

Souřadnicový systém: S-JTSK

Výškový systém: Bpv

Přehled verzí přílohy				
Číslo	Datum	Popis změny	Jméno	Podpis
02	30.11.2019	DUSP a PDPS se zpracovanými připomínkami	Ing. Marie Jančíčková	
01	20.4.2019	Dokumentace k připomínkám SŽDC	Ing. Marie Jančíčková	

Zadavatel: 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	
--	---

Zhotovitel: PROJEKT servis spol. s r.o. U Elektry 830/2b, Praha 9 - Hloubětín 198 00 IČ: 49823141 tel.: 281 090 860 www.projekt-servis.cz firma@projekt-servis.cz	
---	--

Hlavní inženýr projektu:  Ing. Bc. Martin Verner	Zástupce hlavního inženýra projektu  Ing. Michaela Kopálová
--	---

Zpracovatel části: PROJEKT servis spol. s r.o. U Elektry 830/2b, Praha 9 - Hloubětín 198 00 IČ: 49823141 tel.: 281 090 860 www.projekt-servis.cz firma@projekt-servis.cz	
--	---

Vypracoval:  Ing. Marie Jančíčková	Kontroloval:  Ing. Martin Koudelka	Odpovědný projektant:  Ing. Bc. Martin Verner
--	--	---

KRAJ: Středočeský	OKRES: Kolín	OÚ: Kolín
-------------------	--------------	-----------

Název akce: Zajištění bezbariérového přístupu na nástupiště v ŽST Kolín
--

Část: D.2.1.9 KABELOVODY, KOLEKTORY SO 10-40-01 Kabelovod v ev. km 347,765	Číslo zakázky: ZAK-2018-47
	Stupeň: DUSP a PDPS
	Datum: 11/2019
	Měřítko: -
Příloha: STATICKÝ VÝPOČET RAŽENÝ KABELOVOD - TYP C	Formát: -
	Verze: 01 Část: D.2.1.9.1 Č. přílohy: 14.2

1. Vstupní údaje
 - 1.1. Identifikační údaje
 - 1.2. Základní údaje o konstrukci
2. Komentář ke statickému výpočtu
 - 2.1. Návrhové normy a reference
 - 2.2. Použitý software
 - 2.3. Metodika výpočtu
3. Geometrie Konstrukce
4. Materiály
 - 4.1. Základní geotechnické parametry
 - 4.2. Beton
 - 4.3. Výztuž
5. Zatížení konstrukce
 - 5.1. Přehled zatížení
 - 5.2. Stálé zatížení
 - 5.3. Ostatní stálé zatížení
 - 5.4. Proměnné zatížení - zatížení kolejovou dopravou - model zatížení 71
 - 5.5. Proměnné zatížení - zatížení kolejovou dopravou - model zatížení SW/2
 - 5.6. Proměnné zatížení - zemní a hydrostatický tlak
 - 5.7. Proměnné zatížení - doprava ve vodorovném směru
 - 5.8. Klimatická zatížení
 - 5.9. Rekapitulace uvažovaných zatížení
6. Kombinace
 - 6.1. Mezní stav únosnosti
 - 6.2. Mezní stav únosnosti
7. Vnitřní síly a deformace
 - 7.1. Vnitřní síly - MSU
 - 7.2. Radiální napětí - MSU
 - 7.3. Vnitřní síly - MSP
 - 7.4. Radiální napětí - MSP
 - 7.5. Grafické výstupy
 - 7.5.1. Vnitřní síly - MSU
 - 7.5.2. Radiální napětí - MSU
8. Výpočet protlačovací síly
 - 8.1. Výpočet odporu proti vnikání štítu do zeminy
 - 8.2. Výpočet plášťového tření - zatížení pouze okolní zeminou
 - 8.2.1. Ruční výpočet
 - 8.2.2. Metoda konečných prvků
 - 8.3. Výpočet plášťového tření - s přitížením na povrchu kolejovým roštem či nástupištěm
 - 8.4. Výpočet plášťového tření - zatížení kolejovou dopravou - LM71
 - 8.5. Výpočet plášťového tření - zatížení kolejovou dopravou - SW02
 - 8.6. Výpočet celkového plášťového tření bez použití mazací suspenze
 - 8.7. Výpočet celkového plášťového tření bez použití mazací suspenze
 - 8.8. Výpočet maximální a minimální protlačovací síly bez použití mazací suspenze
 - 8.9. Výpočet maximální a minimální protlačovací síly s použitím mazací suspenze
9. Posouzení betonových konstrukcí - protlačovací trouba
 - 9.1. Podrobné parametry betonu
 - 9.2. Parametry navrženého ostění
 - 9.3. Mezní stav únosnosti - interakční diagram
 - 9.4. Mezní stav únosnosti - smykové namáhání
 - 9.5. Maximální protlačovací síla
 - 9.6. Mezní stav použitelnosti - deformace ostění

1. Vstupní údaje

1.1. Identifikační údaje

Název stavby:	"Zajištění bezbariérového přístupu na nástupiště v ŽST Kolín"
Objekt:	SO 10-40-01 Kabelovod v ev. km 347,765 - protlačovaný kabelovod
Obec:	Kolín
Katastrální území:	Kolín [668150]
Kraj:	Středočeský
Charakter stavby:	Novostavba
Vlastník:	Česká republika
Správce:	SŽDC, s.o., Oblastní ředitelství Praha
Stupeň dokumentace:	Dokumentace pro vydání společného povolení (DUSP) + projektová dokumentace pro provádění stavby (PDPS)
Investor:	Česká republika
Zpracovatel projektové dokumentace:	PROJEKT servis spol. s r.o., U Elektry 830/2b, 198 00 Praha 9 - Hloubětín
Projektant:	Ing. Marie Jančíčková
Odpovědný projektant:	Ing. Bc. Martin Verner
Trafový úsek:	1191 Kolín – Lysá nad Labem 1501 Česká Třebová os.n. – Praha-Masarykovo nádr.
Definiční úsek:	A1 ŽST Kolín – ŽST Kolín-Zálabí N5 ŽST Kolín NA NŽST Kolín os.n. V. Osek NG ZST Kolín kol. Leděčko výkol.
Staničení - evidenční:	km 347,765

1.2 Základní údaje o konstrukci

Stručný popis stávajícího stavu konstrukce:

V současnosti je kabeláž vedena technologickým podchodem v km 347,777, který bude demolován a v jeho současné pozici bude vybudován nový podchod pro cestující. V současnosti se v ŽST Kolín nenachází samostatný kabelovod a bude se tedy jednat o novostavbu.

Popis navrhovaného řešení

Kabeláž bude přemístěna do nově budovaného kabelovodu, který bude realizovaný částečně jako hloubený a **částečně bezvýkopovou technologií - protlačováním**. Jednotlivé části podchodu budou propojeny pomocí monolitických železobetonových šachet, které zároveň zajišťují přístup do kabelovodu a umístění potřebné další technologie.

2. Komentář ke statickému výpočtu

2.1 Návrhové normy a reference

Pro výpočet byly použity následující normy a reference:

Normy/Reference	Název/popis
ČSN EN 1990	Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
ČSN EN 1991-1	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí
ČSN EN 1992-1-1 (731201)	Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1997-1	Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí
ČSN EN 206+A1	Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda

Tab. 01: Normy a reference

Seznam použitých výkresů a zpráv:

Výkresy/Zprávy	Název
D.2.1.9.1.1	Technická zpráva
D.2.1.9.1.2	Situace
D.2.1.9.1.3	Půdorysy
D.2.1.9.1.4	Řezy
D.2.1.9.1.5	Výkresy tvaru
D.2.1.9.1.6	Výkresy výztuže
D.2.1.9.1.7	Detaily

Tab. 02: Seznam výkresů a zpráv

2.2 Použitý software

Použité výpočetní programy jsou uvedeny v následující tabulce:

Program	Specifikace
GEO 5 - MKP	Numerický model protlačovaného kabelovodu
MS Excel 2010	Microsoft Office - MS Excel 2010 - posouzení konstrukcí
AutoCad 2016	Výkresová dokumentace, obrázky

Tab. 03: Použité programy

2.3 Metodika výpočtu

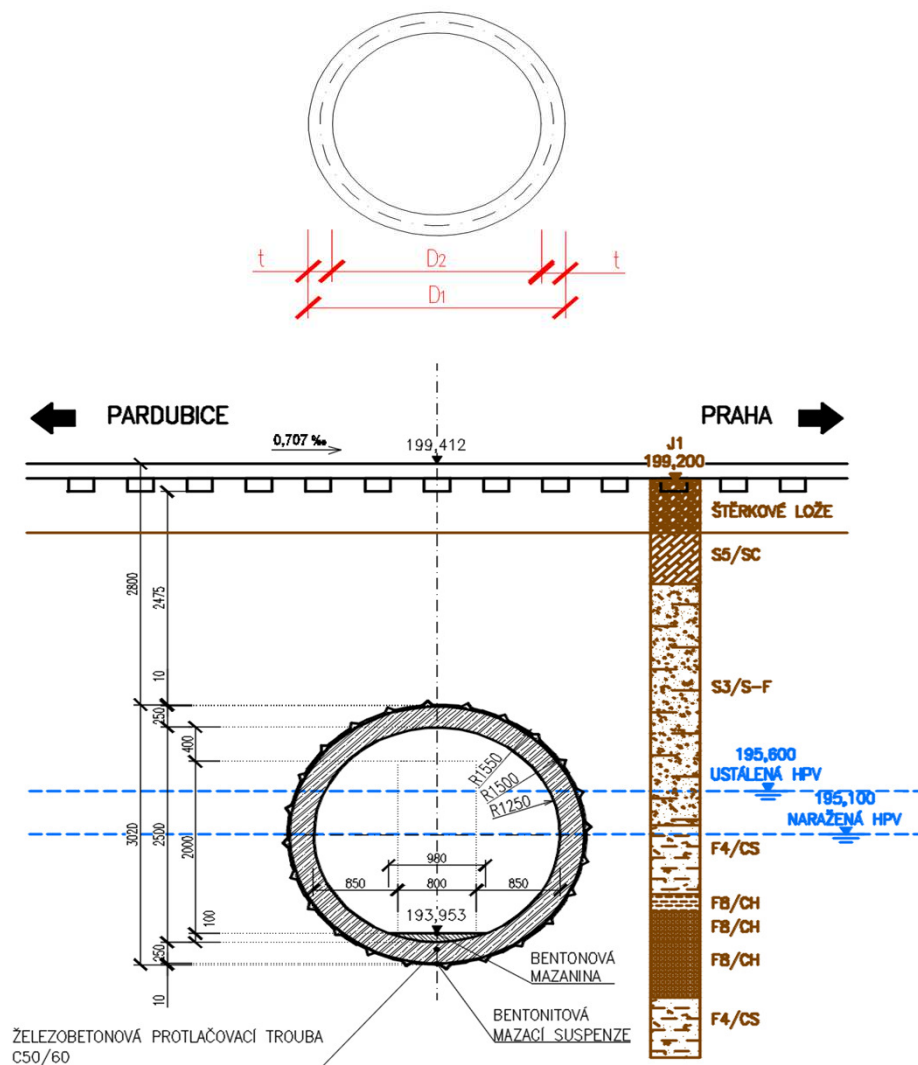
V programu GEO5 - MKP byl vytvořen numerický model protlačovaného kabelovodu, ze kterého byly získán průběh vnitřních sil na ostění po jeho dostavbě. Model byl tvořen v několika fázích, počínaje fází iniciační. Výpočtem byly zároveň stanoveny radiální napětí působící na ostění a na základě těchto hodnot bylo stanoveno tření na plášti. Napětí působící na ostění bylo stanoveno i ručním výpočtem pro nízké nadloží a porovnáno. Dále byl stanoven odpor na štítu a spočtena velikost tlačné síly - tato síla byla redukována s předpokladem použití vhodné mazací suspenze. Na závěr bylo provedeno posouzení ostění.

Zajištění stavebních jam je posuzováno v samostatném statickém výpočtu.

3. Geometrie Konstrukce

Objemová tíha materiálu	$\gamma = 26,00$ m	délka segmentu	$L = 93,00$ m
vnější průměr prstence	$D_1 = 3,00$ m	hloubka vrcholu prstence	$h_1 = 2,70$ m
vnitřní průměr prstence	$D_2 = 2,50$ m	hloubka dna prstence	$h_2 = 5,70$ m

Tab. 04: parametry trub



4. Materiály

4.1 Základní geotechnické parametry

Zemina	$\gamma_{d,k}$ [kN/m ³]	$\phi_{ef,k}$ [°]	$c_{ef,k}$ [kN/m ²]	$\phi_{u,k}$ [°]	$c_{u,k}$ [kN/m ²]	ν [-]	E_{def} [MPa]
G1 - ulehlá	21	41,5	0	x	x	0,2	430
S5 - ulehlá	18,5	27	8	x	x	0,35	8
S3 - ulehlá	17,5	31,5	0	x	x	0,3	21
F4 - pevná	18,5	24,5	18	5	70	0,35	6,5
F8 - pevná	21	15	10	0	80	0,4	6
F4 - tvrdá	21	30	26	x	x	0,3	15

Tab. 05: Základní geotechnické parametry - jedná se o tabulkové hodnoty - **nutno ověřit před zahájením výstavby!**

4.2 Beton

	Beton	f_{ck} [MPa]	γ_c	α_{ct} [MPa]	f_{cd} [MPa]	E_c [GPa]	ν [-]
Železobetonové skruže	C50/60	50	1,50	1,00	33	37	0,20

Tab. 06: Základní charakteristiky použitého betonu

4.3 Výztuž

	Výztuž	f_{yk} [N/mm ²]	γ_s	f_{yd} [N/mm ²]	E_s [N/mm ²]	ϵ_{yd} [‰]
železobetonové skruže	B500B	500	1,15	435	200000	2,174

Tab. 07: Základní charakteristiky použité betonářské oceli

5. Zatížení konstrukce

5.1. Přehled zatížení

1. Stálé zatížení
2. Ostatní stálé zatížení
3. Pohyblivé zatížení - zatížení kolejovou dopravou - model zatížení 71
4. Pohyblivé zatížení - zatížení kolejovou dopravou - model zatížení SW/2
5. Proměnné zatížení - zemní a hydrostatický tlak
6. Proměnné zatížení - doprava ve vodorovném směru
7. Klimatická zatížení

5.2. Stálé zatížení

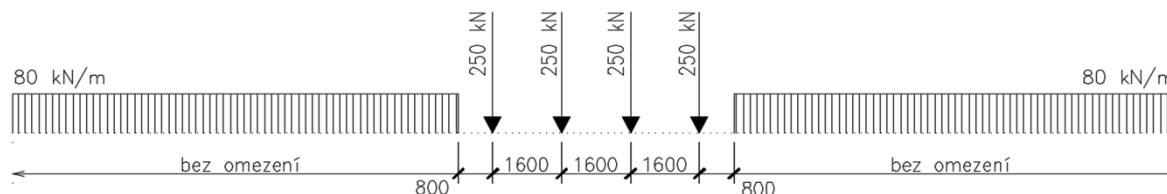
Stálé zatížení zahrnuje vlastní tíhu veškerých nosných prvků lávky a je generováno programem GEO5 - MKP od firmy fine spol. s r.o.

5.3. Ostatní stálé zatížení

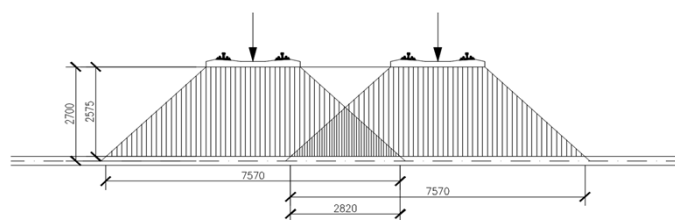
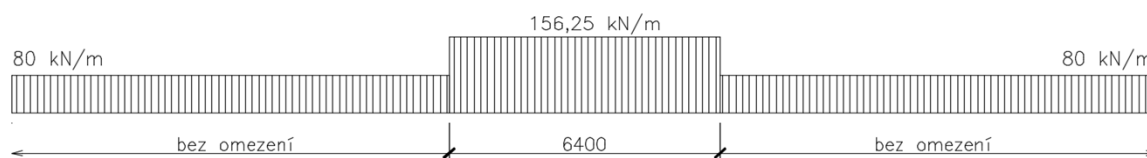
Ostatní stálé zatížení zahrnuje tíhu ochranné izolace a kolejového roštu. Tíha kolejového lože je modelována v programu GEO5 - MKP pomocí zeminy s geotechnickými parametry odpovídajícími tabulkovým hodnotám pro dobře zrněný štěrk.

	Objemová tíha [kN/m ³]	tloušťka [m]	Objemová tíha [kN/m ²]
Ochranná izolace	23	0,05	1,15
Kolejový rošt	5	-	5

5.4. Proměnné zatížení - zatížení kolejovou dopravou - model zatížení 71



Převod na rovnoměrné zatížení



Stanovení zatížení na 1 m²

b [m]	7,57
q _{k1} [kN/m ²]	20,64
2*q _{k1} [kN/m ²]	41,28
q _{k2} [kN/m ²]	10,57
2*q _{k2} [kN/m ²]	21,14

Zohlednění dynamických účinků:

Třída trati	α	d	L_ϕ	$^*\phi_2$	$^{**}\phi_3$
1.	1,21	2,50	5	1,53	1,79

Konečná hodnota spojitého zatížení LM 71:

Stanovení přetížení od jedné koleje se zohledněním dynamických účinků:

$^*q_{vk71,1} =$	31,52	kN/m ²	$^{**}q_{vk71,1} =$	36,96	kN/m ²
$^*q_{vk71,2} =$	16,14	kN/m ²	$^{**}q_{vk71,2} =$	18,93	kN/m ²

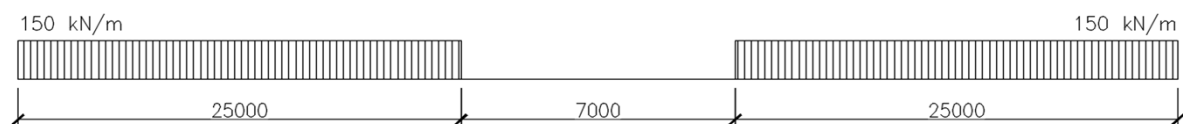
Stanovení přetížení od dvou kolejí se zohledněním dynamických účinků:

$^*2q_{vk71,1} =$	63,05	kN/m ²	$^{**}2q_{vk71,1} =$	73,93	kN/m ²
$^*2q_{vk71,2} =$	32,28	kN/m ²	$^{**}2q_{vk71,2} =$	37,85	kN/m ²

*pro pečlivě udržovanou kolej - protlačování

**pro standartně udržovanou kolej - provoz

5.5.Proměnné zatížení - zatížení kolejovou dopravou -model zatížení SW/2



Konečná hodnota spojitého zatížení LM 71:

Stanovení přetížení od jedné koleje se zohledněním dynamických účinků:

$^*q_{vksW/2} =$	30,26	kN/m ²
$^{**}q_{vksW/2} =$	35,49	kN/m ²

Stanovení přetížení od dvou kolejí se zohledněním dynamických účinků:

$^*2q_{vksW/2} =$	60,52	kN/m ²
$^{**}2q_{vksW/2} =$	70,97	kN/m ²

*pro pečlivě udržovanou kolej - protlačování

**pro standartně udržovanou kolej - provoz

5.6.Proměnné zatížení - zemní a hydrostatický tlak

Zemní tlak je automaticky vypočten programem GEO5 - MKP od firmy fine spol. s r.o na základě vytvořeného numerického modelu.

5.7.Proměnné zatížení - doprava ve vodorovném směru

• Zatížení brzdnými a rozjezdovými silami

- zatížení není na konstrukci uvažováno, kce není umístěna na ložiskách, není umožněn pohyb konstrukce

• Zatížení bočním rázem

- zatížení není na konstrukci uvažováno, kce není umístěna na ložiskách, není umožněn pohyb konstrukce

5.8.Klimatická zatížení

• Zatížení větrem

zatížení není na konstrukci uvažováno, kce je umístěna pod zemí

• Zatížení sněhem

zatížení není na konstrukci uvažováno, kce je umístěna pod zemí

• Zatížení rovnoměrnou teplotou

zatížení není na konstrukci uvažováno, kce je umístěna v konstantním prostředí

• Zatížení nerovnoměrnou teplotou

zatížení není na konstrukci uvažováno, kce není vystavena vlivům nerovnoměrné teploty

• Rozdíly v rovnoměrné složce teploty mezi různými konstrukčními prvky

zatížení není na konstrukci uvažováno, kce je umístěna v konstantním prostředí

• Kombinace rovnoměrné a nerovnoměrné teploty

zatížení není na konstrukci uvažováno, kce je umístěna v konstantním prostředí

5.9.Rekapitulace uvažovaných zatížení

ZS1 Stálé zatížení

ZS2 Ostatní stálé zatížení

PZ1 Pohyblivé zatížení - zatížení kolejovou dopravou - model zatížení 71

PZ2 Pohyblivé zatížení - zatížení kolejovou dopravou - model zatížení SW/2

ZT1 Proměnné zatížení - zemní a hydrostatický tlak

Pro výpočet vnitřních sil byl stanoven dynamický součinitel zatížení pro standartně udržovanou kolej zatímco pro výpočet tlačných sil byl stanoven dynamický součinitel pro pečlivě udržovanou kolej, neboť je navrženo po celou dobu trvání výstavby snížení traťové rychlosti a budou prováděny pravidelné prohlídky.

6.Kombinace

Základní informace o použitých kombinacích zatížení jsou uvedeny v následující tabulce:

Mezní stav	Kombinace zatížení
Mezní stav únosnosti (stanovíme jako větší hodnotu z výrazů) trvalé a dočasné návrhové situace	6.10.a $\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} "+" \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} "+" \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
	6.10.b $\sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} "+" \gamma_{Q,1} Q_{k,1} "+" \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
Mezní stav použitelnosti charakteristická kombinace (trvalé změny)	6.14.b $\sum_{j \geq 1} G_{k,j} "+" P_k "+" Q_{k,1} "+" \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
Mezní stav použitelnosti častá kombinace (lokalní účinky, vratné změny)	6.15.b $\sum_{j \geq 1} G_{k,j} "+" P "+" \psi_{1,1} Q_{k,1} "+" \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$
Mezní stav použitelnosti kvazistálá kombinace (dlouhodobé účinky a vzhled konstrukce)	6.16.b $\sum_{j \geq 1} G_{k,j} "+" P_k "+" \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$

Tab. 09: Kombinační vzorce

Součinitele zatížení a kombinace jsou uvedeny v následující tabulce:

	součinitel		zatížení
stálé zatížení	$\gamma_{G,j}$	1,35	nepříznivý účinek
	$\gamma_{G,j}$	1,00	příznivý účinek
nahodilé zatížení	$\gamma_{Q,1}$	1,45	nepříznivý účinek
	$\gamma_{Q,1}$	0,00	příznivý účinek
	$\gamma_{Q,i}$	1,45	nepříznivý účinek
	$\gamma_{Q,i}$	0,00	příznivý účinek
kombinace nahodilého zatížení	ψ_0	0,80	kolejová doprava
	ψ_1	0,00	
	ψ_2	0,00	
redukční součinitel	ξ	0,85	

Tab. 10: Součinitele zatížení

6.1. Mezní stav únosnosti

Kombinace zatížení	označení	Zatěžovací stav				
		ZS1	ZS2	PZ1	PZ2	ZT1
6.10.a	MSU1	1,35	1,35	1,16		1,35
6.10.a	MSU2	1,35	1,35		1,16	1,35
6.10.b	MSU3	1,15	1,15	1,45		1,15
6.10.b	MSU4	1,15	1,15		1,45	1,15

Tab. 11: Kombinace MSÚ

6.2. Mezní stav únosnosti

Kombinace zatížení	označení	Zatěžovací stav				
		ZS1	ZS2	PZ1	PZ2	ZT1
6.14.b	MSP1	1,00	1,00	1,00		1,00
6.14.b	MSP2	1,00	1,00		1,00	1,00
6.16.b	MSP3	1,00	1,00			1,00

Tab. 12: Kombinace MSP

7.Vnitřní síly a deformace

7.1. Vnitřní síly - MSU

Bod 1:

Kombinace zatížení	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
6.10.a	MSU1	-120,83	0,00	36,59
6.10.a	MSU2	-147,83	0,00	33,35
6.10.b	MSU3	-110,40	0,00	36,00
6.10.b	MSU4	-140,19	0,00	32,20

Bod 2:

Kombinace zatížení	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
6.10.a	MSU1	-175,57	58,86	0,00
6.10.a	MSU2	-201,62	49,55	0,00
6.10.b	MSU3	-162,09	57,96	0,00
6.10.b	MSU4	-190,67	47,73	0,00

Bod 3:

Kombinace zatížení	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
6.10.a	MSU1	-230,31	0,00	36,32
6.10.a	MSU2	-255,42	0,00	32,27
6.10.b	MSU3	-213,79	0,00	35,65
6.10.b	MSU4	-241,16	0,00	30,82

Bod 4:

Kombinace zatížení	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
6.10.a	MSU1	-201,62	45,77	0,00
6.10.a	MSU2	-229,03	41,45	0,00
6.10.b	MSU3	-179,63	44,74	0,00
6.10.b	MSU4	-215,11	39,79	0,00

Bod 5:

Kombinace zatížení	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
6.10.a	MSU1	-172,94	0,00	31,73
6.10.a	MSU2	-202,64	0,00	28,89
6.10.b	MSU3	-145,48	0,00	30,94
6.10.b	MSU4	-189,06	0,00	27,60

7.2. Radiální napětí - MSU

Pro zatížení od jedné koleje:

Kombinace zatížení	označení	Radiální napětí			$\sigma_{r, \text{prům}} [\text{kN/m}^2]$
		Bod 1	Bod 3	Bod 5	
6.10.a	MSU1	124,20	72,77	156,33	106,52
6.10.a	MSU2	121,10	83,70	163,62	113,03
6.10.b	MSU3	131,49	73,98	163,22	110,67
6.10.b	MSU4	130,68	84,51	172,53	118,06
Zemní tlak	MSU5	73,58	61,97	120,02	79,38

Pro zatížení od dvou kolejí:

Kombinace zatížení	označení	Radiální napětí			$\sigma_{r, \text{prům}} [\text{kN/m}^2]$
		Bod 1	Bod 3	Bod 5	
6.10.a	MSU1	153,77	77,90	184,41	123,49
6.10.a	MSU2	159,03	102,06	198,45	140,40
6.10.b	MSU3	143,75	70,73	170,09	113,82
6.10.b	MSU4	151,57	96,83	184,81	132,51

7.3. Vnitřní síly - MSP

Bod 1:

Kombinace zatížení	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
6.14.b	MSP1	-93,8	0	30
6.14.b	MSP2	-117,7	0	26,8
6.16.b	MSP3	-60	0	11,6

Bod 2:

Kombinace zatížení	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
6.14.b	MSP1	-137,15	-47,8	0
6.14.b	MSP2	-160,15	40,1	0
6.16.b	MSP3	-83,4	17,2	0

Bod 3:

Kombinace zatížení	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
6.14.b	MSP1	-180,5	0	29,3
6.14.b	MSP2	-202,6	0	26
6.16.b	MSP3	-106,8	0	11,8

Bod 4:

Kombinace zatížení	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
6.14.b	MSP1	-152	37,3	0
6.14.b	MSP2	-181,05	33,2	0
6.16.b	MSP3	-99,85	15,3	0

Bod 5:

Kombinace zatížení	označení	Vnitřní síly		
		N	V	M
6.14.b	MSP1	-123,5	0	25,7
6.14.b	MSP2	-159,5	0	23,1
6.16.b	MSP3	-92,9	0	10,7

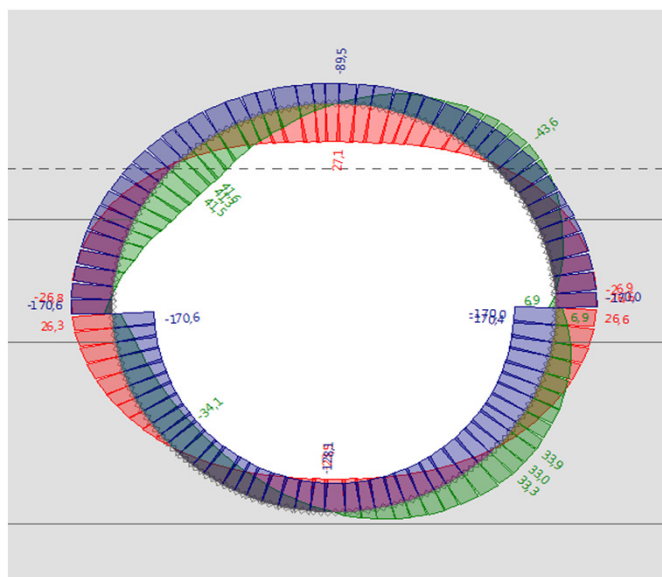
7.4. Radiální napětí - MSP

Kombinace zatížení	označení	Radiální napětí $[\text{kN/m}^2]$			$\sigma_{r, \text{prům}} [\text{kN/m}^2]$
		Bod 1	Bod 3	Bod 5	
6.14.b	MSP1	129	63,3	151,8	101,85
6.14.b	MSP2	138,2	87,3	166,8	119,9
6.16.b	MSP3	61,4	49,1	95	63,65

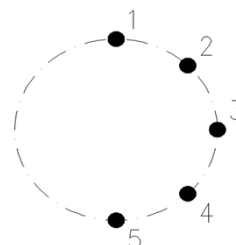
7.5. Grafické výstupy

7.5.1. Vnitřní síly - MSU

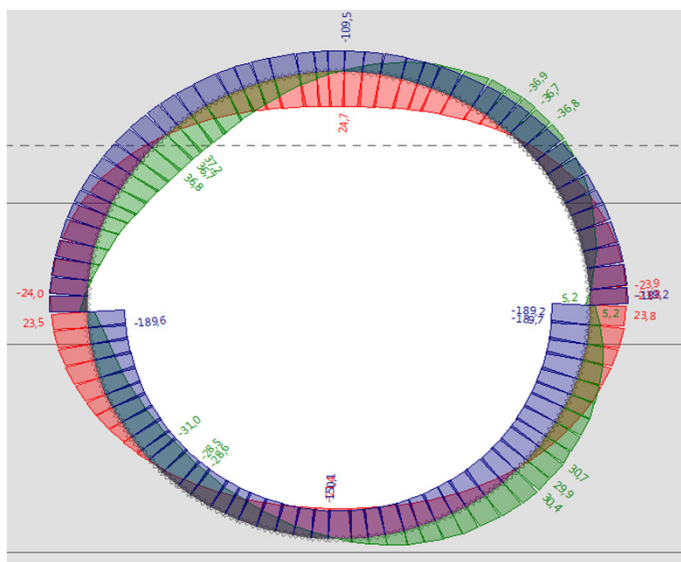
MSU1:



Ohybový moment
Posouvající síla
Normálová síla

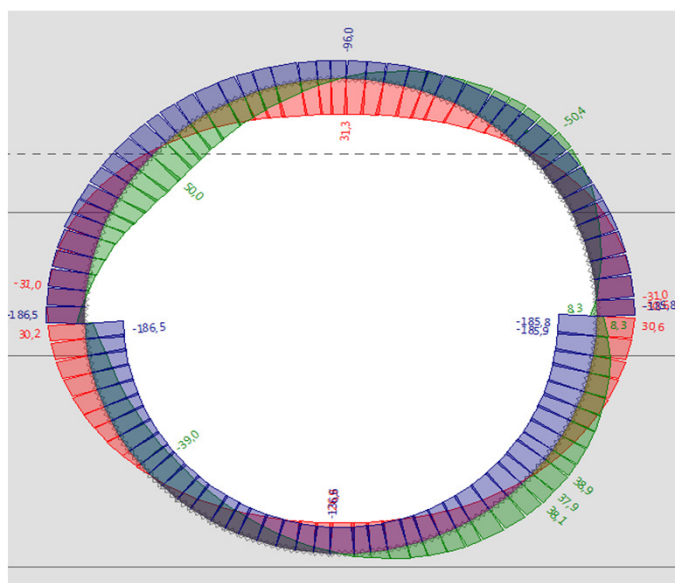


MSU2:



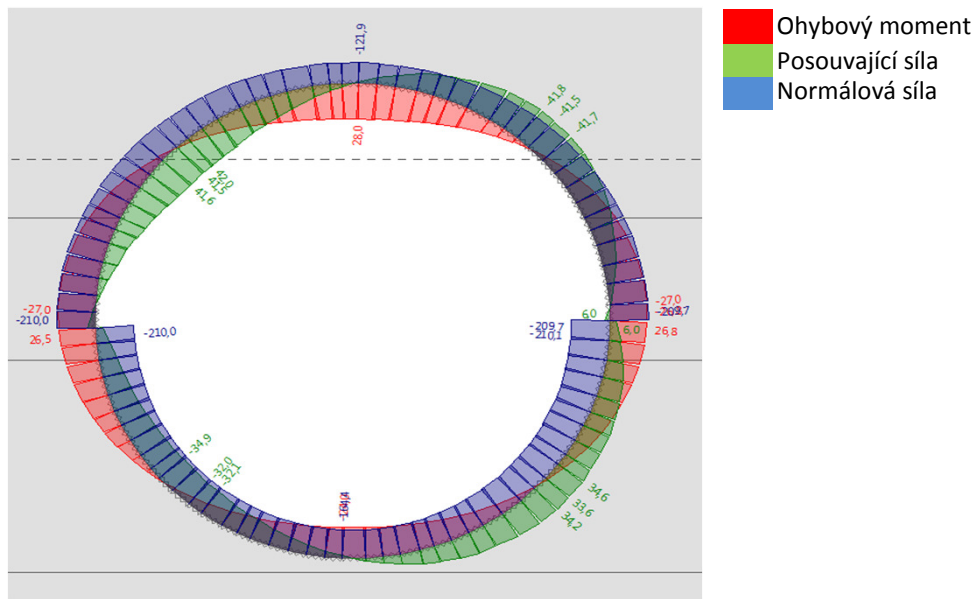
Ohybový moment
Posouvající síla
Normálová síla

MSU3:



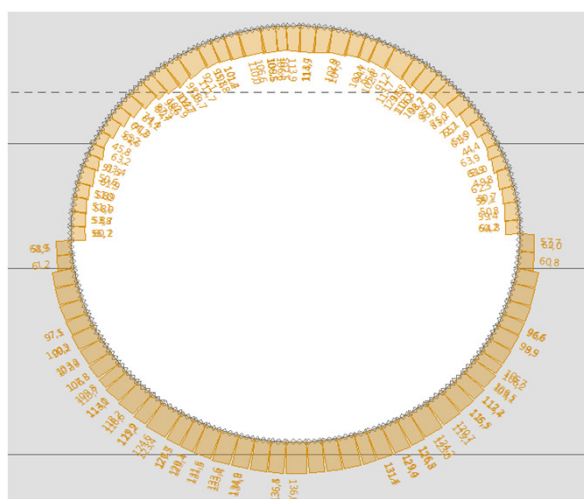
Ohybový moment
Posouvající síla
Normálová síla

MSU4:

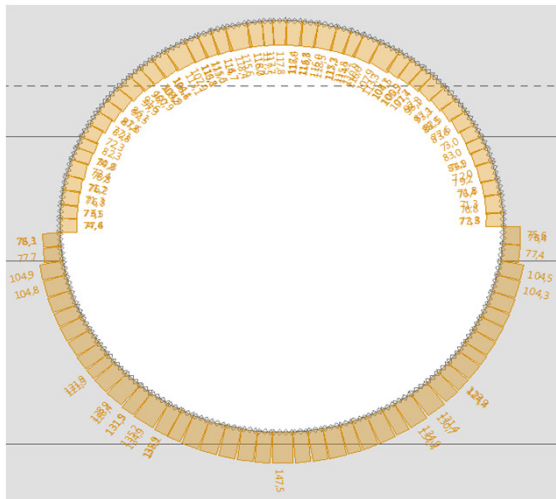


7.5.2. Radiální napětí - MSU

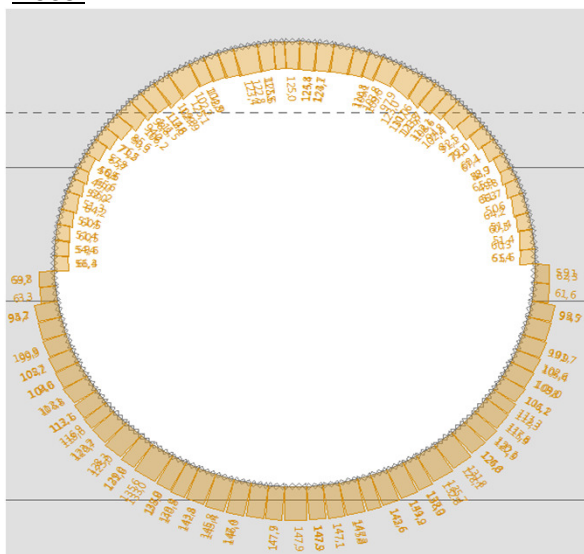
MSU1:



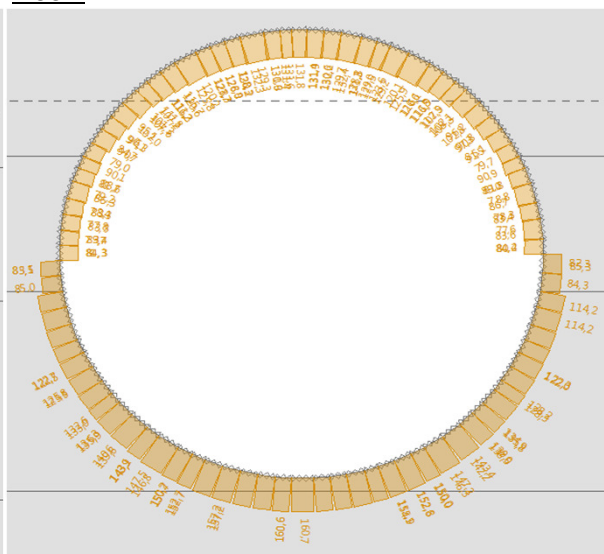
MSU2:



MSU3:



MSU4:



8. Výpočet protlačovací síly

$$T = \sum_i T_i + G = \sum_i f_i \cdot L_i \cdot \sigma_{r,prům,i} \cdot O_i + G$$

8.1. Výpočet odporu proti vnikání štítu do zeminy

vnější průměr štítu d [m]	odpor zeminy g [kN/m ²]	Celkový odpor G [kN]
3,02	600	4 298

pozn.. Výpočet proveden dle Scherleho

G [kN]	odpor proti vnikání štítu do zeminy
--------	-------------------------------------

8.2. Výpočet plášťového tření - zatížení pouze okolní zeminou

8.2.1 Ruční výpočet

f [-]	L _{zem} [m]	P ₁ [kN/m]	P ₂ [kN/m]	P _{1+r} [kN/m]	R [kN/m]
0,500	1,000	179,643	57,667	231,128	56,156

pozn.. Součinitel tření stanoven orientačně dle tabulek uvedených v softwaru GEO5

f [-]	součinitel tření mezi konstrukcí a zeminou	$T = f \cdot L [P_1 + 2P_2 + P_{1+r} + R]$
L [m]	délka zatlačování	
P ₁ [kN/m]	svislý tlak zeminy na potrubí	
P ₂ [kN/m]	vodorovný tlak zeminy na potrubí	
R [kN/m]	tíha potrubí	

Výsledná hodnota protlačovací síly bez použití mazací suspenze T_{zem} [MN]: **0,393**

Stanovení druhu nadloží:

h [m]	b [m]	b/tg φ	3d	NÍZKÉ NADLOŽÍ
2,70	2,58	4,20	9,06	

Stanovení svislého tlaku dle vzorce:

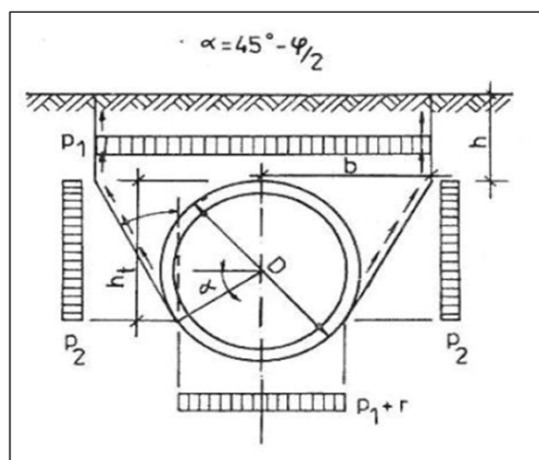
$$p_1 = \frac{\gamma \cdot b - c}{\tan \varphi} \left(1 - e^{-\frac{h \tan \varphi}{b}} \right)$$

$$p_1 = \mathbf{34,864 \quad kN/m^2}$$

Stanovení vodorovného tlaku dle vzorce:

$$p_2 = K_a \cdot p_1 + 0,5 \cdot \gamma \cdot h_t^2 \cdot K_a$$

K _a =	0,470	-
h _t =	2,248	m
p₂ =	25,655	kN/m²
p_{1+r} =	87,714	kN/m²



Obr. Zatěžovací schéma potrubí pro nízké nadloží dle Terzaghiho

8.2.2 Metoda konečných prvků

$$T_{zem} = f \cdot L_{zem} \cdot \sigma_{r,zem,prům} \cdot O$$

f [-]	L _{zem} [m]	σ _{r,zem, prům} [kN/m ²]	O [m]	T _{zem} [MN]
0,500	1,000	79,380	9,425	0,374

8.3. Výpočet plášťového tření - s přitížením na povrchu kolejovým roštem či nástupištěm

$$T_{kol} = f \cdot L_{kol} \cdot \sigma_{r,kol,prům} \cdot O$$

f [-]	L _{kol} [m]	σ _{r,kol, prům} [kN/m ²]	O [m]	T _{kol} [MN]
0,500	10,130	85,928	9,425	4,102

8.4. Výpočet plášťového tření - zatížení kolejovou dopravou - LM71

$$T_{LM71} = f \cdot LLM_{71} \cdot \sigma_{r,LM71,prům} \cdot O$$

Jedna kolej

f [-]	L _{kol} [m]	σ _{r,kol, prům} [kN/m ²]	O [m]	T _{LM71} [MN]
0,500	55,090	110,666	9,425	28,730

Dvě koleje

f [-]	L _{kol} [m]	σ _{r,kol, prům} [kN/m ²]	O [m]	T _{LM71} [MN]
0,500	21,780	123,491	9,425	12,675

8.5. Výpočet plášťového tření - zatížení kolejovou dopravou - SW02

$$T_{SW02} = f \cdot LSW_{02} \cdot \sigma_{r,SW02,prům} \cdot O$$

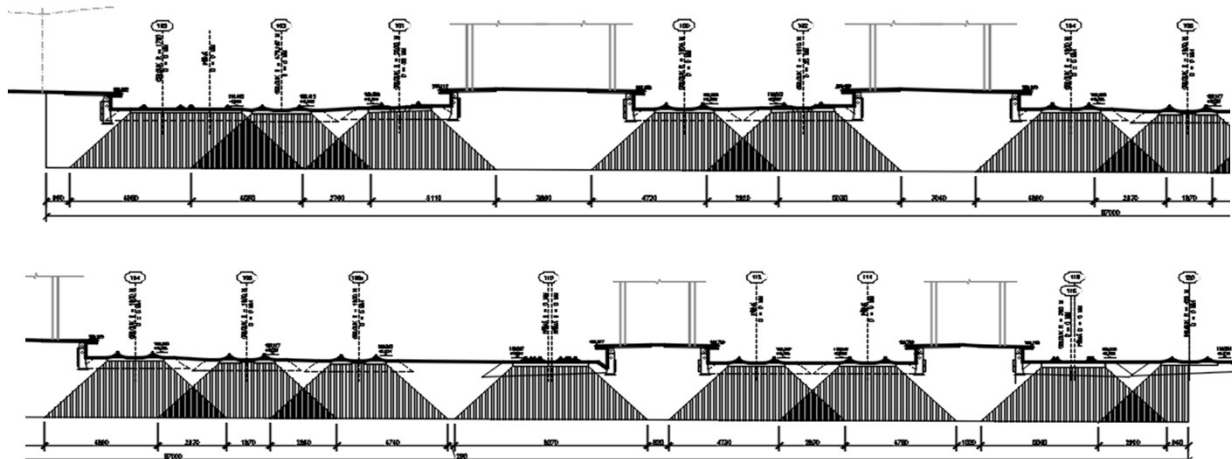
Jedna kolej

f [-]	L _{SW02} [m]	σ _{r,SW02, prům} [kN/m ²]	O [m]	T _{SW02} [MN]
0,500	55,090	118,058	9,425	30,648

Dvě koleje

f [-]	L _{SW02} [m]	σ _{r,SW02, prům} [kN/m ²]	O [m]	T _{SW02} [MN]
0,500	21,780	140,400	9,425	14,410

8.6. Výpočet celkového plášťového tření bez použití mazací suspenze



8.7. Výpočet celkového plášťového tření bez použití mazací suspenze

Za předpokladu obsazení všech kolejí (80% LM71; 20% SW02):

T_{zem} [MN]	T_{kol} [MN]	T_{LM71} [MN]	T_{SW02} [MN]	$T_{max,obvod}$ [MN]
0,000	4,102	33,123	9,012	46,237

Za předpokladu obsazení poloviny kolejí:

T_{zem} [MN]	T_{kol} [MN]	T_{LM71} [MN]	T_{SW02} [MN]	$T_{prům,obvod}$ [MN]
0,000	19,665	16,562	4,506	40,733

Za předpokladu neobsazení žádné koleje:

T_{zem} [MN]	T_{kol} [MN]	T_{LM71} [MN]	T_{SW02} [MN]	$T_{min,obvod}$ [MN]
0,000	35,228	0,000	0,000	35,228

8.8. Výpočet maximální a minimální protlačovací síly bez použití mazací suspenze

T_{max} [MN]:	50,535
$T_{prům}$ [MN]:	45,031
T_{min} [MN]:	39,526

8.9. Výpočet maximální a minimální protlačovací síly s použitím mazací suspenze

T_{max} [MN]:	17,687
$T_{prům}$ [MN]:	15,761
T_{min} [MN]:	13,834

Předpokládá se snížení plášťového tření o 65% za použití mazací suspenze

9. Posouzení betonových konstrukcí - protlačovací trouba

9.1. Podrobné parametry betonu

Návrhová životnost [let]	Stupně vlivu prostředí				
	karbonatace	chloridy	mráz (moře)	mráz	chemie
100	XC2	XD3	-	XF4	XA1

Stanovení třídy konstrukce dle výše zníněných kritérií:	S5
---	-----------

Krytí výztuže					
Vnitřní povrch			Vnější povrch		
$c_{min,1}$	$\Delta c_{dev,1}$	$c_{nom,1}$	$c_{min,2}$	$\Delta c_{dev,2}$	$c_{nom,2}$
50	10	60	50	10	60

Beton	f_{ck} [MPa]	α_{cc}	γ_c	f_{cd} [MPa]	η	λ
C50/60	50	1,00	1,50	33,33	1,00	0,80
f_{cm} [MPa]	f_{ctm} [MPa]	α_{ct}	$f_{ctk\ 0,05}$ [MPa]	ϵ_{cu3} [‰]	E_{cm} [GPa]	
58	4,1	1,00	2,90	3,5	37	

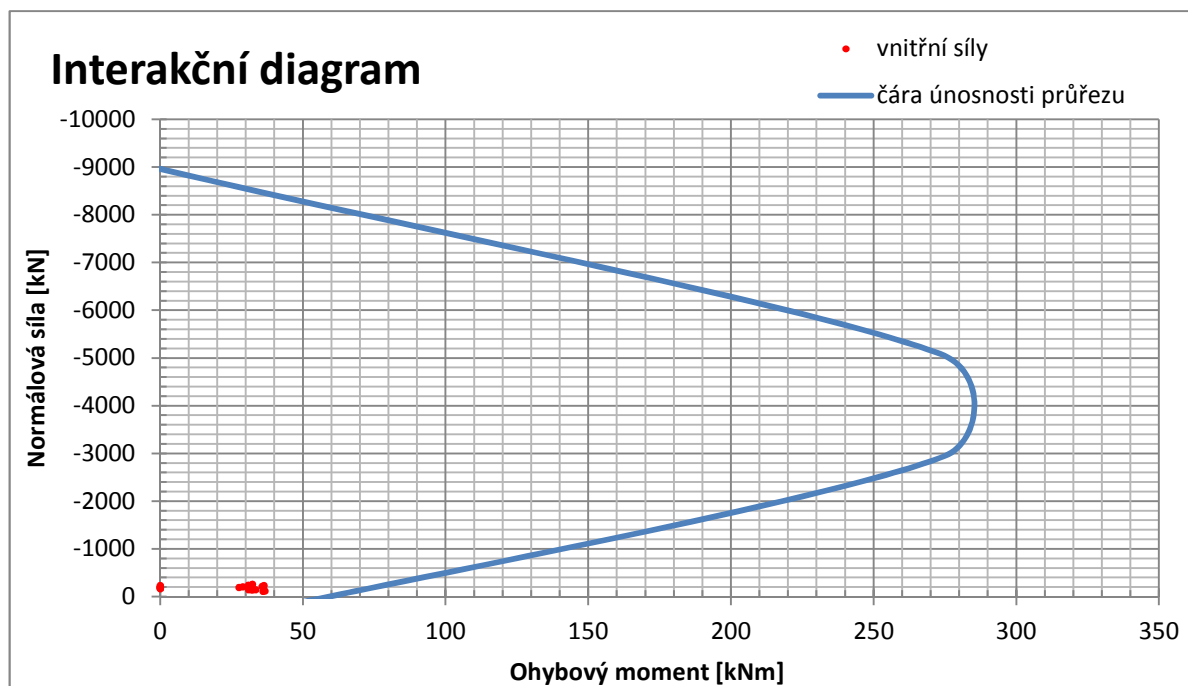
9.2. Parametry navrženého ostění

výška průřezu	h =	0,25	m	šířka průřezu	b =	1,00	m
---------------	-----	-------------	---	---------------	-----	-------------	---

výztuž spodní povrch				výztuž horní povrch			
krytí výztuže	c_1	60	mm	krytí výztuže	c_2	60	mm
počet prutů	1	10	ks/m	počet prutů	1	10	ks/m
průměr prutu	\varnothing_1	10	mm	průměr prutu	\varnothing_2	10	mm
plocha výztuže	$A_{s,req1}$	785,4	mm ² /m	plocha výztuže	$A_{s,req2}$	785,4	mm ² /m
průměr smykové výztuže	\varnothing_{st}	6	mm	průměr smykové výztuže	\varnothing_{st}	6	mm
	$d_{1,1}$	71	mm		$d_{1,2}$	71	mm
účinná výška průřezu	d_1	0,179	m	účinná výška průřezu	d_2	0,179	m
rameno vnitřních sil	z_1	0,054	m	rameno vnitřních sil	z_2	0,054	m
	$x_{bal,1}$	0,110			$x_{bal,2}$	0,472	
	$\xi_{bal,1}$	0,617			$\xi_{bal,2}$	2,639	
síly	$F_{s,1}$	341,5	kN		$F_{s,2}$	341,5	kN
	ΔF_s	0,0	kN		σ_s	400,0	Mpa

9.3. Mezní stav únosnosti - interakční diagram

Bod ID	N_{Rd} [kN/m]	M_{Rd} [kNm/m]		ϵ_{s2} [‰]	σ_s [MPa]	x [m]
Bod 0 - dostředný tlak	-8961,65	0,00	0,00	2,17	400,00	-
Bod 0'	-7294,99	-	-	2,17	400,00	-
Bod 1 - tlakové porušení	-5087,49	273,34	-273,34	2,17	400,00	-
Bod 2 - rozhraní tah/tlak	-2944,47	274,89	-274,89	1,25	249,89	0,11
Bod 3 prostý ohyb	0,00	59,38	-59,38	2,17	434,78	0,01
Bod 4 - tahové porušení	341,48	18,44	-18,44	2,17	434,78	-
Bod 5 - prostý tah	682,95	0,00	0,00	2,17	434,78	-



9.4. Mezní stav únosnosti - smykové namáhání

Kontrola nutnosti smykového vyztužení:

Návrhová hodnota smykové únosnosti nevyztuženého průřezu [kN/m]	151,52	$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k(100\rho_l f_{ck})^{1/3}] b \cdot d \geq v_{min} \cdot b \cdot d$
	0,12	$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c$
součinitel výšky průřezu	2	$k = 1 + (\frac{200}{d})^{1/2}$
stupeň podélného vyztužení	0,0088	$\rho_l = A_{sl}/(b \cdot d)$
	392,86	$v_{min} = 0,035k^{2/3} \cdot f_{ck}^{1/2}$
	6666,7	$\sigma_{cp} = 0,2 \cdot f_{cd}$
	330,52	$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k(100\rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b \cdot d \geq v_{min} \cdot b \cdot d$

Posouzení: 58,86 > 330,5

SMYKOVÁ VÝZTUŽ NENÍ NUTNÁ

	295,58	$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\cot \theta + \tan \theta}$
	0	$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta$
	0,48	$v_1 = 0,6 \cdot (1 - \frac{f_{ck}}{250})$
	2,5	$\cot \theta$
	0,4231	$\tan \theta$

9.5. Maximální protlačovací síla

Plocha železobetonového prstence [m ²]	2,1598	
Maximální teoretická protlačovací síla [kN]	43197	$F_{j,max} = 0,4f_{ck} \cdot A_c$

Posouzení: **50,53** > 43,2 **NEVYHOVUJE. NUTNO POUŽÍT MAZACÍ SUSPENZI**

Posouzení: **17,69** < 43,2 **VYHOVUJE**

9.6. Mezní stav použitelnosti - deformace ostění

Kolmá deformace byla vypočtena 4,4 mm.

Deformace ostění vyhovuje.