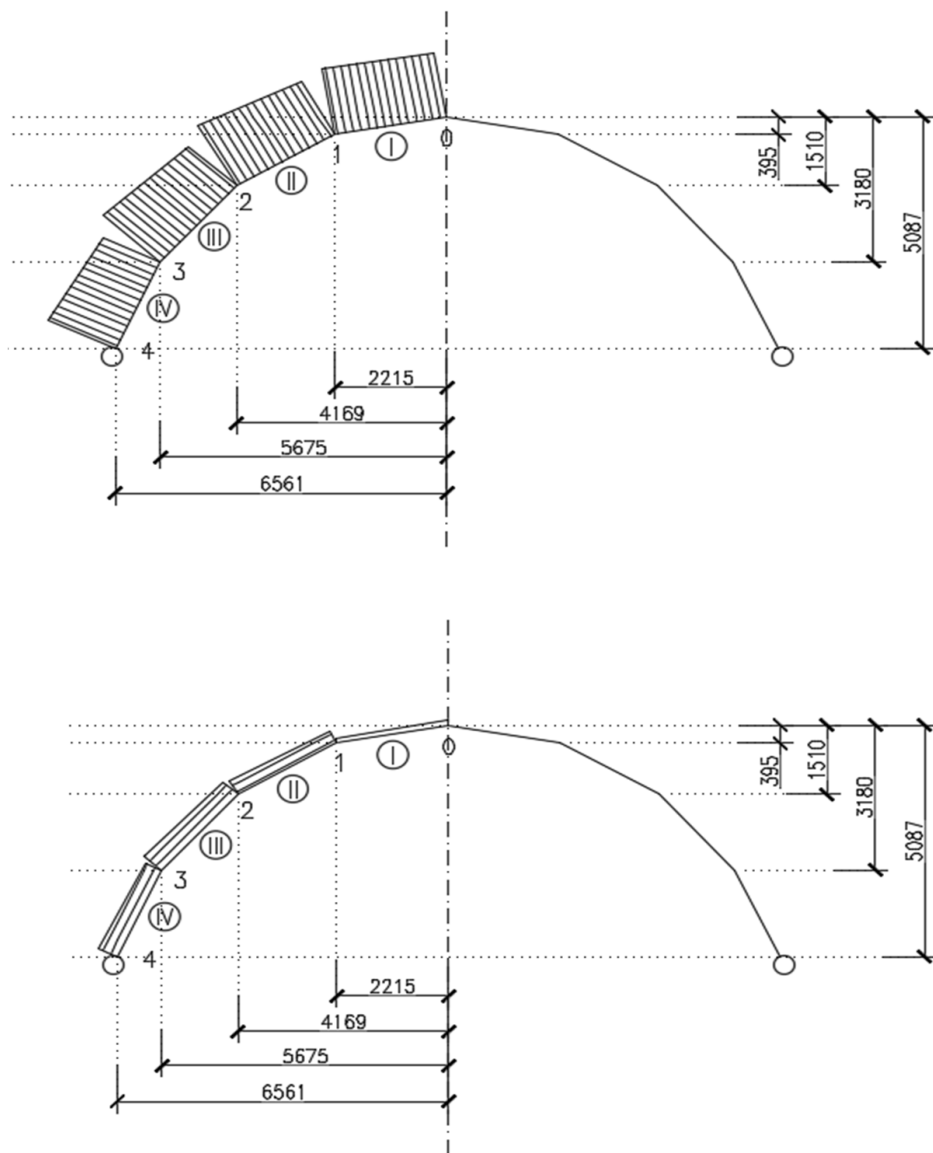


- přepočet svislého a vodorovného zatížení působícího na konstrukci

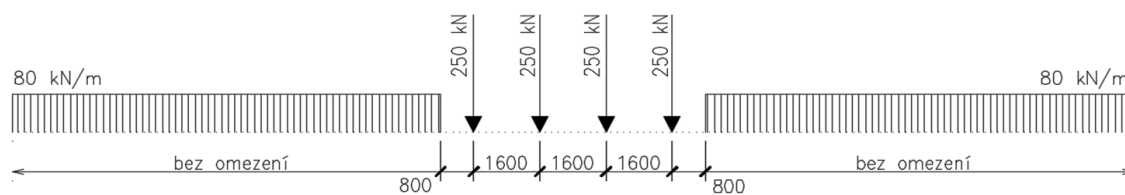


Bod	$g_{z,ef}^N$	$g_{z,ef}^T$	q_0^N	q_0^T	p_{zt}^N	p_{zt}^T
0	138,96	24,78	2,38	13,34	141,34	11,44
1 - I	146,04	26,04	2,50	14,02	148,54	12,02
1 - II	113,67	64,86	19,93	34,93	133,60	29,94
2 - II	129,23	73,74	22,66	39,71	151,89	34,03
2 - III	76,83	85,20	50,87	45,88	127,71	39,32
3 - III	90,69	100,56	60,05	54,15	150,74	46,41
3 - IV	35,90	77,27	89,55	41,61	125,45	35,66
4 - IV	42,16	90,75	105,17	48,86	147,34	41,88

- vykreslení zatížení zemním tlakem



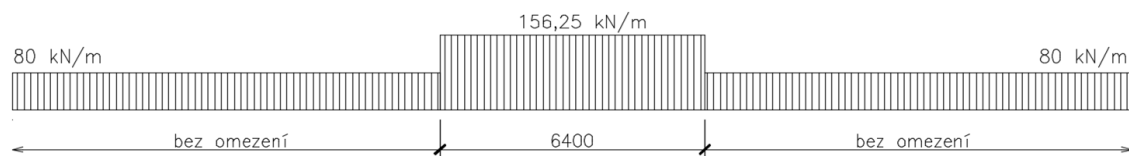
5.3 Zatížení pohyblivé - zatížení kolejovou dopravou - model zatížení LM 71



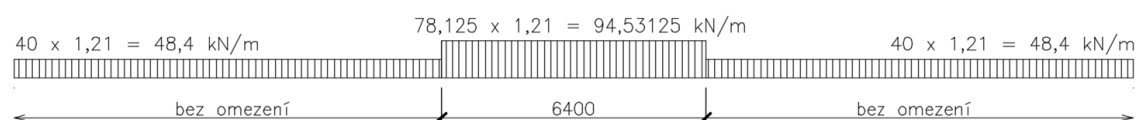
klasifikační součinitel zatížení $\alpha = 1,21$

dynamický součinitel $\phi = 1$

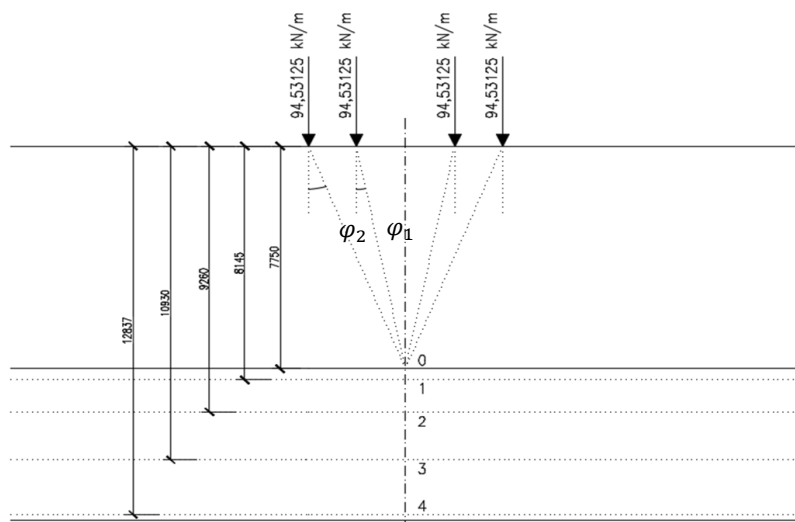
LM 71 - převod na rovnoměrné zatížení



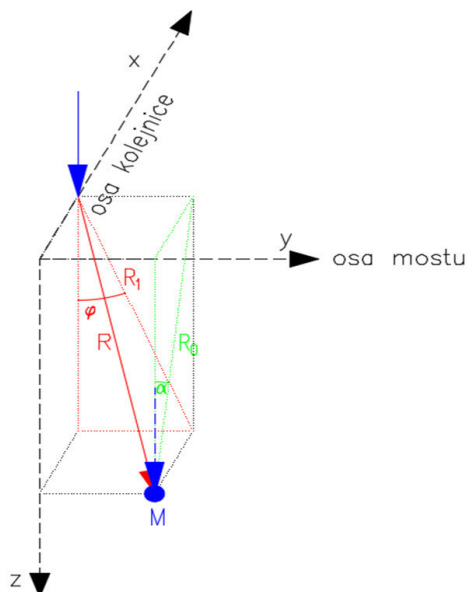
zatížení působící na 1 kolejnici



- roznos zatížení v příčném směru



- Pro ruční výpočet vlivu pohyblivého zatížení byla použita teorie pružného poloprostoru..



- Pro centrické zatížení nekonečné délky platí:

$$\sigma_z = 2 \frac{2F}{\pi z} (\cos^4 \varphi_1 + \cos^4 \varphi_2)$$

- Pro excentrické zatížení nekonečné délky platí:

$$\sigma_z = 2 \frac{3F}{2\pi z} (a \cdot \cos^4 \varphi_1 + b \cdot \cos^4 \varphi_2)$$

$$a = \frac{2}{3} - \xi_{(\beta_1 \varphi_1)} \sin \beta_1 + \frac{1}{3} \xi_{(\beta_1 \varphi_1)}^3 \sin^3 \beta_1$$

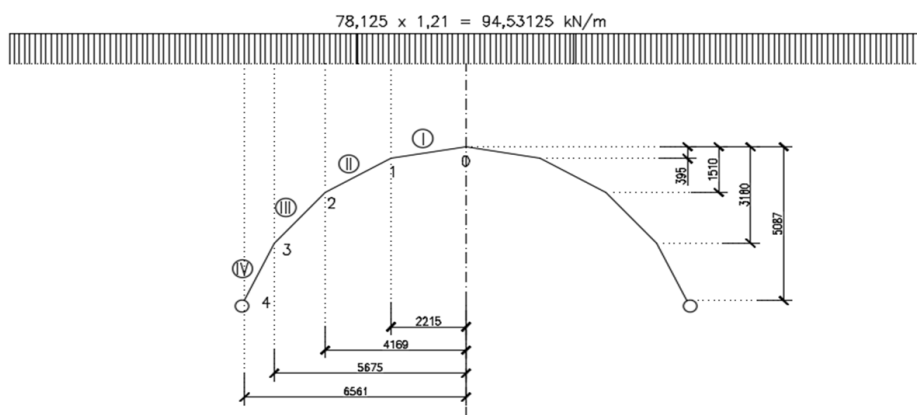
$$b = \frac{2}{3} - \xi_{(\beta_1 \varphi_2)} \sin \beta_1 + \frac{1}{3} \xi_{(\beta_1 \varphi_2)}^3 \sin^3 \beta_1$$

$$\xi_{(\beta_1 \varphi_1)} = \sqrt{\frac{1}{1 + \cos^2 \beta_1 \tan^2 \varphi_1}}$$

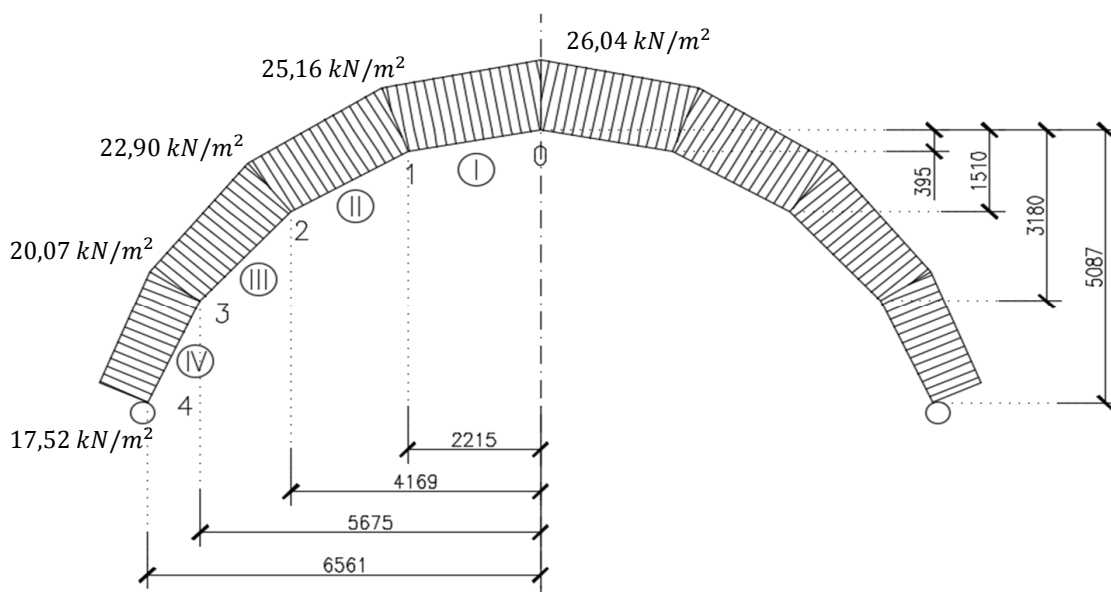
$$\xi_{(\beta_1 \varphi_2)} = \sqrt{\frac{1}{1 + \cos^2 \beta_1 \tan^2 \varphi_2}}$$

5.2.1. Zatížení centrické (ZS3)

- Pro zjednodušení je uvažováno s rovnoměrným spojitým zatížením o velikosti 94,53125 kN/m na jednu kolejnici.

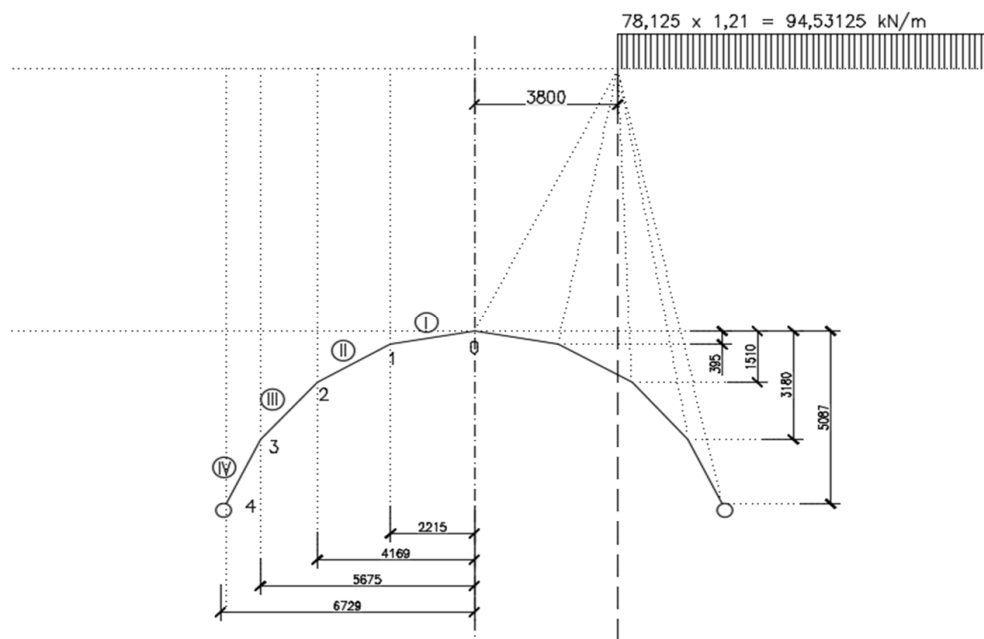


Bod	x	z	Δy_1	Δy_2	φ_1	φ_2	$\cos \varphi_1$	$\cos \varphi_2$	σ_z
0	0,000	7,750	1,540	3,040	11,239	21,418	0,980823	0,93094	26,03766
1	2,215	8,145	1,540	3,040	10,707	20,467	0,982591	0,93687	25,15934
2	4,169	9,260	1,540	3,040	9,442	18,175	0,986451	0,95011	22,89952
3	5,675	10,930	1,540	3,040	8,020	15,543	0,990219	0,96343	20,0748
4	6,561	12,837	1,540	3,040	6,841	13,323	0,992881	0,97309	17,51866

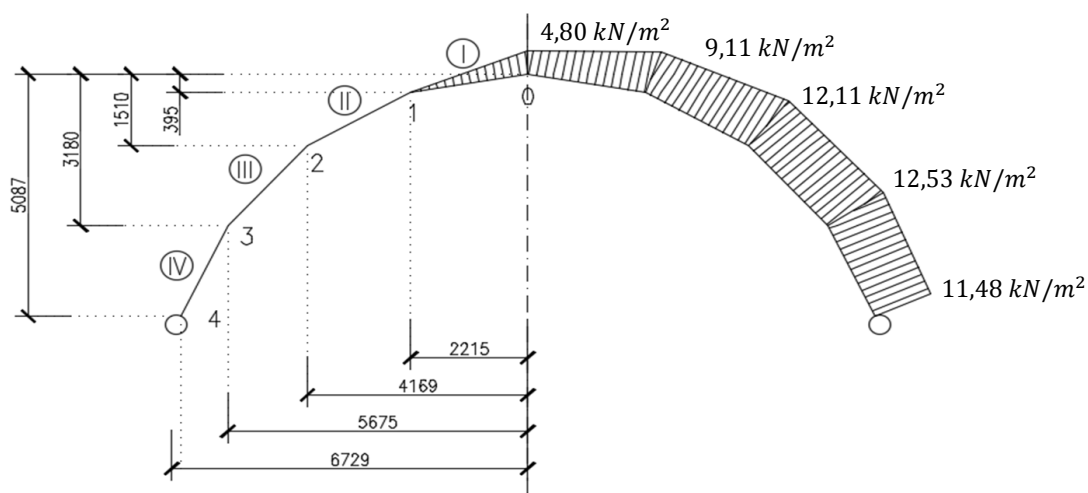


5.2.1. Zatížení excentrické (ZS4)

- Pro zjednodušení je uvažováno s rovnoměrným spojitým zatížením o velikosti 94,53125 kN/m na jednu kolejnici.



Bod	x	z	Δy_1	Δy_2	Δx_1	β_1	φ_1	φ_2	σ_z
0	0,000	7,750	1,540	3,040	3,800	26,120	11,239	21,418	4,797778
1	2,215	8,145	1,540	3,040	1,585	11,012	10,707	20,467	9,114377
2	4,169	9,260	1,540	3,040	-0,369	-2,282	9,442	18,175	12,11283
3	5,675	10,930	1,540	3,040	-1,875	-9,734	8,020	15,543	12,52532
4	6,561	12,837	1,540	3,040	-2,761	-12,138	6,841	13,323	11,47548



6. Vnitřní síly a návrhové hodnoty zatížení

6.1 Zatěžovací stavy

- ZS1 - vlastní tíha nosné konstrukce
- ZS2 - zemní tlak
- ZS3 - pohyblivé zatížení - centrické (LM71)
- ZS4 - pohyblivé zatížení - excentrické (LM71)

6.2 Kombinace MSÚ

Pro ověření konstrukce z hlediska mezních stavů únosnosti se použije návrhová hodnota zatížení, která může být vyjádřena následujícími výrazy:

jako větší hodnota z výrazů :

$$(6.10a, 6.10b) \quad \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

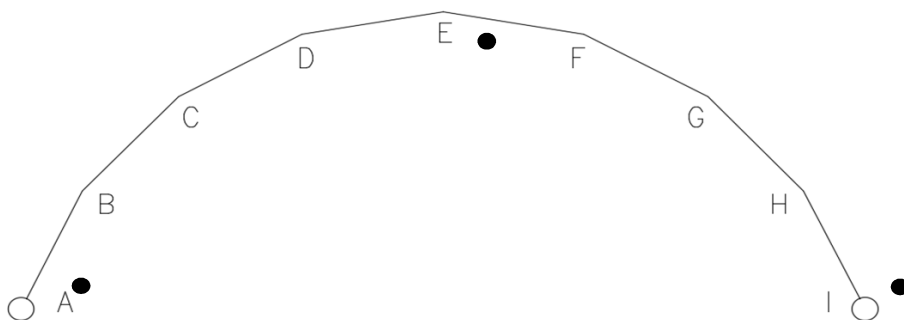
$$\sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

• součinitele zatížení

- součinitel stálého zatížení	γ_G	=	1,35	- nepříznivé	
	γ_G	=	1,00	- příznivé	
- součinitel nahodilého zatížení	γ_Q	=	1,45	- nepříznivé	} Model LM71
	γ_Q	=	0,00	- příznivé	
	γ_Q	=	1,50	- nepříznivé	} Zemní tlak
	γ_Q	=	0,00	- příznivé	
- součinitel komb. nahodilého zatížení	ψ_0	=	0,80	-	
	ψ_1	=	0,80	- pro zatížení jedné koleje	
	ψ_1	=	0,70	- pro zatížení obou kolejí	
	ψ_2	=	0,00	-	
	ψ_2	=	1,00	- pro ověřování přetvoření	
- redukční součinitel stálého zatížení	ξ	=	0,85	-	

	ZS1	ZS2	ZS3	ZS4
MSU_1	1,35	1,35	1,16	0,00
MSU_2	1,15	1,15	1,45	0,00
MSU_3	1,35	1,35	0,00	1,16
MSU_4	1,15	1,15	0,00	1,45
MSU_5	1,35	1,20	1,16	0,00
MSU_6	1,15	1,50	1,16	0,00
MSU_7	1,35	1,20	0,00	1,16
MSU_8	1,15	1,50	0,00	1,16
MSU_Z	1,35	0,00	0,00	0,00

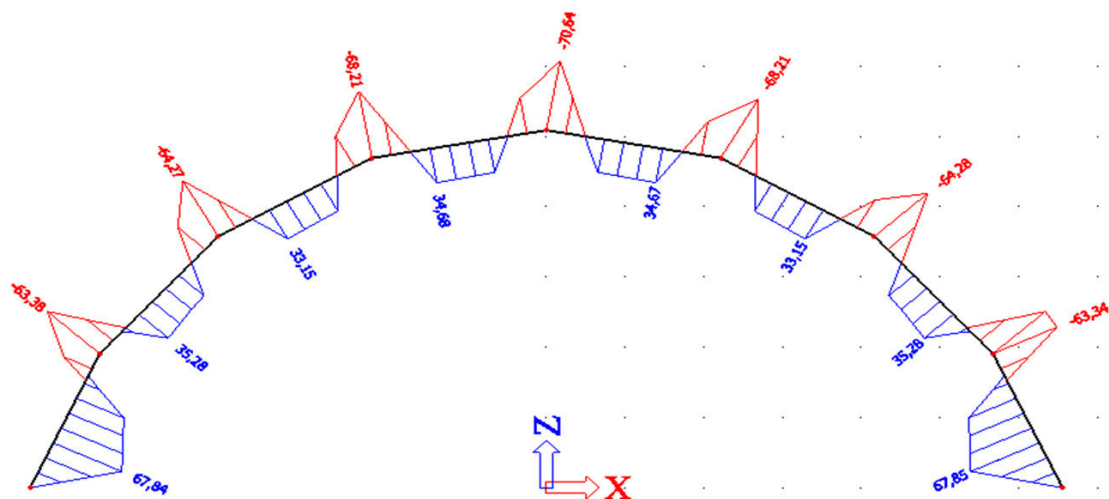
• vnitřní síly jsou stanoveny v rozhodujících průřezích konstrukce



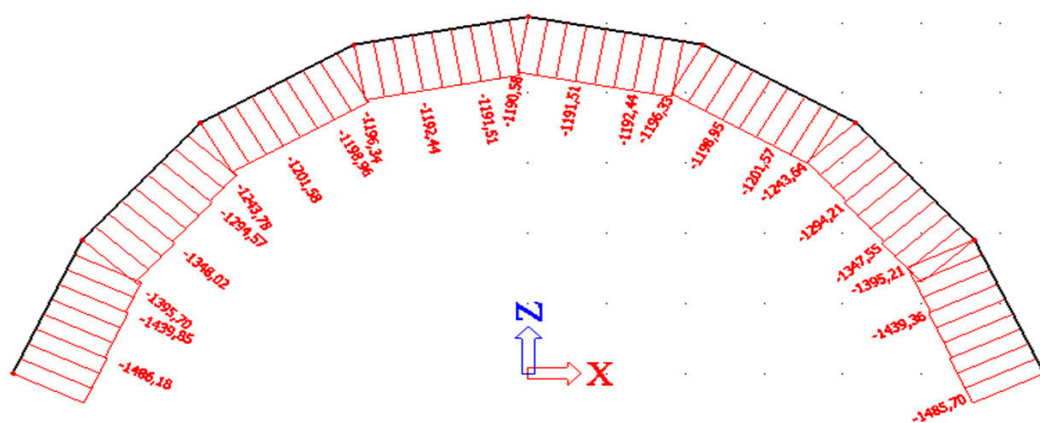
6.3 MSU - vnitřní síly - hodnoty z výpočetního programu Scia Engineering

Nelinární výpočet byl proveden za využití programu Scia Engineer 16.0. Zemina byla modelována soustavou pružin o konstantní tuhosti 50 MN/m působícími pouze v tlaku.

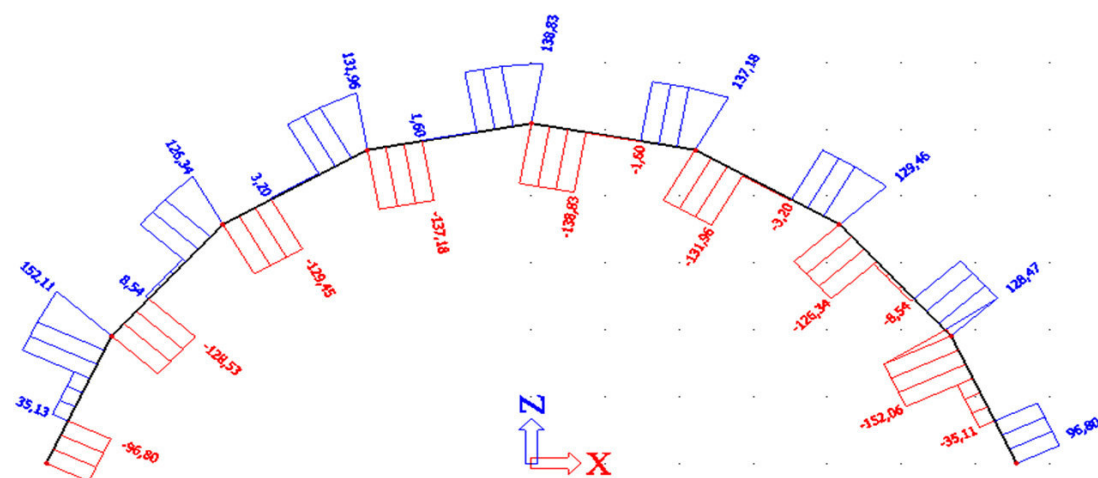
MSU_6 Kombinace zatížení - Ohybové momenty



MSU_6 Kombinace zatížení - Normálové síly



MSU_6 Kombinace zatížení - Posouvající síly



bod na konstrukci	MSU_1			MSU_2			MSU_3			MSU_4		
	M	N	V	M	N	V	M	N	V	M	N	V
	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]
A - B	61,2	-1365	32,2	55,2	-1178	26,6	56	-1220	30	47,8	-1052	25,8
E	-64,6	-1070	127	-58	-981	114	-58,8	-988	115	50,9	-854	99,5
H - I	61,2	-1365	32,2	55,2	-1178	26,6	59,5	-1220	29,8	52,1	-1052	25,6

bod na konstrukci	MSU_5			MSU_6			MSU_7			MSU_8		
	M	N	V	M	N	V	M	N	V	M	N	V
	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]
A - B	55,8	-1195	29,1	67,8	-1440	35,1	49,9	-1094	26,9	61,9	-1338	32,9
E	58,4	-986	115	70,6	-1191	139	52,6	-884	103	64,9	-1089	127
H - I	55,8	-1195	29,1	67,8	-1440	35,1	53,4	-1094	26,7	65,4	-1338	32,7

6.4 Kombinace MSP

Charakteristická kombinace $\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

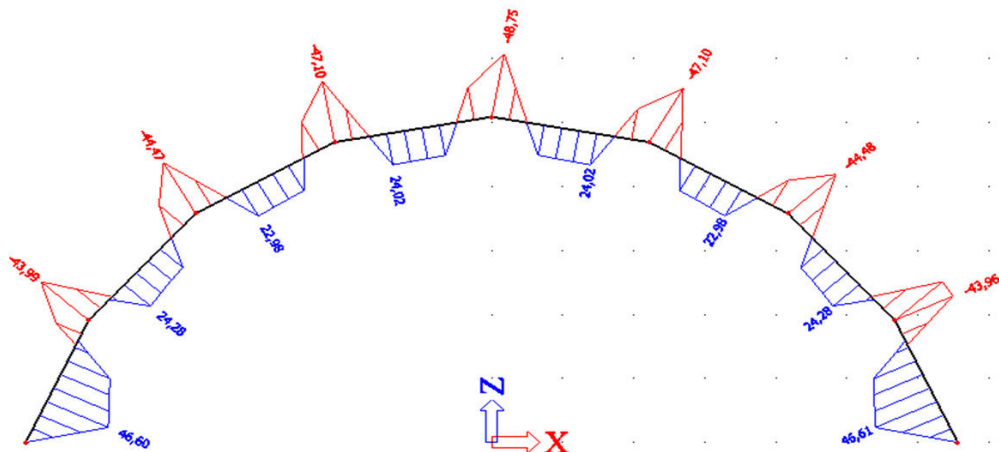
Časté kombinace $\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$

Kvazistálé kombinace $\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$

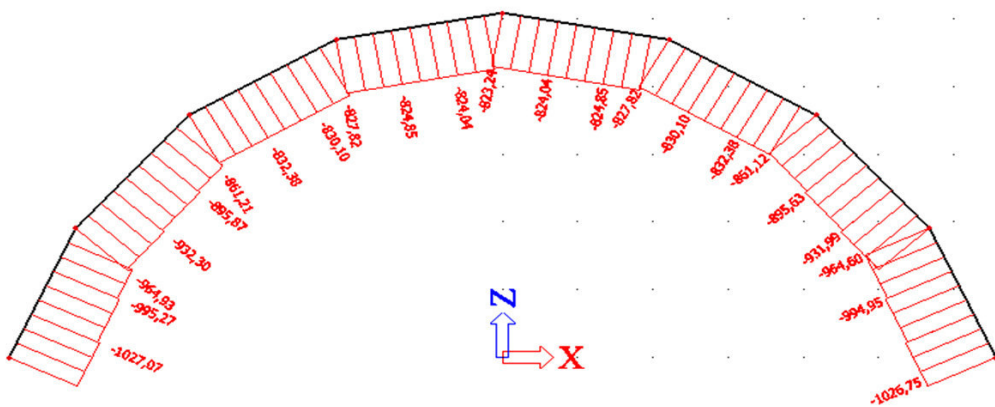
	ZS1	ZS2	ZS3	ZS4
MSP_1	1,00	1,00	1,00	0,00
MSP_2	1,00	1,00	0,70	0,00
MSP_3	1,00	1,00	0,00	0,00
MSP_4	1,00	1,00	0,00	1,00
MSP_5	1,00	1,00	0,00	0,70
MSP_6	1,00	1,00	0,00	0,00

6.5 MSP - vnitřní síly - hodnoty z výpočetního programu Scia Engineering

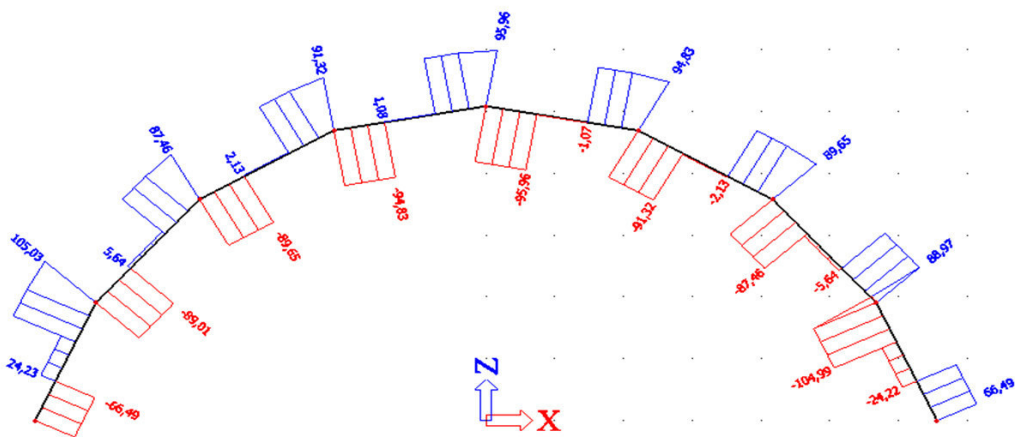
MSP_1 Kombinace zatížení - Ohybové momenty



MSP_1 Kombinace zatížení - Normálové síly



MSP_1 Kombinace zatížení - Posouvající síly

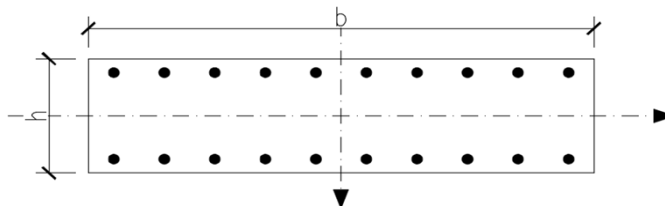


bod na konstrukci	MSU 1		
	M	N	V
	[kNm]	[kN]	[kN]
A - B	46,6	-995	24,2
E	-48,8	-823	96
H - I	46,6	-995	24,2

7. Posouzení - MSÚ

7.1 Geometrie průřezu

- rozměry průřezu
 - $b = 1000$ mm
 - $h = 250$ mm
- tloušťka krycí vrstvy
 - $c = 20$ mm



7.2 Materiály

• Beton

- charakteristická válcová pevnost $f_{ck,cyl} = 20,0$ MPa
- charakteristická krychelná pevnost $f_{ck,cube} = 25,0$ MPa
- střední hodnota pevnost v tlaku $f_{cm} = 28,0$ MPa
- střední hodnota pevnosti v tahu $f_{ctm} = 2,2$ MPa
- modul pružnosti betonu $E_{cm} = 30$ MPa
- součinitel bezpečnosti pro beton $\gamma_c = 1,5$ -
- součinitel zohledňující dlouhodobé účinky a způsob zatížení
 - $\alpha_{cc} = 1$ -
 - $\lambda = 0,8$
- návrhová pevnost betonu
 - $f_{cd} = \frac{f_{ck,cyl}}{\gamma_c} = \frac{20,00}{1,50} = 13,33333$ MPa
- mezní poměrné přetvoření $\varepsilon_{cu3} = 3,5$ ‰
- pom. přetvoření při dosažení max. pevnosti $\varepsilon_{c2} = 2$ ‰

• Ocel

10425 V

- charakteristická mez kluzu $f_{yk} = 410$ MPa
- součinitel bezpečnosti pro ocel $\gamma_s = 1,15$ -
- modul pružnosti $E_s = 200$ Gpa
- návrhová mez kluzu
 - $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{410}{1,15} = 356,5$ MPa
 - $\varepsilon_{yd} = 1,78$ ‰

	Tažená		Tlačená		smyk
Průměr výztuže	20	0	20	0	8
osová vzdálenost	100	0	100	0	290
Plocha výztuže	3141,593	0	3141,593	0	173,3292

- účinná výška průřezu
 - $d_1 = 30$ mm
 - $d = 220$ mm
 - $d_2 = 30$ mm
- vzdálenost těžišť vrstev výztuží
 - $z_{s1} = 95$ mm
 - $z_{s2} = 95$ mm
 - $x_{lim} = 700 / (700 + f_{yd} [\text{Mpa}]) = 0,66$
 - $x_{lim,2} = 700 / (700 - f_{yd} [\text{Mpa}]) = 1,00$

- síly

$$\begin{aligned}
 F_{s1} &= A_{s1} f_{yd} = 1120,046 \text{ kN} \\
 F_{s2} &= A_{s2} f_{yd} = 1120,046 \text{ kN} \\
 \Delta F_s &= (A_{s1} - A_{s2}) f_{yd} = 0 \text{ kN} \\
 \sigma_s &= 356,52 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

7.3 Interakční diagram

Bod 0 - dostředný tlak

$$N_{Rd0} = -(b \cdot h \cdot \alpha \cdot f_{cd} + \sum A_s \cdot \sigma_s) = -5573,425 \text{ kN}$$

$$M_{Rd0} = (A_{s1} \cdot z_{s1} - A_{s2} \cdot z_{s2}) \cdot \sigma_s = 0 \text{ kNm}$$

Bod 0'

$$N_{Rd0'} = -(\lambda \cdot b \cdot h \cdot \alpha \cdot f_{cd} + \sum A_s \cdot \sigma_s) = -4906,759 \text{ kN}$$

Bod 1 - tlak - tlakové porušení

$$N_{Rd1} = -(\lambda \cdot b \cdot d \cdot \alpha \cdot f_{cd} + A_{s2} \cdot \sigma_s) = -3466,713 \text{ kN}$$

$$M_{Rd1} = \lambda \cdot b \cdot d \cdot \alpha \cdot f_{cd} \cdot (h - \lambda d)/2 + F_{s2} \cdot z_{s2} = 193,231 \text{ kNm}$$

Bod 2 - tlak - rozhraní mezi tlakovým a tahovým namáháním

$$N_{Rd2} = -(\lambda \cdot b \cdot x_{bal,1} \cdot \alpha \cdot f_{cd} + A_{s2} \cdot \sigma_s - A_{s1} \cdot \sigma_s) = -1554,787 \text{ kN}$$

$$M_{Rd2} = \lambda \cdot b \cdot x_{bal,1} \cdot \alpha \cdot f_{cd} \cdot (h - \lambda x_{bal,1})/2 + F_{s1} \cdot z_{s2} + F_{s1} \cdot z_{s2} = 316,506 \text{ kNm}$$

$$x_{bal,1} = 0,15 \text{ m} \quad \varepsilon_{s2} = 2,78 > \varepsilon_{yd} = 1,78 \text{ ‰} \quad \sigma_{s2} = 357 \text{ Mpa}$$

Bod 3 - prostý ohyb

$$N_{Rd3} = 0 \text{ kN}$$

$$M_{Rd3} = \lambda \cdot b \cdot x \cdot \alpha \cdot f_{cd} \cdot (h - \lambda x)/2 + F_{s1} \cdot z_{s2} = 199,3663 \text{ kNm}$$

$$x = 0,11 \quad \varepsilon_{s2} = 2,78 < \varepsilon_{yd} = 1,78 \text{ ‰} \quad \sigma_{s2} = 357 \text{ Mpa}$$

Bod 4 - tah - tahové porušení

$$N_{Rd4} = F_{s1} = 1120 \text{ kN}$$

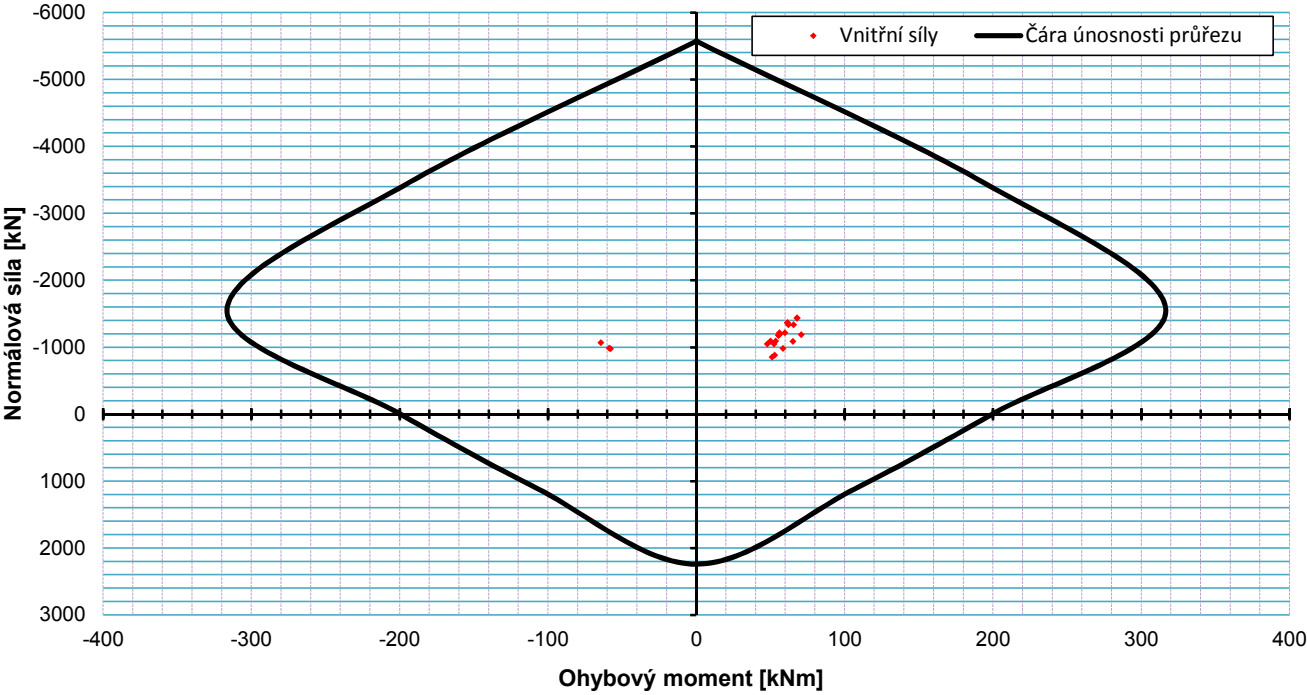
$$M_{Rd4} = F_{s1} \cdot z_{s1} = 106,4044 \text{ kNm}$$

Bod 5 - prostý tah

$$N_{Rd4} = F_{s1} + F_{s2} = 2240,092 \text{ kN}$$

$$M_{Rd4} = F_{s1} \cdot z_{s1} - F_{s2} \cdot z_{s2} = 0 \text{ kNm}$$

Interakční diagram



7.4 Smykové namáhání

$$V_{Rd,c} = \left[C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_t \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} \right] \cdot b_w \cdot d = 157,6382 \text{ kN}$$

$$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0,12$$

minimálně však:

$$V_{Rd,c} = v_{min} \cdot b_w \cdot d = 94,01851 \text{ kN}$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0 = 1,95$$

$$\rho_t = A_{st}/(b_w \cdot d) = 0,01$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,43$$

$$\sigma_{cp} = 2666,667 \text{ kN/m}^2$$

$$V_{Rd,c} = \left[C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_t \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d = 245,6382 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\cot \theta + \tan \theta} = 498,5405 \text{ kN}$$

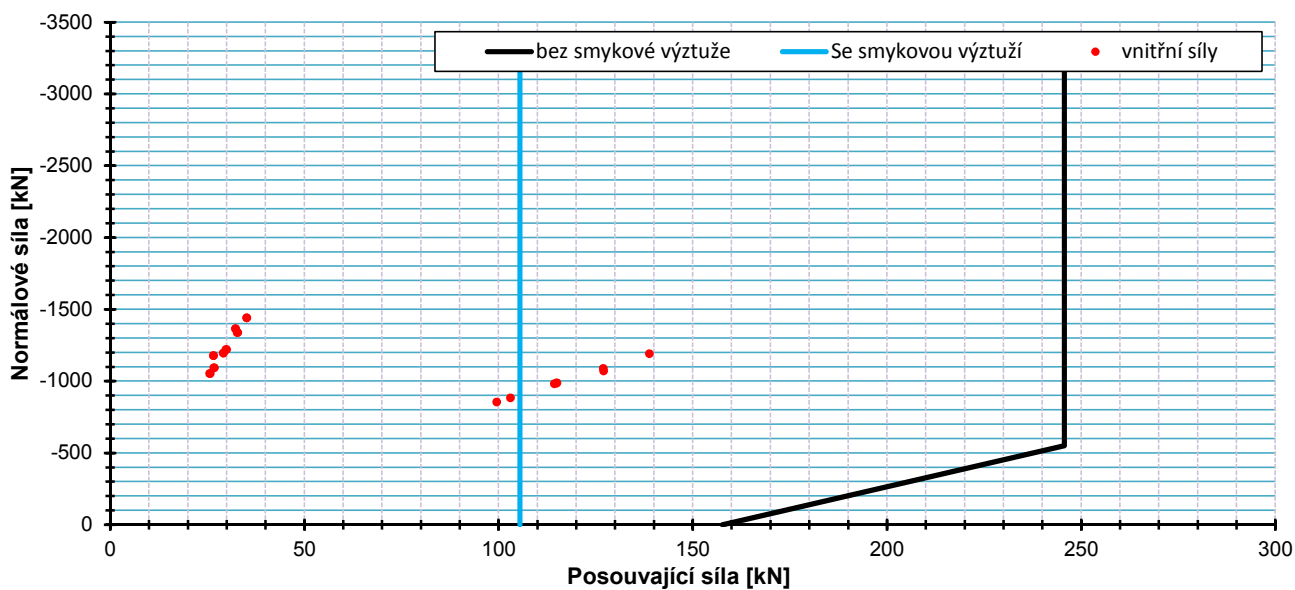
$$v_1 = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,55$$

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta = 105,4788 \text{ kN}$$

$$\cot \theta = 2,5 \quad \theta = 22,9$$

$$\tan \theta = 0,42$$

Smykové namáhání



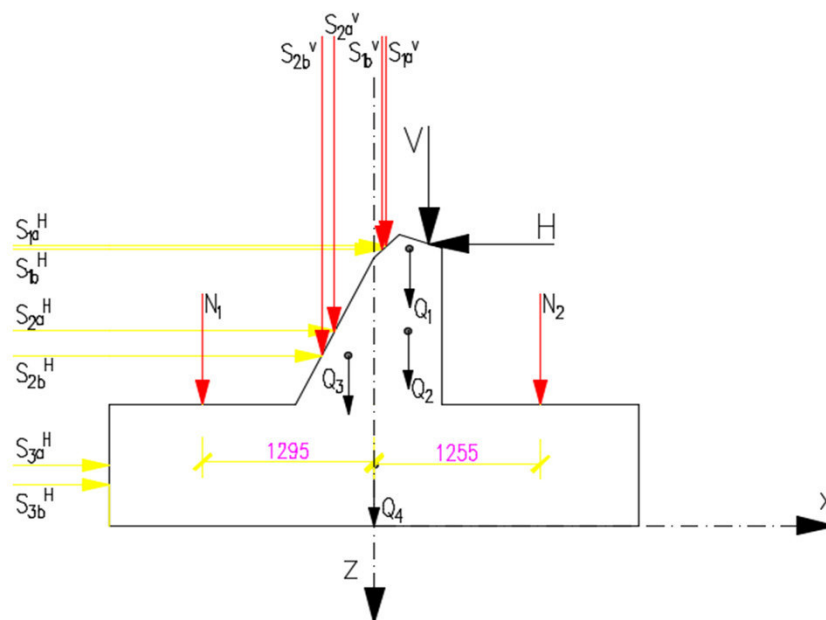
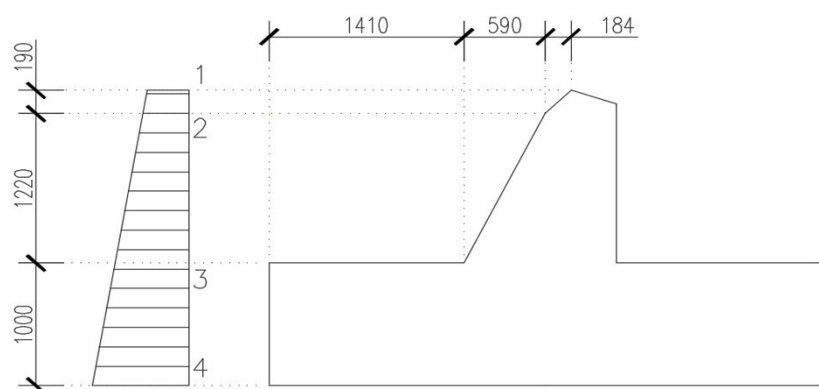
e_1^H	=	$e_1^V * K_0$	=	129 KN/m ²
e_2^H	=	$e_2^V * K_0$	=	131 KN/m ²
e_3^H	=	$e_3^V * K_0$	=	143 KN/m ²
e_4^H	=	$e_4^V * K_0$	=	153 KN/m ²

Výslednice:

S_{1a}^V	=	44 kN/m	S_{1a}^H	=	24,4 kN/m
S_{1b}^V	=	0,32 kN/m	S_{1a}^H	=	0,18 kN/m
S_{2a}^V	=	143 kN/m	S_{2a}^H	=	159 kN/m
S_{2b}^V	=	6,66 kN/m	S_{2a}^H	=	7,41 kN/m
			S_{3a}^H	=	143 kN/m
			S_{3a}^H	=	4,98 kN/m

Rameno

r_{1a}^n	=	2,32 m	r_{1a}^V	=	0,09 m
r_{1b}^n	=	2,28 m	r_{1b}^V	=	0,06 m
r_{2a}^n	=	1,61 m	r_{2a}^V	=	0,30 m
r_{2b}^n	=	1,41 m	r_{2b}^V	=	0,39 m
r_{3a}^n	=	0,5 m			
r_{3b}^n	=	0,33 m			



N_1	=	374 kN/m
N_2	=	13,8 kN/m

r_{N1}	=	1,3 m
r_{N2}	=	1,26 m

• celkové svislé zatížení základové spáry:

- Zemina - charakteristické

$$V_{zem,k} = \sum S_i^V + N_i = 581 \text{ kN/m}$$

- Zemina - návrhové (nepříznivé)

$$V_{zem,d} = V_{zem,k} \cdot \gamma_Q = 872 \text{ kN/m}$$

- tíha základu - charakteristické

$$V_{zakl,k} = \sum Q_i = 126 \text{ kN/m}$$

- tíha základu - návrhové

$$V_{zakl,d} = V_{zakl,k} \cdot \gamma_G = 170 \text{ kN/m}$$

- reakce oblouk - návrhové

$$V_{kce,d} = 1446 \text{ kN/m}$$

- celkové svislé zatížení - návrhové

$$V_d = 2488 \text{ kN/m}$$

• celkové vodorovné zatížení základové spáry:

- Zemina - charakteristické

$$H_{zem,k} = \sum S_i^H = 339 \text{ kN/m}$$

- Zemina - návrhové (nepříznivé)

$$H_{zem,d} = H_{zem,k} \cdot \gamma_{Q,dst} = 508 \text{ kN/m}$$

- reakce oblouk - návrhové

$$H_{kce,d} = -472 \text{ kN/m}$$

- celkové svislé zatížení - návrhové

$$H_d = 36,7 \text{ kN/m}$$

- Zemina - návrhové (příznivé)

$$V_{zem,d} = V_{zem,k} \cdot \gamma_Q = 0 \text{ kN/m}$$

- Zemina - návrhové (příznivé)

$$H_{zem,d} = H_{zem,k} \cdot \gamma_{Q,spb} = 0 \text{ kN/m}$$

- celkový moment od zatížení v základové spáře:
 - Zemina - charakteristické

$$M_{zem,k} = \sum S_i^V \cdot r_i^V + \sum S_i^H \cdot r_i^H + \sum N_i \cdot r_{Ni} = -110 \text{ kNm/m}$$

- Zemina - návrhové (nepříznivé)

$$M_{zem,d} = M_{zem,k} \cdot \gamma_{Q,dst} = -166 \text{ kNm/m}$$

- tíha základu - charakteristické

$$M_{zakl,k} = \sum Q_i \cdot r_{Q1} = 2,6 \text{ kNm/m}$$

- tíha základu - návrhové

$$M_{zakl,d} = M_{zakl,k} \cdot \gamma_G = 3,51 \text{ kNm/m}$$

- reakce oblouk - návrhové

$$M_{kce,d} = -505 \text{ kNm/m}$$

- celkové svislé zatížení - návrhové

$$M_d = -668 \text{ kNm/m}$$

8.3. Napětí v základové spáře

- excentricita v základové spáře

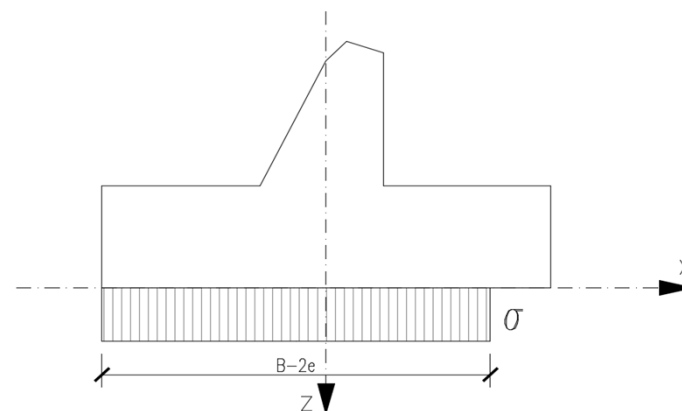
$$e = M_d / V_d = -0,2683236 \text{ m}$$

- napětí v základové spáře za předpokladu rovnoměrného rozdělení napětí:

$$\sigma_d = V_d / A' = 718 \text{ kN/m}^2$$

$$A' = 3,46 \text{ m}^2$$

$$B' = 3,46 \text{ m}$$



8.4. Svislá únosnost v základové spáře

- Výpočet svislé únosnosti dle vzorce

$$R/A' = c' \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q' \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma$$

- Součinitele únosnosti:

$$N_q = e^{\pi \tan \phi'} \tan^2(45^\circ + \phi'/2) = 10,66$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi' = 20,720531$$

$$N_\gamma = 2(N_q - 1) \tan \phi' = 9,011062$$

- Součinitele sklonu základové spáry:

$$b_q = b_\gamma = (1 - \alpha \tan \phi')^2 = 1$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \phi') = 1$$

$$b_\gamma = (1 - \alpha \tan \phi')^2 = 1$$

- Součinitele šířnosti:

$$s_q = 1 + (B'/L') \sin \phi' = 2,4636762$$

$$s_c = (s_q N_q - 1) / (N_q - 1) = 2,6151618$$

$$s_\gamma = 1 - 0,3(B'/L') = -0,0390059$$

- Parametry zeminy pod základem:

$\gamma_d =$	18,50	kN/m ³
$\gamma_{sat} =$	20,00	kN/m ³
$\gamma_{su} =$	10,00	kN/m ³
$\phi_{ef} =$	25,00	°
$\phi_u =$	10,00	°
$c_{ef} =$	15,00	kPa
$c_u =$	60,00	kPa
$v =$	0,35	
$\beta =$	0,62	
$E_{def} =$	8000	kPa
$E_{oed} =$	12903	kPa

- sklon základové spáry

$$\alpha = 0,00^\circ$$

- Součinitele tvaru základu:

$$i_q = [1 - H/(V + A' \cdot c' \cot \varphi')]^m = 0,98$$
$$i_c = i_q - (1 - i_q)/(N_c \tan \varphi') = 0,98$$
$$i_\gamma = [1 - H/(V + A' \cdot c' \cot \varphi')]^{m+1} = 0,97$$
$$R_d/A' = 1503 \text{ kN/m}^2$$

$$m = [2 + (B'/L')]/[1 + (B'/L')] = 1,22$$

• Posouzení svislé únosnosti

$$\sigma_d \leq (R_d/A')/\gamma_R$$

$$\gamma_R = 1,4$$

718 kN/m ²	<	1073 kN/m ²	Vyhovuje
-----------------------	---	------------------------	----------

8.5. Vodorovná únosnost v základové spáře

$$R_{dh} = V_d \cdot \tan \delta_d = 484 \text{ kN}$$
$$H_d = 36,7$$
$$H_d \leq (R_{dh}/A')/\gamma_R$$

pozn.: pasivní odpor zeminy a soudržnost je zanedbána

monolitická konstrukce	δ_d	=	25,0 °
prefabrikovaná konstrukce	δ_d	=	16,7 °

$$\gamma_R = 1,1$$

36,7 kN/m ²	<	440 kN/m ²	Vyhovuje
------------------------	---	-----------------------	----------

9. Posouzení - MSP

9.1. Posouzení normálových napětí

Přehled použitých vnitřních sil:

$$M_{\text{char,max}} = -48,75 \quad \text{kNm}$$

$$N_{\text{char,max}} = -823,24 \quad \text{kN}$$

$$0,45 \cdot f_{\text{ck}}(7) = 9,00 \quad \text{MPa}$$

- napětí spodních vláken

$$\sigma_{\text{c,i,ir}}^{\text{d}} = - \frac{N_{\text{char,max}}}{A_{\text{c}}} + \frac{M_{\text{častá,max}}}{W_{\text{d}}} \leq 0,45 \cdot f_{\text{ck}}(7)$$

$$\sigma_{\text{c,i,ir}}^{\text{d}} = - \frac{-823,24}{0,25} + \frac{-48,75}{0,0156} \leq 9,00$$

$$= \left| -0,173 \right| \quad \text{MPa} \leq 9,00 \quad \text{MPa}$$

+ přidat omezení pevnosti v tahu

Vyhovuje.

- napětí horních vláken

$$\sigma_{\text{c,i,ir}}^{\text{h}} = - \frac{N_{\text{char,max}}}{A_{\text{c}}} - \frac{M_{\text{častá,max}}}{W_{\text{h}}} \leq 0,45 \cdot f_{\text{ck}}(7)$$

$$\sigma_{\text{c,i,ir}}^{\text{h}} = - \frac{-823,24}{0,25} - \frac{-48,75}{0,0156} \leq 0,45 \cdot f_{\text{ck}}(7)$$

$$= \left| -6,413 \right| \quad \text{MPa} \leq 9,00 \quad \text{MPa}$$

Vyhovuje.

10. Stanovení zatížitelnosti

Stanovení zatěžitelnosti kategorie D4 se stanoví dle vztahu 4.4 metodického pokynu pro stanovení zatěžitelnosti železničních mostních objektů následovně:

$$Z_{LM71} = \left(R_d - \sum_{i=1}^{n-1} E_{rs,Ed,i} \right) / E_{LM71,Ed}$$

- kde

R_d

-

návrhová hodnota únosnosti průřezu nebo prvku mostního objektu,
- $E_{LM71,Ed}$

-

návrhová hodnota účinků svislého proměnného zatížení železniční dopravou, reprezentovaného modelem zatížení 71 včetně dynamických účinků,
- $\sum_{i=1}^{n-1} E_{rs,Ed,i}$

-

návrhové, kombinačné nebo skupinové hodnoty účinků ostatních zatížení, které působí současně se svislým proměnným zatížením železniční dopravou,

10.1. Zatížitelnost - klenba - MSU

	R_d	$\sum_{i=1}^{n-1} E_{rs,Ed,i}$	$E_{LM71,Ed}$	Z_{LM71}
Interakce M+N	199,37	63,03	7,62	17,89
Smyk	245,64	123,51	15,32	7,97

10.2. Zatížitelnost - patka - MSU

	R_d	$\sum_{i=1}^{n-1} E_{rs,Ed,i}$	$E_{LM71,Ed}$	Z_{LM71}
Svislá únosnost	1073,43	681,65	36,66	10,69
Vodorovná únosnost	439,84	78,12	41,27	8,76

Pozn.: Výsledná vysoká hodnota zatížitelnosti je způsobena vysokým náspem. Zatížení od dopravy je přenášeno zeminou. Rozhodujícím zatížením je tedy zatížení zemním tlakem.

10.2. Zatížitelnost - patka - MSU

A. Identifikace mostu SO 14-04 Podchod pro pěší v km 59,647 (Jirkov)

TÚ (číslo, název) :
0602 žst. Most - žst. Chomutov - záp. zhlaví
DÚ:
06 Kyjice - ústřední stavědlo - Dolní Rybník
km 58,293

B. Identifikace části mostu

část mostu: Nosná konstrukce
poř. číslo (ve směru staničení):
pod kolejí č. 1

C. Doplnující data pro část mostu

Kategorie zatížitelnosti: - Výpočetní model: -

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

	na začátku	uprostřed	na konci
poloměr oblouku	přímá		[m]
převýšení koleje	0		[mm]
excentricita vůči ose mostu	0		[mm]

Popis závad uvažovaných v přepočtu:

Datum zjištění zapracovaného stavu mostu - orgány SŽDC:
- zpracovatelem přepočtu:

Poznámka k části mostu:

Poř. č.	Prvek (vč. umístění)	Detail	Namáhání	k _i	typ	L _p	δ	L _φ	Y _{Q,1,L} M71	Y _{Q,1,L} M71,E	viz. str.	Z _{UIC}	Z _{UIC,E}	Poznámky
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	ŽB klenba	střed horní desky	σ	-	M+N	-	1,00	-			-	17,89	-	-
2	ŽB klenba	kraj horní desky	τ	-	Q	-	1,00				-	7,97	-	-
3	ŽB pas	Základ. spára	σ	-	V	-	1,00	-			-	10,69	-	-
4	ŽB pas	Základ. spára	σ	-	H	-	1,00				-	8,76	-	-

Dne: 22.6.2017 Zatížitelnost určil: Ing. Marie Jančíčková
Dne: Do databáze zadal: