

## DOKUMENTACE STAVEBNÍCH OBJEKTŮ

SO 01 Mechanická část ČOV

DSO 01.9 Písková linka

|         |       |         |                    |
|---------|-------|---------|--------------------|
|         |       |         |                    |
|         |       |         |                    |
|         |       |         |                    |
| Rev. č. | Datum | Schválí | Stručný popis změn |

|                     |                 |                              |
|---------------------|-----------------|------------------------------|
| KOOPERACE V PROFESI | ŠEDA CZ, s.r.o. | tel.: +420602755478          |
| STAVEBNÍ OBJEKTY    | SRBSKÁ 1546/21  | e-mail: libor1seda@gmail.com |
| PRO DUIS s.r.o.     | 612 00 BRNO     | IČO: 26920981                |

|                                                                                     |                                 |                                                                    |                                                                  |                                                                                                                            |                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
|  |                                 |                                                                    |                                                                  | <b>DUIS S.R.O.</b><br>Projektové a inženýrské služby<br>Srbská 1546/21, 612 00 Brno<br>E-mail: duis@duis.cz<br>www.duis.cz |                                       |
| <b>Vypracoval:</b><br>Ing. Šeda                                                     | <b>Projektant:</b><br>Ing. Šeda | <b>Hl.ing.projektu:</b><br>Ing. Havlů <i>Handwritten signature</i> | <b>Tech. kontrola:</b><br>Ing. Vach <i>Handwritten signature</i> |                                                                                                                            |                                       |
| <b>Objednatel:</b> Svazek vodovodů a kanalizací Tišnovsko                           |                                 | <b>Investor:</b> Svazek vodovodů a kanalizací Tišnovsko            |                                                                  | <b>Formát:</b>                                                                                                             | A4                                    |
| <b>Akce:</b><br><br><b>ČOV TIŠNOV, BŘEZINA -<br/>INTENZIFIKACE A ROZŠÍŘENÍ</b>      |                                 |                                                                    |                                                                  | <b>Datum:</b>                                                                                                              | 05/2022                               |
|                                                                                     |                                 |                                                                    |                                                                  | <b>Stupeň:</b>                                                                                                             | DPS                                   |
|                                                                                     |                                 |                                                                    |                                                                  | <b>Soubor:</b>                                                                                                             | —                                     |
|                                                                                     |                                 |                                                                    |                                                                  | <b>Měřítko:</b>                                                                                                            | —                                     |
| <b>Příloha:</b><br>Statický výpočet                                                 |                                 |                                                                    |                                                                  | <b>Číslo zakázky:</b><br><b>1256</b>                                                                                       | <b>Č.přílohy:</b><br><b>D.1.1.9-9</b> |

## Popis objektu

Jedná se o novostavbu železobetonového monolitického objektu – zde bude zpracováván těžný a dovážený písek z odpadních vod. Objekt je situovaný ve střední části areálu ČOV jižním směrem od lapáku písku. Jedná se o otevřenou nádrž celkové délky 10,9m, šířka 4,1 m. Nádrž je osazena pod svahem na jehož koruně budou parkovány těžební vozy Faun tzn. nádrž je jednostranně zatížena.

## Výsledky IGP

Pro založení objektu byly použity výsledky IGP ze září 2018 zpracované firmou Aquatis a.s./ sonda J100 a penetrace DP1 a DP2/ a dřívějšího IGP z března 2000 zpracovaný firmou Geoservis spol. s r.o./sondy V2, V3 a hydrovrt HV1/.

Z geologické dokumentace profilu sond IG-J100 a dynamické penetrační zkoušky DP1 a DP2 vyplynul následující geologický sled základových půd a skalních hornin:

V měsíci srpnu 2018 byl proveden podrobný inženýrskogeologický průzkum pro založení nových objektů v areálu ČOV Březina. Po dohodě s objednatelem byl vyhlouben jeden jádrový vrt v místě projektovaných aktivačních nádrží (AN) a dvě sondy těžké dynamické penetrace.

*Navážky:* jsou nejvyšší vrstvou geologického profilu. Vznikly stavební činností při výstavbě stávajících objektů ČOV, popř. při likvidaci kalových polí v místě navržených AN. Právě zde – v místě vrtu J100 – mají charakter převážně soudržných zemin s příměsí valounů šterku a úlomků kamene. Mocnost byla zjištěna v rozmezí 0,6-1,7m. Lze předpokládat jejich zařazení do tříd F4, F6, G3 a G5.

*Povodňové hlíny* – tato vrstva byla z větší části nahrazeny navážkou, vrtem J100 byla ověřena na mocnost pouze 0,3m. Jedná se o jemnozrnnou zeminu silně písčitou, konzistence tuhé. Lze ji zařadit do třídy F4-CS.

*Fluviální sedimenty:* jsou uloženy na povrchu eluvia metamorfovaných hornin, Vrty a penetracemi byly ověřeny šterky – vrstva o mocnosti 2,3 – 3,5m – jsou tvořeny opracovanými valouny frakce drobné až balvanité, s písčitou výplní mezer, málo jílovité. Jsou středně ulehlé až ulehlé, dobře propustné. Lze je zařadit do třídy G1 a G2. V jejich nadloží pak byla zastížena málo mocná vrstva písků (0,4-1,1m) – jsou středně až hrubě zrnité, zajílované. Podle penetračních sond jsou středně ulehlé až ulehlé.

Propustnost jílovitých písků – orientačně podle zrnitostního složení –  $k_f = 1,4 \cdot 10^{-5}$  m/s. Písky se řadí do třídy S3.

Původní IGP z roku 2000 řešil SZ část staveniště / sondy V2, V3/, IGP z roku 2018 řeší jižní část staveniště.

Z průběhu únosné vrstvy fluviálních sedimentů tj. valouny drobné až balvanité, s písčitou výplní mezer, málo jílovité, středně ulehlé až ulehlé, dobře propustné/ třídy G1 a G2/ v jednotlivých sondách

| Sonda | povrch m n.m | báze m n.m | mocnost m |
|-------|--------------|------------|-----------|
| J100  | 240,38       | 237,48     | 2,90      |
| HV1   | 239,60       | 237,40     | 2,20      |
| V2    | 240,70       | 238,60     | 2,10      |
| V3    | 240,10       | 237,90     | 2,20      |

je zřejmé, že průběh vrstvy je relativně monotonní s mírným poklesem báze směrem k řece.

Pod touto vrstvou bylo zastíženo eluvium skalního podloží /fylit/ charakteru ulehlých písčitých jílu.

## Sonda J100

| <b>J100</b> | y = 609 785,8                                                                                            | x = 1 145 501,8 | z = 242,78     |                |                |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| metráž      | popis                                                                                                    | třída           | těžitelnost    |                |                |
|             |                                                                                                          |                 | ČSN<br>73 6133 | ČSN<br>73 3050 | ČSN<br>73 6133 |
| 0,00 – 1,70 | navážka – hnědá hlína pevná, drobná, s ojedinělými úlomky cihel, s valouny štěrku                        | F4Y,<br>G3Y     | 3              | I              |                |
| 1,70 – 2,00 | světlehnědá hlína silně písčitá, tuhá, povodňová                                                         | F4              | 3              | I              |                |
| 2,00 – 2,40 | světlehnědý písek hrubozrný, slabě jílovitý                                                              | S3-S-F          | 2              | I              |                |
| 2,40 – 3,50 | šedohnědý štěrk drobný až kamenitý – opracované valouny do průměru 12 cm, výplň – písek střední až hrubý | G2              | 3              | I              |                |
| 3,50 – 4,00 | světlešedý štěrk drobný až kamenitý, hrubozrně písčitý, čistý                                            | G2-GP           | 3              | I              |                |
| 4,00 – 5,30 | tmavěšedý dtto, valouny o průměru až 20cm                                                                | G1-GW           | 3              | I              |                |
| 5,30 – 5,60 | zvětralý fylit v eluvium – tmavěšedý písek hlinitý, ulehlý, s plochými úlomky málo odolné hominy         | R6              | 4              | I              |                |
| 5,60 – 5,80 | zvětralý fylit-hustě rozpukaný, rozvolňuje se do plochých úlomků frakce štěrk                            | R5              | 4-5            | I              |                |
| 5,80 – 6,50 | modrošedá fylitická břidlice navětralá – rozvrtaná do odolných úlomků frakce kámen                       | R5              | 5              | II             |                |
| 6,50 – 7,00 | hnědošedá fylitická břidlice slabě navětralá, masivní, odolná                                            | R4              | 6              | II             |                |
|             | Podzemní voda naražená – 3,3m, 6,5m                                                                      |                 |                |                |                |
|             | ustálená – 2,8m (10.8.2018)                                                                              |                 |                |                |                |

### Hydrogeologický průzkum

Voda z vrtu J100 byla po odsazení nad vrstvou jílovitého sedimentu bezbarvá a čirá. Hodnota pH je ve velmi slabě kyselé oblasti. Voda má zvýšenou mineralizaci a je velmi tvrdá. Obsah amonných iontů je vysoký. Koncentrace dusičnanů je velmi nízká. Obsah chloridů je vysoký. Sírany jsou ve zvýšené koncentraci. Podle Kurlovovy klasifikace jde o vodu vápenato-sodno-hydrogenuhlčitano-síranového typu. Obsah organických látek je vyjádřený hodnotou chemické spotřeby kyslíku CHSKMn a její hodnota odpovídá znečištěným podzemním vodám.

Volný oxid uhličitý je obsažen v koncentraci vyšší než je rovnovážná koncentrace a vyskytuje se v agresivní formě na beton, která je hodnocena stupněm agresivity XA1. Podle kritérií ČSN EN 206-1 je pro klasifikaci chemického působení podzemní vody z vrtu J100 na betonové konstrukce rozhodující nalezený obsah agresivního oxidu uhličitého, který je hodnocen stupněm XA1, což je nutno zohlednit v základních požadavcích na složení betonu. Podle kritérií ČSN 03 8375 jsou pro klasifikaci chemického působení podzemní vody z vrtu J100 na ocel rozhodující nalezená koncentrace SO<sub>3</sub>+Cl, která je hodnocena stupněm III, hodnota vodivosti, která je hodnocena stupněm IV a koncentrace agresivního oxidu uhličitého, která je také hodnocena stupněm IV. Toto je nutno zohlednit v základních požadavcích na použitou izolaci.

Podle chemického rozboru je podzemní voda agresivní na stavební materiály - obsah agresivního oxidu uhličitého je hodnocen stupněm XA1, což je nutno zohlednit v základních požadavcích na složení betonu. Podle kritérií ČSN 03 8375 jsou pro klasifikaci chemického působení podzemní vody z vrtu J100 na ocel rozhodující nalezená koncentrace SO<sub>3</sub>+Cl, která

je hodnocena stupněm III, hodnota vodivosti, která je hodnocena stupněm IV a koncentrace agresivního oxidu uhličitého, která je také hodnocena stupněm IV

### **Založení stavby**

Nádrž je umístěna cca uprostřed mezi sondami V2 a V3 a ještě posunuta cca 15 m západním směrem. Úroveň základové spáry /pod podkladním betonem/ je 242.25 m n.m. Pod podkladním betonem bude provedena sjednocující a současně drenážní vrstva z hutněné šterkodrtě tl. 200 mm tzn. úroveň skutečné základové spáry je 242,05 m n.m. Vzdálenost objektu od provedených sond je cca 30 a 50 m a průběh geologických vrstev je odvozen z výše popsané rozvahy o relativně monotonním průběhu vrstev, který ale musí být potvrzen geologem při převzetí základové spáry.

Základová spára bude pravděpodobně ve vrstvě náplavových prachovo-písčitých hlín tuhých /F4-CS/, uložených na vrstvě písčitých šterků.

Písčité hlíny tuhé konzistence mají geotechnické hodnoty :

$E_{def} = 15 \text{ Mpa}$

$R_{dt} = 100 \text{ kPa/bez vlivu založení/}$

Tyto parametry jsou postačující pro založení nádrže pískové linky jak z hlediska únosnosti tak i použitelnosti, je však nutné zajistit základovou spáru před její degradací dešťovou vodou a rozšlapáním nebo rozježděním. Po otevření základové spáry je nutné okamžitě provést hutněný zásyp šterkodrtí.

Po kontrole geotechnických hodnot základové spáry je navržena sjednocující a drenážní vrstva z hutněné šterkodrti fr. 32-63mm, min. tl. 200 mm / hutněno ve dvou vrstvách, s uzavřením horní vrstvy vsypem 0-16 mm, min. tl. 5cm.

Na provedené podsypové vrstvy bude vybetonována vrstva podkladního betonu C 12/15 tl. 100 mm. Podkladní beton bude proveden ve výškové toleranci budoucího dna objektu. Před betonáží dna bude na podkladní beton položena separační PE folie 0,2 mm 2x pro zajištění prokluzu při smršťování a zabránění vzniku prvotních trhlin.

Do tohoto objektu je zařazeno i zajištění stavební jámy u dostavby lapáku písku.

Prostor pro stavební jámu u lapáku písku je omezen vnitroareálovou komunikací, která musí zůstat v provozu. Ze strany komunikace je podél nátokových žlabů a lapáku písku navržena kotvená štetová stěna. Provádění štetových stěn je omezeno vysokou úrovní tvrdých poloh zvětralé horniny znemožňující zaražení paty štetové stěny. Podle sdělení autora IGP lze předpokládat, že pata štetovnice bude zaražena 500 mm do eluvia rozvětralého fylitu tj. cca 237,40 m n.m. Při postupném odtěžování lze provést kotvy v úrovni 1,50 a 3,0 m pod terénem se zahloubením výkopu o 4,38 m při sklonu dna od vodorovné o 30 ° směrem do jámy. V místě zahloubení pro lapák písku je potřebný sklon svahu alespoň 45°. Toho lze docílit postupným lokálním odtěžením výkopu v místě kotvy na úroveň 5,0 m a provedení postupně třetí řady kotev v úrovni 4,8 m. Přikotvení paty stěny 3-tí řadou kotev dovolí následné odtěžení na úroveň 5,00 m s odklonem svahu 45° směrem do jámy. V návrhu jsou uvažovány štetovnice IIIIn a třípramenové dočasné kotvy á 3,0m s předpětím 400 kN. Před zahájením prací je nutné provést razicí pokus, aby se potvrdily skutečné hloubky zaražení štetovnice a případně se návrh opravil.

Ze strany štetové stěny budou přítoky podzemní vody omezeny zaražením stěny do eluvia fylitu, z volných směru je nutné vody stáhnout povrchovou drenáží do čerpacích studní.

### **Vodorovné a svislé železobetonové konstrukce**

Železobetonové konstrukce jsou navrženy z vodonepropustného betonu:

- C30/37-XA1, XC4, XF3 - CL 0,40 – Dmax. 16, max. průsak 35mm dle ČSN EN 12390-8 (dno)

Betonáže dna a stěn nádrží mohou být prováděny plynule s vytvářením řízených trhlin pomocí

vkládaných křížových plechů mezi výztuž, nad výztuží bude uložena dřevěná lišta. Po proběhnutí smrštění bude lišta odstraněna a drážka opatřena epoxidovým adhezním můstkem a do zavadlého můstku vyplněna rozpínavou maltou. Maximální délka úseku mezi pracovními spárami bude 5,50 m /výztuž nepřerušena/, poloha spár je v dokumentaci naznačena, po dohodě může být stavebním dodavatelem upravena. Těsnost pracovních spár mezi dnem a stěnou je zajištěna těsnícím plechem s bitumenovým potahem vodotěsně svařeným popř. slepeným. Těsnící plech je veden ve středu stěny s na něj jsou vodotěsně napojeny těsnící plochy křížových plechů.

Veškeré betonové konstrukce budou provedeny jako pohledové.

Pro chemicky agresivní prostředí jako jsou nádrže pro odpadní vody je v ČSN EN 206-1/Z2 doporučen beton XA1, rozhodující je však agresivita vnějšího vodního prostředí vůči betonu hodnocena stupněm také XA1.

Veškeré průřezy jsou posouzeny na mezní stav únosnosti, průřezy zajišťující vodotěsnost jsou posouzeny na mezní stav šířky trhlin. Většinou je připuštěna trhlina zajišťující samodotěsnění tj. ve styku s vodou tj. 0,2 mm.

### **Materiály**

|       |                                                                                             |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beton | vodonepropustný C30/37-Cl 0,40-D <sub>max</sub> 16 - max. průsak 35 mm podle ČSN EN 12390-8 |
| Ocel  | 10 505 /R/                                                                                  |

### **Výpočet**

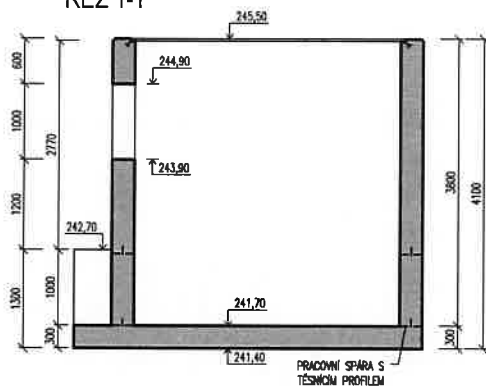
Použité výpočetní programy:

FINE Geo 4 – deska

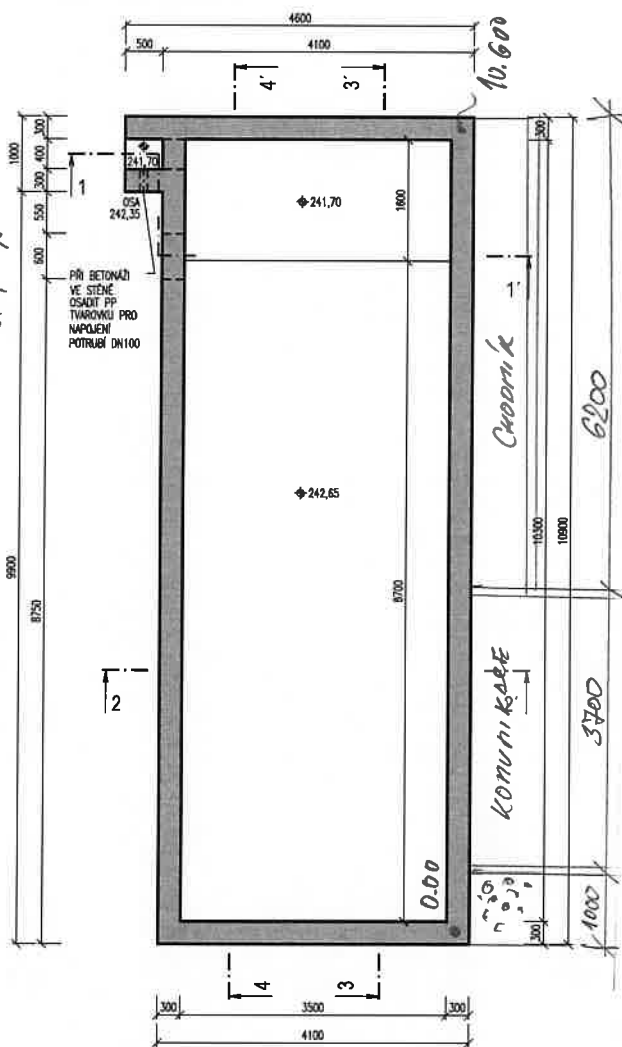
FINE Pažení posudek

Ve statickém výpočtu jsou dokladovány pouze názorné grafické výstupy, numerické výstupy jsou pro velký objem archivovány u zpracovatele.

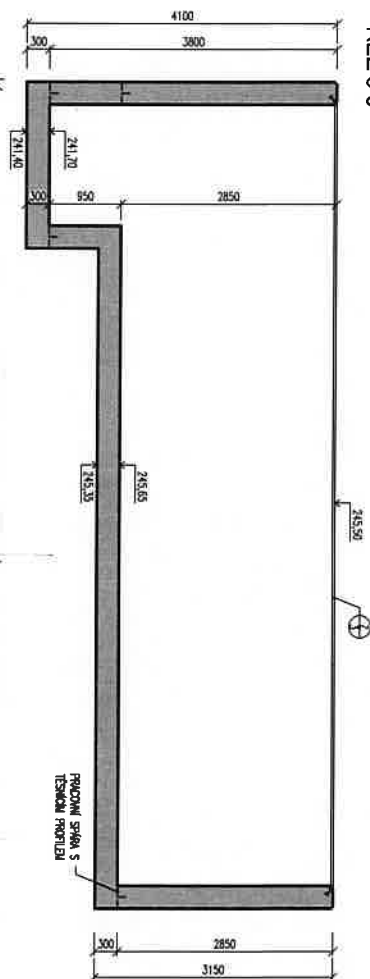
ŘEZ 1-1'



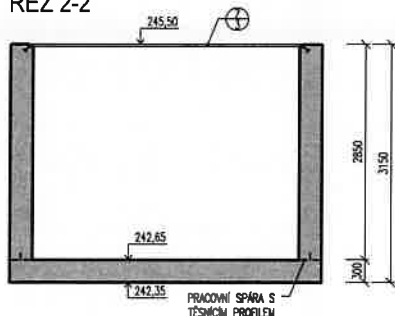
PŮDORYSNÝ ŘEZ



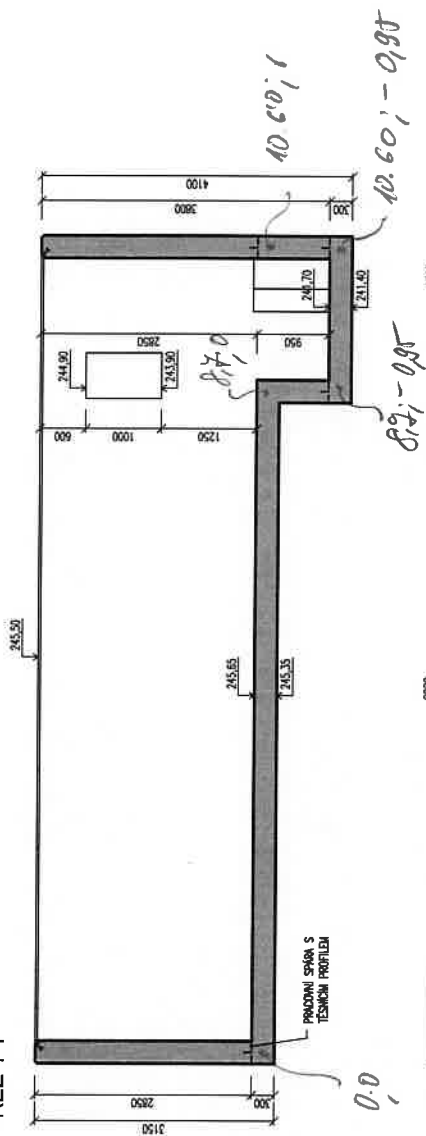
ŘEZ 3-3'



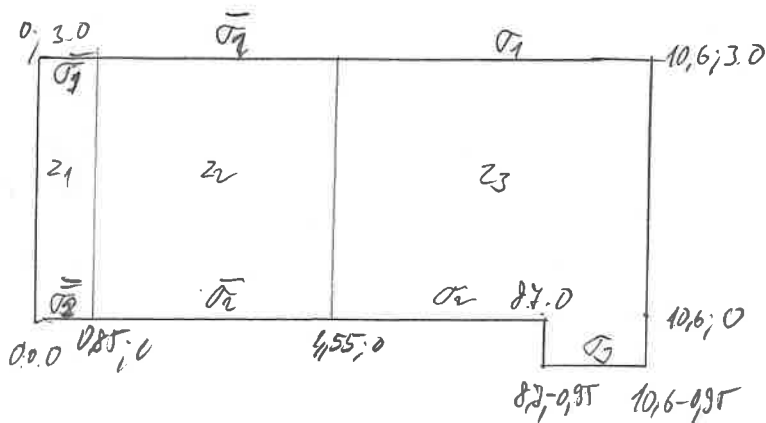
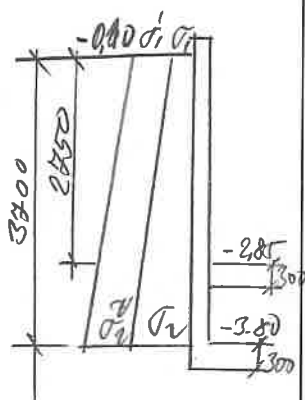
ŘEZ 2-2'



ŘEZ 4-4'







ZAKRPOVÁ ZEMINA - PÍSČITKA  $\rho = 20 \text{ kN/m}^3$

$$\nu = 0,35$$

$$K_0 = \frac{0,35}{1 - 0,35} = 0,54$$

PŘÍTIŽEŘÍ TERÉNU

KOMUNIKACE  $p^k = 10 \text{ kN/m}^2$

CHODNÍK  $p^k = 5,0 \text{ kN/m}^2$

$$\sigma_1 = 3,0 \cdot 0,54 = 2,7 \text{ kN/m}^2$$

$$\bar{\sigma}_1 = 10 \cdot 0,54 = 5,4 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_2 = 2,7 + 2,85 \cdot 20 \cdot 0,54 = 32,4 \text{ kN/m}^2$$

$$\bar{\sigma}_2 = 5,4 + 2,85 \cdot 20 \cdot 0,54 = 35,1 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_3 = 2,7 + 3,7 \cdot 20 \cdot 0,54 = 42,7 \text{ kN/m}^2$$

ČOV Tišnov  
Písková linka  
Boční stěna

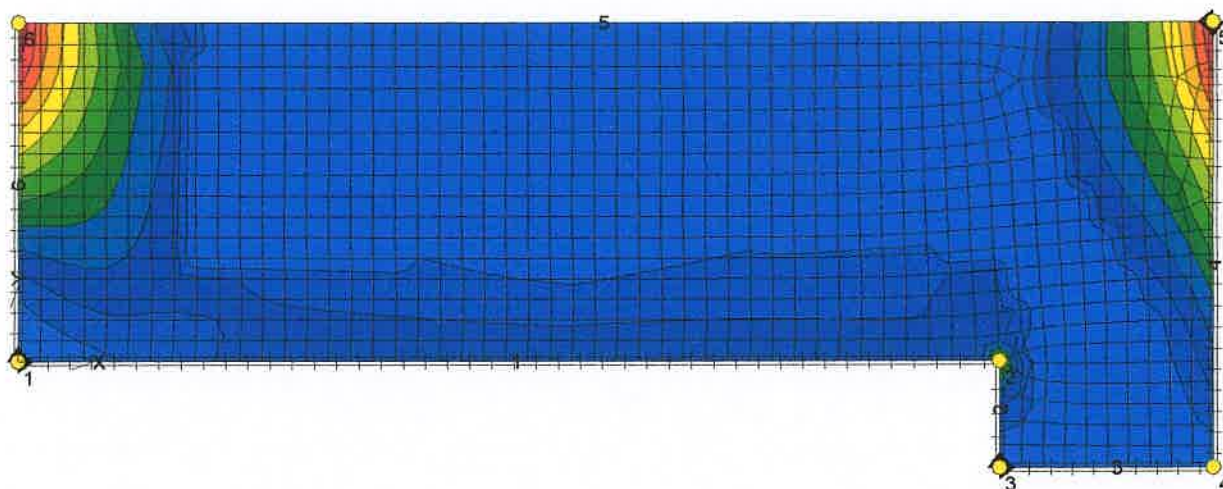
Geo4 - Deska

6

Dimenzování - beton

Veličina Mdim1, min, izoplochy

Mdim1, min: min: -42.1 [kNm/m], max: 0.0 [kNm/m]



$\overleftrightarrow{M_{dim1}}$



1 2

ČOV Tišnov

Písková linka

Boční stěna

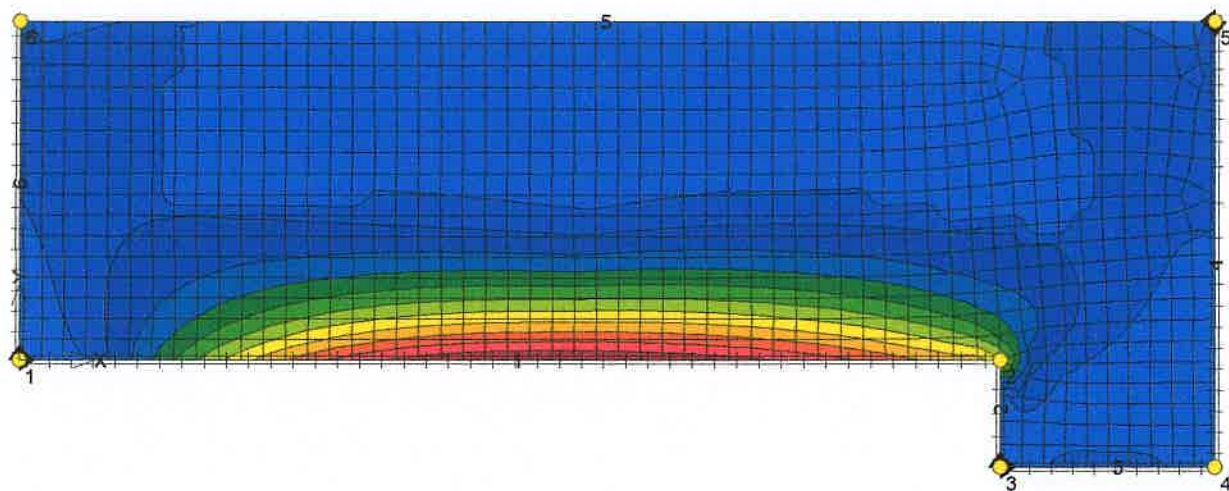
Geo4 - Deska

7

Dimenzování - beton

Veličina Mdim2,min, izoplochy

Mdim2,min: min: -54.2 [kNm/m], max: 0.0 [kNm/m]



ČOV Tišnov  
Písková linka  
Boční stěna

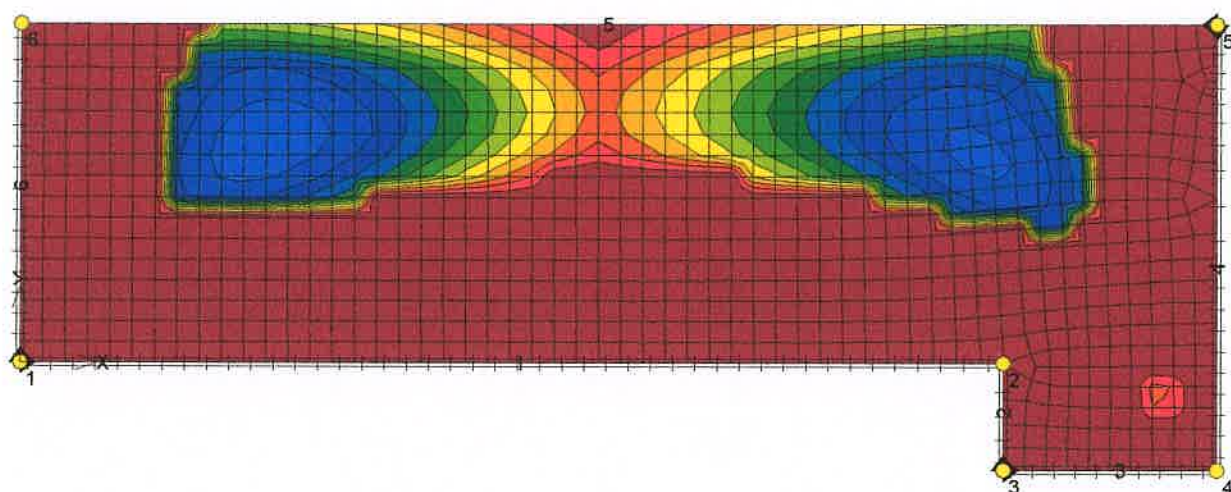
Geo4 - Deska

8

Dimenzování - beton

Velikost Mdim2,max, izoplochy

Mdim2,max: min: 0.00 [kNm/m], max: 10.48 [kNm/m]

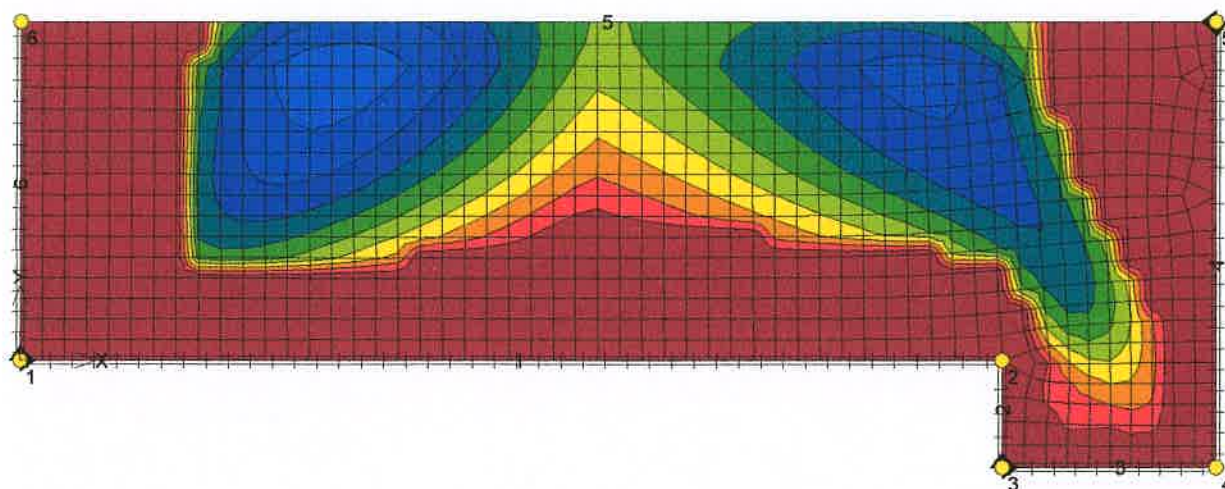


vnitřní

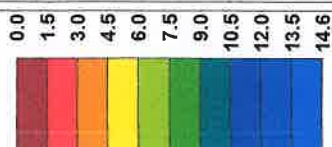


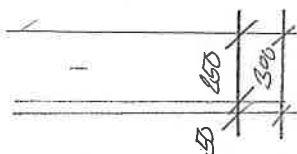
12

Dimenzování - beton  
Velikost  $M_{dim1,max}$ , izoplochy  
 $M_{dim1,max}$ : min: 0.0 [kNm/m], max: 14.6 [kNm/m]



उत्पत्ति:





$$\gamma = 1 - \frac{20}{300+50} = 0,94$$

$$\begin{array}{r} 0,30137 \\ 0,10505 \end{array}$$

$$A_{min} = 0,00096 \cdot 30 \cdot 100 = 2,88 \text{ cm}^2$$

5φR10  $A_s = 3,93 \text{ cm}^2$

$$x_v = 0,9 \text{ cm}$$

$$M_v = 0,94 \cdot 3,93 \cdot 45 (0,25 - 0,5 \cdot 0,009) = 40,8 \text{ kNm}$$

10φR10  $A_s = 7,86 \text{ cm}^2$

$$x_v = 1,8 \text{ cm}$$

$$M_v = 0,94 \cdot 7,86 \cdot 45 (0,25 - 0,5 \cdot 0,018) = 80,1 \text{ kNm}$$

5φR12  $A_s = 5,16 \text{ cm}^2$

$$x_v = 1,3 \text{ cm}$$

$$M_v = 0,94 \cdot 5,16 \cdot 45 (0,25 - 0,5 \cdot 0,013) = 58,3 \text{ kNm}$$

10φR12  $A_s = 11,32 \text{ cm}^2$

$$x_v = 2,6 \text{ cm}$$

$$M_v = 0,94 \cdot 11,32 \cdot 45 (0,25 - 0,5 \cdot 0,026) = 113,48 \text{ kNm}$$

5φR10 + 5φR12  $A_s = 9,59 \text{ cm}^2$

$$x_v = 2,2 \text{ cm}$$

$$M_v = 0,94 \cdot 9,59 \cdot 45 (0,25 - 0,5 \cdot 0,022) = 96,95 \text{ kNm}$$

5φR14  $A_s = 7,7 \text{ cm}^2$

$$x_v = 1,756 \text{ cm}$$

$$M_v = 0,94 \cdot 7,7 \cdot 45 (0,25 - 0,5 \cdot 0,01756) = 78,5 \text{ kNm}$$

5φR14 + 5φR12  $A_s = 13,36 \text{ cm}^2$

$$x_v = 3,08 \text{ cm}$$

$$M_v = 0,94 \cdot 13,35 \cdot 45 (0,25 - 0,5 \cdot 0,0308) = 132,46 \text{ kNm}$$

10φR14  $A_s = 15,4 \text{ cm}^2$

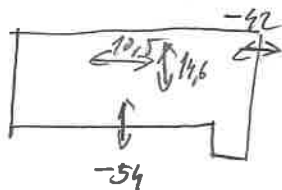
$$x_v = 3,55 \text{ cm}$$

$$M_v = 0,94 \cdot 15,4 \cdot 45 (0,25 - 0,5 \cdot 0,0355) = 151,3 \text{ kNm}$$

5φR14 + 5φR16  $A_s = 17,75 \text{ cm}^2$

$$x_v = 4,1 \text{ cm}$$

$$M_v = 0,94 \cdot 17,75 \cdot 45 (0,25 - 0,5 \cdot 0,041) = 172,5 \text{ kNm}$$



PROJEKČNÍ TRŽNIN

$$M^k = -54 \text{ kNm} \quad M^e = -54/1,1 = 49,1 \text{ kNm}$$

$$50R12 + 50R10 \quad A_{st} = 959 \text{ mm}^2 \quad M_0 = 96,95 \text{ kNm}$$

$$\mu = 0,003196$$

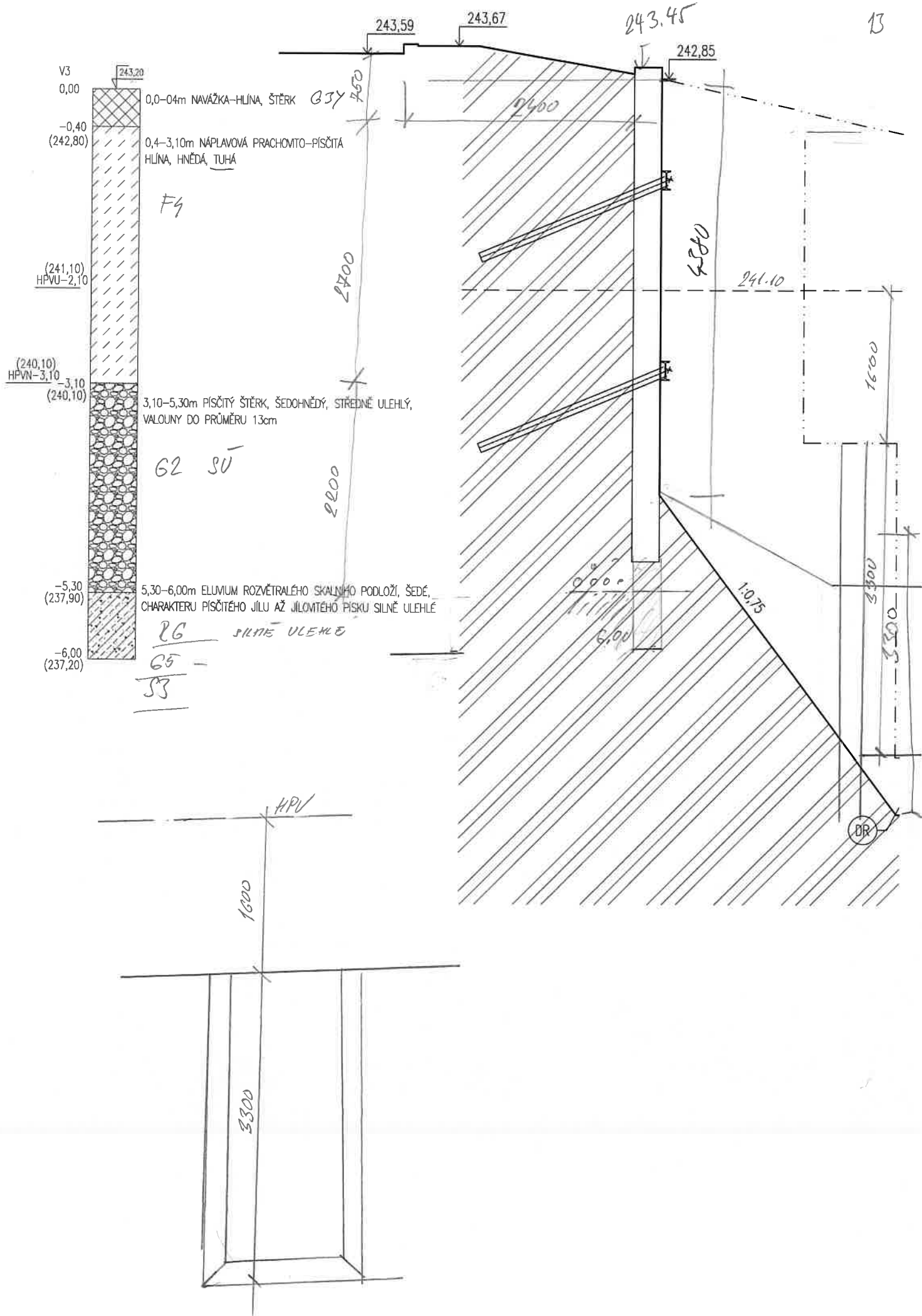
$$\lambda = 1,53$$

$$\bar{\sigma} = 450 \frac{49,1}{96,95} = 228 \text{ MPa}$$

$$\delta = 1,1 \sqrt{\frac{959}{10}} = 1,072$$

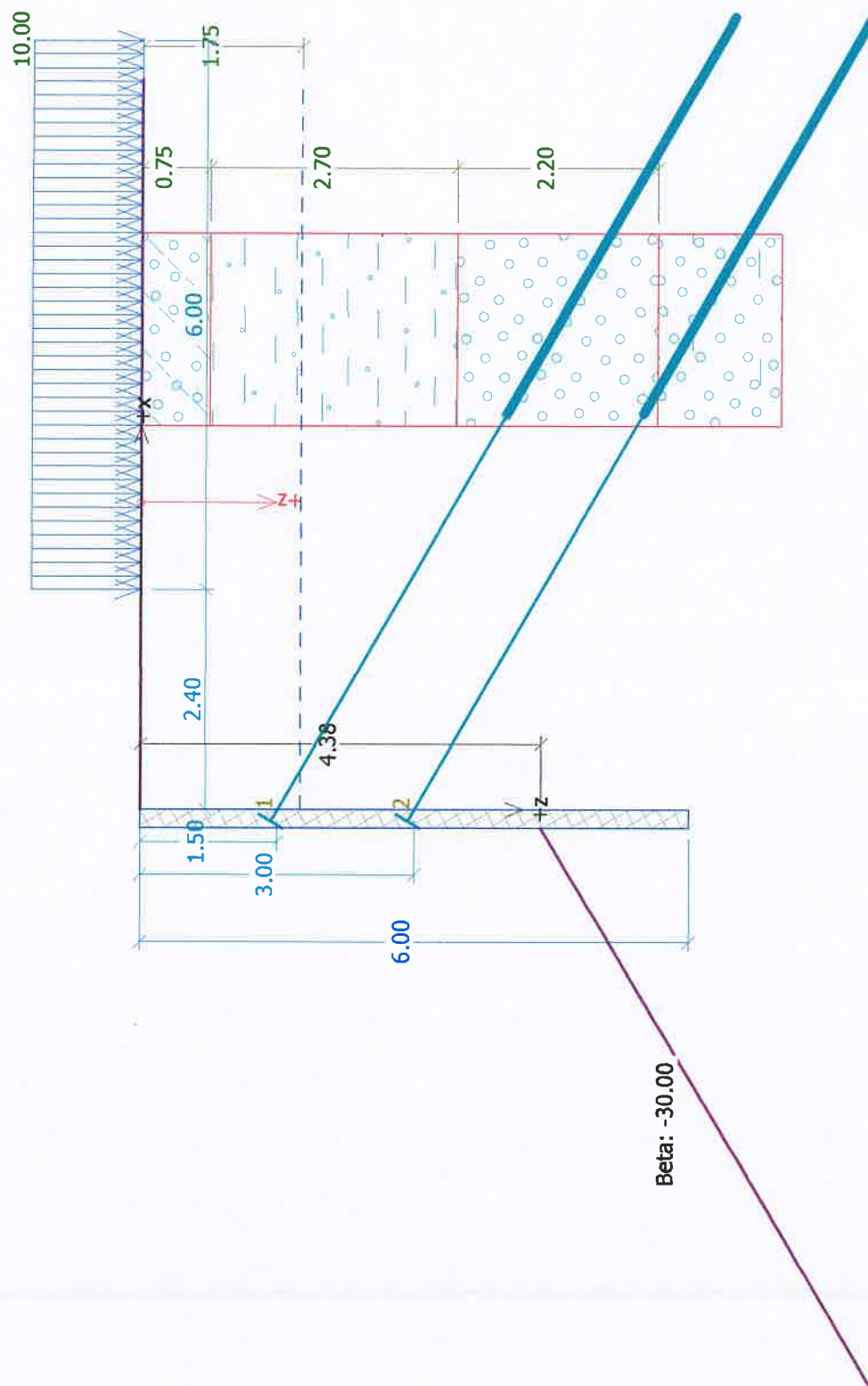
$$w_{35} = 1,55 \cdot 1600 \cdot (0,035 - 0,0031967) \frac{228}{210000} \sqrt[3]{1,072} = 0,189 \text{ mm} < 0,2 \text{ mm}$$





Název: Projekt

Fáze : 1



## Posouzení pažící konstrukce

## Vstupní data

## Projekt

Akce : ČOV Tišnov  
 Část : Stěna u LP  
 Autor : Ing. Libor Šeda  
 Odběratel : DUIS  
 Datum : 18.5.2022

## Geometrie konstrukce

Délka konstrukce = 6.00 m

Typ konstrukce: Štětovnice IIn 436 x 168 x 13.0 mm  
 Koef.redukce tlaku před stěnou = 1.00

Plocha průřezu  $A = 1.973E-02 \text{ m}^2/\text{m}$   
 Moment setrvačnosti  $I = 2.320E-04 \text{ m}^4/\text{m}$   
 Modul pružnosti  $E = 210000.00 \text{ MPa}$   
 Modul pružnosti ve smyku  $G = 81000.00 \text{ MPa}$

Modul reakce podloží počítán podle terorie Schmitt.

## Základní parametry zemín

| Číslo | Název                      | Vzorek                                                                              | $\varphi_{ef}$<br>[°] | $c_{ef}$<br>[kPa] | $\gamma$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\gamma_{su}$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\delta_a$<br>[°] | $\delta_p$<br>[°] |
|-------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------|----------------------------------|---------------------------------------|-------------------|-------------------|
| 1     | Třída G4                   |  | 32.50                 | 4.00              | 19.00                            | 9.00                                  | 10.00             | 10.00             |
| 2     | Třída F4, konzistence tuhá |  | 24.50                 | 14.00             | 18.50                            | 9.00                                  | 8.00              | 8.00              |
| 3     | Třída G2, středně ulehlá   |  | 35.50                 | 0.00              | 20.00                            | 10.00                                 | 11.00             | 11.00             |
| 4     | Třída G5                   |  | 30.00                 | 6.00              | 19.50                            | 10.00                                 | 10.00             | 10.00             |

## Parametry zemín pro výpočet tlaku v klidu

| Číslo | Název                      | Vzorek                                                                              | Typ výpočtu | $\varphi$<br>[°] | $\nu$<br>[-] | OCR<br>[-] | $K_r$<br>[-] |
|-------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------|--------------|------------|--------------|
| 1     | Třída G4                   |  | nesoudržná  | 32.50            | -            | -          | -            |
| 2     | Třída F4, konzistence tuhá |  | soudržná    | -                | 0.35         | -          | -            |
| 3     | Třída G2, středně ulehlá   |  | nesoudržná  | 35.50            | -            | -          | -            |
| 4     | Třída G5                   |  | nesoudržná  | 30.00            | -            | -          | -            |

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

| Číslo | Název    | Vzorek                                                                              | $\nu$<br>[-] | $E_{oed}$<br>[MPa] | $E_{def}$<br>[MPa] |
|-------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------|--------------------|
| 1     | Třída G4 |  | 0.30         | -                  | 70.00              |

| Číslo | Název                      | Vzorek                                                                            | $\nu$<br>[-] | $E_{oed}$<br>[MPa] | $E_{def}$<br>[MPa] |
|-------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------|--------------------|
| 2     | Třída F4, konzistence tuhá |  | 0.35         | -                  | 5.00               |
| 3     | Třída G2, středně ulehlá   |  | 0.20         | -                  | 145.00             |
| 4     | Třída G5                   |  | 0.30         | -                  | 50.00              |

**Parametry zemin****Třída G4**

|                        |                                       |
|------------------------|---------------------------------------|
| Objemová tíha :        | $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$       |
| Napjatost :            | efektivní                             |
| Úhel vnitřního tření : | $\varphi_{ef} = 32,50^\circ$          |
| Soudržnost zeminy :    | $c_{ef} = 4,00 \text{ kPa}$           |
| Třecí úhel aktivní :   | $\delta_{act} = 10,00^\circ$          |
| Třecí úhel pasivní :   | $\delta_{pas} = 10,00^\circ$          |
| Zemina :               | nesoudržná                            |
| Modul přetvárnosti :   | $E_{def} = 70,00 \text{ MPa}$         |
| Poissonovo číslo :     | $\nu = 0,30$                          |
| Obj.tíha sat.zeminy :  | $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$ |

**Třída F4, konzistence tuhá**

|                        |                                       |
|------------------------|---------------------------------------|
| Objemová tíha :        | $\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3$       |
| Napjatost :            | efektivní                             |
| Úhel vnitřního tření : | $\varphi_{ef} = 24,50^\circ$          |
| Soudržnost zeminy :    | $c_{ef} = 14,00 \text{ kPa}$          |
| Třecí úhel aktivní :   | $\delta_{act} = 8,00^\circ$           |
| Třecí úhel pasivní :   | $\delta_{pas} = 8,00^\circ$           |
| Zemina :               | soudržná                              |
| Poissonovo číslo :     | $\nu = 0,35$                          |
| Modul přetvárnosti :   | $E_{def} = 5,00 \text{ MPa}$          |
| Poissonovo číslo :     | $\nu = 0,35$                          |
| Obj.tíha sat.zeminy :  | $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$ |

**Třída G2, středně ulehlá**

|                        |                                       |
|------------------------|---------------------------------------|
| Objemová tíha :        | $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$       |
| Napjatost :            | efektivní                             |
| Úhel vnitřního tření : | $\varphi_{ef} = 35,50^\circ$          |
| Soudržnost zeminy :    | $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$           |
| Třecí úhel aktivní :   | $\delta_{act} = 11,00^\circ$          |
| Třecí úhel pasivní :   | $\delta_{pas} = 11,00^\circ$          |
| Zemina :               | nesoudržná                            |
| Modul přetvárnosti :   | $E_{def} = 145,00 \text{ MPa}$        |
| Poissonovo číslo :     | $\nu = 0,20$                          |
| Obj.tíha sat.zeminy :  | $\gamma_{sat} = 20,00 \text{ kN/m}^3$ |

**Třída G5**

|                        |                                 |
|------------------------|---------------------------------|
| Objemová tíha :        | $\gamma = 19,50 \text{ kN/m}^3$ |
| Napjatost :            | efektivní                       |
| Úhel vnitřního tření : | $\varphi_{ef} = 30,00^\circ$    |
| Soudržnost zeminy :    | $c_{ef} = 6,00 \text{ kPa}$     |
| Třecí úhel aktivní :   | $\delta_{act} = 10,00^\circ$    |

|                       |                                       |
|-----------------------|---------------------------------------|
| Třecí úhel pasivní :  | $\delta_{pas} = 10,00^\circ$          |
| Zemina :              | nesoudržná                            |
| Modul přetvárnosti :  | $E_{def} = 50,00 \text{ MPa}$         |
| Poissonovo číslo :    | $\nu = 0,30$                          |
| Obj.tíha sat.zeminy : | $\gamma_{sat} = 20,00 \text{ kN/m}^3$ |

**Geologický profil a přiřazení zemin**

| Číslo | Vrstva [m] | Přiřazená zemina           | Vzorek                                                                              |
|-------|------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | 0.75       | Třída G4                   |  |
| 2     | 2.70       | Třída F4, konzistence tuhá |  |
| 3     | 2.20       | Třída G2, středně ulehlá   |  |
| 4     | 2.00       | Třída G5                   |  |
| 5     | -          | Třída G5                   |  |

**Hloubení**

Zemina před stěnou je odebrána do hloubky 4.38 m.

Sklon zeminy před zdí  $\beta = -30.00^\circ$

**Tvar terénu**

Terén za konstrukcí je rovný.

**Vliv vody**

Hladina podzemní vody za konstrukcí je v hloubce 1.75 m

**Zadaná plošná přitížení**

| Číslo | Přítížení nové změna | Typ    | Název | 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                  | Pásové |       | 10.00                      |                            | 2.40        | 6.00        | na terénu     |

**Zadané kotvy**

| Číslo | Nová kotva | Hloubka z [m] | Délka l [m] | Kořen l <sub>k</sub> [m] | Sklon α [°] | Vzd. mezi b [m] |
|-------|------------|---------------|-------------|--------------------------|-------------|-----------------|
| 1     | ANO        | 1.50          | 5.00        | 5.00                     | 30.00       | 3.00            |
| 2     | ANO        | 3.00          | 5.00        | 5.00                     | 30.00       | 3.00            |

| Číslo | Průměr d [mm] | Plocha A [mm <sup>2</sup> ] | Modul E [MPa] | Dopnutí | Síla F [kN] |
|-------|---------------|-----------------------------|---------------|---------|-------------|
| 1     |               | 4.200E+02                   | 195000.00     |         | 400.00      |
| 2     |               | 4.200E+02                   | 195000.00     |         | 400.00      |

**Nastavení výpočtu**

Výpočet aktivního tlaku - Coulomb (ČSN 730037)

Výpočet pasivního tlaku - Caquot-Kerisel (ČSN 730037)

Počet dělení stěny na konečné prvky = 20

Výpočet proveden bez redukce vstupních dat.

Minimální dimenzační tlak je uvažován hodnotou  $\sigma_{z,\min} = 0.20\sigma_z$ .

## Výsledky výpočtu

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

| Hloubka<br>[m] | Ta,p<br>[kPa] | Tk,p<br>[kPa] | Tp,p<br>[kPa] | Ta,z<br>[kPa] | Tk,z<br>[kPa] | Tp,z<br>[kPa] |
|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 0.00           | -0.00         | -0.00         | -0.00         | 0.00          | 0.00          | 17.43         |
| 0.00           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 17.44         |
| 0.26           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.99          | 3.27          | 41.33         |
| 0.52           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 1.98          | 6.48          | 65.22         |
| 0.75           | -0.00         | -0.00         | -0.00         | 2.85          | 9.20          | 86.13         |
| 0.75           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 2.85          | 10.28         | 91.40         |
| 0.78           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 2.97          | 10.70         | 93.22         |
| 1.04           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 3.94          | 13.97         | 107.78        |
| 1.30           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 4.90          | 17.09         | 122.34        |
| 1.31           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 4.91          | 17.12         | 122.50        |
| 1.57           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 5.87          | 20.07         | 136.90        |
| 1.75           | -0.00         | -0.00         | -0.00         | 6.55          | 22.10         | 147.22        |
| 1.83           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 7.12          | 23.29         | 150.05        |
| 2.09           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 9.06          | 27.31         | 159.74        |
| 2.35           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 11.00         | 31.24         | 169.43        |
| 2.61           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 12.94         | 35.10         | 179.13        |
| 2.87           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 14.88         | 38.91         | 188.82        |
| 2.90           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 15.10         | 39.33         | 189.89        |
| 2.90           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 15.10         | 39.33         | 189.89        |
| 3.13           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 18.18         | 42.68         | 198.51        |
| 3.39           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 21.64         | 46.43         | 208.20        |
| 3.45           | -0.00         | -0.00         | -0.00         | 22.42         | 47.27         | 210.39        |
| 3.45           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 30.88         | 41.54         | 293.23        |
| 3.65           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 33.37         | 44.30         | 306.87        |
| 3.91           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 36.59         | 47.84         | 324.48        |
| 4.17           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 39.81         | 51.38         | 342.08        |
| 4.38           | -0.00         | -0.00         | -0.00         | 42.35         | 54.17         | 355.99        |
| 4.38           | -0.00         | -0.00         | -0.00         | 42.35         | 54.17         | 356.00        |
| 4.43           | -0.21         | -0.36         | -2.42         | 43.03         | 54.91         | 359.69        |
| 4.70           | -1.18         | -2.08         | -13.97        | 46.25         | 58.44         | 377.29        |
| 4.96           | -2.16         | -3.81         | -25.51        | 49.47         | 61.98         | 394.90        |
| 5.22           | -3.14         | -5.53         | -37.05        | 52.69         | 65.51         | 412.50        |
| 5.48           | -4.11         | -7.25         | -48.59        | 55.91         | 69.05         | 430.11        |
| 5.65           | -4.76         | -8.39         | -56.19        | 58.03         | 71.39         | 441.70        |
| 5.65           | -1.26         | -9.81         | -51.39        | 56.65         | 77.04         | 350.40        |
| 5.74           | -1.66         | -10.48        | -53.92        | 57.81         | 78.33         | 354.95        |
| 6.00           | -2.83         | -12.44        | -61.34        | 61.18         | 82.09         | 368.26        |

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

| Hloubka<br>[m] | kh,p<br>[MN/m <sup>3</sup> ] | kh,z<br>[MN/m <sup>3</sup> ] | Deformace<br>[mm] | Tlak<br>[kPa] | Pos.síla<br>[kN/m] | Moment<br>[kNm/m] |
|----------------|------------------------------|------------------------------|-------------------|---------------|--------------------|-------------------|
| 0.00           | 0.00                         | 0.00                         | 40.13             | 17.43         | -0.00              | -0.00             |
| 0.30           | 0.00                         | 0.00                         | 35.60             | 44.91         | -9.35              | 1.20              |

| Hloubka<br>[m] | kh,p<br>[MN/m <sup>3</sup> ] | kh,z<br>[MN/m <sup>3</sup> ] | Deformace<br>[mm] | Tlak<br>[kPa] | Pos.síla<br>[kN/m] | Moment<br>[kNm/m] |
|----------------|------------------------------|------------------------------|-------------------|---------------|--------------------|-------------------|
| 0.60           | 0.00                         | 0.00                         | 31.06             | 72.39         | -26.95             | 6.44              |
| 0.90           | 0.00                         | 2.61                         | 26.52             | 81.50         | -50.92             | 18.84             |
| 1.20           | 0.00                         | 2.61                         | 21.93             | 73.18         | -74.13             | 37.64             |
| 1.50           | 0.00                         | 2.61                         | 17.27             | 64.49         | -94.79             | 63.03             |
| 1.50           | 0.00                         | 2.61                         | 17.27             | 64.49         | 20.68              | 63.03             |
| 1.80           | 0.00                         | 2.61                         | 12.51             | 55.59         | 2.67               | 59.59             |
| 2.10           | 0.00                         | 2.61                         | 7.64              | 47.47         | -12.80             | 61.15             |
| 2.40           | 0.00                         | 2.61                         | 2.65              | 38.93         | -25.77             | 66.98             |
| 2.70           | 0.00                         | 2.61                         | -2.46             | 29.99         | -36.12             | 76.32             |
| 3.00           | 0.00                         | 2.61                         | -7.72             | 20.61         | -43.72             | 88.34             |
| 3.00           | 0.00                         | 2.61                         | -7.72             | 20.61         | 71.75              | 88.34             |
| 3.30           | 0.00                         | 0.00                         | -13.13            | 20.43         | 66.65              | 67.87             |
| 3.60           | 0.00                         | 0.00                         | -18.66            | 32.73         | 58.68              | 48.97             |
| 3.90           | 0.00                         | 0.00                         | -24.29            | 36.43         | 48.30              | 32.90             |
| 4.20           | 0.00                         | 0.00                         | -29.97            | 40.13         | 36.82              | 20.10             |
| 4.37           | 0.00                         | 0.00                         | -33.21            | 42.23         | 29.82              | 14.43             |
| 4.39           | 0.00                         | 0.00                         | -33.59            | 42.03         | 28.98              | 13.85             |
| 4.50           | 0.00                         | 0.00                         | -35.70            | 38.52         | 24.55              | 10.90             |
| 4.80           | 0.00                         | 0.00                         | -41.44            | 28.95         | 14.42              | 5.13              |
| 5.10           | 0.00                         | 0.00                         | -47.20            | 19.38         | 7.17               | 1.96              |
| 5.40           | 0.00                         | 0.00                         | -52.95            | 9.81          | 2.79               | 0.54              |
| 5.70           | 0.00                         | 0.00                         | -58.71            | 4.49          | 0.65               | 0.06              |
| 6.00           | 0.00                         | 0.00                         | -64.47            | -0.16         | -0.00              | 0.00              |

Maximální posouvající síla = 94.79 kN/m

Maximální moment = 88.34 kNm/m

Maximální deformace = 64.5 mm

#### Síly v kotvách

| Číslo | Hloubka<br>[m] | Deformace<br>[mm] | Síla v kotvě<br>[kN] |
|-------|----------------|-------------------|----------------------|
| 1     | 1.50           | 17.3              | 400.00               |
| 2     | 3.00           | -7.7              | 400.00               |

#### Posouzení vnitřní stability kotevního systému

| Číslo | Síla v kotvě<br>[kN] | Max.příp.síla<br>[kN] | Stupeň<br>bezpečnosti |
|-------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1     | 400.00               | 715.42                | 1.789                 |
| 2     | 400.00               | 631.88                | 1.580                 |

Rozhodující řada kotev : 2

Požadovaný stupeň bezp. SB = 1.50 < 1.58 = SB<sub>minim.</sub>

**Celkové posouzení vnitřní stability VYHOVUJE**

#### Obálka vnitřních sil č. 1

|      | Def. min<br>[mm] | Def. max<br>[mm] | Pos. síla min.<br>[kN/m] | Pos. síla max<br>[kN/m] | Moment min.<br>[kNm/m] | Moment max.<br>[kNm/m] |
|------|------------------|------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| 0.00 | 40.13            | 40.13            | -0.00                    | -0.00                   | -0.00                  | -0.00                  |
| 0.30 | 35.60            | 35.60            | -9.35                    | -9.35                   | 1.20                   | 1.20                   |
| 0.60 | 31.06            | 31.06            | -26.95                   | -26.95                  | 6.44                   | 6.44                   |

|      | Def. min<br>[mm] | Def. max<br>[mm] | Pos. síla min.<br>[kN/m] | Pos. síla max<br>[kN/m] | Moment min.<br>[kNm/m] | Moment max.<br>[kNm/m] |
|------|------------------|------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| 0.90 | 26.52            | 26.52            | -50.92                   | -50.92                  | 18.84                  | 18.84                  |
| 1.20 | 21.93            | 21.93            | -74.13                   | -74.13                  | 37.64                  | 37.64                  |
| 1.50 | 17.27            | 17.27            | -94.79                   | -94.79                  | 63.03                  | 63.03                  |
| 1.50 | 17.27            | 17.27            | 20.68                    | 20.68                   | 63.03                  | 63.03                  |
| 1.80 | 12.51            | 12.51            | 2.67                     | 2.67                    | 59.59                  | 59.59                  |
| 2.10 | 7.64             | 7.64             | -12.80                   | -12.80                  | 61.15                  | 61.15                  |
| 2.40 | 2.65             | 2.65             | -25.77                   | -25.77                  | 66.98                  | 66.98                  |
| 2.70 | -2.46            | -2.46            | -36.12                   | -36.12                  | 76.32                  | 76.32                  |
| 3.00 | -7.72            | -7.72            | -43.72                   | -43.72                  | 88.34                  | 88.34                  |
| 3.00 | -7.72            | -7.72            | 71.75                    | 71.75                   | 88.34                  | 88.34                  |
| 3.30 | -13.13           | -13.13           | 66.65                    | 66.65                   | 67.87                  | 67.87                  |
| 3.60 | -18.66           | -18.66           | 58.68                    | 58.68                   | 48.97                  | 48.97                  |
| 3.90 | -24.29           | -24.29           | 48.30                    | 48.30                   | 32.90                  | 32.90                  |
| 4.20 | -29.97           | -29.97           | 36.82                    | 36.82                   | 20.10                  | 20.10                  |
| 4.37 | -33.21           | -33.21           | 29.82                    | 29.82                   | 14.43                  | 14.43                  |
| 4.39 | -33.59           | -33.59           | 28.98                    | 28.98                   | 13.85                  | 13.85                  |
| 4.50 | -35.70           | -35.70           | 24.55                    | 24.55                   | 10.90                  | 10.90                  |
| 4.80 | -41.44           | -41.44           | 14.42                    | 14.42                   | 5.13                   | 5.13                   |
| 5.10 | -47.20           | -47.20           | 7.17                     | 7.17                    | 1.96                   | 1.96                   |
| 5.40 | -52.95           | -52.95           | 2.79                     | 2.79                    | 0.54                   | 0.54                   |
| 5.70 | -58.71           | -58.71           | 0.65                     | 0.65                    | 0.06                   | 0.06                   |
| 6.00 | -64.47           | -64.47           | -0.00                    | -0.00                   | 0.00                   | 0.00                   |

**Maximální hodnoty**

Maximální deformace = -64.5 mm

Minimální deformace = 40.1 mm

Maximální ohybový moment = 88.34 kNm/m

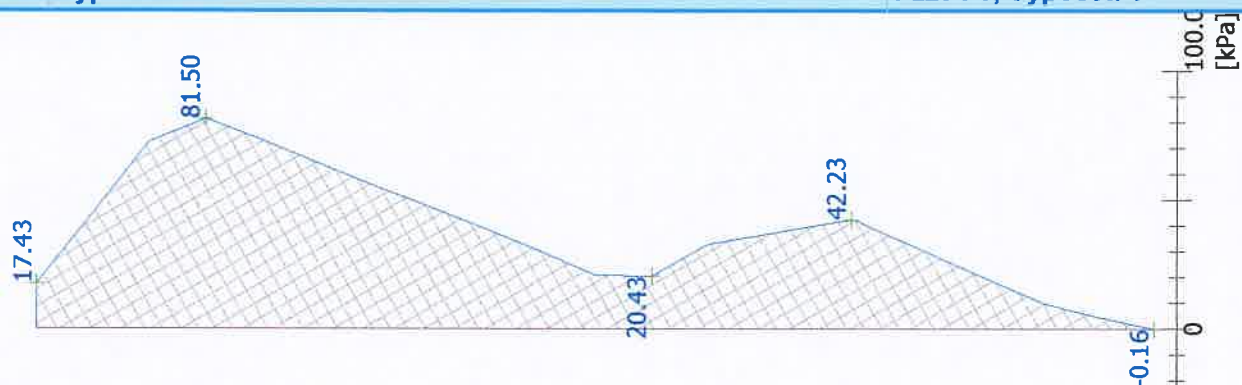
Minimální ohybový moment = 0.00 kNm/m

Maximální posouvající síla = 71.75 kN/m

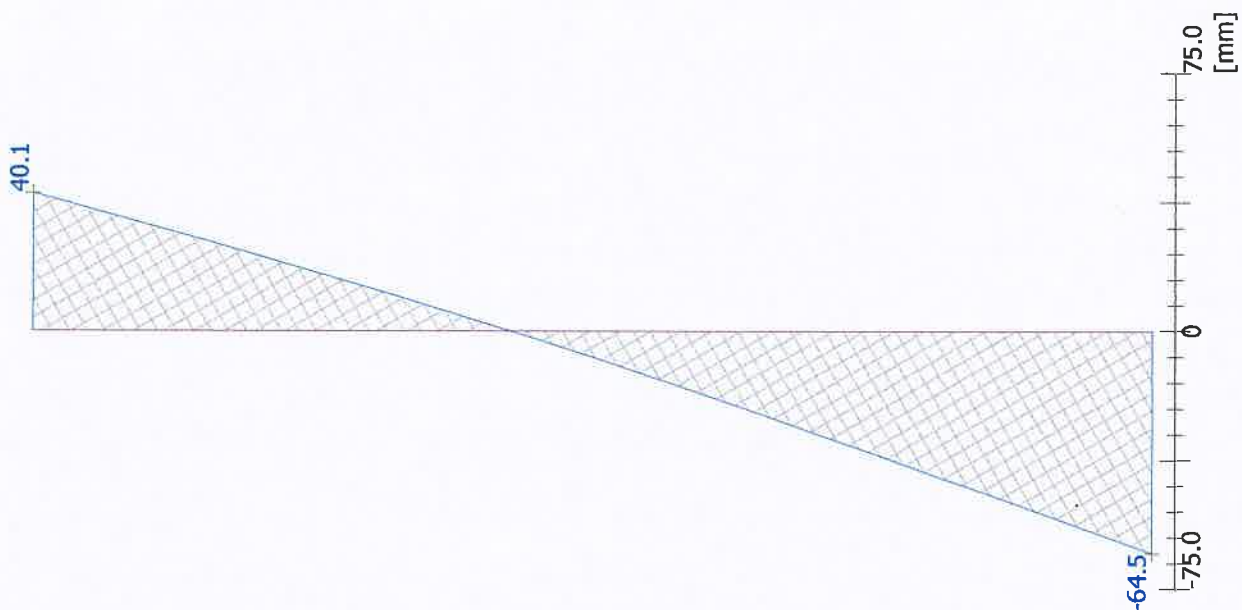
Název: Výpočet

Fáze : 1; Výpočet: 1

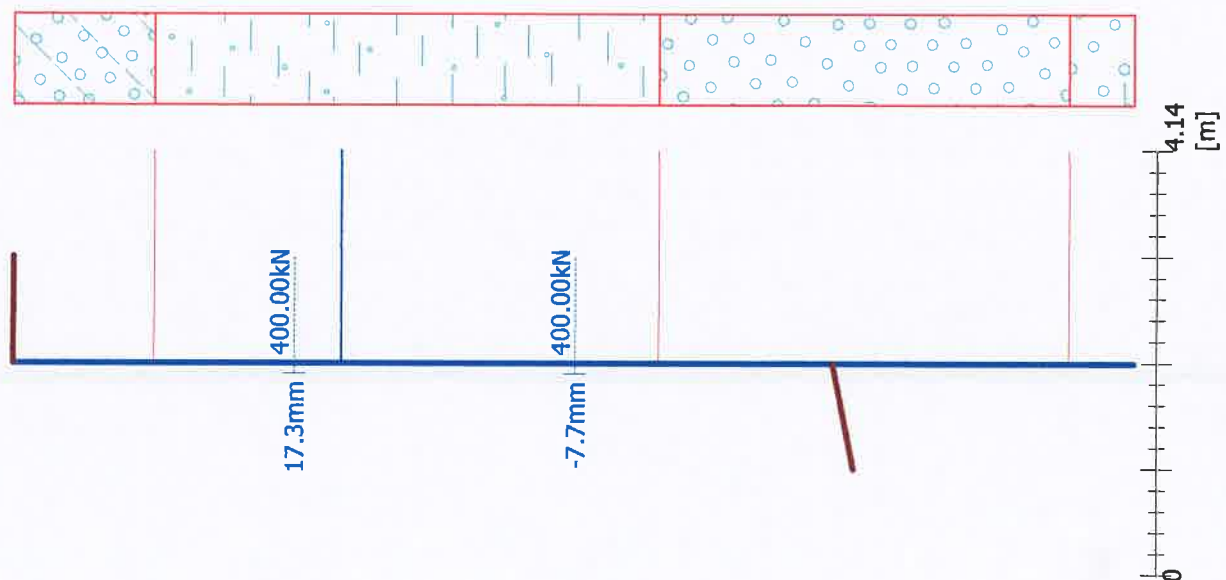
**Tlak na konstrukci**  
Max. tlak = 81.50 kPa



**Deformace konstrukce**  
Max. def. = 64.5 mm

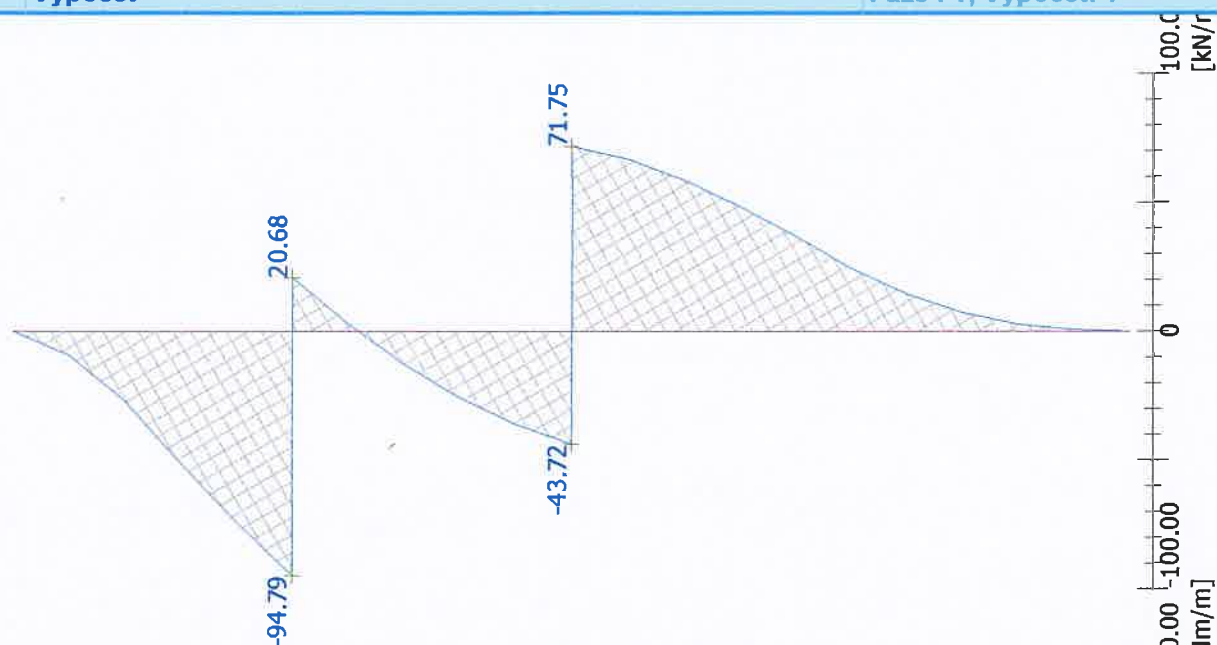
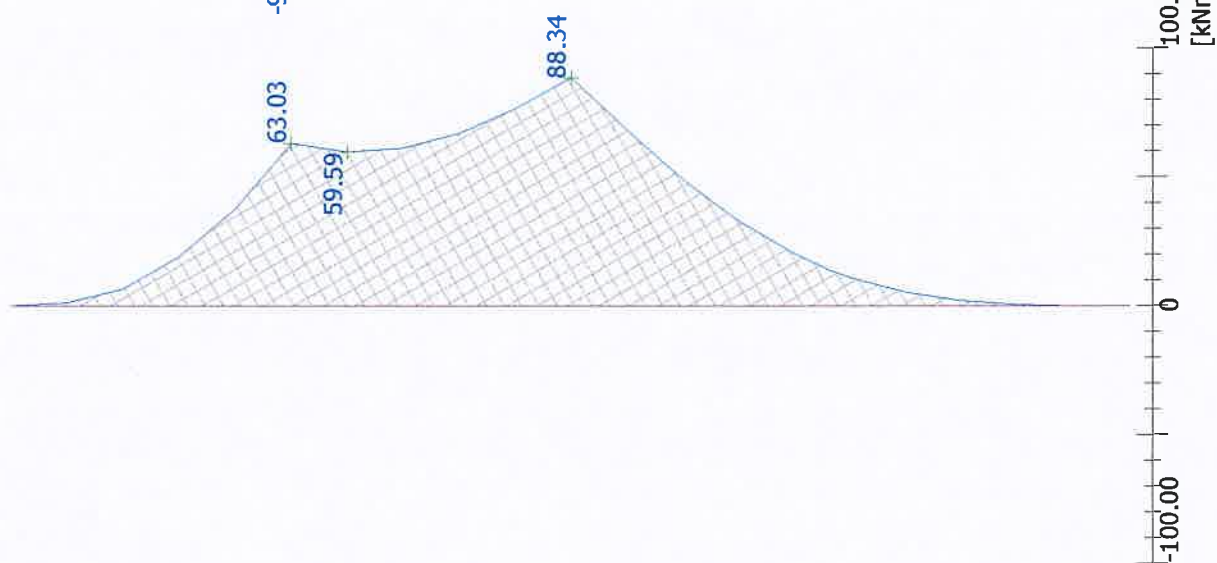


**Geometrie konstrukce**  
Délka konstrukce = 6.00 m

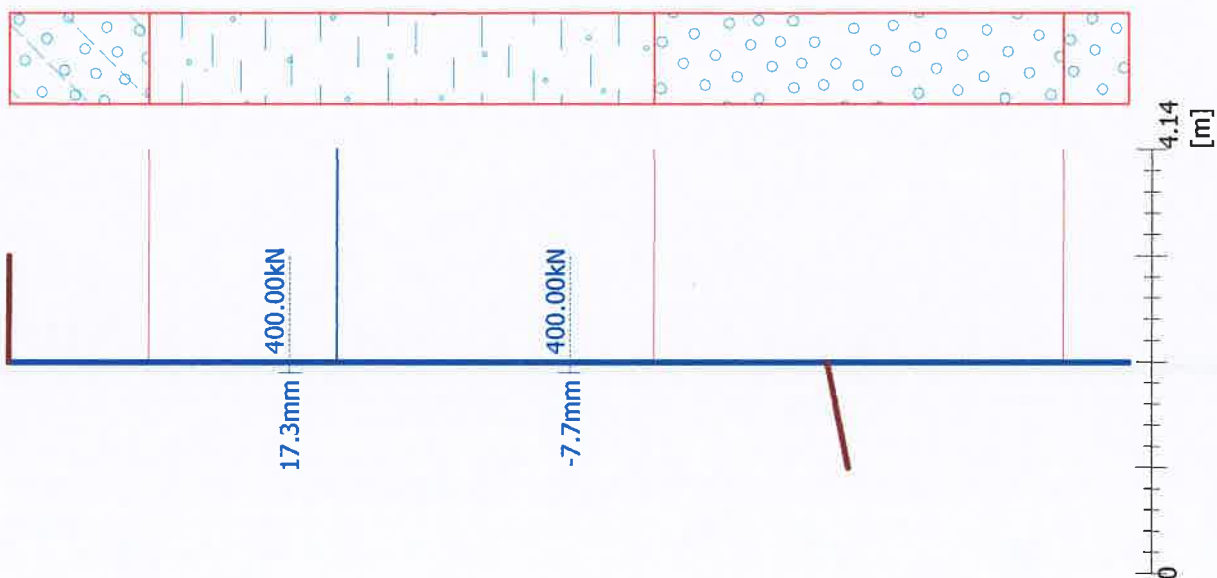


Název: Výpočet

Fáze : 1; Výpočet: 1

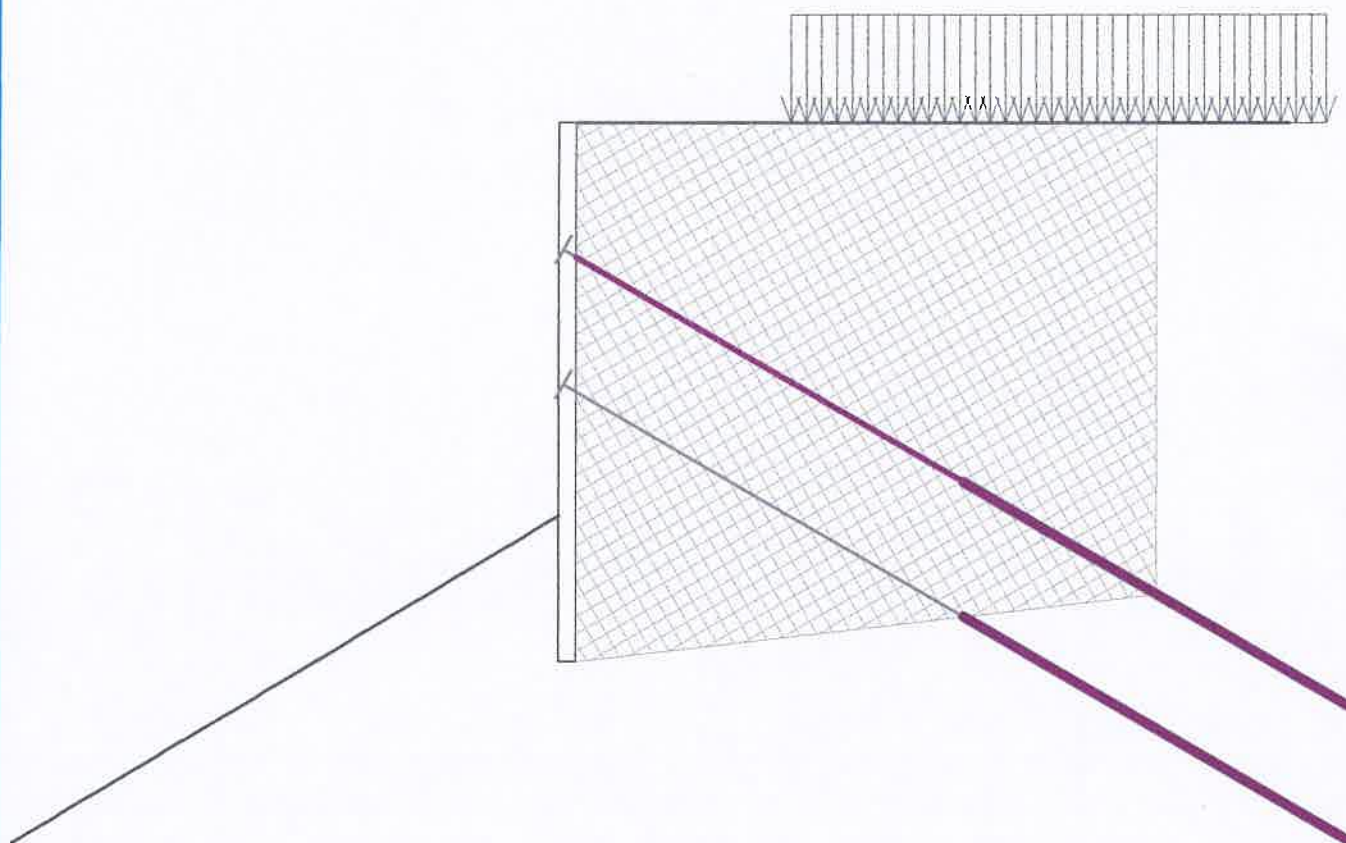
**Posouvající síla**Max.  $Q = 94.79 \text{ kN/m}$ **Ohybový moment**Max.  $M = 88.34 \text{ kNm/m}$ **Geometrie konstrukce**

Délka konstrukce = 6.00m



Název: Vnitřní stabilita

Fáze : 1; Výpočet: -1



## Vnitřní stabilita kotevního systému - mezivýsledek

 $E_A = 62.75 \text{ kN/m}$      $\delta = 8.56^\circ$ 

| Řada kotev | $E_{A1}$<br>[kN/m] | $\delta_1$<br>[°] | G<br>[kN/m] | C<br>[kN/m] | $\theta$<br>[°] | Započítané řady kotev | Q<br>[kN/m] | F<br>[kN/m] | $FK_{MAX}$<br>[kN] |
|------------|--------------------|-------------------|-------------|-------------|-----------------|-----------------------|-------------|-------------|--------------------|
| 1          | 45.39              | 25.52             | 447.58      | 18.31       | 6.59            |                       | 416.59      | 238.47      | 715.42             |
| 2          | 71.01              | 27.43             | 494.20      | 39.23       | -6.59           | 1                     | 307.67      | 210.63      | 631.88             |

## Posouzení vnitřní stability kotevního systému

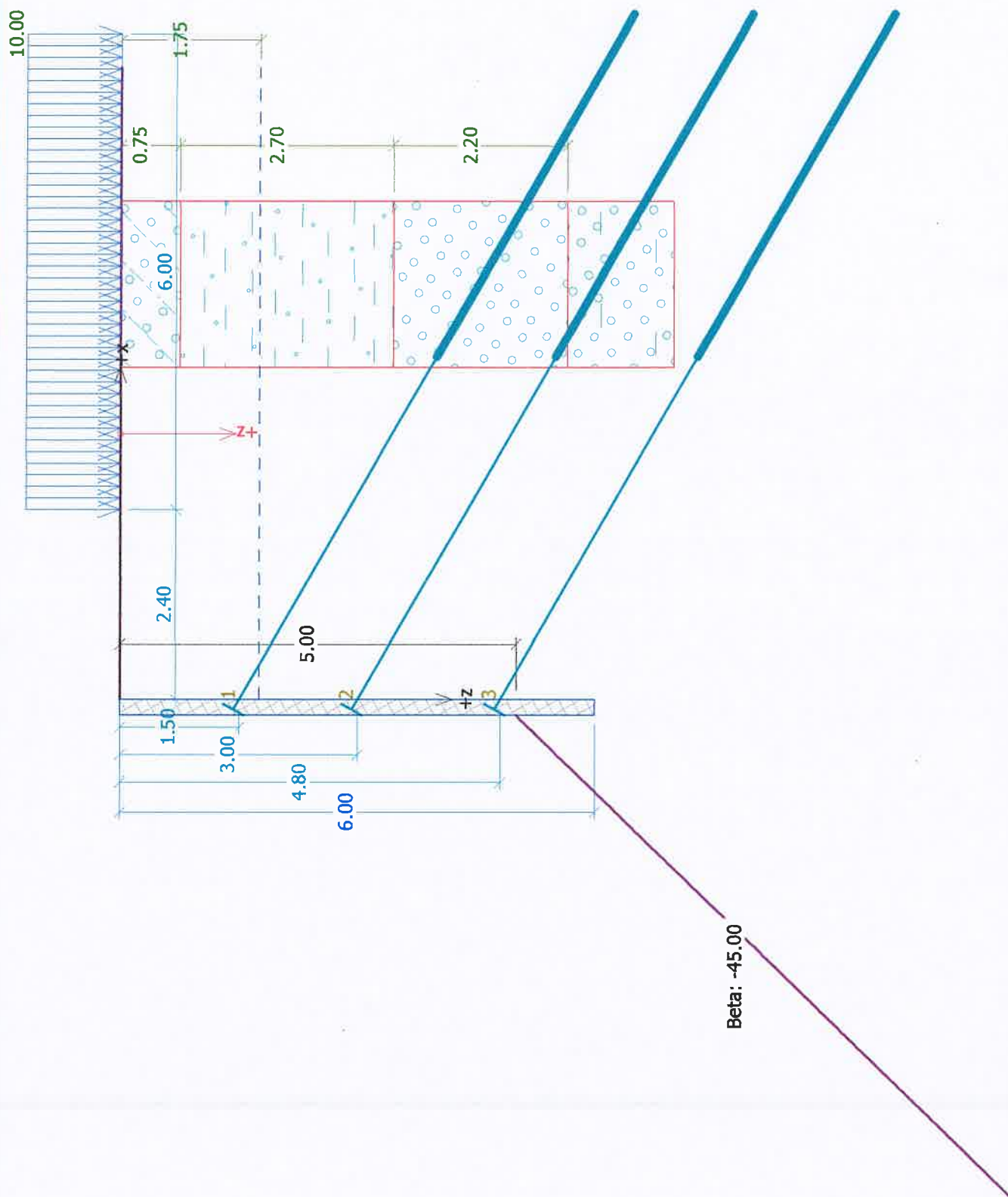
| Číslo | Síla v kotvě<br>[kN] | Max.příp.síla<br>[kN] | Stupeň<br>bezpečnosti |
|-------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1     | 400.00               | 715.42                | 1.789                 |
| 2     | 400.00               | 631.88                | 1.580                 |

Rozhodující řada kotev : 2

Požadovaný stupeň bezp.  $SB = 1.50 < 1.58 = SB_{minim.}$ **Celkové posouzení vnitřní stability VYHOVUJE**

Název: Projekt

Fáze : 1



## Posouzení pažicí konstrukce

## Vstupní data

## Projekt

Akce : ČOV Tišnov  
 Část : Stěna u LP v zahloubení  
 Autor : Ing. Libor Šeda  
 Odběratel : DUIS  
 Datum : 18.5.2022

## Geometrie konstrukce

Délka konstrukce = 6.00 m

Typ konstrukce: Štětovnice III n 436 x 168 x 13.0 mm

Koef.redukce tlaku před stěnou = 1.00

Plocha průřezu  $A = 1.973E-02 \text{ m}^2/\text{m}$

Moment setrvačnosti  $I = 2.320E-04 \text{ m}^4/\text{m}$

Modul pružnosti  $E = 210000.00 \text{ MPa}$

Modul pružnosti ve smyku  $G = 81000.00 \text{ MPa}$

Modul reakce podloží počítán podle teorie Schmitt.

## Základní parametry zemín

| Číslo | Název                      | Vzorek                                                                              | $\varphi_{ef}$<br>[°] | $c_{ef}$<br>[kPa] | $\gamma$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\gamma_{su}$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\delta_a$<br>[°] | $\delta_p$<br>[°] |
|-------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------|----------------------------------|---------------------------------------|-------------------|-------------------|
| 1     | Třída G4                   |  | 32.50                 | 4.00              | 19.00                            | 9.00                                  | 10.00             | 10.00             |
| 2     | Třída F4, konzistence tuhá |  | 24.50                 | 14.00             | 18.50                            | 9.00                                  | 8.00              | 8.00              |
| 3     | Třída G2, středně ulehlá   |  | 35.50                 | 0.00              | 20.00                            | 10.00                                 | 11.00             | 11.00             |
| 4     | Třída G5                   |  | 30.00                 | 6.00              | 19.50                            | 10.00                                 | 10.00             | 10.00             |

## Parametry zemín pro výpočet tlaku v klidu

| Číslo | Název                      | Vzorek                                                                              | Typ výpočtu | $\varphi$<br>[°] | $\nu$<br>[-] | OCR<br>[-] | $K_r$<br>[-] |
|-------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------|--------------|------------|--------------|
| 1     | Třída G4                   |  | nesoudržná  | 32.50            | -            | -          | -            |
| 2     | Třída F4, konzistence tuhá |  | soudržná    | -                | 0.35         | -          | -            |
| 3     | Třída G2, středně ulehlá   |  | nesoudržná  | 35.50            | -            | -          | -            |
| 4     | Třída G5                   |  | nesoudržná  | 30.00            | -            | -          | -            |

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

| Číslo | Název    | Vzorek                                                                              | $\nu$<br>[-] | $E_{oed}$<br>[MPa] | $E_{def}$<br>[MPa] |
|-------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------|--------------------|
| 1     | Třída G4 |  | 0.30         | -                  | 70.00              |

| Číslo | Název                      | Vzorek                                                                            | $\nu$<br>[-] | $E_{oed}$<br>[MPa] | $E_{def}$<br>[MPa] |
|-------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------|--------------------|
| 2     | Třída F4, konzistence tuhá |  | 0.35         | -                  | 5.00               |
| 3     | Třída G2, středně ulehlá   |  | 0.20         | -                  | 145.00             |
| 4     | Třída G5                   |  | 0.30         | -                  | 50.00              |

**Parametry zemín****Třída G4**

|                        |                                          |
|------------------------|------------------------------------------|
| Objemová tíha :        | $\gamma$ = 19,00 kN/m <sup>3</sup>       |
| Napjatost :            | efektivní                                |
| Úhel vnitřního tření : | $\varphi_{ef}$ = 32,50 °                 |
| Soudržnost zeminy :    | $c_{ef}$ = 4,00 kPa                      |
| Třecí úhel aktivní :   | $\delta_{act}$ = 10,00 °                 |
| Třecí úhel pasivní :   | $\delta_{pas}$ = 10,00 °                 |
| Zemina :               | nesoudržná                               |
| Modul přetvárnosti :   | $E_{def}$ = 70,00 MPa                    |
| Poissonovo číslo :     | $\nu$ = 0,30                             |
| Obj.tíha sat.zeminy :  | $\gamma_{sat}$ = 19,00 kN/m <sup>3</sup> |

**Třída F4, konzistence tuhá**

|                        |                                          |
|------------------------|------------------------------------------|
| Objemová tíha :        | $\gamma$ = 18,50 kN/m <sup>3</sup>       |
| Napjatost :            | efektivní                                |
| Úhel vnitřního tření : | $\varphi_{ef}$ = 24,50 °                 |
| Soudržnost zeminy :    | $c_{ef}$ = 14,00 kPa                     |
| Třecí úhel aktivní :   | $\delta_{act}$ = 8,00 °                  |
| Třecí úhel pasivní :   | $\delta_{pas}$ = 8,00 °                  |
| Zemina :               | soudržná                                 |
| Poissonovo číslo :     | $\nu$ = 0,35                             |
| Modul přetvárnosti :   | $E_{def}$ = 5,00 MPa                     |
| Poissonovo číslo :     | $\nu$ = 0,35                             |
| Obj.tíha sat.zeminy :  | $\gamma_{sat}$ = 19,00 kN/m <sup>3</sup> |

**Třída G2, středně ulehlá**

|                        |                                          |
|------------------------|------------------------------------------|
| Objemová tíha :        | $\gamma$ = 20,00 kN/m <sup>3</sup>       |
| Napjatost :            | efektivní                                |
| Úhel vnitřního tření : | $\varphi_{ef}$ = 35,50 °                 |
| Soudržnost zeminy :    | $c_{ef}$ = 0,00 kPa                      |
| Třecí úhel aktivní :   | $\delta_{act}$ = 11,00 °                 |
| Třecí úhel pasivní :   | $\delta_{pas}$ = 11,00 °                 |
| Zemina :               | nesoudržná                               |
| Modul přetvárnosti :   | $E_{def}$ = 145,00 MPa                   |
| Poissonovo číslo :     | $\nu$ = 0,20                             |
| Obj.tíha sat.zeminy :  | $\gamma_{sat}$ = 20,00 kN/m <sup>3</sup> |

**Třída G5**

|                        |                                    |
|------------------------|------------------------------------|
| Objemová tíha :        | $\gamma$ = 19,50 kN/m <sup>3</sup> |
| Napjatost :            | efektivní                          |
| Úhel vnitřního tření : | $\varphi_{ef}$ = 30,00 °           |
| Soudržnost zeminy :    | $c_{ef}$ = 6,00 kPa                |
| Třecí úhel aktivní :   | $\delta_{act}$ = 10,00 °           |

Třecí úhel pasivní :  $\delta_{pas} = 10,00^\circ$   
 Zemina : nesoudržná  
 Modul přetvámosti :  $E_{def} = 50,00 \text{ MPa}$   
 Poissonovo číslo :  $\nu = 0,30$   
 Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 20,00 \text{ kN/m}^3$

**Geologický profil a přiřazení zemin**

| Číslo | Vrstva [m] | Přiřazená zemina           | Vzorek |
|-------|------------|----------------------------|--------|
| 1     | 0.75       | Třída G4                   |        |
| 2     | 2.70       | Třída F4, konzistence tuhá |        |
| 3     | 2.20       | Třída G2, středně ulehlá   |        |
| 4     | 2.00       | Třída G5                   |        |
| 5     | -          | Třída G5                   |        |

**Hloubení**

Zemina před stěnou je odebrána do hloubky 5.00 m.

Sklon zeminy před zdí  $\beta = -45.00^\circ$

**Tvar terénu**

Terén za konstrukcí je rovný.

**Vliv vody**

Hladina podzemní vody za konstrukcí je v hloubce 1.75 m

**Zadaná plošná přitížení**

| Číslo | Přítížení nové změna | Typ    | Název | 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                  | Pásové |       | 10.00                      |                            | 2.40        | 6.00        | na terénu     |

**Zadané kotvy**

| Číslo | Nová kotva | Hloubka z [m] | Délka l [m] | Kořen l <sub>k</sub> [m] | Sklon α [°] | Vzd. mezi b [m] |
|-------|------------|---------------|-------------|--------------------------|-------------|-----------------|
| 1     | ANO        | 1.50          | 5.00        | 5.00                     | 30.00       | 3.00            |
| 2     | ANO        | 3.00          | 5.00        | 5.00                     | 30.00       | 3.00            |
| 3     | ANO        | 4.80          | 5.00        | 5.00                     | 30.00       | 3.00            |

| Číslo | Průměr d [mm] | Plocha A [mm <sup>2</sup> ] | Modul E [MPa] | Dopnutí | Síla F [kN] |
|-------|---------------|-----------------------------|---------------|---------|-------------|
| 1     |               | 4.200E+02                   | 195000.00     |         | 400.00      |
| 2     |               | 4.200E+02                   | 195000.00     |         | 400.00      |
| 3     |               | 4.200E+02                   | 195000.00     |         | 400.00      |

**Nastavení výpočtu**

Výpočet aktivního tlaku - Coulomb (ČSN 730037)

Výpočet pasivního tlaku - Caquot-Kerisel (ČSN 730037)

Počet dělení stěny na konečné prvky = 20

Výpočet proveden bez redukce vstupních dat.

Minimální dimenzační tlak je uvažován hodnotou  $\sigma_{z,min} = 0.20\sigma_z$ .

## Výsledky výpočtu

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

| Hloubka<br>[m] | Ta,p<br>[kPa] | Tk,p<br>[kPa] | Tp,p<br>[kPa] | Ta,z<br>[kPa] | Tk,z<br>[kPa] | Tp,z<br>[kPa] |
|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 0.00           | -0.00         | -0.00         | -0.00         | 0.00          | 0.00          | 17.43         |
| 0.00           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 17.44         |
| 0.26           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.99          | 3.27          | 41.33         |
| 0.52           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 1.98          | 6.48          | 65.22         |
| 0.75           | -0.00         | -0.00         | -0.00         | 2.85          | 9.20          | 86.13         |
| 0.75           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 2.85          | 10.28         | 91.40         |
| 0.78           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 2.97          | 10.70         | 93.22         |
| 1.04           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 3.94          | 13.97         | 107.78        |
| 1.30           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 4.90          | 17.09         | 122.34        |
| 1.31           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 4.91          | 17.12         | 122.50        |
| 1.57           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 5.87          | 20.07         | 136.90        |
| 1.75           | -0.00         | -0.00         | -0.00         | 6.55          | 22.10         | 147.22        |
| 1.83           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 7.12          | 23.29         | 150.05        |
| 2.09           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 9.06          | 27.31         | 159.74        |
| 2.35           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 11.00         | 31.24         | 169.43        |
| 2.61           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 12.94         | 35.10         | 179.13        |
| 2.87           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 14.88         | 38.91         | 188.82        |
| 2.90           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 15.10         | 39.33         | 189.89        |
| 2.90           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 15.10         | 39.33         | 189.89        |
| 3.13           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 18.18         | 42.68         | 198.51        |
| 3.39           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 21.64         | 46.43         | 208.20        |
| 3.45           | -0.00         | -0.00         | -0.00         | 22.42         | 47.27         | 210.39        |
| 3.45           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 30.88         | 41.54         | 293.23        |
| 3.65           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 33.37         | 44.30         | 306.87        |
| 3.91           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 36.59         | 47.84         | 324.48        |
| 4.17           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 39.81         | 51.38         | 342.08        |
| 4.43           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 43.03         | 54.91         | 359.69        |
| 4.70           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 46.25         | 58.44         | 377.29        |
| 4.96           | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 49.47         | 61.98         | 394.90        |
| 5.00           | -0.00         | -0.00         | -0.00         | 50.00         | 62.56         | 397.83        |
| 5.00           | -0.00         | -0.00         | -0.00         | 50.01         | 62.57         | 397.84        |
| 5.22           | -0.55         | -0.98         | -2.08         | 52.69         | 65.51         | 412.50        |
| 5.48           | -1.22         | -2.16         | -4.58         | 55.91         | 69.05         | 430.11        |
| 5.65           | -1.66         | -2.93         | -6.23         | 58.03         | 71.39         | 441.70        |
| 5.65           | -0.00         | -2.90         | -6.90         | 56.65         | 77.04         | 350.40        |
| 5.74           | 0.00          | -3.28         | -7.18         | 57.81         | 78.33         | 354.95        |
| 6.00           | -0.00         | -4.42         | -8.00         | 61.18         | 82.09         | 368.26        |

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

| Hloubka<br>[m] | kh,p<br>[MN/m <sup>3</sup> ] | kh,z<br>[MN/m <sup>3</sup> ] | Deformace<br>[mm] | Tlak<br>[kPa] | Pos.síla<br>[kN/m] | Moment<br>[kNm/m] |
|----------------|------------------------------|------------------------------|-------------------|---------------|--------------------|-------------------|
| 0.00           | 0.00                         | 0.00                         | 13.72             | 17.43         | 0.00               | 0.00              |

| Hloubka<br>[m] | kh,p<br>[MN/m <sup>3</sup> ] | kh,z<br>[MN/m <sup>3</sup> ] | Deformace<br>[mm] | Tlak<br>[kPa] | Pos.síla<br>[kN/m] | Moment<br>[kNm/m] |
|----------------|------------------------------|------------------------------|-------------------|---------------|--------------------|-------------------|
| 0.30           | 0.00                         | 0.00                         | 12.93             | 44.91         | -9.35              | 1.20              |
| 0.60           | 0.00                         | 0.00                         | 12.14             | 72.39         | -26.95             | 6.44              |
| 0.90           | 0.00                         | 2.61                         | 11.33             | 41.81         | -44.24             | 17.80             |
| 1.20           | 0.00                         | 2.61                         | 10.49             | 43.28         | -57.00             | 32.96             |
| 1.50           | 0.00                         | 2.61                         | 9.59              | 44.40         | -70.16             | 52.01             |
| 1.50           | 0.00                         | 2.61                         | 9.59              | 44.40         | 45.31              | 52.01             |
| 1.80           | 0.00                         | 2.61                         | 8.60              | 45.38         | 31.84              | 40.42             |
| 2.10           | 0.00                         | 2.61                         | 7.54              | 47.22         | 17.94              | 32.92             |
| 2.40           | 0.00                         | 2.61                         | 6.42              | 48.78         | 3.54               | 29.67             |
| 2.70           | 0.00                         | 2.61                         | 5.23              | 50.12         | -11.30             | 30.81             |
| 3.00           | 0.00                         | 2.61                         | 3.99              | 51.24         | -26.51             | 36.46             |
| 3.00           | 0.00                         | 2.61                         | 3.99              | 51.24         | 88.96              | 36.46             |
| 3.30           | 0.00                         | 2.61                         | 2.70              | 52.17         | 73.45              | 12.07             |
| 3.60           | 0.00                         | 142.67                       | 1.37              | 239.75        | 15.75              | -0.57             |
| 3.90           | 0.00                         | 142.67                       | 0.05              | 54.87         | -28.44             | 2.70              |
| 4.20           | 0.00                         | 0.00                         | -1.28             | 40.13         | -28.48             | 12.04             |
| 4.50           | 0.00                         | 0.00                         | -2.63             | 43.83         | -41.07             | 22.44             |
| 4.80           | 0.00                         | 0.00                         | -4.03             | 47.54         | -54.78             | 36.79             |
| 4.80           | 0.00                         | 0.00                         | -4.03             | 47.54         | 60.69              | 36.79             |
| 4.99           | 0.00                         | 0.00                         | -4.94             | 49.88         | 51.44              | 26.13             |
| 5.01           | 0.00                         | 0.00                         | -5.04             | 50.03         | 50.44              | 25.12             |
| 5.10           | 0.00                         | 0.00                         | -5.48             | 50.28         | 45.92              | 20.78             |
| 5.40           | 0.00                         | 0.00                         | -6.98             | 51.11         | 30.72              | 9.28              |
| 5.70           | 0.00                         | 0.00                         | -8.49             | 50.25         | 15.51              | 2.35              |
| 6.00           | 0.00                         | 0.00                         | -10.00            | 53.18         | 0.00               | -0.00             |

Maximální posouvající síla = 88.96 kN/m  
 Maximální moment = 52.01 kNm/m  
 Maximální deformace = 13.7 mm

#### Síly v kotvách

| Číslo | Hloubka<br>[m] | Deformace<br>[mm] | Síla v kotvě<br>[kN] |
|-------|----------------|-------------------|----------------------|
| 1     | 1.50           | 9.6               | 400.00               |
| 2     | 3.00           | 4.0               | 400.00               |
| 3     | 4.80           | -4.0              | 400.00               |

#### Posouzení vnitřní stability kotevního systému

| Číslo | Síla v kotvě<br>[kN] | Max.příp.síla<br>[kN] | Stupeň<br>bezpečnosti |
|-------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1     | 400.00               | 715.42                | 1.789                 |
| 2     | 400.00               | 631.88                | 1.580                 |
| 3     | 400.00               | 740.30                | 1.851                 |

Rozhodující řada kotev : 2  
 Požadovaný stupeň bezp.  $SB = 1.50 < 1.58 = SB_{\text{minim.}}$

**Celkové posouzení vnitřní stability VYHOVUJE**

#### Obálka vnitřních sil č. 1

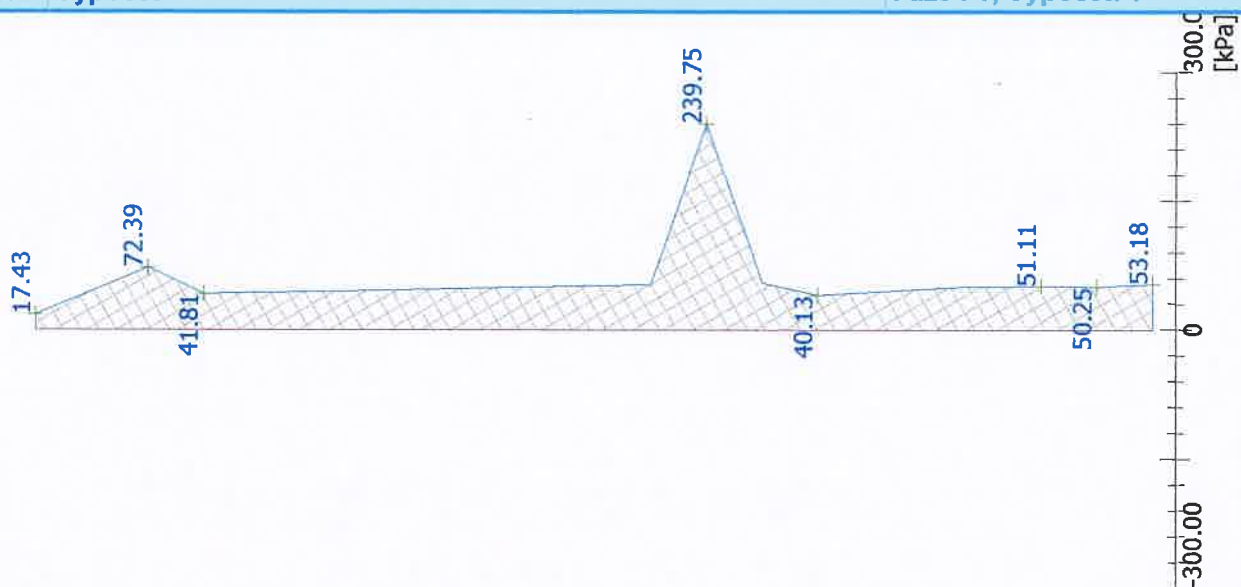
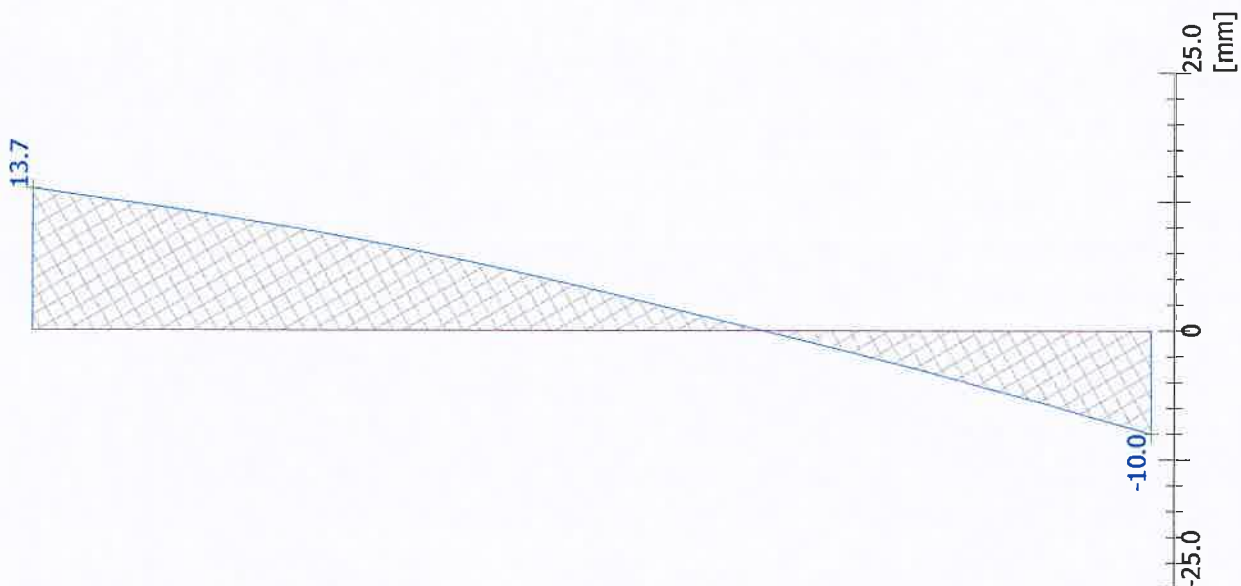
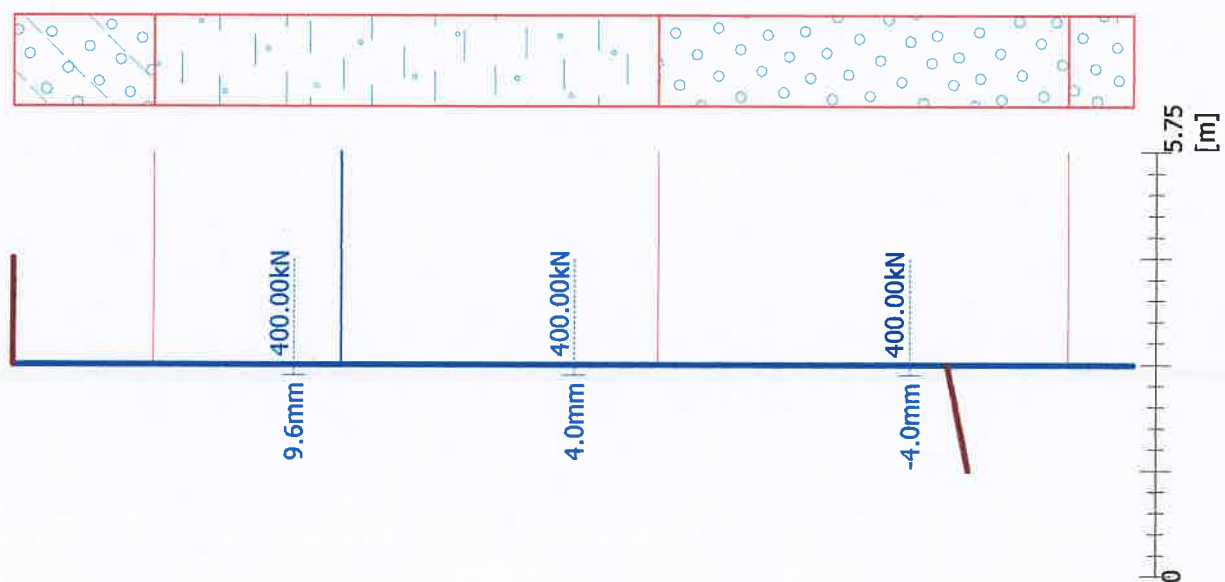
|      | Def. min<br>[mm] | Def. max<br>[mm] | Pos. síla min.<br>[kN/m] | Pos. síla max<br>[kN/m] | Moment min.<br>[kNm/m] | Moment max.<br>[kNm/m] |
|------|------------------|------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| 0.00 | 13.72            | 13.72            | 0.00                     | 0.00                    | 0.00                   | 0.00                   |
| 0.30 | 12.93            | 12.93            | -9.35                    | -9.35                   | 1.20                   | 1.20                   |
| 0.60 | 12.14            | 12.14            | -26.95                   | -26.95                  | 6.44                   | 6.44                   |
| 0.90 | 11.33            | 11.33            | -44.24                   | -44.24                  | 17.80                  | 17.80                  |
| 1.20 | 10.49            | 10.49            | -57.00                   | -57.00                  | 32.96                  | 32.96                  |
| 1.50 | 9.59             | 9.59             | -70.16                   | -70.16                  | 52.01                  | 52.01                  |
| 1.50 | 9.59             | 9.59             | 45.31                    | 45.31                   | 52.01                  | 52.01                  |
| 1.80 | 8.60             | 8.60             | 31.84                    | 31.84                   | 40.42                  | 40.42                  |
| 2.10 | 7.54             | 7.54             | 17.94                    | 17.94                   | 32.92                  | 32.92                  |
| 2.40 | 6.42             | 6.42             | 3.54                     | 3.54                    | 29.67                  | 29.67                  |
| 2.70 | 5.23             | 5.23             | -11.30                   | -11.30                  | 30.81                  | 30.81                  |
| 3.00 | 3.99             | 3.99             | -26.51                   | -26.51                  | 36.46                  | 36.46                  |
| 3.00 | 3.99             | 3.99             | 88.96                    | 88.96                   | 36.46                  | 36.46                  |
| 3.30 | 2.70             | 2.70             | 73.45                    | 73.45                   | 12.07                  | 12.07                  |
| 3.60 | 1.37             | 1.37             | 15.75                    | 15.75                   | -0.57                  | -0.57                  |
| 3.90 | 0.05             | 0.05             | -28.44                   | -28.44                  | 2.70                   | 2.70                   |
| 4.20 | -1.28            | -1.28            | -28.48                   | -28.48                  | 12.04                  | 12.04                  |
| 4.50 | -2.63            | -2.63            | -41.07                   | -41.07                  | 22.44                  | 22.44                  |
| 4.80 | -4.03            | -4.03            | -54.78                   | -54.78                  | 36.79                  | 36.79                  |
| 4.80 | -4.03            | -4.03            | 60.69                    | 60.69                   | 36.79                  | 36.79                  |
| 4.99 | -4.94            | -4.94            | 51.44                    | 51.44                   | 26.13                  | 26.13                  |
| 5.01 | -5.04            | -5.04            | 50.44                    | 50.44                   | 25.12                  | 25.12                  |
| 5.10 | -5.48            | -5.48            | 45.92                    | 45.92                   | 20.78                  | 20.78                  |
| 5.40 | -6.98            | -6.98            | 30.72                    | 30.72                   | 9.28                   | 9.28                   |
| 5.70 | -8.49            | -8.49            | 15.51                    | 15.51                   | 2.35                   | 2.35                   |
| 6.00 | -10.00           | -10.00           | 0.00                     | 0.00                    | -0.00                  | -0.00                  |

**Maximální hodnoty**

Maximální deformace = -10.0 mm  
 Minimální deformace = 13.7 mm  
 Maximální ohybový moment = 52.01 kNm/m  
 Minimální ohybový moment = -0.57 kNm/m  
 Maximální posouvající síla = 88.96 kN/m

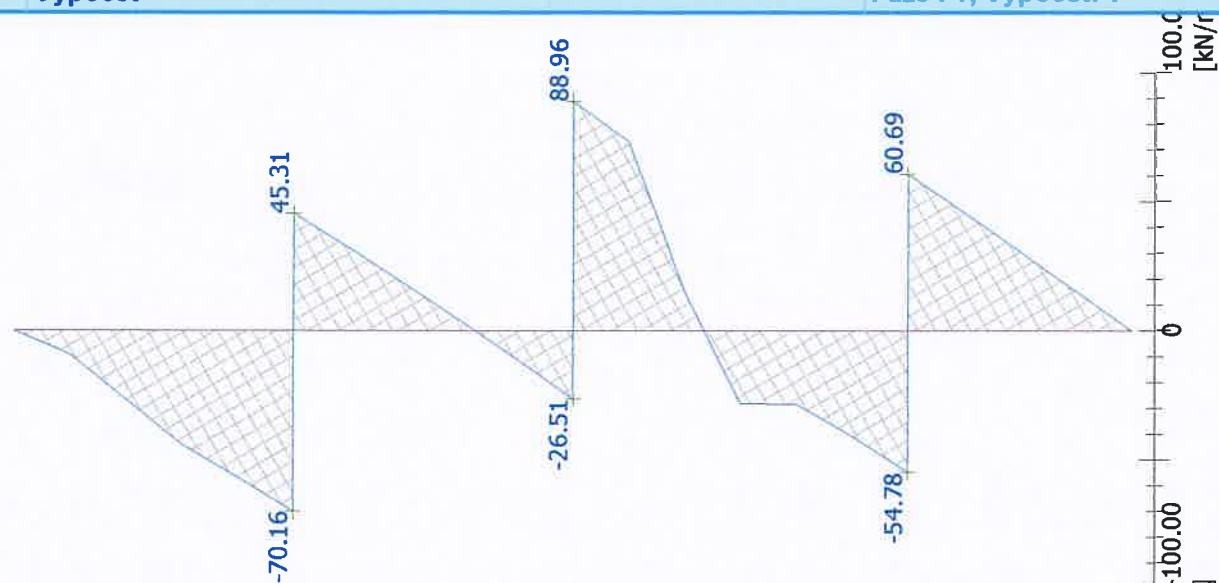
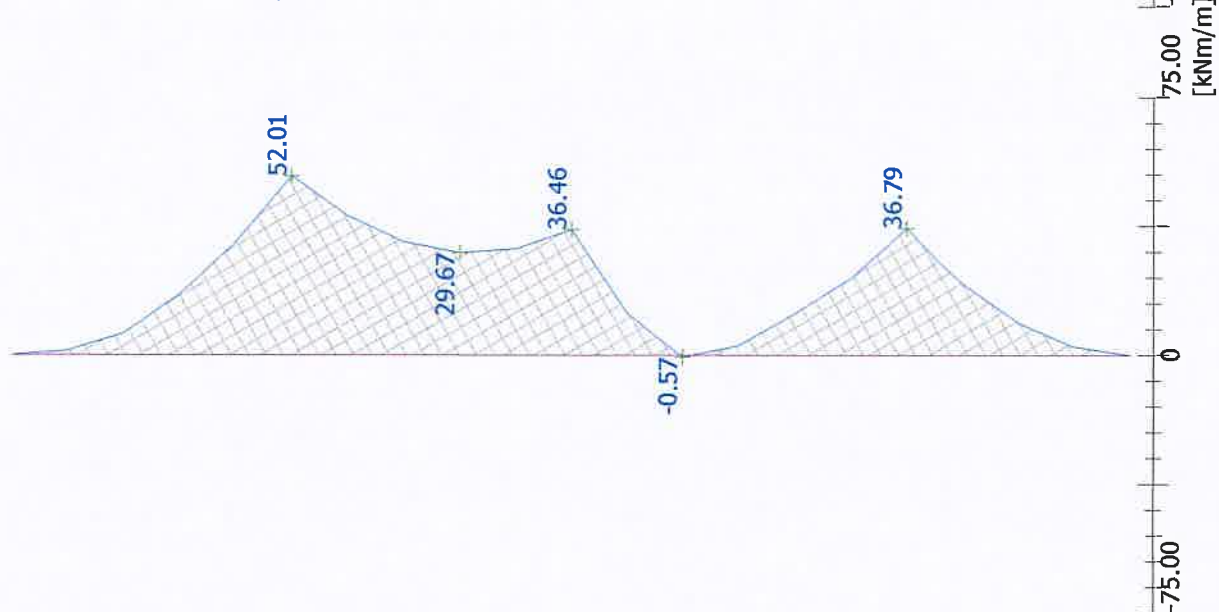
Název: Výpočet

Fáze : 1; Výpočet: 1

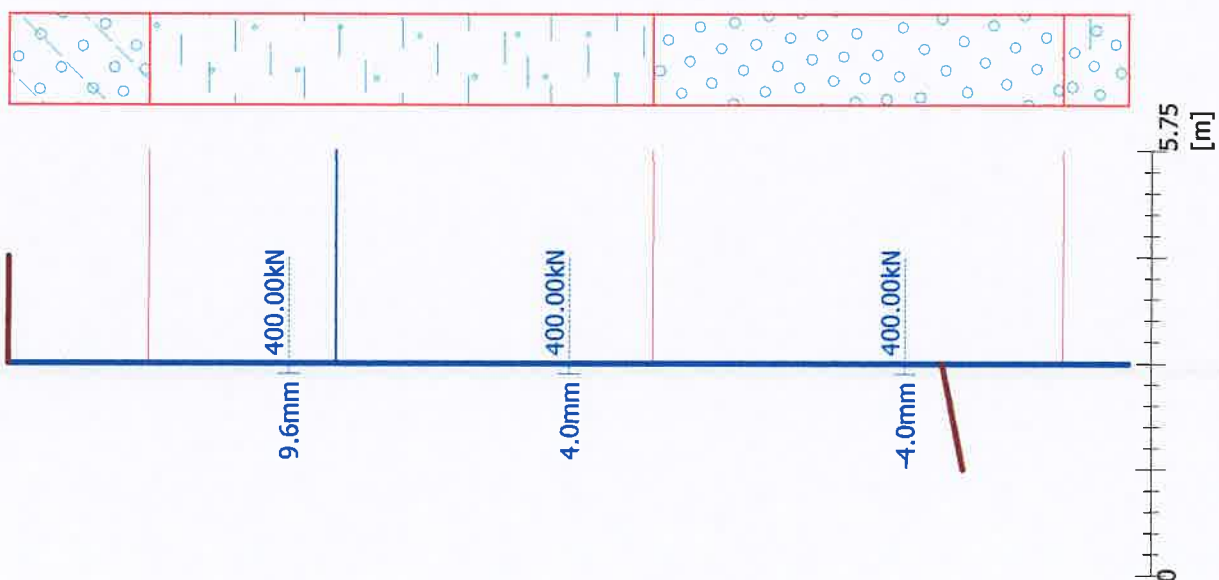
**Tlak na konstrukci**  
Max. tlak = 239.75kPa**Deformace konstrukce**  
Max. def. = 13.7mm**Geometrie konstrukce**  
Délka konstrukce = 6.00m

Název: Výpočet

Fáze : 1; Výpočet: 1

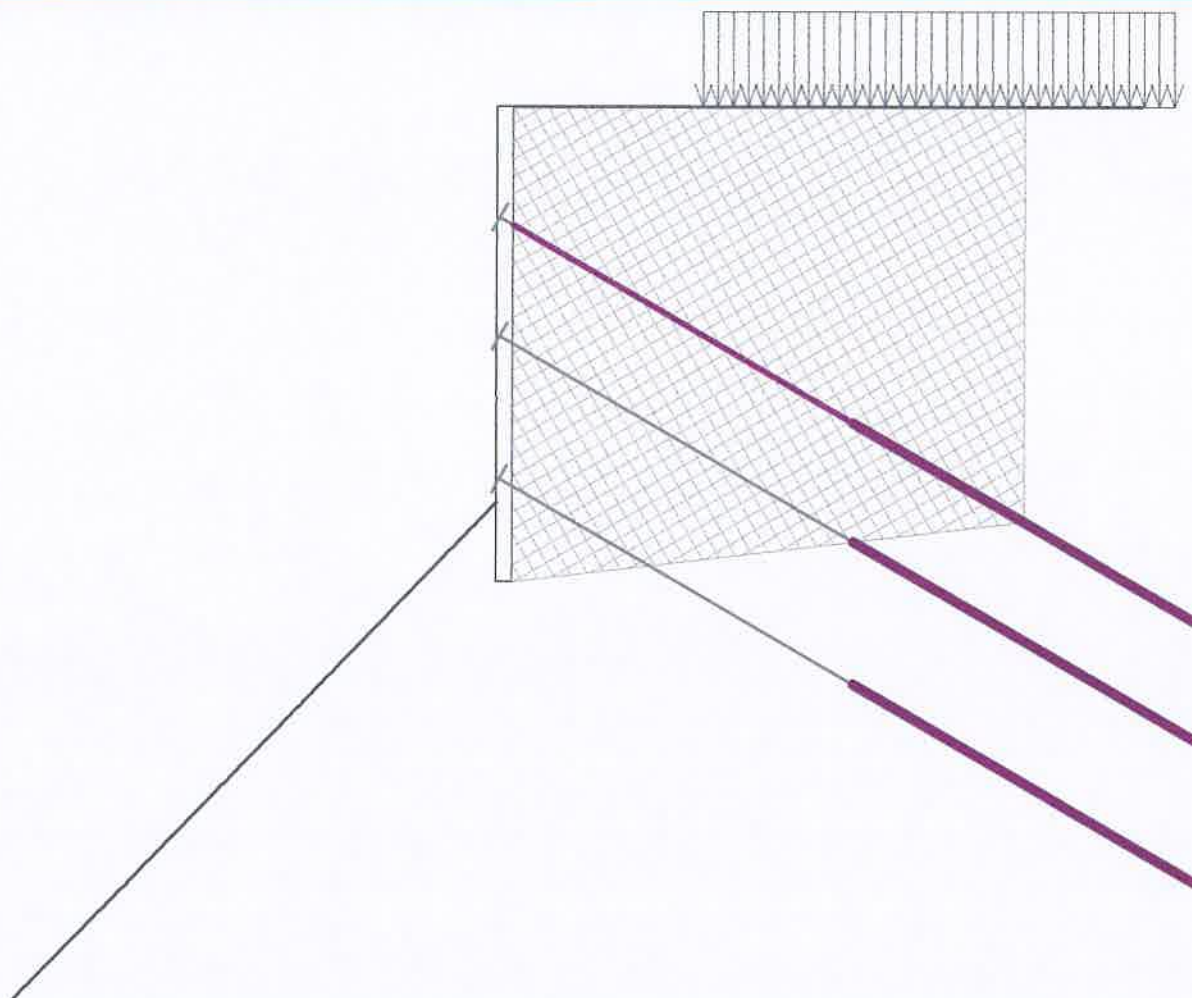
**Posouvající síla**Max.  $Q = 88.96 \text{ kN/m}$ **Ohybový moment**Max.  $M = 52.01 \text{ kNm/m}$ **Geometrie konstrukce**

Délka konstrukce = 6.00m



Název: Vnitřní stabilita

Fáze : 1; Výpočet: -1



## Vnitřní stabilita kotevního systému - mezivýsledky

 $E_A = 62.75 \text{ kN/m}$      $\delta = 8.56^\circ$ 

| Řada kotev | $E_{A1}$<br>[kN/m] | $\delta_1$<br>[°] | G<br>[kN/m] | C<br>[kN/m] | $\theta$<br>[°] | Započítané<br>řady kotev | Q<br>[kN/m] | F<br>[kN/m] | $FK_{MAX}$<br>[kN] |
|------------|--------------------|-------------------|-------------|-------------|-----------------|--------------------------|-------------|-------------|--------------------|
| 1          | 45.39              | 25.52             | 447.58      | 18.31       | 6.59            |                          | 416.59      | 238.47      | 715.42             |
| 2          | 71.01              | 27.43             | 494.20      | 39.23       | -6.59           | 1                        | 307.67      | 210.63      | 631.88             |
| 3          | 109.37             | 28.26             | 549.74      | 41.87       | -21.43          | 1,2                      | 317.15      | 246.77      | 740.30             |

## Posouzení vnitřní stability kotevního systému

| Číslo | Síla v kotvě<br>[kN] | Max.přip.síla<br>[kN] | Stupeň<br>bezpečnosti |
|-------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1     | 400.00               | 715.42                | 1.789                 |
| 2     | 400.00               | 631.88                | 1.580                 |
| 3     | 400.00               | 740.30                | 1.851                 |

Rozhodující řada kotev : 2

Požadovaný stupeň bezp.  $SB = 1.50 < 1.58 = SB_{minim.}$ **Celkové posouzení vnitřní stability VYHOVUJE**