



EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Doprava

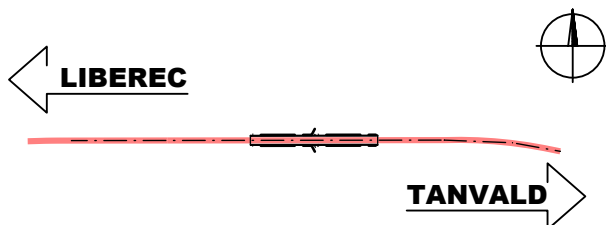
Ministerstvo dopravy  
Státní fond dopravní  
infrastruktury



Jiná ověření:

Paré:

Orientační schéma:



Razítko oprávněné osoby:

Podpis:

Datum:

Revize:	Datum:	Popis:	Kontroloval:
O00	27.10.2023	Definitivní odevzdání dokumentace	Ing. Vladimír Prajzler

Stavebník/Investor: **Správa železnic, státní organizace**  
Adresa: Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1  
Zástupce investora: Ing. Jiří Záruba  
Adresa: Ke Štvanici 656/3, 186 00 Praha 8 - Karlín



Zhotovitel díla: **Sdružení "SAGAMB Liberec - Tanvald"**  
Adresa: Novodvorská 1010/14, 142 00, Praha 4 - Lhotka  
Kontakt: T: +420 261 344 100  
E: info@sagasta.cz



Zhotovitel části/objektu: **SAGASTA s.r.o.**  
Adresa: Novodvorská 1010/14, 142 00, Praha 4 - Lhotka  
Kontakt: T: +420 261 344 100  
E: info@sagasta.cz



Hlavní projektant (HIP): Ing. Libor Mařík

Specialista: Ing. Vladimír Prajzler

Název stavby/akce:	REKONSTRUKCE DOLNOLUČANSKÉHO TUNELU V TRATI LIBEREC - HARRACHOV	Označení investora: S631600409	
		Zakázka: 120 142	
Název části:	INŽENÝRSKÉ OBJEKTY - TUNELY	Označení části: <b>D.2.1.7</b>	
Název objektu/dílčí části:	DOLNOLUČANSKÝ TUNEL 04 ŽELEZOBETONOVÉ OSTĚNÍ TUNELU	Označení objektu/komplexu: <b>SO 11-40-01</b>	
Název přílohy:	STATICKÝ VÝPOČET SEKUNDÁRNÍHO OSTĚNÍ	Číslo přílohy (typ/pořadí): <b>3.001</b>	
Název dílčí části přílohy:			
Odpovědný projektant: Ing. Libor Mařík	Zpracovatel přílohy: Ing. Jiří Hořejší	Měřítko: - Formáty: 70 x A4	Stupeň dokumentace: <b>DSP+PDPS</b>
Kraj: Liberecký	Katastrální území: Lučany nad Nisou [688258]	TUDU: 167114	Smluvní datum zpracování: <b>10/2023</b>
S-kód: 5 5 1 3 5 2 0 0 3 3	Stupeň dokumentace: Část: - P D P S - D 2 1 7 X	Objekt: - S O 1 1 4 0 0 1	Podobjekt: - 0 4
		Příloha: - 3 - 0 0 1	Revize: - 0 0 0



## Obsah

<b>1</b>	<b>IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>ÚVOD .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>PODKLADY .....</b>	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>NORMY A PŘEDPISY .....</b>	<b>3</b>
<b>5</b>	<b>SOFTWARE .....</b>	<b>3</b>
<b>6</b>	<b>LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
<b>7</b>	<b>INŽENÝRSKO-GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY .....</b>	<b>4</b>
	7.1 Předkvartérní podklad .....	4
	7.2 Kvartérní pokryv .....	4
	7.3 Hydrogeologické poměry .....	4
<b>8</b>	<b>GEOTECHNICKÉ VLASTNOSTI PROSTŘEDÍ .....</b>	<b>4</b>
<b>9</b>	<b>ZÁKLADNÍ POPIS TUNELOVÉHO OSTĚNÍ .....</b>	<b>5</b>
	9.1 Obezdivka stávajícího tunelu .....	5
	9.2 Návrh nového tunelového ostění .....	5
<b>10</b>	<b>STATICKÝ VÝPOČET .....</b>	<b>6</b>
	10.1 Model ostění, statické schéma .....	6
	10.2 Okrajové podmínky působení základové patky a paty horní klenby .....	6
	10.3 Zatížení, zatěžovací stavy (ZS) .....	7
	10.4 Kombinace zatěžovacích stavů (C) .....	9
	10.5 Výpočet vnitřních sil, šířky trhlin a deformací .....	10
	10.6 Posouzení .....	10
	10.6.1 Posouzení průřezů ostění dle MSÚ .....	10
	10.6.2 Posouzení poměrů v základové spáře MSÚ .....	11
	10.6.3 Posouzení dle MSP .....	12
<b>11</b>	<b>ZÁVĚRY .....</b>	<b>12</b>

## 1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Investor:	Správa železnic, s.o. 110 00 Praha 1 - Nové Město, Dlážděná 1003/7
Název stavby:	Rekonstrukce Dolnolučanského tunelu v trati Liberec - Harrachov
Stavební objekt:	SO 11-40-01 Dolnolučanský tunel
Podobjekt:	SO 11-40-01.04 Železobetonové ostění tunelu
Kraj:	Liberecký
Okres:	Jablonec nad Nisou
Katastrální území:	Lučany nad Nisou [688258]
TUDU:	167114
Stupeň dokumentace:	Projektová dokumentace pro provádění stavby (PDPS)

## 2 ÚVOD

Tento statický výpočet je součástí projektové dokumentace „Rekonstrukce Dolnolučanského tunelu v trati Liberec - Harrachov, SO 11-40-01 Dolnolučanský tunel, SO 11-40-01. 04 Železobetonové ostění tunelu“.

Stávající jednokolejný tunel leží na trati Jablonec nad Nisou - Tanvald, uvedené do provozu v roce 1894, jakožto součást spojení Liberec - Harrachov. Tunel v žkm 17,841 300 - 17,923 800 je délky 82,5 m, vyražen v horninovém masivu liberecké žuly, s nadložím cca 15 m. Tunelová trouba je v celé délce zajištěna původní masivní obezdívkou z žulových kvádrů. Vzhledem ke stavu obezdívky, její propustnosti kvůli chybějící izolaci, a dále též dispozičnímu řešení tunelového profilu, které nevyhovuje současným požadavkům na prostorovou průchodnost, je navržena celková rekonstrukce tunelu.

Navržená rekonstrukce tunelové trouby v raženém úseku spočívá v demontáži původní obezdívky, přeražení na zvětšený profil, provedení hydroizolačního systému a zřízení nového železobetonového ostění.

Tento statický výpočet se zabývá statickým návrhem sekundárního ostění standardních tunelových pásů v ražené části tunelu, které je provedeno z vyztuženého betonu (železobetonu). Tunelové ostění je založeno na základových patkách (pasech), profil není uzavřen spodní klenbou. Tloušťka ostění je  $h = 300$  mm, hornina dle pevnostního zatřídění se předpokládá R3, případně kvalitnější.

Statický výpočet je zpracován dle systému Eurokódů (EC).

## 3 PODKLADY

Pro zpracování výpočtů bylo použito následujících podkladů:

- [I] Investiční akce „Rekonstrukce Dolnolučanského tunelu v trati Liberec - Harrachov“ - Záměr projektu (SAGASTA, s.r.o., 10/2022);
- [II] „Rekonstrukce Dolnolučanského tunelu v trati Liberec - Harrachov“ - Doprovodná dokumentace k Záměru projektu (SAGASTA, s.r.o., 03/2021);
- [III] Stavebně geologické posouzení Dolnolučanského tunelu a přilehlých předzářezů na trati Liberec - Tanvald (GEOTEST, s.p. Brno, 06/1989);
- [IV] Stavebnětechnický průzkum s názvem: Rekonstrukce Dolnolučanského tunelu v trati Liberec - Harrachov (TESIA, s.r.o., Brno, 06/2023);
- [V] souběžně zpracovávaná PDPS (SAGASTA, s.r.o., 07/2023), zejména:

situace;

vzorové příčné řezy + charakteristické příčné řezy;

podélné řezy;

geometrie a skladba ostění.

## 4 NORMY A PŘEDPISY

ČSN EN 1990 (ed.2)	EC: Zásady navrhování konstrukcí + změny
ČSN EN 1991-1-1	EC 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
ČSN EN 1992-1-1	EC 2: Navrhování beton.kcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1997-1	EC 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 1: Obecná pravidla
ČSN EN 1998-1	EC 8: Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení - Část 1: Obecná pravidla + změna Z4
ČSN EN 206 + A2	Beton- Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
ČSN 73 1001	Základová půda pod plošnými základy
ČSN 73 1004	Navrhování základových konstrukcí - Stanovení požadavků na výpočt. metody
ČSN 73 7508	Železniční tunely

TKP ČD Kapitola 20 Tunely

## 5 SOFTWARE

Program SCIA Engineer, verze 21.1.4021 (32 bit);  
program FIN EC Beton, verze 11.2022.24.0 (32 bit), FINE spol. s r.o.;  
tabulkový procesor Excel

## 6 LITERATURA

- [1] Jílek, A., Grenčík, L', Novák, V.: Betonové konstrukce I (Praha, 1976)
- [2] Procházka, J. a kol.: Navrhování betonových konstrukcí 1 (dle EC) (ČBS, Praha 2005)
- [3] Sattler, K.: Theorie der Verbundkonstruktionen - Spannbeton - Stahlträger in Verbund mit Beton Band 1: Theorie (Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, 1959)
- [4] Bažant, Z.: Metody zakládání staveb (Praha, 1973)
- [5] Bowles, J.E.: Foundation Analysis and Design (5th Ed.) (McGraw-Hill, 1997)
- [6] Bieniawski, Z.T.: Engineering Rock Mass Classifications (John Wiley & Sons, 1989)
- [7] Barták, J., Hořejší, J., Zapletal, A.: Doporučení pro zpracování statických výpočtů ražených tunelů dle EC (Praha, 2010)

## 7 INŽENÝRSKO-GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

Objekt raženého tunelu je situován jihozápadně od města Lučany nad Nisou. Zájmové území se nachází v Jizerské hornatině, která je podcelkem orografického celku Jizerské hory. Trať protíná v předmětném úseku plochý hřbet Paseckého vrchu.

### 7.1 Předkvartérní podklad

Tunel je vyražen v západní části Krkonošsko-jizerského žulového masivu. Masiv je petrograficky jednotvárný a je budován převážně hrubě až středně zrnitými žulami složenými z křemene, draselného živce, plagioklasu a biotitu, v menší míře též muskovitu, amfibolitu a jiných akcesorických součástí. Masiv obecně je prostoupen řadou výrazných poruch (většinou pokřídového stáří), v zájmovém území je čteněji zastoupen směr zlomů SV-JZ, méně pak směr S-J.

Hloubka zvětrávání žul v zájmovém území je proměnná, závislá na značném množství poruch, podél nichž zvětrání prostupuje do velkých hloubek. Stupeň narušení horniny (zjištěný v předzářezích tunelu) je značný - bloky zdravé horniny jsou nalézány jen ojediněle. Ve stěnách zářezů převládá hornina zvětralá a navětralá, místy i rozložená na celou výšku stěn.

### 7.2 Kvartérní pokryv

Kvartérní pokryv je v zájmovém území tvořen produkty zvětrávání žul. Žuly se zvětráváním rozpadají na eluvium převážně písčité, jehož svrchní horizont přechází v deluviální sedimenty - svahové písčité hlíny, řidčeji sutě. Nejsvrchnější vrstvu tvoří ornice.

### 7.3 Hydrogeologické poměry

Z hlediska hydrogeologie jde o území chudé na podzemní vodu. Voda se vyskytuje sporadicky v poruchách a otevřených puklinách, a to v závislosti na srážkových dotacích. Vody vykazují mírnou agresivitu na betonové konstrukce.

## 8 GEOTECHNICKÉ VLASTNOSTI PROSTŘEDÍ

Geotechnické poměry v zájmové lokalitě a v oblasti tunelu jsou vyhodnoceny a popsány v dokumentacích [III] a [IV]. V rámci průzkumných prací [IV] byly mj. provedeny v ose tunelu dostropní vertikální vrty délky 5 m přes stávající obezdívku do blízkého nadloží tunelu. Na základě výsledků laboratorních zkoušek pevnosti horniny v jednoosém tlaku a s přihlédnutím ke stupni její degradace, zejména zvětrání, bylo provedeno zatřídění horniny (R). K popsání kvality masivu (v blízkém nadloží tunelu) bylo využito klasifikací RQD a RMR (Bieniawski, 1989). Pro zpracování statických výpočtů je přihlédnuto k zatřídění hornin dle ČSN 73 1001.

V souladu s ohodnocením GT podmínek v průzkumných pracech byly stanoveny geotechnické parametry hornin vstupující do výpočtů dle tab. č.1 pro zastižené kategorie horniny. Výpočet je proveden pro horší kvalitu ze zastižených hornin (zvětralá žula, zatřídění R3 - viz tabulka). Pro odhad vertikálního zatížení nově zřízené tunelové klenby se vychází z ohodnocení masivu pomocí klasifikace RMR dle [IV], masivu v nadloží bylo přiřazeno hodnocení 38 bodů.

Tab.1: Geotechnické parametry horninového prostředí (návrhové hodnoty)

Hornina	Zatřídění horniny	$\gamma$	$\sigma_{ucs}$	Edef	$\nu$	$\varphi$	c
		[kN/m <sup>3</sup> ]	[MPa]	[MPa]	[ - ]	[ ° ]	[kPa]
<b>Žula, zvětřalá</b>	R3	25,0	30	800	0,25- 0,30	38	50
<b>Žula, navětřalá až zdravá</b>	R2	26,0	70	2000	0,20	40	80

V tab. 1 je

- $\gamma$  objemová tíha;
- $\sigma_{ucs}$  pevnost neporušeného vzorku horniny v jednoosém tlaku;
- Edef modul přetvárnosti masivu;
- $\nu$  Poissonova konstanta;
- $\varphi$  úhel vnitřního tření;
- c soudržnost.

## 9 ZÁKLADNÍ POPIS TUNELOVÉHO OSTĚNÍ

### 9.1 Obezdivka stávajícího tunelu

Stávající obezdívka tunelové trouby je vytvořena ze žulových kvádrů, v klenbě předpokládané tloušťky 50 cm, chybí hydroizolační vrstvy. Tunelový profil již nevyhovuje současným požadavkům na prostorovou průchodnost trati. Nový tunelový profil vznikne demontáží stávající obezdívky a zvětšením výrubu ražbou tak, aby byly splněny aktuální prostorové požadavky.

### 9.2 Návrh nového tunelového ostění

Výsledný tvar nového tunelového profilu je výsledkem výběru mezi několika variantami, které byly navrženy v rámci zpracování Záměru projektu rekonstrukce stávajícího tunelu. Nově navržený profil vyhovuje tunelovému průřezu TPP dle ČSN 73 7508 bez elektrizačního nástavce, se započtením pojistného prostoru 300 mm. Šířka výrubu je cca 8,0 m, výška cca 7,6 m.

V ražené části tunelu je navrženo dvouplášťové ostění podkovovitého tvaru, neuzavřené, založené na patkách (základových pasech). V průběhu demontáže stávající obezdívky a zvětšování tunelového profilu je výrub zajištěn primárním ostěním (stříkaný beton + kotvení). Následně je zřízeno sekundární ostění, vodonepropustnost systému je zajištěna mezilehlou fóliovou izolací.

Základní průřez železobetonového sekundárního ostění standardního tunelového pásu, které je předmětem tohoto výpočtu, je navržen tloušťky 300 mm, v bocích nad základovými patkami je pak proměnná výška průřezu, maximální výška náběhu je  $h_n = 560$  mm. Poloměr vnitřního líce v horní části klenby je 3,35 m, níže pak 4,95 m. Horní klenba je opatřena mezilehlou plošnou izolací. Základová patka je šířky 1150 mm a výšky 500 mm. Výška průřezu kontaktní spáry mezi opěřím a základovou patkou je  $h_k = 300$  mm. Kontaktní spára mezi opěřím a základovou patkou je řešena prostým uložením horní klenby na základ bez probíhající výztuže. Klenba tunelového ostění je navržena z monolitického železobetonu C25/30, základové patky (pasy) z vyztuženého C25/30. Předpokladem pro návrh ostění je masiv tvořený horninami pevnostního zatřídění nejméně R3 (případně kvalitnější).

Tvar ostění je patrný z Přílohy 1.1.

## 10 STATICKÝ VÝPOČET

### 10.1 Model ostění, statické schéma

Jádro statického výpočtu vyztuženého sekundárního ostění je zpracováno pomocí programu SCIA Engineer.

Modelem ostění je rovinná prutová soustava (počítá se na 1 bm tunelu) s lineárním materiálovým modelem. Konstrukce ostění je rozdělena na prvky (pruty), přičemž střednice nahrazující tvar konstrukce je vedena vždy těžišti průřezů. Poloměr střednice horní části kruhové klenby je  $R = 3,50$  m. Prvky klenby ostění jsou z betonu C25/30.

Globální souřadný systém je X,Z, kde vodorovná osa X je kladná směrem zleva doprava, svislá osa Z je kladná směrem vzhůru. Lokální systémy prutů jsou orientovány tak, že kladný směr osy Z je orientován vždy „dovnitř“ konstrukce ostění.

Z důvodu symetrie konstrukce a předpokladu symetrických zatížení je ve výpočtu analyzována polovina konstrukce s odpovídajícími okrajovými podmínkami na ose symetrie (ve vrcholu klenby).

Hodnota modulu přetvárnosti okolního horninového masivu (hornina R3, R2) je s ohledem na vzdálenost diskontinuit (převážně cca 200 - 600 mm) a možné výskyty lokálních poruch uvažována  $E_{def} = 800$  MPa. Okolní masiv je modelován spojitým uložením po celém obvodu konstrukce, které v tlaku působí pružně, v tahu je jeho působení vyloučeno. Uložení po obvodu klenby má vždy směr normály k prvku a je charakterizováno koeficientem ložnosti:

$$k = \frac{E_{def}}{R \times (1+\nu)} = \frac{800}{5 \times (1+0,2)} = 130 \text{ MN/m}^3,$$

kde náhradní poloměr výrubu je  $R = 5,0$  m.

Pod základovou patkou je s ohledem na menší velikost zatěžované plochy uvažována hodnota koeficientu ložnosti  $k_p = 250 \text{ MN/m}^3$ .

### 10.2 Okrajové podmínky působení základové patky a paty horní klenby

V případě neuzavřeného tunelového sekundárního ostění na patkách je jedním z důležitých vstupních údajů výpočtu zavedení předpokladu odpovídajícího chování základové patky. Na statické působení ostění má rozhodující vliv velikost vodorovné reakce v základové spáře. Do úvahy přicházejí okrajové podmínky plynoucí z následujících schémat:

- připouští se možnost vodorovného posunu patky směrem do výrubu za vzniku odpovídající vodorovné reakce při mobilizaci tření v základové spáře;
- předpokládá se zamezení vodorovného posunu patky směrem do výrubu. Vodorovná reakce odpovídá neposuvnému uložení ve vodorovném směru.

Vzhledem k uspořádání tunelového dna v daném případě není vyloučen vodorovný posun patky, tj. řešení dle bodu a).

Druhou okrajovou podmínku určuje uspořádání kontaktní spáry mezi klenbou a základovou patkou. Spára bez probíhající výztuže přenáší normálovou (a též posouvající) sílu z ostění, není však zajištěn její přenos těžištěm průřezu (což by bylo modelováno čistým kloubem). Při předpokládaném relativním (vzájemném) natočení průřezů paty klenby a základové patky je očekáván přenos tlakové normálové síly při vnitřním líci klenby. Tím vzniká v průřezu ohybový moment (tah na rubu ostění), jehož hodnota v nevyztužené spáře je omezena maximální přípustnou excentricitou normálové síly (uvažována  $0,45 \cdot h$ ).



Na základě výše uvedeného je při zanedbání vertikálních deformací patky možno modelovat uložení ostění následujícím způsobem:

- podpora ve svislém směru neposuvná, ve vodorovném směru pružná (za vzniku odpovídající přípustné reakce  $R_x$ ), v pootočení volná se současným zavedením mezní hodnoty momentu jakožto vnějším zatížením.

Samotná základová patka je řešena samostatně jako prvek na pružném podloží zatížená výslednicí normálové a posouvající síly přenášené z horní klenby.

### 10.3 Zatížení, zatěžovací stavy (ZS)

Ve výpočtu se uvažuje s následujícími zatěžovacími stavy (ZS):

1. Vlastní tíha VLT
2. Smršťování betonu s vlivem dotvarování SHR
3. Teplotní vlivy - zima TZ
4. Teplotní vlivy - léto TL
5. Horninový tlak -> 51 Horninový tlak - vertikální složka HOR\_V  
52 Horninový tlak - horizontální složka HOR\_H

#### 1. Vlastní tíha

Zatížení stálé.

Vlastní tíha konstrukce je generována automaticky výpočetním programem na základě geometrie ostění s uvažováním objemové tíhy železového betonu  $\gamma_b = 25,0 \text{ kN/m}^3$ .

#### 2. Smršťování betonu s vlivem dotvarování

Zatížení stálé.

Účinky smršťování jsou zohledněny ve výpočtu podle ČSN EN 1992-1-1 (čl. 3.1.4), se současným vlivem dotvarování dle [3]. Celková hodnota poměrného smrštění je stanovena jako součet smršťování od vysychání a autogenního smršťování.

Pro předpokládané hodnoty relativní vlhkosti prostředí  $RH = 80 \%$  a dobu životnosti díla 100 let je na konci tohoto časového úseku vyčísleno poměrné délkové přetvoření  $\epsilon_{cs}$  (pro beton C25/30):

$$\epsilon_{cs} = -(k_h * \epsilon_{cd0} + \epsilon_{ca}) = -(0,7 * 28,5 * 10^{-5} + 3,8 * 10^{-5}) = -23,7 \times 10^{-5}.$$

Vliv dotvarování na smršťování je zohledněn redukcí hodnoty  $\epsilon_{cs}$  součinitelem  $f$  dle Sattlera [3]:

$$f = \frac{1}{\varphi} \times (1 - e^{-\varphi}),$$

kde  $\varphi$  je součinitel dotvarování o hodnotě  $\varphi = 2,8$  ( $T_0 = 3$  dny) . Redukční součinitel  $f$  je potom

$$f = 0,335.$$

Výsledná hodnota poměrného délkového přetvoření od smrštění s uvažováním vlivu dotvarování je

$$\epsilon_{csk} = \epsilon_{cs} \times f = -23,7 \times 10^{-5} \times 0,335 = -7,9 \times 10^{-5}.$$

Účinek smršťování s dotvarováním je modelován jako teplotní zatížení:

$$\epsilon_{csk} = \alpha \times \Delta t,$$

kde  $\alpha = 1,0 \times 10^{-5} \text{ [K}^{-1}\text{]}$  je součinitel délkové teplotní roztažnosti betonu.

Potom

$$\Delta t = \frac{\varepsilon_{csk}}{\alpha} = \frac{-7,9 \times 10^{-5}}{1,0 \times 10^{-5}} = -7,9 \cong -8,0 \text{ [ K ]}.$$

Účinek smršťování je tedy modelován jako rovnoměrné ochlazení ostění o 8,0 K.

### 3. a 4. Teplotní vlivy – zimní a letní období

Zatížení proměnné.

Zatížení tunelového ostění teplotními změnami je stanoveno dle TKP Českých drah. Statický výpočet uvažuje teplotní poměry v letním a zimním období, pro kategorii „zakrytý tunel do 200 m od portálu“, viz tabulka níže.

TEPLOTA LÍCŮ SEKUNDÁRNÍHO OSTĚNÍ ŽELEZNIČNÍCH TUNELŮ PRO ZIMNÍ A LETNÍ OBDOBÍ DLE TKP ČD			
Poloha v tunelu	Poloha v ostění	Zima $t_z$	Léto $t_l$
		[°C]	[°C]
Ražený úsek do 200 m od portálu	Vnější líc (hora)	-5,0	+15,0
	Střednice	-10,0	+20,0
	Vnitřní líc	-15,0	+25,0

Teplotní změna  $\Delta t$ , již je ostění zatíženo, je rozdíl teploty v příslušném vlákně průřezu ostění a tzv. teploty zřízení sekundárního ostění, která je pro celou výšku průřezu uvažována jako konstantní  $t_p = +10^\circ\text{C}$ .

NEROVNOMĚRNÉ ZATÍŽENÍ SEKUNDÁRNÍHO OSTĚNÍ ŽELEZNIČNÍCH TUNELŮ TEPLOTNÍMI ZMĚNAMI $\Delta t$			
Poloha v tunelu	Poloha v ostění	Zima $\Delta t_z$	Léto $\Delta t_l$
		[ K ]	[ K ]
Ražený úsek do 200 m od portálu	Vnější líc (hora)	-15,0	+ 5,0
	Střednice	-20,0	+10,0
	Vnitřní líc	-25,0	+15,0

### 5. Horninový tlak

Zatížení stálé.

V případě rekonstruovaného tunelu nevychází zatížení ostění horninovým tlakem z primární, nýbrž sekundární napjatosti masivu, která se vytvořila v minulosti v okolí původní tunelové konstrukce. Vzhledem k metodě výstavby původního tunelu, kde obezdívka plnila pouze pasivní roli při přenosu zatížení, se předpokládá existence rozvolněné zóny v masivu nad tunelovým profilem. Mocnost této zóny pak může být určující pro stanovení zatížení sekundárního ostění nového tunelu.

Ve výpočtu je v první fázi analyzováno statické působení ostění pro modelový horninový tlak jednotkové intenzity, při zavedení oddělené vertikální složky ( $q_{1v} = 100 \text{ kN/m}^2$ ) a horizontální složky ( $q_{1h} = \beta \cdot q_{1v}$ ). Poměr bočního a svislého zatížení  $\beta = q_{1h}/q_{1v} = q_h/q_v = q_{uh}/q_{uv}$  se uvažuje pro pokrytí reálných situací v rozpětí  $\beta = 0,25$  až  $0,60$  (nominální = návrhové hodnoty). V rámci sestavených zatěžovacích kombinací (viz dále v textu) je trasována odezva ostění při různých intenzitách horninového tlaku (rozpětí hodnot).

Při změnách intenzit zatížení horninovým tlakem, a to za předpokladu zachování jeho proporcionality (tj. konstantní poměr  $q_h/q_v$ ), probíhají změny vnitřních sil v ostění dle lineárních závislostí (lineární model ostění).

*Pozn.: Z praktických důvodů je ve výpočetním modelu ostění zavedena pro intenzitu vodorovného zatížení hodnota  $q_{1h'} = q_{1v} = 100 \text{ kN/m}^2$ , přičemž součinitel  $\beta$  se uplatňuje až při sestavení zatěžovacích kombinací (viz dále v textu).*

Následně je tímto způsobem (lineární interpolací mezi vypočtenými hodnotami) možno zjednodušeně určit namáhání ostění (vnitřní síly) pro různé reálné úrovně intenzity horninového tlaku, které odpovídají stavu horniny v blízkém okolí tunelové trouby, který byl zjištěn v rámci průzkumu [IV].

Ve druhé fázi je na základě hodnocení masivu klasifikací RMR zpřesněno předpokládané zatížení horninovým tlakem. Dle [6] je doporučený vztah pro zatěžující výšku horninovým materiálem ve tvaru

$$h = \frac{100 - RMR}{100} * D = \frac{100 - 38}{100} * 8,0 = 0,62 * 8,0 = 4,96 \cong 5,0 \text{ m},$$

kde  $D = 8,0 \text{ m}$  je šířka tunelového výrubu.

Uvažované objemové tíže horniny  $25,0 \text{ kN/m}^3$  pak odpovídá vertikální zatížení klenby  $q_k = 125 \text{ kN/m}^2$ .

Do posouzení průřezů (viz dále v textu) pak vstupují údaje získané na základě takto definovaného předpokládaného zatížení.

## 6. Přírodní seizmické vlivy

Referenční špičkové zrychlení v předmětné lokalitě (Jablonec nad Nisou) pro skalní podloží (typ A, součinitel podloží  $S = 1,0$ ) je  $a_{gR} = 0,04 * g$ , (ČSN EN 1998-1, změna Z4, NA.2.6, čl. 3.2.1). Součinitel významu stavby  $\gamma_{mal} = 1,2$  (čl. 4.2.5). Návrhové zrychlení  $a_g = \gamma_{mal} * a_{gR} = 1,2 * 0,04 * g = 0,048 * g \text{ [m/s}^2\text{]}$ . Pak součin  $a_g * S = 0,048 * g * S = 0,048 * g \text{ [m/s}^2\text{]}$  je menší než  $0,05 * g$ , a jedná se tedy o případ velmi malé seizmicity (čl. 3.2.1 (5), poznámka + NA.2.8), kdy není třeba dodržovat ustanovení ČSN EN 1998. Přírodní seizmické vlivy proto nejsou ve výpočtu dále analyzovány.

## 10.4 Kombinace zatěžovacích stavů (C)

Vzhledem k nelinearitě podepření ostění (přenáší pouze tlak) je potřeba každou kombinaci zatěžovacích stavů definovat samostatně.

Zatížení horninou vstupuje do kombinací jednotkovou intenzitou s uvážením dolní a horní meze bočního tlaku (viz kap. Zatížení - Horninový tlak). Uplatněním součinitelů v rámci kombinací je možno dále měnit intenzitu zatížení horninou, a zjistit tak vývoj vnitřních sil při změnách horninového tlaku (ve výpočetním modelu je tak zjištěna úroveň vnitřních sil pro jednonásobek a pro dvojnásobek jednotkového zatížení). Vývoj vnitřních sil při změnách horninového tlaku je předpokládán dle lineární závislosti.

Zatížení horninovým tlakem jsou analyzována za současného vlivu smršťování a teplotních zatížení (pro zimní, resp. letní období).

Z pěti druhů zatížení (zatěžovacích stavů ZS) je sestaveno 11 zatěžovacích kombinací pro výpočet MSÚ (únosnost) a 10 kombinací pro výpočet MSP (šířka trhlin, deformace). Přehled zatěžovacích stavů a jejich kombinací vstupujících do výpočtů je uveden v Příloze 1.2.

Ve výpočtu jsou uvažovány též situace, kdy horninový tlak není aktivován, a které by případně mohly být rozhodující pro posouzení šířky trhlin v rámci MSP.

Označení kombinací ve výpočtu je určeno zatěžovacími stavy, které jsou v dané kombinaci obsaženy. V popisu zatížení horninovým tlakem ZS 51, ZS 52 dále znamená:

- označení závorkami () - dolní mez horizontální složky modelového zatížení;
- označení hvězdičkou \* - dvojnásobek jednotkového modelového zatížení.

Např.:

C1,4,51,(52) = 1 vlastní tíha + 4 teplota léto + 51 hornina vert. složka + (52) hornina horiz. složka - dolní mez.

Základní návrhové kombinace pro výpočet MSÚ jsou sestaveny dle rovnice 6.10a (ČSN EN 1990, NA1.4, tab. A1.2(B)(CZ)-1) ve tvaru

$$1,35 \times STÁLÉ + 0,8 \times 1,5 \times TEPLOTA [+ HORNINA] = 1,35 \times STÁLÉ + 1,2 \times TEPLOTA + [HORNINA],$$

kde součinitel pro kombinační hodnotu proměnného zatížení (teplota) je uvažovaný  $\psi_{I,0} = 0,8$ .

Nominální jednotkové zatížení horninovým tlakem je zavedeno v násobku 1,0 resp. 2,0.

Šířky trhlin (MSP) jsou vypočteny z vnitřních sil zjištěných na základě kvazistálých kombinací dle upravené rovnice 6.16 (ČSN EN 1990, tab. A1.4) ve tvaru

$$1,0 \times STÁLÉ + 0,5 \times TEPLOTA [+ HORNINA],$$

s částečným započtením teplotních účinků (součinitel pro kvazistálou hodnotu proměnného teplotního zatížení je zaveden  $\psi_{I,2} = 0,5$ ), a případně horninového tlaku reálné intenzity  $q$ .

Dlouhodobé deformace jsou určeny v rámci pomocného výpočtu pro charakteristickou kombinaci dle upravené rovnice 6.14 (ČSN EN 1990, tab. A1.4) ve tvaru

$$1,0 \times STÁLÉ + 0,5 \times TEPLOTA [+ HORNINA].$$

## 10.5 Výpočet vnitřních sil, šířky trhlin a deformací

Pro výše specifikované zatěžovací stavy a definované kombinace zatížení jsou pomocí programu SCIA Engineer vypočteny návrhové vnitřní síly klenby pro dimenzování na únosnost (MSÚ) a pro posouzení šířky trhlin a určení deformací (MSP). Modul pružnosti betonu C25/30 v klenbě je  $E_{cm} = 31,0 \text{ GPa}$ .

Základový pas (patka) je řešen samostatně jako nosník na pružném podkladě.

Výpočty vnitřních sil jsou detailně doloženy v Příloze 2.1 (klenba), a Příloze 2.2 (základový pas).

Pro určení dlouhodobých deformací (MSP) na konci období životnosti tunelu je zohledněn vliv dotvarování betonu snížením modulu pružnosti  $E'_{cm} = E_{cm}/(1 + \varphi) = 31,0/(1 + 2,8) = 8,2 \text{ GPa}$ , kde  $\varphi = 2,8$  je součinitel dotvarování. Dlouhodobé deformace jsou stanoveny v pomocném výpočtu, pokles ve vrcholu klenby činí do 20 mm.

## 10.6 Posouzení

### 10.6.1 Posouzení průřezů ostění dle MSÚ

Vnitřní síly v kritických průřezích, na které je provedeno posouzení, jsou vypočteny a uvedeny v tabulkovém přehledu - Příloha 3.1. Tyto vnitřní síly odpovídají celkovému zatížení při předpokládaném horninovém tlaku od zatěžovací výšky  $h = 5,0 \text{ m}$ , tj.  $q_k = 125 \text{ kN/m}^2$  (viz kap. 10.3., Horninový tlak), návrhové hodnoty

$$q_d = \gamma_{af,h} \cdot q_k = 1,4 \cdot 125 = 175 \text{ kN/m}^2.$$

Průřezy klenby jsou posouzeny na mimostředný tlak v rámci mezního stavu únosnosti (MSÚ) pro navržené vyztužení. Posouzení je provedeno pomocí interakčních diagramů (ID) železobetonového průřezu, které jsou

sestrojeny v programu FIN EC Beton. V interakčních diagramech těchto průřezů jsou vyznačeny kombinace vnitřních sil odpovídající předpokládaným reálným návrhovým zatížením.

Krytí výztuže nejbližší k povrchu je  $c_{nom} = 40 + 10 = 50$  mm (dle TKP ČD 20 - Tunely, tab. 11).

Posouzení základového pasu (patky) je provedeno na prostý ohyb a na smyk (dle samostatného rozboru působení patky). Krytí výztuže nejbližší k povrchu je  $c_{nom} = 40 + 10 = 50$  mm.

Při posouzení pomocí ID jsou zavedeny následující konvence:

- záporná normálová síla je tlaková;
- kladný ohybový moment táhne vnitřní líc ostění (klenby, patky) (pozor - na rozdíl od výstupů SCIA !!);
- vyztužený průřez je zobrazen vždy vnitřním lícem směrem dolů.

Charakteristiky monolitického železového betonu klenby sekundárního ostění C25/30 (XC1, XF1) a základových patek C25/30 (XC2, XA1):

Charakteristická pevnost v tlaku	$f_{ck} = 25,0$ MPa;
Modul pružnosti	$E_{cm} = 31000$ MPa;
Dílčí součinitel spolehlivosti mat.	$\gamma_{mac} = 1,5$ ;
Součinitel	$\alpha_{facc} = 1,0$ ;
Návrhová pevnost v tlaku	$f_{cd} = \alpha_{facc} * f_{ck} / \gamma_{mac} = 1,0 * 25,0 / 1,5 = 16,7$ MPa.

Výztužná ocel (hlavní a smyková):	B 500B
Modul pružnosti oceli	$E_s = 200$ GPa;
charakteristická mez kluzu	$f_{yk} = 500$ MPa;
dílčí součinitel materiálu – betonářská ocel	$\gamma_s = 1,15$ ;
návrhová mez kluzu	$f_{yd} = 435$ MPa.

Posouzení je dokladováno v Příloze 3.2.

Schéma výztuže je obsahem Přílohy 3.5.

Je provedeno též posouzení kontaktní (pracovní) spáry (třecí kapacita) mezi patou klenby a základovým pasem, viz Příloha 3.3.

#### 10.6.2 Posouzení poměrů v základové spáře MSÚ

V rámci posouzení poměrů v základové spáře je pro velikost vodorovné reakce  $R_x$  požadováno splnění podmínky ve tvaru

$$1,5 \times R_x \leq R_z \times tg\phi.$$

Pro svislou reakci  $R_z$  je v základové spáře přípustná excentricita

$$e \leq b/3,$$

a návrhové kontaktní napětí v základové spáře je

$$\sigma_d = \frac{R_z}{(b - 2 * e) * L} \leq R_d.$$

Pro horninový materiál zatřídění R3 je s ohledem na stav masivu stanovena návrhová únosnost základové spáry  $R_d = 2,0$  MPa (dle EC 1997-1, Příl. G, s přihlédnutím k ČSN 73 1004). Úhel tření v základové spáře je uvažován hodnotou  $\phi = 35$  deg.

Výsledky posouzení základových poměrů jsou v Příloze 3.4.

### 10.6.3 Posouzení dle MSP

V rámci mezního stavu použitelnosti jsou vypočteny deformace ostění a jsou posouzeny šířky trhlin v klenbě ostění.

Šířka trhlin je určena výpočtem za předpokladu rovinného přetvoření průřezu v programu FIN EC Beton, pro pro předpokládané reálné zatížení (v kvazistálých kombinacích zatížení). Rozhodujícími se ukazují kombinace s působením horninového tlaku. Maximální šířka trhliny je vypočtena 0,195 mm v průřezu ve vrcholu klenby.

Vypočtené šířky trhlin jsou porovnávány s limitní hodnotou  $w_{lim} = 0,30 \text{ mm}$ . Ostění splňuje v kritických průřezích požadavek limitní hodnoty šířky trhlin.

Výsledky posouzení šířky trhlin jsou obsaženy v Příloze 3.2.

Pokles vrcholu horní klenby očekáváme dle výpočtů do 20 mm (dlouhodobý horizont).

## 11 ZÁVĚRY

Sekundární ostění standardních pásů Dolnolučanského tunelu, základního průřezu tloušťky 300 mm z vyztuženého monolitického betonu C25/30, je navrženo do žulového masivu za předpokladu pevnostního zatřídění horniny alespoň R3.

Ostění bylo analyzováno z hlediska únosnosti průřezů, deformací, šířky trhlin v průřezích a poměrů v základové spáře.

Navržené ostění staticky vyhovuje pro všechna definovaná zatížení a jejich kombinace v mezním stavu únosnosti (MSÚ).

Šířky trhlin (pro MSP) vyhovují pro předepsané limity  $w_{lim} = 0,30 \text{ mm}$ . Ve vrcholu klenby na vnitřním líci ostění jsou vypočteny do 0,195 mm, v opěří tunelu na rubu ostění 0,174 mm (oba údaje pro kombinace s horninovým tlakem).

V rámci pomocného výpočtu vypočtený pokles vrcholu klenby v dlouhodobém horizontu (MSP) je do 20 mm (při působení horninového tlaku).

Předpokladem platnosti výsledků statických výpočtů je odpovídající kvalita zastiženého horninového prostředí, předpokládaná a uvažovaná ve statickém výpočtu, a dále dle projektu řádné provedení konstrukce sekundárního ostění.

V Praze, červenec 2023

Vypracovali: Ing. Jiří Hořejší  
Ing. Martin Baláž

## **PŘÍLOHY**

### **1 Základní údaje**

- 1. 1 Vzorový příčný řez – geometrie ostění
- 1. 2 Přehled zatěžovacích stavů a kombinací zatížení (EXCEL)

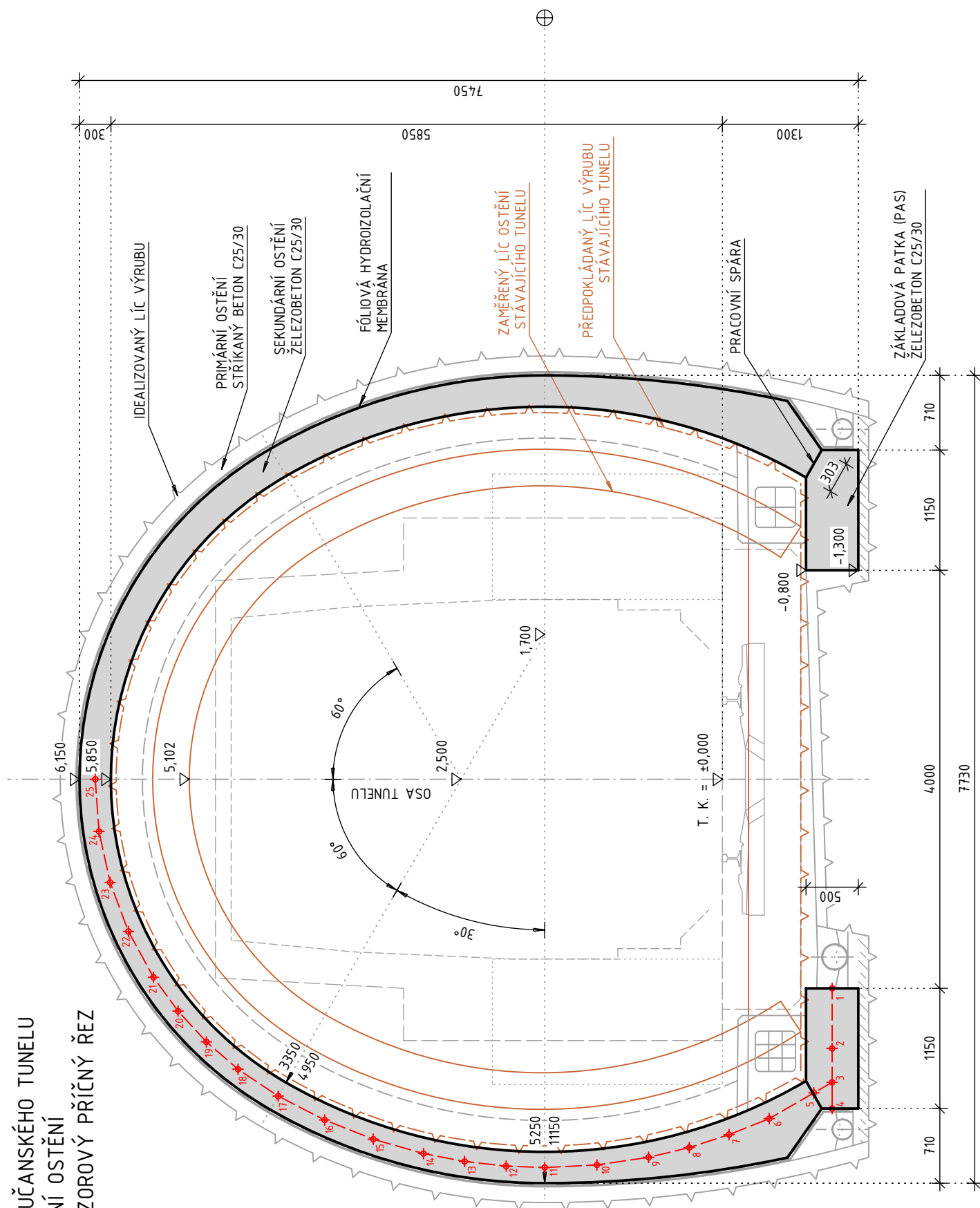
### **2 Výpočet ostění dle MSÚ a MSP (šířka trhlin)**

- 2. 1 Výpočet horní klenby (SCIA)
- 2. 2 Výpočet základové patky (SCIA)

### **3 Posouzení ostění**

- 3. 1 Přehled vnitřních sil pro MSÚ a MSP (pro šířku trhlin) (EXCEL)
- 3. 2 Posouzení žlb. průřezů dle MSÚ a MSP (šířka trhlin) (FIN EC BETON)
- 3. 3 Posouzení smyku v pracovní spáře – MSÚ (EXCEL)
- 3. 4 Posouzení základových poměrů - MSÚ (EXCEL)
- 3. 5 Schéma výztuže

REKONSTRUKCE DOLNOLUČANSKÉHO TUNELU  
 VYZTUŽENÉ SEKUNDÁRNÍ OSTĚNÍ  
 GEOMETRIE OSTĚNÍ - VZOROVÝ PŘÍČNÝ ŘEZ





## ZATĚŽOVACÍ STAVY (ZS) & KOMBINACE (C)

### ZATĚŽOVACÍ STAVY (ZS)

1	Vlastní tíha	VLT
2	Smršťování	SHR
3	Teplotní změny - zima	TZ
4	Teplotní změny - léto	TL
51	Horninový tlak - vertikální složka	HOR_V
52	Horninový tlak - horizontální složka	HOR_H

ZATĚŽOVACÍ STAVY (ZS)	1	2	3	4	51	52
	VLT	SHR	TZ	TL	HOR_V	HOR_H
	stálé	stálé	prom.	prom.	stálé	stálé

### KOMBINACE - MSÚ

1	C1	1,35					
2	C1,2,3	1,35	1,35	1,20			
3	C1,4	1,35			1,20		

4	C1,2,3,51, 52	1,35	1,35	1,20		1,00	0,60
5	C1,2,3,51,(52)	1,35	1,35	1,20		1,00	0,25

6	C1,4,51, 52	1,35			1,20	1,00	0,60
7	C1,4,51,(52)	1,35			1,20	1,00	0,25

8	C1,2,3,51*, 52*	1,35	1,35	1,20		2,00	1,20
9	C1,2,3,51*,(52)*	1,35	1,35	1,20		2,00	0,50

10	C1,4,51*, 52*	1,35			1,20	2,00	1,20
11	C1,4,51*,(52)*	1,35			1,20	2,00	0,50

### KOMBINACE - MSP (šířka trhlin)

2	C1,2,3	1,00	1,00	0,50			
3	C1,4	1,00			0,50		

4	C1,2,3,51, 52	1,00	1,00	0,50		1,00	0,60
5	C1,2,3,51,(52)	1,00	1,00	0,50		1,00	0,25

6	C1,4,51, 52	1,00			0,50	1,00	0,60
7	C1,4,51,(52)	1,00			0,50	1,00	0,25

8	C1,2,3,51*, 52*	1,00	1,00	0,50		2,00	1,20
9	C1,2,3,51*,(52)*	1,00	1,00	0,50		2,00	0,50

10	C1,4,51*, 52*	1,00			0,50	2,00	1,20
11	C1,4,51*,(52)*	1,00			0,50	2,00	0,50

### Poznámky k označení kombinací:

- označení závorkami () - dolní mez horizontální složky modelového zatížení;
- označení hvězdičkou \* - dvounásobek jednotkového modelového zatížení.

## VÝPOČET HORNÍ KLENBY

### 1. Obsah

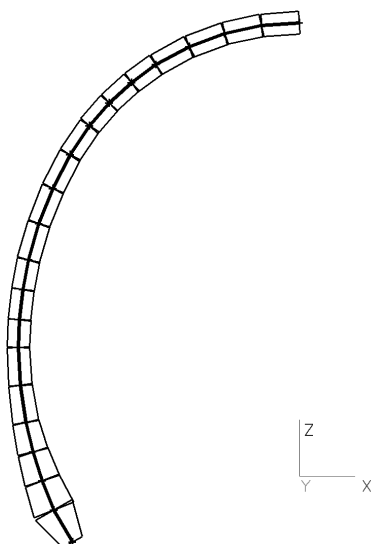
1. Obsah	1
2. Projekt	2
3. Popis modelu	2
3.1. Tvar ostění	2
3.2. Podepření ostění	3
3.3. Lokální systémy prutů	3
3.4. Čísla uzlů	4
3.5. Čísla prutů	5
3.6. Materiály	6
3.7. Uzly	6
3.8. Prvky	6
3.9. Průřezy	6
3.10. Pruty s proměnným průřezem	7
3.11. Podpory v uzlech	7
3.12. Liniová podpora na prutech	7
3.13. Zatěžovací stavy	8
3.14. Zatížení - ZS2 Smršťování (SHR) [K]	8
3.15. Zatížení - ZS3 Teplotní změny - ZIMA (TZ) [K]	9
3.16. Zatížení - ZS4 Teplotní změny - LÉTO (TL) [K]	9
3.17. Zatížení - ZS51 Horninový tlak - vertikální složka (HOR_V) [kN/m]	10
3.18. Zatížení - ZS52 Horninový tlak - horizontální složka (HOR_H) [kN/m]	10
3.19. Okrajová podmínka - ZS95: M [kNm]	11
3.20. Zatížení teplotou	11
3.21. Spojité zatížení	12
3.22. Moment v uzlu	14
3.23. Kombinace zatížení - MSÚ	14
3.24. Kombinace zatížení - MSP (šířka trhlin)	15
3.25. Skupiny (třídy) kombinací - MSÚ	15
3.26. Skupiny (třídy) kombinací - MSP (šířka trhlin)	16
4. Výsledky výpočtu - MSÚ	16
4.1. Výpis vnitřních sil na prutech pro (RC1 - MSÚ) - obálka komb. bez horn. tlaku	16
4.2. Výpis vnitřních sil na prutech pro (RC2 - MSÚ) - obálka komb. s horn. tlakem (SIGv = 100 kPa)	16
4.3. Výpis vnitřních sil na prutech pro (RC2* - MSÚ) - obálka komb. s horn. tlakem (SIGv = 200 kPa)	17
4.4. Momenty M [kNm] pro (RC1 - MSÚ) - obálka komb. bez horn. tlaku	18
4.5. Momenty M [kNm] pro (RC3 - MSÚ) - obálka všech komb. (horn. tlak SIGv = 100 kPa)	19
4.6. Momenty M [kNm] pro (RC3* - MSÚ) - obálka všech komb. (horn. tlak SIGv = 200 kPa)	20
4.7. Posouvající síly V [kN] pro (RC3* - MSÚ) - obálka všech komb. (horn. tlak SIGv = 200 kPa)	21
4.8. Kombinace MSÚ - C1: Momenty [kNm]; Normálové síly [kN]	21
4.9. Kombinace MSÚ - C1,2,3: Momenty [kNm]; Normálové síly [kN]	22
4.10. Kombinace MSÚ - C1,4: Momenty [kNm]; Normálové síly [kN]	22
4.11. Kombinace MSÚ - C1,2,3,51,52: Momenty [kNm]; Normálové síly [kN]	23
4.12. Kombinace MSÚ - C1,2,3,51*,52*: Momenty [kNm]; Normálové síly [kN]	23
4.13. Kombinace MSÚ - C1,2,3,51,(52): Momenty [kNm]; Normálové síly [kN]	24
4.14. Kombinace MSÚ - C1,2,3,51*,(52)*: Momenty [kNm]; Normálové síly [kN]	24
4.15. Kombinace MSÚ - C1,4,51,52: Momenty [kNm]; Normálové síly [kN]	25
4.16. Kombinace MSÚ - C1,4,51*,52*: Momenty [kNm]; Normálové síly [kN]	25
4.17. Kombinace MSÚ - C1,4,51,(52): Momenty [kNm]; Normálové síly [kN]	26
4.18. Kombinace MSÚ - C1,4,51*,(52)*: Momenty [kNm]; Normálové síly [kN]	26
4.19. Reakce v uzlových podporách pro (RC1 - MSÚ) - obálka komb. bez horn. tlaku	27
4.20. Reakce v uzlových podporách pro (RC2 - MSÚ) - obálka komb. s horn. tlakem (SIGv = 100 kPa)	27
4.21. Reakce v uzlových podp. pro (RC2* - MSÚ) - obálka komb. s horn. tlakem (SIGv = 200 kPa)	27
4.22. Reakce v uzlových podporách - kombinace MSÚ - C1,4,51*,(52)* (extrém - max. Rz)	27
4.23. Výpis přemístění uzlů pro (RC1 - MSÚ) - obálka komb. bez horn. tlaku	28
4.24. Výpis přemístění uzlů pro (RC2 - MSÚ) - obálka komb. s horn. tlakem (SIGv = 100 kPa)	28
4.25. Výpis přemístění uzlů pro (RC2* - MSÚ) - obálka komb. s horn. tlakem (SIGv = 200 kPa)	28
4.26. Přemístění uzlů Uz [mm] pro (RC3* - MSÚ) - obálka všech komb. (horn. tlak SIGv = 200 kPa)	29
4.27. Přemístění uzlů Ux [mm] pro (RC3* - MSÚ) - obálka všech komb. (horn. tlak SIGv = 200 kPa)	29
4.28. Deformace prutu uz (LSS) pro (RC3* - MSÚ) - obálka všech komb. (horn. tlak SIGv = 200 kPa)	30
5. Výsledky výpočtu - MSP (šířka trhlin)	31
5.1. Výpis vnitřních sil na prutech pro (RC4 - MSP) - obálka komb. bez horn. tlaku	31
5.2. Výpis vnitřních sil na prutech pro (RC5 - MSP) - obálka komb. s horn. tlakem (SIGv = 100 kPa)	31
5.3. Výpis vnitřních sil na prutech pro (RC5* - MSP) - obálka komb. s horn. tlakem (SIGv = 200 kPa)	32

## 2. Projekt

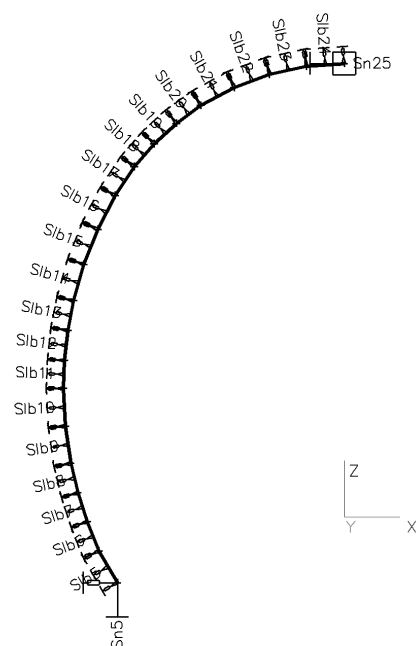
Projekt	Rekonstrukce Dolnolučanského tunelu	
Část	Vyztužené sekundární ostění	
Popis	Výpočet horní klenby	
Konstrukce	Rám XZ	
Poč. uzlů :		21
Poč. prutů :		20
Poč. průřezů :		1
Poč. zat. stavů :		7

## 3. Popis modelu

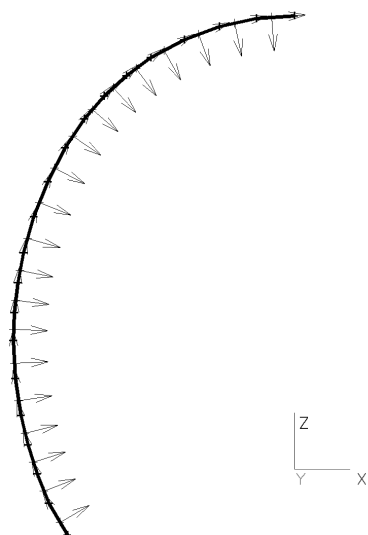
### 3.1. Tvar ostění



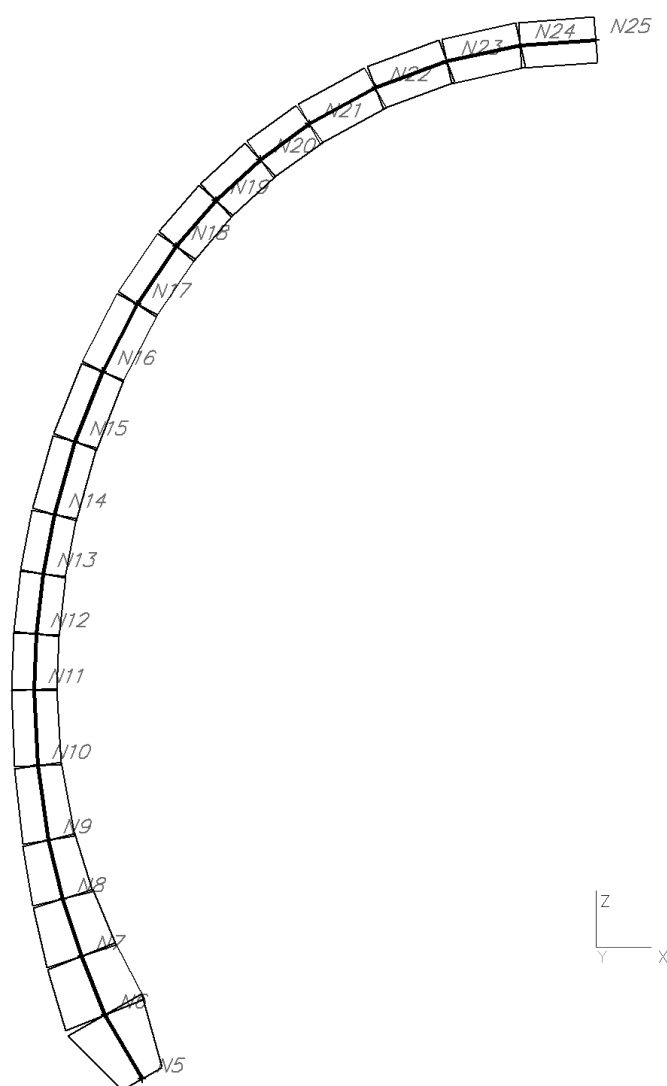
### 3.2. Podepření ostění



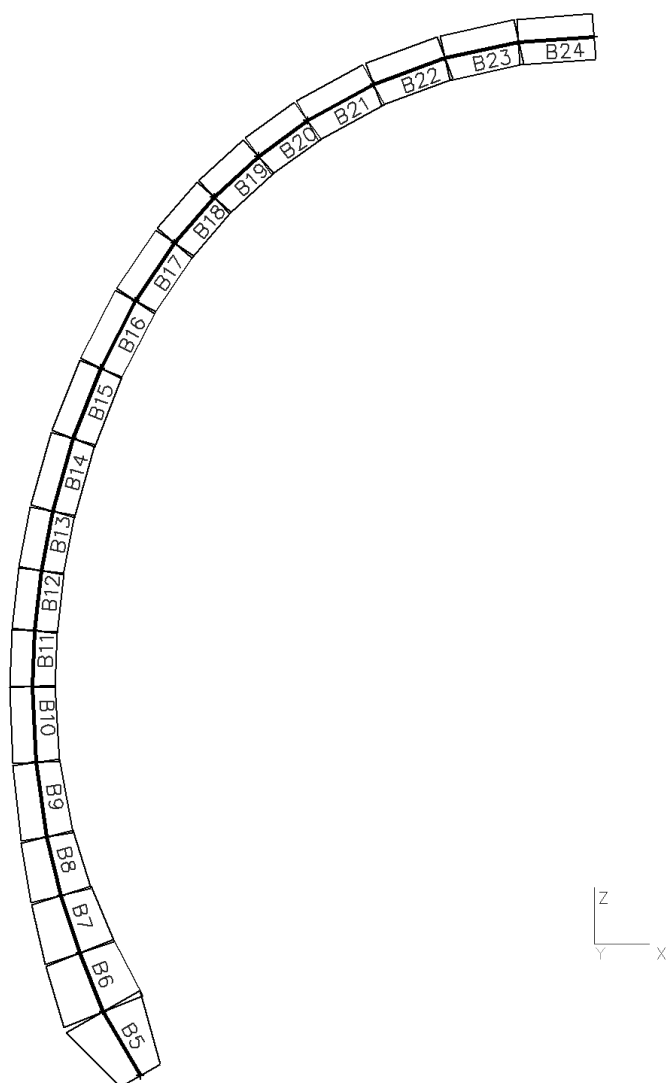
### 3.3. Lokální systémy prutů



### 3.4. Číslo uzlů



### 3.5. Číslo prutů



### 3.6. Materiály

Beton EC2

Jméno	Typ	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$E_{mod}$ [MPa]	$\mu$	$\alpha$ [m/mK]	$f_{c,k.28}$ [MPa]
C25/30	Beton	2500,0	3,1000e+04	0.2	1,00e-05	25,00

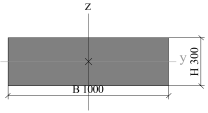
### 3.7. Uzly

Jméno	Souř. X [m]	Souř. Z [m]	Jméno	Souř. X [m]	Souř. Z [m]	Jméno	Souř. X [m]	Souř. Z [m]	Jméno	Souř. X [m]	Souř. Z [m]
N5	-3,000	-0,875	N11	-3,715	1,700	N17	-3,031	4,250	N23	-0,987	5,858
N6	-3,245	-0,450	N12	-3,700	2,070	N18	-2,774	4,634	N24	-0,499	5,964
N7	-3,400	-0,063	N13	-3,656	2,467	N19	-2,512	4,937	N25	0,000	6,000
N8	-3,523	0,317	N14	-3,581	2,860	N20	-2,218	5,208			
N9	-3,617	0,706	N15	-3,443	3,340	N21	-1,894	5,443			
N10	-3,690	1,200	N16	-3,260	3,805	N22	-1,456	5,683			

### 3.8. Prvky

Jméno	Poč. uzel	Konc. uzel	Délka [m]	Průřez	Materiál	Typ
B5	N5	N6	0,491	S1 - Obdélník (300; 1000)	C25/30	obecný (0)
B6	N6	N7	0,417	S1 - Obdélník (300; 1000)	C25/30	obecný (0)
B7	N7	N8	0,399	S1 - Obdélník (300; 1000)	C25/30	obecný (0)
B8	N8	N9	0,400	S1 - Obdélník (300; 1000)	C25/30	obecný (0)
B9	N9	N10	0,499	S1 - Obdélník (300; 1000)	C25/30	obecný (0)
B10	N10	N11	0,501	S1 - Obdélník (300; 1000)	C25/30	obecný (0)
B11	N11	N12	0,370	S1 - Obdélník (300; 1000)	C25/30	obecný (0)
B12	N12	N13	0,399	S1 - Obdélník (300; 1000)	C25/30	obecný (0)
B13	N13	N14	0,400	S1 - Obdélník (300; 1000)	C25/30	obecný (0)
B14	N14	N15	0,499	S1 - Obdélník (300; 1000)	C25/30	obecný (0)
B15	N15	N16	0,500	S1 - Obdélník (300; 1000)	C25/30	obecný (0)
B16	N16	N17	0,500	S1 - Obdélník (300; 1000)	C25/30	obecný (0)
B17	N17	N18	0,462	S1 - Obdélník (300; 1000)	C25/30	obecný (0)
B18	N18	N19	0,401	S1 - Obdélník (300; 1000)	C25/30	obecný (0)
B19	N19	N20	0,400	S1 - Obdélník (300; 1000)	C25/30	obecný (0)
B20	N20	N21	0,400	S1 - Obdélník (300; 1000)	C25/30	obecný (0)
B21	N21	N22	0,499	S1 - Obdélník (300; 1000)	C25/30	obecný (0)
B22	N22	N23	0,501	S1 - Obdélník (300; 1000)	C25/30	obecný (0)
B23	N23	N24	0,499	S1 - Obdélník (300; 1000)	C25/30	obecný (0)
B24	N24	N25	0,500	S1 - Obdélník (300; 1000)	C25/30	obecný (0)

### 3.9. Průřezy

S1		
Typ	Obdélník	
Detailní	300; 1000	
Materiál	C25/30	
A [m <sup>2</sup> ]	3,0000e-01	
c <sub>y</sub> .ucs [mm], c <sub>z</sub> .ucs [mm]	500	150
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	2,2500e-03	2,5000e-02
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	87	289
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	7,2991e-03	0,0000e+00
Obrázek		

### 3.10. Pruty s proměnným průřezem

Dílec	Jméno	Souř.	délka	průřez začátek prutu [mm]	průřez konec prutu [mm]	zarov.	Prur1(1)
B5	AP1	Rela	1.000	300,0	560,0	výchozí	S1 - Obdélník (300; 1000)
				1000,0	1000,0		
B6	AP2	Rela	1.000	560,0	480,0	výchozí	S1 - Obdélník (300; 1000)
				1000,0	1000,0		
B7	AP3	Rela	1.000	480,0	410,0	výchozí	S1 - Obdélník (300; 1000)
				1000,0	1000,0		
B8	AP4	Rela	1.000	410,0	350,0	výchozí	S1 - Obdélník (300; 1000)
				1000,0	1000,0		
B9	AP5	Rela	1.000	350,0	310,0	výchozí	S1 - Obdélník (300; 1000)
				1000,0	1000,0		
B10	AP6	Rela	1.000	310,0	300,0	výchozí	S1 - Obdélník (300; 1000)
				1000,0	1000,0		

### 3.11. Podpory v uzlech

Jméno	Uzel	Systém	Typ	X	Z	Ry	Tuhost X [MN/m]
Sn25	N25	GSS	Standard	Tuhý	Volný	Tuhý	
Sn5	N5	GSS	Standard	Pružný	Tuhý	Volný	5,0000e+01

### 3.12. Liniová podpora na prutech

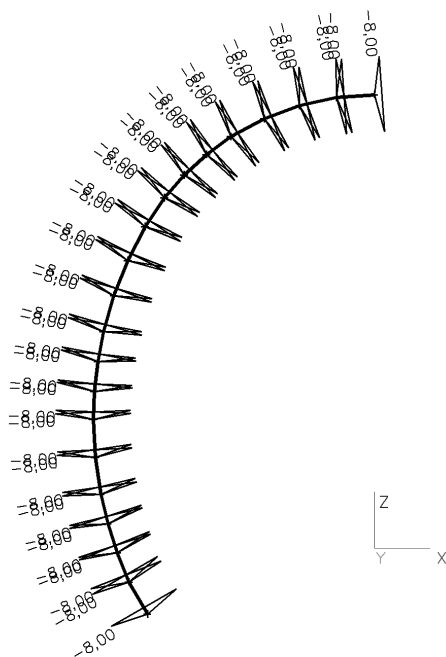
Jméno	Typ	Dílec	Poz x <sub>1</sub>	Souř.	X	Z	Ry	Tuhost Z [MN/m <sup>2</sup> ]
		Systém	Poz x <sub>2</sub>	Poč				
Slb5	Přímka	B5	0.010	Rela	Volný	Pružná jen tlak	Volný	1,3000e+02
		LSS	1.000	Od počátku				
Slb6	Přímka	B6	0.000	Rela	Volný	Pružná jen tlak	Volný	1,3000e+02
		LSS	1.000	Od počátku				
Slb7	Přímka	B7	0.000	Rela	Volný	Pružná jen tlak	Volný	1,3000e+02
		LSS	1.000	Od počátku				
Slb8	Přímka	B8	0.000	Rela	Volný	Pružná jen tlak	Volný	1,3000e+02
		LSS	1.000	Od počátku				
Slb9	Přímka	B9	0.000	Rela	Volný	Pružná jen tlak	Volný	1,3000e+02
		LSS	1.000	Od počátku				
Slb10	Přímka	B10	0.000	Rela	Volný	Pružná jen tlak	Volný	1,3000e+02
		LSS	1.000	Od počátku				
Slb11	Přímka	B11	0.000	Rela	Volný	Pružná jen tlak	Volný	1,3000e+02
		LSS	1.000	Od počátku				
Slb12	Přímka	B12	0.000	Rela	Volný	Pružná jen tlak	Volný	1,3000e+02
		LSS	1.000	Od počátku				
Slb13	Přímka	B13	0.000	Rela	Volný	Pružná jen tlak	Volný	1,3000e+02
		LSS	1.000	Od počátku				
Slb14	Přímka	B14	0.000	Rela	Volný	Pružná jen tlak	Volný	1,3000e+02
		LSS	1.000	Od počátku				
Slb15	Přímka	B15	0.000	Rela	Volný	Pružná jen tlak	Volný	1,3000e+02
		LSS	1.000	Od počátku				
Slb16	Přímka	B16	0.000	Rela	Volný	Pružná jen tlak	Volný	1,3000e+02
		LSS	1.000	Od počátku				
Slb17	Přímka	B17	0.000	Rela	Volný	Pružná jen tlak	Volný	1,3000e+02
		LSS	1.000	Od počátku				
Slb18	Přímka	B18	0.000	Rela	Volný	Pružná jen tlak	Volný	1,3000e+02
		LSS	1.000	Od počátku				
Slb19	Přímka	B19	0.000	Rela	Volný	Pružná jen tlak	Volný	1,3000e+02
		LSS	1.000	Od počátku				
Slb20	Přímka	B20	0.000	Rela	Volný	Pružná jen tlak	Volný	1,3000e+02
		LSS	1.000	Od počátku				
Slb21	Přímka	B21	0.000	Rela	Volný	Pružná jen tlak	Volný	1,3000e+02
		LSS	1.000	Od počátku				
Slb22	Přímka	B22	0.000	Rela	Volný	Pružná jen tlak	Volný	1,3000e+02
		LSS	1.000	Od počátku				
Slb23	Přímka	B23	0.000	Rela	Volný	Pružná jen tlak	Volný	1,3000e+02
		LSS	1.000	Od počátku				
Slb24	Přímka	B24	0.000	Rela	Volný	Pružná jen tlak	Volný	1,3000e+02
		LSS	0.990	Od počátku				



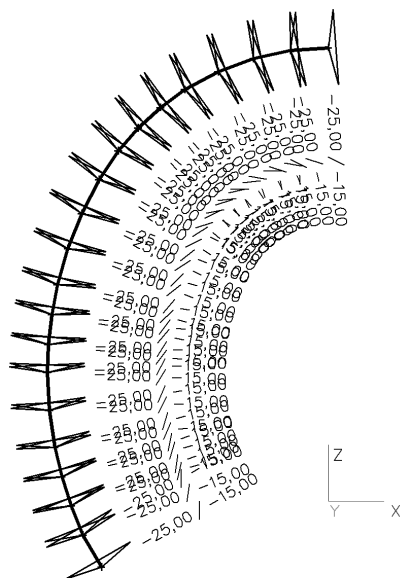
### 3.13. Zatěžovací stavy

Jméno	Popis	Spec	Typ působení	Typ zatížení	Skupina zatížení	Směr
ZS1 - VLT	Vlastní tíha		Stálé	Vlastní tíha	LG1	-Z
ZS2 - SHR	Smršťování betonu		Stálé	Standard	LG1	
ZS3 - TZ	Teplotní vlivy - zima	Teplota	Proměnné	Statické	LG2	
ZS4 - TL	Teplotní vlivy - léto	Teplota	Proměnné	Statické	LG2	
ZS51 - HOR_V	Horn. tlak - vertikální složka		Stálé	Standard	LG1	
ZS52 - HOR_H	Horn. tlak - horizont. složka		Stálé	Standard	LG1	
ZS95	Okraj. podm.		Stálé	Standard	LG1	

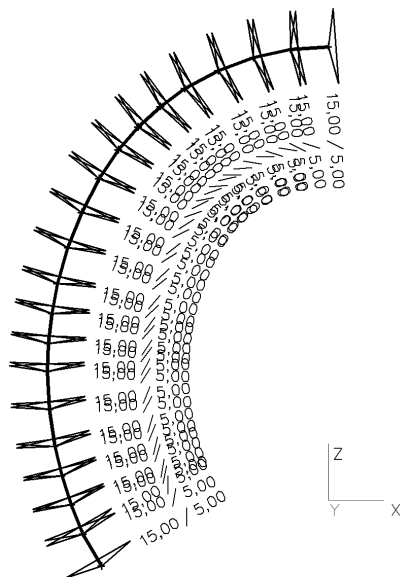
### 3.14. Zatížení - ZS2 Smršťování (SHR) [K]



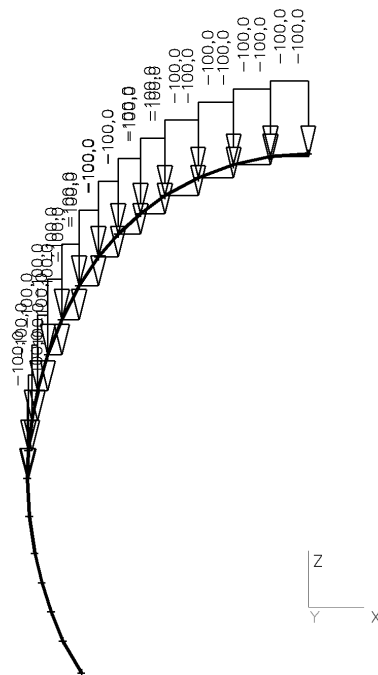
### 3.15. Zatížení - ZS3 Teplotní změny - ZIMA (TZ) [K]



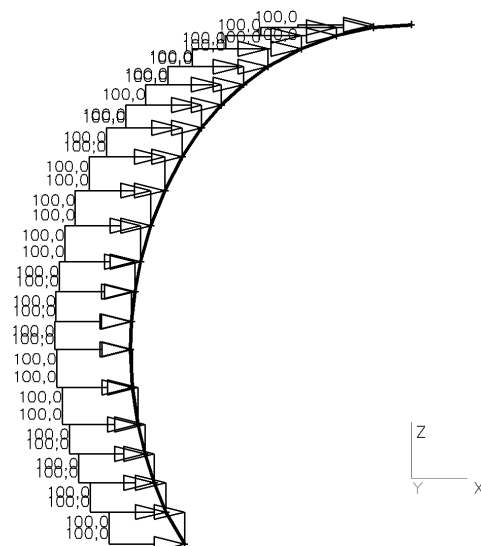
### 3.16. Zatížení - ZS4 Teplotní změny - LÉTO (TL) [K]



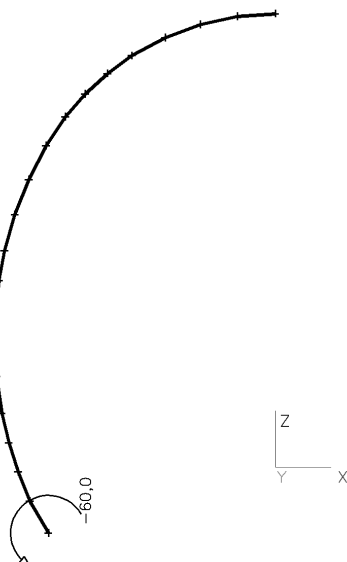
### 3.17. Zatížení - ZS51 Horninový tlak - vertikální složka (HOR\_V) [kN/m]



### 3.18. Zatížení - ZS52 Horninový tlak - horizontální složka (HOR\_H) [kN/m]



### 3.19. Okrajová podmínka - ZS95: M [kNm]



### 3.20. Zatížení teplotou

Zatěžovací stav	Jméno	Dílec	Poz x <sub>1</sub>	Poz x <sub>2</sub>	Rozložení	Delta [K]	+z (vnitřní) Delta [K]	-z (vnější) Delta [K]	Souř.	Poč
ZS2 - SHR - Smršťování betonu	S5	B5	0.000	1.000	Konstantní	-8,00			Rela	Od počátku
ZS2 - SHR - Smršťování betonu	S6	B6	0.000	1.000	Konstantní	-8,00			Rela	Od počátku
ZS2 - SHR - Smršťování betonu	S7	B7	0.000	1.000	Konstantní	-8,00			Rela	Od počátku
ZS2 - SHR - Smršťování betonu	S8	B8	0.000	1.000	Konstantní	-8,00			Rela	Od počátku
ZS2 - SHR - Smršťování betonu	S9	B9	0.000	1.000	Konstantní	-8,00			Rela	Od počátku
ZS2 - SHR - Smršťování betonu	S10	B10	0.000	1.000	Konstantní	-8,00			Rela	Od počátku
ZS2 - SHR - Smršťování betonu	S11	B11	0.000	1.000	Konstantní	-8,00			Rela	Od počátku
ZS2 - SHR - Smršťování betonu	S12	B12	0.000	1.000	Konstantní	-8,00			Rela	Od počátku
ZS2 - SHR - Smršťování betonu	S13	B13	0.000	1.000	Konstantní	-8,00			Rela	Od počátku
ZS2 - SHR - Smršťování betonu	S14	B14	0.000	1.000	Konstantní	-8,00			Rela	Od počátku
ZS2 - SHR - Smršťování betonu	S15	B15	0.000	1.000	Konstantní	-8,00			Rela	Od počátku
ZS2 - SHR - Smršťování betonu	S16	B16	0.000	1.000	Konstantní	-8,00			Rela	Od počátku
ZS2 - SHR - Smršťování betonu	S17	B17	0.000	1.000	Konstantní	-8,00			Rela	Od počátku
ZS2 - SHR - Smršťování betonu	S18	B18	0.000	1.000	Konstantní	-8,00			Rela	Od počátku
ZS2 - SHR - Smršťování betonu	S19	B19	0.000	1.000	Konstantní	-8,00			Rela	Od počátku
ZS2 - SHR - Smršťování betonu	S20	B20	0.000	1.000	Konstantní	-8,00			Rela	Od počátku
ZS2 - SHR - Smršťování betonu	S21	B21	0.000	1.000	Konstantní	-8,00			Rela	Od počátku
ZS2 - SHR - Smršťování betonu	S22	B22	0.000	1.000	Konstantní	-8,00			Rela	Od počátku
ZS2 - SHR - Smršťování betonu	S23	B23	0.000	1.000	Konstantní	-8,00			Rela	Od počátku
ZS2 - SHR - Smršťování betonu	S24	B24	0.000	1.000	Konstantní	-8,00			Rela	Od počátku
ZS3 - TZ - Teplotní vlivy - zima	Z5	B5	0.000	1.000	Lineární		-25,00	-15,00	Rela	Od počátku
ZS3 - TZ - Teplotní vlivy - zima	Z6	B6	0.000	1.000	Lineární		-25,00	-15,00	Rela	Od počátku
ZS3 - TZ - Teplotní vlivy - zima	Z7	B7	0.000	1.000	Lineární		-25,00	-15,00	Rela	Od počátku
ZS3 - TZ - Teplotní vlivy - zima	Z8	B8	0.000	1.000	Lineární		-25,00	-15,00	Rela	Od počátku
ZS3 - TZ - Teplotní vlivy - zima	Z9	B9	0.000	1.000	Lineární		-25,00	-15,00	Rela	Od počátku
ZS3 - TZ - Teplotní vlivy - zima	Z10	B10	0.000	1.000	Lineární		-25,00	-15,00	Rela	Od počátku
ZS3 - TZ - Teplotní vlivy - zima	Z11	B11	0.000	1.000	Lineární		-25,00	-15,00	Rela	Od počátku
ZS3 - TZ - Teplotní vlivy - zima	Z12	B12	0.000	1.000	Lineární		-25,00	-15,00	Rela	Od počátku
ZS3 - TZ - Teplotní vlivy - zima	Z13	B13	0.000	1.000	Lineární		-25,00	-15,00	Rela	Od počátku
ZS3 - TZ - Teplotní vlivy - zima	Z14	B14	0.000	1.000	Lineární		-25,00	-15,00	Rela	Od počátku
ZS3 - TZ - Teplotní vlivy - zima	Z15	B15	0.000	1.000	Lineární		-25,00	-15,00	Rela	Od počátku
ZS3 - TZ - Teplotní vlivy - zima	Z16	B16	0.000	1.000	Lineární		-25,00	-15,00	Rela	Od počátku
ZS3 - TZ - Teplotní vlivy - zima	Z17	B17	0.000	1.000	Lineární		-25,00	-15,00	Rela	Od počátku

Zatěžovací stav	Jméno	Dílec	Poz x <sub>1</sub>	Poz x <sub>2</sub>	Rozložení	Delta [K]	+z (vnitřní) Delta [K]	-z (vnější) Delta [K]	Souř.	Poč
ZS3 - TZ - Teplotní vlivy - zima	Z18	B18	0.000	1.000	Lineární		-25,00	-15,00	Rela	Od počátku
ZS3 - TZ - Teplotní vlivy - zima	Z19	B19	0.000	1.000	Lineární		-25,00	-15,00	Rela	Od počátku
ZS3 - TZ - Teplotní vlivy - zima	Z20	B20	0.000	1.000	Lineární		-25,00	-15,00	Rela	Od počátku
ZS3 - TZ - Teplotní vlivy - zima	Z21	B21	0.000	1.000	Lineární		-25,00	-15,00	Rela	Od počátku
ZS3 - TZ - Teplotní vlivy - zima	Z22	B22	0.000	1.000	Lineární		-25,00	-15,00	Rela	Od počátku
ZS3 - TZ - Teplotní vlivy - zima	Z23	B23	0.000	1.000	Lineární		-25,00	-15,00	Rela	Od počátku
ZS3 - TZ - Teplotní vlivy - zima	Z24	B24	0.000	1.000	Lineární		-25,00	-15,00	Rela	Od počátku
ZS4 - TL - Teplotní vlivy - léto	L5	B5	0.000	1.000	Lineární		15,00	5,00	Rela	Od počátku
ZS4 - TL - Teplotní vlivy - léto	L6	B6	0.000	1.000	Lineární		15,00	5,00	Rela	Od počátku
ZS4 - TL - Teplotní vlivy - léto	L7	B7	0.000	1.000	Lineární		15,00	5,00	Rela	Od počátku
ZS4 - TL - Teplotní vlivy - léto	L8	B8	0.000	1.000	Lineární		15,00	5,00	Rela	Od počátku
ZS4 - TL - Teplotní vlivy - léto	L9	B9	0.000	1.000	Lineární		15,00	5,00	Rela	Od počátku
ZS4 - TL - Teplotní vlivy - léto	L10	B10	0.000	1.000	Lineární		15,00	5,00	Rela	Od počátku
ZS4 - TL - Teplotní vlivy - léto	L11	B11	0.000	1.000	Lineární		15,00	5,00	Rela	Od počátku
ZS4 - TL - Teplotní vlivy - léto	L12	B12	0.000	1.000	Lineární		15,00	5,00	Rela	Od počátku
ZS4 - TL - Teplotní vlivy - léto	L13	B13	0.000	1.000	Lineární		15,00	5,00	Rela	Od počátku
ZS4 - TL - Teplotní vlivy - léto	L14	B14	0.000	1.000	Lineární		15,00	5,00	Rela	Od počátku
ZS4 - TL - Teplotní vlivy - léto	L15	B15	0.000	1.000	Lineární		15,00	5,00	Rela	Od počátku
ZS4 - TL - Teplotní vlivy - léto	L16	B16	0.000	1.000	Lineární		15,00	5,00	Rela	Od počátku
ZS4 - TL - Teplotní vlivy - léto	L17	B17	0.000	1.000	Lineární		15,00	5,00	Rela	Od počátku
ZS4 - TL - Teplotní vlivy - léto	L18	B18	0.000	1.000	Lineární		15,00	5,00	Rela	Od počátku
ZS4 - TL - Teplotní vlivy - léto	L19	B19	0.000	1.000	Lineární		15,00	5,00	Rela	Od počátku
ZS4 - TL - Teplotní vlivy - léto	L20	B20	0.000	1.000	Lineární		15,00	5,00	Rela	Od počátku
ZS4 - TL - Teplotní vlivy - léto	L21	B21	0.000	1.000	Lineární		15,00	5,00	Rela	Od počátku
ZS4 - TL - Teplotní vlivy - léto	L22	B22	0.000	1.000	Lineární		15,00	5,00	Rela	Od počátku
ZS4 - TL - Teplotní vlivy - léto	L23	B23	0.000	1.000	Lineární		15,00	5,00	Rela	Od počátku
ZS4 - TL - Teplotní vlivy - léto	L24	B24	0.000	1.000	Lineární		15,00	5,00	Rela	Od počátku

### 3.21. Spojité zatížení

Zatěžovací stav	Jméno	Dílec	Typ	Systém	Směr	Rozložení	P <sub>1</sub> [kN/m]	P <sub>2</sub> [kN/m]	Poz x <sub>1</sub>	Poz x <sub>2</sub>	Souř.	Poloha	Poč
ZS51 - HOR_V - Horn. tlak - vertikální složka	V11	B11	Síla	GSS	Z	Rovnoměrné	-100,0		0.000	1.000	Rela	Průmět	Od počátku
ZS51 - HOR_V - Horn. tlak - vertikální složka	V12	B12	Síla	GSS	Z	Rovnoměrné	-100,0		0.000	1.000	Rela	Průmět	Od počátku
ZS51 - HOR_V - Horn. tlak - vertikální složka	V13	B13	Síla	GSS	Z	Rovnoměrné	-100,0		0.000	1.000	Rela	Průmět	Od počátku
ZS51 - HOR_V - Horn. tlak - vertikální složka	V14	B14	Síla	GSS	Z	Rovnoměrné	-100,0		0.000	1.000	Rela	Průmět	Od počátku
ZS51 - HOR_V - Horn. tlak - vertikální složka	V15	B15	Síla	GSS	Z	Rovnoměrné	-100,0		0.000	1.000	Rela	Průmět	Od počátku
ZS51 - HOR_V - Horn. tlak - vertikální složka	V16	B16	Síla	GSS	Z	Rovnoměrné	-100,0		0.000	1.000	Rela	Průmět	Od počátku
ZS51 - HOR_V - Horn. tlak - vertikální složka	V17	B17	Síla	GSS	Z	Rovnoměrné	-100,0		0.000	1.000	Rela	Průmět	Od počátku
ZS51 - HOR_V - Horn. tlak - vertikální složka	V18	B18	Síla	GSS	Z	Rovnoměrné	-100,0		0.000	1.000	Rela	Průmět	Od počátku
ZS51 - HOR_V - Horn. tlak - vertikální složka	V19	B19	Síla	GSS	Z	Rovnoměrné	-100,0		0.000	1.000	Rela	Průmět	Od počátku
ZS51 - HOR_V - Horn. tlak - vertikální složka	V20	B20	Síla	GSS	Z	Rovnoměrné	-100,0		0.000	1.000	Rela	Průmět	Od počátku
ZS51 - HOR_V - Horn. tlak - vertikální složka	V21	B21	Síla	GSS	Z	Rovnoměrné	-100,0		0.000	1.000	Rela	Průmět	Od počátku
ZS51 - HOR_V - Horn. tlak - vertikální složka	V22	B22	Síla	GSS	Z	Rovnoměrné	-100,0		0.000	1.000	Rela	Průmět	Od počátku
ZS51 - HOR_V - Horn. tlak - vertikální složka	V23	B23	Síla	GSS	Z	Rovnoměrné	-100,0		0.000	1.000	Rela	Průmět	Od počátku

Zatěžovací stav	Jméno	Dílec	Typ	Systém	Směr	Rozložení	P <sub>1</sub> [kN/m]	P <sub>2</sub> [kN/m]	Poz x <sub>1</sub>	Poz x <sub>2</sub>	Souř.	Poloha	Poč
Horn. tlak - vertikální složka													
ZS51 - HOR_V - Horn. tlak - vertikální složka	V24	B24	Síla	GSS	Z	Rovnoměrné	-100,0		0.000	1.000	Rela	Průmět	Od počátku
ZS52 - HOR_H - Horn. tlak - horizont. složka	H5	B5	Síla	GSS	X	Rovnoměrné	100,0		0.000	1.000	Rela	Průmět	Od počátku
ZS52 - HOR_H - Horn. tlak - horizont. složka	H6	B6	Síla	GSS	X	Rovnoměrné	100,0		0.000	1.000	Rela	Průmět	Od počátku
ZS52 - HOR_H - Horn. tlak - horizont. složka	H7	B7	Síla	GSS	X	Rovnoměrné	100,0		0.000	1.000	Rela	Průmět	Od počátku
ZS52 - HOR_H - Horn. tlak - horizont. složka	H8	B8	Síla	GSS	X	Rovnoměrné	100,0		0.000	1.000	Rela	Průmět	Od počátku
ZS52 - HOR_H - Horn. tlak - horizont. složka	H9	B9	Síla	GSS	X	Rovnoměrné	100,0		0.000	1.000	Rela	Průmět	Od počátku
ZS52 - HOR_H - Horn. tlak - horizont. složka	H10	B10	Síla	GSS	X	Rovnoměrné	100,0		0.000	1.000	Rela	Průmět	Od počátku
ZS52 - HOR_H - Horn. tlak - horizont. složka	H11	B11	Síla	GSS	X	Rovnoměrné	100,0		0.000	1.000	Rela	Průmět	Od počátku
ZS52 - HOR_H - Horn. tlak - horizont. složka	H12	B12	Síla	GSS	X	Rovnoměrné	100,0		0.000	1.000	Rela	Průmět	Od počátku
ZS52 - HOR_H - Horn. tlak - horizont. složka	H13	B13	Síla	GSS	X	Rovnoměrné	100,0		0.000	1.000	Rela	Průmět	Od počátku
ZS52 - HOR_H - Horn. tlak - horizont. složka	H14	B14	Síla	GSS	X	Rovnoměrné	100,0		0.000	1.000	Rela	Průmět	Od počátku
ZS52 - HOR_H - Horn. tlak - horizont. složka	H15	B15	Síla	GSS	X	Rovnoměrné	100,0		0.000	1.000	Rela	Průmět	Od počátku
ZS52 - HOR_H - Horn. tlak - horizont. složka	H16	B16	Síla	GSS	X	Rovnoměrné	100,0		0.000	1.000	Rela	Průmět	Od počátku
ZS52 - HOR_H - Horn. tlak - horizont. složka	H17	B17	Síla	GSS	X	Rovnoměrné	100,0		0.000	1.000	Rela	Průmět	Od počátku
ZS52 - HOR_H - Horn. tlak - horizont. složka	H18	B18	Síla	GSS	X	Rovnoměrné	100,0		0.000	1.000	Rela	Průmět	Od počátku
ZS52 - HOR_H - Horn. tlak - horizont. složka	H19	B19	Síla	GSS	X	Rovnoměrné	100,0		0.000	1.000	Rela	Průmět	Od počátku
ZS52 - HOR_H - Horn. tlak - horizont. složka	H20	B20	Síla	GSS	X	Rovnoměrné	100,0		0.000	1.000	Rela	Průmět	Od počátku
ZS52 - HOR_H - Horn. tlak - horizont. složka	H21	B21	Síla	GSS	X	Rovnoměrné	100,0		0.000	1.000	Rela	Průmět	Od počátku
ZS52 - HOR_H - Horn. tlak - horizont. složka	H22	B22	Síla	GSS	X	Rovnoměrné	100,0		0.000	1.000	Rela	Průmět	Od počátku
ZS52 - HOR_H - Horn. tlak - horizont. složka	H23	B23	Síla	GSS	X	Rovnoměrné	100,0		0.000	1.000	Rela	Průmět	Od počátku
ZS52 - HOR_H - Horn. tlak - horizont. složka	H24	B24	Síla	GSS	X	Rovnoměrné	100,0		0.000	1.000	Rela	Průmět	Od počátku

### 3.22. Moment v uzlu

Uzel	Jméno	Zatěžovací stav	Typ	Směr	Hodnota - M [kNm]	Systém
N5	M5	ZS95 - Okraj. podm.	Moment	My	-60,0	GSS

### 3.23. Kombinace zatížení - MSÚ

Jméno	Zatěžovací stavy	Souč. [-]	Jméno	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
Typ			Typ		
MSU - C1	ZS1 - VLT - Vlastní tíha	1,35	MSU - C1,4,51,(52)	ZS1 - VLT - Vlastní tíha	1,35
Únosnost			Únosnost	ZS4 - TL - Teplotní vlivy - léto	1,20
MSU - C1,2,3	ZS1 - VLT - Vlastní tíha	1,35		ZS51 - HOR_V - Horn. tlak - vertikální složka	1,00
Únosnost	ZS2 - SHR - Smršťování betonu	1,35		ZS52 - HOR_H - Horn. tlak - horizont. složka	0,25
	ZS3 - TZ - Teplotní vlivy - zima	1,20		ZS95 - Okraj. podm.	1,00
MSU - C1,4	ZS1 - VLT - Vlastní tíha	1,35	MSU - C1,2,3,51*, 52*	ZS1 - VLT - Vlastní tíha	1,35
Únosnost	ZS4 - TL - Teplotní vlivy - léto	1,20	Únosnost	ZS2 - SHR - Smršťování betonu	1,35
MSU - C1,2,3,51, 52	ZS1 - VLT - Vlastní tíha	1,35		ZS3 - TZ - Teplotní vlivy - zima	1,20
Únosnost	ZS2 - SHR - Smršťování betonu	1,35		ZS51 - HOR_V - Horn. tlak - vertikální složka	2,00
	ZS3 - TZ - Teplotní vlivy - zima	1,20		ZS52 - HOR_H - Horn. tlak - horizont. složka	0,60
	ZS51 - HOR_V - Horn. tlak - vertikální složka	1,00		ZS95 - Okraj. podm.	1,00
	ZS52 - HOR_H - Horn. tlak - horizont. složka	0,60	MSU - C1,2,3,51*,(52)*	ZS1 - VLT - Vlastní tíha	1,35
	ZS95 - Okraj. podm.	1,00	Únosnost	ZS2 - SHR - Smršťování betonu	1,35
MSU - C1,2,3,51,(52)	ZS1 - VLT - Vlastní tíha	1,35		ZS3 - TZ - Teplotní vlivy - zima	1,20
Únosnost	ZS2 - SHR - Smršťování betonu	1,35		ZS51 - HOR_V - Horn. tlak - vertikální složka	2,00
	ZS3 - TZ - Teplotní vlivy - zima	1,20		ZS52 - HOR_H - Horn. tlak - horizont. složka	0,50
	ZS51 - HOR_V - Horn. tlak - vertikální složka	1,00		ZS95 - Okraj. podm.	2,00
	ZS52 - HOR_H - Horn. tlak - horizont. složka	0,25	MSU - C1,4,51*, 52*	ZS1 - VLT - Vlastní tíha	1,35
	ZS95 - Okraj. podm.	1,00	Únosnost	ZS4 - TL - Teplotní vlivy - léto	1,20
MSU - C1,4,51, 52	ZS1 - VLT - Vlastní tíha	1,35		ZS51 - HOR_V - Horn. tlak - vertikální složka	2,00
Únosnost	ZS4 - TL - Teplotní vlivy - léto	1,20		ZS52 - HOR_H - Horn. tlak - horizont. složka	1,20
	ZS51 - HOR_V - Horn. tlak - vertikální složka	1,00		ZS95 - Okraj. podm.	2,00
	ZS52 - HOR_H - Horn. tlak - horizont. složka	0,60	MSU - C1,4,51*,(52)*	ZS1 - VLT - Vlastní tíha	1,35
	ZS95 - Okraj. podm.	1,00	Únosnost	ZS4 - TL - Teplotní vlivy - léto	1,20
				ZS51 - HOR_V - Horn. tlak - vertikální složka	2,00
				ZS52 - HOR_H - Horn. tlak - horizont. složka	0,50
				ZS95 - Okraj. podm.	2,00

### 3.24. Kombinace zatížení - MSP (šířka trhlín)

Jméno	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
Typ		
MSP - C1,2,3	ZS1 - VLT - Vlastní tíha	1,00
Použitelnost	ZS2 - SHR - Smršťování betonu	1,00
	ZS3 - TZ - Teplotní vlivy - zima	0,50
MSP - C1,4	ZS1 - VLT - Vlastní tíha	1,00
Použitelnost	ZS4 - TL - Teplotní vlivy - léto	0,50
MSP - C1,2,3,51, 52	ZS1 - VLT - Vlastní tíha	1,00
Použitelnost	ZS2 - SHR - Smršťování betonu	1,00
	ZS3 - TZ - Teplotní vlivy - zima	0,50
	ZS51 - HOR_V - Horn. tlak - vertikální složka	1,00
	ZS52 - HOR_H - Horn. tlak - horizont. složka	0,60
	ZS95 - Okraj. podm.	1,00
MSP - C1,2,3,51,(52)	ZS1 - VLT - Vlastní tíha	1,00
Použitelnost	ZS2 - SHR - Smršťování betonu	1,00
	ZS3 - TZ - Teplotní vlivy - zima	0,50
	ZS51 - HOR_V - Horn. tlak - vertikální složka	1,00
	ZS52 - HOR_H - Horn. tlak - horizont. složka	0,25
	ZS95 - Okraj. podm.	1,00
MSP - C1,4,51, 52	ZS1 - VLT - Vlastní tíha	1,00
Použitelnost	ZS4 - TL - Teplotní vlivy - léto	0,50
	ZS51 - HOR_V - Horn. tlak - vertikální složka	1,00
	ZS52 - HOR_H - Horn. tlak - horizont. složka	0,60
	ZS95 - Okraj. podm.	1,00

Jméno	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
Typ		
MSP - C1,4,51,(52)	ZS1 - VLT - Vlastní tíha	1,00
Použitelnost	ZS4 - TL - Teplotní vlivy - léto	0,50
	ZS51 - HOR_V - Horn. tlak - vertikální složka	1,00
	ZS52 - HOR_H - Horn. tlak - horizont. složka	0,25
	ZS95 - Okraj. podm.	1,00
MSP - C1,2,3,51*, 52*	ZS1 - VLT - Vlastní tíha	1,00
Použitelnost	ZS2 - SHR - Smršťování betonu	1,00
	ZS3 - TZ - Teplotní vlivy - zima	0,50
	ZS51 - HOR_V - Horn. tlak - vertikální složka	2,00
	ZS52 - HOR_H - Horn. tlak - horizont. složka	1,20
	ZS95 - Okraj. podm.	2,00
MSP - C1,2,3,51*,(52)*	ZS1 - VLT - Vlastní tíha	1,00
Použitelnost	ZS2 - SHR - Smršťování betonu	1,00
	ZS3 - TZ - Teplotní vlivy - zima	0,50
	ZS51 - HOR_V - Horn. tlak - vertikální složka	2,00
	ZS52 - HOR_H - Horn. tlak - horizont. složka	0,50
	ZS95 - Okraj. podm.	2,00
MSP - C1,4,51*, 52*	ZS1 - VLT - Vlastní tíha	1,00
Použitelnost	ZS4 - TL - Teplotní vlivy - léto	0,50
	ZS51 - HOR_V - Horn. tlak - vertikální složka	2,00
	ZS52 - HOR_H - Horn. tlak - horizont. složka	1,20
	ZS95 - Okraj. podm.	2,00
MSP - C1,4,51*,(52)*	ZS1 - VLT - Vlastní tíha	1,00
Použitelnost	ZS4 - TL - Teplotní vlivy - léto	0,50
	ZS51 - HOR_V - Horn. tlak - vertikální složka	2,00
	ZS52 - HOR_H - Horn. tlak - horizont. složka	0,50
	ZS95 - Okraj. podm.	2,00

### 3.25. Skupiny (třídy) kombinací - MSÚ

Jméno	Výpis
RC1 - MSU - komb. bez horn. tlaku	MSU - C1 MSU - C1,2,3 MSU - C1,4
RC2 - MSU - komb. s horn. tlakem (SIGv = 100 kPa)	MSU - C1,2,3,51, 52 MSU - C1,2,3,51,(52) MSU - C1,4,51, 52 MSU - C1,4,51,(52)
RC2* - MSU - komb. s horn. tlakem (SIGv = 200 kPa)	MSU - C1,2,3,51*, 52* MSU - C1,2,3,51*,(52)* MSU - C1,4,51*, 52* MSU - C1,4,51*,(52)*
RC3 - MSU - všechny komb. (horn. tlak SIGv = 100 kPa)	MSU - C1 MSU - C1,2,3 MSU - C1,4 MSU - C1,2,3,51, 52 MSU - C1,2,3,51,(52) MSU - C1,4,51, 52 MSU - C1,4,51,(52)
RC3* - MSU - všechny komb. (horn. tlak SIGv = 200 kPa)	MSU - C1 MSU - C1,2,3 MSU - C1,4 MSU - C1,2,3,51*, 52* MSU - C1,2,3,51*,(52)* MSU - C1,4,51*, 52* MSU - C1,4,51*,(52)*



### 3.26. Skupiny (třídy) kombinací - MSP (šířka trhlín)

Jméno	Výpis
RC4 - MSP - komb. bez horn. tlaku	MSP - C1,2,3 MSP - C1,4
RC5 - MSP - komb. s horn. tlakem (SIGv = 100 kPa)	MSP - C1,2,3,51, 52 MSP - C1,2,3,51,(52) MSP - C1,4,51, 52 MSP - C1,4,51,(52)
RC5* - MSP - komb. s horn. tlakem (SIGv = 200 kPa)	MSP - C1,2,3,51*, 52* MSP - C1,2,3,51*,(52)* MSP - C1,4,51*, 52* MSP - C1,4,51*,(52)*

## 4. Výsledky výpočtu - MSÚ

### 4.1. Výpis vnitřních sil na prutech pro (RC1 - MSÚ) - obálka komb. bez horn. tlaku

Nelineární výpočet, Extrém : Ne, Systém : LSS

Výběr : B5, B7, B9, B11, B16, B18, B20, B24

Třída : RC1 - MSU - komb. bez horn. tlaku

Dílec	dx [m]	Stav	My [kNm]	N [kN]	Vz [kN]	Dílec	dx [m]	Stav	My [kNm]	N [kN]	Vz [kN]
B5	0,000	MSU - C1	0,0	-101,6	30,5	B16	0,000	MSU - C1	2,8	-46,5	0,7
B5	0,000	MSU - C1,2,3	0,0	-99,4	15,4	B16	0,000	MSU - C1,2,3	-14,2	-40,6	-9,6
B5	0,000	MSU - C1,4	0,0	-238,5	81,0	B16	0,000	MSU - C1,4	26,1	-186,9	-5,8
B5	0,491	MSU - C1	14,2	-96,5	27,5	B16	0,500	MSU - C1	3,8	-43,5	3,2
B5	0,491	MSU - C1,2,3	6,8	-94,2	12,4	B16	0,500	MSU - C1,2,3	-18,6	-37,7	-8,1
B5	0,491	MSU - C1,4	38,9	-233,3	78,0	B16	0,500	MSU - C1,4	27,0	-184,0	9,6
B7	0,000	MSU - C1	19,1	-91,6	4,1	B18	0,000	MSU - C1	3,8	-38,5	-3,1
B7	0,000	MSU - C1,2,3	5,6	-86,2	-10,2	B18	0,000	MSU - C1,2,3	-23,5	-30,1	-12,7
B7	0,000	MSU - C1,4	56,6	-236,0	24,9	B18	0,000	MSU - C1,4	28,5	-179,6	-4,9
B7	0,399	MSU - C1	20,5	-87,4	2,7	B18	0,401	MSU - C1	2,9	-36,5	-1,4
B7	0,399	MSU - C1,2,3	1,4	-82,0	-10,4	B18	0,401	MSU - C1,2,3	-28,3	-28,1	-11,0
B7	0,399	MSU - C1,4	66,3	-231,8	23,6	B18	0,401	MSU - C1,4	29,1	-177,6	7,8
B9	0,000	MSU - C1	18,7	-80,3	-11,6	B20	0,000	MSU - C1	1,5	-32,1	-5,4
B9	0,000	MSU - C1,2,3	-4,0	-73,6	-15,3	B20	0,000	MSU - C1,2,3	-33,1	-21,8	-12,8
B9	0,000	MSU - C1,4	68,4	-226,1	-15,8	B20	0,000	MSU - C1,4	29,3	-174,2	-7,0
B9	0,499	MSU - C1	13,7	-76,3	-8,0	B20	0,400	MSU - C1	-0,2	-30,5	-3,2
B9	0,499	MSU - C1,2,3	-9,3	-69,6	-5,2	B20	0,400	MSU - C1,2,3	-37,8	-20,2	-10,7
B9	0,499	MSU - C1,4	61,7	-222,1	-9,9	B20	0,400	MSU - C1,4	29,1	-172,6	6,0
B11	0,000	MSU - C1	8,5	-67,8	-10,4	B24	0,000	MSU - C1	-5,4	-23,1	-2,5
B11	0,000	MSU - C1,2,3	-10,9	-62,5	0,2	B24	0,000	MSU - C1,2,3	-49,7	-10,4	-3,4
B11	0,000	MSU - C1,4	51,3	-211,8	-26,0	B24	0,000	MSU - C1,4	28,5	-166,6	-8,0
B11	0,370	MSU - C1	5,3	-66,0	-6,7	B24	0,500	MSU - C1	-5,8	-22,8	1,6
B11	0,370	MSU - C1,2,3	-10,1	-60,6	3,8	B24	0,500	MSU - C1,2,3	-50,5	-10,1	0,7
B11	0,370	MSU - C1,4	43,3	-209,9	-17,1	B24	0,500	MSU - C1,4	28,5	-166,3	12,0

### 4.2. Výpis vnitřních sil na prutech pro (RC2 - MSÚ) - obálka komb. s horn. tlakem (SIGv = 100 kPa)

Nelineární výpočet, Extrém : Ne, Systém : LSS

Výběr : B5, B7, B9, B11, B16, B18, B20, B24

Třída : RC2 - MSU - komb. s horn. tlakem (SIGv = 100 kPa)

Dílec	dx [m]	Stav	My [kNm]	N [kN]	Vz [kN]	Dílec	dx [m]	Stav	My [kNm]	N [kN]	Vz [kN]
B5	0,000	MSU - C1,2,3,51, 52	60,0	-521,8	48,2	B7	0,399	MSU - C1,4,51, 52	118,5	-496,6	21,1
B5	0,000	MSU - C1,2,3,51,(52)	60,0	-519,6	79,0	B7	0,399	MSU - C1,4,51,(52)	144,8	-527,4	20,7
B5	0,000	MSU - C1,4,51, 52	60,0	-532,4	74,3	B9	0,000	MSU - C1,2,3,51, 52	76,1	-463,1	-53,1
B5	0,000	MSU - C1,4,51,(52)	60,0	-542,5	115,0	B9	0,000	MSU - C1,2,3,51,(52)	84,6	-481,0	-77,6
B5	0,491	MSU - C1,2,3,51, 52	88,3	-505,5	64,6	B9	0,000	MSU - C1,4,51, 52	117,1	-482,5	-32,8
B5	0,491	MSU - C1,2,3,51,(52)	100,2	-509,7	84,0	B9	0,000	MSU - C1,4,51,(52)	139,1	-515,3	-55,5
B5	0,491	MSU - C1,4,51, 52	101,1	-516,1	90,6	B9	0,499	MSU - C1,2,3,51, 52	55,2	-455,8	-29,3
B5	0,491	MSU - C1,4,51,(52)	117,9	-532,7	120,0	B9	0,499	MSU - C1,2,3,51,(52)	52,7	-475,6	-47,3
B7	0,000	MSU - C1,2,3,51, 52	90,1	-490,3	-17,1	B9	0,499	MSU - C1,4,51, 52	106,1	-475,2	-11,4
B7	0,000	MSU - C1,2,3,51,(52)	106,5	-503,8	-15,2	B9	0,499	MSU - C1,4,51,(52)	115,1	-509,9	-38,0
B7	0,000	MSU - C1,4,51, 52	113,0	-506,1	6,2	B11	0,000	MSU - C1,2,3,51, 52	33,3	-439,5	-44,3
B7	0,000	MSU - C1,4,51,(52)	137,7	-533,8	15,3	B11	0,000	MSU - C1,2,3,51,(52)	24,8	-458,0	-50,7
B7	0,399	MSU - C1,2,3,51, 52	86,2	-480,8	-2,2	B11	0,000	MSU - C1,4,51, 52	87,2	-459,8	-53,6
B7	0,399	MSU - C1,2,3,51,(52)	101,5	-497,4	-9,7	B11	0,000	MSU - C1,4,51,(52)	85,6	-491,8	-65,8

Dílec	dx [m]	Stav	My [kNm]	N [kN]	Vz [kN]
B11	0,370	MSU - C1,2,3,51, 52	21,2	-437,4	-21,4
B11	0,370	MSU - C1,2,3,51,(52)	10,9	-455,6	-24,2
B11	0,370	MSU - C1,4,51, 52	70,6	-457,7	-36,0
B11	0,370	MSU - C1,4,51,(52)	65,5	-489,4	-42,9
B16	0,000	MSU - C1,2,3,51, 52	12,6	-397,3	-20,6
B16	0,000	MSU - C1,2,3,51,(52)	27,9	-405,3	-5,0
B16	0,000	MSU - C1,4,51, 52	37,1	-412,8	-6,6
B16	0,000	MSU - C1,4,51,(52)	38,1	-429,8	0,1
B16	0,500	MSU - C1,2,3,51, 52	8,4	-388,9	3,7
B16	0,500	MSU - C1,2,3,51,(52)	29,2	-392,2	10,1
B16	0,500	MSU - C1,4,51, 52	42,2	-404,5	26,8
B16	0,500	MSU - C1,4,51,(52)	46,7	-416,7	34,5
B18	0,000	MSU - C1,2,3,51, 52	0,7	-368,6	-38,7
B18	0,000	MSU - C1,2,3,51,(52)	20,7	-361,6	-46,8
B18	0,000	MSU - C1,4,51, 52	46,4	-390,1	-13,8
B18	0,000	MSU - C1,4,51,(52)	54,0	-394,1	-9,4
B18	0,401	MSU - C1,2,3,51, 52	-10,3	-361,3	-16,4
B18	0,401	MSU - C1,2,3,51,(52)	5,3	-349,7	-29,8

Dílec	dx [m]	Stav	My [kNm]	N [kN]	Vz [kN]
B18	0,401	MSU - C1,4,51, 52	45,3	-382,9	8,5
B18	0,401	MSU - C1,4,51,(52)	53,6	-382,2	7,7
B20	0,000	MSU - C1,2,3,51, 52	-23,7	-339,4	-49,8
B20	0,000	MSU - C1,2,3,51,(52)	-14,7	-314,8	-67,6
B20	0,000	MSU - C1,4,51, 52	40,8	-366,1	-30,4
B20	0,000	MSU - C1,4,51,(52)	47,1	-355,0	-38,5
B20	0,400	MSU - C1,2,3,51, 52	-38,6	-332,8	-24,6
B20	0,400	MSU - C1,2,3,51,(52)	-37,3	-303,8	-45,7
B20	0,400	MSU - C1,4,51, 52	33,7	-359,5	-5,3
B20	0,400	MSU - C1,4,51,(52)	36,1	-343,9	-16,5
B24	0,000	MSU - C1,2,3,51, 52	-80,4	-291,5	-24,9
B24	0,000	MSU - C1,2,3,51,(52)	-103,3	-235,9	-28,9
B24	0,000	MSU - C1,4,51, 52	9,0	-324,3	-22,5
B24	0,000	MSU - C1,4,51,(52)	-4,0	-285,4	-25,3
B24	0,500	MSU - C1,2,3,51, 52	-83,7	-290,0	20,9
B24	0,500	MSU - C1,2,3,51,(52)	-108,5	-233,4	16,8
B24	0,500	MSU - C1,4,51, 52	7,0	-322,8	23,3
B24	0,500	MSU - C1,4,51,(52)	-7,5	-282,9	20,4

#### 4.3. Výpis vnitřních sil na prutech pro (RC2\* - MSÚ) - obálka komb. s horn. tlakem (SIGv = 200 kPa)

Nelineární výpočet, Extrém : Ne, Systém : LSS

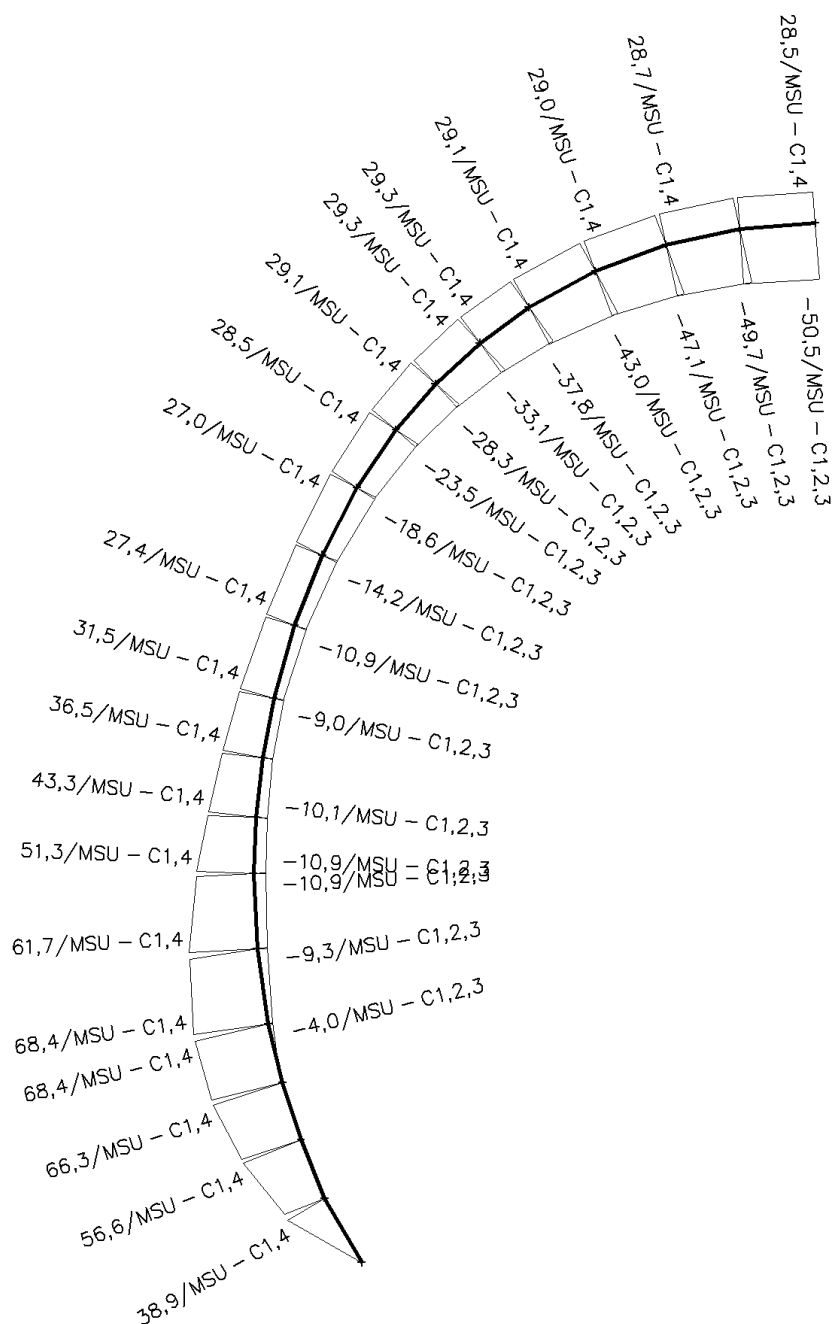
Výběr : B5, B7, B9, B11, B16, B18, B20, B24

Třída : RC2\* - MSU - komb. s horn. tlakem (SIGv = 200 kPa)

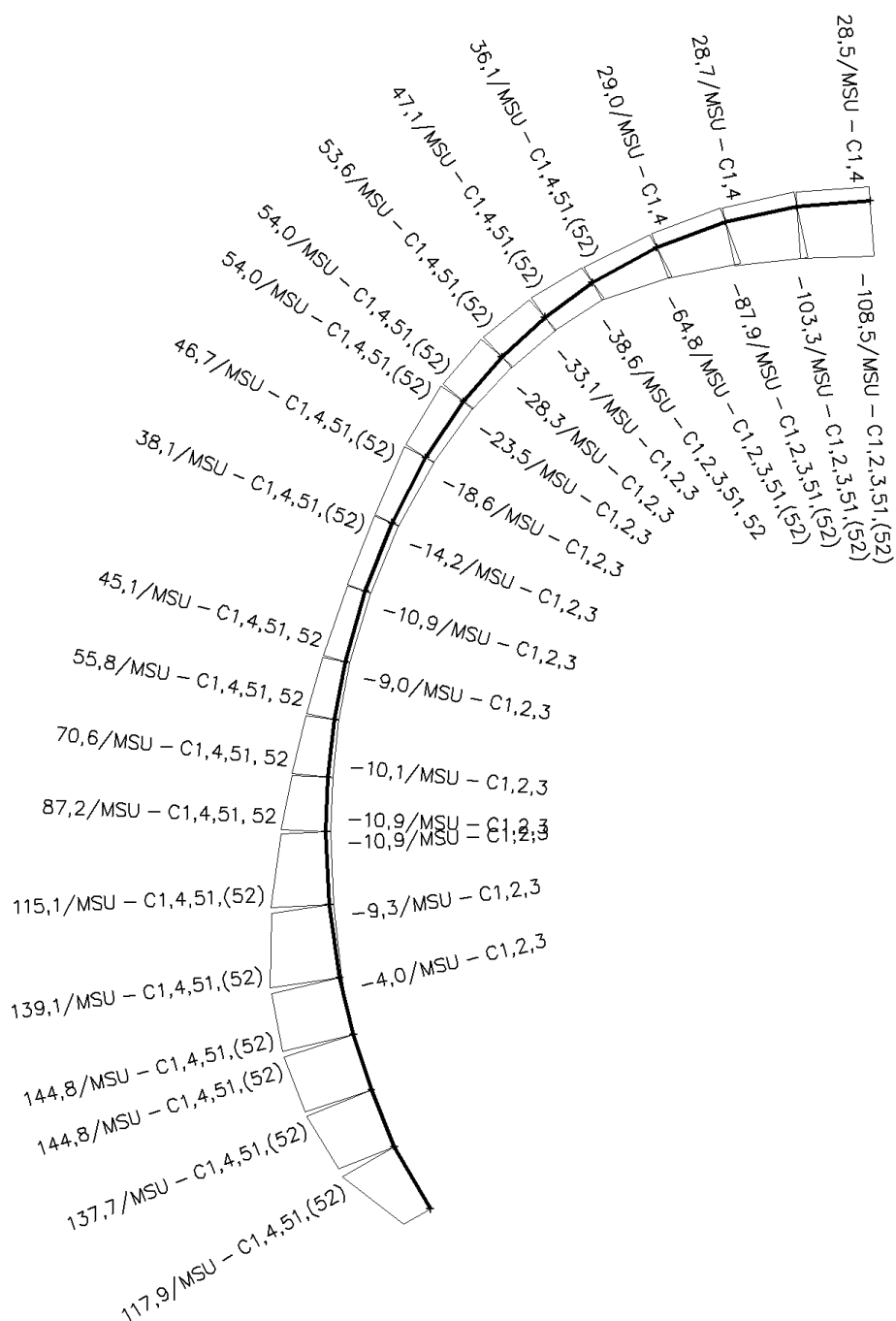
Dílec	dx [m]	Stav	My [kNm]	N [kN]	Vz [kN]
B5	0,000	MSU - C1,2,3,51*, 52*	120,0	-946,5	77,0
B5	0,000	MSU - C1,2,3,51*,(52)*	120,0	-947,5	145,4
B5	0,000	MSU - C1,4,51*, 52*	120,0	-956,5	101,9
B5	0,000	MSU - C1,4,51*,(52)*	120,0	-973,0	182,1
B5	0,491	MSU - C1,2,3,51*, 52*	167,8	-919,0	112,7
B5	0,491	MSU - C1,2,3,51*,(52)*	195,0	-933,1	158,5
B5	0,491	MSU - C1,4,51*, 52*	180,0	-929,0	137,6
B5	0,491	MSU - C1,4,51*,(52)*	213,1	-958,5	195,2
B7	0,000	MSU - C1,2,3,51*, 52*	170,8	-895,8	-28,4
B7	0,000	MSU - C1,2,3,51*,(52)*	209,5	-929,6	-18,9
B7	0,000	MSU - C1,4,51*, 52*	192,7	-910,8	-6,1
B7	0,000	MSU - C1,4,51*,(52)*	241,1	-962,2	11,7
B7	0,399	MSU - C1,2,3,51*, 52*	165,7	-881,1	2,8
B7	0,399	MSU - C1,2,3,51*,(52)*	204,3	-921,0	-6,7
B7	0,399	MSU - C1,4,51*, 52*	196,5	-896,1	25,1
B7	0,399	MSU - C1,4,51*,(52)*	248,2	-953,6	23,9
B9	0,000	MSU - C1,2,3,51*, 52*	151,1	-854,2	-84,9
B9	0,000	MSU - C1,2,3,51*,(52)*	178,1	-897,3	-133,8
B9	0,000	MSU - C1,4,51*, 52*	190,3	-872,7	-65,4
B9	0,000	MSU - C1,4,51*,(52)*	233,2	-934,3	-110,6
B9	0,499	MSU - C1,2,3,51*, 52*	119,5	-843,7	-41,5
B9	0,499	MSU - C1,2,3,51*,(52)*	122,1	-890,5	-85,0
B9	0,499	MSU - C1,4,51*, 52*	168,5	-862,2	-22,0
B9	0,499	MSU - C1,4,51*,(52)*	185,7	-927,6	-74,6
B11	0,000	MSU - C1,2,3,51*, 52*	81,1	-819,6	-87,0
B11	0,000	MSU - C1,2,3,51*,(52)*	68,5	-862,8	-104,2
B11	0,000	MSU - C1,4,51*, 52*	134,9	-839,5	-93,9
B11	0,000	MSU - C1,4,51*,(52)*	131,0	-899,4	-118,7
B11	0,370	MSU - C1,2,3,51*, 52*	56,2	-817,2	-47,8
B11	0,370	MSU - C1,2,3,51*,(52)*	38,6	-859,8	-57,0
B11	0,370	MSU - C1,4,51*, 52*	106,3	-837,0	-60,9
B11	0,370	MSU - C1,4,51*,(52)*	95,1	-896,4	-75,3

Dílec	dx [m]	Stav	My [kNm]	N [kN]	Vz [kN]
B16	0,000	MSU - C1,2,3,51*, 52*	35,1	-755,6	-28,6
B16	0,000	MSU - C1,2,3,51*,(52)*	54,1	-775,2	9,7
B16	0,000	MSU - C1,4,51*, 52*	57,6	-770,4	-9,7
B16	0,000	MSU - C1,4,51*,(52)*	59,8	-800,8	8,0
B16	0,500	MSU - C1,2,3,51*, 52*	32,7	-741,8	18,6
B16	0,500	MSU - C1,2,3,51*,(52)*	66,1	-751,9	38,3
B16	0,500	MSU - C1,4,51*, 52*	66,7	-756,6	45,8
B16	0,500	MSU - C1,4,51*,(52)*	78,7	-777,5	67,2
B18	0,000	MSU - C1,2,3,51*, 52*	23,6	-709,3	-62,1
B18	0,000	MSU - C1,2,3,51*,(52)*	58,5	-700,6	-72,2
B18	0,000	MSU - C1,4,51*, 52*	70,2	-730,6	-37,6
B18	0,000	MSU - C1,4,51*,(52)*	89,5	-735,3	-32,1
B18	0,401	MSU - C1,2,3,51*, 52*	7,4	-696,8	-19,2
B18	0,401	MSU - C1,2,3,51*,(52)*	36,0	-678,8	-40,0
B18	0,401	MSU - C1,4,51*, 52*	63,7	-718,0	5,4
B18	0,401	MSU - C1,4,51*,(52)*	83,1	-713,5	0,1
B20	0,000	MSU - C1,2,3,51*, 52*	-13,7	-659,9	-84,6
B20	0,000	MSU - C1,2,3,51*,(52)*	4,0	-617,2	-115,6
B20	0,000	MSU - C1,4,51*, 52*	51,5	-686,2	-65,6
B20	0,000	MSU - C1,4,51*,(52)*	65,4	-660,1	-84,5
B20	0,400	MSU - C1,2,3,51*, 52*	-37,9	-648,2	-36,5
B20	0,400	MSU - C1,2,3,51*,(52)*	-33,9	-596,6	-73,9
B20	0,400	MSU - C1,4,51*, 52*	34,9	-674,5	-17,4
B20	0,400	MSU - C1,4,51*,(52)*	40,0	-639,6	-42,8
B24	0,000	MSU - C1,2,3,51*, 52*	-107,9	-576,0	-46,2
B24	0,000	MSU - C1,2,3,51*,(52)*	-148,0	-472,9	-53,6
B24	0,000	MSU - C1,4,51*, 52*	-18,2	-608,4	-43,8
B24	0,000	MSU - C1,4,51*,(52)*	-46,5	-525,8	-49,8
B24	0,500	MSU - C1,2,3,51*, 52*	-113,4	-573,3	41,4
B24	0,500	MSU - C1,2,3,51*,(52)*	-157,3	-468,1	33,8
B24	0,500	MSU - C1,4,51*, 52*	-22,5	-605,7	43,7
B24	0,500	MSU - C1,4,51*,(52)*	-53,8	-521,1	37,6

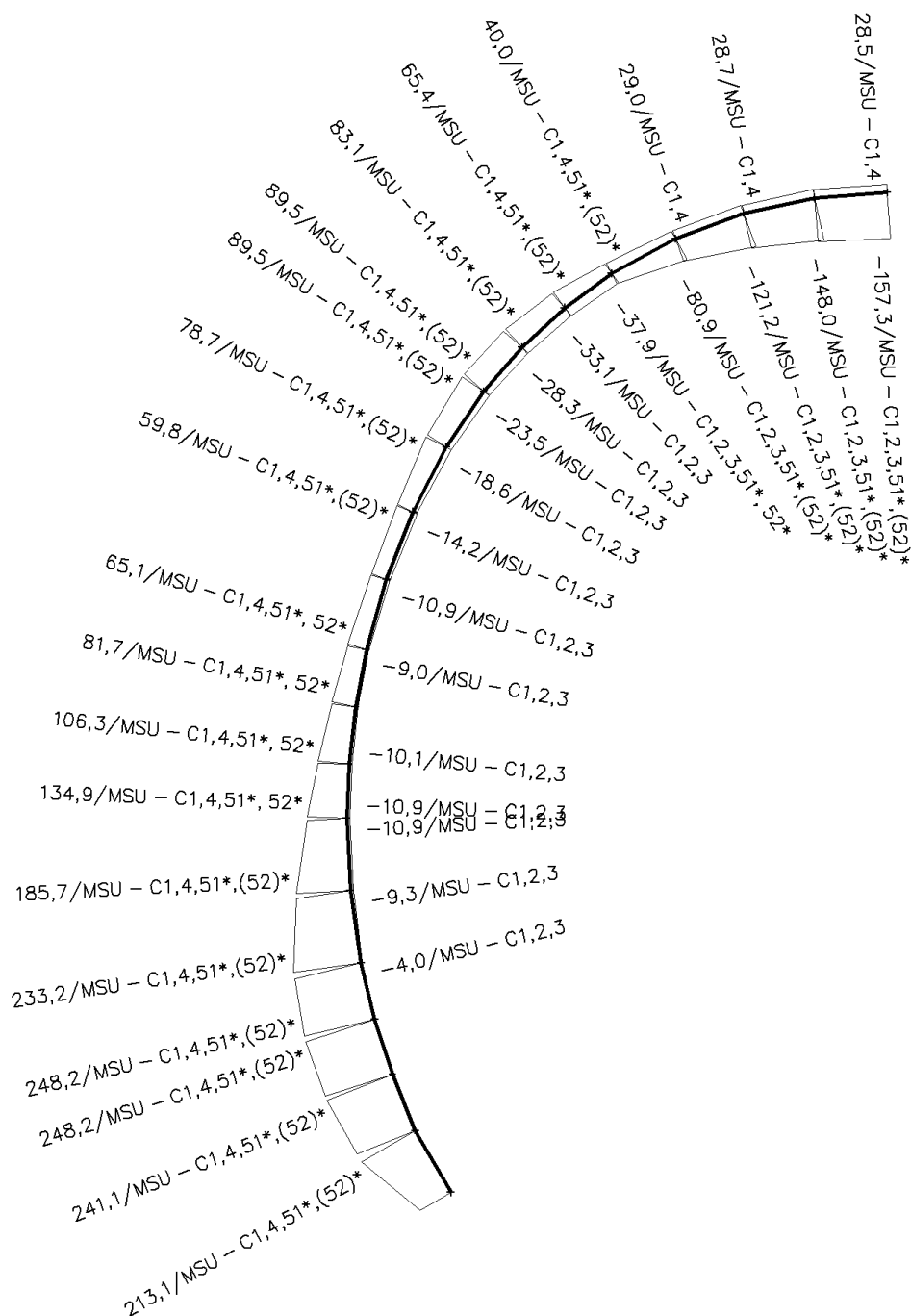
#### 4.4. Momenty M [kNm] pro (RC1 - MSÚ) - obálka komb. bez horn. tlaku



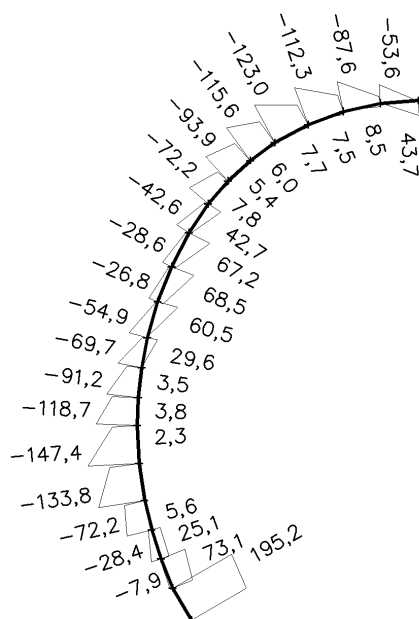
#### 4.5. Momenty M [kNm] pro (RC3 - MSÚ) - obálka všech komb. (horn. tlak SIGv = 100 kPa)



#### 4.6. Momenty M [kNm] pro (RC3\* - MSÚ) - obálka všech komb. (horn. tlak SIGv = 200 kPa)

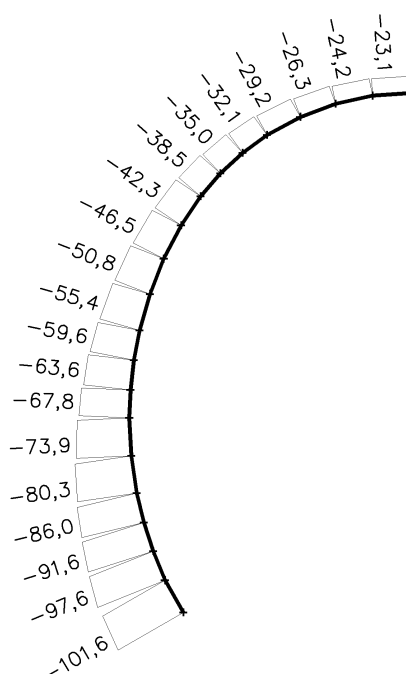
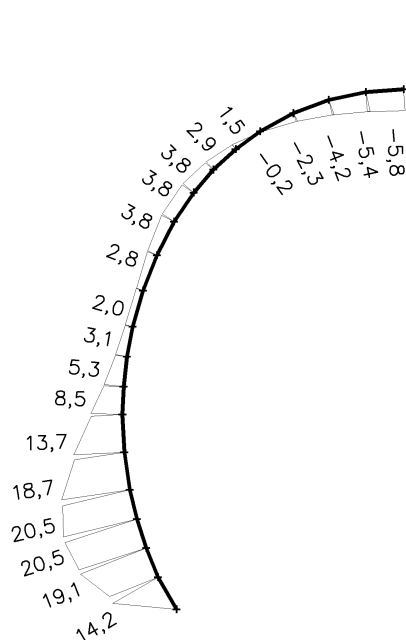


**4.7. Posouvající síly V [kN] pro (RC3\* - MSÚ) - obálka všech komb. (horn. tlak SIGv = 200 kPa)**



**4.8. Kombinace MSÚ - C1: Momenty [kNm];**

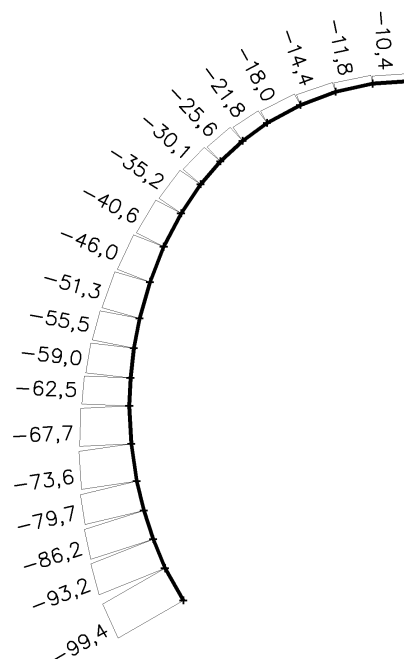
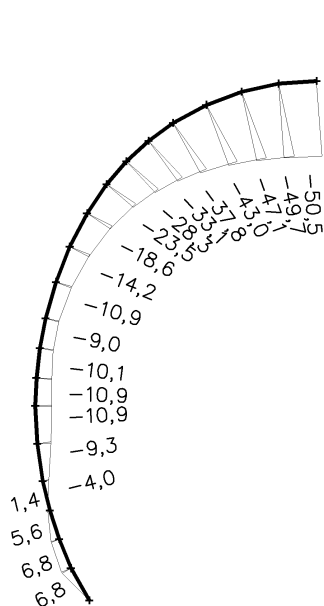
**Normálové síly [kN]**



**4.9. Kombinace MSÚ - C1,2,3:**

**Momenty [kNm];**

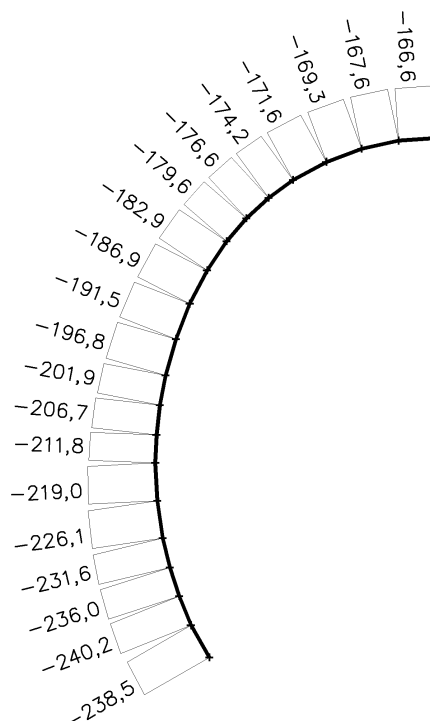
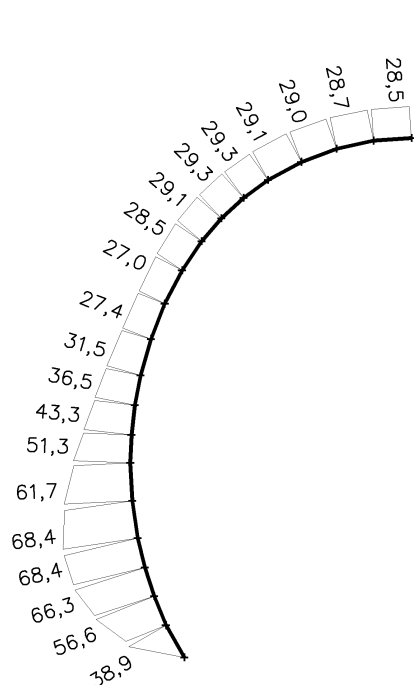
**Normálové síly [kN]**



**4.10. Kombinace MSÚ - C1,4:**

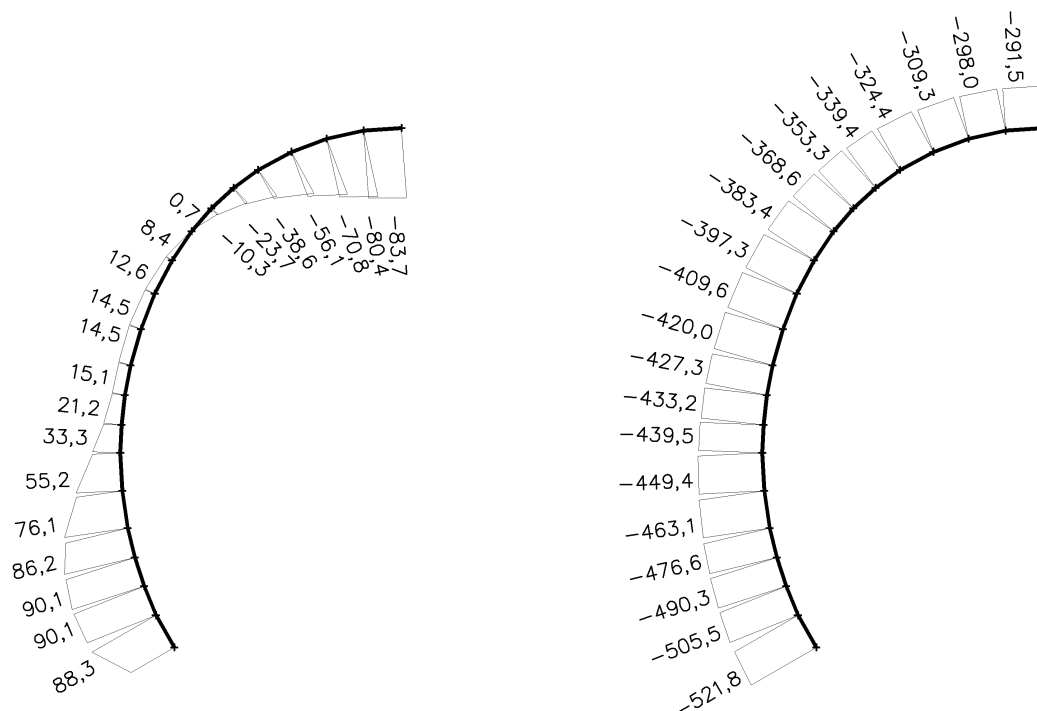
**Momenty [kNm];**

**Normálové síly [kN]**



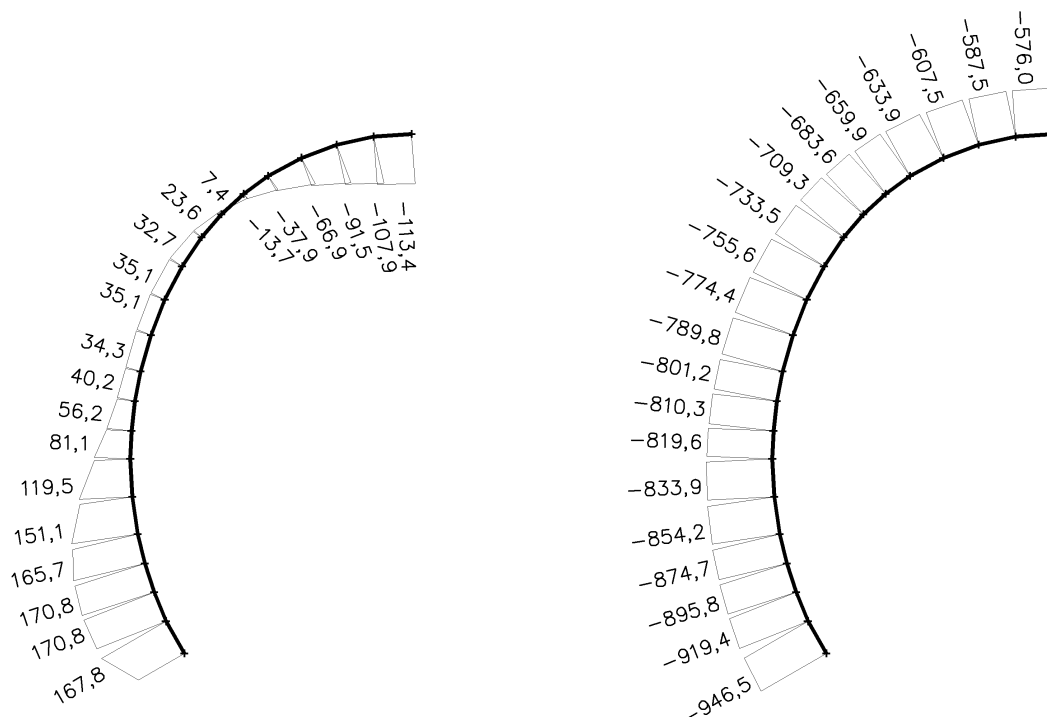
**4.11. Kombinace MSÚ - C1,2,3,51,52: Momenty [kNm];**

**Normálové síly [kN]**



**4.12. Kombinace MSÚ - C1,2,3,51\*,52\*: Momenty [kNm];**

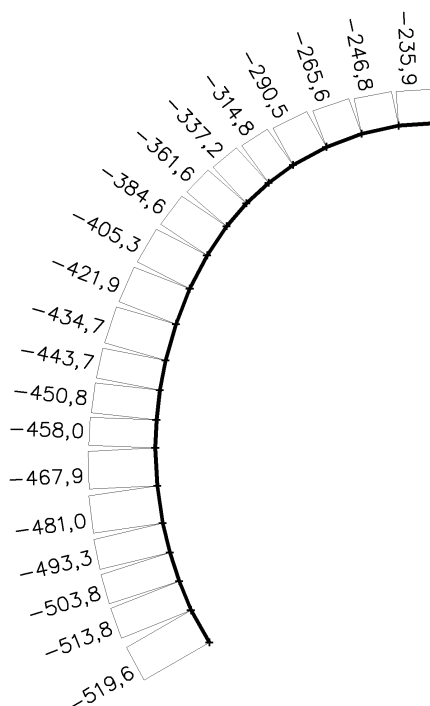
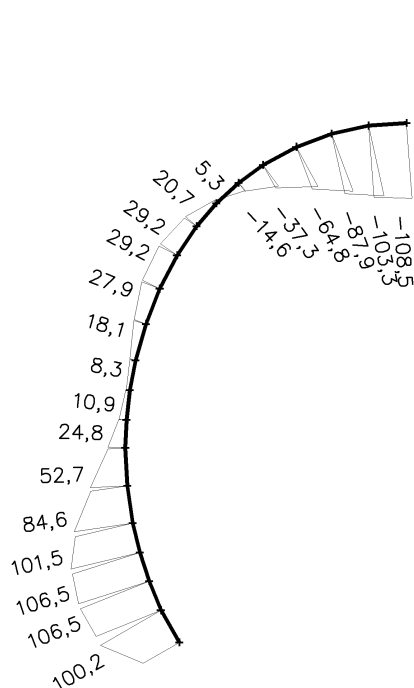
**Normálové síly [kN]**





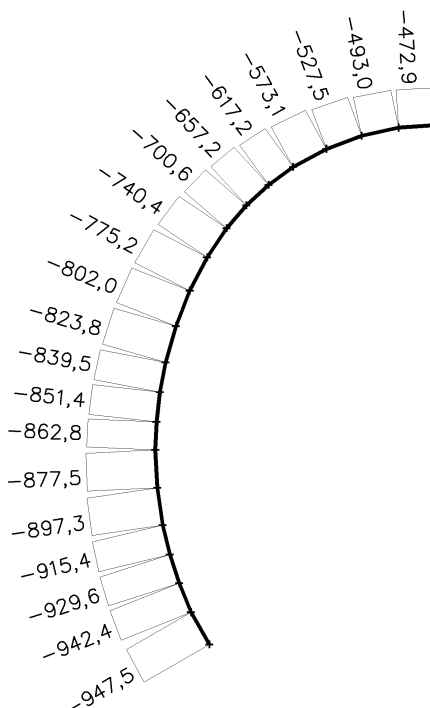
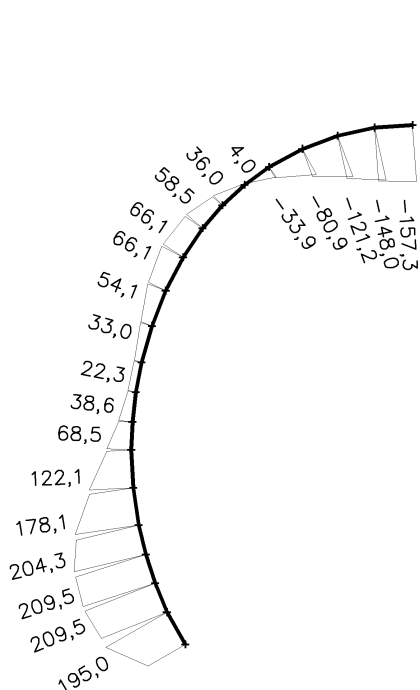
**4.13. Kombinace MSÚ - C1,2,3,51,(52): Momenty [kNm];**

**Normálové síly [kN]**

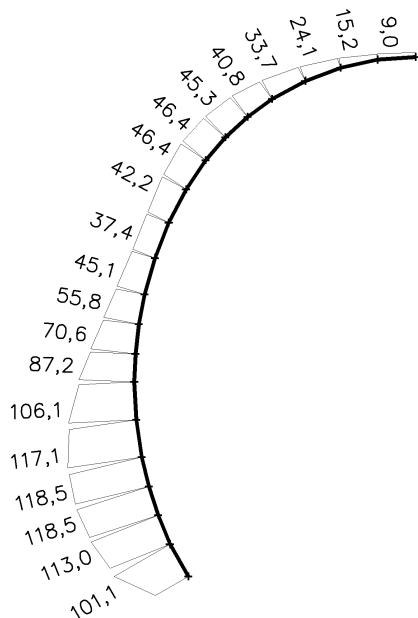


**4.14. Kombinace MSÚ - C1,2,3,51\*,(52)\*: Momenty [kNm];**

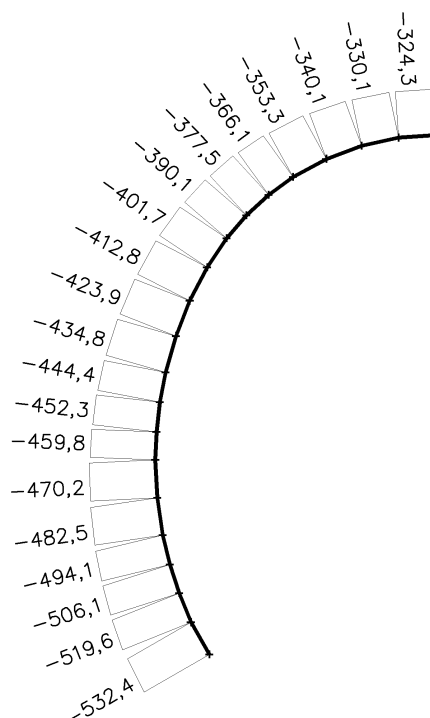
**Normálové síly [kN]**



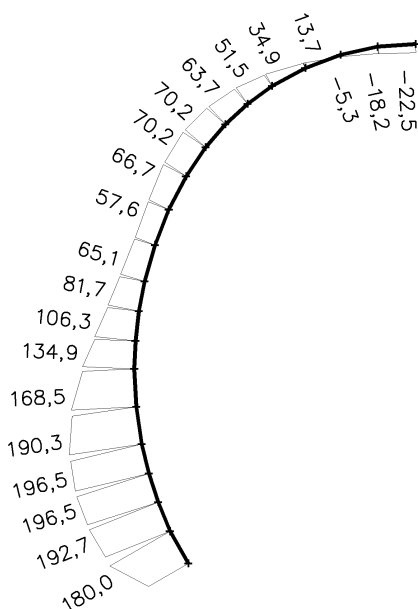
**4.15. Kombinace MSÚ - C1,4,51,52: Momenty [kNm];**



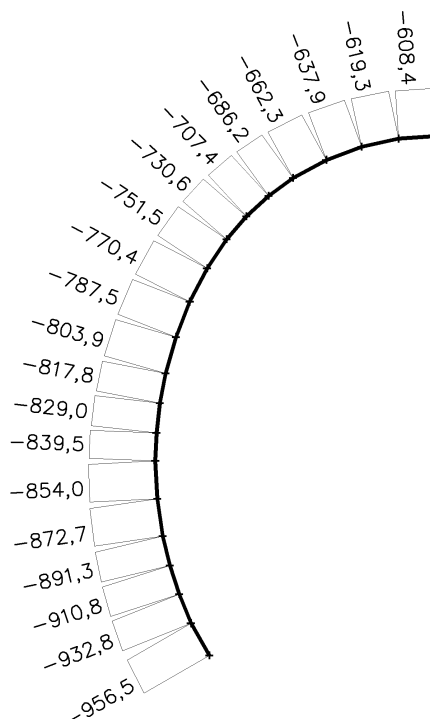
**Normálové síly [kN]**



**4.16. Kombinace MSÚ - C1,4,51\*,52\*: Momenty [kNm];**

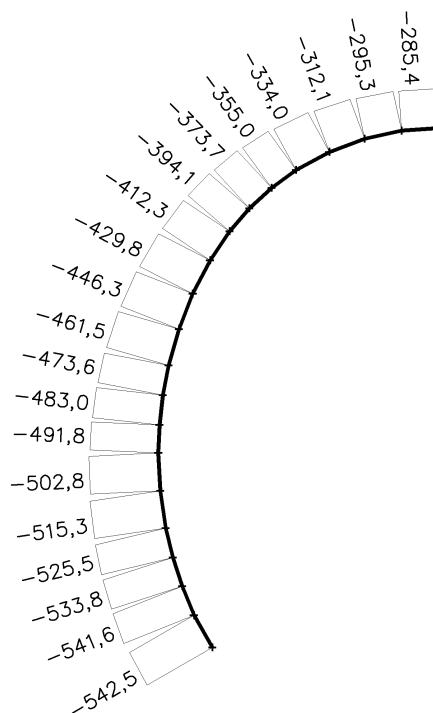
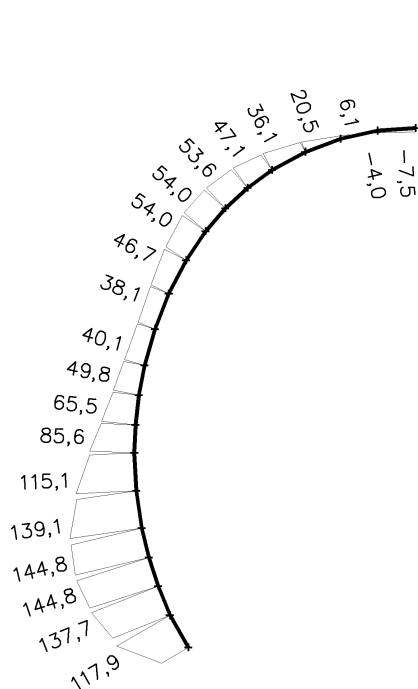


**Normálové síly [kN]**



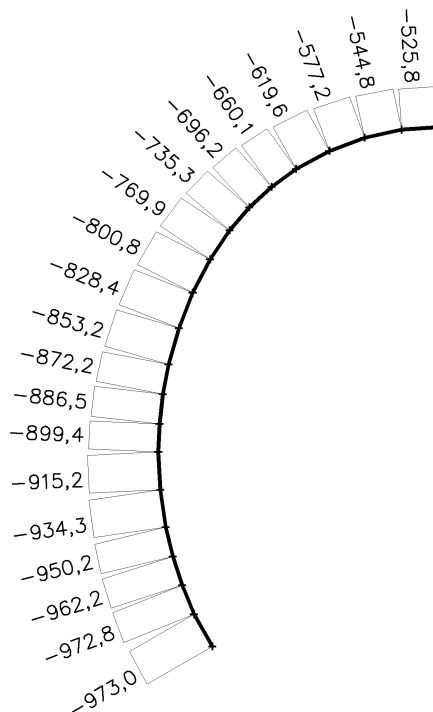
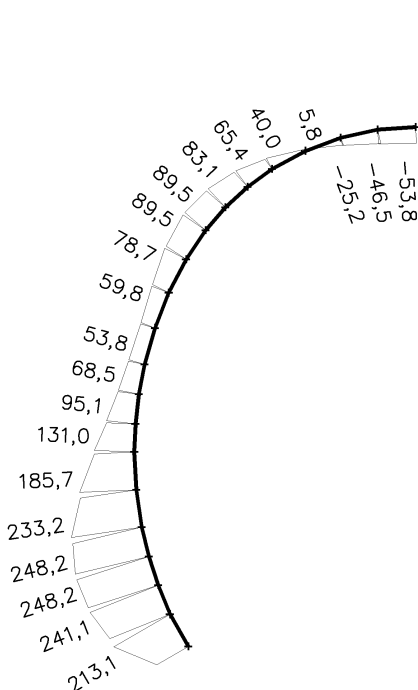
**4.17. Kombinace MSÚ - C1,4,51,(52): Momenty [kNm];**

**Normálové síly [kN]**



**4.18. Kombinace MSÚ - C1,4,51\*,(52)\*: Momenty [kNm];**

**Normálové síly [kN]**



#### 4.19. Reakce v uzlových podporách pro (RC1 - MSÚ) - obálka komb. bez horn. tlaku

Nelineární výpočet, Extrém : Ne

Výběr : Sn25, Sn5

Třída : RC1 - MSU - komb. bez horn. tlaku

Podpora	Stav	Rx [kN]	Rz [kN]	My [kNm]	Podpora	Stav	Rx [kN]	Rz [kN]	My [kNm]
Sn5/N5	MSU - C1	-24,3	103,3	0,0	Sn25/N25	MSU - C1	-22,8	0,0	-5,8
Sn5/N5	MSU - C1,2,3	-36,3	93,8	0,0	Sn25/N25	MSU - C1,2,3	-10,1	0,0	-50,5
Sn5/N5	MSU - C1,4	-49,0	247,1	0,0	Sn25/N25	MSU - C1,4	-166,8	0,0	28,5

#### 4.20. Reakce v uzlových podporách pro (RC2 - MSÚ) - obálka komb. s horn. tlakem (SIGv = 100 kPa)

Nelineární výpočet, Extrém : Ne

Výběr : Sn25, Sn5

Třída : RC2 - MSU - komb. s horn. tlakem (SIGv = 100 kPa)

Podpora	Stav	Rx [kN]	Rz [kN]	My [kNm]	Podpora	Stav	Rx [kN]	Rz [kN]	My [kNm]
Sn5/N5	MSU - C1,2,3,51, 52	-218,8	476,1	0,0	Sn25/N25	MSU - C1,2,3,51, 52	-290,7	0,0	-83,7
Sn5/N5	MSU - C1,2,3,51,(52)	-191,1	489,6	0,0	Sn25/N25	MSU - C1,2,3,51,(52)	-234,0	0,0	-108,5
Sn5/N5	MSU - C1,4,51, 52	-201,5	498,3	0,0	Sn25/N25	MSU - C1,4,51, 52	-323,7	0,0	7,0
Sn5/N5	MSU - C1,4,51,(52)	-171,3	527,5	0,0	Sn25/N25	MSU - C1,4,51,(52)	-283,6	0,0	-7,5

#### 4.21. Reakce v uzlových podp. pro (RC2\* - MSÚ) - obálka komb. s horn. tlakem (SIGv = 200 kPa)

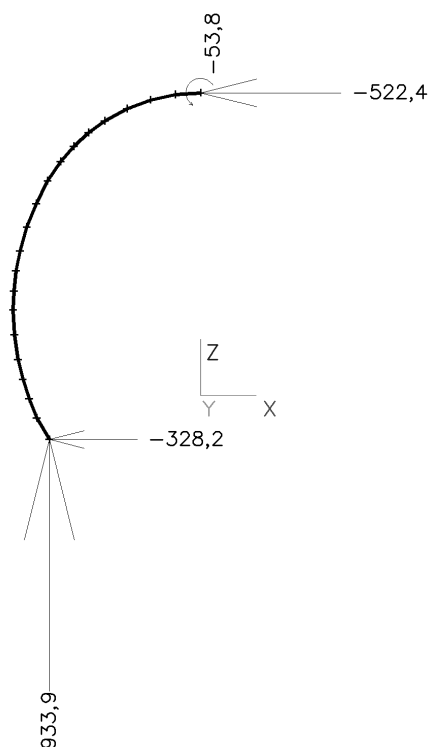
Nelineární výpočet, Extrém : Ne

Výběr : Sn25, Sn5

Třída : RC2\* - MSU - komb. s horn. tlakem (SIGv = 200 kPa)

Podpora	Stav	Rx [kN]	Rz [kN]	My [kNm]	Podpora	Stav	Rx [kN]	Rz [kN]	My [kNm]
Sn5/N5	MSU - C1,2,3,51*, 52*	-406,0	858,4	0,0	Sn25/N25	MSU - C1,2,3,51*, 52*	-574,8	0,0	-113,4
Sn5/N5	MSU - C1,2,3,51*,(52)*	-347,3	893,5	0,0	Sn25/N25	MSU - C1,2,3,51*,(52)*	-469,4	0,0	-157,3
Sn5/N5	MSU - C1,4,51*, 52*	-389,4	879,6	0,0	Sn25/N25	MSU - C1,4,51*, 52*	-607,3	0,0	-22,5
Sn5/N5	MSU - C1,4,51*,(52)*	-328,2	933,9	0,0	Sn25/N25	MSU - C1,4,51*,(52)*	-522,4	0,0	-53,8

#### 4.22. Reakce v uzlových podporách - kombinace MSÚ - C1,4,51\*,(52)\* (extrém - max. Rz)



#### 4.23. Výpis přemístění uzlů pro (RC1 - MSÚ) - obálka komb. bez horn. tlaku

Nelineární výpočet, Extrém : Ne

Výběr : N5, N11, N15, N25

Třída : RC1 - MSU - komb. bez horn. tlaku

Uzel	Stav	Ux [mm]	Uz [mm]	Fiy [mrad]	Uzel	Stav	Ux [mm]	Uz [mm]	Fiy [mrad]
N5	MSU - C1	0,5	0,0	-0,4	N15	MSU - C1	-0,2	-0,2	0,0
N5	MSU - C1,2,3	0,7	0,0	-0,8	N15	MSU - C1,2,3	-0,1	-2,0	0,3
N5	MSU - C1,4	1,0	0,0	-0,5	N15	MSU - C1,4	-0,4	0,0	0,0
N11	MSU - C1	-0,1	-0,2	-0,1	N25	MSU - C1	0,0	-0,5	0,0
N11	MSU - C1,2,3	-0,2	-1,3	-0,1	N25	MSU - C1,2,3	0,0	-4,3	0,0
N11	MSU - C1,4	-0,3	-0,1	-0,2	N25	MSU - C1,4	0,0	0,3	0,0

#### 4.24. Výpis přemístění uzlů pro (RC2 - MSÚ) - obálka komb. s horn. tlakem (SIGv = 100 kPa)

Nelineární výpočet, Extrém : Ne

Výběr : N5, N11, N15, N25

Třída : RC2 - MSU - komb. s horn. tlakem (SIGv = 100 kPa)

Uzel	Stav	Ux [mm]	Uz [mm]	Fiy [mrad]	Uzel	Stav	Ux [mm]	Uz [mm]	Fiy [mrad]
N5	MSU - C1,2,3,51, 52	4,4	0,0	-3,0	N15	MSU - C1,2,3,51, 52	-1,0	-3,3	0,3
N5	MSU - C1,2,3,51,(52)	3,8	0,0	-3,0	N15	MSU - C1,2,3,51,(52)	-1,5	-3,3	0,1
N5	MSU - C1,4,51, 52	4,0	0,0	-2,0	N15	MSU - C1,4,51, 52	-0,7	-0,9	-0,1
N5	MSU - C1,4,51,(52)	3,4	0,0	-2,1	N15	MSU - C1,4,51,(52)	-1,0	-1,0	0,0
N11	MSU - C1,2,3,51, 52	-0,5	-2,7	-0,8	N25	MSU - C1,2,3,51, 52	0,0	-7,2	0,0
N11	MSU - C1,2,3,51,(52)	-0,9	-2,7	-0,8	N25	MSU - C1,2,3,51,(52)	0,0	-8,0	0,0
N11	MSU - C1,4,51, 52	-0,2	-1,1	-0,7	N25	MSU - C1,4,51, 52	0,0	-1,5	0,0
N11	MSU - C1,4,51,(52)	-0,7	-1,1	-0,6	N25	MSU - C1,4,51,(52)	0,0	-2,0	0,0

#### 4.25. Výpis přemístění uzlů pro (RC2\* - MSÚ) - obálka komb. s horn. tlakem (SIGv = 200 kPa)

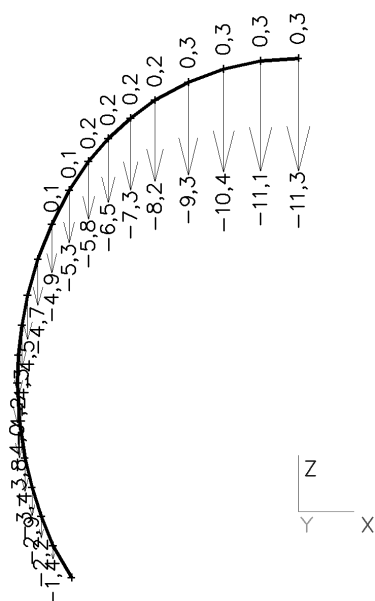
Nelineární výpočet, Extrém : Ne

Výběr : N5, N11, N15, N25

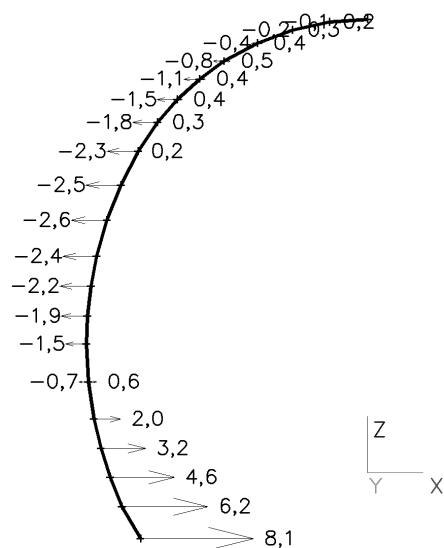
Třída : RC2\* - MSU - komb. s horn. tlakem (SIGv = 200 kPa)

Uzel	Stav	Ux [mm]	Uz [mm]	Fiy [mrad]	Uzel	Stav	Ux [mm]	Uz [mm]	Fiy [mrad]
N5	MSU - C1,2,3,51*, 52*	8,1	0,0	-5,1	N15	MSU - C1,2,3,51*, 52*	-1,7	-4,7	0,2
N5	MSU - C1,2,3,51*,(52)*	6,9	0,0	-5,1	N15	MSU - C1,2,3,51*,(52)*	-2,6	-4,6	0,0
N5	MSU - C1,4,51*, 52*	7,8	0,0	-4,1	N15	MSU - C1,4,51*, 52*	-1,3	-2,3	-0,2
N5	MSU - C1,4,51*,(52)*	6,6	0,0	-4,3	N15	MSU - C1,4,51*,(52)*	-2,0	-2,4	-0,1
N11	MSU - C1,2,3,51*, 52*	-0,6	-4,0	-1,5	N25	MSU - C1,2,3,51*, 52*	0,0	-9,8	0,0
N11	MSU - C1,2,3,51*,(52)*	-1,5	-4,0	-1,3	N25	MSU - C1,2,3,51*,(52)*	0,0	-11,3	0,0
N11	MSU - C1,4,51*, 52*	-0,3	-2,4	-1,5	N25	MSU - C1,4,51*, 52*	0,0	-4,1	0,0
N11	MSU - C1,4,51*,(52)*	-1,3	-2,5	-1,1	N25	MSU - C1,4,51*,(52)*	0,0	-5,2	0,0

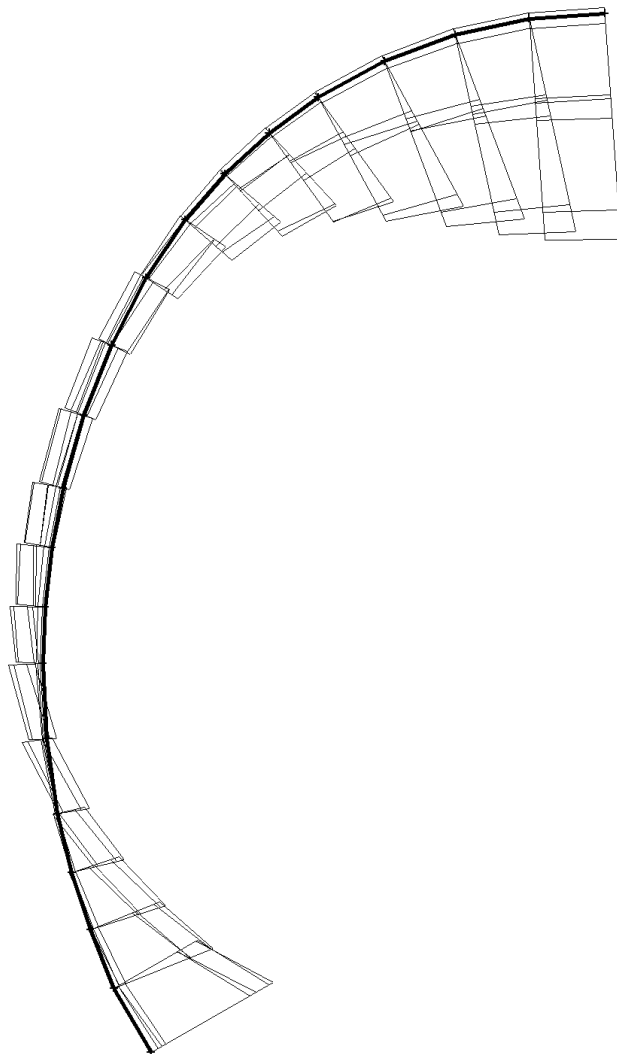
**4.26. Přemístění uzlů  $U_z$  [mm] pro (RC3\* - MSÚ) - obálka všech komb. (horn. tlak SIGv = 200 kPa)**



**4.27. Přemístění uzlů  $U_x$  [mm] pro (RC3\* - MSÚ) - obálka všech komb. (horn. tlak SIGv = 200 kPa)**



**4.28. Deformace prutu uz (LSS) pro (RC3\* - MSÚ) - obálka všech komb. (horn. tlak SIGv = 200 kPa)**



## 5. Výsledky výpočtu - MSP (šířka trhlín)

### 5.1. Výpis vnitřních sil na prutech pro (RC4 - MSP) - obálka komb. bez horn. tlaku

Nelineární výpočet, Extrém : Ne, Systém : LSS

Výběr : B5, B7, B9, B11, B16, B18, B20, B24

Třída : RC4 - MSP - komb. bez horn. tlaku

Dílec	dx [m]	Stav	My [kNm]	N [kN]	Vz [kN]	Dílec	dx [m]	Stav	My [kNm]	N [kN]	Vz [kN]
B5	0,000	MSP - C1,2,3	0,0	-72,8	15,6	B16	0,000	MSP - C1,2,3	-2,4	-30,9	-5,6
B5	0,000	MSP - C1,4	0,0	-116,8	39,7	B16	0,000	MSP - C1,4	10,7	-77,3	-2,4
B5	0,491	MSP - C1,2,3	7,1	-68,9	13,4	B16	0,500	MSP - C1,2,3	-4,9	-28,7	-4,5
B5	0,491	MSP - C1,4	18,9	-113,0	37,4	B16	0,500	MSP - C1,4	11,1	-75,1	4,0
B7	0,000	MSP - C1,2,3	8,0	-63,9	-3,3	B18	0,000	MSP - C1,2,3	-7,9	-23,4	-8,2
B7	0,000	MSP - C1,4	27,1	-112,0	11,0	B18	0,000	MSP - C1,4	11,7	-71,7	-1,9
B7	0,399	MSP - C1,2,3	6,5	-60,8	-4,1	B18	0,401	MSP - C1,2,3	-10,9	-21,9	-6,9
B7	0,399	MSP - C1,4	31,3	-108,9	10,0	B18	0,401	MSP - C1,4	12,0	-70,2	3,2
B9	0,000	MSP - C1,2,3	3,5	-55,0	-10,0	B20	0,000	MSP - C1,2,3	-14,1	-17,5	-8,5
B9	0,000	MSP - C1,4	31,8	-104,4	-8,6	B20	0,000	MSP - C1,4	12,1	-67,6	-2,6
B9	0,499	MSP - C1,2,3	-0,1	-52,0	-4,1	B20	0,400	MSP - C1,2,3	-17,2	-16,3	-6,9
B9	0,499	MSP - C1,4	28,1	-101,4	-5,8	B20	0,400	MSP - C1,4	12,1	-66,4	2,4
B11	0,000	MSP - C1,2,3	-1,8	-46,5	-1,2	B24	0,000	MSP - C1,2,3	-25,1	-9,3	-2,4
B11	0,000	MSP - C1,4	22,8	-94,6	-12,6	B24	0,000	MSP - C1,4	11,8	-62,2	-3,0
B11	0,370	MSP - C1,2,3	-1,7	-45,2	1,8	B24	0,500	MSP - C1,2,3	-25,6	-9,1	0,7
B11	0,370	MSP - C1,4	18,9	-93,2	-8,5	B24	0,500	MSP - C1,4	11,8	-61,9	4,5

### 5.2. Výpis vnitřních sil na prutech pro (RC5 - MSP) - obálka komb. s horn. tlakem (SIGv = 100 kPa)

Nelineární výpočet, Extrém : Ne, Systém : LSS

Výběr : B5, B7, B9, B11, B16, B18, B20, B24

Třída : RC5 - MSP - komb. s horn. tlakem (SIGv = 100 kPa)

Dílec	dx [m]	Stav	My [kNm]	N [kN]	Vz [kN]	Dílec	dx [m]	Stav	My [kNm]	N [kN]	Vz [kN]
B5	0,000	MSP - C1,2,3,51, 52	60,0	-496,8	46,9	B16	0,000	MSP - C1,2,3,51, 52	21,3	-388,7	-14,4
B5	0,000	MSP - C1,2,3,51,(52)	60,0	-497,5	81,0	B16	0,000	MSP - C1,2,3,51,(52)	30,5	-398,6	4,8
B5	0,000	MSP - C1,4,51, 52	60,0	-502,5	57,9	B16	0,000	MSP - C1,4,51, 52	28,1	-395,9	-4,4
B5	0,000	MSP - C1,4,51,(52)	60,0	-510,0	97,0	B16	0,000	MSP - C1,4,51,(52)	29,5	-410,5	5,1
B5	0,491	MSP - C1,2,3,51, 52	87,8	-481,9	64,0	B16	0,500	MSP - C1,2,3,51, 52	20,1	-381,1	9,5
B5	0,491	MSP - C1,2,3,51,(52)	101,4	-489,0	86,8	B16	0,500	MSP - C1,2,3,51,(52)	36,7	-386,2	19,6
B5	0,491	MSP - C1,4,51, 52	93,2	-487,5	75,0	B16	0,500	MSP - C1,4,51, 52	32,8	-388,3	23,0
B5	0,491	MSP - C1,4,51,(52)	109,3	-501,5	102,9	B16	0,500	MSP - C1,4,51,(52)	39,5	-398,1	34,8
B7	0,000	MSP - C1,2,3,51, 52	91,0	-469,3	-12,0	B18	0,000	MSP - C1,2,3,51, 52	15,3	-363,5	-32,3
B7	0,000	MSP - C1,2,3,51,(52)	110,2	-486,3	-7,4	B18	0,000	MSP - C1,2,3,51,(52)	32,7	-359,3	-37,2
B7	0,000	MSP - C1,4,51, 52	100,6	-477,1	-2,4	B18	0,000	MSP - C1,4,51, 52	34,1	-373,8	-20,3
B7	0,000	MSP - C1,4,51,(52)	124,0	-501,9	5,7	B18	0,000	MSP - C1,4,51,(52)	44,6	-375,6	-18,3
B7	0,399	MSP - C1,2,3,51, 52	89,3	-460,9	3,3	B18	0,401	MSP - C1,2,3,51, 52	6,8	-356,8	-10,4
B7	0,399	MSP - C1,2,3,51,(52)	108,4	-481,0	-1,7	B18	0,401	MSP - C1,2,3,51,(52)	21,1	-347,9	-20,7
B7	0,399	MSP - C1,4,51, 52	102,7	-468,7	12,8	B18	0,401	MSP - C1,4,51, 52	30,4	-367,1	1,5
B7	0,399	MSP - C1,4,51,(52)	127,4	-496,6	11,4	B18	0,401	MSP - C1,4,51,(52)	40,6	-364,2	-1,8
B9	0,000	MSP - C1,2,3,51, 52	82,0	-446,0	-44,2	B20	0,000	MSP - C1,2,3,51, 52	-4,2	-337,2	-44,0
B9	0,000	MSP - C1,2,3,51,(52)	95,2	-467,6	-68,8	B20	0,000	MSP - C1,2,3,51,(52)	4,6	-315,9	-59,4
B9	0,000	MSP - C1,4,51, 52	99,0	-455,3	-36,1	B20	0,000	MSP - C1,4,51, 52	23,6	-349,9	-34,7
B9	0,000	MSP - C1,4,51,(52)	119,0	-485,1	-59,3	B20	0,000	MSP - C1,4,51,(52)	30,9	-336,2	-44,7
B9	0,499	MSP - C1,2,3,51, 52	65,4	-439,8	-22,6	B20	0,400	MSP - C1,2,3,51, 52	-16,9	-331,0	-19,4
B9	0,499	MSP - C1,2,3,51,(52)	66,5	-463,3	-43,8	B20	0,400	MSP - C1,2,3,51,(52)	-14,9	-305,3	-38,0
B9	0,499	MSP - C1,4,51, 52	86,3	-449,0	-14,5	B20	0,400	MSP - C1,4,51, 52	14,6	-343,7	-10,1
B9	0,499	MSP - C1,4,51,(52)	93,6	-480,7	-40,0	B20	0,400	MSP - C1,4,51,(52)	17,2	-325,5	-23,3
B11	0,000	MSP - C1,2,3,51, 52	44,9	-425,7	-46,0	B24	0,000	MSP - C1,2,3,51, 52	-53,5	-293,0	-23,7
B11	0,000	MSP - C1,2,3,51,(52)	38,6	-447,4	-54,2	B24	0,000	MSP - C1,2,3,51,(52)	-73,4	-241,6	-27,4
B11	0,000	MSP - C1,4,51, 52	67,3	-435,3	-50,5	B24	0,000	MSP - C1,4,51, 52	-13,7	-308,7	-22,6
B11	0,000	MSP - C1,4,51,(52)	64,8	-464,5	-61,7	B24	0,000	MSP - C1,4,51,(52)	-28,3	-266,5	-25,6
B11	0,370	MSP - C1,2,3,51, 52	31,7	-424,1	-25,4	B24	0,500	MSP - C1,2,3,51, 52	-56,3	-291,5	21,0
B11	0,370	MSP - C1,2,3,51,(52)	23,1	-445,5	-29,8	B24	0,500	MSP - C1,2,3,51,(52)	-78,2	-239,1	17,2
B11	0,370	MSP - C1,4,51, 52	51,9	-433,7	-32,7	B24	0,500	MSP - C1,4,51, 52	-16,0	-307,3	22,2
B11	0,370	MSP - C1,4,51,(52)	46,2	-462,6	-39,0	B24	0,500	MSP - C1,4,51,(52)	-32,1	-264,0	19,0



### 5.3. Výpis vnitřních sil na prutech pro (RC5\* - MSP) - obálka komb. s horn. tlakem (SIGv = 200 kPa)

Nelineární výpočet, Extrém : Ne, Systém : LSS

Výběr : B5, B7, B9, B11, B16, B18, B20, B24

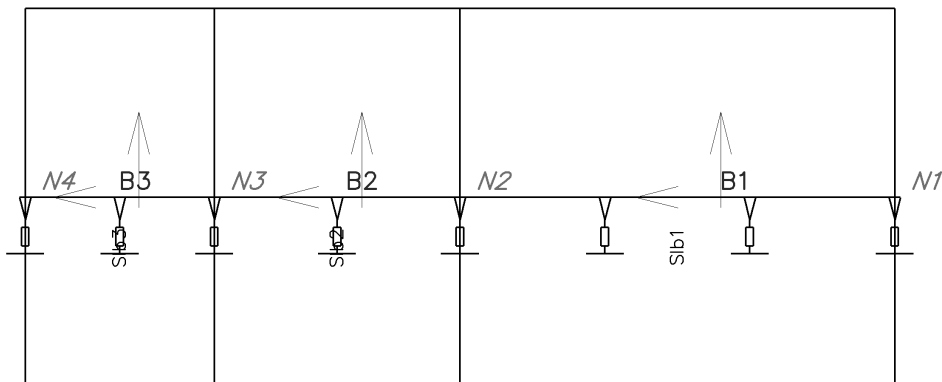
Třída : RC5\* - MSP - komb. s horn. tlakem (SIGv = 200 kPa)

Dílec	dx [m]	Stav	My [kNm]	N [kN]	Vz [kN]	Dílec	dx [m]	Stav	My [kNm]	N [kN]	Vz [kN]
B5	0,000	MSP - C1,2,3,51*, 52*	120,0	-922,2	75,4	B16	0,000	MSP - C1,2,3,51*, 52*	42,6	-747,4	-21,5
B5	0,000	MSP - C1,2,3,51*,(52)*	120,0	-928,2	148,1	B16	0,000	MSP - C1,2,3,51*,(52)*	53,2	-770,1	14,5
B5	0,000	MSP - C1,4,51*, 52*	120,0	-928,0	86,0	B16	0,000	MSP - C1,4,51*, 52*	48,4	-754,7	-9,1
B5	0,000	MSP - C1,4,51*,(52)*	120,0	-941,4	164,4	B16	0,000	MSP - C1,4,51*,(52)*	51,3	-782,3	12,2
B5	0,491	MSP - C1,2,3,51*, 52*	167,2	-896,1	111,8	B16	0,500	MSP - C1,2,3,51*, 52*	43,5	-734,3	25,2
B5	0,491	MSP - C1,2,3,51*,(52)*	196,6	-915,1	162,0	B16	0,500	MSP - C1,2,3,51*,(52)*	69,8	-747,6	50,8
B5	0,491	MSP - C1,4,51*, 52*	172,4	-901,9	122,4	B16	0,500	MSP - C1,4,51*, 52*	56,1	-741,7	39,5
B5	0,491	MSP - C1,4,51*,(52)*	204,6	-928,2	178,3	B16	0,500	MSP - C1,4,51*,(52)*	71,0	-759,8	66,4
B7	0,000	MSP - C1,2,3,51*, 52*	171,4	-875,4	-23,7	B18	0,000	MSP - C1,2,3,51*, 52*	37,8	-704,9	-55,0
B7	0,000	MSP - C1,2,3,51*,(52)*	213,7	-914,9	-11,1	B18	0,000	MSP - C1,2,3,51*,(52)*	67,9	-700,5	-60,0
B7	0,000	MSP - C1,4,51*, 52*	180,7	-883,3	-14,5	B18	0,000	MSP - C1,4,51*, 52*	56,5	-715,4	-42,8
B7	0,000	MSP - C1,4,51*,(52)*	227,7	-931,2	2,2	B18	0,000	MSP - C1,4,51*,(52)*	79,0	-717,6	-40,2
B7	0,399	MSP - C1,2,3,51*, 52*	168,3	-861,7	7,8	B18	0,401	MSP - C1,2,3,51*, 52*	24,2	-692,8	-12,5
B7	0,399	MSP - C1,2,3,51*,(52)*	211,7	-907,4	1,5	B18	0,401	MSP - C1,2,3,51*,(52)*	50,3	-679,2	-28,2
B7	0,399	MSP - C1,4,51*, 52*	181,2	-869,6	17,0	B18	0,401	MSP - C1,4,51*, 52*	47,8	-703,3	-0,3
B7	0,399	MSP - C1,4,51*,(52)*	231,0	-923,7	14,7	B18	0,401	MSP - C1,4,51*,(52)*	69,3	-696,3	-8,5
B9	0,000	MSP - C1,2,3,51*, 52*	156,3	-837,7	-76,5	B20	0,000	MSP - C1,2,3,51*, 52*	5,8	-658,4	-78,3
B9	0,000	MSP - C1,2,3,51*,(52)*	189,3	-886,8	-124,0	B20	0,000	MSP - C1,2,3,51*,(52)*	22,7	-621,1	-105,4
B9	0,000	MSP - C1,4,51*, 52*	172,6	-847,0	-68,8	B20	0,000	MSP - C1,4,51*, 52*	33,8	-671,4	-68,9
B9	0,000	MSP - C1,4,51*,(52)*	213,3	-905,0	-114,5	B20	0,000	MSP - C1,4,51*,(52)*	48,8	-642,3	-90,0
B9	0,499	MSP - C1,2,3,51*, 52*	129,0	-828,2	-33,0	B20	0,400	MSP - C1,2,3,51*, 52*	-16,0	-647,1	-30,7
B9	0,499	MSP - C1,2,3,51*,(52)*	136,9	-881,1	-80,5	B20	0,400	MSP - C1,2,3,51*,(52)*	-11,2	-601,0	-64,2
B9	0,499	MSP - C1,4,51*, 52*	149,2	-837,5	-25,2	B20	0,400	MSP - C1,4,51*, 52*	15,8	-660,1	-21,3
B9	0,499	MSP - C1,4,51*,(52)*	164,4	-899,3	-76,6	B20	0,400	MSP - C1,4,51*,(52)*	21,0	-622,1	-48,9
B11	0,000	MSP - C1,2,3,51*, 52*	93,0	-806,6	-87,5	B24	0,000	MSP - C1,2,3,51*, 52*	-80,2	-578,4	-44,9
B11	0,000	MSP - C1,2,3,51*,(52)*	83,8	-855,2	-107,2	B24	0,000	MSP - C1,2,3,51*,(52)*	-116,1	-482,1	-51,9
B11	0,000	MSP - C1,4,51*, 52*	115,4	-816,4	-90,9	B24	0,000	MSP - C1,4,51*, 52*	-40,1	-594,5	-43,7
B11	0,000	MSP - C1,4,51*,(52)*	110,4	-873,1	-114,6	B24	0,000	MSP - C1,4,51*,(52)*	-70,2	-508,1	-50,0
B11	0,370	MSP - C1,2,3,51*, 52*	67,4	-804,6	-51,2	B24	0,500	MSP - C1,2,3,51*, 52*	-85,3	-575,8	41,5
B11	0,370	MSP - C1,2,3,51*,(52)*	52,4	-852,7	-62,3	B24	0,500	MSP - C1,2,3,51*,(52)*	-124,7	-477,3	34,4
B11	0,370	MSP - C1,4,51*, 52*	87,9	-814,5	-57,6	B24	0,500	MSP - C1,4,51*, 52*	-44,6	-591,9	42,7
B11	0,370	MSP - C1,4,51*,(52)*	76,0	-870,6	-71,4	B24	0,500	MSP - C1,4,51*,(52)*	-77,9	-503,4	36,3

## VÝPOČET ZÁKLADOVÉ PATKY

### 1. Popis modelu

#### 1.1. Výpočetní model



### 1.2. Materiály

Beton EC2

Jméno	Typ	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$E_{mod}$ [MPa]	$\mu$	$\alpha$ [m/mK]	$f_{c,k.28}$ [MPa]
C25/30	Beton	2500,0	3,1000e+04	0,2	1,00e-05	25,00

### 1.3. Uzly

Jméno	Souř. X [m]	Souř. Z [m]
N1	0,000	0,000
N2	-0,575	0,000
N3	-0,900	0,000
N4	-1,150	0,000

### 1.4. Prvky

Jméno	Poč. uzel	Konc. uzel	Délka [m]	Průřez	Materiál	Typ
B1	N1	N2	0,575	patka - Obdélník (500; 1000)	C25/30	obecný (0)
B2	N2	N3	0,325	patka - Obdélník (500; 1000)	C25/30	obecný (0)
B3	N3	N4	0,250	patka - Obdélník (500; 1000)	C25/30	obecný (0)

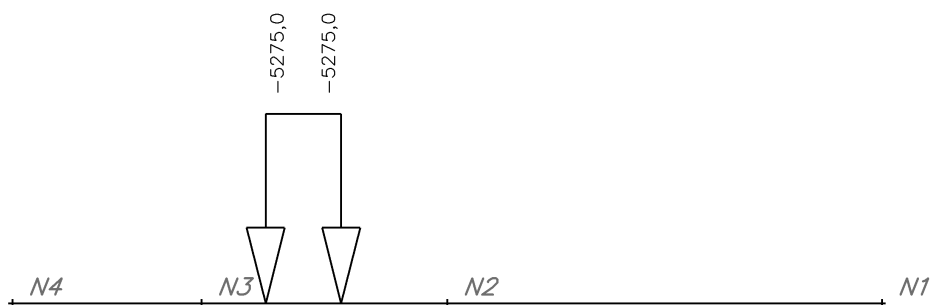
### 1.5. Liniová podpora na prutech

Jméno	Typ	Dílec	Poz x <sub>1</sub>	Souř.	X	Z	Ry	Tuhost Z [MN/m <sup>2</sup> ]
		Systém	Poz x <sub>2</sub>	Poč				
Slb1	Přímka	B1	0,000	Rela	Volný	Pružná jen tlak	Volný	2,5000e+02
		LSS	1,000	Od počátku				
Slb2	Přímka	B2	0,000	Rela	Volný	Pružná jen tlak	Volný	2,5000e+02
		LSS	1,000	Od počátku				
Slb3	Přímka	B3	0,000	Rela	Volný	Pružná jen tlak	Volný	2,5000e+02
		LSS	1,000	Od počátku				

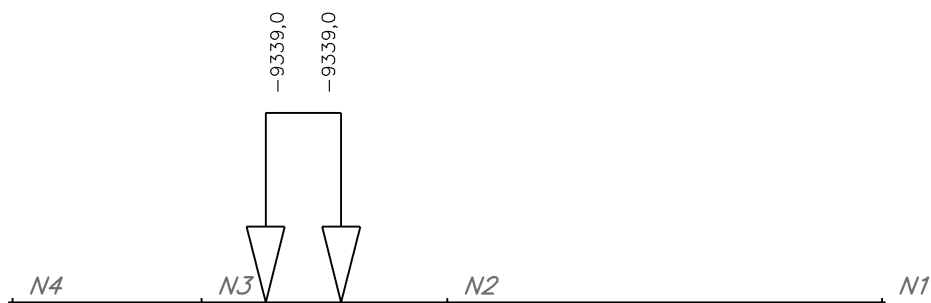
### 1.6. Zatěžovací stavy

Jméno	Popis	Typ působení	Typ zatížení	Skupina zatížení	Směr
ZS1 - VLT	Vlastní tíha patky	Stálé	Vlastní tíha	LG1	-Z
ZS - HKL	Zatížení od horní klenby - C1,4,51,(52)	Stálé	Standard	LG1	
ZS - HKL*	Zatížení od horní klenby - C1,4,51*,(52)*	Stálé	Standard	LG1	

### 1.7. Zatížení od horní klenby - ZS - HKL [kN/m]



### 1.8. Zatížení od horní klenby - ZS\* - HKL [kN/m]



Poznámka:

- v zadané poloze zatížení je zohledněna excentricita normálové síly v pracovní spáře mezi horní klenbou a patkou.

### 1.9. Spojité zatížení

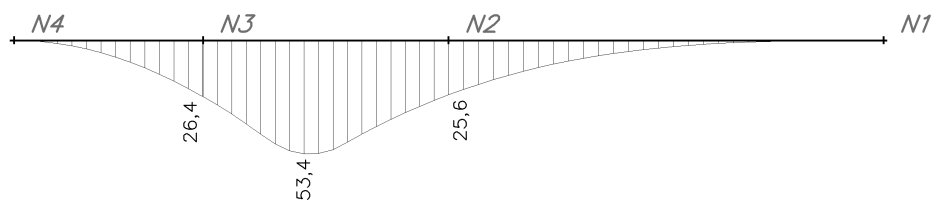
ZS	Jméno	Dílec	Typ	Systém	Směr	Rozložení	P <sub>1</sub> [kN/m]	P <sub>2</sub> [kN/m]	Poz x <sub>1</sub> [m]	Poz x <sub>2</sub> [m]	Souř.	Poloha	Poč
ZS - HKL	LF1	B2	Síla	LSS	Z	Rovnoměrné	-5275,0		0,085	0,185	Abso	Délka	Od konce
ZS - HKL	LF2	B2	Síla	LSS	Z	Rovnoměrné	-9339,0		0,085	0,185	Abso	Délka	Od konce

### 1.10. Kombinace zatížení

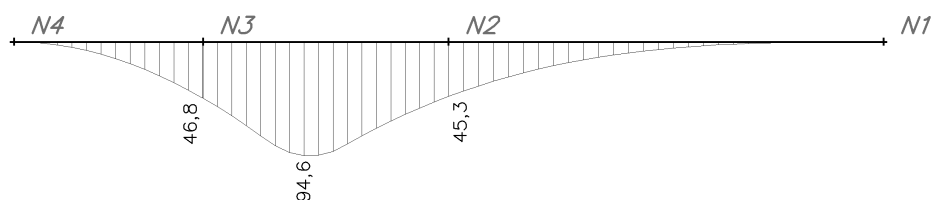
Jméno	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
Typ		
C1,4,51,(52)	ZS1 - VLT - Vlastní tíha patky	1,00
Únosnost	ZS - HKL - Zatížení od horní klenby - C1,4,51,(52)	1,00
C1,4,51*,(52)*	ZS1 - VLT - Vlastní tíha patky	1,00
Únosnost	ZS - HKL* - Zatížení od horní klenby - C1,4,51*,(52)*	1,00

## 2. Výsledky výpočtu - MSÚ

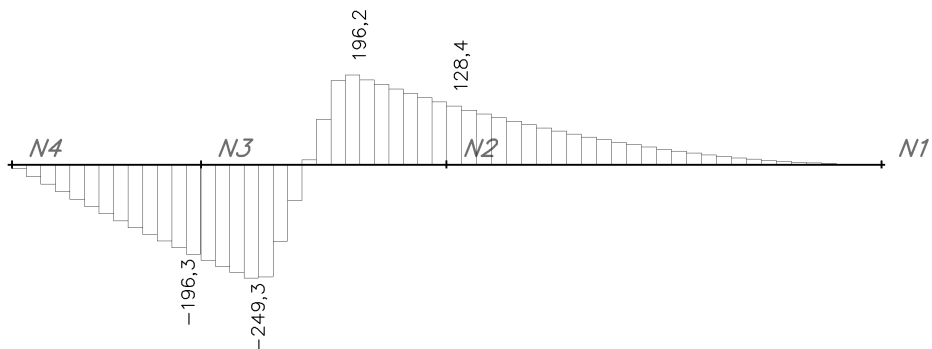
### 2.1. Momenty $M$ [kNm] - kombinace C1,4,51,(52)



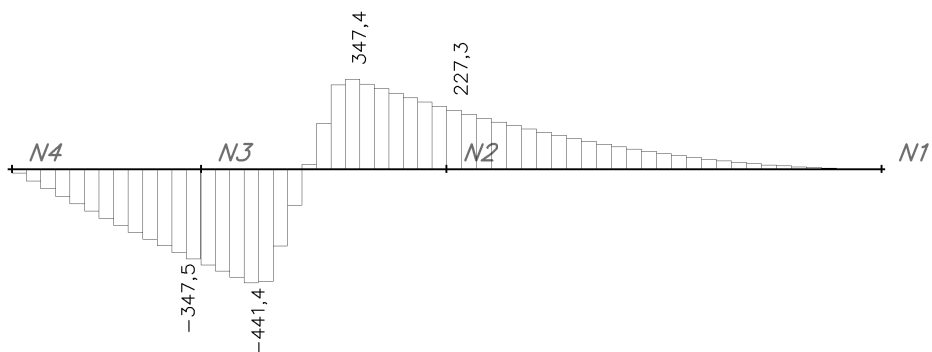
### 2.2. Momenty $M$ [kNm] - kombinace C1,4,51\*,(52)\*



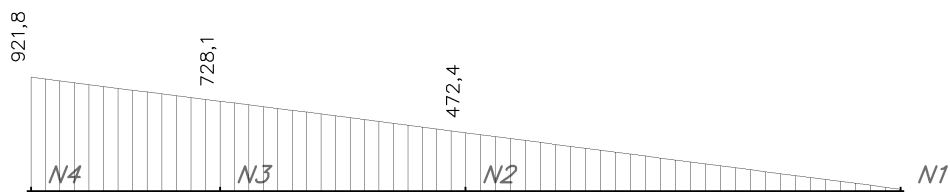
### 2.3. Posouvající síly $V$ [kN] - kombinace C1,4,51,(52)



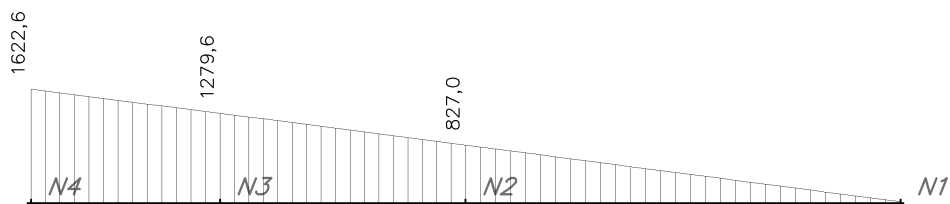
### 2.4. Posouvající síly $V$ [kN] - kombinace C1,4,51\*,(52)\*



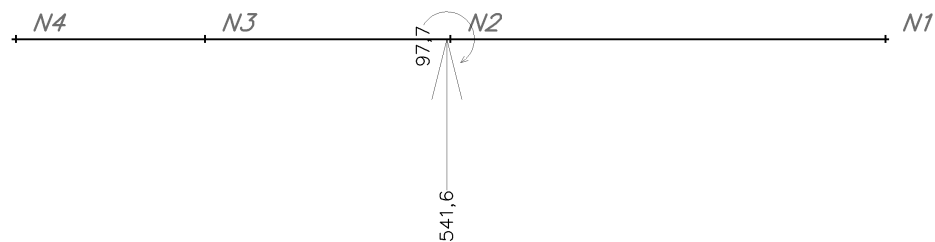
## 2.5. Kontaktní napětí $\sigma_{az}$ [kPa] pod patkou - kombinace C1,4,51,(52)



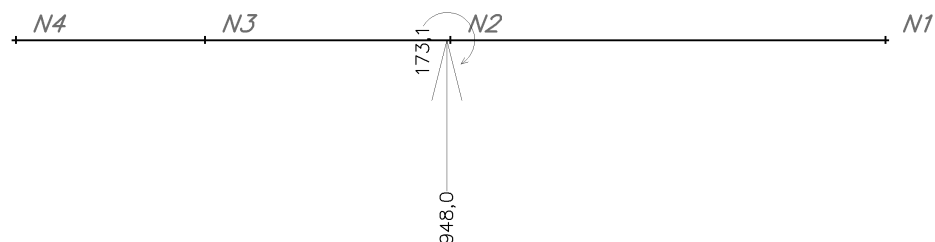
## 2.6. Kontaktní napětí $\sigma_{az}$ [kPa] pod patkou - kombinace C1,4,51\*,(52)\*



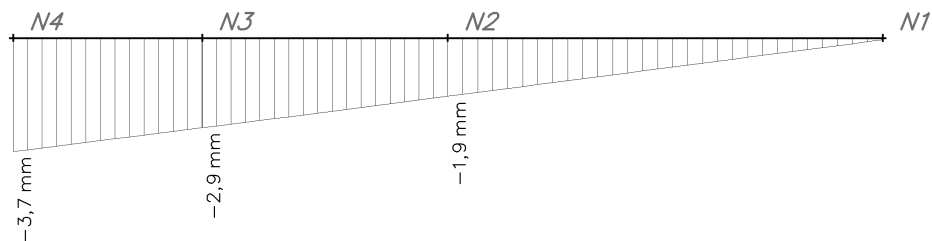
## 2.7. Výslednice reakcí pod patkou $R_z$ [kN], $M$ [kNm] - kombinace C1,4,51,(52)



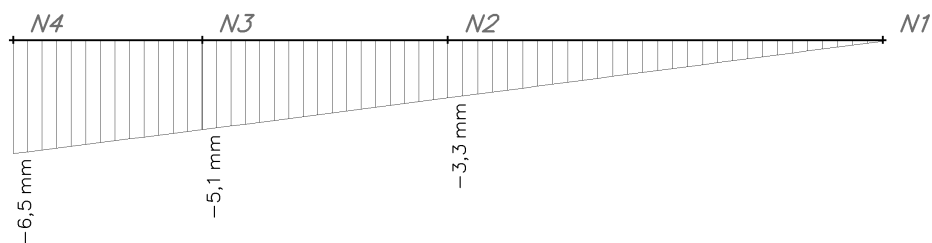
## 2.8. Výslednice reakcí pod patkou $R_z$ [kN], $M$ [kNm] - kombinace C1,4,51\*,(52)\*



## 2.9. Deformace prutu uz (LSS) - kombinace C1,4,51,(52)



## 2.10. Deformace prutu uz (LSS) - kombinace C1,4,51\*,(52)\*



## PŘEHLED VNITŘNÍCH SIL

### VÝSLEDKY PRO MODELOVÉ ZATÍŽENÍ HORN. TLAKEM (SCIA)

#### VRCHOL KLENBY (UZEL N25, H = 300 mm)

Kombinace	modelové zatížení	MSÚ			MSP - trhliny	
		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	M [kNm]
C1,2,3	-	-10,1	50,5		-9,1	25,6
C1,4	-	-166,3	-28,5		-61,9	-11,8
C1,2,3,51,52 - modelové	100 kPa	-290,0	83,7		-291,5	56,3
C1,2,3,51*,52* - modelové	200 kPa	-573,3	113,4		-575,8	85,3
C1,2,3,51,(52) - modelové	100 kPa	<b>-233,4</b>	<b>108,5</b>		<b>-239,1</b>	<b>78,2</b>
C1,2,3,51*,(52)* - modelové	200 kPa	<b>-468,1</b>	<b>157,3</b>		<b>-477,3</b>	<b>124,7</b>
C1,4,51,52 - modelové	100 kPa	-322,8	-7,0		-307,3	16,0
C1,4,51*,52* - modelové	200 kPa	-605,7	22,5		-591,9	44,6
C1,4,51,(52) - modelové	100 kPa	-282,9	7,5		-264,0	32,1
C1,4,51*,(52)* - modelové	200 kPa	-521,1	53,8		-503,4	77,9

#### BOK TUNELU (UZEL N10, H = 300 mm)

Kombinace	modelové zatížení	MSÚ			MSP - trhliny	
		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	M [kNm]
C1,2,3	-	-67,7	9,3		-50,5	0,0
C1,4	-	-219,0	-61,7		-99,5	-28,1
C1,2,3,51,52 - modelové	100 kPa	-449,4	-55,2		-434,3	-65,4
C1,2,3,51*,52* - modelové	200 kPa	-833,9	-119,5		-819,4	-129,0
C1,2,3,51,(52) - modelové	100 kPa	-467,9	-52,7	-79,2	-456,2	-66,5
C1,2,3,51*,(52)* - modelové	200 kPa	-877,5	-122,1	-147,4	-868,8	-136,9
C1,4,51,52 - modelové	100 kPa	-470,2	-106,1		-444,2	-86,3
C1,4,51*,52* - modelové	200 kPa	-854,0	-168,5		-829,4	-149,2
C1,4,51,(52) - modelové	100 kPa	<b>-502,8</b>	<b>-115,1</b>	77,2	<b>-473,9</b>	<b>-93,6</b>
C1,4,51*,(52)* - modelové	200 kPa	<b>-915,2</b>	<b>-185,7</b>	144,5	<b>-887,2</b>	<b>-164,4</b>

#### BOK TUNELU (UZLY N6 - N9, Hmin = 350 mm)

Kombinace	modelové zatížení	MSÚ			MSP - trhliny	
		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	M [kNm]
C1,2,3	-	-94,2	-6,8		-63,9	-8,0
C1,4	-	-226,1	-68,4		-104,4	-31,8
C1,2,3,51,52 - modelové	100 kPa	-490,3	-90,1		-469,3	-91,0
C1,2,3,51*,52* - modelové	200 kPa	-895,8	-170,8		-875,4	-171,4
C1,2,3,51,(52) - modelové	100 kPa	-503,8	-106,5		-486,3	-110,2
C1,2,3,51*,(52)* - modelové	200 kPa	-929,6	-209,5		-914,9	-213,7
C1,4,51,52 - modelové	100 kPa	-496,6	-118,5		-466,0	-102,7
C1,4,51*,52* - modelové	200 kPa	-896,1	-196,5		-864,7	-181,2
C1,4,51,(52) - modelové	100 kPa	<b>-525,5</b>	<b>-144,8</b>	120,0	<b>-494,5</b>	<b>-127,4</b>
C1,4,51*,(52)* - modelové	200 kPa	<b>-950,2</b>	<b>-248,2</b>	195,2	<b>-920,0</b>	<b>-231,0</b>

#### ZÁKLADOVÁ PATKA (H = 500 mm)

Kombinace	modelové zatížení	MSÚ			MSP - trhliny	
		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	M [kNm]
C1,4,51,(52) - modelové	100 kPa	-	-53,4	196,2	-	-53,4
C1,4,51*,(52)* - modelové	200 kPa	-	-94,6	347,4	-	-94,6

## PŘEHLED VNITŘNÍCH SIL

### VÝSLEDKY PRO PŘEDPOKLÁDANÉ ZATÍŽENÍ HORN. TLAKEM

(interpolace mezi výsledky pro modelové zatížení)

#### VRCHOL KLENBY (UZEL N25, H = 300 mm)

Kombinace	předpokl. zatížení	MSÚ			MSP - trhliny	
		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	M [kNm]
C1,2,3	-	-10,1	50,5		-9,1	25,6
C1,4	-	-166,3	-28,5		-61,9	-11,8
C1,2,3,51,52 - předpokl.	- kvazist.	125 kPa	-	-	-362,6	63,6
	- návrh.	175 kPa	-502,5	106,0	-	-
C1,2,3,51,(52) - předpokl.	- kvazist.	125 kPa	-	-	-298,7	89,8
	- návrh.	175 kPa	-409,4	145,1	-	-
C1,4,51,52 - předpokl.	- kvazist.	125 kPa	-	-	-378,5	23,2
	- návrh.	175 kPa	-535,0	15,1	-	-
C1,4,51,(52) - předpokl.	- kvazist.	125 kPa	-	-	-323,9	43,6
	- návrh.	175 kPa	-461,6	42,2	-	-

#### BOK TUNELU (UZEL N10, H = 300 mm)

Kombinace	předpokl. zatížení	MSÚ			MSP - trhliny	
		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	M [kNm]
C1,2,3	-	-67,7	9,3		-50,5	0,0
C1,4	-	-219,0	-61,7		-99,5	-28,1
C1,2,3,51,52 - předpokl.	- kvazist.	125 kPa	-	-	-530,6	-81,3
	- návrh.	175 kPa	-737,8	-103,4	-	-
C1,2,3,51,(52) - předpokl.	- kvazist.	125 kPa	-	-	-559,4	-84,1
	- návrh.	175 kPa	-775,1	-104,8	-130,4	-
C1,4,51,52 - předpokl.	- kvazist.	125 kPa	-	-	-540,5	-102,0
	- návrh.	175 kPa	-758,1	-152,9	-	-
C1,4,51,(52) - předpokl.	- kvazist.	125 kPa	-	-	-577,2	-111,3
	- návrh.	175 kPa	-812,1	-168,1	127,7	-

#### BOK TUNELU (UZLY N6 - N9, Hmin = 350 mm)

Kombinace	předpokl. zatížení	MSÚ			MSP - trhliny	
		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	M [kNm]
C1,2,3	-	-94,2	-6,8		-63,9	-8,0
C1,4	-	-226,1	-68,4		-104,4	-31,8
C1,2,3,51,52 - předpokl.	- kvazist.	125 kPa	-	-	-570,8	-111,1
	- návrh.	175 kPa	-794,4	-150,6	-	-
C1,2,3,51,(52) - předpokl.	- kvazist.	125 kPa	-	-	-593,5	-136,1
	- návrh.	175 kPa	-823,2	-183,8	-	-
C1,4,51,52 - předpokl.	- kvazist.	125 kPa	-	-	-565,7	-122,3
	- návrh.	175 kPa	-796,2	-177,0	-	-
C1,4,51,(52) - předpokl.	- kvazist.	125 kPa	-	-	-600,9	-153,3
	- návrh.	175 kPa	-844,0	-222,4	176,4	-

#### ZÁKLADOVÁ PATKA (H = 500 mm)

Kombinace	předpokl. zatížení	MSÚ			MSP - trhliny	
		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	M [kNm]
C1,4,51,(52) - předpokl.	- kvazist.	125 kPa	-	-	-	-63,7
	- návrh.	175 kPa	-	-84,3	309,6	-



## POSOUZENÍ ŽLB. PRŮŘEZŮ

### Projekt

Datum : 07/2023

### Norma

Norma **EN 1992-1-1/Česko.**

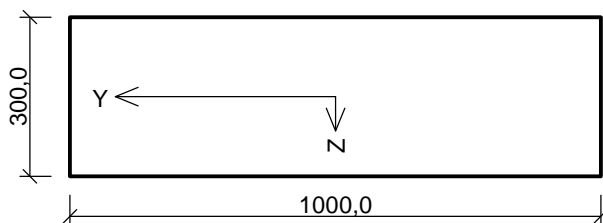
Únosnost betonu - základní kombinace zatížení :  $\gamma_C = 1,500$   
Únosnost výztuže - základní kombinace zatížení :  $\gamma_S = 1,150$   
Únosnost betonu - mimořádná kombinace zatížení :  $\gamma_C = 1,200$   
Únosnost výztuže - mimořádná kombinace zatížení :  $\gamma_S = 1,000$   
Modul pružnosti betonu :  $\gamma_{cE} = 1,200$   
Tlaková pevnost betonu :  $\alpha_{cc} = 1,000$

### 1 Vrchol-klenby\_H=300mm

#### 1.1 Vstupní data

Typ prvku: stěna

##### Průřez



##### Materiály

###### Beton: C 25/30

Válcová pevnost v tlaku  $f_{ck} = 25,0$  MPa  
Pevnost v tahu  $f_{ctm} = 2,6$  MPa  
Modul pružnosti  $E_{cm} = 31000$  MPa

###### Ocel podélná: B500B

Mez kluzu  $f_{yk} = 500,0$  MPa  
Modul pružnosti  $E_s = 200000$  MPa

###### Ocel příčná: B500B

Mez kluzu  $f_{yk} = 500,0$  MPa  
Modul pružnosti  $E_s = 200000$  MPa

##### Vnitřní síly - základní návrhová (MSÚ)

č.	Název zatěžovacího případu	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	$V_{Edz}$ [kN]	QP koef. [-]
1	N25: MSU - C1,2,3	-10,10	50,50	0,00	1,000
2	N25: MSÚ - C1,4	-166,30	-28,50	0,00	1,000
3	N25: MSU - C1,2,3,51,52	-502,50	106,00	0,00	1,000
4	N25: MSU - C1,2,3,51,(52)	-409,40	145,10	0,00	1,000
5	N25: MSU - C1,4,51,52	-535,00	15,10	0,00	1,000
6	N25: MSU - C1,4,51,(52)	-461,60	42,20	0,00	1,000

##### Vnitřní síly - kvazistálá (MSP)

č.	Název zatěžovacího případu	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]
1	N25: MSP - C1,2,3	-9,10	25,60
2	N25: MSP - C1,4	-61,90	-11,80
3	N25: MSP - C1,2,3,51,(52)	-298,70	89,80

## Podélná výztuž

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
10	8	70,0	horní výztuž
10	8	70,0	dolní výztuž
5	14	70,0	dolní výztuž

	10x8-kr.70,0
	5x14+10x8-kr.70,0

S tlačnou výztuží není počítáno.

## Smyková výztuž

Průřez bez smykové výztuže.

## 1.2 Výsledky

### Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Stěna (celková výztuž):

$$\rho_s = 0,00592 \geq \rho_{s,min} = 0,002 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00592 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Minimální plocha vodorovné výztuže:  $A_{sh,min} = 443,7 \text{ mm}^2$

### Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	$M_{Rdy}$ [kNm]	$V_{Edz}$ [kN]	$V_{Rdz}$ [kN]	Využití [%]	Posouzení
1	N25: MSU - C1,2,3	-10,10	50,50	122,18	0,00	0,00	41,3	Vyhovuje
2	N25: MSÚ - C1,4	-166,30	-28,50	-84,74	0,00	0,00	33,6	Vyhovuje
3	N25: MSU - C1,2,3,51,52	-502,50	106,00	165,59	0,00	0,00	64,0	Vyhovuje
4	N25: MSU - C1,2,3,51,(52)	-409,40	145,10	157,74	0,00	0,00	92,0	Vyhovuje
5	N25: MSU - C1,4,51,52	-535,00	15,10	168,12	0,00	0,00	10,7	Vyhovuje
6	N25: MSU - C1,4,51,(52)	-461,60	42,20	162,17	0,00	0,00	26,0	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 92,0 %

### Posouzení mezního stavu použitelnosti

#### Mezní stav omezení šířky trhlín

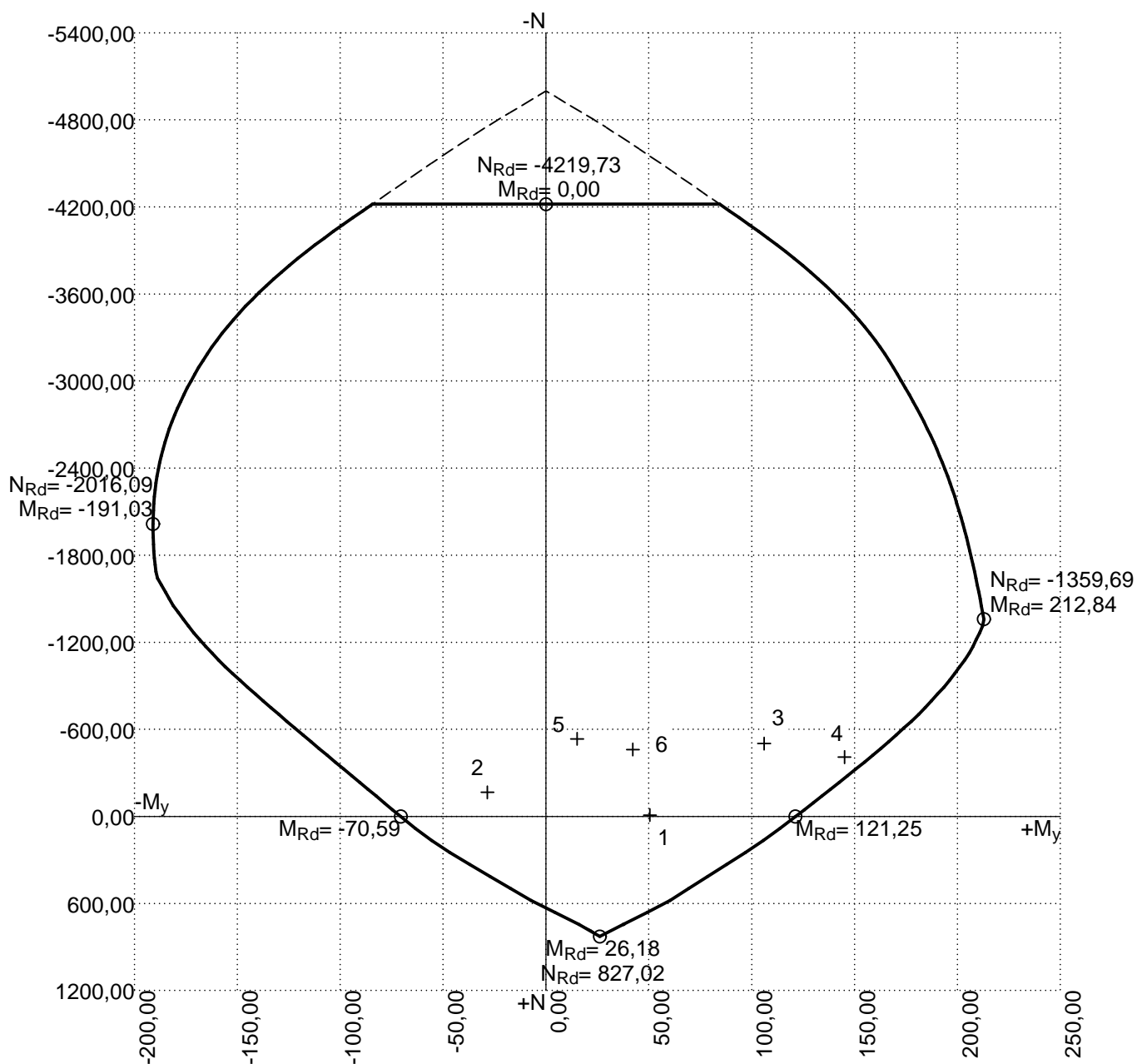
č.	Název	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	$\Delta\epsilon$ [-]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Využití [%]	Posouzení
1	N25: MSP - C1,2,3	-9,10	25,60	$277 \cdot 10^{-6}$	0,317	0,088	29,2	Vyhovuje
2	N25: MSP - C1,4	-61,90	-11,80	$111 \cdot 10^{-6}$	0,618	0,069	22,9	Vyhovuje
3	N25: MSP - C1,2,3,51,(52)	-298,70	89,80	$616 \cdot 10^{-6}$	0,317	0,195	65,0	Vyhovuje
Maximální povolená šířka $w_{max}$						0,300		

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 65,0 %

### Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE

Využití: 92,0 %

### Interakční diagram

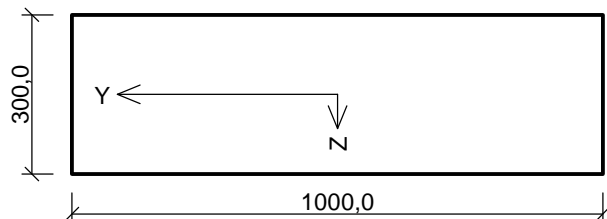


## 2 Bok-tunelu\_H=300mm

### 2.1 Vstupní data

Typ prvku: stěna

#### Průřez



#### Materiály

##### Beton: C 25/30

Válcová pevnost v tlaku  $f_{ck}$  = 25,0 MPa

Pevnost v tahu  $f_{ctm}$  = 2,6 MPa

Modul pružnosti  $E_{cm}$  = 31000 MPa

##### Ocel podélná: B500B

Mez kluzu  $f_{yk}$  = 500,0 MPa

Modul pružnosti  $E_s$  = 200000 MPa

##### Ocel příčná: B500B

Mez kluzu  $f_{yk}$  = 500,0 MPa

Modul pružnosti  $E_s$  = 200000 MPa

#### Vnitřní síly - základní návrhová (MSÚ)

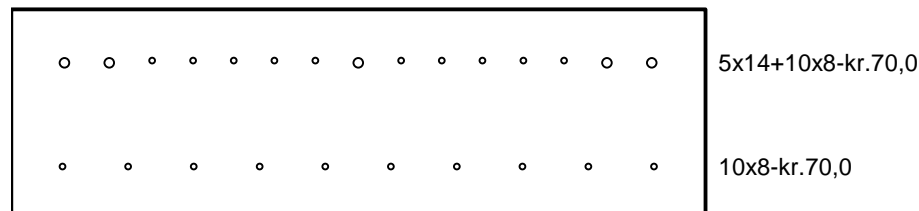
č.	Název zatěžovacího případu	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	$V_{Edz}$ [kN]	QP koef. [-]
1	N10: MSU - C1,2,3	-67,70	9,30	0,00	1,000
2	N10: MSU - C1,4	-219,00	-61,70	0,00	1,000
3	N10: MSU - C1,2,3,51,52	-737,80	-103,40	0,00	1,000
4	N10: MSU - C1,2,3,51,(52)	-775,10	-104,80	130,40	1,000
5	N10: MSU - C1,4,51,52	-758,10	-152,90	0,00	1,000
6	N10: MSU - C1,4,51,(52)	-812,10	-168,10	0,00	1,000

#### Vnitřní síly - kvazistálá (MSP)

č.	Název zatěžovacího případu	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]
1	N10: MSP - C1,2,3	-50,50	0,00
2	N10: MSP - C1,4	-99,50	-28,10
3	N10: MSP - C1,4,51,(52)	-577,20	-111,30

#### Podélná výztuž

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
10	8	70,0	horní výztuž
5	14	70,0	horní výztuž
10	8	70,0	dolní výztuž



S tlačnou výztuží není počítáno.

#### Smyková výztuž

Průřez bez smykové výztuže.

## 2.2 Výsledky

### Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Stěna (celková výztuž):

$$\rho_s = 0,00592 \geq \rho_{s,min} = 0,002 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00592 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Minimální plocha vodorovné výztuže:  $A_{sh,min} = 443,7 \text{ mm}^2$

### Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	$M_{Rdy}$ [kNm]	$V_{Edz}$ [kN]	$V_{Rdz}$ [kN]	Využití [%]	Posouzení
1	N10: MSU - C1,2,3	-67,70	9,30	76,35	0,00	0,00	12,2	Vyhovuje
2	N10: MSU - C1,4	-219,00	-61,70	-141,11	0,00	0,00	43,7	Vyhovuje
3	N10: MSU - C1,2,3,51,52	-737,80	-103,40	-183,43	0,00	0,00	56,4	Vyhovuje
4	N10: MSU - C1,2,3,51,(52)	-775,10	-104,80	-185,87	130,40	213,53	61,1	Vyhovuje
5	N10: MSU - C1,4,51,52	-758,10	-152,90	-184,76	0,00	0,00	82,8	Vyhovuje
6	N10: MSU - C1,4,51,(52)	-812,10	-168,10	-188,29	0,00	0,00	89,3	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 89,3 %

### Posouzení mezního stavu použitelnosti

#### Mezní stav omezení šířky trhlín

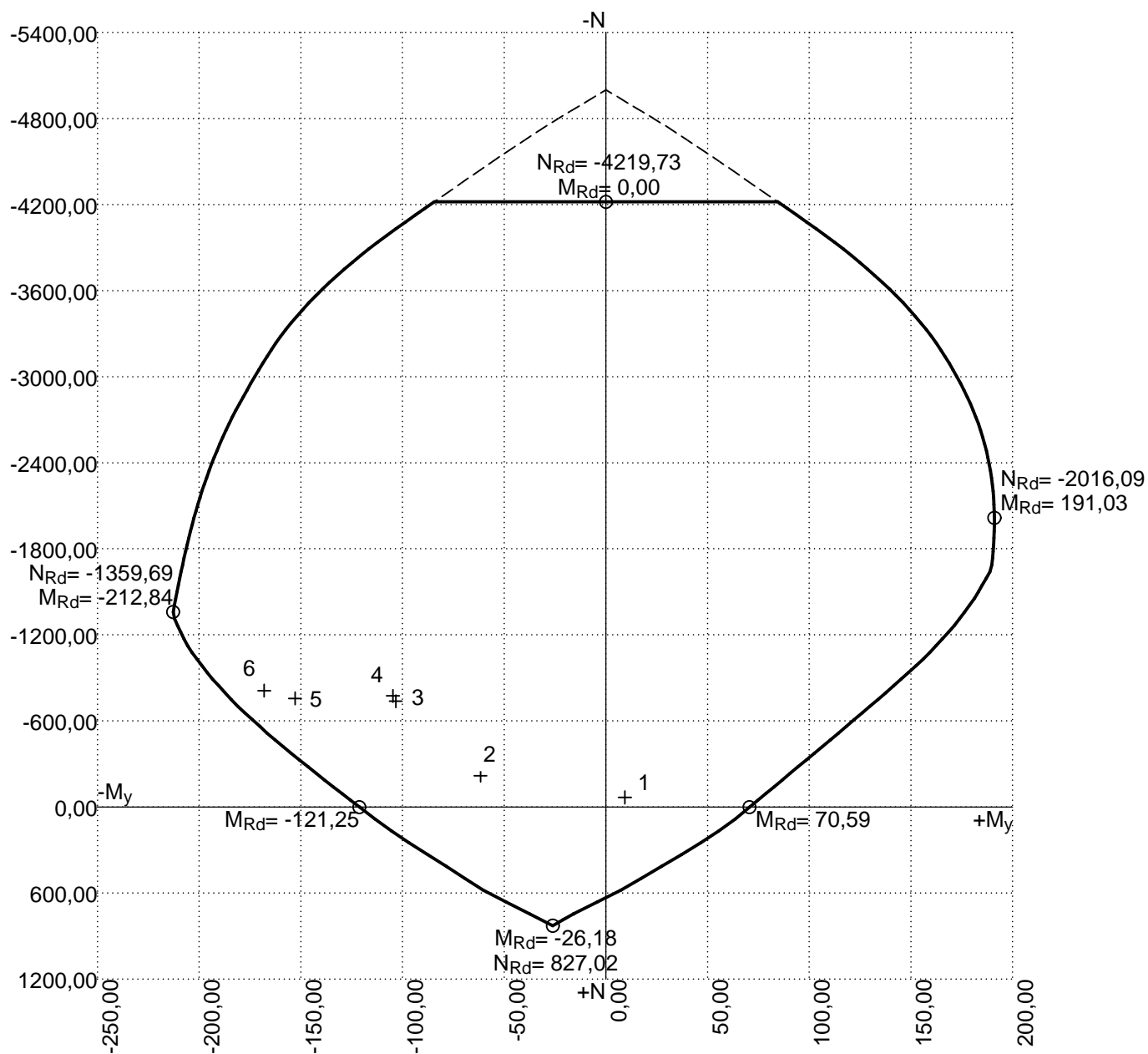
č.	Název	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	$\Delta\epsilon$ [-]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Využití [%]	Posouzení
1	N10: MSP - C1,2,3	-50,50	0,00	-	-	0,000	0,0	Vyhovuje
2	N10: MSP - C1,4	-99,50	-28,10	$185 \cdot 10^{-6}$	0,336	0,062	20,8	Vyhovuje
3	N10: MSP - C1,4,51,(52)	-577,20	-111,30	$513 \cdot 10^{-6}$	0,237	0,122	40,6	Vyhovuje
Maximální povolená šířka $w_{max}$						0,300		

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 40,6 %

### Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE

Využití: 89,3 %

#### Interakční diagram

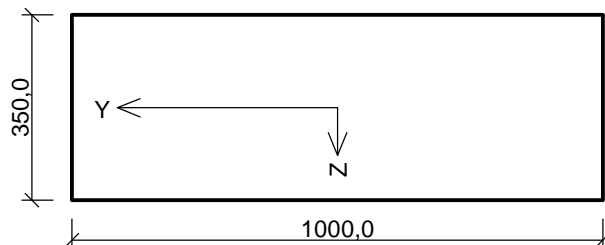


## 3 Bok-tunelu\_H=350mm

### 3.1 Vstupní data

Typ prvku: stěna

#### Průřez



#### Materiály

##### Beton: C 25/30

Válcová pevnost v tlaku  $f_{ck} = 25,0$  MPa

Pevnost v tahu  $f_{ctm} = 2,6$  MPa

Modul pružnosti  $E_{cm} = 31000$  MPa

##### Ocel podélná: B500B

Mez kluzu  $f_{yk} = 500,0$  MPa

Modul pružnosti  $E_s = 200000$  MPa

##### Ocel příčná: B500B

Mez kluzu  $f_{yk} = 500,0$  MPa

Modul pružnosti  $E_s = 200000$  MPa

#### Vnitřní síly - základní návrhová (MSÚ)

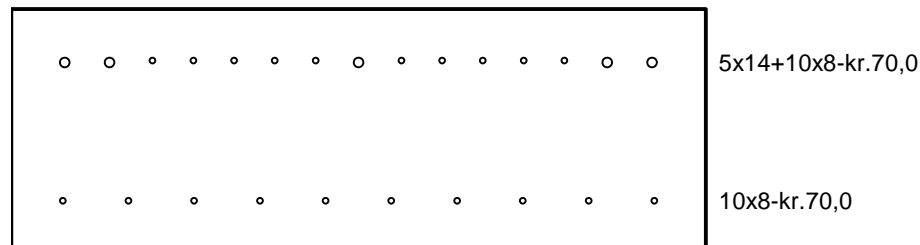
č.	Název zatěžovacího případu	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	$V_{Edz}$ [kN]	QP koef. [-]
1	N6: MSU - C1,2,3	-94,20	-6,80	0,00	1,000
2	N9: MSU - C1,4	-226,10	-68,40	0,00	1,000
3	N7: MSU - C1,2,3,51,52	-794,40	-150,60	0,00	1,000
4	N7: MSU - C1,2,3,51,(52)	-823,20	-183,80	0,00	1,000
5	N8: MSU - C1,4,51,52	-796,20	-177,00	0,00	1,000
6	N8: MSU - C1,4,51,(52)	-844,00	-222,40	176,40	1,000

#### Vnitřní síly - kvazistálá (MSP)

č.	Název zatěžovacího případu	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]
1	N7: MSP - C1,2,3	-63,90	-8,00
2	N9: MSP - C1,4	-104,40	-31,80
3	N8: MSP - C1,4,51,(52)	-600,90	-153,30

#### Podélná výztuž

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
10	8	70,0	horní výztuž
5	14	70,0	horní výztuž
10	8	70,0	dolní výztuž



S tlačnou výztuží není počítáno.

#### Smyková výztuž

Průřez bez smykové výztuže.

## 3.2 Výsledky

### Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Stěna (celková výztuž):

$$\rho_s = 0,00507 \geq \rho_{s,min} = 0,002 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00507 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Minimální plocha vodorovné výztuže:  $A_{sh,min} = 443,7 \text{ mm}^2$

### Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	$M_{Rdy}$ [kNm]	$V_{Edz}$ [kN]	$V_{Rdz}$ [kN]	Využití [%]	Posouzení
1	N6: MSU - C1,2,3	-94,20	-6,80	-160,88	0,00	0,00	4,2	Vyhovuje
2	N9: MSU - C1,4	-226,10	-68,40	-175,88	0,00	0,00	38,9	Vyhovuje
3	N7: MSU - C1,2,3,51,52	-794,40	-150,60	-234,99	0,00	0,00	64,1	Vyhovuje
4	N7: MSU - C1,2,3,51,(52)	-823,20	-183,80	-237,50	0,00	0,00	77,4	Vyhovuje
5	N8: MSU - C1,4,51,52	-796,20	-177,00	-235,15	0,00	0,00	75,3	Vyhovuje
6	N8: MSU - C1,4,51,(52)	-844,00	-222,40	-239,31	176,40	237,27	92,9	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti **VYHOVUJE - 92,9 %**

### Posouzení mezního stavu použitelnosti

#### Mezní stav omezení šířky trhlin

č.	Název	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	$\Delta\epsilon$ [-]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Využití [%]	Posouzení
1	N7: MSP - C1,2,3	-63,90	-8,00	$7,39 \cdot 10^{-6}$	0,237	0,002	0,6	Vyhovuje
2	N9: MSP - C1,4	-104,40	-31,80	$160 \cdot 10^{-6}$	0,246	0,039	13,2	Vyhovuje
3	N8: MSP - C1,4,51,(52)	-600,90	-153,30	$719 \cdot 10^{-6}$	0,242	0,174	58,1	Vyhovuje
Maximální povolená šířka $w_{max}$						0,300		

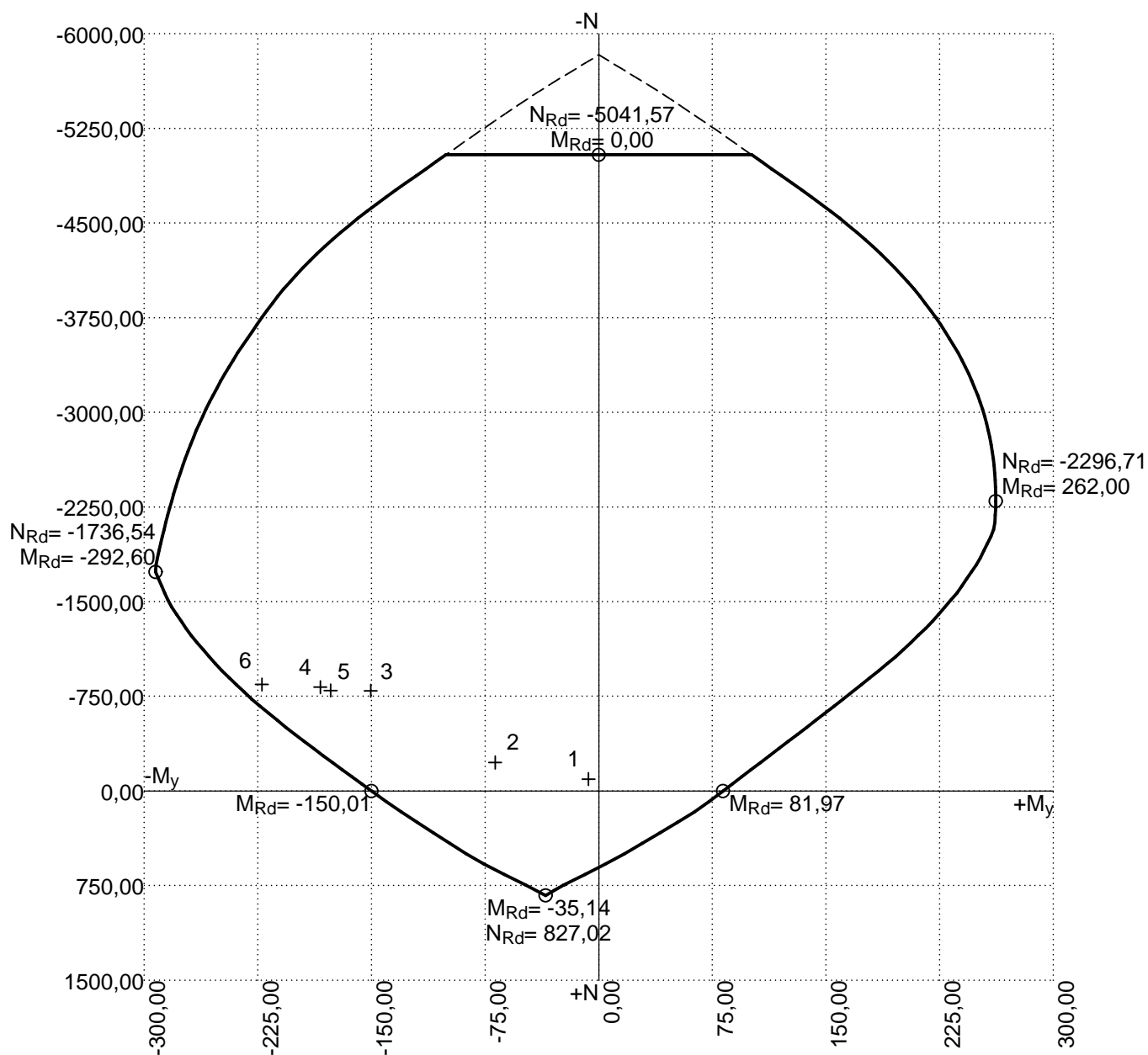
Mezní stav použitelnosti **VYHOVUJE - 58,1 %**

### Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE

Využití: 92,9 %

Interakční diagram



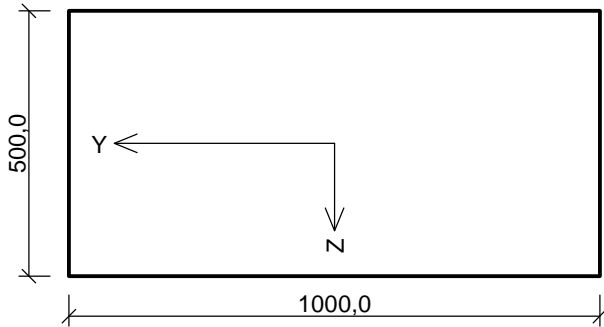


4 Zakl-patka\_H=500mm

4.1 Vstupní data

Typ prvku: deska

Průřez



Materiály

Beton: C 25/30

Válcová pevnost v tlaku  $f_{ck}$  = 25,0 MPa  
Pevnost v tahu  $f_{ctm}$  = 2,6 MPa  
Modul pružnosti  $E_{cm}$  = 31000 MPa

Ocel podélná: B500B

Mez kluzu  $f_{yk}$  = 500,0 MPa  
Modul pružnosti  $E_s$  = 200000 MPa

Ocel příčná: B500B

Mez kluzu  $f_{yk}$  = 500,0 MPa  
Modul pružnosti  $E_s$  = 200000 MPa

Vnitřní síly - základní návrhová (MSÚ)

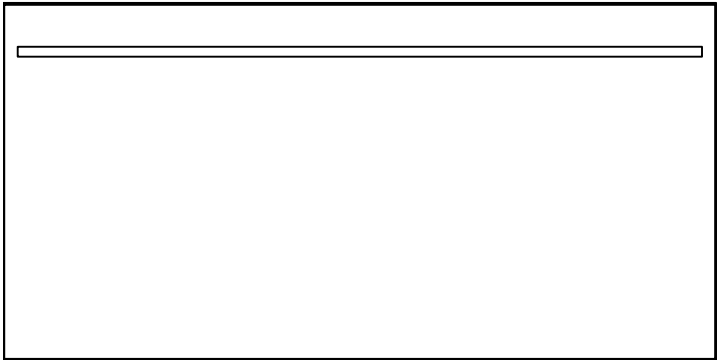
č.	Název zatěžovacího případu	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	$V_{Edz}$ [kN]	QP koef. [-]
1	B2: MSU - C1,4,51,(52) - ohyb	0,00	-84,30	0,00	1,000
2	B2: MSU - C1,4,51,(52) - smyk	0,00	-1,00	309,60	1,000

Vnitřní síly - kvazistálá (MSP)

č.	Název zatěžovacího případu	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]
1	B2: MSP - C1,4,51,(52)	0,00	-63,70

Podélná výztuž

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
6,667	14	60,0	horní výztuž



6,667x14-kr.60,0

S tlačnou výztuží není počítáno.

Smyková výztuž

Spony

Profil: 8 mm; Vzdálenost: 200,0 mm; Střihy: 3,33

Ohyby

Profil: 14 mm; Počet: 3,33; Sklon: 45,00 °;

## 4.2 Výsledky

### Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Deska (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):

$$\rho_{s,t} = 0,00237 \geq \rho_{s,min} = 0,00135 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00205 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

### Stupeň vyztužení smykovou výztuží

$$\rho_{w,min} = 0,0008 \leq \rho_w = 0,00156 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\text{Maximální vzdálenost třmínků } s_{l,max} = 324,8 \text{ mm} \geq 200,0 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\text{Maximální vzdálenost větví třmínků } s_{t,max} = 649,5 \text{ mm} \geq 436,0 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

### Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	$M_{Rdy}$ [kNm]	$V_{Edz}$ [kN]	$V_{Rdz}$ [kN]	Využití [%]	Posouzení
1	B2: MSU - C1,4,51,(52) - ohyb	0,00	-84,30	-198,48	0,00	0,00	42,5	Vyhovuje
2	B2: MSU - C1,4,51,(52) - smyk	0,00	-1,00	-198,48	309,60	374,74	82,6	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 82,6 %

### Posouzení mezního stavu použitelnosti

#### Mezní stav omezení šířky trhlin

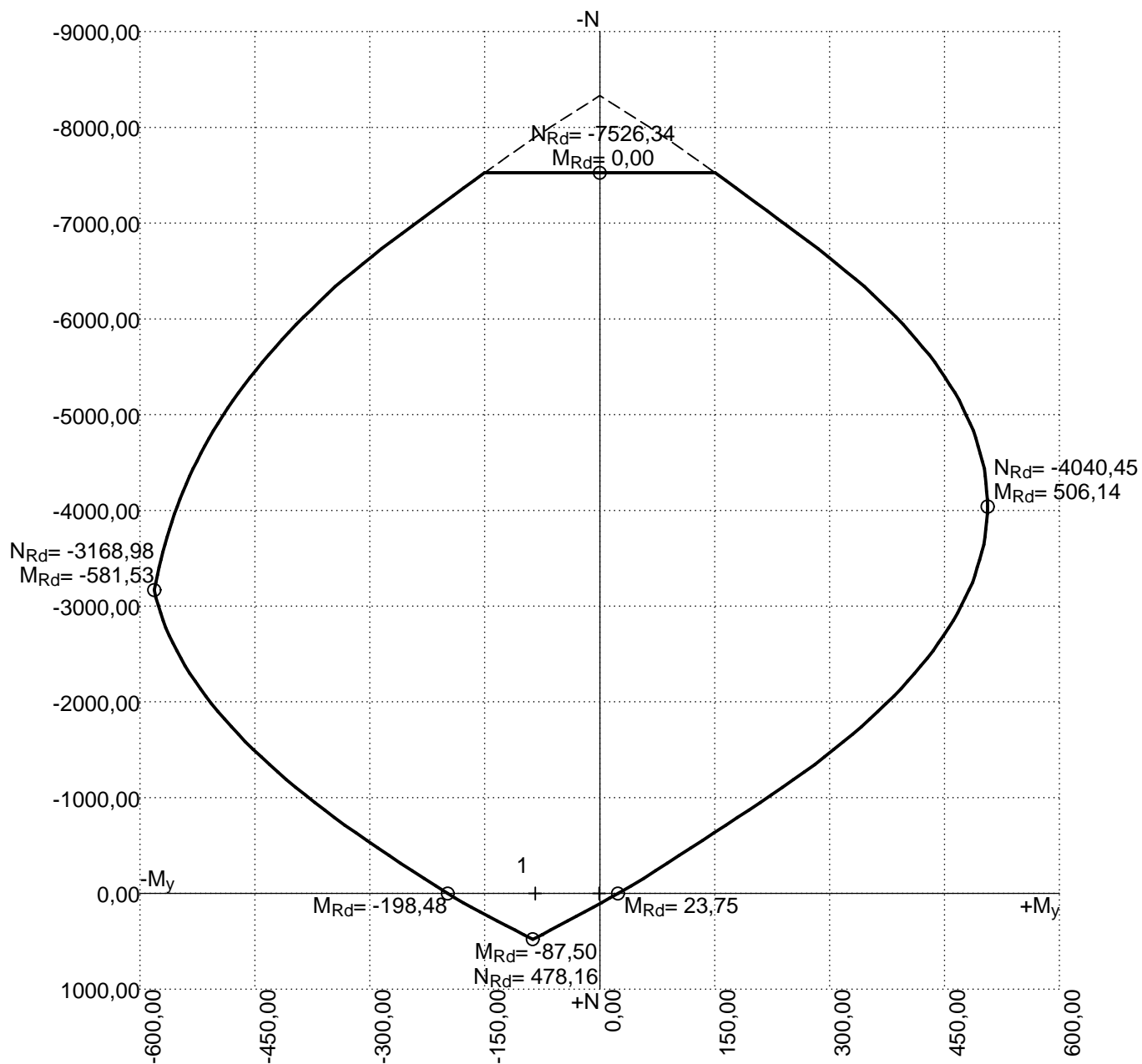
č.	Název	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	$\Delta\varepsilon$ [-]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Využití [%]	Posouzení
1	B2: MSP - C1,4,51,(52)	0,00	-63,70	$454 \cdot 10^{-6}$	0,503	0,229	76,2	Vyhovuje
Maximální povolená šířka $w_{max}$						0,300		

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 76,2 %

### Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE

Využití: 82,6 %

Interakční diagram



## POSOUZENÍ SMYKU V PRACOVNÍ SPÁŘE - MSÚ

### Symboly:

Normálová síla v pracovní spáře (tlaková) (SCIA výpočet hkl) N

Posouvající síla v pracovní spáře (SCIA výpočet horní klenby) V

### TŘENÍ V PRACOVNÍ SPÁŘE

Úhel tření v pracovní spáře (beton - beton)	PHI <sub>ps</sub>	[deg]	35,0
Koeficient tření v pracovní spáře $\text{fps} = \text{tg}(\text{PHI}_{\text{ps}})$	fps	[ - ]	0,70

### SMYKOVÁ ÚNOSNOST

Smyková únosnost v pracovní spáře

$$V_r = N \cdot \text{fps}$$

Stupeň bezpečnosti

$$\text{SF} = V_r / V$$

Posouzení smykové síly v pracovní spáře: **SF ≥ 1,5 (1)**

### VÝSLEDKY A POSOUZENÍ

kombinace MSÚ	N	V	V <sub>r</sub>	SF	(1)
	[kN]	[kN]	[kN]	[ - ]	

1	C1	101,6	30,5	71,1	2,33	OK
2	C1,2,3	99,4	15,4	69,6	4,52	OK
3	C1,4	238,5	81,0	167,0	<b>2,06</b>	<b>OK</b>

4	C1,2,3, <b>51, 52</b>	521,8	48,2	365,4	7,58	OK
5	C1,2,3, <b>51,(52)</b>	519,6	79,0	363,8	4,61	OK

6	C1,4, <b>51, 52</b>	532,4	74,3	372,8	5,02	OK
7	C1,4, <b>51,(52)</b>	542,5	115,0	379,9	3,30	OK

8	C1,2,3, <b>51, 52*</b>	946,5	77,0	662,7	8,61	OK
9	C1,2,3, <b>51,(52)*</b>	947,5	145,4	663,4	4,56	OK

10	C1,4, <b>51, 52*</b>	956,5	101,9	669,7	6,57	OK
11	C1,4, <b>51,(52)*</b>	973,0	182,1	681,3	3,74	OK

## POSOUZENÍ ZÁKLADOVÝCH POMĚRŮ (MSÚ)

### Symboly:

Horizontální reakce v základové spáře (SCIA výpočet hkl)	Rx
Svislá reakce v podpoře (SCIA výpočet horní klenby)	Rz
Vlastní tíha základu	Gp
Moment ke středu zákl. spáry (SCIA výpočet <b>zákl. patky</b> )	Mzs
Excentricita svislé reakce v zákl. spáře	$e_{zs} = M_{zs} / (R_z + G_p)$

### Parametry základu:

Šířka základu	b	[m]		1,15
Posuzovaný rozměr v podélném směru	L	[m]		1,00
Výška základu	h <sub>p</sub>	[m]		0,50
Objemová tíha železobetonu	GAMc	[kN/m <sup>3</sup> ]		25,0
Vlastní tíha základu $G_p = b \cdot L \cdot h_p \cdot GAMc$	G <sub>p</sub>	[kN]		14,4

### 1. HORIZONTÁLNÍ REAKCE V ZÁKL. SPÁŘE

Úhel tření v základové spáře (beton - hornina)	PHI <sub>zs</sub>	[deg]		35,0
Koeficient tření v základové spáře $f_{zs} = \tan(\text{PHI}_{zs})$	f <sub>zs</sub>	[ - ]		0,70

Horizontální únosnost zákl. spáry (tření)	$H_r = (R_z + G_p) \cdot f_{zs}$
Stupeň bezpečnosti	$SF = H_r / R_x$
<b>Posouzení vodorovné reakce v zákl. spáře:</b>	<b><math>SF \geq 1,5</math> (1)</b>

### 2. SVISLÉ NAPĚTÍ V ZÁKLADOVÉ SPÁŘE

Limitní excentricita svislé reakce	e <sub>zs,lim</sub>	[m]	b / 3	0,38
------------------------------------	---------------------	-----	-------	------

Návrhové zatížení základové spáry  $SIG_d = (R_z + G_p) / [(b - 2 \cdot e_{zs}) \cdot L]$

Návrhová únosnost zákl. spáry - hornina <b>R3</b>	R <sub>d</sub>	[kPa]		2000
---	----------------	-------	--	------

<b>Posouzení svislého napětí v základové spáře:</b>	<b><math>SIG_d \leq R_d</math> (2)</b>
<b>Posouzení excentricity svislé reakce</b>	<b><math>e_{zs} \leq b / 3</math> (3)</b>

### 3. VÝSLEDKY A POSOUZENÍ

kombinace MSÚ	R <sub>z</sub>	R <sub>x</sub>	H <sub>r</sub>	SF	(1)	M <sub>zs</sub>	e <sub>zs</sub>	SIG <sub>d</sub>	(2), (3)
	[kN]	[kN]	[kN]	[-]		[kNm]	[m]	[kPa]	
1 C1	103,3	24,3	82,4	3,39	OK				
2 C1,2,3	93,8	36,3	75,7	2,09	OK				
3 C1,4	247,1	49,0	183,1	3,74	OK				
4 C1,2,3,51, 52	476,1	218,8	343,4	1,57	OK				
5 C1,2,3,51,(52)	489,6	191,1	352,9	1,85	OK				
6 C1,4,51, 52	498,3	201,5	359,0	1,78	OK				
7 C1,4,51,(52)	527,5	171,3	379,4	2,21	OK	97,7	0,18	686	OK
8 C1,2,3,51, 52*	858,4	406,0	611,1	1,51	OK				
9 C1,2,3,51,(52)*	893,5	347,3	635,7	1,83	OK				
10 C1,4,51, 52*	879,6	389,4	626,0	1,61	OK				
11 C1,4,51,(52)*	933,9	328,2	664,0	2,02	OK	173,1	0,18	1208	OK

Poznámka: Výpočet svislého napětí v ZS proveden pouze pro extrémní kombinace.

REKONSTRUKCE DOLNOLUČANSKÉHO TUNELU  
VYZTUŽENÉ SEKUNDÁRNÍ OSTĚNÍ  
SCHÉMA VÝZTUŽE

