

## OBSAH

<b>1. Identifikačné údaje .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Technická správa k statickému výpočtu .....</b>	<b>4</b>
2.1 Účel objektu.....	4
2.2 Technické riešenie .....	4
2.2.1 Súčasný stav .....	4
2.2.2 Navrhovaná konštrukcia .....	4
2.3 Základné údaje o moste (podľa STN 73 6200).....	5
2.4 Výsledky inžiniersko-geologického prieskumu.....	6
2.5 Prehľad použitých výpočtových programov:.....	6
<b>3. Použité podklady a normy.....</b>	<b>6</b>
<b>4. Dispozičné riešenie .....</b>	<b>7</b>
4.1 Pôdorys .....	7
4.2 Pozdĺžny rez .....	9
4.3 Priečny rez .....	10
<b>5. Statický výpočet nosnej konštrukcie mosta .....</b>	<b>11</b>
5.1 Materiálové charakteristiky .....	11
5.2 Výpočtový model mosta .....	11
5.3 Výpočet zaťaženie na nosnú konštrukciu .....	13
5.3.1 Stále zaťaženie .....	13
5.3.2 Premenné zaťaženie dlhodobé .....	13
5.3.3 Premenné zaťaženie krátkodobé .....	13
5.3.4 Zvislé účinky zaťaženia od cestnej dopravy.....	14
5.3.4.1 Zaťažovací model LM1 .....	14
5.3.4.2 Zaťažovací model LM2 .....	14
5.3.4.3 Zaťažovací model - zvláštne vozidlo 900/150 .....	15
5.3.4.4 Zaťažovací model – zvláštne vozidlo 3000/240 .....	15
5.3.4.5 Únavový zaťažovací model FLM3.....	16
5.3.4.6 Zaťažovací model LM4 .....	16
5.3.5 Vodorovné účinky zaťaženia od cestnej dopravy.....	16
5.3.5.1 Brzdne a rozjazdové sily .....	16
5.3.5.2 Odstredivé a priečne sily.....	17
5.3.6 Klimatické zaťaženie .....	17
5.3.6.1 Zaženie vetrom .....	17
5.3.6.2 Zaťaženie teplotou .....	17
5.3.7 Seizmické zaťaženie .....	17
5.3.8 Nerovnomerný pokles podpery .....	17
5.3.9 Reológia betónu.....	18
5.3.10 Zemný tlak .....	18
5.3.11 Hydrostatický tlak/vztlak .....	18
5.3.12 Príťaženie .....	18

<b>5.3.13 Kombinácie zaťaženia .....</b>	<b>19</b>
5.4 Výpočet vnútorných síl .....	19
5.5 Posúdenie nosnej konštrukcie .....	20
<b>5.5.1 Zaťažovacie stavy .....</b>	<b>20</b>
5.6 Posúdenie nosnej konštrukcie .....	21
<b>5.6.1 Posúdenie prierezu – doska .....</b>	<b>21</b>
5.6.1.1 Vnútorne sily .....	21
5.6.1.2 Návrh hlavnej výstuže v poli – $\max M_{Ed} + N_{Ed}$ .....	22
5.6.1.3 Návrh hlavnej výstuže v poli – $M_{Ed}^+ + \max N_{Ed}$ .....	25
5.6.1.4 Posúdenie na únavu – v poli .....	27
5.6.1.5 Návrh hlavnej výstuže rámový roh – $\max M_{Ed}^- + N_{Ed}$ .....	28
5.6.1.6 Návrh hlavnej výstuže rámový roh – $M_{Ed}^- + \max N_{Ed}$ .....	31
5.6.1.7 Posúdenie na únavu – rámový roh .....	33
5.6.1.8 Návrh šmykovej výstuže – $V_{Ed,max}$ .....	34
<b>5.6.2 Posúdenie prierezu – stena .....</b>	<b>35</b>
5.6.2.1 Vnútorne sily .....	35
5.6.2.2 Návrh hlavnej výstuže v rámovom rohu – $\max M_{Ed}^- + N_{Ed}$ (rubová strana) .....	37
5.6.2.3 Návrh hlavnej výstuže v rámovom rohu – $\max M_{Ed} + N_{Ed}$ (lícna strana) .....	39
5.6.2.4 Návrh šmykovej výstuže v rámovom rohu – $V_{Ed,max}$ .....	42
5.6.2.5 Posúdenie na únavu – rámový roh .....	43
5.6.2.6 Návrh hlavnej výstuže v päte – $\max M_{Ed} + N_{Ed}$ .....	44
5.6.2.7 Návrh šmykovej výstuže v päte – $V_{Ed,max}$ .....	47
5.6.2.8 Posúdenie na únavu – päta steny .....	48
5.6.2.9 Návrh hlavnej výstuže v $h/2$ – $\max M_{Ed} + N_{Ed}$ .....	48
<b>5.6.3 Posúdenie prierezu – krídlo .....</b>	<b>49</b>
5.6.3.1 Vnútorne sily .....	49
5.6.3.2 Návrh hlavnej vodorovnej výstuže rubový povrch - $M_{Ed,max} + N$ .....	50
5.6.3.3 Návrh hlavnej vodorovnej výstuže vonkajší povrch - $M + N_{Ed,max}$ .....	52
5.6.3.4 Návrh šmykovej výstuže – $V_{Ed,max}$ .....	55
<b>5.6.4 Posúdenie pretvorenia konštrukcie .....</b>	<b>56</b>
<b>5.6.5 Kotvenie a stykovanie výstuže .....</b>	<b>57</b>
5.7 Posúdenie spodnej stavby .....	57
<b>5.7.1 Posúdenie základového pásu .....</b>	<b>57</b>
5.8 Schéma výstuže .....	63
<b>6. Posúdenie dočasného paženia .....</b>	<b>64</b>
<b>7. Záver .....</b>	<b>77</b>

## Statický výpočet

**SO 526-006 Rekonštrukcia mosta ev. č 526-006 – mostný objekt**

### 1. Identifikačné údaje

Názov stavby:	„Rekonštrukcia ciest a mostov II/526 Devičie – Senohrad a II/527 Dobrá Niva – Senohrad, I. etapa – úseky v rámci okresu Krupina“
Kraj:	Banskobystrický
Okres :	Krupina
Katastrálne územie:	Jalšovík
Stavebník:	<b>Banskobystrický samosprávny kraj,</b> Námestie SNP 23, 974 01 Banská Bystrica
Generálny projektant:	<b>REMING CONSULT a.s.,</b> Trnavská cesta 27, 831 04 Bratislava
Správca SO:	Banskobystrická regionálna správa ciest, a.s. Stredisko Žiar nad Hronom Priemyselná 6/647 966 24 Ladomerská Vieska

### **Zdôvodnenie rozdelenia projektovej dokumentácie na tri samostatné časti**

Projektová dokumentácia je rozdelená na tri samostatné časti z dôvodu čo najvyššieho možného využitia finančných zdrojov z EÚ, z dôvodu nízkej alokácie na projekty. V prípade rozdelenia úsekov v projektovej dokumentácii a rozdelenia nákladov sa môže BBSK zapojiť do viacerých výziev a šetriť tak verejné zdroje.

Projektová dokumentácia je rozdelená na tri samostatné časti, jednotlivé časti projektovej dokumentácie sú identifikované v rozpiskách a dokumentoch nasledovne:

**Časť A: Cesta II/527**

**Časť B: Cesta II/526 od križovatky s cestou I/66 v ckm 0,000 po ckm 6,291**

**Časť C: Cesta II/526 od ckm 6,291 po koniec úseku v ckm 16,108**

## **2. Technická správa k statickému výpočtu**

### **2.1 Účel objektu**

V súčasnosti sa v mieste kríženia komunikácie II/526 s potokom Jalšovík nachádza most so železobetónovou doskou. Mostný objekt s evidenčným číslom 526-006 je v správe ciest Banskobystrického samosprávneho kraja. Podľa prieskumu ide o šikmý most na pozemnej komunikácii s jedným otvorom. Šikmé rozpätie mosta je cca 3,123 m, svetlosť cca 2,935m. Voľná výška pod mostom je cca 2,15m, uhol kríženia s prekážkou je cca 71,5°. Nosnú konštrukciu tvorí železobetónová doska hr. 330mm. Celková výška nosnej konštrukcie, vrátane nadnásypu a vozovky je 1,692m.

Spodnú stavbu tvoria dve gravitačné opory z prostého betónu s rovnobežnými krídlami. Opory sú založené plošne. Rozmery spodnej stavby neboli zisťované z dôvodu kompletnej prestavby existujúceho objektu.

### **2.2 Technické riešenie**

#### **2.2.1 Súčasný stav**

V súčasnosti sa v mieste kríženia komunikácie II/526 s potokom Jalšovík nachádza most so železobetónovou doskou. Mostný objekt s evidenčným číslom 526-006 je v správe ciest Banskobystrického samosprávneho kraja. Podľa prieskumu ide o šikmý most na pozemnej komunikácii s jedným otvorom. Šikmé rozpätie mosta je cca 3,123 m, svetlosť cca 2,935m. Voľná výška pod mostom je cca 2,15m, uhol kríženia s prekážkou je cca 71,5°. Nosnú konštrukciu tvorí železobetónová doska hr. 330mm. Celková výška nosnej konštrukcie, vrátane nadnásypu a vozovky je 1,692m.

Spodnú stavbu tvoria dve gravitačné opory z betónu s rovnobežnými krídlami. Opory sú založené plošne. Presné rozmery spodnej stavby neboli z dôvodu absencie pôvodného projektu definované.

Nakoľko je nosná konštrukcia nevyhovujúca, bude nahradená novou, vrátane spodnej stavby, z toho dôvodu nebol zhotovený stavebnotechnický prieskum.

#### **2.2.2 Navrhovaná konštrukcia**

Pôvodná nosná konštrukcia mosta vrátane spodnej stavby sa zbúra. Podrobné riešenie rekonštrukcie objektu je v prílohe č. 1 Technická správa. Nová nosná konštrukcia je navrhovaná ako polrámová železobetónová konštrukcia z betónu C30/37 s výstužou z ocele B 500B. Šikmé rozpätie je navrhnuté 8,961 m (kolmé 8,5 m). Hrúbka dosky bude premenná. Horná plocha dosky je spádovaná podľa pozdĺžneho a priečneho sklonu komunikácie. Na oboch okrajoch dosky je navrhnutá monolitická železobetónová rímsa šírky 0,8m. V rímsach bude po oboch stranách zakotvené oceľové zábradlové zvodidlo, úroveň zadržania H2. Asfaltová vozovka je navrhnutá na nosnej konštrukcii s hrúbkou 90mm (vrátane izolácie). Polrámová konštrukcia bude uložená na plošnom základe šírky 3,0m.

Spodná stavba je tvorená monolitickými železobetónovými stenami rámu vrátane zavesených rovnobežných krídel s čiastočným podopretím. Výška základu krídel a stien bude premenná.



Z dispozičného hľadiska bude nová mostná konštrukcia voči existujúcej výrazne odlišná v šírkovom usporiadaní a dĺžky samotnej konštrukcie.

Z hľadiska postupu výstavby sa uvažuje, že doprava bude počas výstavby vedená obojsmerne v jednom jazdnom pruhu, podľa postupu prác. Pôvodná časť mosta, ktorá bude odbúraná bude odvezená na skládku.

## 2.3 Základné údaje o moste (podľa STN 73 6200)

Charakteristika mosta :

- a) na pozemnej komunikácii
- b) -
- c) most cez vodný tok
- d) most s jedným otvorom
- e) most jednopodlažný
- f) most s hornou mostovkou
- g) most nepohyblivý
- h) most trvalý
- i) most v priamej, v údolnicovom oblúku
- j) most šikmý
- k) most s normovou zaťažiteľnosťou
- l) most masívny
- m) most plnostenný
- n) most rámový, polráam
- o) most otvorene usporiadaný
- p) most s neobmedzenou voľnou výškou

Dĺžka premostenia: 8,434 m

Dĺžka mosta - pôdorysná: 17,746 m

Dĺžka NK: 9,488 m

Šírka mosta: 9,100 m

Šírka NK: 8,600 m

Šírka medzi zvodidlami: 7,500 m

Výška mosta: 4,225 m

Stavebná výška: 0,588 + 0,09 m (vozovka)

Voľná výška pod mostom: 2,115 m

Plocha nosnej konštrukcie: (šírka NK \* dĺžka NK)  
(8,60 \* 9,488 = 81,60 m<sup>2</sup>)

Plocha vozovky: (šírka vozovky \* dĺžka NK)  
(7,5 \* 9,488 = 71,16 m<sup>2</sup>)

Plocha mosta: (šírka mosta \* dĺžka premostenia)  
(9,10 \* 8,434 = 76,75 m<sup>2</sup>)

Zaťaženie mosta: v zmysle STN EN 1990, STN EN 1998 zaťažovacie modely „LM1, LM2, LM3, LM4, FLM3“

Parametre na prepravu nadmerných a nadrozmerných nákladov:

Zaťaženie uvažované v zmysle čl. NA 2.16, STN EN 1991-2/NA a podľa čl.4.3.4 STN EN 1991-2 (zvlášťne vozidlá) nadmerných a nadrozmer-ných nákladov

## 2.4 Výsledky inžiniersko-geologického prieskumu

Podrobný inžiniersko-geologického a hydrogeologický prieskumu bol realizovaný spoločnosťou CAD-ECO, a.s. Svätoplukova 28, 831 04 Bratislava v roku 2020.

Geologická stavba bola overená jadrovým prieskumným vrtom **VKM-06** a dynamickou penetračnou sondou DPSK-06. Zistený geologický profil:

### Vrt VKM-06 (353,74m n.m.), hĺbka vrtu 4,0 m

± 0,0 m → kóta terénu ~ 353,740 m.n.m.

Kvartér

0,00 - 0,10 m Humusovitá hlina piesčitá F3/MS

0,10 – 1,40 m Íl so strednou plasticitou F6/CI, fluviálny, svetlohnedý s tmavými šmuhami, pevnej konzistencie, od hĺbky 0,8 m tuho-pevný.

1,40- 2,00 m Íl so strednou plasticitou F6/CI, fluviálny, tmavohnedý, s Mn a Fe zrnkami (konkréciami), tuho-mäkkej konzistencie, s možnou organickou prímiesou.

2,00 - 2,10 m Balvan andezitu nad priemer vrtu.

2,10 - 4,0 m **Štrk ílovitý G5/GC**, fluviálny, do 2,4 m sivý, hlbšie sivohnedý, tvorený valúnami andezitu veľkosti 1,5-3 cm, max. a ojedinele 5 cm, obsahu do 64%. Výplňou je íl so strednou plasticitou, piesčitý, pevnej v úseku 2,4-3,0 m mäkkej konzistencie (úroveň podzemnej vody).

Hladina podzemnej vody bola narazená: 2,3 m p.t.

vystúpená: vrt po odpažení stlačený, HPV nebolo možné zamerať.

## 2.5 Prehľad použitých výpočtových programov:

- SCIA Engineer 19.0
- GEO5 v19 CS
- Microsoft Office Excel 2013

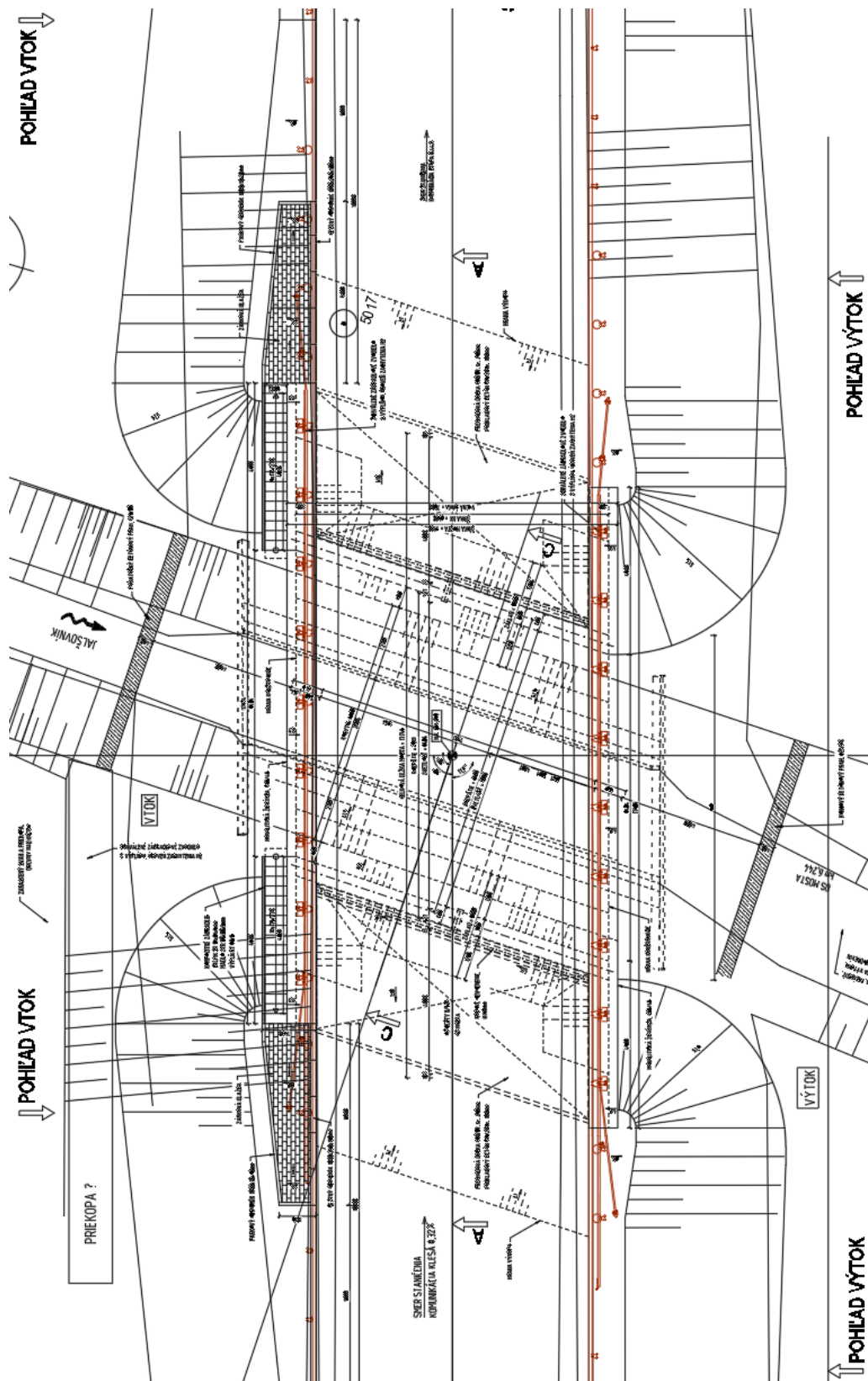
## 3. Použité podklady a normy

- [1] STN 73 3050: Zemné práce, všeobecné ustanovenia
- [2] STN 73 6133: Stavba ciest. Teleso pozemných komunikácií
- [3] STN 73 6201: Projektovanie mostných objektov. SUTN Bratislava
- [4] STN EN 1990+NP: Zásady navrhovania konštrukcií. SUTN Bratislava
- [5] STN EN 1990/A1+NP: Zásady navrhovania. Zmena A1: Príloha A2: Použitie pre mosty. SUTN Bratislava
- [6] Súbory noriem a národné prílohy k STN EN 1991: Zaťaženie stavebných konštrukcií. (časti 1-1, 1-4 a 2). SUTN Bratislava
- [7] Súbor noriem a národné prílohy k STN EN 1992: Navrhovanie betónových konštrukcií. (časti 1-1 a 2). SUTN Bratislava

- [8] Súbor noriem a národné prílohy k STN EN 1997: Navrhovanie geotechnických konštrukcií. (časti 1 a 2). SUTN Bratislava
- [9] Súbor noriem a národné prílohy k STN EN 1998: Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť. SUTN Bratislava
- [10] STN EN 13670: Zhotovovanie betónových konštrukcií. SUTN Bratislava
- [11] STN EN 206+A1: Betón – Časť 1: Špecifikácia, vlastnosti výroba a zhoda. SUTN Bratislava
- [12] STN 73 0037: Zemný tlak na stavebné konštrukcie, SUTN Bratislava ( v znení ČSN 73 0037, ÚNM Praha 1990)
- [13] STN 73 1001: Geotechnické konštrukcie. Zakladanie stavieb
- [14] STN 73 3040: Geotextílie a geotextíliam podobné výrobky na stavebné účely. Základné ustanovenia a technické požiadavky
- [15] Inžiniersko – geologický prieskum, záverečná správa „Rekonštrukcia ciest a mostov II/526 Devičie-Senohrad a II/527 Dobrá Niva-Senohrad – I. etapa – úseky ciest v okrese Krupina“. CADECO, a.s. 05/2020
- [16] obhliadka a fotodokumentácia miesta stavby,
- [17] podklady dodávateľov navrhovaných zariadení,
- [18] Stavebno-technický prieskum nosných konštrukcií vybraných mostných objektov, DYNAMAG GROUP a.s.,03/2020

#### **4. Dispozičné riešenie**

##### **4.1 Pôdorys**





## 10



## 5. Statický výpočet nosnej konštrukcie mosta

### 5.1 Materiálové charakteristiky

Nosná konštrukcia – monolitický betón

Spodná stavba – monolitická

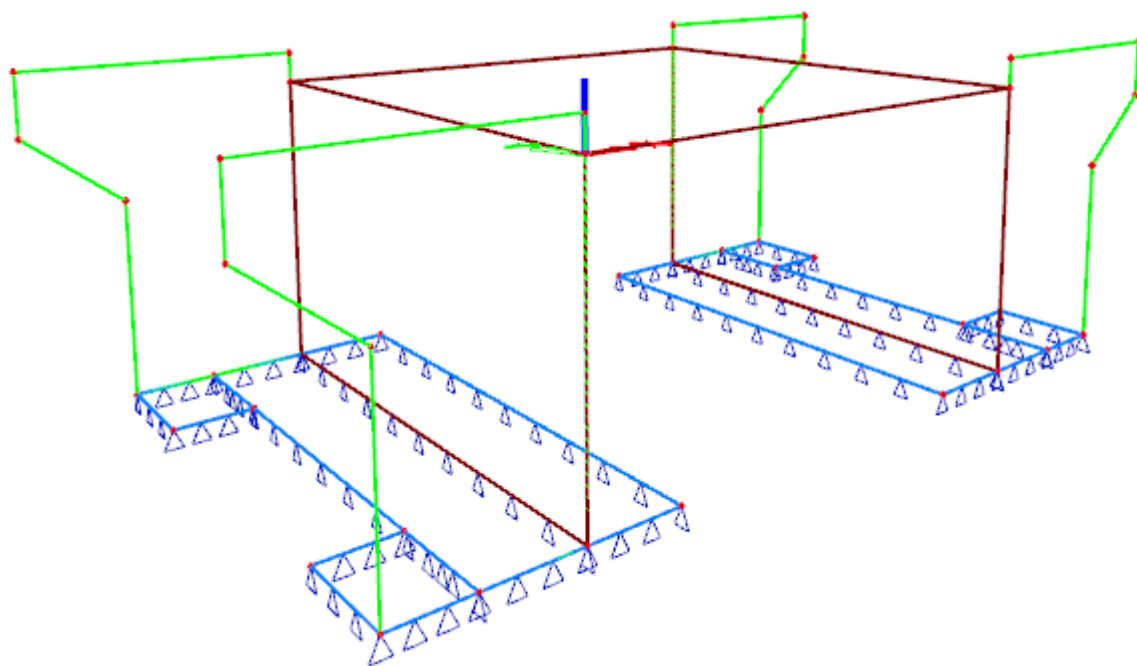
- nosná konštrukcia (doska, steny)  
STN EN 206 - C30/37
- spodná stavba (steny, krídla, základový pás)  
STN EN 206 - C30/37

Betonárska výstuž – B 500B STN EN 1992-1-1

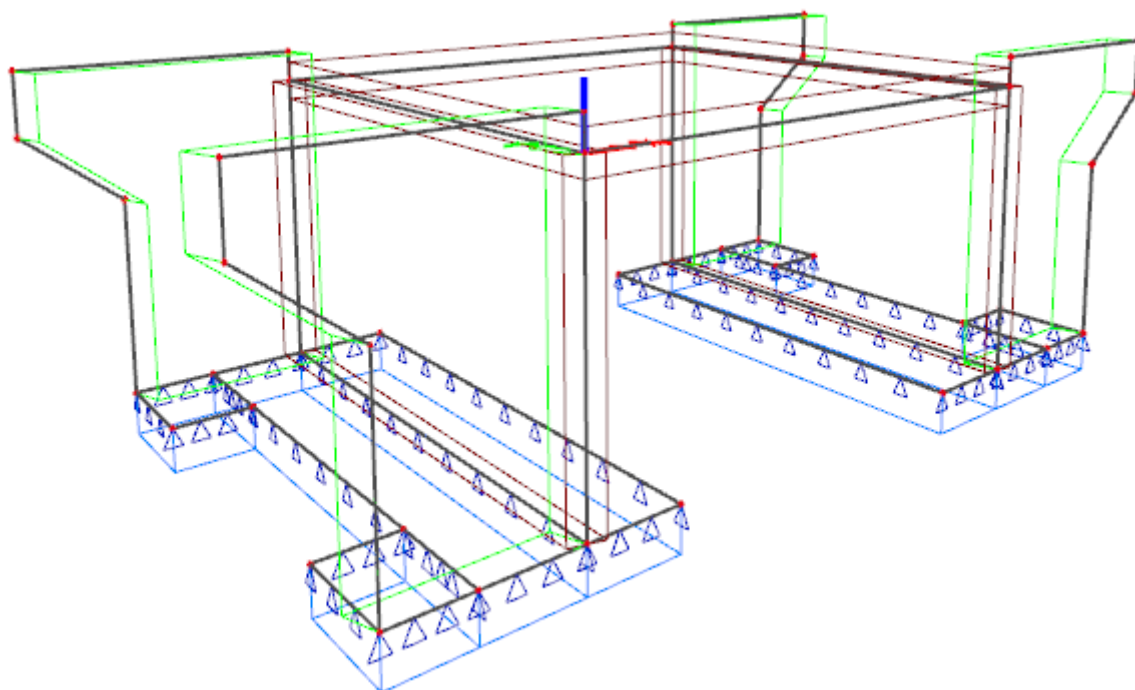
### 5.2 Výpočtový model mosta

Výpočtový model nosnej konštrukcie zohľadňuje všetky relevantné geometrické a materiálové charakteristiky konštrukcie.

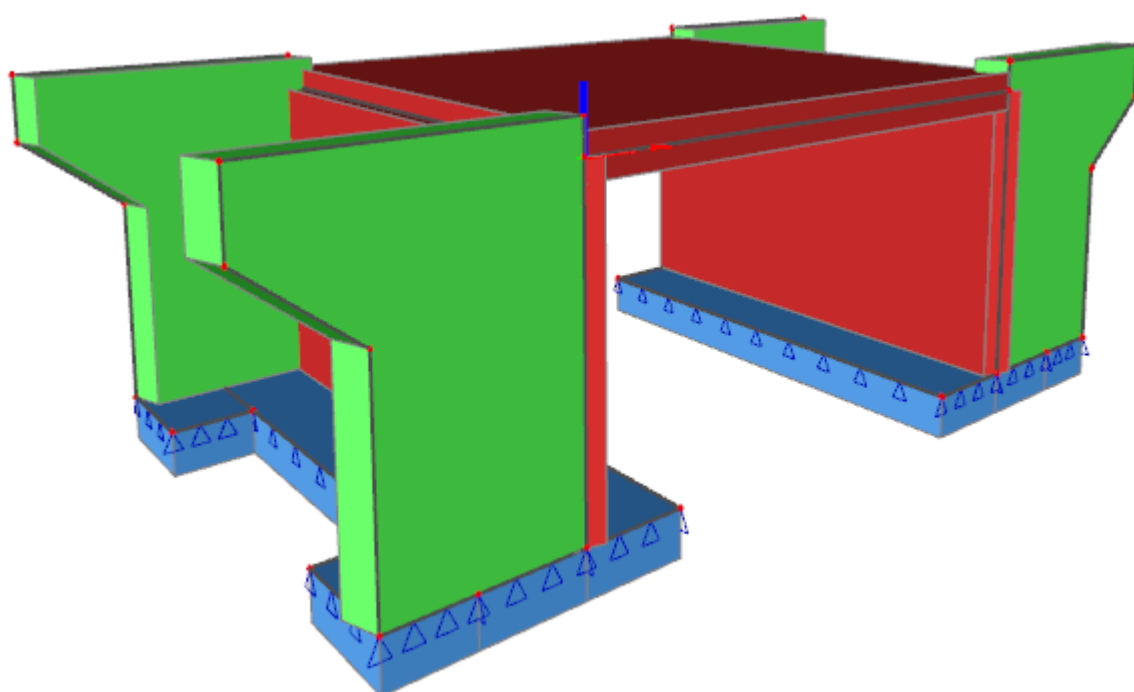
Navrhovaný výpočtový model uvažuje so zaťažením na doske od tiaže vozovky, ríms a zvodidla. Premenné zaťaženie od dopravy sa uvažujú zaťažovacie modely LM1, LM2, LM3, LM4 a FLM3. Zaťaženie na krídla a steny konštrukcie sa uvažuje tiaž zhutnenej štrkodrvy a poloha vozidla pred mostom. Vo výpočtovom modeli sa ďalej uvažuje s nerovnomerným poklesom podpier mosta. Výpočtový model je spracovaný výpočtovým programom Scia Engineer 19.0.2018. Statická schéma nosnej konštrukcie sa uvažuje ako polrámová konštrukcia s rovnobežnými krídlami. Podkladom pre navrhovaný trojdimenzionálny model je dispozičné riešenie mosta. Je uvažovaný dosko-stenový model. Šikmé rozpätie dosky je 8,961m (kolmé 8,500 m). Šírka dosky je 8,6 m. Hrúbka dosky sa uvažuje ako priemerná konštantná hodnota 0,545 m. Hrúbka stien je 0,500 m a krídel 0,550 m. Základ sa uvažuje s priemernou konštantnou hrúbkou 0,600 m pod stenami a krídlami polrámu. Podopretie polrámu sa uvažuje plošné – pružný základ.



Obrázok 1 výpočtový model



Obrázok 2 výpočtový model



Obr. 3D rendrovaný výpočtový model



### 5.3 Výpočet zaťaženie na nosnú konštrukciu

Jednotlivé zaťaženia sú stanovené v súlade s [6]. Vo výpočte uvažujeme nasledovné skupiny zaťaženie:

- $g_0$ : stále zaťaženie;
- $g_1$ : premenné zaťaženie dlhodobé, ktoré prenáša celá konštrukcia;
- $p$ : premenné zaťaženie krátkodobé, ktoré prenáša celá konštrukcia.
- $u_z$ : nerovnomerný pokles podpory

#### 5.3.1 Stále zaťaženie

##### Stála zaťaženie $g_0$

predstavuje vlastnú tiaž nosnej konštrukcie, ktorá je generovaná výpočtovým programom. Tiaž železobetónu je uvažovaná hodnotou  $2500 \text{ kg/m}^3$  ( $\gamma_b=25\text{kN/m}^3$ )

- |   | $g_{k,i} [\text{kN.m}^{-2}]$ | $\gamma_g$ |
|---|------------------------------|------------|
| • vlastná tiaž → program Scia Engineer, $g=25\text{kN/m}^3$ |                              | 1,35       |

#### 5.3.2 Premenné zaťaženie dlhodobé

##### Premenné zaťaženie $g_1$

Predstavuje tiaž jednotlivých použitých materiálov pôsobiach na nosnú konštrukciu mosta.

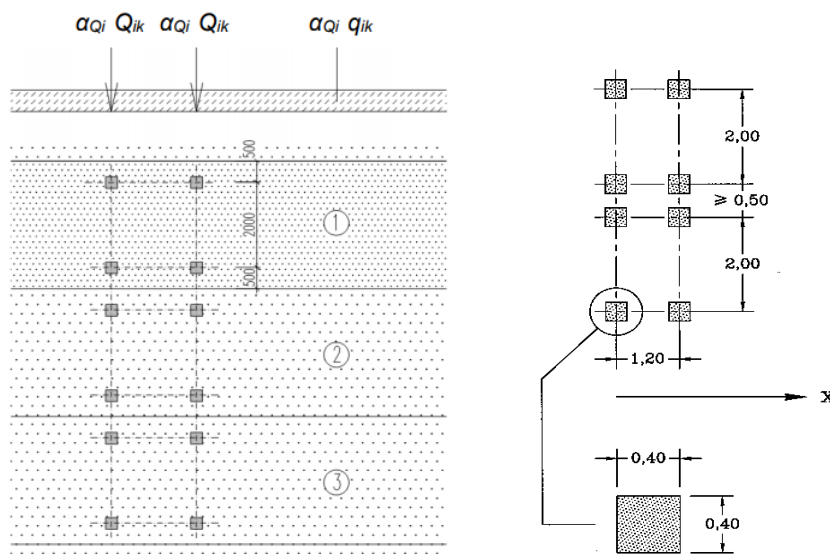
- |  |       |      |
|--|-------|------|
| • izolácia hr. 5mm, $\gamma_i=14\text{kN/m}^3$ – pôsobí na celej ploche dosky a stien polrámu                            |       |      |
| $h_i \cdot \gamma_i = 0,005 \cdot 14 =$  | 0,070 | 1,35 |
| $g_{inf} = 0,8 \cdot 0,07 =$   | 0,056 |      |
| $g_{sup} = 1,4 \cdot 0,07 =$   | 0,098 |      |
| • vozovka hr. 90mm, $\gamma_v=24\text{kN/m}^3$ – pôsobí na ploche medzi rímsami  |       |      |
| $h_i \cdot \gamma_v = 0,090 \cdot 24 =$  | 2,160 | 1,35 |
| $g_{inf} = 0,8 \cdot 2,160 =$  | 1,728 |      |
| $g_{sup} = 1,4 \cdot 2,160 =$  | 3,024 |      |
| • tiaž rímsy $A_r=0,330\text{m}^2$ , $\gamma_b=25\text{kN/m}^3$ – pôsobí na šírke 550mm na oboch okrajoch dosky          |       |      |
| $A_r \cdot \gamma_b = 0,330 \cdot 25 \cdot 0,55 =$   | 4,54  | 1,35 |
| • tiaž zábradlového zvodidla, pôsobí ako líniové zaťaženie vo vzdialenosti 140mm od okraja dosky na oboch okrajoch dosky |       |      |
|  | 1,00  | 1,35 |

#### 5.3.3 Premenné zaťaženie krátkodobé

Uvažuje sa cestné zaťaženie podľa STN EN 1991-2: zaťažovací model LM1, LM2, zvláštne vozidlo 900/150, zvláštne vozidlo 3000/240, LM4 a únavový zaťažovací model FLM3. Cestné zaťaženie je už so zahrnutým dynamickým účinkom.

### 5.3.4 Zvislé účinky zaťaženia od cestnej dopravy

#### 5.3.4.1 Zaťažovací model LM1



Obr. 3 schéma zaťažovacieho modelu LM1

Uvažuje sa zaťažovací model LM1 podľa obr. 4.2a v STN EN 1991-2. Uvažuje sa roznos zaťaženia na styčnej plochy kolesa podľa obr.4.2b 0,4x0,4m. Pre najnepriaznivejšie účinky uvažujeme postavenie vozidiel uprostred nosnej konštrukcie a v mieste podopretia. Vozovka šírky 7,5m je rozdelená na 2 zaťažovacie pruhy šírky 3m a zvyšnú zaťažovaciu plochu šírky 1,5m. Súčiniteľ zaťaženia pre toto zaťaženie je  $\gamma_Q = 1,35$ .

Pruh 1 (3,0m):	$Q_{1k}=300kN$	$\psi_{Q1}= 1,0$	$q_{1k}= 9,0kN.m^{-2}$	$\psi_{q1}= 1,0$
Pruh 2 (3,0m):	$Q_{2k}=200kN$	$\psi_{Q2}= 1,0$	$q_{2k}= 2,5kN.m^{-2}$	$\psi_{q2}= 1,0$

zvyšok (1,5m):

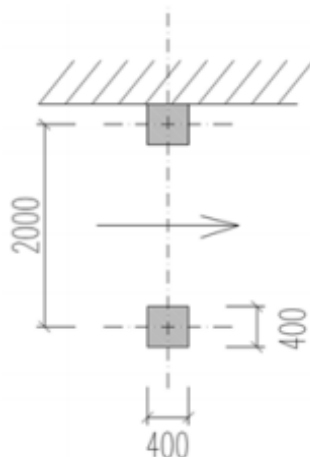
Uvažované zaťaženie pod jedným kolesom:  $q_{ak}=150kN / 0,4m \times 0,4m = 938kN.m^{-2}$   
 $q_{ak}=100kN / 0,4m \times 0,4m = 625kN.m^{-2}$

#### 5.3.4.2 Zaťažovací model LM2

Uvažuje sa zaťažovací model LM2 podľa obr. 4.3 v STN EN 1991-2. Kontaktná plocha kolesa je možné uvažovať podľa 4.3.3(4) Poznámky 1. predmetnej normy 0,4x0,4m. Pre najnepriaznivejšie účinky sa uvažuje 2 rôzne polohy postavenia nápravy.

Súčiniteľ zaťaženia pre toto zaťaženie je  $\gamma_Q = 1,35$ ; kde  $Q_{ak}=400kN$   $\psi_{Q1}= 1,0$

Uvažované zaťaženie pod jednou pneumatikou:  $q_{ak}=20kN / 0,4m \times 0,4m = 1250kN.m^{-2}$



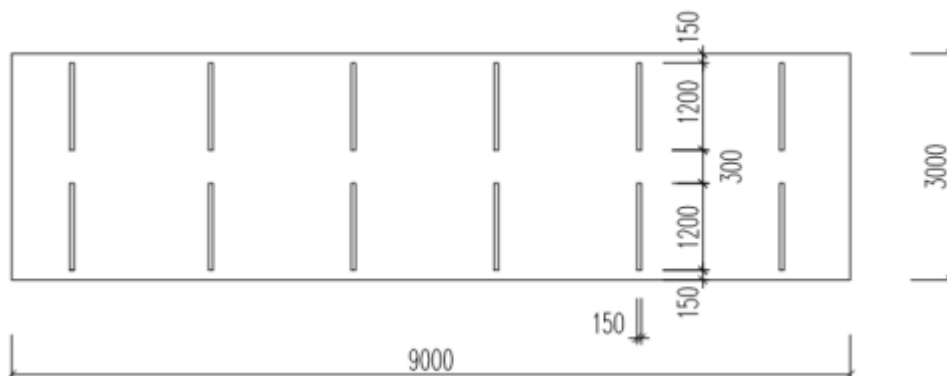
Obrázok 4 schéma zaťaženia LM2

#### 5.3.4.3 Zaťažovací model - zvláštne vozidlo 900/150

Uvažuje sa zaťažovací model zvláštneho vozidla 900/150kN podľa prílohy A.2 v STN EN 1991-2. Kontaktná plocha kolesa je možné uvažovať podľa obr. A.1 predmetnej normy 1,2 x 0,15m. Ekvivalentná zaťažovacia plocha predstavuje rozmery 1,2m x 0,150m.

Súčiniteľ zaťaženia pre toto zaťaženie je  $\gamma_Q = 1,35$ ; kde  $Q_{ak}=150\text{kN}$   $\psi_{Q1}= 1,0$

Uvažované zaťaženie pod jedným kolesom:  $q_{ak}=75\text{kN} / 1,2\text{m} \times 0,150\text{m} = 417\text{kN.m}^{-2}$



Obrázok 5 schéma zaťaženia 900/150

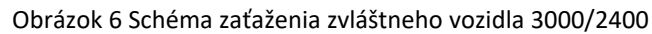
#### 5.3.4.4 Zaťažovací model – zvláštne vozidlo 3000/240

Uvažujeme zaťažovací model zvláštnych vozidiel 3000/240kN podľa prílohy A.2 v STN EN 1991-2. Kontaktná plocha kolesa je možné uvažovať podľa obr. A.1 predmetnej normy 1,2x0,15m. Vo výpočte sa uvažuje ekvivalentná zaťažovacia plocha 1,2m x 0,150m. Pre najnepriaznivejšie účinky sa uvažujú rôzne polohy postavenia nápravy. Dynamické účinky špeciálneho vozidla sa nezohľadňujú.

Súčiniteľ zaťaženia pre toto zaťaženie je  $\gamma_Q = 1,35$ ; kde  $Q_{ak1}=120\text{kN}$  a  $Q_{ak2}=240\text{kN}$

Uvažované zaťaženie pod jedným kolesom:  $q_{ak1}=60\text{kN} / 1,2\text{m} \times 0,150\text{m} = 334\text{kN.m}^{-2}$

$q_{ak2}=80\text{kN} / 1,2\text{m} \times 0,150\text{m} = 445\text{kN.m}^{-2}$



Uvažuje sa únavový zaťažovací model 3 (samostatné vozidlo) podľa obr. 4.8 v STN EN 1991-2. Súčiniteľ zaťaženia pre toto zaťaženie je  $\gamma_Q = 1,0$ . Tiaž každej nápravy má hodnotu 120kN. Umiestnenie vozidla na moste uvažujeme v najnepriaznivejšej polohe.

The diagram shows a rectangular building layout with a total width of 8.40m and a total depth of 4.00m. The layout is defined by a grid of dashed lines. The horizontal dimensions are 1.20m, 6.00m, and 1.20m. The vertical dimensions are 2.00m and 2.00m. There are four square columns, each 1.00m by 1.00m, located at the intersections of the grid lines. The columns are arranged in two rows of two. The horizontal distance between the first and second column is 1.20m, and the horizontal distance between the third and fourth column is 1.20m. The horizontal distance between the second and third column is 6.00m. The vertical distance between the first and second row of columns is 2.00m. The horizontal distance from the left edge of the building to the first column is 1.20m, and the horizontal distance from the fourth column to the right edge is 1.20m. The vertical distance from the bottom edge of the building to the first row of columns is 2.00m, and the vertical distance from the second row of columns to the top edge is 2.00m. An arrow labeled 'X' points to the right, indicating the direction of the coordinate system.

Uvažujeme zaťažovací model LM4 podľa 4.3.5 v STN EN 1991-2, reprezentujúci zaťaženie davom ľudí. Zadané je ako plošné spojité rovnomerné zaťaženie na vozovke s hodnotou rovnou  $5\text{kN/m}^2$ .

Brzdná sila pôsobí na povrchu vozovky v pozdĺžnom smere v osi pruhu č.1 na celej dĺžke mosta s hodnotou  $q_{lk}$ . Uvažuje sa Spojité zaťaženie v osi pruhu č.1 na celej dĺžke dosky (9,490m).

16

$$Q_{lk} = 0,6 \cdot \alpha_{Q1} \cdot (2Q_{1k}) + 0,1 \cdot \alpha_{q1} \cdot q_{1k} \cdot w_1 \cdot L$$

$$Q_{lk} = 0,6 \cdot 1,0 \cdot 2 \cdot 300 + 0,1 \cdot 1,0 \cdot 9,0 \cdot 3,0 \cdot 9,490 = 360,0 + 25,623 = 385,623 \text{ kN}$$

$$180 \cdot \alpha_{Q1} \text{ kN} \leq Q_{lk} \leq 900 \text{ kN}$$

$$180 \text{ kN} \leq 385,623 \leq 900 \text{ kN} \dots \blacktriangleright Q_{lk} = 385,623 \text{ kN} \blacktriangleright q_{lk} = 385,623 / 9,490 = \mathbf{40,635 \text{ kN/m}}$$

### 5.3.5.2 Odstredivé a priečne sily

Odstredivé sily pôsobiace na povrchu vozovky sa zanedbávajú z dôvodu, že komunikácia prechádzajúca po mostnej konštrukcii je v priamom smere.

Priečna sila sa uvažuje ako osamelá sila pôsobiaca kolmo na os jazdného pásu širokého 3m na povrchu vozovky uprostred rozpätia.

$$\gamma_Q = 1,35$$

$$Q_{irk} = 25\% \cdot Q_{lk} = 0,25 \cdot 385,623 = 96,41 \text{ kN}$$

### 5.3.6 Klimatické zaťaženie

#### 5.3.6.1 Zaženie vetrom

Nakoľko na moste sa nenachádza protihluková stena, statický a dynamický vietor v priečnom aj v pozdĺžnom smere na dosku sa zanedbáva.

#### 5.3.6.2 Zaťaženie teplotou

Pre polohu mosta v okrese Krupina pri obci Jalšovík, určíme z normy max./min. teplotu vzduchu v tieni:

$$T_{\max} = 41^\circ\text{C} \text{ (mapa s izotermami, STN EN 1991-1-5/NA, str.6)} \rightarrow T_{e,\max} = T_{\max} + 2^\circ\text{C} = 43^\circ\text{C}$$

$$T_{\min} = 30^\circ\text{C} \text{ (mapa s izotermami, STN EN 1991-1-5/NA, str.6)} \rightarrow T_{e,\min} = T_{\min} - 3^\circ\text{C} = -27^\circ\text{C}$$

$$T_0 = 10^\circ\text{C} - \text{počiatočná teplota}$$

$$\Delta T_{N,\text{con}} = T_0 - T_{e,\min} = 10 - (-27) = 37^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{N,\text{exp}} = T_{e,\max} - T_0 = 43 - 10 = 33^\circ\text{C}$$

### 5.3.7 Seizmické zaťaženie

V zmysle STN EN 1998-1/NA/Z2 Eurokód 8, obrázku NB.6.1 „Oblasti seizmického ohrozenia na území Slovenska“ hodnota špičkového seizmického zrýchlenia dosahuje v území Krupina a okolia  $a_{gR} = 0,30 \text{ m.s}^{-2}$ . Na základe seizmogeologických charakteristík lokality je podložie účelovej komunikácie (obchvat) úsek I., úsek II. zaradené do kategórie podložia E.

### 5.3.8 Nerovnomerný pokles podpery

Jedná o statický neurčitú konštrukciu (rám votknutý do pilót), uvažujeme so zaťažením konštrukcie účinkami od možného nerovnomerného sadnutia. Uvažujeme sadnutie jednej alebo druhej strany. Prípadné sadnutie mosta je zadané do výpočtového modelu pomocou posunu podpery o 5mm v smere „z“.

Uvažuje sa pokles jeden podpery v smere „z“ 15 až 25 mm.

### 5.3.9 Reológia betónu

Nosná konštrukcia mosta nie je masívna a má štíhle prierezy, zaťaženie od dotvarovania a zmrašťovania betónu sa zanedbáva.

#### 5.3.10 Zemný tlak

Zaťaženie zemným tlakom sa uvažuje podľa STN 73 0037. Zemný tlak je uvažovaný ako zemný tlak v pokoji. Obsyp a spätný zásyp mostnej konštrukcie je uvažovaný zeminou zo štrkodry s hodnotami  $\gamma = 20,0 \text{ kNm}^{-3}$ ,  $\phi_{k,\min.} = 30^\circ$ . Zemný tlak sa uvažuje ako obojstranný.

$$\gamma_\gamma = 20 \text{ kNm}^{-3}; \quad \gamma_Q = 1,50;$$

$$K_0 = 1 - \sin \varphi_d = 1 - \sin 30^\circ = 0,50 \quad \sigma_i = \gamma_\gamma \cdot h_i \cdot K_0 = 20,0 \cdot h_i \cdot 0,50 = 10,0 \cdot h_i$$

$$- h_{1(4,8)} = 4,8 \text{ [m]} \quad \sigma_{1(z)} = 10,0 \cdot 4,8 = 48,0 \text{ kN.m}^{-2}$$

#### 5.3.11 Hydrostatický tlak/vztlak

Zaťaženie od hydrostatického tlaku vyvolaného podzemnou vodou nie je uvažované.

#### 5.3.12 Priťaženie

Zvislé účinky od pohyblivého zaťaženia mimo nosnú konštrukciu sa uvažujú ako zväčšenie zemného tlaku v pokoji od priťaženia cestnou dopravou. Priťaženie je uvažované náhradnou vrstvou zeminy s hodnotou  $\gamma = 20,0 \text{ kNm}^{-3}$ . Priťaženie sa uvažuje, ako jednostranné a obojstranné.

$$\gamma_\gamma = 20 \text{ kNm}^{-3}; \quad \gamma_Q = 1,50; \quad \gamma_G = 1,0; \quad \psi_0 = 0,75;$$

$$K_0 = 1 - \sin \varphi_d = 1 - \sin 30^\circ = 0,50$$

$$\sigma_i = \gamma_\gamma \cdot h_i \cdot K_0 = 20,0 \cdot h_i \cdot 0,50 = 10,0 \cdot h_i$$

$$q_{eq} = \frac{600 \cdot 1,0 + 9 \cdot 1,0 \cdot 3 + 400 \cdot 1,0 + 2,5 \cdot 1,0 \cdot 4,5}{2,2 \cdot 7,5} = 62,93 \text{ kN / m}^2$$

$$h_n = \frac{62,93}{20} = 3,15 \text{ m}$$

$$- h_{1(4,8)} = 3,15 + 4,8 = 7,95 \text{ [m]} \quad \sigma_{1(p)} = 10,0 \cdot 7,95 = 79,5 + \sigma_{1(z)} = 127,5 \text{ kN.m}^{-2}$$

### 5.3.13 Kombinácie zaťaženia

Tab. 1 Zaťažovacie skupiny od premenného krátkodobého zaťaženia - cestnej dopravy

		VOZOVKA						Chodníky pre chodcov a cyklistov
Typ zaťaženia		Zvislé sily				Vodorovné sily		Výlučne zvislé zaťaženie
Číslo článku		4.3.2	4.3.3	4.3.4	4.3.5	4.4.1	4.4.2	5.3.2-(1)
Zaťažovací systém		LM1 Hlavný zaťaž. systém	LM2 Jednonápravové vozidlá	LM3 Zvláštne vozidlá	LM4 Zaťaženie davom ľudí	Brzdné a rozjazdové sily	Odstredivé a bočné sily	Rovnomerné spojité zaťaženie
zaťažovacie skupiny	sk1a	Charak. hodnoty				(a)	(a)	Kombinovaná hodnota <sup>(b)</sup>
	sk1b		Charakter. hodnota					
	sk2	Časté hodnoty <sup>(b)</sup>				Charakter. hodnota	Charakter. hodnota	
	sk3 <sup>(d)</sup>							Charakter. hodnota <sup>(c)</sup>
	sk4				Charakter. hodnota			Charakter. hodnota <sup>(b)</sup>
	sk5	Pozri prílohu A		Charakter. hodnota				
Dominantná zložka zaťaženia (označená ako zložka súvisiaca so skupinou)								
<sup>(a)</sup> Môžu byť definované v národnej prílohe.								
<sup>(b)</sup> Môžu byť definované v národnej prílohe. Odporúčaná hodnota je 3 kN/m <sup>2</sup> .								
<sup>(c)</sup> Pozri 5.3.2.1-(2) Môže byť zaťažený iba jeden chodník v prípade, že to vyvolá nepriaznivejší účinok, ako keď sú zaťažené oba chodníky.								
<sup>(d)</sup> Táto skupina sa neuvažuje, ak sa uvažuje skupina sk4.								

Kombinácie návrhových hodnôt zaťaženia sa vytvorili podľa STN EN 1990 (tab. A2.4(B)):

$$\sum_j \gamma_{Gj,sup} \cdot G_{kj,sup} + \sum_j \gamma_{Gj,inf} \cdot G_{kj,inf} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

**Poznámka:** Pre medzné stavy použiteľnosti platí  $\gamma_Q, \gamma_G = 1,0$ .

### 5.4 Výpočet vnútorných síl

Výpočet vnútorných síl bol realizovaný na výpočtovom modeli dosko-stenovej konštrukcie pomocou SCIA Engineer. Kombinované boli dva výpočtové modely. Prvý simuloval účinky od premenného zaťaženia dopravou a stálym zaťažením. Vzhľadom na veľké množstvo výsledkov uvádzajú sa len rozhodujúce vnútorné sily v samotnom posúdení konštrukcie.

## 5.5 Posúdenie nosnej konštrukcie

### 5.5.1 Zaťažovacie stavy

Názov	Popis	Typ pôsobenia	Zaťažovacia skupina	Smer	Dĺžka trvania	Vzorový zaťažovací stav
	Spec	Typ zaťaženia				
LC1 vlastná tiaž		Stále	LG1	-Z		
		Vlastná tiaž				
rímša	Štandard	Premenné	LG2		Dlhodobé	Žiadny
		Statické				
spádový betón	Štandard	Premenné	LG2		Dlhodobé	Žiadny
		Statické				
spádový betón +	Štandard	Premenné	LG2		Dlhodobé	Žiadny
		Statické				
spádový betón -	Štandard	Premenné	LG2		Dlhodobé	Žiadny
		Statické				
izolácia	Štandard	Premenné	LG2		Dlhodobé	Žiadny
		Statické				
izolácia +	Štandard	Premenné	LG2		Dlhodobé	Žiadny
		Statické				
izolácia -	Štandard	Premenné	LG2		Dlhodobé	Žiadny
		Statické				
zásyp štrkodrva	Štandard	Premenné	LG2		Dlhodobé	Žiadny
		Statické				
hydr. stmelená zmes_ vozovka	Štandard	Premenné	LG2		Dlhodobé	Žiadny
		Statické				
asf. betón_ vozovka	Štandard	Premenné	LG2		Dlhodobé	Žiadny
		Statické				
asf. betón_ vozovka +	Štandard	Premenné	LG2		Dlhodobé	Žiadny
		Statické				
asf. betón_ vozovka -	Štandard	Premenné	LG2		Dlhodobé	Žiadny
		Statické				
LM1_TS_Mmax (1)	Štandard	Premenné	LG2		Krátkodobé	Žiadny
		Statické				
LM1_TS_Mmax (2)	Štandard	Premenné	LG2		Krátkodobé	Žiadny
		Statické				
LM1_TS_Vmax (1)	Štandard	Premenné	LG2		Krátkodobé	Žiadny
		Statické				
LM1_TS_Vmax (2)	Štandard	Premenné	LG2		Krátkodobé	Žiadny
		Statické				
LM1_UDL	Štandard	Premenné	LG2		Krátkodobé	Žiadny
		Statické				
LM2_Mmax	Štandard	Premenné	LG2		Krátkodobé	Žiadny
		Statické				
LM2_Vmax	Štandard	Premenné	LG2		Krátkodobé	Žiadny
		Statické				
900/150_Mmax (1)	Štandard	Premenné	LG2		Krátkodobé	Žiadny
		Statické				
900/150_Mmax (2)	Štandard	Premenné	LG2		Krátkodobé	Žiadny
		Statické				
900/150_Vmax (1)	Štandard	Premenné	LG2		Krátkodobé	Žiadny
		Statické				
900/150_Vmax (2)	Štandard	Premenné	LG2		Krátkodobé	Žiadny
		Statické				
3000/240_Mmax (1)	Štandard	Premenné	LG2		Krátkodobé	Žiadny
		Statické				
3000/240_Mmax (2)	Štandard	Premenné	LG2		Krátkodobé	Žiadny
		Statické				
3000/240_Vmax (1)	Štandard	Premenné	LG2		Krátkodobé	Žiadny
		Statické				
3000/240_Vmax (2)	Štandard	Premenné	LG2		Krátkodobé	Žiadny
		Statické				
FLM3_Mmax (1)	Štandard	Premenné	LG2		Krátkodobé	Žiadny
		Statické				
FLM3_Mmax (2)		Premenné	LG2		Krátkodobé	Žiadny



Názov	Popis	Typ pôsobenia	Zaťažovacia skupina	Smer	Dĺžka trvania	Vzorový zaťažovací stav
	Spec	Typ zaťaženia				
FLM3_Vmax (1)	Štandard	Statické				
		Premenné	LG2		Krátkodobé	Žiadny
FLM3_Vmax (2)	Štandard	Statické				
		Premenné	LG2		Krátkodobé	Žiadny
Brzdenie	Štandard	Statické				
		Premenné	LG2		Krátkodobé	Žiadny
Rozjazd	Štandard	Statické				
		Premenné	LG2		Krátkodobé	Žiadny
	Štandard	Statické				

## 5.6 Posúdenie nosnej konštrukcie

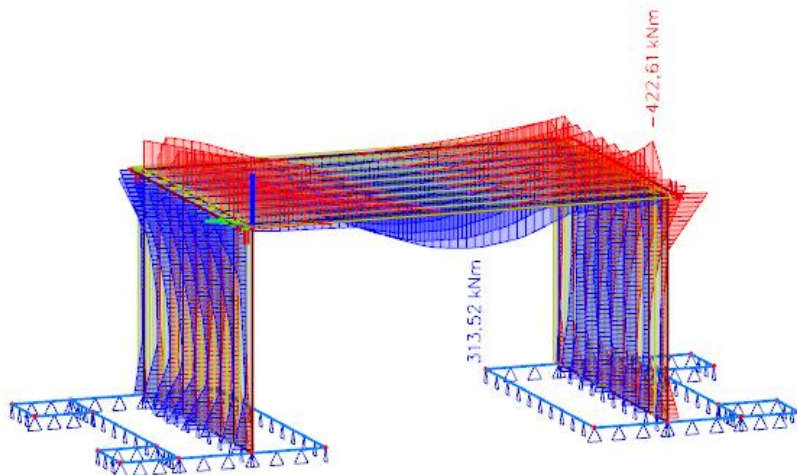
Šírku komunikácie medzi rímsami uvažujeme 7,5m. Zo šírky vozovky vychádzajú 2 zaťažovacie pruhy po 3m a zvyšok 1,5m. Posudzujú sa rozhodujúce prierezy konštrukcie. Pre posúdenie konštrukcie sa sčítavali vnútorné sily z dvoch výpočtových modelov. Prvý výpočtový model predstavuje účinky na konštrukciu od vl. tiaže, dopravy a stáleho zaťaženia, druhý výpočtový model predstavuje účinky od nerovnomerného poklesu podpery.

### 5.6.1 Posúdenie prierezu – doska

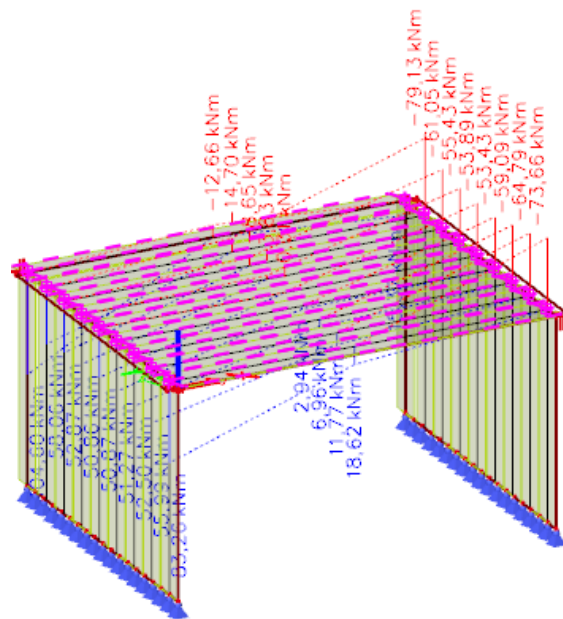
Doska sa posudzuje v rozhodujúcich prierezoch – uprostred rozpätia a v rámových rohoch na kombináciu vnútorných síl namáhajúcich prierez  $M_{\max} + N$  a  $M + N_{\max}$ , šmykovú silu  $V_{\max}$  a únavu.

#### 5.6.1.1 Vnútorné sily

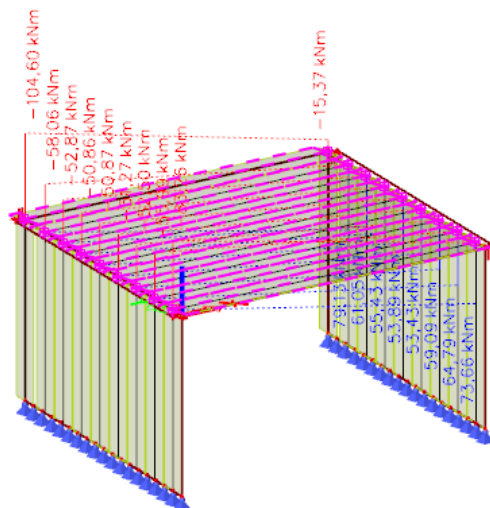
Vnútorné sily sú výsledkom z rozhodujúcich kombinácií a súčtom dvoch výpočtových modelov. Vnútorné sily na konštrukciu sú uvažované na integračných pásoch.



Obrázok: Vnútorné sily max M –model č.1 MSU



**Obrázok: Vnútročné sily max M - model č.2 pokles ľ**



**Obrázok: Vnútorne sily max M - model č.2 pokles P**

#### 5.6.1.2 Návrh hlavnej výstuže v poli – max $M_{Ed} + N_{Ed}$

**Prierez:** š.= 1000mm, hr.= 545mm (uvažovaná je priemerná hr. nosnej konštrukcie)

### Návrh:

- betón: **C30/37**
- hlavná výstuž (pozdĺžna): **10 Ø16mm/m, á100mm** (horný povrch)  
**10 Ø18mm/m, á100mm** (spodný povrch)
- rozdeľovacia výstuž (pričná): **5 Ø16mm/m, á200mm** (horný a spodný povrch)  
 $A_{s,rozdl,min.} = 0,2 \cdot A_{sI} = 0,2 \cdot 25,45 \cdot 10^{-4} = 5,09 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$
- šmyková výstuž (spony): **spony min. 12 Ø10mm/m²**

### Návrh výstuže na ohyb + normálová sila:

<b>Dané:</b>	<b>Betón:</b>	<b>C30/37</b>	<b>Oceľ:</b>	<b>B500B</b>
	$f_{ck}=$	<b>30 MPa</b>	$f_{yk}=$	<b>500 MPa</b>
	$\varepsilon_{cu3}=$	<b>3,5 ‰</b>		
	$\varepsilon_{c3}=$	<b>1,75 ‰</b>		
	$f_{ctm}=$	<b>2,9 MPa</b>		
	$b=$	<b>1,00 m</b>	$\alpha_{cc}=$	<b>0,85</b>
	$h=$	<b>0,55 m</b>	$\alpha_{ct}=$	<b>0,85</b>
	$c_{nom}=$	<b>50,00 mm</b>	$\eta=$	<b>1,00</b>
	$M_0=$	<b>333,00 kNm</b>	$i=$	<b>0,289 m</b>
	$N_{Ed}=$	<b>180,23 kN</b>	$\lambda=$	<b>0,800</b>
	$l=$	<b>8,96 m</b>	$l_0=$	<b>4,48 m</b>
	$E_s=$	<b>200 GPa</b>	$\gamma_s=$	<b>1,15</b>
	Predpoklad $\phi=$	<b>18,00 mm</b>	$\gamma_c=$	<b>1,5</b>

$f_{cd}=\alpha_{cc}\cdot f_{ck}/\gamma_c=$	<b>17,000 MPa</b>	$\varepsilon_{yd}=f_{yd}/E_s=$	<b>2,174 ‰</b>
$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_s=$	<b>434,783 MPa</b>	$\xi_{bal,1}=\varepsilon_{cu3}/(\varepsilon_{cu3}+\varepsilon_{yd})=$	<b>0,617</b>
$d_1=c+0,5\cdot\phi=$	<b>59 mm</b>	$\xi_{bal,2}=\varepsilon_{cu3}/(\varepsilon_{cu3}-\varepsilon_{yd})=$	<b>2,639</b>
$d_2=d_1=$	<b>59 mm</b>	$Z_{s1}=$	<b>0,2135 m</b>
$d=h-d_1=$	<b>0,486 m</b>	$Z_{s2}=$	<b>0,2135 m</b>

### Limitná štíhlosť prvku:

$\lambda_1=l_0/i=$	<b>15,519</b>	$\lambda_1\leq\lambda_{lim1}$	
$\lambda_{lim1}=$	<b>75</b>		<b>Netreba vyšetrovať účinky II. rádu</b>
$\lambda_{lim2}=$	<b>77,291</b>	$\lambda_1\leq\lambda_{lim2}$	
			<b>Netreba vyšetrovať účinky II. rádu</b>

### Základná excentricita:

$$e_1=M_0/N_{Ed}= \mathbf{1,848\ m}$$

### Náhodná excentricita:

$$\theta_i=(1/200)\cdot(2/l)^{1/2}= \mathbf{0,02993326} \quad e_i=\theta_i\cdot l_0/2= \mathbf{0,067\ m}$$

### Excentricita I. rádu so zohľadnením imperfekcií:

$$e_0=e_1+e_i= \mathbf{1,915\ m} \quad \min e_0 < e_0 \Rightarrow e_0= \mathbf{1,915\ m}$$

$$\min e_0=h/30= \mathbf{0,018\ m} \quad 0,02 < e_0$$

### Návrhový moment v kritickom priereze:

$$M_{Ed}=M_{0Ed}=N_{Ed}\cdot e_0= \mathbf{345,085\ kNm}$$

### Návrh výstuže:

$$x_{B,lim}=(560\cdot d)/(700+f_{yd})= \mathbf{0,240\ m}$$

$$F_{cd,lim}=x_{B,lim}\cdot b\cdot f_{cd}= \mathbf{4077,186\ kN}$$

$$N_{Ed}>F_{cd,lim} \quad \textbf{Podmienka nevyhovuje-Prevláda ohyb}$$

$$M_{s1}=M_{Ed}+N_{Ed}\cdot Z_{s1}= \mathbf{383,56\ kNm}$$

$$x_B=d\cdot(d^2-2\cdot M_{s1}/(b\cdot f_{cd}))^{1/2}= \mathbf{0,049\ m} \quad \textbf{Oblasť III}$$

$$F_{cd} = x_B \cdot b \cdot f_{cd} = \mathbf{831,192 \text{ kN}}$$

$$A_{s1} = (F_{cd} - N_{Ed}) / \sigma_{s1} = \mathbf{0,001497 \text{ m}^2} \Rightarrow A_{s1} = \mathbf{0,002545}$$

počet výstuží  $n_1 = \mathbf{10}$   
priemer výstuže  $\phi_1 = \mathbf{18}$

$$c_{nom} = \mathbf{50,00 \text{ mm}} \quad d = h - d_1 = \mathbf{0,486 \text{ m}}$$

$$d_1 = c + 0,5 \cdot \phi_1 = \mathbf{59,00 \text{ mm}} \quad z_{s1} = \mathbf{0,214 \text{ m}}$$

$$d_2 = c + 0,5 \cdot \phi_2 = \mathbf{50,00 \text{ mm}} \quad z_{s2} = \mathbf{0,223 \text{ m}}$$

#### Kontrola rozmiestnenia výstuže:

$$t_{s1} = \max(1,5 \cdot \phi_{max}; 20\text{mm}; d_g + 5\text{mm}) = \mathbf{27 \text{ mm}} \quad b_{n1} < b \text{ Návrh vyhovuje}$$

$$b_{n1} = 2 \cdot c_{nom} + n \cdot \phi + (n-1) \cdot t_s = \mathbf{0,523 \text{ m}}$$

$$t_{s2} = \max(1,5 \cdot \phi_{max}; 20\text{mm}; d_g + 5\text{mm}) = \mathbf{27 \text{ mm}}$$

$$b_{n2} = 2 \cdot c_{nom} + n \cdot \phi + (n-1) \cdot t_s = \mathbf{0,073 \text{ m}} \quad b_{n2} < b \text{ Návrh vyhovuje}$$

#### Kontrola vystuženia:

$$A_{s,min} = \max(0,1 \cdot N_{Ed} / f_{yd}; 0,002 \cdot A_c) = \mathbf{0,00109 \text{ m}^2} \quad A_s > A_{s,min} \text{ Návrh vyhovuje}$$

$$A_{s,max} = 0,4 \cdot A_c = \mathbf{0,218 \text{ m}^2} \quad A_s \leq A_{s,max} \text{ Návrh vyhovuje}$$

#### Posúdenie prierezu:

**BOD "0"**

$$N_{Rd0} = b \cdot h \cdot f_{cd} + \Sigma A_s \cdot \sigma_s = \mathbf{10155,642 \text{ kN}}$$

$$M_{Rd0} = (A_{s2} \cdot z_2 - A_{s1} \cdot z_1) \cdot \sigma_s = \mathbf{-190,152 \text{ kNm}}$$

**BOD "1"**

$$N_{Rd1} = \lambda \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + F_{s2} = \mathbf{6609,600 \text{ kN}}$$

$$M_{Rd1} = \lambda \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} \cdot 0,5(h - \lambda \cdot d) + F_{s2} \cdot z_{s2} = \mathbf{516,210 \text{ kNm}}$$

**BOD "2"**

$$N_{Rd,bal} = \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + \Delta F_s = \mathbf{2970,799 \text{ kN}}$$

$$M_{Rd,bal} = \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} \cdot 0,5(h - \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot d) + F_{s1} \cdot z_{s1} + F_{s2} \cdot z_{s2} = \mathbf{858,322 \text{ kNm}}$$

**BOD "3"**

$$N_{Rd} = \mathbf{0,000 \text{ kN}}$$

$$M_{Rd} = \mathbf{501,701 \text{ kNm}}$$

**BOD "4"**

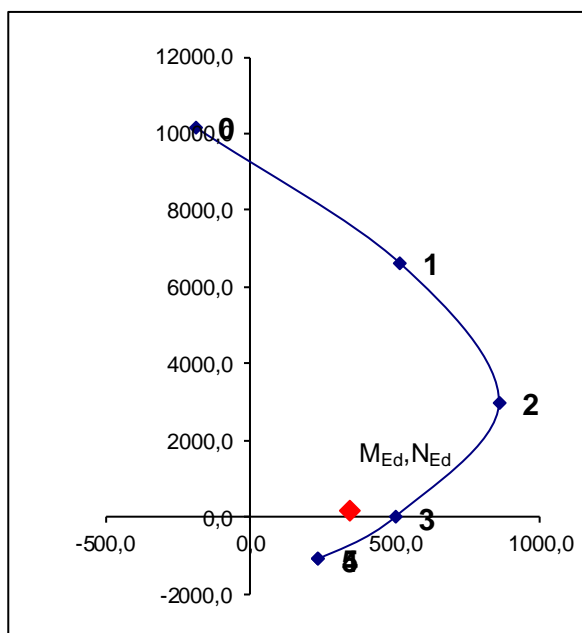
$$N_{Rdt,bal} = F_{s1} = \mathbf{-1106,387 \text{ kN}}$$

$$M_{Rdt,bal} = F_{s1} \cdot z_{s1} = \mathbf{236,214 \text{ kNm}}$$

**BOD "5"**

$$N_{Rdt0} = F_{s1} + F_{s2} = \mathbf{-1106,387 \text{ kN}}$$

$$M_{Rdt0} = F_{s1} \cdot z_{s1} - F_{s2} \cdot z_{s2} = \mathbf{236,214 \text{ kNm}}$$



$M_{Ed} \leq M_{Rd}$  **Návrh vyhovuje**

### 5.6.1.3 Návrh hlavnej výstuže v poli – $M_{Ed}^+ + \max N_{Ed}$

Návrh výstuže na ohyb + normálová sila:

Dané:	Betón:	<b>C30/37</b>	Oceľ:	<b>B500B</b>
	$f_{ck} =$	<b>30 MPa</b>	$f_{yk} =$	<b>500 MPa</b>
	$\varepsilon_{cu3} =$	<b>3,5 ‰</b>		
	$\varepsilon_{c3} =$	<b>1,75 ‰</b>		
	$f_{ctm} =$	<b>2,9 MPa</b>		
	$b =$	<b>1,00 m</b>	$\alpha_{cc} =$	<b>0,85</b>
	$h =$	<b>0,55 m</b>	$\alpha_{ct} =$	<b>0,85</b>
	$c_{nom} =$	<b>50,00 mm</b>	$\eta =$	<b>1,00</b>
	$M_0 =$	<b>39,20 kNm</b>	$i =$	<b>0,289 m</b>
	$N_{Ed} =$	<b>770,26 kN</b>	$\lambda =$	<b>0,800</b>
	$l =$	<b>8,96 m</b>	$l_0 =$	<b>4,48 m</b>
	$E_s =$	<b>200 GPa</b>	$\gamma_s =$	<b>1,15</b>
	Predpoklad $\phi =$	<b>18,00 mm</b>	$\gamma_c =$	<b>1,5</b>

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = \mathbf{17,000 \text{ MPa}}$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = \mathbf{434,783 \text{ MPa}}$$

$$d_1 = c + 0,5 \cdot \phi = \mathbf{59 \text{ mm}}$$

$$d_2 = d_1 = \mathbf{59 \text{ mm}}$$

$$d = h - d_1 = \mathbf{0,486 \text{ m}}$$

$$\varepsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = \mathbf{2,174 \text{ ‰}}$$

$$\xi_{bal,1} = \varepsilon_{cu3} / (\varepsilon_{cu3} + \varepsilon_{yd}) = \mathbf{0,617}$$

$$\xi_{bal,2} = \varepsilon_{cu3} / (\varepsilon_{cu3} - \varepsilon_{yd}) = \mathbf{2,639}$$

$$Z_{s1} = \mathbf{0,2135 \text{ m}}$$

$$Z_{s2} = \mathbf{0,2135 \text{ m}}$$

### Limitná štiňlosť prvku:

$$\begin{aligned}\lambda_1 &= l_0 / i = 15,519 & \lambda_1 &\leq \lambda_{lim1} \\ \lambda_{lim1} &= 75 & \text{Netreba vyšetrovať účinky II. rádu} \\ \lambda_{lim2} &= 37,387 & \lambda_1 &\leq \lambda_{lim2} \\ & & \text{Netreba vyšetrovať účinky II. rádu}\end{aligned}$$

### Základná excentricita:

$$e_1 = M_0 / N_{Ed} = 0,051 \text{ m}$$

### Náhodná excentricita:

$$\theta_i = (1/200) \cdot (2/l)^{1/2} = 0,02993326 \quad e_i = \theta_i \cdot l_0 / 2 = 0,067 \text{ m}$$

### Excentricita I. rádu so zohľadnením imperfekcií:

$$\begin{aligned}e_0 &= e_1 + e_i = 0,118 \text{ m} & \min e_0 < e_0 \\ \min e_0 &= h/30 = 0,018 \text{ m} & 0,02 < e_0 \Rightarrow e_0 = 0,118 \text{ m}\end{aligned}$$

### Návrhový moment v kritickom priereze:

$$M_{Ed} = M_{0Ed} = N_{Ed} \cdot e_0 = 90,846 \text{ kNm}$$

### Návrh výstuže:

$$\begin{aligned}x_{B,lim} &= (560 \cdot d) / (700 + f_{yd}) = 0,240 \text{ m} \\ F_{cd,lim} &= x_{B,lim} \cdot b \cdot f_{cd} = 4077,186 \text{ kN} \\ N_{Ed} &> F_{cd,lim} & \text{Podmienka nevyhovuje-Prevláda ohyb}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_{s1} &= M_{Ed} + N_{Ed} \cdot z_{s1} = 255,30 \text{ kNm} \\ x_B &= d - (d^2 - 2 \cdot M_{s1} / (b \cdot f_{cd}))^{1/2} = 0,032 \text{ m} & \text{Oblasť III}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}F_{cd} &= x_B \cdot b \cdot f_{cd} = 543,156 \text{ kN} \\ A_{s1} &= (F_{cd} - N_{Ed}) / \sigma_{s1} = -0,000522 \text{ m}^2 & \Rightarrow A_{s1} = 0,002545 \\ & & \text{počet výstuží } n_1 = 10 \\ & & \text{priemer výstuže } \phi_1 = 18 \\ A_{s1} &> A_{s2} & \Rightarrow A_{s2} = 0 \text{ m}^2 \\ & & \text{počet výstuží } n_2 = 0 \\ & & \text{priemer výstuže } \phi_2 = 0 \\ c_{nom} &= 0,00 \text{ mm} & d = h - d_1 = 0,536 \text{ m} \\ d_1 &= c + 0,5 \cdot \phi_1 = 9,00 \text{ mm} & z_{s1} = 0,264 \text{ m} \\ d_2 &= c + 0,5 \cdot \phi_2 = 0,00 \text{ mm} & z_{s2} = 0,273 \text{ m}\end{aligned}$$

### Kontrola rozmiestnenia výstuže:

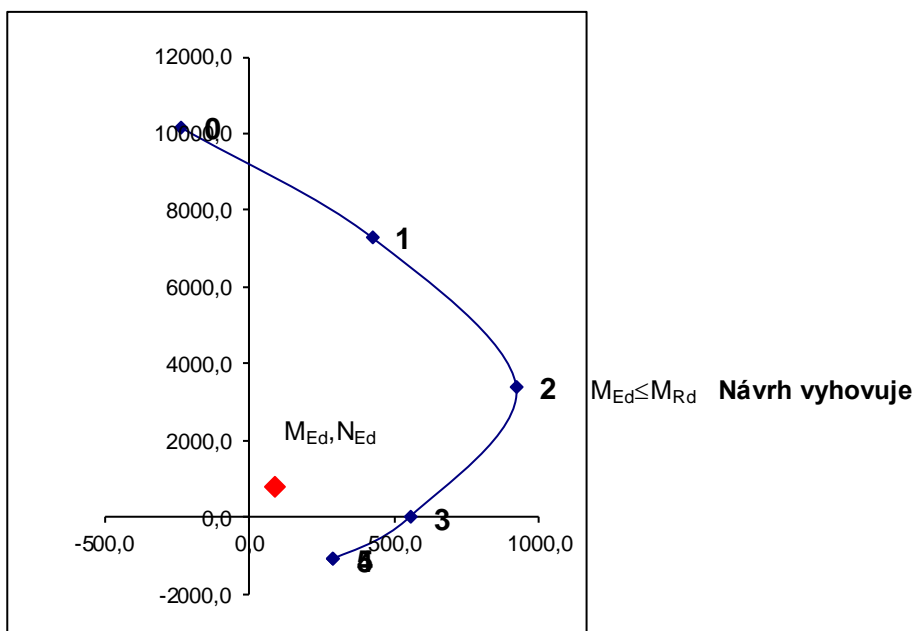
$$\begin{aligned}t_{s1} &= \max(1,5 \cdot \phi_{max}; 20\text{mm}; d_g + 5\text{mm}) = 27 \text{ mm} & b_{n1} < b & \text{Návrh vyhovuje} \\ b_{n1} &= 2 \cdot c_{nom} + n \cdot \phi + (n-1) \cdot t_s = 0,423 \text{ m} \\ t_{s2} &= \max(1,5 \cdot \phi_{max}; 20\text{mm}; d_g + 5\text{mm}) = 27 \text{ mm} \\ b_{n2} &= 2 \cdot c_{nom} + n \cdot \phi + (n-1) \cdot t_s = -0,027 \text{ m} & b_{n2} < b & \text{Návrh vyhovuje}\end{aligned}$$

### Kontrola výstuženia:

$$\begin{aligned}A_{s,min} &= \max(0,1 \cdot N_{Ed} / f_{yd}; 0,002 \cdot A_c) = 0,00109 \text{ m}^2 & A_s > A_{s,min} & \text{Návrh vyhovuje} \\ A_{s,max} &= 0,4 \cdot A_c = 0,218 \text{ m}^2 & A_s \leq A_{s,max} & \text{Návrh vyhovuje}\end{aligned}$$

**Posúdenie prierezu:**

<b>BOD "0"</b>	$N_{Rd0}=b \cdot h \cdot f_{cd} + \Sigma A_s \cdot \sigma_s =$	<b>10155,642 kN</b>
	$M_{Rd0}=(A_{s2} \cdot Z_2 - A_{s1} \cdot Z_1) \cdot \sigma_s =$	<b>-234,684 kNm</b>
<b>BOD "1"</b>	$N_{Rd1}=\lambda \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + F_{s2} =$	<b>7289,600 kN</b>
	$M_{Rd1}=\lambda \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} \cdot 0,5(h-\lambda \cdot d) + F_{s2} \cdot Z_{s2} =$	<b>423,526 kNm</b>
<b>BOD "2"</b>	$N_{Rd,bal}=\lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + \Delta F_s =$	<b>3390,263 kN</b>
	$M_{Rd,bal}=\lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} \cdot 0,5 \cdot (h-\lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot d) + F_{s1} \cdot Z_{s1} + F_{s2} \cdot Z_{s2} =$	<b>922,168 kNm</b>
<b>BOD "3"</b>	$N_{Rd} =$	<b>0,000 kN</b>
	$M_{Rd} =$	<b>557,021 kNm</b>
<b>BOD "4"</b>	$N_{Rdt,bal} = F_{s1} =$	<b>-1106,387 kN</b>
	$M_{Rdt,bal} = F_{s1} \cdot Z_{s1} =$	<b>291,533 kNm</b>
<b>BOD "5"</b>	$N_{Rdt0} = F_{s1} + F_{s2} =$	<b>-1106,387 kN</b>
	$M_{Rdt0} = F_{s1} \cdot Z_{s1} - F_{s2} \cdot Z_{s2} =$	<b>291,533 kNm</b>



**Poznámka:**

Z posudku pre prierez namáhaného kombináciou vnútorných síl  $M+N_{max}$  vyplýva, že prierez je výhradne tlačenný a nie je nutná ťahová výstuž pri spodnom povrchu dosky - postačuje konštrukčná výstuž, preto **rozhoduje** posudok pre prierez namáhaný kombináciou vnútorných síl  $M_{max} + N$

**5.6.1.4 Posúdenie na únavu – v poli**

Posúdenie dosky na únavu sa uvažuje uprostred rozpätia dosky. Uvažuje sa s účinkami od zaťažovacieho modelom FLM3 ( $M_{FLM3}$ ) a vlastnou tiažou + stálym zaťažením ( $M_{E,basic}=M_{g1}+M_{g2}$ ). Všetky účinky zaťaženia sa uvažujú bez parciálnych súčiniteľov.

<b>Dané:</b>	$M_{FLM3}=$	<b>47,68 kNm</b>	$N_{obs}=$	<b>2000000</b>
	$M_{E,basic}=$	<b>75,22 kNm</b>	$N_{Years}=$	<b>100 rokov</b>
	$\gamma_{F,fat}=$	<b>1</b>	$N_{obs,i}=$	<b>2000000</b>
	$\gamma_{S,fat}=$	<b>1,15</b>	$E_s=$	<b>200 GPa</b>
	$\gamma_c=$	<b>1,5</b>	$E_{cm}=$	<b>33 GPa</b>
	$d=$	<b>0,485 m</b>	$\Delta\sigma_{R,sk}=$	<b>162,5 MPa</b>
	$k_2=$	<b>9</b>	$Q=$	<b>1</b>
	$f_{ck}=$	<b>30 MPa</b>	$\lambda_{s,1}=$	<b>1,10</b>
	$\varphi_{fat}=$	<b>1,20</b>		

**Posúdenie ocele na únavu:**

$\lambda_{s,2}=Q \cdot (N_{obs}/2,0)^{1/k_2}=$	<b>1,000</b>	$\alpha_e=E_s/E_{cm}=$	<b>6,061</b>
$\lambda_{s,3}=(N_{Years}/100)^{1/k_2}=$	<b>1,000</b>	$x=$	<b>0,108 m</b>
$\lambda_{s,4}=(\sum N_{obs,i}/N_{obs,1})^{1/k_2}=$	<b>1,000</b>	$I_{ir}=$	<b>0,0026119 m<sup>4</sup></b>
$\lambda_s=\varphi_{fat} \cdot \lambda_{s,1} \cdot \lambda_{s,2} \cdot \lambda_{s,3} \cdot \lambda_{s,4}=$	<b>1,320</b>		
$\Delta\sigma_{s,FLM3}=\alpha_e \cdot M_{FLM3}/I_{ir} \cdot (d-x)=$	<b>41,726 MPa</b>	$\gamma_{F,fat} \cdot \Delta\sigma_{s,eq}=$	<b>77,110 MPa</b>
$\Delta\sigma_{s,Ec}=1,4 \cdot \Delta\sigma_{s,FLM3}=$	<b>58,417 MPa</b>	$\Delta\sigma_{R,sk}/\gamma_{S,fat}=$	<b>141,304 MPa</b>
$\Delta\sigma_{s,eq}=\Delta\sigma_{s,Ec} \cdot \lambda_s=$	<b>77,110 MPa</b>		
$\gamma_{F,fat} \cdot \Delta\sigma_{s,eq} \leq \Delta\sigma_{R,sk}/\gamma_{S,fat}$ <b>Oceľ na únavu vyhovuje</b>			

**Posúdenie betónu na únavu:**

$\sigma_{c,min}=(M_{E,basic}+0)/I_{ir} \cdot x=$	<b>3,106 MPa</b>
$\sigma_{c,max}=(M_{E,basic}+M_{FLM3})/I_{ir} \cdot x=$	<b>5,075 MPa</b>
$f_{cd,fat}=0,85 \cdot \beta_{cc}(t_0) \cdot f_{ck}/\gamma_c \cdot (1-f_{ck}/250)=$	<b>14,960 MPa</b>
$\sigma_{c,max}/f_{cd,fat}=$	<b>0,339</b>
$0,5+0,45 \cdot \sigma_{c,min}/f_{cd,fat}=$	<b>0,593</b>
$\sigma_{c,max}/f_{cd,fat} \leq 0,5+0,45 \cdot \sigma_{c,min}/f_{cd,fat} \leq 0,9$ <b>Betón na únavu vyhovuje</b>	

**5.6.1.5 Návrh hlavnej výstuže rámový roh – max  $M_{Ed}$  +  $N_{Ed}$**

**Prierez:** **š.= 1000mm, hr.= 545mm** (uvažovaná je priemerná hr. nosnej konštrukcie)

**Návrh:**

- betón: **C30/37**
- hlavná výstuž (pozdĺžna): **10 Ø22mm/m, á100mm** (horný povrch)  
**10 Ø18mm/m, á100mm** (spodný povrch)
- rozdeľovacia výstuž (pričná): **5 Ø16mm/m, á200mm** (horný a spodný povrch)  
 $A_{s,rozdl,min.} = 0,2 \cdot A_{s1} = 0,2 \cdot 49,09 \cdot 10^{-4} = 9,818 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$
- šmyková výstuž (spony): **spony min. 12 Ø10mm/m<sup>2</sup>**



### Návrh výstuže na ohyb + normálová sila:

<b>Dané:</b>	<b>Betón:</b>	<b>C30/37</b>	<b>Oceľ:</b>	<b>B500B</b>
	$f_{ck}=$	<b>30 MPa</b>	$f_{yk}=$	<b>500 MPa</b>
	$\varepsilon_{cu3}=$	<b>3,5 ‰</b>		
	$\varepsilon_{c3}=$	<b>1,75 ‰</b>		
	$f_{ctm}=$	<b>2,9 MPa</b>		
	$b=$	<b>1,00 m</b>	$\alpha_{cc}=$	<b>0,85</b>
	$h=$	<b>0,55 m</b>	$\alpha_{ct}=$	<b>0,85</b>
	$c_{nom}=$	<b>50,00 mm</b>	$\eta=$	<b>1,00</b>
	$M_0=$	<b>501,74 kNm</b>	$i=$	<b>0,289 m</b>
	$N_{Ed}=$	<b>2,97 kN</b>	$\lambda=$	<b>0,800</b>
	$l=$	<b>8,96 m</b>	$l_0=$	<b>4,48 m</b>
	$E_s=$	<b>200 GPa</b>	$\gamma_s=$	<b>1,15</b>
	Predpoklad $\phi=$	<b>22,00 mm</b>	$\gamma_c=$	<b>1,5</b>

$f_{cd}=\alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c=$	<b>17,000 MPa</b>	$\varepsilon_{yd}=f_{yd} / E_s=$	<b>2,174 ‰</b>
$f_{yd}=f_{yk} / \gamma_s=$	<b>434,783 MPa</b>	$\xi_{bal,1}=\varepsilon_{cu3} / (\varepsilon_{cu3} + \varepsilon_{yd})=$	<b>0,617</b>
$d_1=c+0,5 \cdot \phi=$	<b>61 mm</b>	$\xi_{bal,2}=\varepsilon_{cu3} / (\varepsilon_{cu3} - \varepsilon_{yd})=$	<b>2,639</b>
$d_2=d_1=$	<b>61 mm</b>	$Z_{s1}=$	<b>0,2115 m</b>
$d=h-d_1=$	<b>0,484 m</b>	$Z_{s2}=$	<b>0,2115 m</b>

### Limitná štíhlosť prvku:

$\lambda_1=l_0/i=$	<b>15,519</b>	$\lambda_1 \leq \lambda_{lim1}$	
$\lambda_{lim1}=$	<b>75</b>		<b>Netreba vyšetrovať účinky II. rádu</b>
$\lambda_{lim2}=$	<b>602,093</b>	$\lambda_1 \leq \lambda_{lim2}$	
			<b>Netreba vyšetrovať účinky II. rádu</b>

### Základná excentricita:

$$e_1=M_0/N_{Ed}= \mathbf{168,936 \text{ m}}$$

### Náhodná excentricita:

$$\theta_i=(1/200) \cdot (2/l^{1/2})= \mathbf{0,02993326} \quad e_i=\theta_i \cdot l_0/2= \mathbf{0,067 \text{ m}}$$

### Excentricita I. rádu so zohľadnením imperfekcií:

$$e_0=e_1+e_i= \mathbf{169,003 \text{ m}} \quad \min e_0 < e_0 \Rightarrow e_0= \mathbf{169,003 \text{ m}}$$

$$\min e_0=h/30= \mathbf{0,018 \text{ m}} \quad 0,02 < e_0$$

### Návrhový moment v kritickom priereze:

$$M_{Ed}=M_{0Ed}=N_{Ed} \cdot e_0= \mathbf{501,939 \text{ kNm}}$$

### Návrh výstuže:

$$x_{B,lim}=(560 \cdot d)/(700+f_{yd})= \mathbf{0,239 \text{ m}}$$

$$F_{cd,lim}=x_{B,lim} \cdot b \cdot f_{cd}= \mathbf{4060,408 \text{ kN}}$$

$$N_{Ed} > F_{cd,lim} \quad \text{Podmienka nevyhovuje-Prevláda ohyb}$$

$$M_{s1}=M_{Ed}+N_{Ed} \cdot Z_{s1}= \mathbf{502,57 \text{ kNm}}$$

$$x_B=d \cdot (d^2-2 \cdot M_{s1}/(b \cdot f_{cd}))^{1/2}= \mathbf{0,066 \text{ m}} \quad \text{Oblasť III}$$

$$F_{cd} = x_B \cdot b \cdot f_{cd} = 1113,740 \text{ kN}$$

$$A_{s1} = (F_{cd} - N_{Ed}) / \sigma_{s1} = 0,002555 \text{ m}^2 \Rightarrow A_{s1} = 0,003801$$

$$\text{počet výstuží } n_1 = 10$$

$$\text{priemer výstuže } \phi_1 = 22$$

$$c_{nom} = 0,00 \text{ mm} \quad d = h - d_1 = 0,534 \text{ m}$$

$$d_1 = c + 0,5 \cdot \phi_1 = 11,00 \text{ mm} \quad z_{s1} = 0,262 \text{ m}$$

$$d_2 = c + 0,5 \cdot \phi_2 = 0,00 \text{ mm} \quad z_{s2} = 0,273 \text{ m}$$

#### Kontrola rozmiestnenia výstuže:

$$t_{s1} = \max(1,5 \cdot \phi_{max}; 20\text{mm}; d_g + 5\text{mm}) = 33 \text{ mm} \quad b_{n1} < b \text{ Návrh vyhovuje}$$

$$b_{n1} = 2 \cdot c_{nom} + n \cdot \phi + (n-1) \cdot t_s = 0,517 \text{ m}$$

$$t_{s2} = \max(1,5 \cdot \phi_{max}; 20\text{mm}; d_g + 5\text{mm}) = 27 \text{ mm}$$

$$b_{n2} = 2 \cdot c_{nom} + n \cdot \phi + (n-1) \cdot t_s = -0,027 \text{ m} \quad b_{n2} < b \text{ Návrh vyhovuje}$$

#### Kontrola vystuženia:

$$A_{s,min} = \max(0,1 \cdot N_{Ed} / f_{yd}; 0,002 \cdot A_c) = 0,00109 \text{ m}^2 \quad A_s > A_{s,min} \text{ Návrh vyhovuje}$$

$$A_{s,max} = 0,4 \cdot A_c = 0,218 \text{ m}^2 \quad A_s \leq A_{s,max} \text{ Návrh vyhovuje}$$

#### Posúdenie prierezu:

**BOD "0"**

$$N_{Rd0} = b \cdot h \cdot f_{cd} + \Sigma A_s \cdot \sigma_s = 10595,464 \text{ kN}$$

$$M_{Rd0} = (A_{s2} \cdot z_2 - A_{s1} \cdot z_1) \cdot \sigma_s = -347,916 \text{ kNm}$$

**BOD "1"**

$$N_{Rd1} = \lambda \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + F_{s2} = 7262,400 \text{ kN}$$

$$M_{Rd1} = \lambda \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} \cdot 0,5(h - \lambda \cdot d) + F_{s2} \cdot z_{s2} = 427,755 \text{ kNm}$$

**BOD "2"**

$$N_{Rd,bal} = \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + \Delta F_s = 2827,120 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,bal} = \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} \cdot 0,5 \cdot (h - \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot d) + F_{s1} \cdot z_{s1} + F_{s2} \cdot z_{s2} = 1062,687 \text{ kNm}$$

**BOD "3"**

$$N_{Rd} = 0,000 \text{ kN}$$

$$M_{Rd} = 802,228 \text{ kNm}$$

**BOD "4"**

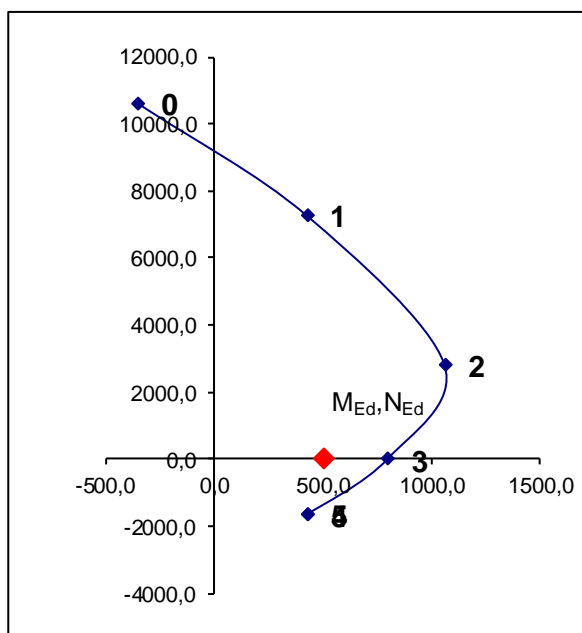
$$N_{Rdt,bal} = F_{s1} = -1652,751 \text{ kN}$$

$$M_{Rdt,bal} = F_{s1} \cdot z_{s1} = 432,194 \text{ kNm}$$

**BOD "5"**

$$N_{Rdt0} = F_{s1} + F_{s2} = -1652,751 \text{ kN}$$

$$M_{Rdt0} = F_{s1} \cdot z_{s1} - F_{s2} \cdot z_{s2} = 432,194 \text{ kNm}$$



$M_{Ed} \leq M_{Rd}$  **Návrh vyhovuje**

#### 5.6.1.6 Návrh hlavnej výstuže rámový roh – $M_{Ed}^- + \max N_{Ed}$

Návrh výstuže na ohyb + normálová sila:

Dané:	Betón:	<b>C30/37</b>	Oceľ:	<b>B500B</b>
	$f_{ck} =$	<b>30 MPa</b>	$f_{yk} =$	<b>500 MPa</b>
	$\varepsilon_{cu3} =$	<b>3,5 ‰</b>		
	$\varepsilon_{c3} =$	<b>1,75 ‰</b>		
	$f_{ctm} =$	<b>2,9 MPa</b>		
	$b =$	<b>1,00 m</b>	$\alpha_{cc} =$	<b>0,85</b>
	$h =$	<b>0,55 m</b>	$\alpha_{ct} =$	<b>0,85</b>
	$c_{nom} =$	<b>50,00 mm</b>	$\eta =$	<b>1,00</b>
	$M_0 =$	<b>31,28 kNm</b>	$i =$	<b>0,289 m</b>
	$N_{Ed} =$	<b>1841,10 kN</b>	$\lambda =$	<b>0,800</b>
	$l =$	<b>8,96 m</b>	$l_0 =$	<b>4,48 m</b>
	$E_s =$	<b>200 GPa</b>	$\gamma_s =$	<b>1,15</b>
	Predpoklad $\phi =$	<b>22,00 mm</b>	$\gamma_c =$	<b>1,5</b>

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = \mathbf{17,000 \text{ MPa}}$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = \mathbf{434,783 \text{ MPa}}$$

$$d_1 = c + 0,5 \cdot \phi = \mathbf{61 \text{ mm}}$$

$$d_2 = d_1 = \mathbf{61 \text{ mm}}$$

$$d = h - d_1 = \mathbf{0,484 \text{ m}}$$

$$\varepsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = \mathbf{2,174 \text{ ‰}}$$

$$\xi_{bal,1} = \varepsilon_{cu3} / (\varepsilon_{cu3} + \varepsilon_{yd}) = \mathbf{0,617}$$

$$\xi_{bal,2} = \varepsilon_{cu3} / (\varepsilon_{cu3} - \varepsilon_{yd}) = \mathbf{2,639}$$

$$Z_{s1} = \mathbf{0,2115 \text{ m}}$$

$$Z_{s2} = \mathbf{0,2115 \text{ m}}$$

**Limitná štíhlosť prvků:**

$$\begin{aligned}\lambda_1 &= l_0/i = & \mathbf{15,519} & \lambda_1 \leq \lambda_{lim1} \\ \lambda_{lim1} &= & \mathbf{75} & \text{Netreba vyšetrovať účinky II. rádu} \\ \lambda_{lim2} &= & \mathbf{24,183} & \lambda_1 \leq \lambda_{lim2} \\ & & & \text{Netreba vyšetrovať účinky II. rádu}\end{aligned}$$

**Základná excentricita:**

$$e_1 = M_0/N_{Ed} = \mathbf{0,017 \text{ m}}$$

**Náhodná excentricita:**

$$\theta_i = (1/200) \cdot (2/l)^{1/2} = \mathbf{0,02993326} \quad e_i = \theta_i \cdot l_0/2 = \mathbf{0,067 \text{ m}}$$

**Excentricita I. rádu so zohľadnením imperfekcií:**

$$\begin{aligned}e_0 &= e_1 + e_i = \mathbf{0,084 \text{ m}} & \min e_0 < e_0 \\ \min e_0 &= h/30 = \mathbf{0,018 \text{ m}} & 0,02 < e_0 \Rightarrow e_0 = \mathbf{0,084 \text{ m}}\end{aligned}$$

**Návrhový moment v kritickom priereze:**

$$M_{Ed} = M_{0Ed} = N_{Ed} \cdot e_0 = \mathbf{154,727 \text{ kNm}}$$

**Návrh výstuže:**

$$\begin{aligned}x_{B,lim} &= (560 \cdot d) / (700 + f_{yd}) = \mathbf{0,239 \text{ m}} \\ F_{cd,lim} &= x_{B,lim} \cdot b \cdot f_{cd} = \mathbf{4060,408 \text{ kN}} \\ N_{Ed} &> F_{cd,lim} & \text{Podmienka nevyhovuje-Prevláda ohyb}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_{s1} &= M_{Ed} + N_{Ed} \cdot z_{s1} = \mathbf{544,12 \text{ kNm}} \\ x_B &= d - (d^2 - 2 \cdot M_{s1} / (b \cdot f_{cd}))^{1/2} = \mathbf{0,071 \text{ m}} & \text{Oblasť III} \\ F_{cd} &= x_B \cdot b \cdot f_{cd} = \mathbf{1213,734 \text{ kN}} \\ A_{s1} &= (F_{cd} - N_{Ed}) / \sigma_{s1} = \mathbf{-0,001443 \text{ m}^2} \Rightarrow A_{s1} = \mathbf{0,003801} \\ & & \text{počet výstuží } n_1 = \mathbf{10} \\ & & \text{priemer výstuže } \phi_1 = \mathbf{22}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}c_{nom} &= \mathbf{50,00 \text{ mm}} & d = h - d_1 = \mathbf{0,484 \text{ m}} \\ d_1 &= c + 0,5 \cdot \phi_1 = \mathbf{61,00 \text{ mm}} & z_{s1} = \mathbf{0,212 \text{ m}} \\ d_2 &= c + 0,5 \cdot \phi_2 = \mathbf{50,00 \text{ mm}} & z_{s2} = \mathbf{0,223 \text{ m}}\end{aligned}$$

**Kontrola rozmiestnenia výstuže:**

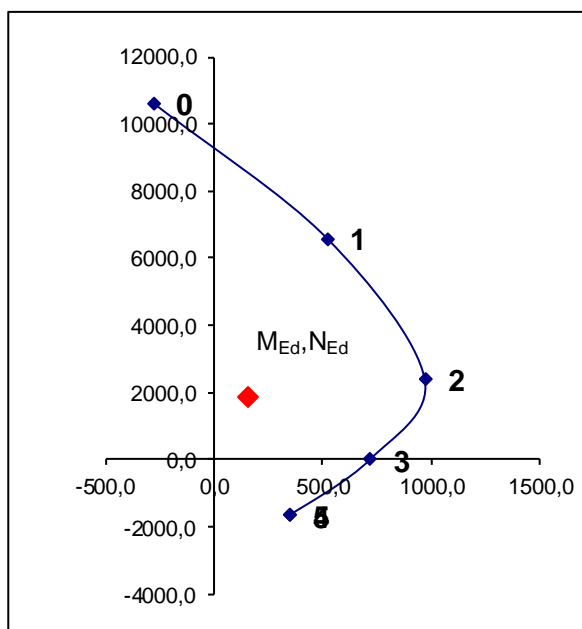
$$\begin{aligned}t_{s1} &= \max(1,5 \cdot \phi_{max}; 20\text{mm}; d_g + 5\text{mm}) = \mathbf{33 \text{ mm}} & b_{n1} < b & \text{Návrh vyhovuje} \\ b_{n1} &= 2 \cdot c_{nom} + n \cdot \phi + (n-1) \cdot t_s = \mathbf{0,617 \text{ m}} \\ t_{s2} &= \max(1,5 \cdot \phi_{max}; 20\text{mm}; d_g + 5\text{mm}) = \mathbf{27 \text{ mm}} \\ b_{n2} &= 2 \cdot c_{nom} + n \cdot \phi + (n-1) \cdot t_s = \mathbf{0,073 \text{ m}} & b_{n2} < b & \text{Návrh vyhovuje}\end{aligned}$$

**Kontrola vystuženia:**

$$\begin{aligned}A_{s,min} &= \max(0,1 \cdot N_{Ed} / f_{yd}; 0,002 \cdot A_c) = \mathbf{0,00109 \text{ m}^2} & A_s > A_{s,min} & \text{Návrh vyhovuje} \\ A_{s,max} &= 0,4 \cdot A_c = \mathbf{0,218 \text{ m}^2} & A_s \leq A_{s,max} & \text{Návrh vyhovuje}\end{aligned}$$

**Posúdenie prierezu:**

<b>BOD "0"</b>	$N_{Rd0}=b \cdot h \cdot f_{cd} + \Sigma A_s \cdot \sigma_s =$	<b>10595,464 kN</b>
	$M_{Rd0}=(A_{s2} \cdot Z_2 - A_{s1} \cdot Z_1) \cdot \sigma_s =$	<b>-281,393 kNm</b>
<b>BOD "1"</b>	$N_{Rd1}=\lambda \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + F_{s2} =$	<b>6582,400 kN</b>
	$M_{Rd1}=\lambda \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} \cdot 0,5(h-\lambda \cdot d) + F_{s2} \cdot Z_{s2} =$	<b>519,351 kNm</b>
<b>BOD "2"</b>	$N_{Rd,bal}=\lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + \Delta F_s =$	<b>2407,657 kN</b>
	$M_{Rd,bal}=\lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} \cdot 0,5 \cdot (h-\lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot d) + F_{s1} \cdot Z_{s1} + F_{s2} \cdot Z_{s2} =$	<b>971,109 kNm</b>
<b>BOD "3"</b>	$N_{Rd} =$	<b>0,000 kN</b>
	$M_{Rd} =$	<b>719,591 kNm</b>
<b>BOD "4"</b>	$N_{Rdt,bal} = F_{s1} =$	<b>-1652,751 kN</b>
	$M_{Rdt,bal} = F_{s1} \cdot Z_{s1} =$	<b>349,557 kNm</b>
<b>BOD "5"</b>	$N_{Rdt0} = F_{s1} + F_{s2} =$	<b>-1652,751 kN</b>
	$M_{Rdt0} = F_{s1} \cdot Z_{s1} - F_{s2} \cdot Z_{s2} =$	<b>349,557 kNm</b>



$M_{Ed} \leq M_{Rd}$  **Návrh vyhovuje**

**Poznámka:**

Z posudku pre prierez namáhaného kombináciou vnútorných síl  $M+N_{max}$  vyplýva, že prierez je výhradne tlačenný a nie je nutná ťahová výstuž pri hornom povrchu dosky rámového rohu, postačuje konštrukčná výstuž, preto rozhoduje preto posudok pre prierez namáhaný kombináciou vnútorných síl  $M_{max} + N$

**5.6.1.7 Posúdenie na únavu – rámový roh**

Posúdenie dosky na únavu sa uvažuje v rámovom rohu dosky. Uvažuje sa s účinkami od zaťažovacieho modelom FLM3 ( $M_{FLM3}$ ) a vlastnou tiažou + stálym zaťažením ( $M_{E,basic}=M_{g1}+M_{g2}$ ). Všetky účinky zaťaženia sa uvažujú bez parciálnych súčiniteľov.

<b>Dané:</b>	$M_{FLM3}=$	<b>54,35 kNm</b>	$N_{obs}=$	<b>2000000</b>
	$M_{E,basic}=$	<b>108,9 kNm</b>	$N_{Years}=$	<b>100 rokov</b>
	$\gamma_{F,fat}=$	<b>1</b>	$N_{obs,i}=$	<b>2000000</b>
	$\gamma_{S,fat}=$	<b>1,15</b>	$E_s=$	<b>200 GPa</b>
	$\gamma_c=$	<b>1,5</b>	$E_{cm}=$	<b>33 GPa</b>
	$d=$	<b>0,485 m</b>	$\Delta\sigma_{R,sk}=$	<b>162,5 MPa</b>
	$k_2=$	<b>9</b>	$Q=$	<b>1</b>
	$f_{ck}=$	<b>30 MPa</b>	$\lambda_{s,1}=$	<b>1,10</b>
	$\varphi_{fat}=$	<b>1,20</b>		

#### Posúdenie ocele na únavu:

$\lambda_{s,2}=Q \cdot (N_{obs}/2,0)^{1/k_2}=$	<b>1,000</b>	$\alpha_e=E_s/E_{cm}=$	<b>6,061</b>
$\lambda_{s,3}=(N_{Years}/100)^{1/k_2}=$	<b>1,000</b>	$x=$	<b>0,097 m</b>
$\lambda_{s,4}=(\sum N_{obs,i}/N_{obs,1})^{1/k_2}=$	<b>1,000</b>	$I_{ir}=$	<b>0,0021387 m<sup>4</sup></b>
$\lambda_s=\varphi_{fat} \cdot \lambda_{s,1} \cdot \lambda_{s,2} \cdot \lambda_{s,3} \cdot \lambda_{s,4}=$	<b>1,320</b>	$\gamma_{F,fat} \cdot \Delta\sigma_{s,equ}=$	<b>110,373 MPa</b>
$\Delta\sigma_{s,FLM3}=\alpha_e \cdot M_{FLM3}/I_{ir} \cdot (d-x)=$	<b>59,726 MPa</b>	$\Delta\sigma_{R,sk}/\gamma_{S,fat}=$	<b>141,304 MPa</b>
$\Delta\sigma_{s,Ec}=1,4 \cdot \Delta\sigma_{s,FLM3}=$	<b>83,616 MPa</b>		
$\Delta\sigma_{s,equ}=\Delta\sigma_{s,Ec} \cdot \lambda_s=$	<b>110,373 MPa</b>		
$\gamma_{F,fat} \cdot \Delta\sigma_{s,equ} \leq \Delta\sigma_{R,sk}/\gamma_{S,fat}$	<b>Oceľ na únavu vyhovuje</b>		

#### Posúdenie betónu na únavu:

$\sigma_{c,min}=(M_{E,basic}+0)/I_{ir} \cdot x=$	<b>4,950 MPa</b>
$\sigma_{c,max}=(M_{E,basic}+M_{FLM3})/I_{ir} \cdot x=$	<b>7,421 MPa</b>
$f_{cd,fat}=0,85 \cdot \beta_{cc}(t_0) \cdot f_{ck}/\gamma_c \cdot (1-f_{ck}/250)=$	<b>14,960 MPa</b>
$\sigma_{c,max}/f_{cd,fat}=$	<b>0,496</b>
$0,5+0,45 \cdot \sigma_{c,min}/f_{cd,fat}=$	<b>0,649</b>
$\sigma_{c,max}/f_{cd,fat} \leq 0,5+0,45 \cdot \sigma_{c,min}/f_{cd,fat} \leq 0,9$	<b>Betón na únavu vyhovuje</b>

#### 5.6.1.8 Návrh šmykovej výstuže – $V_{Ed,max}$

**Prierez:** **š. = 1000mm, hr. = 545mm** (uvažovaná je priemerná hr. nosnej konštrukcie)

**Návrh:**

- šmyková výstuž (spony): **spony min. 12 Ø10mm/m<sup>2</sup>**

<b>Dané:</b>	<b>Betón:</b>	<b>C30/37</b>	<b>Oceľ:</b>	<b>B500B</b>
	$f_{ck}=$	<b>30 MPa</b>	$f_{yk}=$	<b>500 MPa</b>
	$f_{ctm}=$	<b>2,9 MPa</b>	$b=$	<b>1,00 m</b>
	$f_{ctk,0,05}=$	<b>2 MPa</b>	$h=$	<b>0,545 m</b>
	$V_{Ed}=$	<b>533,51 kN</b>	$d=$	<b>0,485 m</b>
	$T_{Ed}=$	<b>0 kNm</b>	$\alpha_{cc}=$	<b>0,85</b>
	$E_s=$	<b>200 GPa</b>	$\gamma_s=$	<b>1,15</b>
	$z=$	<b>0,461 m</b>	$\gamma_c=$	<b>1,5</b>
			$\theta=$	<b>25 °</b>
	$f_{cd}=\alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c=$	<b>17,000 MPa</b>	$\varepsilon_{yd}=f_{yd} / E_s=$	<b>2,174 ‰</b>
	$f_{ctd}=\alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0,05} / \gamma_c=$	<b>1,333 MPa</b>	$f_{yd}=f_{yk} / \gamma_s=$	<b>434,783 MPa</b>

#### Porušenie tlakovej diagonály:

$$v=0,6 \cdot (1-f_{ck}/250)= \mathbf{0,528}$$

$$V_{Rd,max}=z \cdot b \cdot v \cdot f_{cd} \cdot (\tan\theta + \cot\theta)^{-1}= \mathbf{1585,914 \text{ kN}}$$

$$V_{Rd,max} \geq V_{Ed} \text{ Návrh vyhovuje-nedôjde k porušeniu tlakovej diagonály}$$

#### Návr šmykovej výstuže:

$$\alpha= \mathbf{90^\circ}$$

$$A_{sw}=n_s \cdot 0,25 \cdot \pi \cdot \phi_{st}^2= \mathbf{0,0003142 \text{ m}^2}$$

$$\phi_{st}= \mathbf{10 \text{ mm}}$$

$$s_{min} < \min(A_{sw} \cdot f_{yd} \cdot z \cdot (\cot\theta + \cot\alpha) \sin\alpha / V_{Ed}, 0,75 \cdot d, 400\text{mm})= \mathbf{0,253 \text{ m}}$$

$$n_s= \mathbf{4}$$

$$s= \mathbf{0,2 \text{ m}}$$

$$\rho_{sw}=A_{sw}/(s \cdot b)= \mathbf{0,001570796}$$

$$\rho_{sw} > \rho_{sw,mir} \text{ Podmienka vyhovuje}$$

$$\rho_{sw,min}=0,08 \cdot f_{ck}^{1/2} / f_{yk}= \mathbf{0,000876356}$$

$$V_{Ed}= \mathbf{533,51 \text{ kN}}$$

$$V_{Rd,s}=f_{yd} \cdot A_{sw} / s \cdot z \cdot (\cot\theta + \cot\alpha) \cdot \sin\alpha= \mathbf{675,604 \text{ kN}}$$

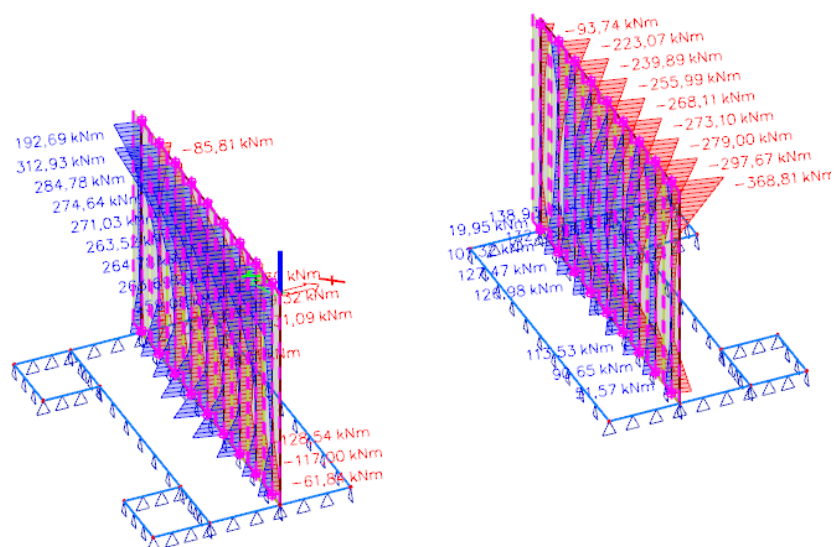
$$V_{Rd,s} \geq V_{Ed} \text{ Návrh vyhovuje-nedôjde k porušeniu šmykovej výstuže}$$

### 5.6.2 Posúdenie prierezu – stena

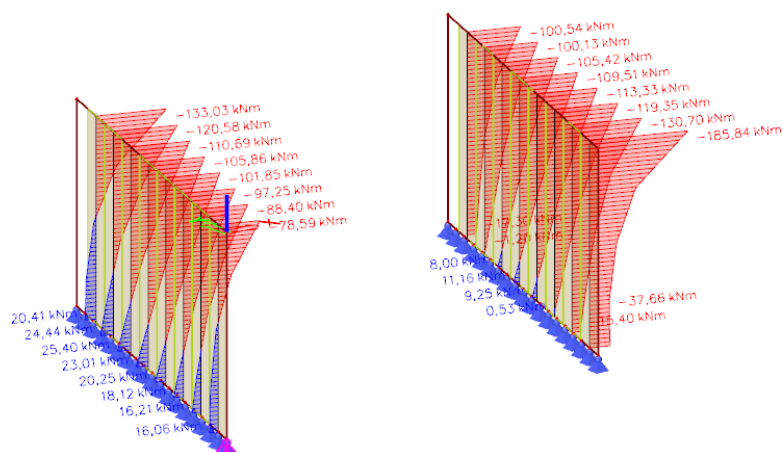
Stena sa posudzuje v rozhodujúcich prierezoch – uprostred výšky, rámový roho a votknutí do základového pásu na kombináciu vnútorných síl namáhajúcich prierez  $M_{max} + N$  a  $M + N_{max}$ , šmykovú silu  $V_{max}$  a únavu.

#### 5.6.2.1 Vnútorné sily

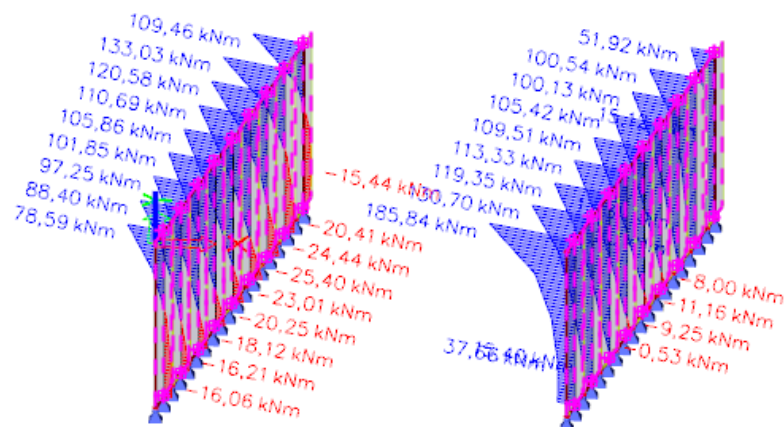
Vnútorné sily na konštrukciách sú uvažované na integračných pásoch.



Obrázok: Vnútročné sily  $M_y$  – model č.1 MSÚ



Obrázok: vnútročné sily  $M_y$  – model č.2 MSU pokles Ľ



Obrázok: vnútročné sily  $M_y$  – model č.2 MSU pokles P



### 5.6.2.2 Návrh hlavnej výstuže v rámovom rohu – max $M_{Ed}$ + $N_{Ed}$ (rubová strana)

Posúdenie navrhutej výstuže pri vonkajšom (rubovom) povrchu steny v rámovom rohu.

**Prierez:** š.= 1000mm, hr.= 500mm (konštantná hr. steny)

**Návrh:**

- betón: **C30/37**
- hlavná výstuž (zvislá): **10 Ø22mm/m, á100mm** (rubový povrch)  
**10 Ø18mm/m, á100mm** (lícny povrch)
- rozdeľovacia výstuž (priečna): **5 Ø16mm/m, á200mm** (obidva povrchy)  
 $A_{s,rozdel,min.} = 0,2 \cdot A_{s1} = 0,2 \cdot 49,09 \cdot 10^{-4} = 9,818 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$
- šmyková výstuž (spony): **spony min. 12 Ø10mm/m<sup>2</sup>**

**Návrh výstuže na ohyb + normálová sila:**

Dané:	Betón:	C30/37	Oceľ:	B500B
	$f_{ck} =$	30 MPa	$f_{yk} =$	500 MPa
	$\epsilon_{cu3} =$	3,5 ‰		
	$\epsilon_{c3} =$	1,75 ‰		
	$f_{ctm} =$	2,9 MPa		
	$b =$	1,00 m	$\alpha_{cc} =$	0,85
	$h =$	0,50 m	$\alpha_{ct} =$	0,85
	$c_{nom} =$	50,00 mm	$\eta =$	1,00
	$M_0 =$	554,65 kNm	$i =$	0,289 m
	$N_{Ed} =$	931,60 kN	$\lambda =$	0,800
	$l =$	4,18 m	$l_0 =$	2,09 m
	$E_s =$	200 GPa	$\gamma_s =$	1,15
	Predpoklad $\phi =$	22,00 mm	$\gamma_c =$	1,5
	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c =$	17,000 MPa	$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s =$	2,174 ‰
	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s =$	434,783 MPa	$\xi_{bal,1} = \epsilon_{cu3} / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) =$	0,617
	$d_1 = c + 0,5 \cdot \phi =$	61 mm	$\xi_{bal,2} = \epsilon_{cu3} / (\epsilon_{cu3} - \epsilon_{yd}) =$	2,639
	$d_2 = d_1 =$	61 mm	$Z_{s1} =$	0,189 m
	$d = h - d_1 =$	0,439 m	$Z_{s2} =$	0,189 m

**Limitná štíhlosť prvku:**

$\lambda_1 = l_0 / i =$	7,240	$\lambda_1 \leq \lambda_{lim1}$	
$\lambda_{lim1} =$	75		<b>Netreba vyšetrovať účinky II. rádu</b>
$\lambda_{lim2} =$	32,562	$\lambda_1 \leq \lambda_{lim2}$	
			<b>Netreba vyšetrovať účinky II. rádu</b>

**Základná excentricita:**

$$e_1 = M_0 / N_{Ed} = \mathbf{0,595 \text{ m}}$$

**Náhodná excentricita:**

$$\theta_i = (1/200) \cdot (2/l^{1/2}) = \mathbf{0,02044505} \quad e_i = \theta_i \cdot l_0 / 2 = \mathbf{0,021 \text{ m}}$$

**Excentricita I. rádu so zohľadnením imperfekcií:**

$$\begin{aligned} e_0 &= e_1 + e_i = \mathbf{0,617 \text{ m}} & \min e_0 < e_0 \\ \min e_0 &= h/30 = \mathbf{0,017 \text{ m}} & 0,02 < e_0 \Rightarrow e_0 = \mathbf{0,617 \text{ m}} \end{aligned}$$

**Návrhový moment v kritickom priereze:**

$$M_{Ed} = M_{0Ed} = N_{Ed} \cdot e_0 = \mathbf{574,554 \text{ kNm}}$$

**Návrh výstuže:**

$$x_{B,lim} = (560 \cdot d) / (700 + f_{yd}) = \mathbf{0,217 \text{ m}}$$

$$F_{cd,lim} = x_{B,lim} \cdot b \cdot f_{cd} = \mathbf{3682,890 \text{ kN}}$$

$$N_{Ed} > F_{cd,lim} \quad \text{Podmienka nevyhovuje-Prevláda ohyb}$$

$$M_{s1} = M_{Ed} + N_{Ed} \cdot z_{s1} = \mathbf{750,63 \text{ kNm}}$$

$$x_B = d - (d^2 - 2 \cdot M_{s1} / (b \cdot f_{cd}))^{1/2} = \mathbf{0,116 \text{ m}} \quad \text{Oblasť III}$$

$$F_{cd} = x_B \cdot b \cdot f_{cd} = \mathbf{1969,815 \text{ kN}}$$

$$A_{s1} = (F_{cd} - N_{Ed}) / \sigma_{s1} = \mathbf{0,002388 \text{ m}^2} \Rightarrow A_{s1} = \mathbf{0,003801}$$

$$\text{počet výstuží } n_1 = \mathbf{10}$$

$$\text{priemer výstuže } \phi_1 = \mathbf{22}$$

$$c_{nom} = \mathbf{0,00 \text{ mm}} \quad d = h - d_1 = \mathbf{0,489 \text{ m}}$$

$$d_1 = c + 0,5 \cdot \phi_1 = \mathbf{11,00 \text{ mm}} \quad z_{s1} = \mathbf{0,239 \text{ m}}$$

$$d_2 = c + 0,5 \cdot \phi_2 = \mathbf{0,00 \text{ mm}} \quad z_{s2} = \mathbf{0,250 \text{ m}}$$

**Kontrola rozmiestnenia výstuže:**

$$t_{s1} = \max(1,5 \cdot \phi_{max}; 20\text{mm}; d_g + 5\text{mm}) = \mathbf{33 \text{ mm}} \quad b_{n1} < b \quad \text{Návrh vyhovuje}$$

$$b_{n1} = 2 \cdot c_{nom} + n \cdot \phi + (n-1) \cdot t_s = \mathbf{0,517 \text{ m}}$$

$$t_{s2} = \max(1,5 \cdot \phi_{max}; 20\text{mm}; d_g + 5\text{mm}) = \mathbf{27 \text{ mm}}$$

$$b_{n2} = 2 \cdot c_{nom} + n \cdot \phi + (n-1) \cdot t_s = \mathbf{-0,027 \text{ m}} \quad b_{n2} < b \quad \text{Návrh vyhovuje}$$

**Kontrola vystuženia:**

$$A_{s,min} = \max(0,1 \cdot N_{Ed} / f_{yd}; 0,002 \cdot A_c) = \mathbf{0,001 \text{ m}^2}$$

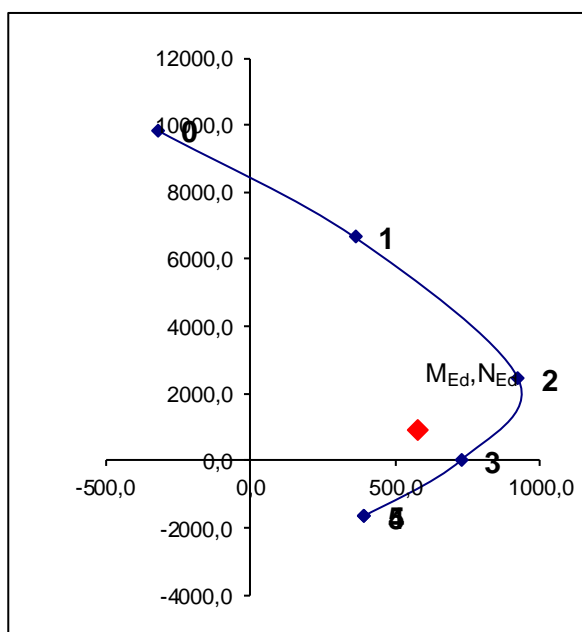
$$A_{s,max} = 0,4 \cdot A_c = \mathbf{0,2 \text{ m}^2}$$

$$A_s > A_{s,min} \quad \text{Návrh vyhovuje}$$

$$A_s \leq A_{s,max} \quad \text{Návrh vyhovuje}$$

**Posúdenie prierezu:**

<b>BOD "0"</b>	$N_{Rd0}=b \cdot h \cdot f_{cd} + \Sigma A_{s1} \cdot \sigma_s =$	<b>9830,464 kN</b>
	$M_{Rd0}=(A_{s2} \cdot Z_2 - A_{s1} \cdot Z_1) \cdot \sigma_s =$	<b>-317,981 kNm</b>
<b>BOD "1"</b>	$N_{Rd1}=\lambda \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + F_{s2} =$	<b>6650,400 kN</b>
	$M_{Rd1}=\lambda \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} \cdot 0,5(h-\lambda \cdot d) + F_{s2} \cdot Z_{s2} =$	<b>361,782 kNm</b>
<b>BOD "2"</b>	$N_{Rd,bal}=\lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + \Delta F_s =$	<b>2449,603 kN</b>
	$M_{Rd,bal}=\lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} \cdot 0,5 \cdot (h-\lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot d) + F_{s1} \cdot Z_{s1} + F_{s2} \cdot Z_{s2} =$	<b>925,616 kNm</b>
<b>BOD "3"</b>	$N_{Rd} =$	<b>0,000 kN</b>
	$M_{Rd} =$	<b>727,854 kNm</b>
<b>BOD "4"</b>	$N_{Rdt,bal} = F_{s1} =$	<b>-1652,751 kN</b>
	$M_{Rdt,bal} = F_{s1} \cdot Z_{s1} =$	<b>395,007 kNm</b>
<b>BOD "5"</b>	$N_{Rdt0} = F_{s1} + F_{s2} =$	<b>-1652,751 kN</b>
	$M_{Rdt0} = F_{s1} \cdot Z_{s1} - F_{s2} \cdot Z_{s2} =$	<b>395,007 kNm</b>



$M_{Ed} \leq M_{Rd}$  **Návrh vyhovuje**

**Poznámka:**

Posúdenie prierezu namáhaného kombináciou síl  $M + N_{max}$  sa neposudzuje z dôvodu rovnakých maximálnych vnútorných síl ako pri kombinácii  $M_{max} + N$ .

**5.6.2.3 Návrh hlavnej výstuže v rámovom rohu – max  $M_{Ed} + N_{Ed}$  (lícna strana)**

Posúdenie navrhutej výstuže pri lícnom povrchu steny v rámovom rohu.

**Prierez:**  $\bar{s} = 1000\text{mm}$ ,  $h_r = 500\text{mm}$  (konštantná  $h_r$  steny)

**Návrh:**

- betón: **C30/37**
- hlavná výstuž (zvislá): **10 Ø22mm/m, á100mm** (rubový povrch)  
**10 Ø18mm/m, á100mm** (lícny povrch)
- rozdeľovacia výstuž (vodorovná): **5 Ø16mm/m, á200mm** (obidva povrchy)

$$A_{s,roz,d,min.} = 0,2 \cdot A_{s1} = 0,2 \cdot 49,09 \cdot 10^{-4} = 9,818 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

- šmyková výstuž (spony):

**spony min. 12 Ø10mm/m<sup>2</sup>**

#### Návrh výstuže na ohyb + normálová sila:

<b>Dané:</b>	<b>Betón:</b>	<b>C30/37</b>	<b>Oceľ:</b>	<b>B500B</b>
	$f_{ck} =$	<b>30 MPa</b>	$f_{yk} =$	<b>500 MPa</b>
	$\varepsilon_{cu3} =$	<b>3,5 ‰</b>		
	$\varepsilon_{c3} =$	<b>1,75 ‰</b>		
	$f_{ctm} =$	<b>2,9 MPa</b>		
	$b =$	<b>1,00 m</b>	$\alpha_{cc} =$	<b>0,85</b>
	$h =$	<b>0,55 m</b>	$\alpha_{ct} =$	<b>0,85</b>
	$c_{nom} =$	<b>50,00 mm</b>	$\eta =$	<b>1,00</b>
	$M_0 =$	<b>182,97 kNm</b>	$i =$	<b>0,289 m</b>
	$N_{Ed} =$	<b>312,16 kN</b>	$\lambda =$	<b>0,800</b>
	$l =$	<b>4,18 m</b>	$l_0 =$	<b>2,09 m</b>
	$E_s =$	<b>200 GPa</b>	$\gamma_s =$	<b>1,15</b>
	Predpoklad $\phi =$	<b>18,00 mm</b>	$\gamma_c =$	<b>1,5</b>

$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c =$	<b>17,000 MPa</b>	$\varepsilon_{yd} = f_{yd} / E_s =$	<b>2,174 ‰</b>
$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s =$	<b>434,783 MPa</b>	$\xi_{bal,1} = \varepsilon_{cu3} / (\varepsilon_{cu3} + \varepsilon_{yd}) =$	<b>0,617</b>
$d_1 = c + 0,5 \cdot \phi =$	<b>59 mm</b>	$\xi_{bal,2} = \varepsilon_{cu3} / (\varepsilon_{cu3} - \varepsilon_{yd}) =$	<b>2,639</b>
$d_2 = d_1 =$	<b>59 mm</b>	$Z_{s1} =$	<b>0,2135 m</b>
$d = h - d_1 =$	<b>0,486 m</b>	$Z_{s2} =$	<b>0,2135 m</b>

#### Limitná štíhlosť prvku:

$\lambda_1 = l_0 / i =$	<b>7,240</b>	$\lambda_1 \leq \lambda_{lim1}$	
$\lambda_{lim1} =$	<b>75</b>	<b>Netreba vyšetřovať účinky II. rádu</b>	
$\lambda_{lim2} =$	<b>58,729</b>	$\lambda_1 \leq \lambda_{lim2}$	
		<b>Netreba vyšetřovať účinky II. rádu</b>	

#### Základná excentricita:

$$e_1 = M_0 / N_{Ed} = \mathbf{0,586 \text{ m}}$$

#### Náhodná excentricita:

$$\theta_i = (1/200) \cdot (2/l)^{1/2} = \mathbf{0,02044505} \quad e_i = \theta_i \cdot l_0 / 2 = \mathbf{0,021 \text{ m}}$$

#### Excentricita I. rádu so zohľadnením imperfekcií:

$e_0 = e_1 + e_i =$	<b>0,608 m</b>	$\min e_0 < e_0$	$\Rightarrow e_0 =$	<b>0,608 m</b>
$\min e_0 = h / 30 =$	<b>0,018 m</b>	$0,02 < e_0$		

**Návrhový moment v kritickom priereze:**

$$M_{Ed}=M_{0Ed}=N_{Ed} \cdot e_0= \quad \mathbf{189,639 \text{ kNm}}$$

**Návrh výstuže:**

$$x_{B,lim}=(560 \cdot d)/(700+f_{yd})= \quad \mathbf{0,240 \text{ m}}$$

$$F_{cd,lim}=x_{B,lim} \cdot b \cdot f_{cd}= \quad \mathbf{4077,186 \text{ kN}}$$

$$N_{Ed} > F_{cd,lim} \quad \mathbf{\text{Podmienka nevyhovuje-Prevláda ohyb}}$$

$$M_{s1}=M_{Ed}+N_{Ed} \cdot z_{s1}= \quad \mathbf{256,29 \text{ kNm}}$$

$$x_B=d \cdot (d^2-2 \cdot M_{s1}/(b \cdot f_{cd}))^{1/2}= \quad \mathbf{0,032 \text{ m}} \quad \text{Oblasť III}$$

$$F_{cd}=x_B \cdot b \cdot f_{cd}= \quad \mathbf{545,334 \text{ kN}}$$

$$A_{s1}=(F_{cd}-N_{Ed})/\sigma_{s1}= \quad \mathbf{0,000536 \text{ m}^2} \quad \Rightarrow \quad A_{s1}= \quad \mathbf{0,002011}$$

$$\text{počet výstuží } n_1= \quad \mathbf{10}$$

$$\text{priemer výstuže } \phi_1= \quad \mathbf{16}$$

$$A_{s1} > A_{s2} \quad \Rightarrow \quad A_{s2}= \quad \mathbf{0 \text{ m}^2}$$

$$\text{počet výstuží } n_2= \quad \mathbf{0}$$

$$\text{priemer výstuže } \phi_2= \quad \mathbf{0}$$

$$c_{nom}= \quad \mathbf{0,00 \text{ mm}} \quad d=h-d_1= \quad \mathbf{0,537 \text{ m}}$$

$$d_1=c+0,5 \cdot \phi_1= \quad \mathbf{8,00 \text{ mm}} \quad z_{s1}= \quad \mathbf{0,265 \text{ m}}$$

$$d_2=c+0,5 \cdot \phi_2= \quad \mathbf{0,00 \text{ mm}} \quad z_{s2}= \quad \mathbf{0,273 \text{ m}}$$

**Kontrola rozmiestnenia výstuže:**

$$t_{s1}=\max(1,5 \cdot \phi_{max}; 20\text{mm}; d_g+5\text{mm})= \quad \mathbf{27 \text{ mm}} \quad b_{n1} < b \quad \mathbf{\text{Návrh vyhovuje}}$$

$$b_{n1}=2 \cdot c_{nom}+n \cdot \phi+(n-1) \cdot t_s= \quad \mathbf{0,403 \text{ m}}$$

$$t_{s2}=\max(1,5 \cdot \phi_{max}; 20\text{mm}; d_g+5\text{mm})= \quad \mathbf{27 \text{ mm}}$$

$$b_{n2}=2 \cdot c_{nom}+n \cdot \phi+(n-1) \cdot t_s= \quad \mathbf{-0,027 \text{ m}} \quad b_{n2} < b \quad \mathbf{\text{Návrh vyhovuje}}$$

**Kontrola vystuženia:**

$$A_{s,min}=\max(0,1 \cdot N_{Ed}/f_{yd}; 0,002 \cdot A_c)= \quad \mathbf{0,00109 \text{ m}^2} \quad A_s > A_{s,min} \quad \mathbf{\text{Návrh vyhovuje}}$$

$$A_{s,max}=0,4 \cdot A_c= \quad \mathbf{0,218 \text{ m}^2} \quad A_s \leq A_{s,max} \quad \mathbf{\text{Návrh vyhovuje}}$$

**Posúdenie prierezu:**

**BOD "0"**  $N_{Rd0}=b \cdot h \cdot f_{cd}+\Sigma A_{s1} \cdot \sigma_{s1}= \quad \mathbf{9968,717 \text{ kN}}$

$$M_{Rd0}=(A_{s2} \cdot z_2-A_{s1} \cdot z_1) \cdot \sigma_{s1}= \quad \mathbf{-186,133 \text{ kNm}}$$

**BOD "1"**  $N_{Rd1}=\lambda \cdot b \cdot d \cdot f_{cd}+F_{s2}= \quad \mathbf{7303,200 \text{ kN}}$

$$M_{Rd1}=\lambda \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} \cdot 0,5(h-\lambda \cdot d)+F_{s2} \cdot z_{s2}= \quad \mathbf{421,395 \text{ kNm}}$$

**BOD "2"**  $N_{Rd,bal}=\lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot f_{cd}+\Delta F_s= \quad \mathbf{3630,857 \text{ kN}}$

$$M_{Rd,bal}=\lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} \cdot 0,5 \cdot (h-\lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot d)+F_{s1} \cdot z_{s1}+F_{s2} \cdot z_{s2}= \quad \mathbf{861,922 \text{ kNm}}$$

**BOD "3"**  $N_{Rd}= \quad \mathbf{0,000 \text{ kN}}$

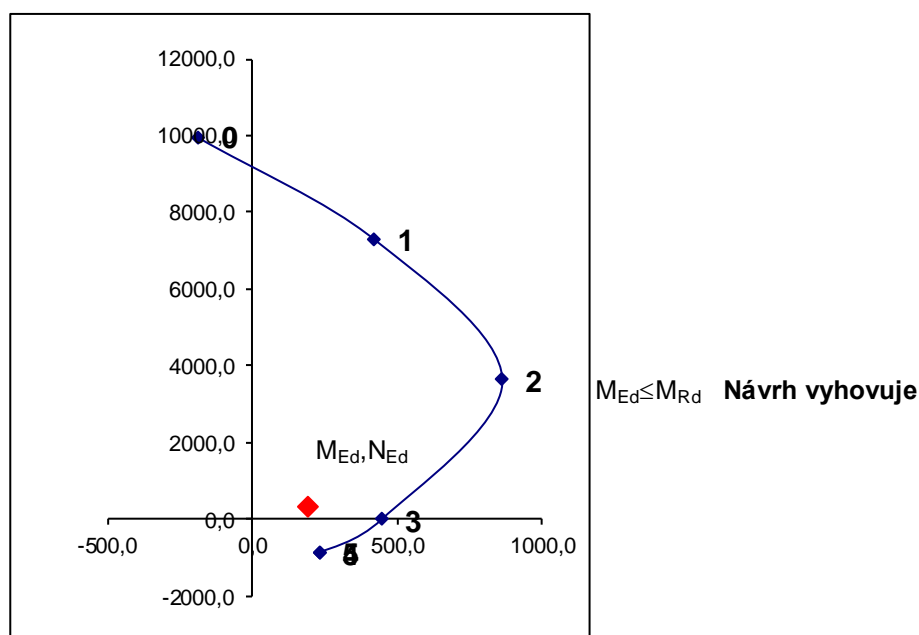
$$M_{Rd}= \quad \mathbf{446,960 \text{ kNm}}$$

**BOD "4"**  $N_{Rdt,bal}=F_{s1}= \quad \mathbf{-874,182 \text{ kN}}$

$$M_{Rdt,bal}=F_{s1} \cdot z_{s1}= \quad \mathbf{231,221 \text{ kNm}}$$

**BOD "5"**  $N_{Rdt0}=F_{s1}+F_{s2}= \quad \mathbf{-874,182 \text{ kN}}$

$$M_{Rdt0}=F_{s1} \cdot z_{s1}-F_{s2} \cdot z_{s2}= \quad \mathbf{231,221 \text{ kNm}}$$



#### 5.6.2.4 Návrh šmykovej výstuže v rámovom rohu – $V_{Ed,max}$

Posúdenie prierezu na šmykovú silu v rámovom rohu steny.

**Prierez:** š.= 1000mm, hr.= 500mm (konštantná hr. steny)

**Návrh:**

- betón: **C30/37**
- hlavná výstuž (zvislá): **10 Ø25mm/m, á100mm** (rubový povrch)  
**10 Ø18mm/m, á100mm** (lícny povrch)
- rozdeľovacia výstuž (vodorovná): **5 Ø16mm/m, á200mm** (obidva povrchy)

$$A_{s,rozdel,min.} = 0,2 \cdot A_{s1} = 0,2 \cdot 49,09 \cdot 10^{-4} = 9,818 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

- šmyková výstuž (spony): **spony min. 12 Ø10mm/m<sup>2</sup>**

Dané:	Betón:	C30/37	Oceľ:	B500B
	$f_{ck}$	30 MPa	$f_{yk}$	500 MPa
	$f_{ctm}$	2,9 MPa	$b$	1,00 m
	$f_{ctk,0,05}$	2 MPa	$h$	0,545 m
	$V_{Ed}$	680,25 kN	$d$	0,485 m
	$T_{Ed}$	0 kNm	$\alpha_{cc}$	0,85
	$E_s$	200 GPa	$\gamma_s$	1,15
	$z$	0,420 m	$\gamma_c$	1,5
			$\theta$	25 °
	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$	17,000 MPa	$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s$	2,174 ‰
	$f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0,05} / \gamma_c$	1,133 MPa	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$	434,783 MPa

**Porušenie tlakovej diagonály:**

$$v=0,6 \cdot (1-f_{ck}/250)= \mathbf{0,528}$$

$$V_{Rd,max}=Z \cdot b \cdot v \cdot f_{cd} \cdot (\tan\theta + \cot\theta)^{-1}= \mathbf{1443,029 \text{ kN}}$$

$$V_{Rd,max} \geq V_{Ed} \quad \text{Návrh vyhovuje-nedôjde k porušeniu tlakovej diagonály}$$

**Návr šmykovej výstuže:**

$$\alpha= \mathbf{90^\circ}$$

$$A_{sw}=n_s \cdot 0,25 \cdot \pi \cdot \phi_{st}^2= \mathbf{0,0003142 \text{ m}^2}$$

$$\phi_{st}= \mathbf{10 \text{ mm}}$$

$$s_{min} < \min(A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot Z \cdot (\cot\theta + \cot\alpha) \sin\alpha / V_{Ed},$$

$$n_s= \mathbf{4}$$

$$0,75 \cdot d, 400\text{mm})= \mathbf{0,181 \text{ m}}$$

$$s= \mathbf{0,16 \text{ m}}$$

$$\rho_{sw}=A_{sw}/(s \cdot b)= \mathbf{0,001963495}$$

$$\rho_{sw} > \rho_{sw,mir} \quad \text{Podmienka vyhovuje}$$

$$\rho_{sw,min}=0,08 \cdot f_{ck}^{1/2} / f_{yk}= \mathbf{0,000876356}$$

$$V_{Ed}= \mathbf{680,25 \text{ kN}}$$

$$V_{Rd,s}=f_{ywd} \cdot A_{sw} / s \cdot Z \cdot (\cot\theta + \cot\alpha) \cdot \sin\alpha= \mathbf{768,419 \text{ kN}}$$

$$V_{Rd,s} \geq V_{Ed} \quad \text{Návrh vyhovuje-nedôjde k porušeniu šmykovej výstuže}$$

**Overenie kotvenia výstuže v podpere:**

$$F_{Ed}=0,5 \cdot V_{Ed} \cdot \cot\theta= \mathbf{729,400 \text{ kN}}$$

$$f_{bd}=\alpha_0 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd}= \mathbf{1,785 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{sd}=F_{Ed}/A_s= \mathbf{148,584 \text{ MPa}}$$

$$l_{bd,rqd}=\phi/4 \cdot \sigma_{sd}/f_{bd}= \mathbf{520,253 \text{ mm}}$$

$$l_{bd}=\Pi \alpha \cdot l_{bd,rqd}= \mathbf{364,177 \text{ mm}}$$

$$l_{bd} \geq l_{bd,min} \quad \Rightarrow l_{bd}= \mathbf{364,177 \text{ mm}}$$

$$l_{bd,min}= \mathbf{250 \text{ mm}}$$

**5.6.2.5 Posúdenie na únavu – rámový roh**

Posúdenie prierezu v rámovom rohu steny.

**Dané:**

$$M_{FLM3}= \mathbf{43 \text{ kNm}}$$

$$N_{obs}= \mathbf{2000000}$$

$$M_{E,basic}= \mathbf{94,37 \text{ kNm}}$$

$$N_{Years}= \mathbf{100 \text{ rokov}}$$

$$\gamma_{F,fat}= \mathbf{1}$$

$$N_{obs,i}= \mathbf{2000000}$$

$$\gamma_{S,fat}= \mathbf{1,15}$$

$$E_s= \mathbf{200 \text{ GPa}}$$

$$\gamma_c= \mathbf{1,5}$$

$$E_{cm}= \mathbf{33 \text{ GPa}}$$

$$d= \mathbf{0,485 \text{ m}}$$

$$\Delta\sigma_{R,sk}= \mathbf{162,5 \text{ MPa}}$$

$$k_2= \mathbf{9}$$

$$Q= \mathbf{1}$$

$$f_{ck}= \mathbf{30 \text{ MPa}}$$

$$\lambda_{s,1}= \mathbf{1,10}$$

$$\phi_{fat}= \mathbf{1,20}$$

**Posúdenie ocele na únavu:**

$$\begin{aligned}\lambda_{s,2} &= Q \cdot (N_{obs}/2,0)^{1/k_2} = & \mathbf{1,000} & \alpha_e = E_s/E_{cm} = & \mathbf{6,061} \\ \lambda_{s,3} &= (N_{years}/100)^{1/k_2} = & \mathbf{1,000} & x = & \mathbf{0,143 \text{ m}} \\ \lambda_{s,4} &= (\sum N_{obs,i}/N_{obs,1})^{1/k_2} = & \mathbf{1,000} & l_{ir} = & \mathbf{0,0044544 \text{ m}^4} \\ \lambda_s &= \varphi_{fat} \cdot \lambda_{s,1} \cdot \lambda_{s,2} \cdot \lambda_{s,3} \cdot \lambda_{s,4} = & \mathbf{1,320} & & \\ \Delta\sigma_{s,FLM3} &= \alpha_e \cdot M_{FLM3}/l_{ir} \cdot (d-x) = & \mathbf{20,026 \text{ MPa}} & \gamma_{F,fat} \cdot \Delta\sigma_{s,eq} = & \mathbf{37,008 \text{ MPa}} \\ \Delta\sigma_{s,Ec} &= 1,4 \cdot \Delta\sigma_{s,FLM3} = & \mathbf{28,036 \text{ MPa}} & \Delta\sigma_{R,sk}/\gamma_{S,fat} = & \mathbf{141,304 \text{ MPa}} \\ \Delta\sigma_{s,eq} &= \Delta\sigma_{s,Ec} \cdot \lambda_s = & \mathbf{37,008 \text{ MPa}} & & \\ \gamma_{F,fat} \cdot \Delta\sigma_{s,eq} &\leq \Delta\sigma_{R,sk}/\gamma_{S,fat} & \mathbf{\text{Oceľ na únavu vyhovuje}} & & \end{aligned}$$

**Posúdenie betónu na únavu:**

$$\begin{aligned}\sigma_{c,min} &= (M_{E,basic}+0)/l_{ir} \cdot x = & \mathbf{3,023 \text{ MPa}} \\ \sigma_{c,max} &= (M_{E,basic}+M_{FLM3})/l_{ir} \cdot x = & \mathbf{4,401 \text{ MPa}} \\ f_{cd,fat} &= 0,85 \cdot \beta_{cc}(t_0) \cdot f_{ck}/\gamma_c \cdot (1-f_{ck}/250) = & \mathbf{14,960 \text{ MPa}} \\ \sigma_{c,max}/f_{cd,fat} &= & \mathbf{0,294} \\ 0,5+0,45 \cdot \sigma_{c,min}/f_{cd,fat} &= & \mathbf{0,591} \\ \sigma_{c,max}/f_{cd,fat} &\leq 0,5+0,45 \cdot \sigma_{c,min}/f_{cd,fat} & \mathbf{\text{Betón na únavu vyhovuje}} \end{aligned}$$

**5.6.2.6 Návrh hlavnej výstuže v päte – max  $M_{Ed} + N_{Ed}$**

**Prierez:**      **š. = 1000mm, hr. = 500mm** (konštantná hr. steny)

**Návrh:**

- betón: **C30/37**
- hlavná výstuž (zvislá): **10 Ø18mm/m, á100mm** (rúbový povrch)  
**10 Ø18mm/m, á100mm** (lícny povrch)
- rozdeľovacia výstuž (vodorovná): **5 Ø16mm/m, á200mm** (rubový a lícny povrch)  
 $A_{s,rozd,min.} = 0,2 \cdot A_{s1} = 0,2 \cdot 49,09 \cdot 10^{-4} = 9,818 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$
- šmyková výstuž (spony): **spony min. 12 Ø10mm/m<sup>2</sup>**

**Návrh výstuže na ohyb + normálová sila:**

<b>Dané:</b>	<b>Betón:</b>	<b>C30/37</b>	<b>Oceľ:</b>	<b>B500B</b>
	$f_{ck} =$	<b>30 MPa</b>	$f_{yk} =$	<b>500 MPa</b>
	$\varepsilon_{cu3} =$	<b>3,5 ‰</b>		
	$\varepsilon_{c3} =$	<b>1,75 ‰</b>		
	$f_{ctm} =$	<b>2,9 MPa</b>		
	$b =$	<b>1,00 m</b>	$\alpha_{cc} =$	<b>0,85</b>
	$h =$	<b>0,50 m</b>	$\alpha_{ct} =$	<b>0,85</b>
	$c_{nom} =$	<b>50,00 mm</b>	$\eta =$	<b>1,00</b>
	$M_0 =$	<b>275,88 kNm</b>	$i =$	<b>0,289 m</b>
	$N_{Ed} =$	<b>58,54 kN</b>	$\lambda =$	<b>0,800</b>
	$l =$	<b>4,2 m</b>	$l_0 =$	<b>2,1 m</b>
	$E_s =$	<b>200 GPa</b>	$\gamma_s =$	<b>1,15</b>
	Predpoklad $\phi =$	<b>18,00 mm</b>	$\gamma_c =$	<b>1,5</b>



$$\begin{aligned} f_{cd} &= \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = & 17,000 & \text{MPa} & \epsilon_{yd} &= f_{yd} / E_s = & 2,174 & \text{‰} \\ f_{yd} &= f_{yk} / \gamma_s = & 434,783 & \text{MPa} & \xi_{bal,1} &= \epsilon_{cu3} / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) = & 0,617 \\ d_1 &= c + 0,5 \cdot \phi = & 59 & \text{mm} & \xi_{bal,2} &= \epsilon_{cu3} / (\epsilon_{cu3} - \epsilon_{yd}) = & 2,639 \\ d_2 &= d_1 = & 59 & \text{mm} & Z_{s1} &= & 0,191 & \text{m} \\ d &= h - d_1 = & 0,441 & \text{m} & Z_{s2} &= & 0,191 & \text{m} \end{aligned}$$

**Limitná štíhlosť prvků:**

$$\begin{aligned} \lambda_1 &= l_0 / i = & 7,275 & & \lambda_1 &\leq \lambda_{lim1} \\ \lambda_{lim1} &= & 75 & & \text{Netreba vyšetřovat účinky II. řádu} \\ \lambda_{lim2} &= & 129,898 & & \lambda_1 &\leq \lambda_{lim2} \\ & & & & \text{Netreba vyšetřovat účinky II. řádu} \end{aligned}$$

**Základná excentricita:**

$$e_1 = M_0 / N_{Ed} = 4,713 \text{ m}$$

**Náhodná excentricita:**

$$\theta_i = (1/200) \cdot (2/l)^{1/2} = 0,0204939 \quad e_i = \theta_i \cdot l_0 / 2 = 0,022 \text{ m}$$

**Excentricita I. rádu so zohľadnením imperfekcií:**

$$\begin{aligned} e_0 &= e_1 + e_i = & 4,734 & \text{m} & \min e_0 &< e_0 \\ \min e_0 &= h/30 = & 0,017 & \text{m} & 0,02 &< e_0 \Rightarrow e_0 = & 4,734 & \text{m} \end{aligned}$$

**Návrhový moment v kritickom priereze:**

$$M_{Ed} = M_{0Ed} = N_{Ed} \cdot e_0 = 277,140 \text{ kNm}$$

**Návrh výstuže:**

$$\begin{aligned} x_{B,lim} &= (560 \cdot d) / (700 + f_{yd}) = & 0,218 & \text{m} \\ F_{cd,lim} &= x_{B,lim} \cdot b \cdot f_{cd} = & 3699,669 & \text{kN} \\ N_{Ed} &> F_{cd,lim} & \text{Podmienka nevyhovuje-Prevláda ohyb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{s1} &= M_{Ed} + N_{Ed} \cdot Z_{s1} = & 288,32 & \text{kNm} \\ x_B &= d - (d^2 - 2 \cdot M_{s1} / (b \cdot f_{cd}))^{1/2} = & 0,040 & \text{m} & \text{Oblasť III} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{cd} &= x_B \cdot b \cdot f_{cd} = & 685,091 & \text{kN} \\ A_{s1} &= (F_{cd} - N_{Ed}) / \sigma_{s1} = & 0,001441 & \text{m}^2 & \Rightarrow A_{s1} = & 0,002545 \\ & & & & \text{počet výstuží } n_1 = & 10 \\ & & & & \text{priemer výstuže } \phi_1 = & 18 \\ A_{s1} &> A_{s2} & \Rightarrow A_{s2} = & 0 \text{ m}^2 \\ & & & & \text{počet výstuží } n_2 = & 0 \\ & & & & \text{priemer výstuže } \phi_2 = & 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} c_{nom} &= & 50,00 & \text{mm} & d &= h - d_1 = & 0,441 & \text{m} \\ d_1 &= c + 0,5 \cdot \phi_1 = & 59,00 & \text{mm} & Z_{s1} &= & 0,191 & \text{m} \\ d_2 &= c + 0,5 \cdot \phi_2 = & 50,00 & \text{mm} & Z_{s2} &= & 0,200 & \text{m} \end{aligned}$$

**Kontrola rozmiestnenia výstuže:**

$$t_{s1} = \max(1,5 \cdot \phi_{\max}; 20\text{mm}; d_g + 5\text{mm}) = 27 \text{ mm} \quad b_{n1} < b \quad \text{Návrh vyhovuje}$$

$$b_{n1} = 2 \cdot c_{\text{nom}} + n \cdot \phi + (n-1) \cdot t_s = 0,523 \text{ m}$$

$$t_{s2} = \max(1,5 \cdot \phi_{\max}; 20\text{mm}; d_g + 5\text{mm}) = 27 \text{ mm}$$

$$b_{n2} = 2 \cdot c_{\text{nom}} + n \cdot \phi + (n-1) \cdot t_s = 0,073 \text{ m} \quad b_{n2} < b \quad \text{Návrh vyhovuje}$$

**Kontrola vystuženia:**

$$A_{s,\min} = \max(0,1 \cdot N_{Ed} / f_{yd}; 0,002 \cdot A_c) = 0,001 \text{ m}^2 \quad A_s > A_{s,\min} \quad \text{Návrh vyhovuje}$$

$$A_{s,\max} = 0,4 \cdot A_c = 0,2 \text{ m}^2 \quad A_s \leq A_{s,\max} \quad \text{Návrh vyhovuje}$$

**Posúdenie prierezu:**

**BOD "0"**  $N_{Rd0} = b \cdot h \cdot f_{cd} + \Sigma A_s \cdot \sigma_s = 9390,642 \text{ kN}$

$$M_{Rd0} = (A_{s2} \cdot Z_2 - A_{s1} \cdot Z_1) \cdot \sigma_s = -170,113 \text{ kNm}$$

**BOD "1"**  $N_{Rd1} = \lambda \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + F_{s2} = 5997,600 \text{ kN}$

$$M_{Rd1} = \lambda \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} \cdot 0,5(h - \lambda \cdot d) + F_{s2} \cdot Z_{s2} = 441,423 \text{ kNm}$$

**BOD "2"**  $N_{Rd,bal} = \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + \Delta F_s = 2593,282 \text{ kN}$

$$M_{Rd,bal} = \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} \cdot 0,5 \cdot (h - \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot d) + F_{s1} \cdot Z_{s1} + F_{s2} \cdot Z_{s2} = 733,662 \text{ kNm}$$

**BOD "3"**  $N_{Rd} = 0,000 \text{ kN}$

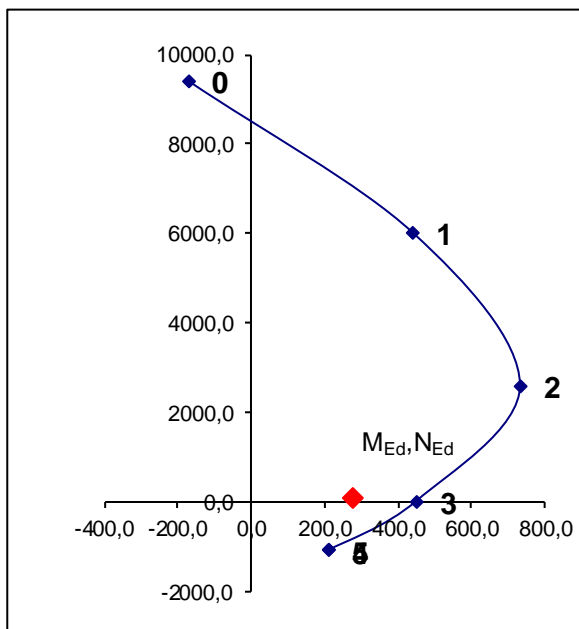
$$M_{Rd} = 451,914 \text{ kNm}$$

**BOD "4"**  $N_{Rdt,bal} = F_{s1} = -1106,387 \text{ kN}$

$$M_{Rdt,bal} = F_{s1} \cdot Z_{s1} = 211,320 \text{ kNm}$$

**BOD "5"**  $N_{Rdt0} = F_{s1} + F_{s2} = -1106,387 \text{ kN}$

$$M_{Rdt0} = F_{s1} \cdot Z_{s1} - F_{s2} \cdot Z_{s2} = 211,320 \text{ kNm}$$



$M_{Ed} \leq M_{Rd}$  Návrh vyhovuje

**Poznámka 1:**

Posúdenie a návrh ťahovej výstuže prierezu namáhaného kombináciou síl  $M + \max N$  sa zanedbáva z dôvodu že prierez je výhradne tlačенý a nie je nutná ťahová výstuž.

### 5.6.2.7 Návrh šmykovej výstuže v päte – $V_{Ed,max}$

Posúdenie prierezu na šmykovú silu v päte steny.

**Prierez:** š.= 1000mm, hr.= 500mm (konštantná hr. steny)

**Návrh:**

- betón: **C30/37**
  - hlavná výstuž (zvislá): **10 Ø18mm/m, á100mm** (rubový povrch)  
**10 Ø18mm/m, á100mm** (lícny povrch)
  - rozdeľovacia výstuž (vodorovná): **5 Ø16mm/m, á200mm** (rubový a lícny povrch)
  - šmyková výstuž (spony): **spony min. 12 Ø10mm/m<sup>2</sup>**
- $$A_{s,rozdel,min.} = 0,2 \cdot A_{s1} = 0,2 \cdot 49,09 \cdot 10^{-4} = 9,818 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

<b>Dané:</b>	<b>Betón:</b>	<b>C30/37</b>	<b>Oceľ:</b>	<b>B500B</b>
	$f_{ck} =$	<b>30 MPa</b>	$f_{yk} =$	<b>500 MPa</b>
	$f_{ctm} =$	<b>2,9 MPa</b>	$b =$	<b>1,00 m</b>
	$f_{ctk,0,05} =$	<b>2 MPa</b>	$h =$	<b>0,545 m</b>
	$V_{Ed} =$	<b>415,07 kN</b>	$d =$	<b>0,485 m</b>
	$T_{Ed} =$	<b>0 kNm</b>	$\alpha_{cc} =$	<b>0,85</b>
	$E_s =$	<b>200 GPa</b>	$\gamma_s =$	<b>1,15</b>
	$z =$	<b>0,453 m</b>	$\gamma_c =$	<b>1,5</b>
			$\theta =$	<b>25 °</b>
	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c =$	<b>17,000 MPa</b>	$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s =$	<b>2,174 ‰</b>
	$f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0,05} / \gamma_c =$	<b>1,133 MPa</b>	$f_{ywd} = f_{yk} / \gamma_s =$	<b>434,783 MPa</b>

**Porušenie tlakovej diagonály:**

$$v = 0,6 \cdot (1 - f_{ck} / 250) = \mathbf{0,528}$$

$$V_{Rd,max} = z \cdot b \cdot v \cdot f_{cd} \cdot (\tan \theta + \cot \theta)^{-1} = \mathbf{1558,996 \text{ kN}}$$

$$V_{Rd,max} \geq V_{Ed} \text{ **Návrh vyhovuje-nedôjde k porušeniu tlakovej diagonály**}$$

**Návr šmykovej výstuže:**

$$\alpha = \mathbf{90^\circ}$$

$$A_{sw} = n_s \cdot 0,25 \cdot \pi \cdot \phi_{st}^2 = \mathbf{0,0003142 \text{ m}^2}$$

$$\phi_{st} = \mathbf{10 \text{ mm}}$$

$$s_{min} < \min(A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot (\cot \theta + \cot \alpha) \sin \alpha / V_{Ed}, 0,75 \cdot d, 400 \text{ mm}) = \mathbf{0,320 \text{ m}}$$

$$n_s = \mathbf{4}$$

$$s = \mathbf{0,25 \text{ m}}$$

$$\rho_{sw} = A_{sw} / (s \cdot b) = \mathbf{0,001256637}$$

$$\rho_{sw} > \rho_{sw,min} \text{ **Podmienka vyhovuje**}$$

$$\rho_{sw,min} = 0,08 \cdot f_{ck}^{1/2} / f_{yk} = \mathbf{0,000876356}$$

$$V_{Ed} = \mathbf{415,07 \text{ kN}}$$

$$V_{Rd,s} = f_{ywd} \cdot A_{sw} / s \cdot z \cdot (\cot \theta + \cot \alpha) \cdot \sin \alpha = \mathbf{531,310 \text{ kN}}$$

$$V_{Rd,s} \geq V_{Ed} \text{ **Návrh vyhovuje-nedôjde k porušeniu šmykovej výstuže**}$$

**Overenie kotvenia výstuže v podpere:**

$$F_{Ed} = 0,5 \cdot V_{Ed} \cdot \cot \theta = \mathbf{445,060 \text{ kN}}$$

$$f_{bd} = \alpha_0 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = \mathbf{1,785 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{sd} = F_{Ed} / A_s = \mathbf{141,649 \text{ MPa}}$$

$$l_{bd,rqd} = \phi / 4 \cdot \sigma_{sd} / f_{bd} = \mathbf{357,098 \text{ mm}}$$

$$l_{bd} = \Pi \alpha \cdot l_{bd,rqd} = \mathbf{249,968 \text{ mm}}$$

$$l_{bd} \geq l_{bd,min} \Rightarrow l_{bd} = \mathbf{249,968 \text{ mm}}$$

$$l_{bd,min} = \mathbf{180 \text{ mm}}$$

### 5.6.2.8 Posúdenie na únavu – päta steny

Posúdenie prierezu na únavu v päte steny.

<b>Dané:</b>	$M_{FLM3} =$	<b>5,27 kNm</b>	$N_{obs} =$	<b>2000000</b>
	$M_{E,basic} =$	<b>18,15 kNm</b>	$N_{Years} =$	<b>100 rokov</b>
	$\gamma_{F,fat} =$	<b>1</b>	$N_{obs,i} =$	<b>2000000</b>
	$\gamma_{S,fat} =$	<b>1,15</b>	$E_s =$	<b>200 GPa</b>
	$\gamma_c =$	<b>1,5</b>	$E_{cm} =$	<b>33 GPa</b>
	$d =$	<b>0,485 m</b>	$\Delta\sigma_{R,sk} =$	<b>162,5 MPa</b>
	$k_2 =$	<b>9</b>	$Q =$	<b>1</b>
	$f_{ck} =$	<b>30 MPa</b>	$\lambda_{s,1} =$	<b>1,10</b>
	$\varphi_{fat} =$	<b>1,20</b>		

#### Posúdenie ocele na únavu:

$\lambda_{s,2} = Q \cdot (N_{obs}/2,0)^{1/k_2} =$	<b>1,000</b>	$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	<b>6,061</b>
$\lambda_{s,3} = (N_{Years}/100)^{1/k_2} =$	<b>1,000</b>	$x =$	<b>0,108 m</b>
$\lambda_{s,4} = (\sum N_{obs,i}/N_{obs,1})^{1/k_2} =$	<b>1,000</b>	$I_{ir} =$	<b>0,0026119 m<sup>4</sup></b>
$\lambda_s = \varphi_{fat} \cdot \lambda_{s,1} \cdot \lambda_{s,2} \cdot \lambda_{s,3} \cdot \lambda_{s,4} =$	<b>1,320</b>	$\gamma_{F,fat} \cdot \Delta\sigma_{s,equ} =$	<b>8,523 MPa</b>
$\Delta\sigma_{s,FLM3} = \alpha_e \cdot M_{FLM3}/I_{ir} \cdot (d-x) =$	<b>4,612 MPa</b>	$\Delta\sigma_{R,sk}/\gamma_{S,fat} =$	<b>141,304 MPa</b>
$\Delta\sigma_{s,Ec} = 1,4 \cdot \Delta\sigma_{s,FLM3} =$	<b>6,457 MPa</b>		
$\Delta\sigma_{s,equ} = \Delta\sigma_{s,Ec} \cdot \lambda_s =$	<b>8,523 MPa</b>		
$\gamma_{F,fat} \cdot \Delta\sigma_{s,equ} \leq \Delta\sigma_{R,sk}/\gamma_{S,fat}$	<b>Oceľ na únavu vyhovuje</b>		

#### Posúdenie betónu na únavu:

$\sigma_{c,min} = (M_{E,basic} + 0)/I_{ir} \cdot x =$	<b>0,749 MPa</b>
$\sigma_{c,max} = (M_{E,basic} + M_{FLM3})/I_{ir} \cdot x =$	<b>0,967 MPa</b>
$f_{cd,fat} = 0,85 \cdot \beta_{cc}(t_0) \cdot f_{ck}/\gamma_c \cdot (1 - f_{ck}/250) =$	<b>14,960 MPa</b>
$\sigma_{c,max}/f_{cd,fat} =$	<b>0,065</b>
$0,5 + 0,45 \cdot \sigma_{c,min}/f_{cd,fat} =$	<b>0,523</b>
$\sigma_{c,max}/f_{cd,fat} \leq 0,5 + 0,45 \cdot \sigma_{c,min}/f_{cd,fat} \leq 0,9$	<b>Betón na únavu vyhovuje</b>

### 5.6.2.9 Návrh hlavnej výstuže v h/2 – max $M_{Ed} + N_{Ed}$

Posúdenie navrhnutého prierezu uprostred výšky steny.

**Prierez:** **š. = 1000mm, hr. = 500mm** (konštantná hr. steny)

**Návrh:**

- betón: **C30/37**
- hlavná výstuž (zvislá): **10 Ø18mm/m, á100mm** (rubový povrch)  
**10 Ø18mm/m, á100mm** (lícny povrch)
- rozdeľovacia výstuž (vodorovná): **5 Ø16mm/m, á200mm** (obidva povrchy)  
 $A_{s,rozdel,min.} = 0,2 \cdot A_{s1} = 0,2 \cdot 49,09 \cdot 10^{-4} = 9,818 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$
- šmyková výstuž (spony): **spony min. 12 Ø10mm/m<sup>2</sup>**

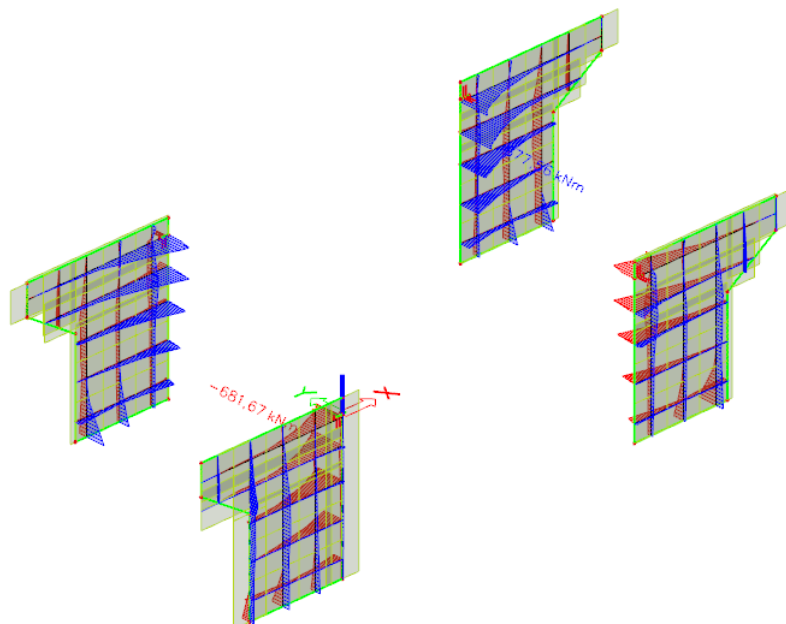
Poznámka:

Nie je nutné navrhovať prierez v  $h/2$  steny, vyhovuje výstuž navrhnutá v päte a rámovom rohu.

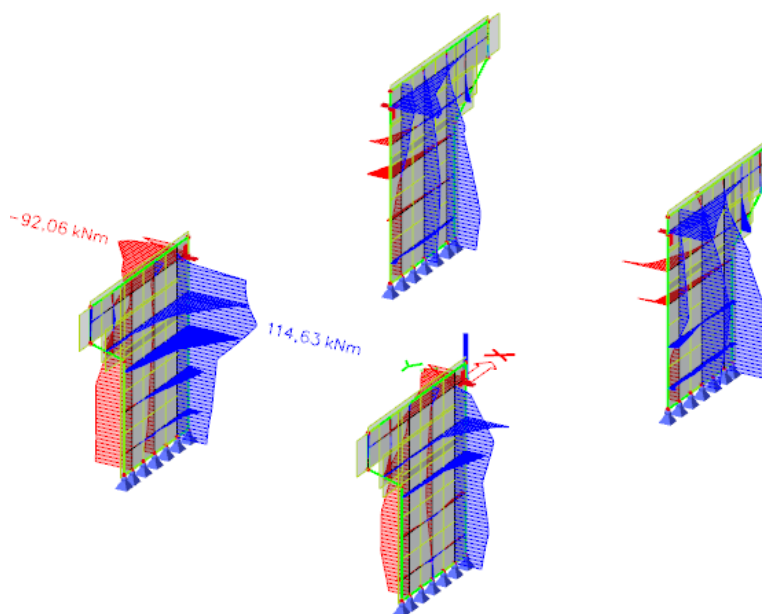
### 5.6.3 Posúdenie prierezu – krídlo

Posúdenie navrhnutého prierezu v kritických prierezoch krídla na  $M_{\max} + N$ ,  $M + N_{\max}$ ,  $V_{\max}$  a únavu.

#### 5.6.3.1 Vnútorne sily



Obrázok 7 Vnútorne sily  $M_y$  – model č.1 MSU



Obrázok 8 Vnútorne sily  $M_y$  – model č.2 MSU

### 5.6.3.2 Návrh hlavnej vodorovnej výstuže rubový povrch - $M_{Ed,max} + N$

Posudzuje sa najviac namáhaný prierez prierez s navrhnutou výstužou pri rubovom povrchu krídla na kombináciu vnútorných síl  $M_{max} + N$ .

**Prierez:**  $\bar{s} = 1000\text{mm}$ ,  $h_r = 550\text{mm}$  (konštantná hr. krídla)

**Návrh:**

- betón: **C30/37**
- hlavná výstuž (vodorovná): **10 Ø22mm/m, á100mm** (rubový povrch)  
**10 Ø16mm/m, á100mm** (vonkajší povrch)
- rozdeľovacia výstuž (zvislá): **5 Ø16mm/m, á200mm** (obidva povrchy)
- šmyková výstuž (spony): **spony min. 12 Ø10mm/m<sup>2</sup>**

**Návrh výstuže na ohyb + normálová sila:**

<b>Dané:</b>	<b>Betón:</b>	<b>C30/37</b>	<b>Oceľ:</b>	<b>B500B</b>
	$f_{ck} =$	<b>30 MPa</b>	$f_{yk} =$	<b>500 MPa</b>
	$\varepsilon_{cu3} =$	<b>3,5 ‰</b>		
	$\varepsilon_{c3} =$	<b>1,75 ‰</b>		
	$f_{ctm} =$	<b>2,9 MPa</b>		
	$b =$	<b>1,00 m</b>	$\alpha_{cc} =$	<b>0,85</b>
	$h =$	<b>0,55 m</b>	$\alpha_{ct} =$	<b>0,85</b>
	$c_{nom} =$	<b>50,00 mm</b>	$\eta =$	<b>1,00</b>
	$M_0 =$	<b>743,88 kNm</b>	$i =$	<b>0,289 m</b>
	$N_{Ed} =$	<b>401,17 kN</b>	$\lambda =$	<b>0,800</b>
	$l =$	<b>4,6 m</b>	$l_0 =$	<b>2,3 m</b>
	$E_s =$	<b>200 GPa</b>	$\gamma_s =$	<b>1,15</b>
	Predpoklad $\phi =$	<b>25,00 mm</b>	$\gamma_c =$	<b>1,5</b>

$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c =$	<b>17,000 MPa</b>	$\varepsilon_{yd} = f_{yd} / E_s =$	<b>2,174 ‰</b>
$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s =$	<b>434,783 MPa</b>	$\xi_{bal,1} = \varepsilon_{cu3} / (\varepsilon_{cu3} + \varepsilon_{yd}) =$	<b>0,617</b>
$d_1 = c + 0,5 \cdot \phi =$	<b>62,5 mm</b>	$\xi_{bal,2} = \varepsilon_{cu3} / (\varepsilon_{cu3} - \varepsilon_{yd}) =$	<b>2,639</b>
$d_2 = d_1 =$	<b>62,5 mm</b>	$Z_{s1} =$	<b>0,2125 m</b>
$d = h - d_1 =$	<b>0,4875 m</b>	$Z_{s2} =$	<b>0,2125 m</b>

**Limitná štíhlosť prvku:**

$\lambda_1 = l_0 / i =$	<b>7,967</b>	$\lambda_1 \leq \lambda_{lim1}$	
$\lambda_{lim1} =$	<b>75</b>	<b>Netreba vyšetrovať účinky II. rádu</b>	
$\lambda_{lim2} =$	<b>52,043</b>	$\lambda_1 \leq \lambda_{lim2}$	
		<b>Netreba vyšetrovať účinky II. rádu</b>	

**Základná excentricita:**

$$e_1 = M_0 / N_{Ed} = 1,854 \text{ m}$$

**Náhodná excentricita:**

$$\theta_i = (1/200) \cdot (2/l)^{1/2} = 0,02144761 \quad e_i = \theta_i \cdot l_0 / 2 = 0,025 \text{ m}$$

**Excentricita I. rádu so zohľadnením imperfekcií:**

$$\begin{aligned} e_0 &= e_1 + e_i = 1,879 \text{ m} & \min e_0 < e_0 \\ \min e_0 &= h/30 = 0,018 \text{ m} & 0,02 < e_0 \Rightarrow e_0 = 1,879 \text{ m} \end{aligned}$$

**Návrhový moment v kritickom priereze:**

$$M_{Ed} = M_{0Ed} = N_{Ed} \cdot e_0 = 753,775 \text{ kNm}$$

**Návrh výstuže:**

$$x_{B,lim} = (560 \cdot d) / (700 + f_{yd}) = 0,241 \text{ m}$$

$$F_{cd,lim} = x_{B,lim} \cdot b \cdot f_{cd} = 4089,770 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} > F_{cd,lim} \quad \text{Podmienka nevyhovuje-Prevláda ohyb}$$

$$M_{s1} = M_{Ed} + N_{Ed} \cdot z_{s1} = 839,02 \text{ kNm}$$

$$x_B = d - (d^2 - 2 \cdot M_{s1} / (b \cdot f_{cd}))^{1/2} = 0,115 \text{ m} \quad \text{Oblasť III}$$

$$F_{cd} = x_B \cdot b \cdot f_{cd} = 1950,635 \text{ kN}$$

$$A_{s1} = (F_{cd} - N_{Ed}) / \sigma_{s1} = 0,003564 \text{ m}^2 \quad \Rightarrow \quad A_{s1} = 0,004909$$

$$\text{počet výstuží } n_1 = 10$$

$$\text{priemer výstuže } \phi_1 = 25$$

$$A_{s1} > A_{s2} \quad \Rightarrow \quad A_{s2} = 0 \text{ m}^2$$

$$\text{počet výstuží } n_2 = 0$$

$$\text{priemer výstuže } \phi_2 = 0$$

$$c_{nom} = 0,00 \text{ mm} \quad d = h - d_1 = 0,538 \text{ m}$$

$$d_1 = c + 0,5 \cdot \phi_1 = 12,50 \text{ mm} \quad z_{s1} = 0,263 \text{ m}$$

$$d_2 = c + 0,5 \cdot \phi_2 = 0,00 \text{ mm} \quad z_{s2} = 0,275 \text{ m}$$

**Kontrola rozmiestnenia výstuže:**

$$t_{s1} = \max(1,5 \cdot \phi_{max}; 20\text{mm}; d_g + 5\text{mm}) = 37,5 \text{ mm} \quad b_{n1} < b \quad \text{Návrh vyhovuje}$$

$$b_{n1} = 2 \cdot c_{nom} + n \cdot \phi + (n-1) \cdot t_s = 0,5875 \text{ m}$$

$$t_{s2} = \max(1,5 \cdot \phi_{max}; 20\text{mm}; d_g + 5\text{mm}) = 27 \text{ mm}$$

$$b_{n2} = 2 \cdot c_{nom} + n \cdot \phi + (n-1) \cdot t_s = -0,027 \text{ m} \quad b_{n2} < b \quad \text{Návrh vyhovuje}$$

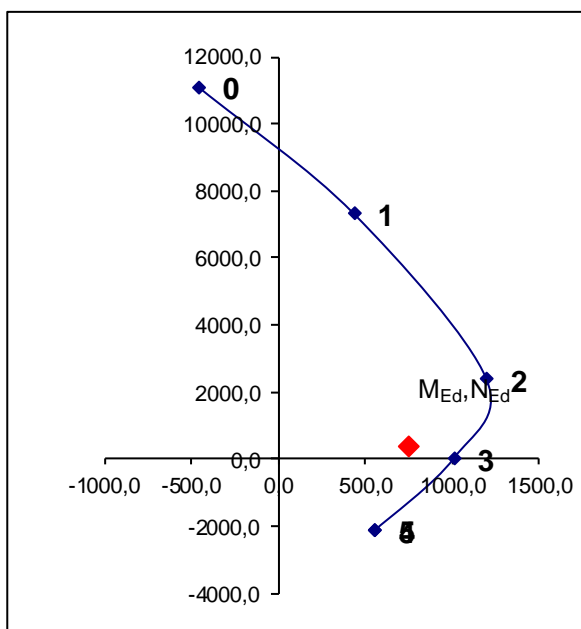
**Kontrola vystuženia:**

$$A_{s,min} = \max(0,1 \cdot N_{Ed} / f_{yd}; 0,002 \cdot A_c) = 0,0011 \text{ m}^2 \quad A_s > A_{s,min} \quad \text{Návrh vyhovuje}$$

$$A_{s,max} = 0,4 \cdot A_c = 0,22 \text{ m}^2 \quad A_s \leq A_{s,max} \quad \text{Návrh vyhovuje}$$

**Posúdenie prierezu:**

<b>BOD "0"</b>	$N_{Rd0}=b \cdot h \cdot f_{cd} + \Sigma A_s \cdot \sigma_s =$	<b>11068,058 kN</b>
	$M_{Rd0}=(A_{s2} \cdot Z_2 - A_{s1} \cdot Z_1) \cdot \sigma_s =$	<b>-450,990 kNm</b>
<b>BOD "1"</b>	$N_{Rd1}=\lambda \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + F_{s2} =$	<b>7310,000 kN</b>
	$M_{Rd1}=\lambda \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} \cdot 0,5(h-\lambda \cdot d) + F_{s2} \cdot Z_{s2} =$	<b>438,600 kNm</b>
<b>BOD "2"</b>	$N_{Rd,bal}=\lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + \Delta F_s =$	<b>2375,000 kN</b>
	$M_{Rd,bal}=\lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} \cdot 0,5 \cdot (h-\lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot d) + F_{s1} \cdot Z_{s1} + F_{s2} \cdot Z_{s2} =$	<b>1202,241 kNm</b>
<b>BOD "3"</b>	$N_{Rd} =$	<b>0,000 kN</b>
	$M_{Rd} =$	<b>1013,182 kNm</b>
<b>BOD "4"</b>	$N_{Rdt,bal} = F_{s1} =$	<b>-2134,234 kN</b>
	$M_{Rdt,bal} = F_{s1} \cdot Z_{s1} =$	<b>560,236 kNm</b>
<b>BOD "5"</b>	$N_{Rdt0} = F_{s1} + F_{s2} =$	<b>-2134,234 kN</b>
	$M_{Rdt0} = F_{s1} \cdot Z_{s1} - F_{s2} \cdot Z_{s2} =$	<b>560,236 kNm</b>



$M_{Ed} \leq M_{Rd}$  **Návrh vyhovuje**

**5.6.3.3 Návrh hlavnej vodorovnej výstuže vonkajší povrch -  $M + N_{Ed,max}$**

Posúdenie najnepriaznivejšieho prierezu v krídle č.1 namáhaného na kombináciu síl  $M + N_{Ed,max}$

**Prierez:** **š.= 1000mm, hr.= 550mm** (konštantná hr. krídla)

**Návrh:**

- betón: **C30/37**
- hlavná výstuž (vodorovná): **10 Ø25mm/m, á100mm** (rubový povrch)  
**10 Ø16mm/m, á100mm** (vonkajší povrch)
- rozdeľovacia výstuž (zvislá): **5 Ø16mm/m, á200mm** (obidva povrchy)
- šmyková výstuž (spony): **spony min. 12 Ø10mm/m<sup>2</sup>**



### Návrh výstuže na ohyb + normálová sila:

<b>Dané:</b>	<b>Betón:</b>	<b>C30/37</b>	<b>Oceľ:</b>	<b>B500B</b>
	$f_{ck}=$	<b>30 MPa</b>	$f_{yk}=$	<b>500 MPa</b>
	$\varepsilon_{cu3}=$	<b>3,5 ‰</b>		
	$\varepsilon_{c3}=$	<b>1,75 ‰</b>		
	$f_{ctm}=$	<b>2,9 MPa</b>		
	$b=$	<b>1,00 m</b>	$\alpha_{cc}=$	<b>0,85</b>
	$h=$	<b>0,55 m</b>	$\alpha_{ct}=$	<b>0,85</b>
	$c_{nom}=$	<b>50,00 mm</b>	$\eta=$	<b>1,00</b>
	$M_0=$	<b>408,59 kNm</b>	$i=$	<b>0,289 m</b>
	$N_{Ed}=$	<b>749,47 kN</b>	$\lambda=$	<b>0,800</b>
	$l=$	<b>4,6 m</b>	$l_0=$	<b>2,3 m</b>
	$E_s=$	<b>200 GPa</b>	$\gamma_s=$	<b>1,15</b>
	Predpoklad $\phi=$	<b>16,00 mm</b>	$\gamma_c=$	<b>1,5</b>

$f_{cd}=\alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c=$	<b>17,000 MPa</b>	$\varepsilon_{yd}=f_{yd} / E_s=$	<b>2,174 ‰</b>
$f_{yd}=f_{yk} / \gamma_s=$	<b>434,783 MPa</b>	$\xi_{bal,1}=\varepsilon_{cu3} / (\varepsilon_{cu3} + \varepsilon_{yd})=$	<b>0,617</b>
$d_1=c+0,5 \cdot \phi=$	<b>58 mm</b>	$\xi_{bal,2}=\varepsilon_{cu3} / (\varepsilon_{cu3} - \varepsilon_{yd})=$	<b>2,639</b>
$d_2=d_1=$	<b>58 mm</b>	$Z_{s1}=$	<b>0,217 m</b>
$d=h-d_1=$	<b>0,492 m</b>	$Z_{s2}=$	<b>0,217 m</b>

### Limitná štíhlosť prvků:

$\lambda_1=l_0/i=$	<b>7,967</b>	$\lambda_1 \leq \lambda_{lim1}$	
$\lambda_{lim1}=$	<b>75</b>	<b>Netreba vyšetřovať účinky II. rádu</b>	
$\lambda_{lim2}=$	<b>38,076</b>	$\lambda_1 \leq \lambda_{lim2}$	
		<b>Netreba vyšetřovať účinky II. rádu</b>	

### Základná excentricita:

$$e_1=M_0/N_{Ed}= \mathbf{0,545 \text{ m}}$$

### Náhodná excentricita:

$$\theta_i=(1/200) \cdot (2/l^{1/2})= \mathbf{0,02144761} \quad e_i=\theta_i \cdot l_0/2= \mathbf{0,025 \text{ m}}$$

### Excentricita I. rádu so zohľadnením imperfekcií:

$$e_0=e_1+e_i= \mathbf{0,570 \text{ m}} \quad \min e_0 < e_0 \Rightarrow e_0= \mathbf{0,570 \text{ m}}$$

$$\min e_0=h/30= \mathbf{0,018 \text{ m}} \quad 0,02 < e_0$$

### Návrhový moment v kritickom priereze:

$$M_{Ed}=M_{0Ed}=N_{Ed} \cdot e_0= \mathbf{427,075 \text{ kNm}}$$

### Návrh výstuže:

$$x_{B,lim}=(560 \cdot d)/(700+f_{yd})= \mathbf{0,243 \text{ m}}$$

$$F_{cd,lim}=x_{B,lim} \cdot b \cdot f_{cd}= \mathbf{4127,522 \text{ kN}}$$

$$N_{Ed} > F_{cd,lim} \quad \text{Podmienka nevyhovuje-Prevláda ohyb}$$

$$M_{s1}=M_{Ed}+N_{Ed} \cdot Z_{s1}= \mathbf{589,71 \text{ kNm}}$$

$$x_B=d \cdot (d^2-2 \cdot M_{s1}/(b \cdot f_{cd}))^{1/2}= \mathbf{0,076 \text{ m}} \quad \text{Oblasť III}$$

$$F_{cd} = x_B \cdot b \cdot f_{cd} = 1299,558 \text{ kN}$$

$$A_{s1} = (F_{cd} - N_{Ed}) / \sigma_{s1} = 0,001265 \text{ m}^2 \Rightarrow A_{s1} = 0,002011$$

počet výstuží  $n_1 = 10$   
 priemer výstuže  $\phi_1 = 16$

$$A_{s1} > A_{s2} \Rightarrow A_{s2} = 0 \text{ m}^2$$

počet výstuží  $n_2 = 0$   
 priemer výstuže  $\phi_2 = 0$

$$c_{nom} = 0,00 \text{ mm} \quad d = h - d_1 = 0,542 \text{ m}$$

$$d_1 = c + 0,5 \cdot \phi_1 = 8,00 \text{ mm} \quad z_{s1} = 0,267 \text{ m}$$

$$d_2 = c + 0,5 \cdot \phi_2 = 0,00 \text{ mm} \quad z_{s2} = 0,275 \text{ m}$$

#### Kontrola rozmiestnenia výstuže:

$$t_{s1} = \max(1,5 \cdot \phi_{max}; 20 \text{ mm}; d_g + 5 \text{ mm}) = 27 \text{ mm} \quad b_{n1} < b \text{ Návrh vyhovuje}$$

$$b_{n1} = 2 \cdot c_{nom} + n \cdot \phi + (n-1) \cdot t_s = 0,403 \text{ m}$$

$$t_{s2} = \max(1,5 \cdot \phi_{max}; 20 \text{ mm}; d_g + 5 \text{ mm}) = 27 \text{ mm}$$

$$b_{n2} = 2 \cdot c_{nom} + n \cdot \phi + (n-1) \cdot t_s = -0,027 \text{ m} \quad b_{n2} < b \text{ Návrh vyhovuje}$$

#### Kontrola vystuženia:

$$A_{s,min} = \max(0,1 \cdot N_{Ed} / f_{yd}; 0,002 \cdot A_c) = 0,0011 \text{ m}^2 \quad A_s > A_{s,min} \text{ Návrh vyhovuje}$$

$$A_{s,max} = 0,4 \cdot A_c = 0,22 \text{ m}^2 \quad A_s \leq A_{s,max} \text{ Návrh vyhovuje}$$

#### Posúdenie prierezu:

**BOD "0"**

$$N_{Rd0} = b \cdot h \cdot f_{cd} + \sum A_s \cdot \sigma_s = 10053,717 \text{ kN}$$

$$M_{Rd0} = (A_{s2} \cdot z_2 - A_{s1} \cdot z_1) \cdot \sigma_s = -187,892 \text{ kNm}$$

**BOD "1"**

$$N_{Rd1} = \lambda \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + F_{s2} = 7371,200 \text{ kN}$$

$$M_{Rd1} = \lambda \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} \cdot 0,5(h - \lambda \cdot d) + F_{s2} \cdot z_{s2} = 429,004 \text{ kNm}$$

**BOD "2"**

$$N_{Rd,bal} = \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + \Delta F_s = 3672,803 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,bal} = \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} \cdot 0,5 \cdot (h - \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot d) + F_{s1} \cdot z_{s1} + F_{s2} \cdot z_{s2} = 875,737 \text{ kNm}$$

**BOD "3"**

$$N_{Rd} = 0,000 \text{ kN}$$

$$M_{Rd} = 451,330 \text{ kNm}$$

**BOD "4"**

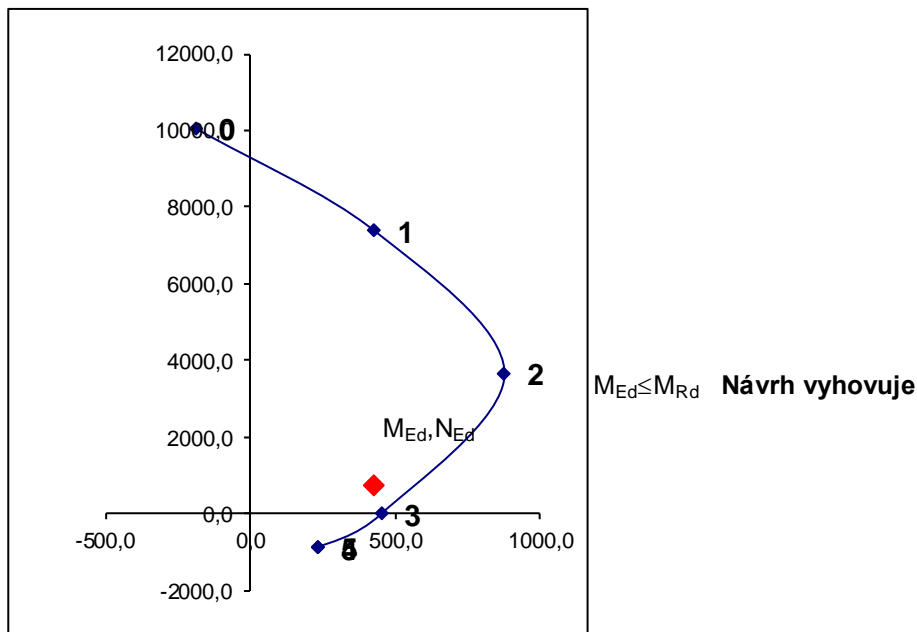
$$N_{Rdt,bal} = F_{s1} = -874,182 \text{ kN}$$

$$M_{Rdt,bal} = F_{s1} \cdot z_{s1} = 233,407 \text{ kNm}$$

**BOD "5"**

$$N_{Rdt0} = F_{s1} + F_{s2} = -874,182 \text{ kN}$$

$$M_{Rdt0} = F_{s1} \cdot z_{s1} - F_{s2} \cdot z_{s2} = 233,407 \text{ kNm}$$



#### 5.6.3.4 Návrh šmykovej výstuže – $V_{Ed,max}$

<b>Dané:</b>	<b>Betón:</b>	<b>C30/37</b>	<b>Oceľ:</b>	<b>B500B</b>
	$f_{ck} =$	<b>30 MPa</b>	$f_{yk} =$	<b>500 MPa</b>
	$f_{ctm} =$	<b>2,9 MPa</b>	$b =$	<b>1,00 m</b>
	$f_{ctk,0,05} =$	<b>2 MPa</b>	$h =$	<b>0,55 m</b>
	$V_{Ed} =$	<b>446,66 kN</b>	$d =$	<b>0,492 m</b>
	$T_{Ed} =$	<b>0 kNm</b>	$\alpha_{cc} =$	<b>0,85</b>
	$E_s =$	<b>200 GPa</b>	$\gamma_s =$	<b>1,15</b>
	$z =$	<b>0,425 m</b>	$\gamma_c =$	<b>1,5</b>
			$\theta =$	<b>25 °</b>
	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c =$	<b>17,000 MPa</b>	$\varepsilon_{yd} = f_{yd} / E_s =$	<b>2,174 ‰</b>
	$f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0,05} / \gamma_c =$	<b>1,133 MPa</b>	$f_{ywd} = f_{yk} / \gamma_s =$	<b>434,783 MPa</b>

#### Porušenie tlakovej diagonály:

$$v = 0,6 \cdot (1 - f_{ck} / 250) = \mathbf{0,528}$$

$$V_{Rd,max} = z \cdot b \cdot v \cdot f_{cd} \cdot (\tan \theta + \cot \theta)^{-1} = \mathbf{1460,219 \text{ kN}}$$

$$V_{Rd,max} \geq V_{Ed} \quad \text{Návrh vyhovuje-nedôjde k porušeniu tlakovej diagonály}$$

### Návr šmykovej výstuže:

$$\alpha = 90^\circ \quad A_{sw} = n_s \cdot 0,25 \cdot \pi \cdot \phi_{st}^2 = 0,0003142 \text{ m}^2$$

$$\phi_{st} = 10 \text{ mm} \quad s_{min} < \min(A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot (\cot \theta + \cot \alpha) \sin \alpha / V_{Ed},$$

$$n_s = 4 \quad 0,75 \cdot d, 400 \text{ mm}) = 0,279 \text{ m}$$

$$s = 0,2 \text{ m}$$

$$\rho_{sw} = A_{sw} / (s \cdot b) = 0,001570796$$

$$\rho_{sw} > \rho_{sw, \text{min}} \quad \text{Podmienka vyhovuje}$$

$$\rho_{sw, \text{min}} = 0,08 \cdot f_{ck}^{1/2} / f_{yk} = 0,000876356$$

$$V_{Ed} = 446,66 \text{ kN}$$

$$V_{Rd, s} = f_{ywd} \cdot A_{sw} / s \cdot z \cdot (\cot \theta + \cot \alpha) \cdot \sin \alpha = 622,058 \text{ kN}$$

$$V_{Rd, s} \geq V_{Ed} \quad \text{Návrh vyhovuje - nedôjde k porušeniu šmykovej výstuže}$$

### 5.6.4 Posúdenie pretvorenia konštrukcie

#### 3D premiestnenie

Hodnoty:  $u_z$

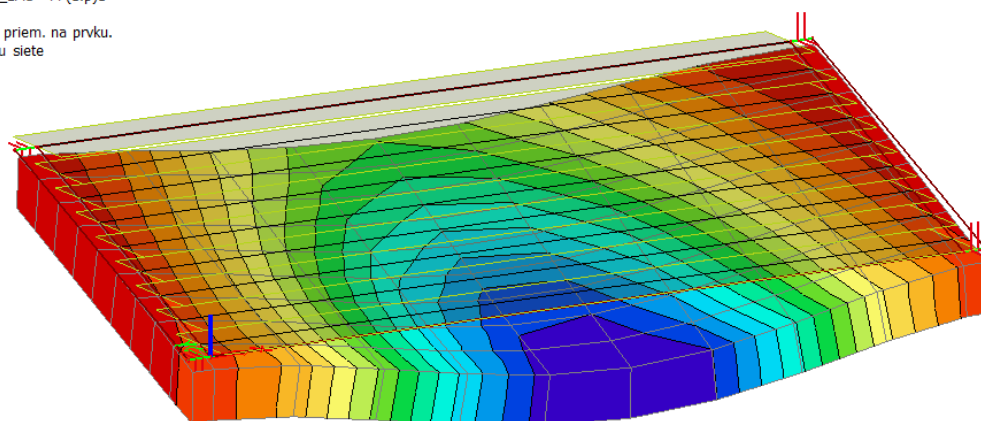
Lineárny výpočet

Kombinácia: MSP\_LM1 - M (1.p)1

Výber: Všetko

Poloha: V uzloch, priem. na prvku.

Systém: LSS prvku siete



Overí sa maximálna hodnota priehybu mostnej konštrukcie  $\delta_h$  od zaťaženia  $g_0 + g_1 + q$  (LM1),  $\gamma_Q = 1,0$ .

Kritérium v zmysle STN EN 1990, STN EN 1991-2:

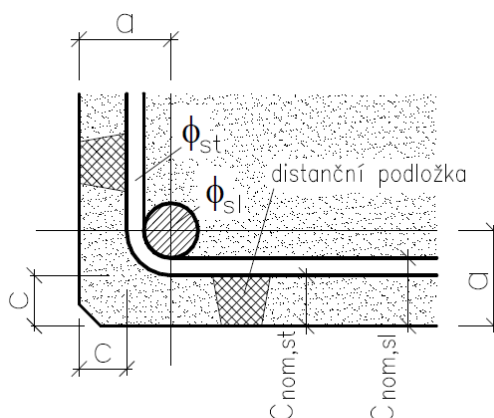
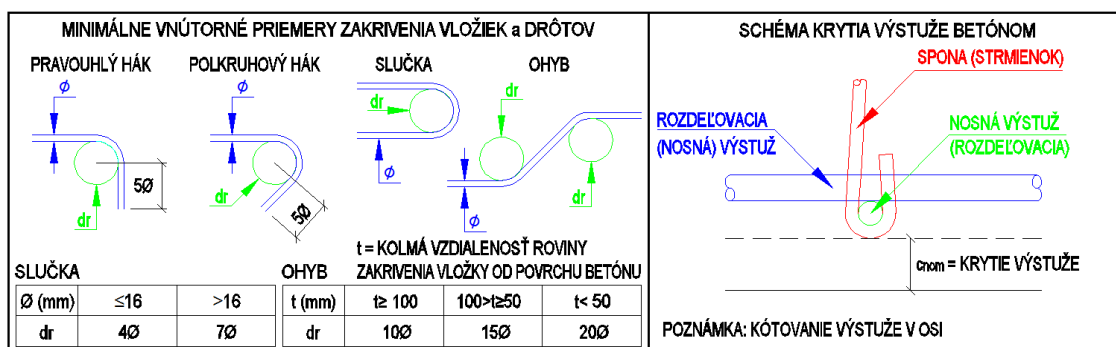
$$\delta_h = 4,7 \text{ mm} \leq \delta_{h, \text{lim}} = \frac{L}{500} = \frac{8960}{500} = 17,92 \text{ mm} \quad \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

### 5.6.5 Kotvenie a stykovanie výstuže

Pri vystužovaní železobetónových konštrukcií pri zhotovení výkresoch výstuže je nutné určiť návrhové dĺžky presahov pre jednotlivé položky a ich priemery podľa STN EN 1992-1-1.

$$\text{Základná kotevná dĺžka: } l_{b,rqd} = \frac{\phi}{4} * \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}}$$

$$\text{Minimálna dĺžka presahu: } l_{b,min} = \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_5 * \alpha_6 * l_{b,rqd}$$



Obrázok 9 Priemery zakrivenia výstuže a schéma krytia výstuže

## 5.7 Posúdenie spodnej stavby

### 5.7.1 Posúdenie základového pásu

#### Posouzení plošného základu

##### Vstupní data

##### Nastavení

Slovensko - EN 1997

##### Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)

Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

##### Sedání

Metoda výpočtu : ČSN 73 1001 (Výpočet pomocí edometrického modulu)

Omezení deformační zóny : pomocí strukturální pevnosti


### Patky

Výpočet pro odvodněné podmínky : EC 7-1 (EN 1997-1:2003)  
 Posouzení tažené patky : standardní postup  
 Dovolená excentricita : 0,333  
 Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997  
 Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce svislé únosnosti :	$\gamma_{Rvs} =$	1,40 [-]	
Součinitel redukce vodorovné únosnosti :	$\gamma_{Rhs} =$	1,10 [-]	

### Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	$\gamma_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{su}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]
1	Třída G3, ulehlá		35,50	0,00	19,00	9,00	
2	Třída G4		33,00	4,00	19,00	9,00	

Pro výpočet tlaku v klidu jsou všechny zeminy zadány jako nesoudržné.

### Parametry zemín

#### Třída G3, ulehlá

Objemová tíha :  $\gamma = 19,00$  kN/m<sup>3</sup>  
 Úhel vnitřního tření :  $\gamma_{ef} = 35,50$  °  
 Soudržnost zeminy :  $c_{ef} = 0,00$  kPa  
 Edometrický modul :  $E_{oed} = 114,00$  MPa  
 Koef. strukturní pevnosti :  $m = 0,30$   
 Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 19,00$  kN/m<sup>3</sup>

#### Třída G4

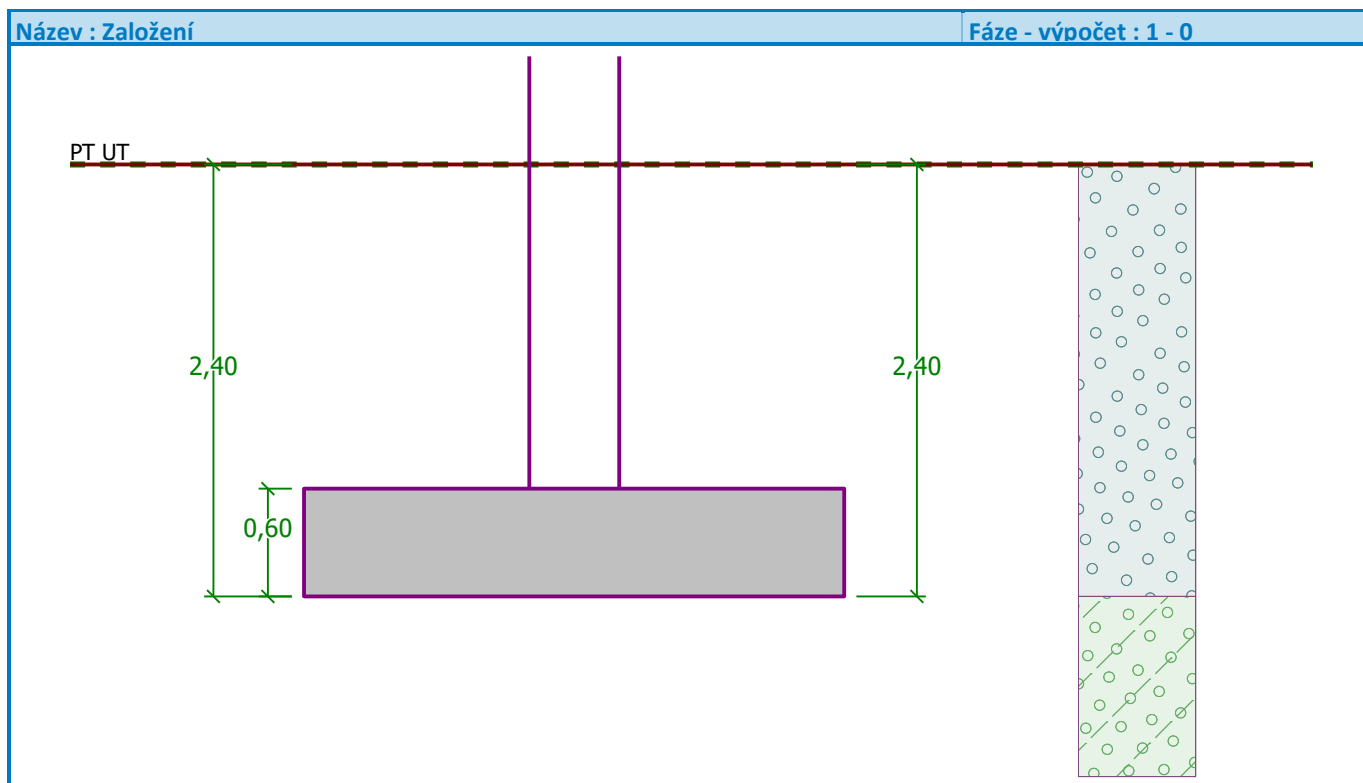
Objemová tíha :  $\gamma = 19,00$  kN/m<sup>3</sup>  
 Úhel vnitřního tření :  $\gamma_{ef} = 33,00$  °  
 Soudržnost zeminy :  $c_{ef} = 4,00$  kPa  
 Modul přetvárnosti :  $E_{def} = 76,75$  MPa  
 Poissonovo číslo :  $\gamma = 0,30$   
 Koef. strukturní pevnosti :  $m = 0,30$   
 Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 19,00$  kN/m<sup>3</sup>

### Založení

#### Typ základu: základový pas

Hloubka od původního terénu  $h_z = 2,40$  m  
 Hloubka základové spáry  $d = 2,40$  m  
 Tloušťka základu  $t = 0,60$  m  
 Sklon upraveného terénu  $s_1 = 0,00$  °  
 Sklon základové spáry  $s_2 = 0,00$  °

Objemová tíha zeminy nad základom = 20,00 kN/m<sup>3</sup>

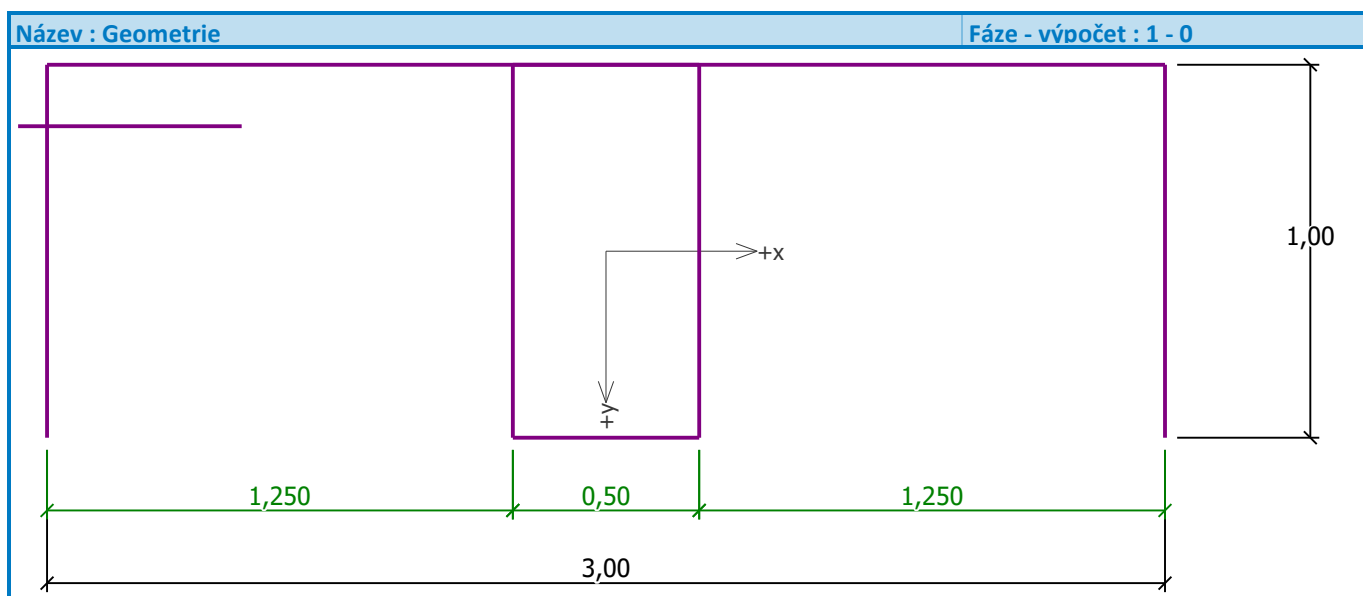


#### Geometrie konstrukce

##### Typ základu: základový pas

Celková dĺžka pasu = 2,00 m  
 Šírka pasu (x) = 3,00 m  
 Šírka sloupu ve směru x = 0,50 m  
 Objem pasu = 1,80 m<sup>3</sup>/m

Zadané zatížení je uvažováno na 1bm dĺžky pasu.



#### Materiál konstrukce

Objemová tíha  $\gamma = 25,00$  kN/m<sup>3</sup>

Výpočet betonových konštrukcií proveden podľa normy EN 1992-1-1 (EC2).

#### Beton : C 30/37

Válcová pevnosť v tlaku	$f_{ck}$	=	30,00 MPa
Pevnosť v tahu	$f_{ctm}$	=	2,90 MPa
Modul pružnosti	$E_{cm}$	=	33000,00 MPa



#### Ocel podélná : B500

Mez kluzu	$f_{yk}$	=	500,00 MPa
-----------	----------	---	------------

#### Ocel priečna: B500

Mez kluzu	$f_{yk}$	=	500,00 MPa
-----------	----------	---	------------

#### Geologický profil a priradenie zemin

Číslo	Vrstva [m]	Priradená zemina	Vzorek
1	2,40	Trieda G3, ulehlá	
2	-	Trieda G4	

#### Zatizenie

Číslo	Zatizenie		Název	Typ	N [kN/m]	$M_y$ [kNm/m]	$H_x$ [kN/m]
	nové	zména					
1	Ano		zaťaženie v stene	Návrhové	631,67	55,02	47,37

#### Celkové nastavenie výpočtu

Typ výpočtu : výpočet pro odvodené podmienky

#### Nastavenie výpočtu fáze

Návrhová situácia : trvalá

#### Posouzení čís. 1

##### Posouzení zatěžovacích stavů

Název	VI. tíha príznivé	$e_x$ [m]	$e_y$ [m]	$\sigma$ [kPa]	$R_d$ [kPa]	Využití [%]	Vyhovuje
zaťaženie v stene	Ano	-0,03	0,00	261,61	1509,43	17,33	Ano
zaťaženie v stene	Ne	-0,03	0,00	277,35	1518,14	18,27	Ano

Výpočet proveden s automatickým výberem najnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Spočtená vlastní tíha pasu  $G = 60,75$  kN/m

Spočtená tíha nadloží  $Z = 121,50$  kN/m

#### Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Najnepříznivější zatěžovací stav číslo 1. (zaťaženie v stene)

Parametry smykovej plochy pod základom:

Hĺbka smykovej plochy  $z_{sp} = 3,53$  m

Dosah smykovej plochy  $l_{sp} = 11,21$  m

Výpočtová únosnosť zákl. pôdy  $R_d = 1518,14$  kPa



Extrémní kontaktní napětí  $\sigma = 277,35 \text{ kPa}$

**Svislá únosnost VYHOVUJE**

#### Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky  $e_x = 0,012 < 0,333$

Max. excentricita ve směru šířky patky  $e_y = 0,000 < 0,333$

Max. prostorová excentricita  $e_t = 0,012 < 0,333$

**Excentricita zatížení základu VYHOVUJE**

#### Posouzení vodorovné únosnosti

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 1. (zaťaženie v stene)

Zemní odpor: klidový

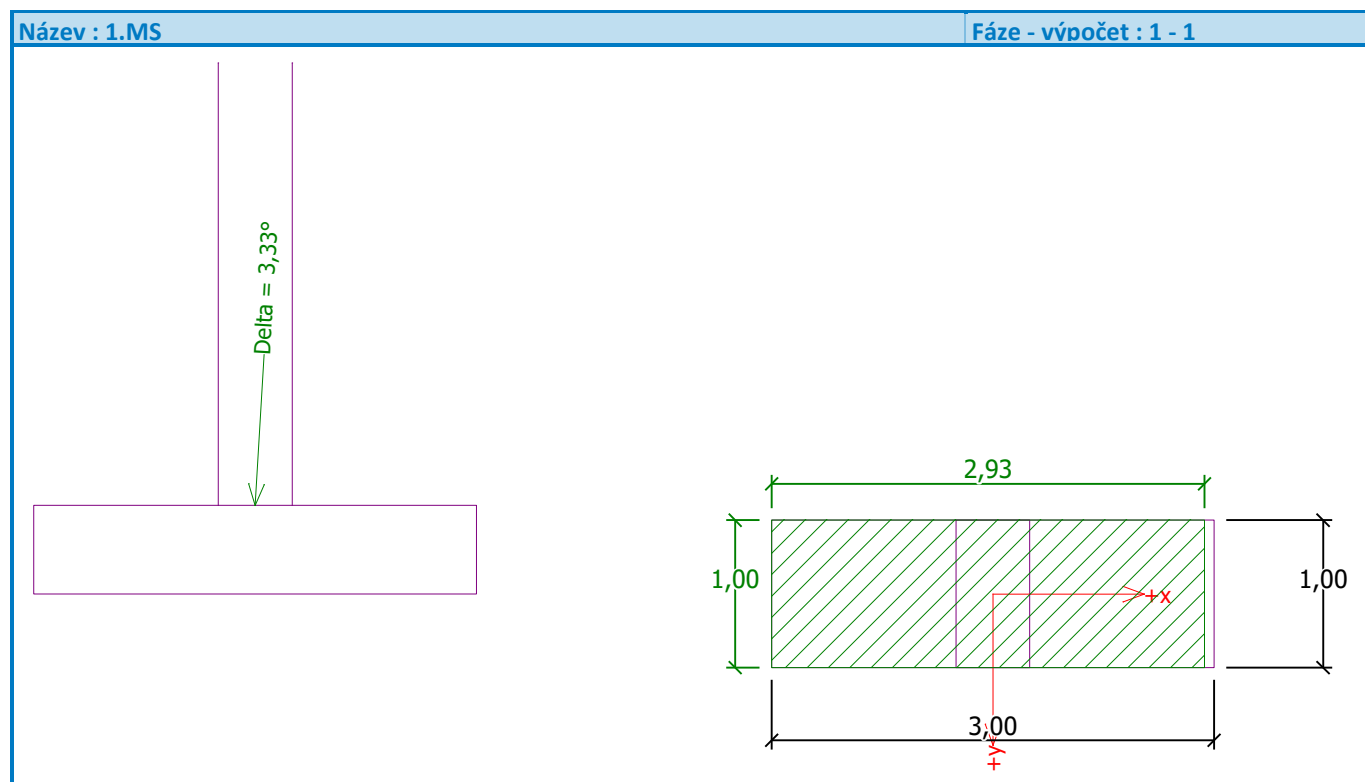
Výpočtová velikost zemního odporu  $S_{pd} = 10,04 \text{ kN}$

Horizontální únosnost základu  $R_{dh} = 472,40 \text{ kN}$

Extrémní horizontální síla  $H = 47,37 \text{ kN}$

**Vodorovná únosnost VYHOVUJE**

**Únosnost základu VYHOVUJE**



#### Dimenzace čís. 1

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

#### Posouzení podélné výztuže základu ve směru x

10 ks profil 18,0 mm, krytí 50,0 mm

Šířka průřezu = 1,00 m

Výška průřezu = 0,60 m

Stupeň vyztužení	$\rho$	=	0,47 %	>	0,15 %	=	$\rho_{\min}$
Poloha neutrálne osy	x	=	0,07 m	<	0,33 m	=	$x_{\max}$
Moment na mezi únosnosti	$M_{Rd}$	=	567,95 kNm	>	197,35 kNm	=	$M_{Ed}$

**Průřez VYHOVUJE.**

#### Posouzení základu na protlačení

##### Smyková výztuž kritického průřezu

3 ks profil 10,0 mm

Úhel sklonu = 45,00 °

Normálová síla v sloupu = 631,67 kN

##### Maximální únosnost na obvodu sloupu

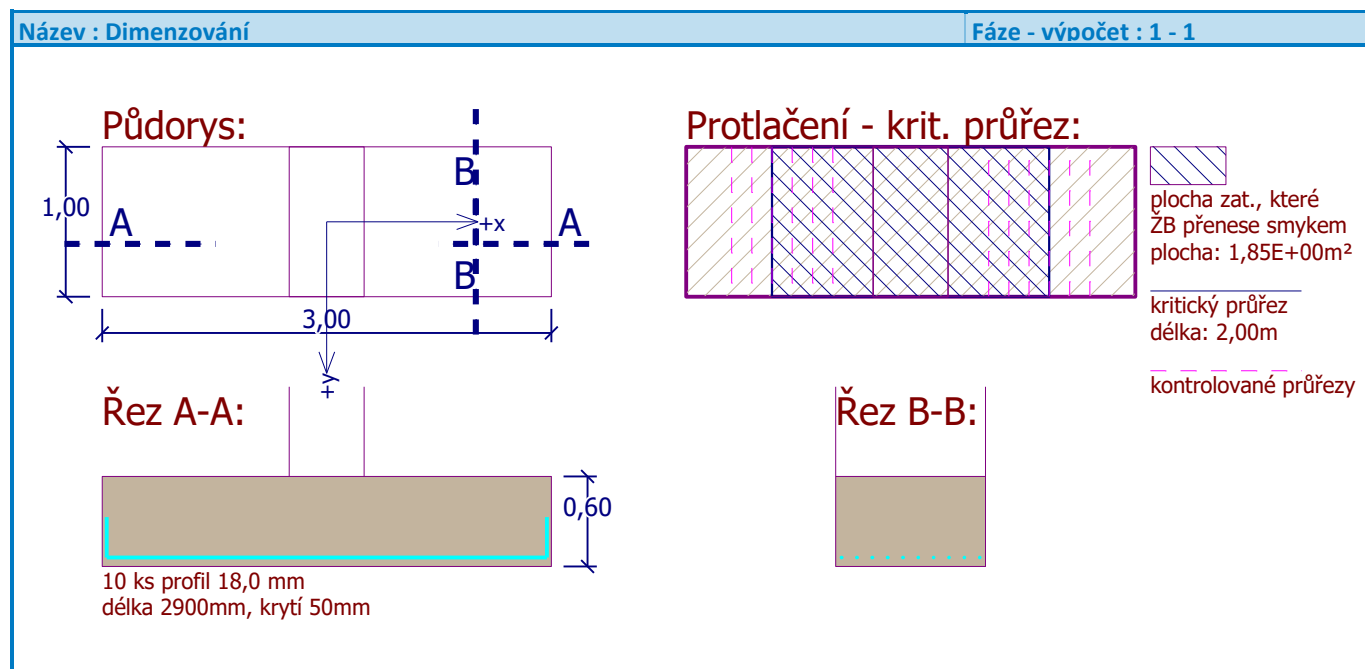
Síla přenesená roznášením do zákl. půdy	=	105,28 kN
Síla přenášená smykovou pevností patky	=	526,39 kN
Uvažovaný obvod sloupu	$u_0$	= 2,00 m
Smykové napětí na obvodu sloupu	$v_{Ed,max}$	= 0,58 MPa
Únosnost na obvodu sloupu	$v_{Rd,max}$	= 4,22 MPa

##### Kritický průřez se smykovou výztuží

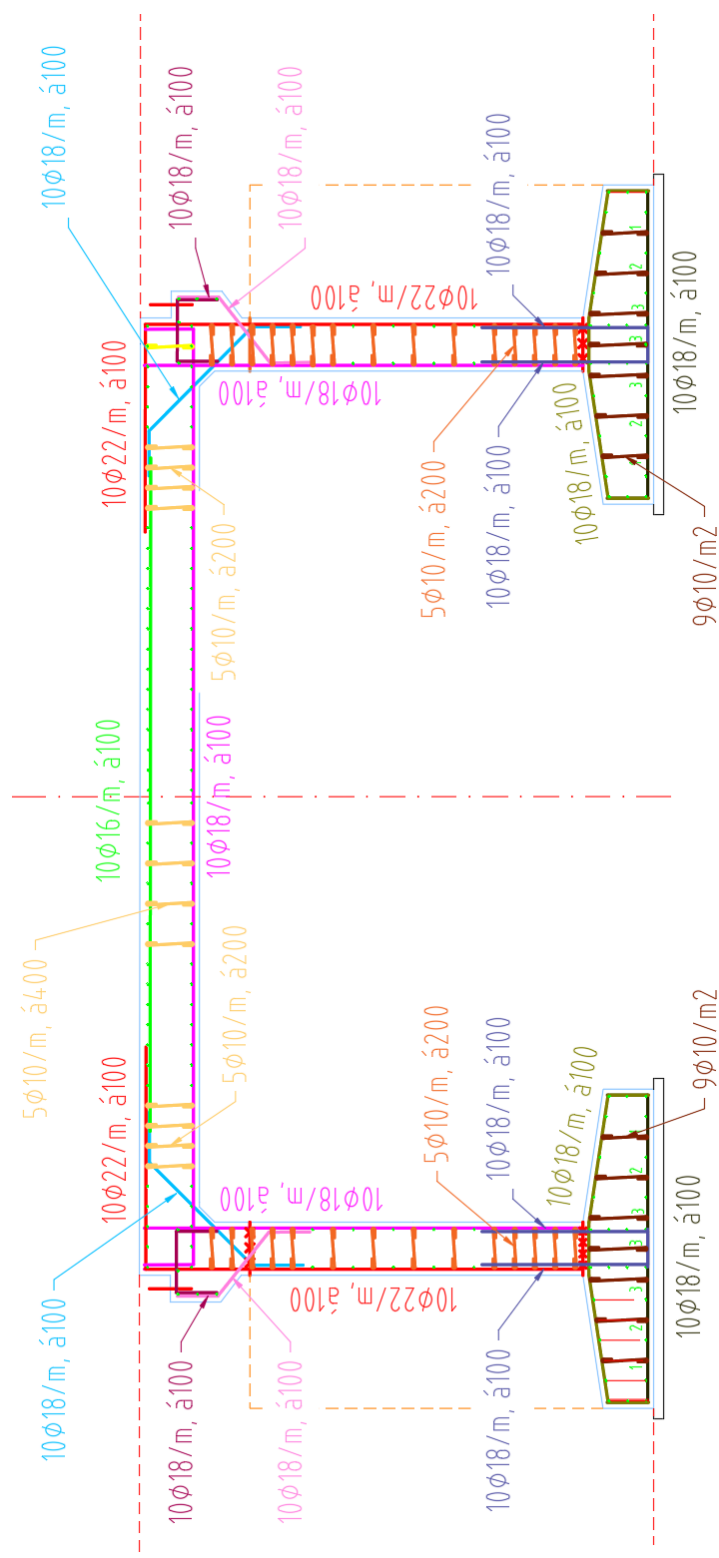
Síla přenesená roznášením do zákl. půdy	=	390,06 kN
Síla přenášená smykovou pevností patky	=	241,61 kN
Vzdálenost průřezu od sloupu	=	0,68 m
Délka průřezu	u	= 2,00 m
Smykové napětí na průřezu	$v_{Ed}$	= 0,25 MPa
Únosnost vyztuženého průřezu	$v_{Rd,cs}$	= 0,72 MPa

$v_{Ed} < v_{Rd,cs} \Rightarrow$  PRŮŘEZ VYHOVUJE

**Základ na protlačení VYHOVUJE**



## 5.8 Schéma výstuže



Obr. Schéma výstuže nosnej konštrukcie

## 6. Posúdenie dočasného paženia

Posudzuje sa štetovnicová stena typu Larsen III n ktorá zabezpečuje paženie jazdného pruhu v prevádzke. Súčasťou paženia je navrhnuté kotvenie štetovnicovej steny tiahom v hornej úrovni.

### Posouzení paží konstrukce

#### Vstupní data

##### Nastavení

Slovensko - EN 1997

##### Materiály a normy

Betonové konstrukce :	EN 1992-1-1 (EC2)
Součinitele EN 1992-1-1 :	standardní
Ocelové konstrukce :	EN 1993-1-1 (EC3)
Dílčí součinitel únosnosti ocelového průřezu :	$\gamma_{M0} = 1,00$
Dřevěné konstrukce :	EN 1995-1-1 (EC5)
Dílčí součinitel vlastností dřeva :	$\gamma_M = 1,30$
Součinitel vlivu zatížení a vlhkosti (dřevo) :	$k_{mod} = 0,50$
Součinitel šířky průřezu ve smyku (dřevo) :	$k_{cr} = 0,67$

##### Výpočet tlaků

Výpočet aktivního tlaku :	Coulomb (ČSN 730037)
Výpočet pasivního tlaku :	Caquot-Kerisel (ČSN 730037)
Metoda výpočtu :	závislé tlaky
Výpočet zemětřesení :	Mononobe-Okabe
Modul reakce podloží :	standardní
Redukovat modul reakce podloží pro záporové pažení	
Sednutí terénu :	parabolická metoda
Metodika posouzení :	výpočet podle EN 1997
Návrhový přístup :	2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Dočasná návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Proměnné zatížení :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]
Zatížení vodou :	$\gamma_W =$	1,00 [-]	

Součinitele redukce odporu (R)			
Dočasná návrhová situace			
Součinitel redukce stability kotvy :	$\gamma_{Ris} =$	1,10	[-]
Součinitel redukce zemního odporu :	$\gamma_{Re} =$	1,40	[-]

##### Kotvy

Metodika posouzení : mezní stavy

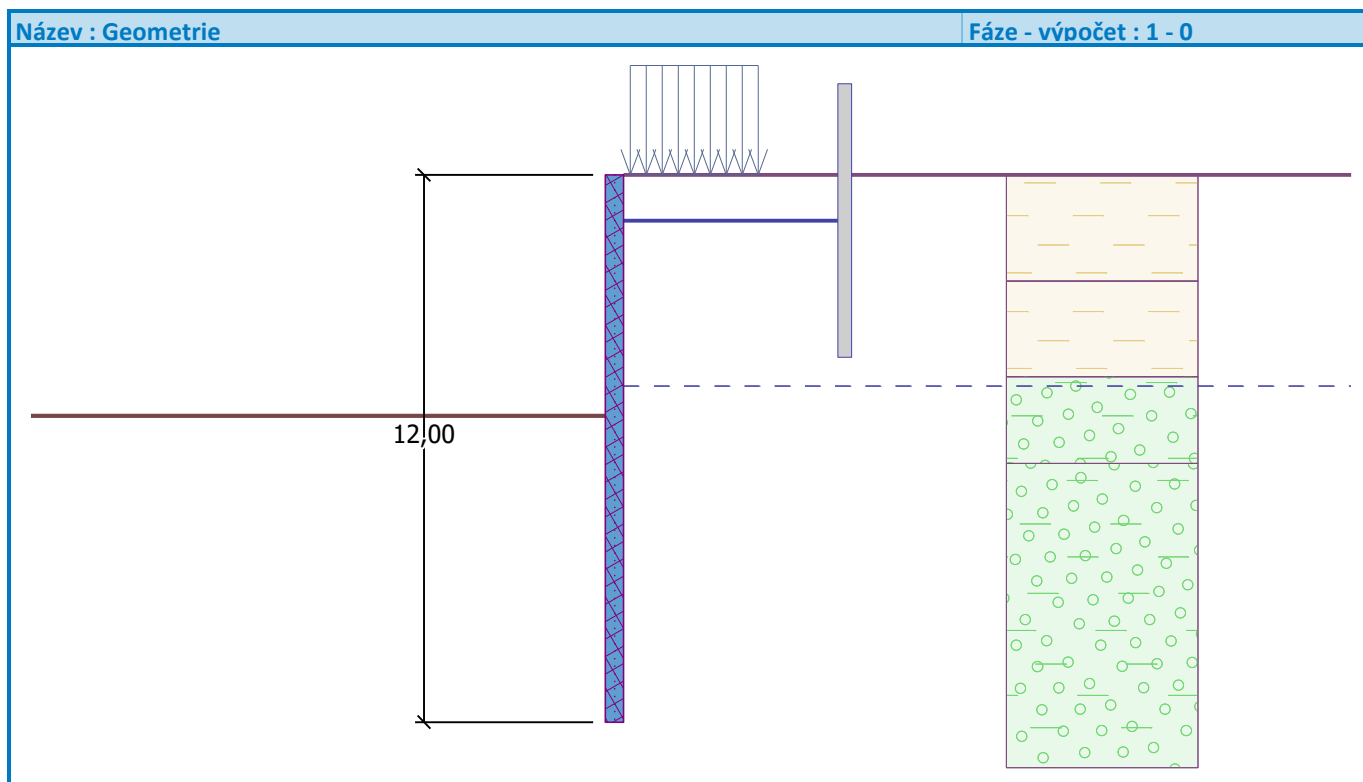
Součinitele redukce			
Součinitel spolehlivosti oceli :	$\gamma_s =$	1,35	[-]
Součinitel redukce na vytržení ze zeminy :	$\gamma_e =$	1,35	[-]
Součinitel redukce na vytržení ze zálivky :	$\gamma_c =$	1,35	[-]

##### Geometrie konstrukce

Délka konstrukce = 12,00 m

Název průřezu : Štětovnice : III n

Plocha průřezu	A	=	1,97E-02	m <sup>2</sup> /m
Moment setrvačnosti	I	=	2,32E-04	m <sup>4</sup> /m
Modul pružnosti	E	=	210000,00	MPa
Modul pružnosti ve smyku	G	=	81000,00	MPa
Průřezový modul	W	=	1,600E-03	m <sup>3</sup> /m
Plastický průřezový modul	W <sub>pl</sub>	=	1,756E-03	m <sup>3</sup> /m



#### Materiál konstrukce

##### Ocel konstrukční: EN 10025 : Fe 360

Mez kluzu	$f_y$	=	235,00	MPa
Modul pružnosti	E	=	210000,00	MPa
Modul pružnosti ve smyku	G	=	81000,00	MPa

#### Modul reakce podloží

Modul reakce podloží počítán podle teorie Schmitt.

#### Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	$\varphi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{su}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta$ [°]
1	Třída F6, konzistence tuhá		19,00	12,00	21,00	11,00	6,30
2	Třída G5		30,00	6,00	19,50	9,50	10,00

Pro výpočet tlaku v klidu jsou všechny zeminy zadány jako nesoudržné.

### Parametry zemin pro výpočet modulu reakce podloží (Schmitt)

Číslo	Název	Vzorek	$\mu$ [–]	$E_{oed}$ [MPa]	$E_{def}$ [MPa]
1	Třída F6, konzistence tuhá		0,40	9,50	-
2	Třída G5		0,30	67,50	-

### Parametry zemin





#### Třída F6, konzistence tuhá

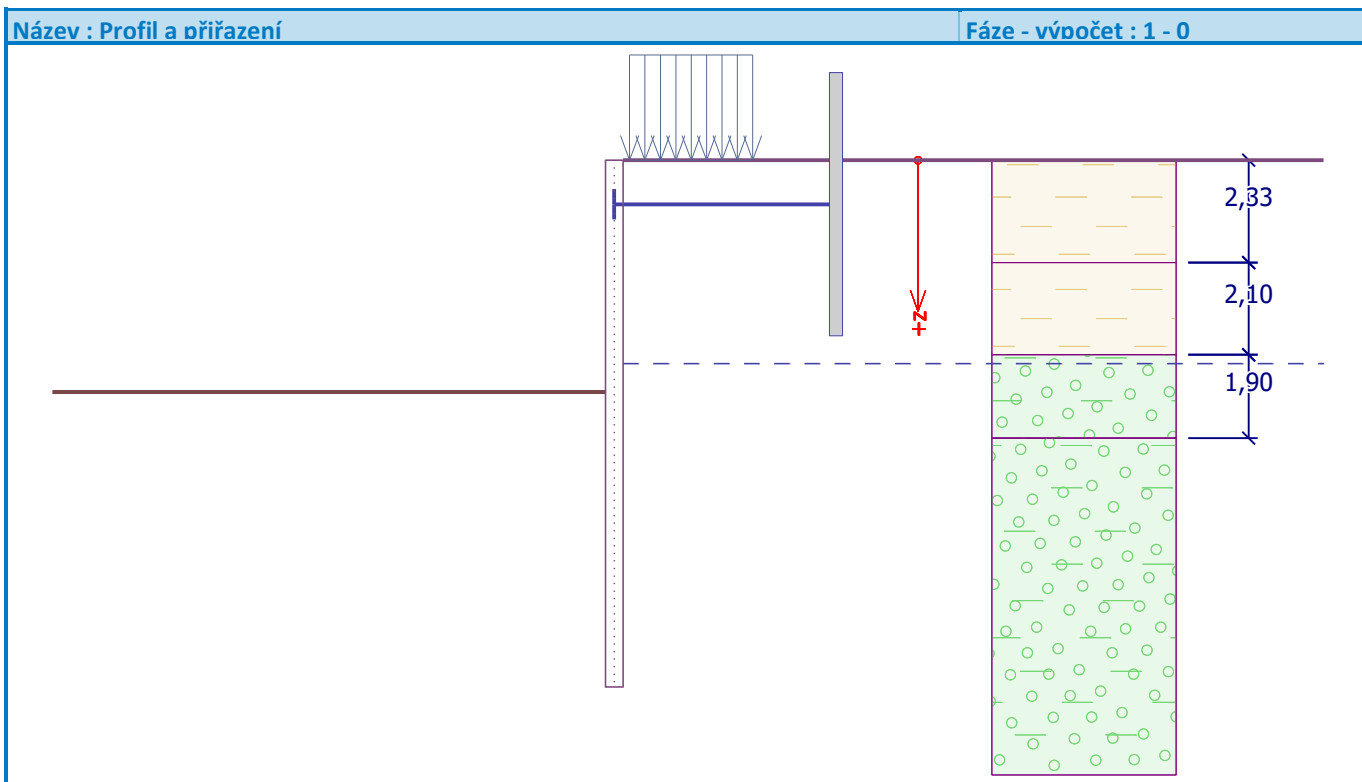
Objemová tíha :	$\gamma$	=	21,00 kN/m <sup>3</sup>
Napjatost :	$\mu$	=	efektivní
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef}$	=	19,00 °
Soudržnost zeminy :	$c_{ef}$	=	12,00 kPa
Třecí úhel kce-zemina :	$\varphi$	=	6,30 °
Zemina :		=	nesoudržná
Edometrický modul :	$E_{oed}$	=	9,50 MPa
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat}$	=	21,00 kN/m <sup>3</sup>

#### Třída G5

Objemová tíha :	$\gamma$	=	19,50 kN/m <sup>3</sup>
Napjatost :	$\mu$	=	efektivní
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef}$	=	30,00 °
Soudržnost zeminy :	$c_{ef}$	=	6,00 kPa
Třecí úhel kce-zemina :	$\varphi$	=	10,00 °
Zemina :		=	nesoudržná
Edometrický modul :	$E_{oed}$	=	67,50 MPa
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat}$	=	19,50 kN/m <sup>3</sup>

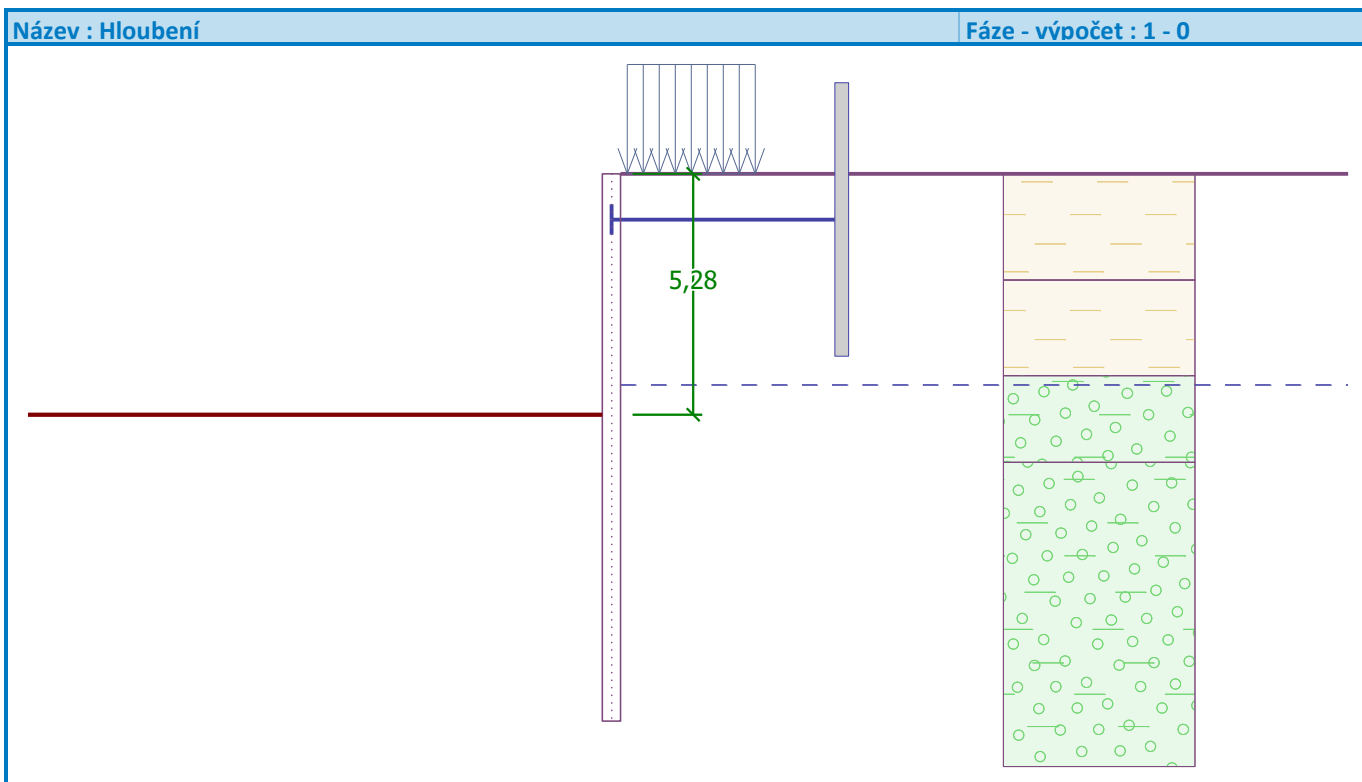
### Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	2,33	Třída F6, konzistence tuhá	
2	2,10	Třída F6, konzistence tuhá	
3	1,90	Třída G5	
4	-	Třída G5	



#### Hloubení

Zemina před stěnou je odebrána do hloubky 5,28 m.



#### Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

## Vliv vody

Hladina podzemní vody za konstrukcí je v hloubce 4,63 m

## Zadaná plošná přitížení

Číslo	Přítížení		Působ.	Vel.1 [kN/m <sup>2</sup> ]	Vel.2 [kN/m <sup>2</sup> ]	Poř.x x [m]	Délka l [m]	Hloubka z [m]
1	Ano	změna	proměnné	20,00		0,15	2,80	na terénu
Číslo	Název							
1	doprava							

## Zadané kotvy

Číslo	Nová kotva	Hloubka z [m]	Název	Dopnutí	Síla F [kN]
1	Ano	1,00	Kotva č. : 1 (uživatelská)		62,12

## Seznam nových kotev

### Kotva č. : 1 (uživatelská)

Typ kotvy : kotevní táhlo

Výrobní řada : uživatelská

Hloubka :	z =	1,00 m
Celková délka :	l =	4,90 m
Vzd. mezi :	b =	1,00 m
Průměr :	d <sub>s</sub> =	20,00 mm
Modul pružnosti :	E =	210000,00 MPa
Výpočtová pevnost materiálu :	f <sub>u</sub> =	478,00 MPa
Šířka kotevního prvku :	b <sub>d</sub> =	0,38 m
Výška kotevního prvku :	h <sub>d</sub> =	6,00 m

## Celkové nastavení výpočtu

Počet dělení stěny na konečné prvky = 40

Vlastní výpočet mezních tlaků : redukovat podle nastavení

Minimální dimenzační tlak je uvažován hodnotou  $\bar{\sigma}_{a,min} = 0,20\bar{\sigma}_z$

## Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : dočasná

## Výsledky výpočtu

### Průběhy tlaků na konstrukci (před a za stěnou)

Hloubka [m]	T <sub>a,p</sub> [kPa]	T <sub>k,p</sub> [kPa]	T <sub>p,p</sub> [kPa]	T <sub>a,z</sub> [kPa]	T <sub>k,z</sub> [kPa]	T <sub>p,z</sub> [kPa]
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.91
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.91
0.05	0.00	0.00	0.00	0.22	2.01	27.69
0.55	0.00	0.00	0.00	2.29	21.21	44.70
0.64	0.00	0.00	0.00	2.71	22.28	48.13
1.00	0.00	0.00	0.00	5.18	26.10	60.37
1.00	0.00	0.00	0.00	5.19	26.10	60.37
1.09	0.00	0.00	0.00	6.51	26.78	63.50
1.59	0.00	0.00	0.00	13.78	30.93	80.68



Hĺbka [m]	Ta,p [kPa]	Tk,p [kPa]	Tp,p [kPa]	Ta,z [kPa]	Tk,z [kPa]	Tp,z [kPa]
1.59	0.00	0.00	0.00	13.79	30.93	80.68
1.64	0.00	0.00	0.00	14.41	31.32	82.30
2.18	0.00	0.00	0.00	21.54	36.70	101.10
2.33	0.00	0.00	0.00	23.48	38.29	106.21
2.33	0.00	0.00	0.00	23.49	38.29	106.21
2.73	0.00	0.00	0.00	28.68	42.78	119.90
3.27	0.00	0.00	0.00	35.81	49.36	138.70
3.82	0.00	0.00	0.00	42.93	56.29	157.49
4.01	0.00	0.00	0.00	45.48	58.85	164.20
4.01	0.00	0.00	0.00	32.53	58.85	164.20
4.36	0.00	0.00	0.00	37.24	63.46	176.29
4.43	0.00	0.00	0.00	38.13	64.35	178.58
4.43	0.00	0.00	0.00	29.74	48.12	289.75
4.63	0.00	0.00	0.00	31.34	49.92	301.17
4.91	0.00	0.00	0.00	35.22	53.85	310.93
5.28	0.00	0.00	0.00	40.37	59.12	323.91
5.28	0.00	-0.00	-17.23	40.37	58.05	323.91
5.45	0.00	-1.70	-27.20	42.80	61.61	330.01
6.00	0.00	-7.02	-58.35	50.38	69.45	349.09
6.33	0.00	-10.24	-77.21	54.96	74.22	360.63
6.33	0.00	-10.25	-77.30	54.99	74.24	360.69
6.55	-1.71	-12.34	-89.51	57.96	77.34	368.16
7.09	-6.07	-17.66	-120.67	65.54	85.27	387.24
7.64	-10.43	-22.97	-151.83	73.12	93.22	406.31
8.18	-14.80	-28.29	-182.99	80.70	101.20	425.39
8.73	-19.16	-33.61	-214.15	88.28	109.19	444.46
9.27	-23.52	-38.93	-245.30	95.86	117.19	463.54
9.82	-27.88	-44.25	-276.46	103.44	125.20	482.62
10.36	-32.24	-49.57	-307.62	111.02	133.21	501.69
10.91	-36.61	-54.88	-338.78	118.59	141.24	520.77
11.45	-40.97	-60.20	-369.94	126.17	149.26	539.84
12.00	-45.33	-65.52	-401.10	133.75	157.29	558.92

**Průběhy modulu reakce podloží a vnitřních sil po konstrukci**

Hĺbka [m]	kh,p [MN/m³]	kh,z [MN/m³]	Deformace [mm]	Tlak [kPa]	Pos.síla [kN/m]	Moment [kNm/m]
0.00	0.00	0.00	-1.44	0.00	-0.00	-0.00
0.30	0.00	0.00	-2.39	1.26	-0.19	0.02
0.60	0.00	0.00	-3.34	2.52	-0.76	0.15
0.90	0.00	0.00	-4.30	4.48	-1.81	0.52
1.00	0.00	0.00	-4.61	5.69	-2.31	0.73
1.00	0.00	0.00	-4.61	5.69	59.81	0.73
1.20	0.00	0.00	-5.25	8.10	58.43	-11.11
1.50	0.00	0.00	-6.18	12.48	55.34	-28.20
1.80	0.00	0.00	-7.06	16.55	50.99	-44.18

Hĺbka [m]	kh,p [MN/m <sup>3</sup> ]	kh,z [MN/m <sup>3</sup> ]	Deformace [mm]	Tlak [kPa]	Pos.síla [kN/m]	Moment [kNm/m]
2.10	0.00	0.00	-7.86	20.47	45.43	-58.68
2.40	0.00	0.00	-8.55	24.41	38.70	-71.32
2.70	0.00	0.00	-9.11	28.33	30.79	-81.78
3.00	0.00	0.00	-9.52	32.25	21.71	-89.68
3.30	0.00	0.00	-9.76	36.17	11.44	-94.68
3.60	0.00	0.00	-9.83	40.08	0.01	-96.43
3.90	0.00	0.00	-9.72	44.00	-12.61	-94.57
4.20	0.00	0.00	-9.44	35.04	-24.46	-88.94
4.50	0.00	0.00	-8.99	30.30	-34.26	-80.10
4.80	0.00	0.00	-8.40	33.70	-43.87	-68.40
5.10	0.00	0.00	-7.68	37.87	-54.60	-53.66
5.27	0.00	0.00	-7.22	40.26	-61.32	-43.70
5.29	0.00	0.00	-7.17	22.80	-61.83	-42.72
5.40	0.00	0.00	-6.86	17.96	-64.11	-35.66
5.70	0.00	0.00	-5.97	4.99	-67.55	-15.81
6.00	0.00	0.00	-5.06	-7.98	-67.10	4.48
6.30	0.00	0.00	-4.15	-20.94	-62.77	24.06
6.60	0.00	0.00	-3.29	-33.91	-54.54	41.75
6.90	0.00	0.00	-2.51	-46.88	-42.42	56.39
7.20	0.00	0.00	-1.83	-59.85	-26.41	66.82
7.50	0.00	0.00	-1.27	-72.82	-6.51	71.85
7.80	158.02	0.00	-0.84	-82.35	21.57	67.95
8.10	158.02	0.00	-0.54	-33.35	38.46	58.57
8.40	158.02	0.00	-0.35	-1.50	43.30	46.06
8.70	158.02	0.00	-0.24	16.80	40.72	33.32
9.00	158.02	0.00	-0.19	25.22	34.21	22.01
9.30	158.02	0.00	-0.19	27.04	26.24	12.93
9.60	158.02	0.00	-0.21	24.90	18.38	6.24
9.90	158.02	0.00	-0.25	20.75	11.50	1.79
10.20	158.02	0.00	-0.28	15.91	5.99	-0.80
10.50	158.02	0.00	-0.32	11.13	1.95	-1.96
10.80	158.02	0.00	-0.36	6.77	-0.73	-2.12
11.10	158.02	0.00	-0.39	2.87	-2.16	-1.66
11.40	158.02	0.00	-0.42	-0.70	-2.48	-0.94
11.70	158.02	0.00	-0.45	-4.12	-1.76	-0.29
12.00	158.02	0.00	-0.48	-7.61	-0.00	-0.00

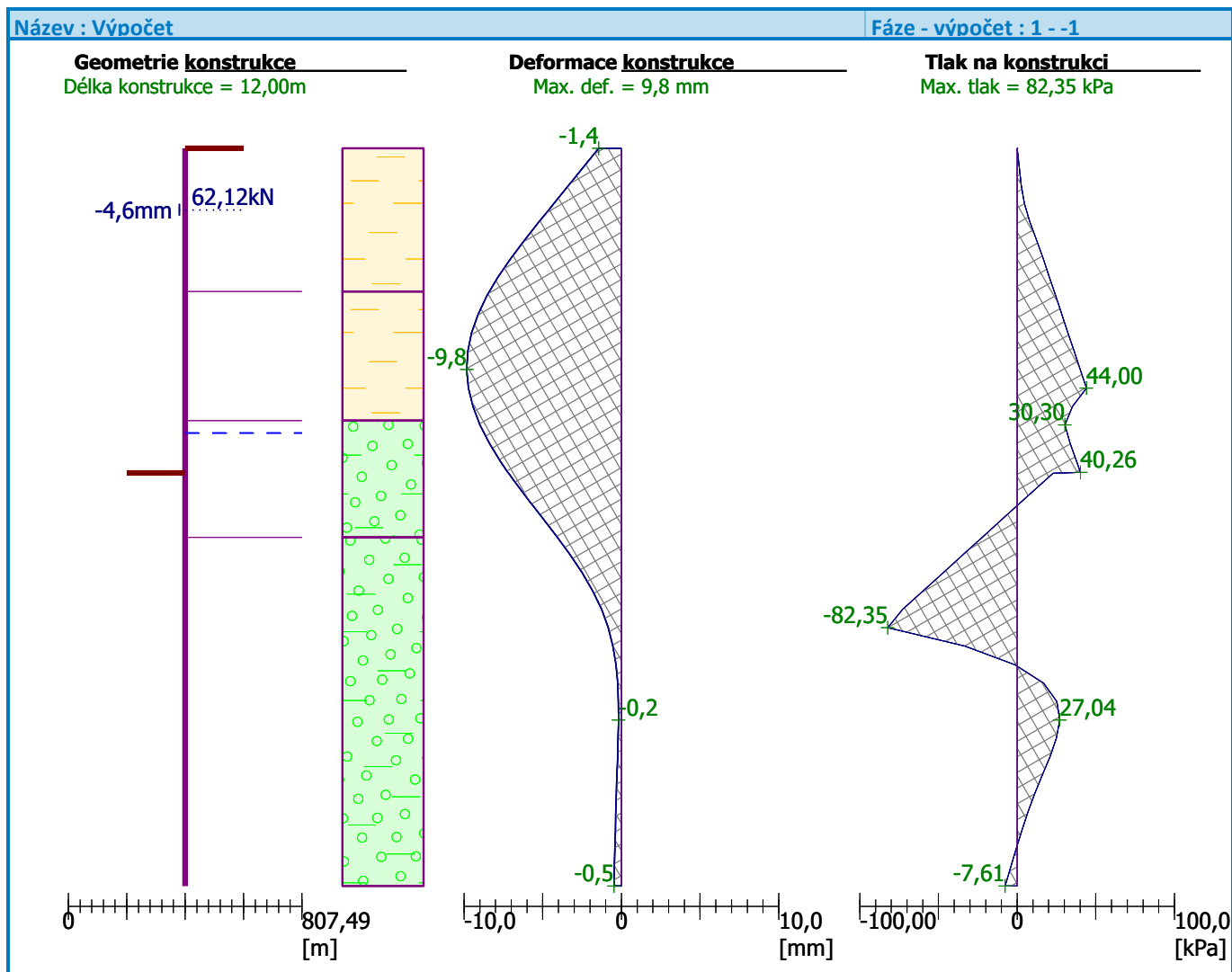
Maximální posouvající síla = 67,55 kN/m  
 Maximální moment = 96,43 kNm/m  
 Maximální deformace = 9,8 mm

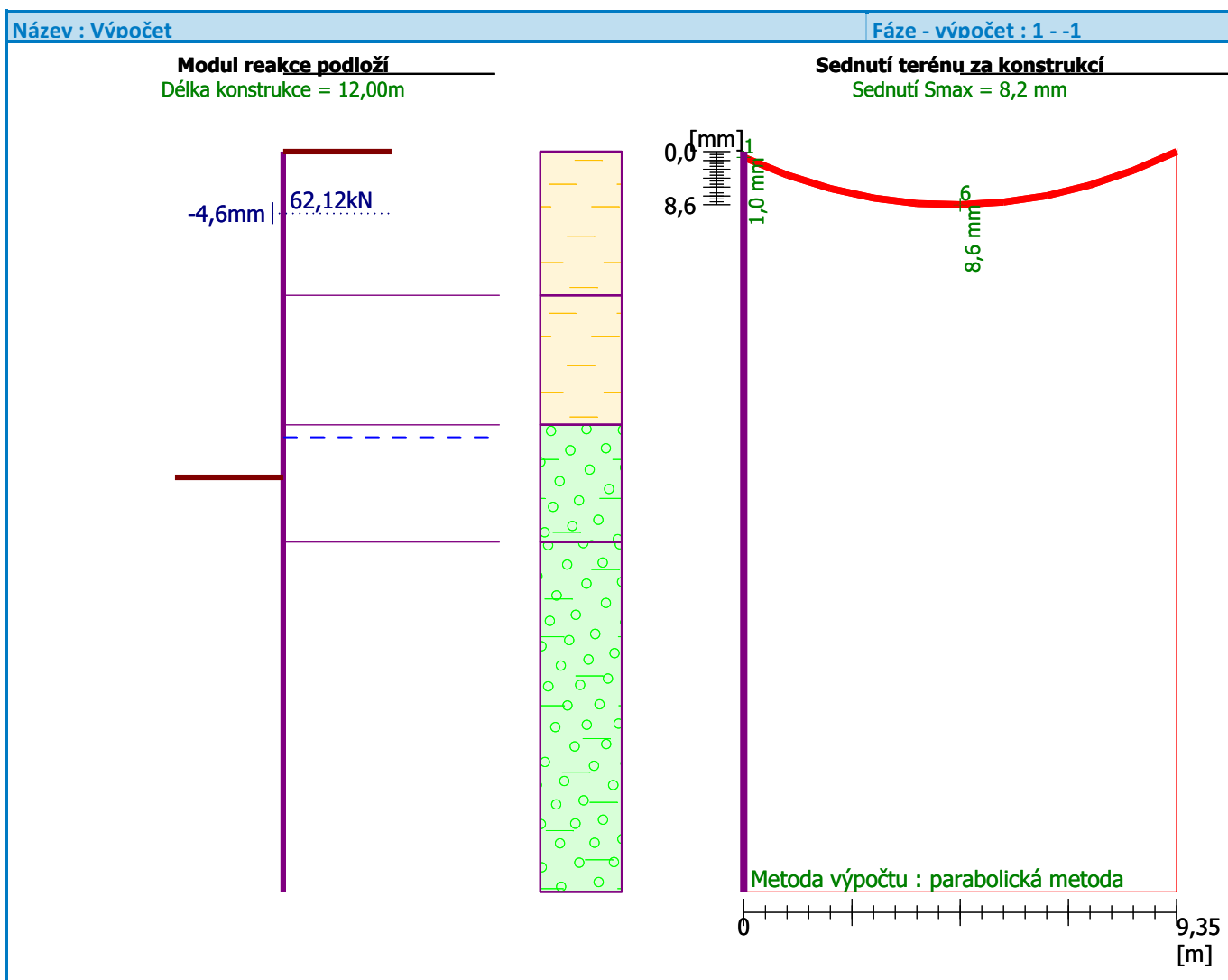
#### Síly v kotvách

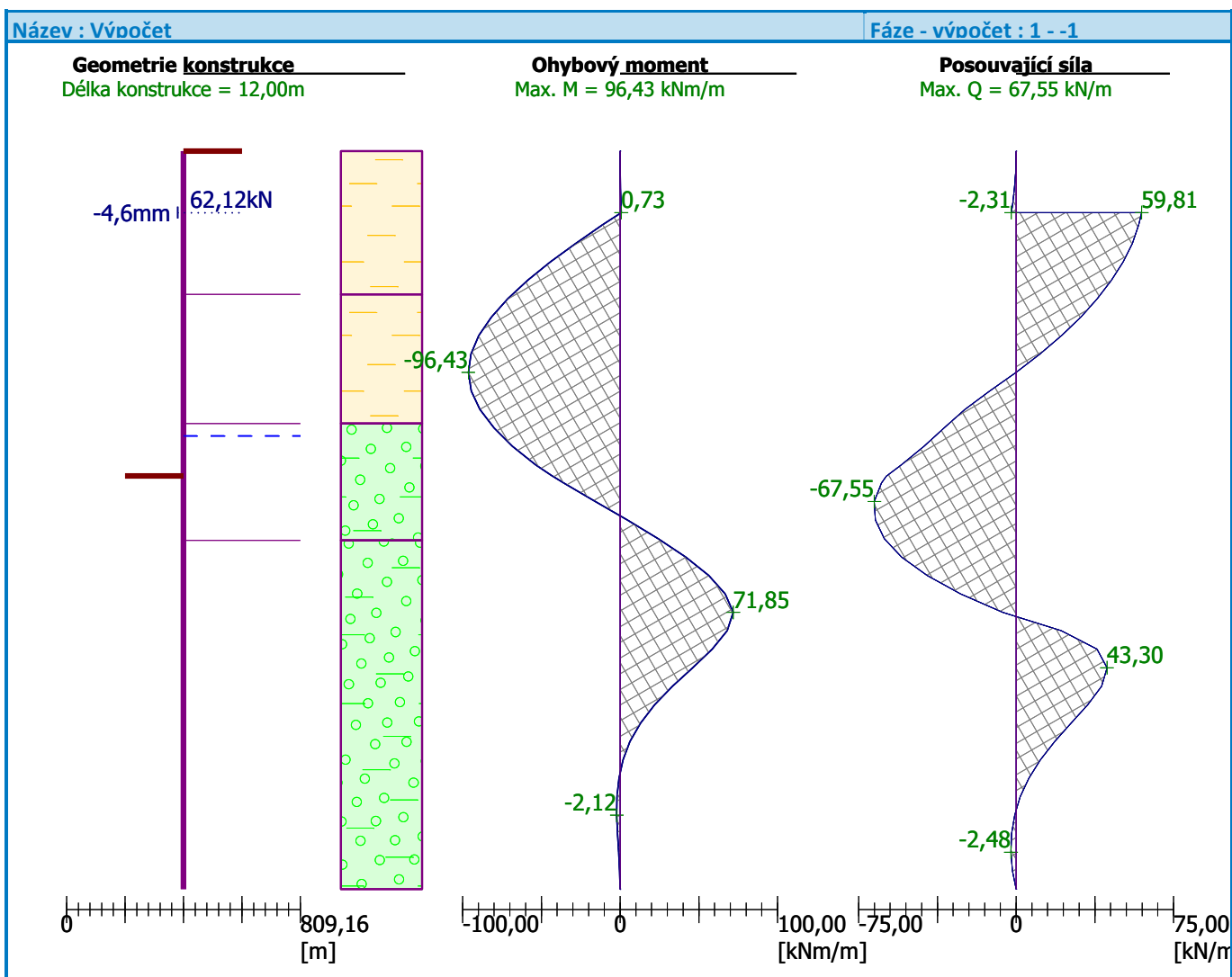
Číslo	Hĺbka [m]	Deformace [mm]	Síla v kotvě [kN]
1	1,00	-4,6	62,12

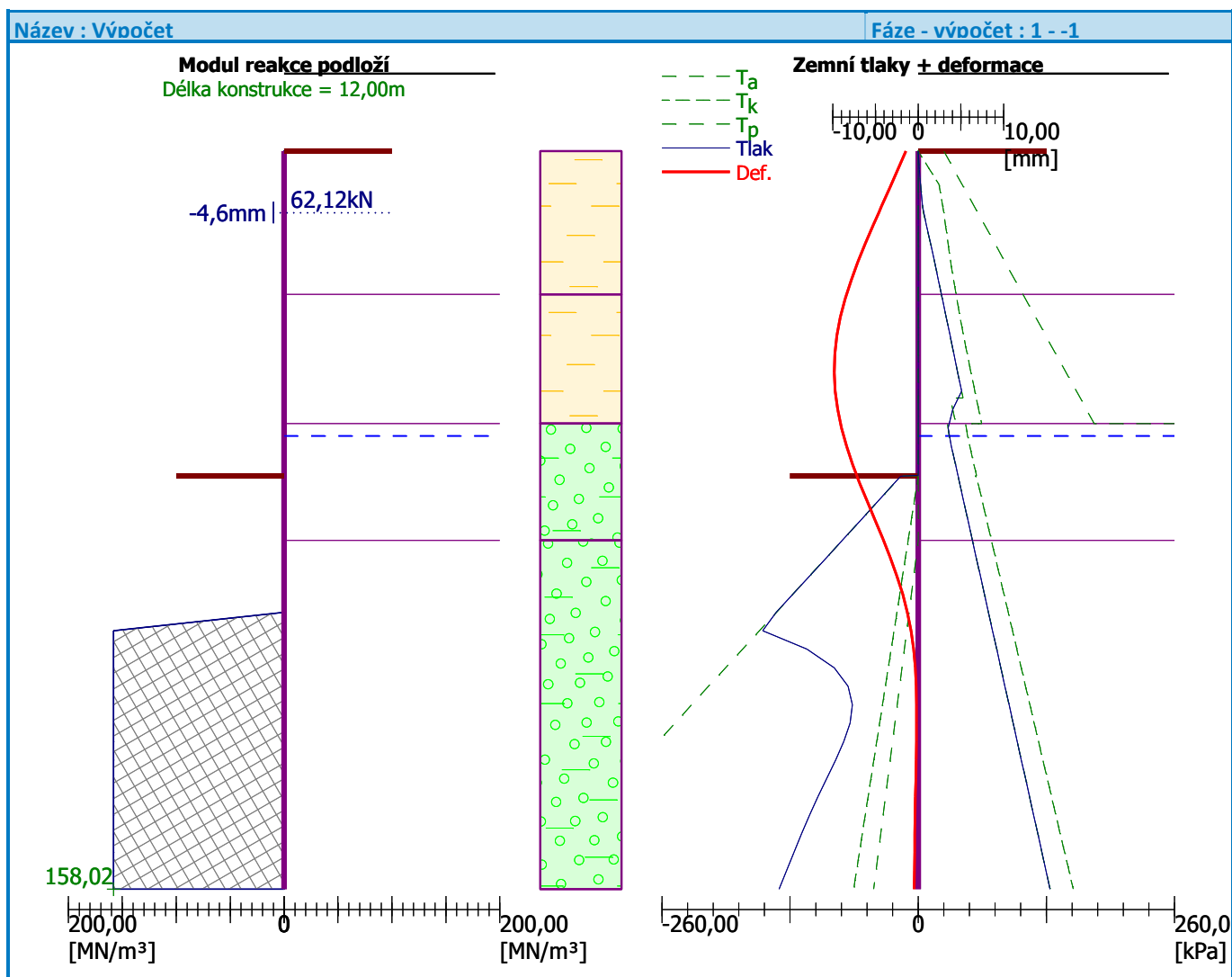
### Sednutí terénu za konštrukci

	Souřadnice x [m]	Sednutí z [mm]
1	0,00	1,0
2	0,93	3,8
3	1,87	6,0
4	2,80	7,5
5	3,74	8,4
6	4,67	8,6
7	5,61	8,2
8	6,54	7,1
9	7,48	5,4
10	8,41	3,0
11	9,35	0,0
12	9,35	0,0









#### Vnitřní stabilita jednotlivých kotev - mezivýsledky

$E_A = 187,21 \text{ kN/m}$   $\varphi = 8,49^\circ$

Hĺbka teoretickej paty pod dnom jámy  $H_0 = 3,02 \text{ m}$

Řada kotev	$E_{A1}$ [kN/m]	$\varphi_1$ [°]	G [kN/m]	C [kN/m]	$\varphi$ [°]	Započítané řady kotev	Q [kN/m]	F [kN/m]	$FK_{MAX}$ [kN]
1	2,10	0,00	674,76	77,55	56,14		680,29	-124,81	-124,81

#### Dimenzace č. 1

	Def. min [mm]	Def. max [mm]	Pos. síla min. [kN/m]	Pos. síla max [kN/m]	Moment min. [kNm/m]	Moment max. [kNm/m]
0.00	-1.44	-1.44	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00
0.30	-2.39	-2.39	-0.19	-0.19	0.02	0.02
0.60	-3.34	-3.34	-0.76	-0.76	0.15	0.15
0.90	-4.30	-4.30	-1.81	-1.81	0.52	0.52
1.00	-4.61	-4.61	-2.31	-2.31	0.73	0.73
1.00	-4.61	-4.61	59.81	59.81	0.73	0.73
1.20	-5.25	-5.25	58.43	58.43	-11.11	-11.11
1.50	-6.18	-6.18	55.34	55.34	-28.20	-28.20

	Def. min [mm]	Def. max [mm]	Pos. síla min. [kN/m]	Pos. síla max [kN/m]	Moment min. [kNm/m]	Moment max. [kNm/m]
1.80	-7.06	-7.06	50.99	50.99	-44.18	-44.18
2.10	-7.86	-7.86	45.43	45.43	-58.68	-58.68
2.40	-8.55	-8.55	38.70	38.70	-71.32	-71.32
2.70	-9.11	-9.11	30.79	30.79	-81.78	-81.78
3.00	-9.52	-9.52	21.71	21.71	-89.68	-89.68
3.30	-9.76	-9.76	11.44	11.44	-94.68	-94.68
3.60	-9.83	-9.83	0.01	0.01	-96.43	-96.43
3.90	-9.72	-9.72	-12.61	-12.61	-94.57	-94.57
4.20	-9.44	-9.44	-24.46	-24.46	-88.94	-88.94
4.50	-8.99	-8.99	-34.26	-34.26	-80.10	-80.10
4.80	-8.40	-8.40	-43.87	-43.87	-68.40	-68.40
5.10	-7.68	-7.68	-54.60	-54.60	-53.66	-53.66
5.27	-7.22	-7.22	-61.32	-61.32	-43.70	-43.70
5.29	-7.17	-7.17	-61.83	-61.83	-42.72	-42.72
5.40	-6.86	-6.86	-64.11	-64.11	-35.66	-35.66
5.70	-5.97	-5.97	-67.55	-67.55	-15.81	-15.81
6.00	-5.06	-5.06	-67.10	-67.10	4.48	4.48
6.30	-4.15	-4.15	-62.77	-62.77	24.06	24.06
6.60	-3.29	-3.29	-54.54	-54.54	41.75	41.75
6.90	-2.51	-2.51	-42.42	-42.42	56.39	56.39
7.20	-1.83	-1.83	-26.41	-26.41	66.82	66.82
7.50	-1.27	-1.27	-6.51	-6.51	71.85	71.85
7.80	-0.84	-0.84	21.57	21.57	67.95	67.95
8.10	-0.54	-0.54	38.46	38.46	58.57	58.57
8.40	-0.35	-0.35	43.30	43.30	46.06	46.06
8.70	-0.24	-0.24	40.72	40.72	33.32	33.32
9.00	-0.19	-0.19	34.21	34.21	22.01	22.01
9.30	-0.19	-0.19	26.24	26.24	12.93	12.93
9.60	-0.21	-0.21	18.38	18.38	6.24	6.24
9.90	-0.25	-0.25	11.50	11.50	1.79	1.79
10.20	-0.28	-0.28	5.99	5.99	-0.80	-0.80
10.50	-0.32	-0.32	1.95	1.95	-1.96	-1.96
10.80	-0.36	-0.36	-0.73	-0.73	-2.12	-2.12
11.10	-0.39	-0.39	-2.16	-2.16	-1.66	-1.66
11.40	-0.42	-0.42	-2.48	-2.48	-0.94	-0.94
11.70	-0.45	-0.45	-1.76	-1.76	-0.29	-0.29
12.00	-0.48	-0.48	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00

#### Maximální hodnoty deformací a vnitřních sil

Maximální deformace	=	-9,8 mm
Minimální deformace	=	-0,2 mm
Maximální ohybový moment	=	71,85 kNm/m
Minimální ohybový moment	=	-96,43 kNm/m
Maximální posouvající síla	=	59,81 kN/m

### Posouzení ocelového průřezu podle EN 1993-1-1

Pro výpočet uvažovány všechny fáze budování.

Výpočtový součinitel namáhání průřezu = 1,00

#### Dimenzační síly na 1 m stěny

$$M_{\max} = 96,43 \text{ kNm/m}; \quad Q = 0,01 \text{ kN/m}$$

$$Q_{\max} = 67,55 \text{ kN/m}; \quad M = 15,81 \text{ kNm/m}$$

#### Posouzení max. momentu $M_{\max} + Q$ :

##### Posouzení ohybu:

$$M_{\max}/M_{c,Rd} = 0,256 \leq 1 \quad \text{Vyhovuje}$$

##### Posouzení smyku:

$$Q/V_{c,Rd} = 0,000 \leq 1 \quad \text{Vyhovuje}$$

##### Posouzení rovinné napjatosti:

$$\text{Normálové napětí} \quad \sigma_{x,Ed} = 54,87 \text{ MPa}$$

$$\text{Smykové napětí} \quad \tau_{Ed} = 0,00 \text{ MPa}$$

$$\text{Posudek: } (\sigma_{x,Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 + 3 \cdot (\tau_{Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 = 0,055 \leq 1 \quad \text{Vyhovuje}$$

#### Posouzení max. posouvající síly $Q_{\max} + M$ :

##### Posouzení ohybu:

$$M/M_{c,Rd} = 0,042 \leq 1 \quad \text{Vyhovuje}$$

##### Posouzení smyku:

$$Q_{\max}/V_{c,Rd} = 0,083 \leq 1 \quad \text{Vyhovuje}$$

##### Posouzení rovinné napjatosti:

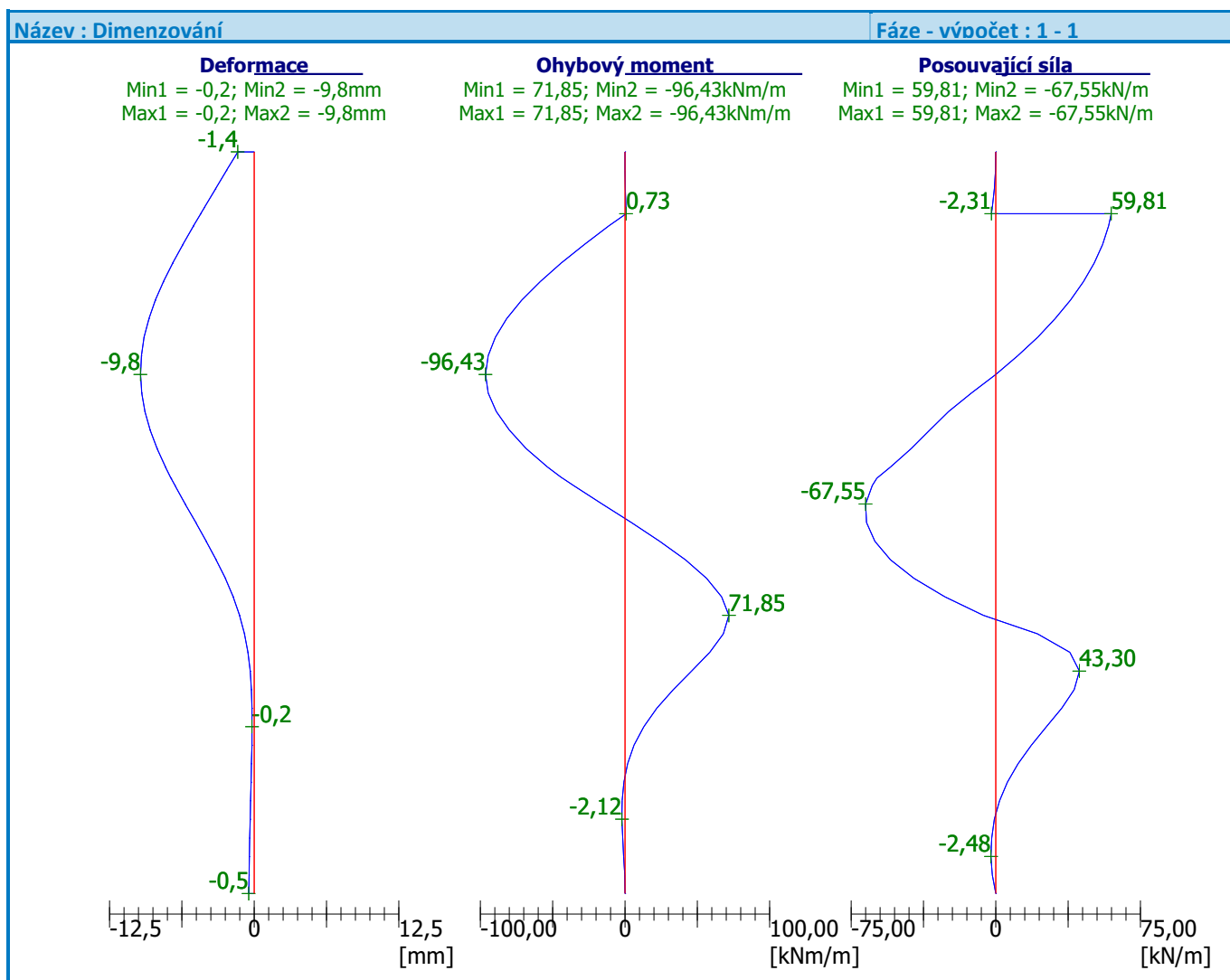
$$\text{Normálové napětí} \quad \sigma_{x,Ed} = 9,00 \text{ MPa}$$

$$\text{Smykové napětí} \quad \tau_{Ed} = 8,46 \text{ MPa}$$

$$\text{Posudek: } (\sigma_{x,Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 + 3 \cdot (\tau_{Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 = 0,005 \leq 1 \quad \text{Vyhovuje}$$

**Průřez VYHOVUJE**





## 7. Závěr

Statický výpočet a posúdenie mostného objektu je vypracované v zmysle platných noriem, typových podkladov a predpisov. Statickým výpočtom boli posúdené rozhodujúce prierezy mostnej konštrukcie. Posúdenie bolo vypracované na základe výsledkov výpočtu maximálnych účinkov zaťaženia a podľa geologického profilu určeného na základe IGHP.

Na základe vyhodnotenia výsledkov možno konštatovať, že navrhovaná konštrukcia mosta za predpokladaných podmienok vyhovuje platným STN EN a spoľahlivo bude plniť svoju požadovanú funkciu.

V Žiline, 9/2020  
Vypracoval: Ing. Ondrej Oravec