

Akce: „Jez Brantice, stavba č. 5882“

Projektová dokumentace pro provádění stavby (DPS)

## D.01 SO 01 Vakový jez

### 01\_2.1 Statický výpočet

#### OBSAH

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | TECHNICKÉ ŘEŠENÍ .....                               | 2  |
| 1.1   | Použité normy .....                                  | 2  |
| 1.2   | Použité programy .....                               | 2  |
| 1.3   | Posuzované konstrukce .....                          | 2  |
| 1.4   | Materiály .....                                      | 3  |
| 1.5   | Geologické poměry .....                              | 3  |
| 2     | VÝPOČET A DIMENZOVÁNÍ KONSTRUKCÍ .....               | 4  |
| 2.1   | Vakový jez .....                                     | 4  |
| 2.1.1 | Popis jezu .....                                     | 4  |
| 2.1.2 | Stabilita jezového tělesa .....                      | 5  |
| 2.2   | Štětová stěna na návodním líci jezu .....            | 11 |
| 2.3   | Posouzení pažící konstrukce – stav při provozu ..... | 12 |
| 2.4   | Návrh a posouzení výztuže jezu .....                 | 16 |
| 2.5   | Zavazovací zeď jezu .....                            | 19 |
| 2.6   | Štětová stěna mezi SO01 a SO03 .....                 | 22 |
| 3     | ZÁVĚR .....  | 27 |

# 1 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

## 1.1 Použité normy

ČSN P ENV 206-A1 Beton - Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda

ČSN EN 1990 - Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1-1 - Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb,

ČSN EN 1991-1-3 - Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem,

ČSN EN 1991-1-4 - Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem,

ČSN EN 1991-1-5 - Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-5: Obecná zatížení - Zatížení teplotou,

ČSN EN 1991-1-6 - Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-6: Obecná zatížení - Zatížení během provádění,

ČSN EN 1991-1-7 - Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-7: Obecná zatížení - Mimořádná zatížení,

ČSN EN 1991-3 - Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 3: Zatížení od jeřábů a strojního vybavení,

ČSN 73 0210 - Geometrická přesnost ve výstavbě – podmínky provádění

ČSN EN 1997-1 - Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 1: Obecná pravidla,

ČSN EN 1992-1-1 - Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby,

ČSN 73 1208 - Navrhování betonových konstrukcí vodohospodářských staveb

ČSN EN 1991-2 - Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou,

ČSN 75 0250 - Zásady navrhování a zatížení konstrukcí vodohospodářských staveb

## 1.2 Použité programy

GEO 5; Analysis of geotechnical structures; © FINE 2010; moduly Zemní tlaky, Tížná zeď, Pažení posudek; verze 5.9.42.0, FINE, spol. s r.o., Praha

SCIA Engineer 21 – výpočet stěnodeskových konstrukcí metodou konečných prvků

RIB RTcdesign, Design of Concrete Sections, verze 10.0, ©2020

Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992 1-1 (EC2).

## 1.3 Posuzované konstrukce

Ve statických výpočtech jsou posouzeny tyto hlavní konstrukce SO 01 Vakový jez:

- vakový jez
- opěrné zdi
- pažení výkopů

Výpočet vnitřních sil a dimenzování byl proveden pro různé kombinace zatěžovacích stavů a bylo provedeno posouzení stability objektů.

Uvažovaná zatížení stavebních konstrukcí:

- vlastní hmotnost
- zemní tlak
- hydrostatický tlak
- zatížení provozem vozidel
- technologická zatížení

Navržené rozměry konstrukcí – viz výkresová část dokumentace.

Navrženo: Beton C30/37.....  $f_{cd} = f_{ck}/\gamma = 30/1,5 = 20 \text{ MPa}$

Výztuž 10 505 (R).....  $f_{yk} = 490 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = f_{yk}/\gamma = 490/1,15 = 426,10 \text{ MPa}$

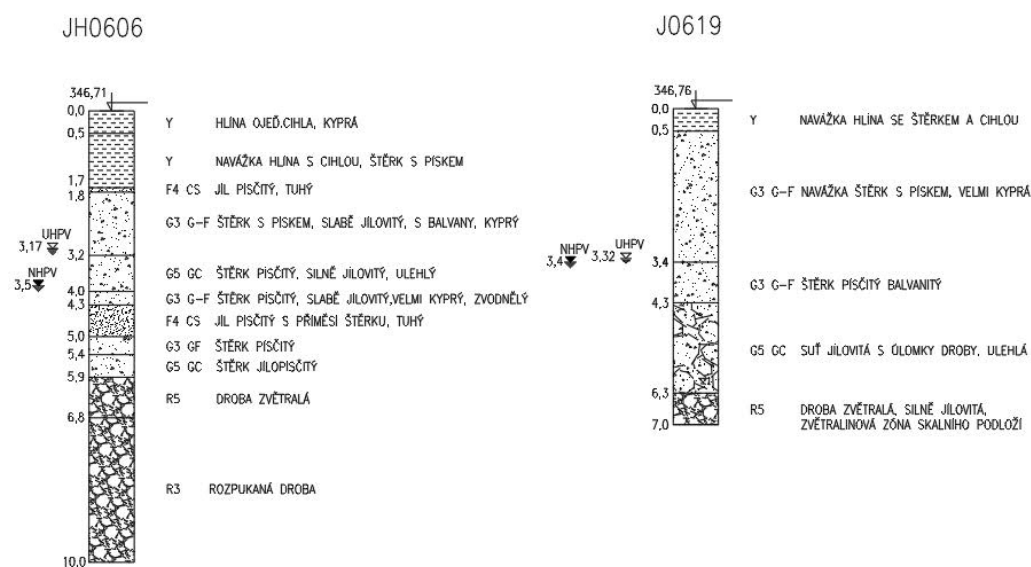
krytí výztuže: 50 mm

## 1.4 Materiály

- železobeton C30/37- XC4 - XF3 – XA1 (dle ČSN EN 206+A2)
- výztuž 10 505 (R), síť KARI
- ocel S235
- štětovnice typu VL 604E – staticky nutné a těsnící
- štětovnice typu VL 604 – ostatní

## 1.5 Geologické poměry

Předběžný inženýrskogeologický průzkum staveniště zajistil AZ Consult, spol. s r.o., Ústí nad Labem. geologické oddělení Aquatisu a.s. Brno. Podrobný průzkum pro opatření na vodních tocích a základní inženýrskogeologické a hydrogeologické poměry lokality byly popsány v rešeršní zprávě zpracované G IMPULS Praha spol. s r.o. a AQUATIS a.s., 09/2010. Doplnující průzkum v prostoru jezu a odpadního koryta se provedl v 06/2021 firmou KlaGeo, s.r.o., Horní 365, 747 15 Šilheřovice - viz níže.



Zkoumané zemní (horninové) prostředí lze rozčlenit na celky (geotechnické typy), kvazi-homogenní ve smyslu jejich geneze, granulometrického složení a hodnot fyzikálně-mechanických vlastností:

- Redeponované štěrkovité zeminy třídy G3/Y-GF.  
Geotechnický typ GT1
- Soudržné zeminy třídy F4-CS měkké konzistence, fluvialních náplavové hlíny.  
Geotechnický typ GT2a
- Nesoudržné štěrkovité zeminy, převážně třídy G3-GF, údolní štěrky fluvialní geneze.  
Geotechnický typ GT2b
- Silně navětralé až zvětralé kulmské předkvartérní podloží, třídy G5(R5).  
Geotechnický typ GT3

Zatřídění zemin bylo provedeno podle ČSN 73 1001 *Základová půda pod plošnými základy*, resp. ČSN EN ISO 14688-1, ČSN EN ISO 14688-2 *Geotechnický průzkum a zkoušení-Pojmenování a zařizování zemin, části 1,2*. Hodnoty fyzikálně-mechanických vlastností jednotlivých geotechnických typů (tabulka 7.1) byly stanoveny na základě makroskopického popisu vrtného jádra a laboratorních zkoušek zemních vzorků jako směrné normové charakteristiky dle původní ČSN 73 1001 *Základová půda pod plošnými základy*.

Tabulka č. 7.1: Hodnoty základních geotechnických parametrů zemin

| Geotechnický typ | $\rho_n$ | $E_{def}$ | $\gamma$ | $\varphi_{ef}$ | $C_{ef}$ | $K_{fil}$             |
|------------------|----------|-----------|----------|----------------|----------|-----------------------|
| GT1              | 19,0     | 30        | 0,25     | 33             | 0        | $10^{-4}$             |
| GT2a             | 18,5     | 3         | 0,35     | 15             | 15       | $10^{-8}$             |
| GT2b             | 19,5     | 40        | 0,25     | 35             | 0        | $10^{-4}$ - $10^{-6}$ |
| GT3              | 21,0     | 60        | 0,35     | 40             | 20       | $10^{-6}$ - $10^{-8}$ |

$\rho_n$  - objemová hmotnost ( $kN/m^3$ ),  $E_{def}$  - modul přetvárnosti (MPa),  $\gamma$  - Poissonovo číslo,  $\varphi_{ef}$  - úhel vnitřního tření efektivní ( $^\circ$ ),  $C_{ef}$  - koheze efektivní (kPa),  $K_{fil}$  - koeficient filtrace ( $m.s^{-1}$ ).

## 2 VÝPOČET A DIMENZOVÁNÍ KONSTRUKCÍ

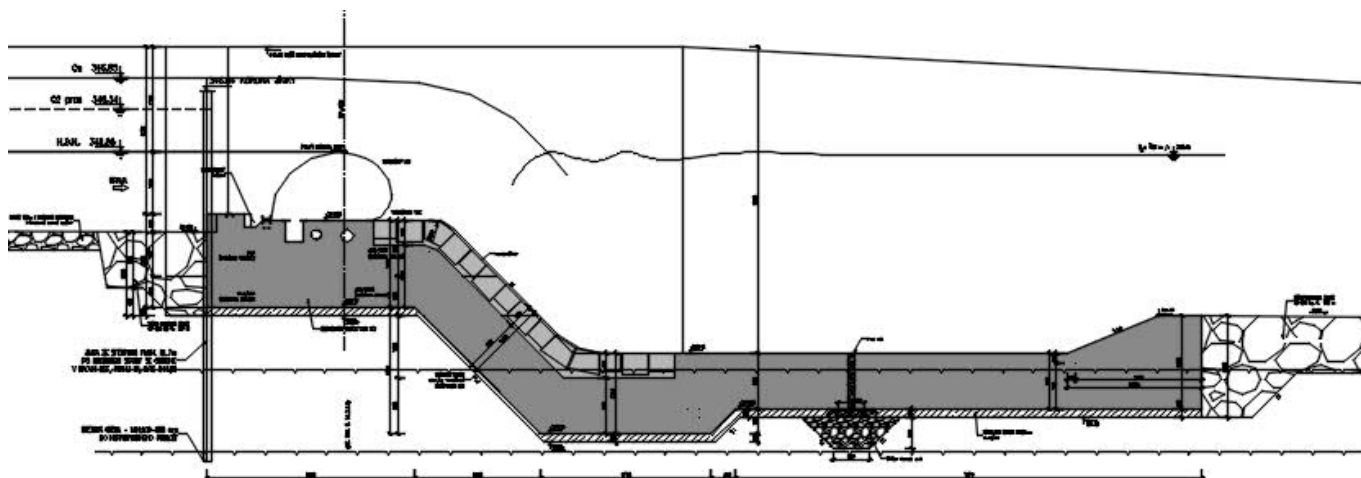
Konstrukce vakového jezu je navržena jako žlb. konstrukce.

Konstrukce jsou dimenzovány na zatížení od násypu, tlg. zařízení, vody, pojezdu mechanizace a hutnicí techniky. Výstupem jsou deformace a vnitřní síly v konstrukci, podle kterých je předběžně určena výztuž. Posudkem bylo potvrzeno, že stavba je navržena tak, aby zatížení na ni působící v průběhu výstavby a následného provozu nemělo za následek poškození nebo neúměrné přetvoření stávajících i nově budovaných konstrukcí.

### 2.1 Vakový jez

#### 2.1.1 Popis jezu

Vakový jez je navržen jako žlb. konstrukce. Lehká konstrukce vakového jezu je založena do zvětralé zóny skalního podloží. Základ vakového jezu zatížený vodním tlakem, bočním zemním tlakem a vlastní tíhou. Vodorovná zatížení přenáší základ do zeminy svojí tíhou a s pomocí štětové stěny. *Návodní štětová stěna musí zasahovat až do nepropustného podloží a zabránit proudění vody do stavební jámy i pod jezovým tělesem.* Těleso jezu je vybetonováno z betonu C 30/37 XC4 XF3 XA1. Návodní štětová stěna slouží během provádění stavby i jako ochranná jímka a po dokončení objektu jezu bude odříznuta v úrovni betonových konstrukcí.



### 2.1.2 Stabilita jezového tělesa

Statické řešení vyplývá ze stavebního postupu.

V 1. fázi zajišťují stabilitu stavební jámy vetknuté beraněné štětové stěny, z nichž návodní stěna je utěsněna až do nepropustného podloží.

Ve 2 fázi, po montáži vaku, odřezání návodní štětové stěny a napouštění zdrže, již zatížená návodní štětová stěna přebírá spolu s jezovým tělesem zatížení vnějšími silami a umrtvují ho do zeminy podloží jezu.

Ze stabilitních důvodů je novostavba jezu nejvíce ohrožena při max. rozdílu hladin nad a pod jezem.

#### Štětová stěna

- má funkci statickou pro stabilitu jezu, ochrannou funkci stavební jámy a proti prolomení základové půdy pod jezem. Štětová stěna musí být zaberaněna do nepropustného podloží a staticky se uvažuje jako vetknutá, nerozepřená.

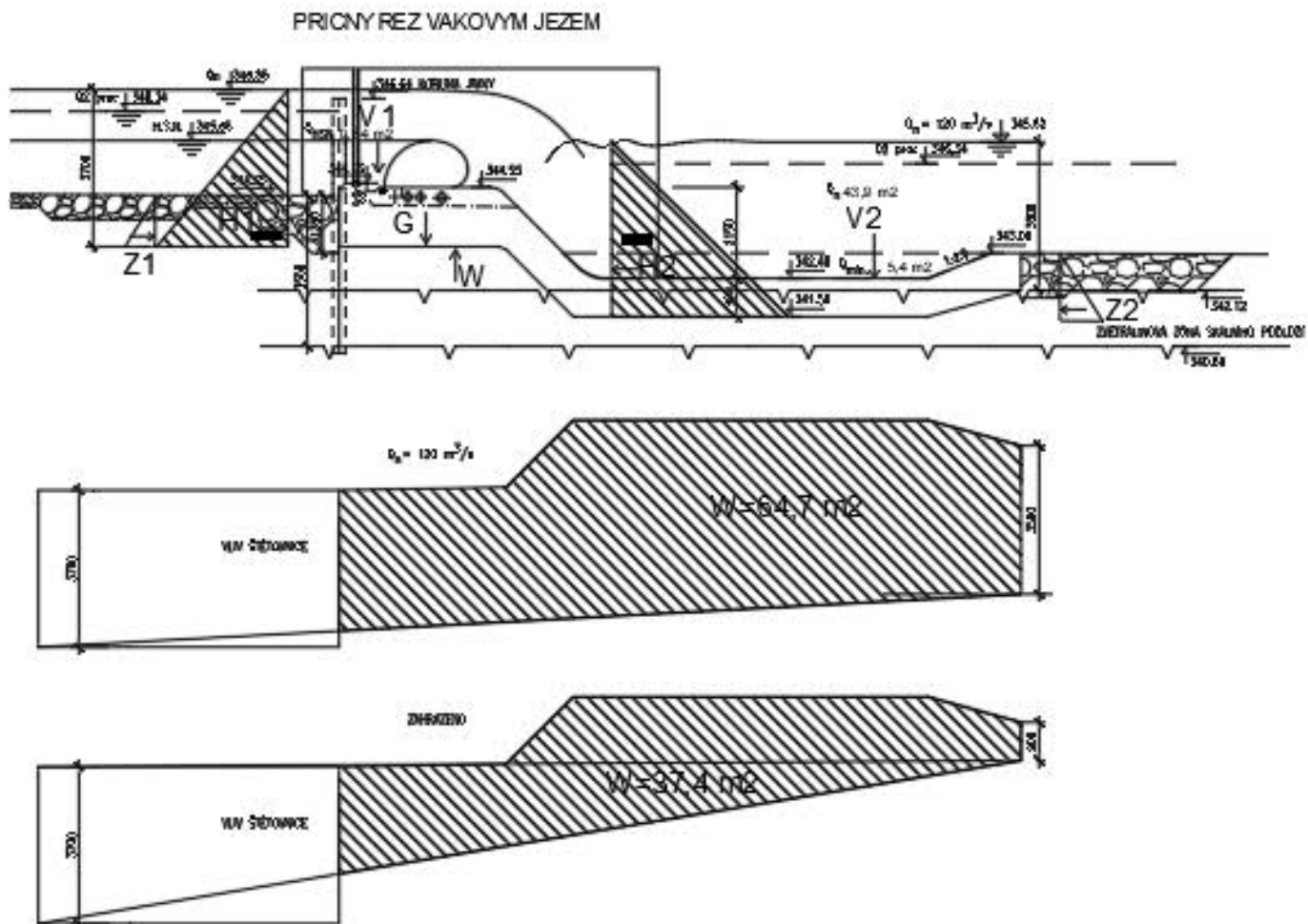
#### Zatížení

svislé se uvažuje:

- Tíhou jezu vč. vystrojení a vaku objemová tíha  $24 \text{ kN/m}^3$
- Vodou na jezu nebo bez ní od hladiny stálého nadržení 345,65
- Hydrostatickým vztlakem od dolní vody ve 2 výškových polohách 344,55; 345,65
- Hydrodynamickým vztlakem, redukováným vlivem utěsnění do podloží

vodorovné se uvažuje:

- Tlak od horní vody, zmenšený o tlak od dolní vody ( max. 2,15 m )
- Zeminou z návodní strany
- Kotvení jezového tělesa a návodní štětové stěny na vodorovnou sílu (  $43 \text{ kN/m}$  – viz kap. 2.1.2.2 ) jezu



#### 2.1.2.1 Vztlak

stav 1) Za provizorního hrazení při horní hladině 345,65 a při dolní hladině 343,00

|  |                                    |           |             |  |
|--|------------------------------------|-----------|-------------|--|
| <b>povodeň Qn = 120 m3/s</b>               |                                    |           |             |  |
|  | zákl. spára                        |           | 343         |  |
|  | hl. nadjezí                        |           | 345,65      |  |
|  | zákl. spára podjezí                |           | 341,5       |  |
| <b>Vodorovné síly - hydrostatický tlak</b> |                                    |           |             |  |
|  | výška/plocha                       | délka 25m | kN          |  |
| H1   | 5,8                                | 25        | 1450        |  |
| H2   | 8,3                                | 25        | 2075        |  |
| <b>Vodorovné síly - zemní tlak</b>         |                                    |           |             |  |
|  | objemová tíha zeminy Z             |           | 9           |  |
|  |                                    |           | 1,1         | zemní tlak je aktivní složka                   |
|  | <b>Výpočtová hodnota obj. tíhy</b> |           | 9,9         |  |
|  | úhel vnitřního tření G3            |           | 28          | jen pro výpočet zemního tlaku                  |
|  |                                    |           | 1           |  |
|  | výpočtová hodnota                  |           | 28          |  |
|  | koeficient zemního tlaku v klidu   |           | 0,530747198 |  |
|  | výška/plocha šířka /m              |           | kN          |  |
| Z1   | 0,4                                | 25        | 11          | vodorovný zemní tlak -nadjezí - tlak v klidu   |
| Z2   | 0,8                                | 25        | 42          | vodorovný zemní tlak -podjezí - tlak v klidu   |
| V1   | 0,5                                | 25        | 125         | svislá složka před klapkou                     |
| V2   | 43,4                               | 25        | 10850       | svislá složka nad stupněm                      |
| W  | 64,7                               | 25        | 16175       | vztlak celkem, rozdíl mezi dolní a horní vodou |
| <b>Vlastní tíha konstrukce</b>             |                                    |           |             |  |
|  | m3                                 |           |             |  |
| G  | 402                                | 25        | 10050 kN    | vlastní hmotnost betonu jezu                   |
| <b>Technologie - vl. váha</b>              |                                    |           |             |  |
| GT   |                                    |           | 80          | vlastní tíha technologie                       |

objem betonů celkem: 402 m<sup>3</sup>

jez vzdoruje vyplavání: 402 \* 23,0 = 10 050 kN = G

voda nad jezem: V1 + V2 = 10 975 kN

technologie: cca 80 kN

celkem vzdoruje vyplavání: (G+Technologie +V1+V2-W) = 21 105 kN = Q<sub>b</sub> \*0,9 = 18 994 kN

Vztlak vodou:

W = 16 175 kN

F<sub>VZ</sub> = 16 175 \*1,1 = 17 793 kN

**Q<sub>b</sub> = 18 994 kN kN > F<sub>VZ</sub> = 17 793 kN .....VYHOVUJE**

## stav 2) Při zahrazení

objem betonů celkem: 402 m<sup>3</sup>

jez vzdoruje vyplavání: 402 \* 23,0 = 10 050 kN = G

voda nad jezem: V1 + V2 = 0,5 + 5,4 = 5,9 \* 25m \* 10 = 1 425 kN

technologie: cca 80 kN

celkem vzdoruje vyplavání: (G+Technologie +V1+V2-W) = 11 605 kN = Q<sub>b</sub> \*0,9 = 10 444 kN

Vztlak vodou:

W = 37,4 \* 25 \*10 = 9 350 kN

F<sub>VZ</sub> = W \* 1,1 = 10 285 kN

**Q<sub>b</sub> = 10 444 kN > F<sub>VZ</sub> = 10 285 kN .....VYHOVUJE**

**2.1.2.2 Stabilita proti posunutí v základové spáře**

Je posuzována stabilita bloku jezu, pod kterým je skalní podloží na cca kótě 340,80 a posunutí v zemině tř. R5 s úhlem vnitřního tření  $\varphi = 28^\circ$ , s soudržností  $c = 0$  až 2 kPa. V průběhu zpracování byly vypočteny 2 zatěžovací stavy. Jednotlivé výpočty jsou archivovány u projektanta. Zatěžovací schéma je stejná jako pro výpočet vztaku.

$$H_{neg} * \gamma_{dst} * \gamma_1 \leq (V * tg\varphi_d) * \gamma_{stb}$$

$H_{neg}$  ... vodorovná složka negativního zatížení

$V$  ... svislá složka zatížení

$tg\varphi_d$  ... tangens úhlu vnitřního tření

podloží v místě základové spáry – hodnoty převzaté z IGP:  $\varphi_r = 35^\circ$ ;  $c = 0-2$  kPa  $\phi = 28^\circ$  pro tř. R5

**Stabilita proti posunutí je vyšetřena pro zatěžovací stavy:**

- 1) Za provizorního hrazení při horní hladině  $Q_2 = 346,34$  a při dolní hladině 343,00  
 Nejnepříznivější zatěžovací stav je s nízkou dolní vodou  

|                          |            |          |
|--------------------------|------------|----------|
| Zatížení na zákl. spáru  | 169,76 kPa |          |
| Bezpečnost na překlopení | 4,71       | > 1      |
| Bezpečnost na posunutí   | 0,704      | < 1      |
| Kotevní síla nutná       | 43,00 kN/m | na posun |
- 2) Za provozu při provozní hladině na jezovém tělese  
 Nejnepříznivější zatěžovací stav opři  $Q_2$  s nízkou dolní vodou min. 343,0  

|                          |           |
|--------------------------|-----------|
| Zatížení na zákl. spáru  | 183,0 kPa |
| Bezpečnost na překlopení | 5,3 > 1   |
| Bezpečnost na posunutí   | 1,23 > 1  |
| Kotevní síla             | 0,0 kN/m  |



|   |                                      |           |             |  |
|---|--------------------------------------|-----------|-------------|--|
| <b>povodeň Qn =120 m3/s</b>   |                                      |           |             |  |
|   | zákl. spára                          |           | 343         |  |
|   | hl. nadjezí                          |           | 345,65      |  |
|   | zákl. spára podjezí                  |           | 341,5       |  |
| <b>Vodorovné síly - hydrostatický tlak</b>  |                                      |           |             |  |
|   | výška/plocha                         | délka 25m | kN          |  |
| H1  | 5,8                                  | 25        | 1450        |  |
| H2  | 8,3                                  | 25        | 2075        |  |
| <b>Vodorovné síly - zemní tlak</b>  |                                      |           |             |  |
|   | objemová tíha zeminy Z               |           | 9           |  |
|   |                                      |           | 1,1         | zemní tlak je aktivní složka                   |
|   | Výpočtová hodnota obj. tíhy          |           | 9,9         |  |
|   | úhel vnitřního tření G3              |           | 35          | jen pro výpočet zemního tlaku                  |
|   |                                      |           | 1           |  |
|   | výpočtová hodnota                    |           | 35          |  |
|   | koeficient zemního tlaku v klidu     |           | 0,426677268 |  |
|   | výška/plocha šířka /m                |           | kN          |  |
| Z1  | 0,4                                  | 25        | 8           | vodorovný zemní tlak -nadjezí - tlak v klidu   |
| Z2  | 0,8                                  | 25        | 34          | vodorovný zemní tlak -podjezí - tlak v klidu   |
| V1  | 0,5                                  | 25        | 125         | svislá složka před klapkou                     |
| V2  | 43,4                                 | 25        | 10850       | svislá složka nad stupněm                      |
| W   | 64,7                                 | 25        | 16175       | vztlak celkem, rozdíl mezi dolní a horní vodou |
| <b>Vlastní tíha konstrukce</b>  |                                      |           |             |  |
|   | m3                                   |           |             |  |
| G   | 402                                  | 25        | 10050 kN    | vlastní hmotnost betonu jezu                   |
| <b>Technologie - vl. váha</b>   |                                      |           |             |  |
| GT  |                                      |           | 80          | vlastní tíha technologie                       |
| <b>Posouzení stability:</b>   |                                      |           |             |  |
| V   | Svislé síly (G+Technologie +V1+V2-W) |           | 4930 kN     |  |
| Hneg  | Vodorovné (H1+Z1-H2-Z2)              |           | 3567 kN     |  |
| <b>Posouzení bez koeficientů dst 1,1 + stb 0,9</b>  |                                      |           |             |  |
|   | úhel tření v základové spáře         | 35        | 1,25        | 28   |
|   | tg                                   |           |             | 0,531392                                       |
|   | koheze                               | 2         | 1,25        | 1,6  |
| <b>Posouzení bez koeficientů</b>  |                                      |           |             |  |
|   | Pasivní síly                         |           | 2619,76 kN  | svislé*tg                                      |
|   | Aktivní síly                         |           | 3567 kN     | vodorovné                                      |
|   | Koheze                               |           | 640,00 kN   | plocha*koheze                                  |
| <b>0,734394165</b> PROSTÝ POMĚR PASIVNÍCH A AKTIVNÍCH SIL BEZ ZAPOČTENÍ KOHEZE NA ZÁKLADOVÉ SPÁŘE |                                      |           |             |  |
| <b>0,913804525</b> SE ZAPOČTENÍM KOHEZE V ZÁKLADOVÉ SPÁŘE A ODPORU - TŘENÍ POD DESKOU VÝVARU      |                                      |           |             |  |

z tabulky:  $H_{neg} / V = 0,914$  .....**NEVYHOVUJE**

štětovnice musí přenést vodorovnou sílu:

stupeň bezpečnosti dle EC = 1,22:  $1,22 - 0,914 = 0,306 * 3\,567\text{kN} = 1\,092\text{ kN}$

1 092 kN/25 m = **43 kN /1bm** ..... minimálně přenesse horní štětovnice

**Jezové těleso musí být staticky skotveno se štětovou stěnou!**

|  |                                      |           |             |  |
|--|--------------------------------------|-----------|-------------|--|
| <b>zahrazeno + Q2</b>  |                                      |           |             |  |
|  | zákl. spára                          |           | 343,00      |  |
|  | hl. nadjezí                          |           | 346,34      |  |
|  | zákl. spára podjezí                  |           | 341,50      |  |
| <b>Vodorovné síly - hydrostatický tlak</b>                                     |                                      |           |             |  |
|  | výška/plocha                         | délka 25m | kN          |  |
| H1   | 5,2                                  | 25        | 1300        |  |
| H2   | 0,8                                  | 25        | 200         |  |
| <b>Vodorovné síly - zemní tlak</b>   |                                      |           |             |  |
|  | objemová tíha zeminy Z               |           | 9           |  |
|  |                                      |           | 1,1         | zemní tlak je aktivní složka                   |
|  | Výpočtová hodnota obj. tíhy          |           | 9,9         |  |
|  | úhel vnitřního tření G3              |           | 35          | jen pro výpočet zemního tlaku                  |
|  |                                      |           | 1           |  |
|  | výpočtová hodnota                    |           | 35          |  |
|  | koeficient zemního tlaku v klidu     |           | 0,426677268 |  |
|  | výška/plocha                         | šířka /m  | kN          |  |
| Z1   | 0,4                                  | 25        | 8           | vodorovný zemní tlak -nadjezí - tlak v klidu   |
| Z2   | 0,8                                  | 25        | 34          | vodorovný zemní tlak -podjezí - tlak v klidu   |
| V1   | 0,5                                  | 25        | 125         | svislá složka před klapkou                     |
| V2   | 5,4                                  | 25        | 1350        | svislá složka nad stupněm                      |
| W  | 37,4                                 | 25        | 9350        | vztlak celkem, rozdíl mezi dolní a horní vodou |
| <b>Vlastní tíha konstrukce</b>   |                                      |           |             |  |
|  | m3                                   |           |             |  |
| G  | 402                                  | 25        | 10050 kN    | vlastní hmotnost betonu jezu                   |
| <b>Technologie - vl. váha</b>  |                                      |           |             |  |
| GT   |                                      |           | 80          | vlastní tíha technologie                       |
| <b>Posouzení stability:</b>  |                                      |           |             |  |
| V  | Svislé síly (G+Technologie +V1+V2-W) |           | 2255 kN     |  |
| Hneg   | Vodorovné (H1+Z1-H2-Z2)              |           | 1542 kN     |  |
| <b>Posouzení bez koeficientů dst 1,1 + stb 0,9</b>                             |                                      |           |             |  |
|  | úhel tření v základové spáře         |           | 35          | redukce pro výpočet v základové spáře          |
|  | tg                                   |           |             | 1,25 28  |
|  | koheze                               |           | 2           | 0,531392                                       |
|  |                                      |           |             | 1,25 1,6                                       |
| <b>Posouzení bez koeficientů</b>   |                                      |           |             |  |
|  | Pasivní síly                         |           | 1198,29 kN  | svislé*tg                                      |
|  | Aktivní síly                         |           | 1542 kN     | vodorovné                                      |
|  | Koheze                               |           | 640,00 kN   | plocha*koheze                                  |
| <b>0,776978574</b>   |                                      |           |             |  |
| <b>1,191959099</b>   |                                      |           |             |  |
| PROSTÝ POMĚR PASIVNÍCH A AKTIVNÍCH SIL BEZ ZAPOČTENÍ KOHEZE NA ZÁKLADOVÉ SPÁŘE |                                      |           |             |  |
| SE ZAPOČTENÍM KOHEZE V ZÁKLADOVÉ SPÁŘE A ODPORU - TŘENÍ POD DESKOU VÝVARU      |                                      |           |             |  |

V tomto zatěžovacím stavu stabilita vychází pouze za podmínky, že počítáme s kohezí a třením - pak štětovnice nemusí přenést vodorovnou sílu.

## 2.2 Štětová stěna na návodním líci jezu

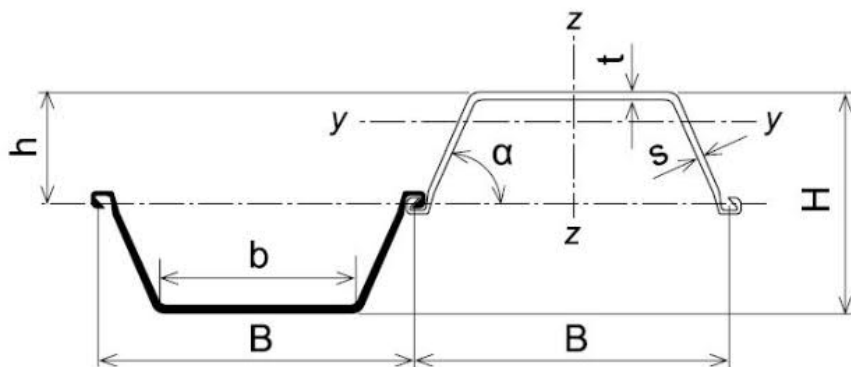
Štětová stěna musí být zabírána do nepropustného podloží.

Zvolený typ: VL 604E – typ byl zvolen na základě agresivity podzemní vody (viz dále) a tím i zmenšení jejich únosnosti (úbytku materiálu) vlivem koroze v čase 50 až 100 let.

Štětovnice

Základní parametry jednotlivých typů štětovnic

| Profil    | Rozměry |     |      |      | Plocha průřezu stěny<br>cm <sup>2</sup> /m | Hmoty  |       | Moment setrvačnosti<br>cm <sup>4</sup> /m | Průřezový modul odporu<br>cm <sup>3</sup> /m | Statický moment<br>cm <sup>3</sup> /m | Plastický modul průřezu<br>cm <sup>3</sup> /m |
|-----------|---------|-----|------|------|--|--------|-------|---|--|---------------------------------------|---|
|           | B       | H   | t    | s    |  | Profil | Stěna |   |  |                                       |   |
|           | mm      | mm  | mm   | mm   |  |        |       |   |  |                                       |   |
| Ilín      | 400     | 290 | 13,0 | 9,0  | 198,1                                      | 62,2   | 155,5 | 23206                                     | 1600   | 893                                   | 1785  |
| VL 504A   | 500     | 340 | 11,2 | 8,7  | 161,7                                      | 63,5   | 127,0 | 24198                                     | 1423   | 810                                   | 1619  |
| VL 504    | 500     | 340 | 12,0 | 9,0  | 169,7                                      | 66,6   | 133,2 | 25575                                     | 1504   | 854                                   | 1709  |
| VL 504K   | 500     | 340 | 13,0 | 9,3  | 179,1                                      | 70,3   | 140,6 | 27233                                     | 1602   | 908                                   | 1816  |
| VL 507A   | 500     | 437 | 17,5 | 10,2 | 235,2                                      | 92,3   | 184,6 | 61185                                     | 2800   | 1601                                  | 3202  |
| VL 601    | 600     | 310 | 7,5  | 6,4  | 98,3                                       | 46,3   | 77,2  | 11530                                     | 744  | 432                                   | 864   |
| VL 601K   | 600     | 310 | 7,8  | 6,8  | 102,9                                      | 48,5   | 80,8  | 12019                                     | 775  | 452                                   | 903   |
| VL 602A   | 600     | 310 | 8,0  | 7,3  | 109,0                                      | 51,3   | 85,5  | 12499                                     | 806  | 472                                   | 943   |
| VL 602    | 600     | 310 | 8,4  | 7,6  | 113,3                                      | 53,4   | 89,0  | 13046                                     | 842  | 492                                   | 984   |
| VL 602K   | 600     | 310 | 8,8  | 7,9  | 117,7                                      | 55,4   | 92,3  | 13590                                     | 877  | 513                                   | 1025  |
| VL 603A   | 600     | 320 | 9,0  | 8,0  | 130,6                                      | 61,5   | 102,5 | 18205                                     | 1138   | 635                                   | 1271  |
| VL 603    | 600     | 320 | 9,6  | 8,2  | 136,3                                      | 64,2   | 107,0 | 19199                                     | 1200   | 669                                   | 1338  |
| VL 603K   | 600     | 320 | 9,8  | 9,0  | 143,9                                      | 67,8   | 113,0 | 19853                                     | 1241   | 694                                   | 1389  |
| VL 603Z   | 600     | 322 | 10,0 | 10,0 | 153,1                                      | 72,1   | 120,2 | 20930                                     | 1300   | 732                                   | 1464  |
| VL 603Z11 | 600     | 320 | 11,0 | 11,0 | 166,9                                      | 78,6   | 131,0 | 22470                                     | 1404   | 792                                   | 1583  |
| VL 604A   | 600     | 390 | 9,6  | 8,8  | 150,8                                      | 71,0   | 118,3 | 30495                                     | 1564   | 885                                   | 1770  |
| VL 604    | 600     | 390 | 10,0 | 9,0  | 155,2                                      | 73,1   | 121,8 | 31548                                     | 1618   | 915                                   | 1830  |
| VL 604K   | 600     | 390 | 10,4 | 9,2  | 159,7                                      | 75,2   | 125,3 | 32600                                     | 1672   | 945                                   | 1890  |
| VL 604Z   | 600     | 390 | 10,8 | 10,0 | 168,8                                      | 79,5   | 132,5 | 34087                                     | 1748   | 992                                   | 1985  |
| VL 604D   | 600     | 390 | 10,9 | 8,7  | 158,6                                      | 74,7   | 124,5 | 33330                                     | 1709   | 961                                   | 1921  |
| VL 604E   | 600     | 390 | 12,3 | 9,0  | 170,2                                      | 80,2   | 133,7 | 36623                                     | 1878   | 1053                                  | 2107  |
| VL 605A   | 600     | 420 | 10,7 | 9,0  | 162,5                                      | 76,5   | 127,5 | 38242                                     | 1821   | 1035                                  | 2070  |
| VL 605    | 600     | 420 | 12,3 | 9,2  | 174,2                                      | 82,1   | 136,8 | 42433                                     | 2021   | 1143                                  | 2286  |
| VL 605K   | 600     | 420 | 12,4 | 10,0 | 182,0                                      | 85,7   | 142,8 | 43435                                     | 2068   | 1176                                  | 2352  |
| VL 606A   | 600     | 430 | 13,4 | 9,0  | 181,3                                      | 85,4   | 142,3 | 47402                                     | 2205   | 1243                                  | 2487  |
| VL 606    | 600     | 430 | 15,8 | 9,3  | 199,3                                      | 93,9   | 156,5 | 53785                                     | 2502   | 1406                                  | 2812  |
| VL 606K   | 600     | 430 | 15,4 | 9,6  | 199,9                                      | 94,2   | 157,0 | 47004                                     | 2554   | 1422                                  | 2844  |



Podle ČSN EN 206 – 1 – Beton – část 1: *Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda* vykazuje podzemní i povrchová voda slabou (XA1) uhličitánovou agresivitu na betonové konstrukce.

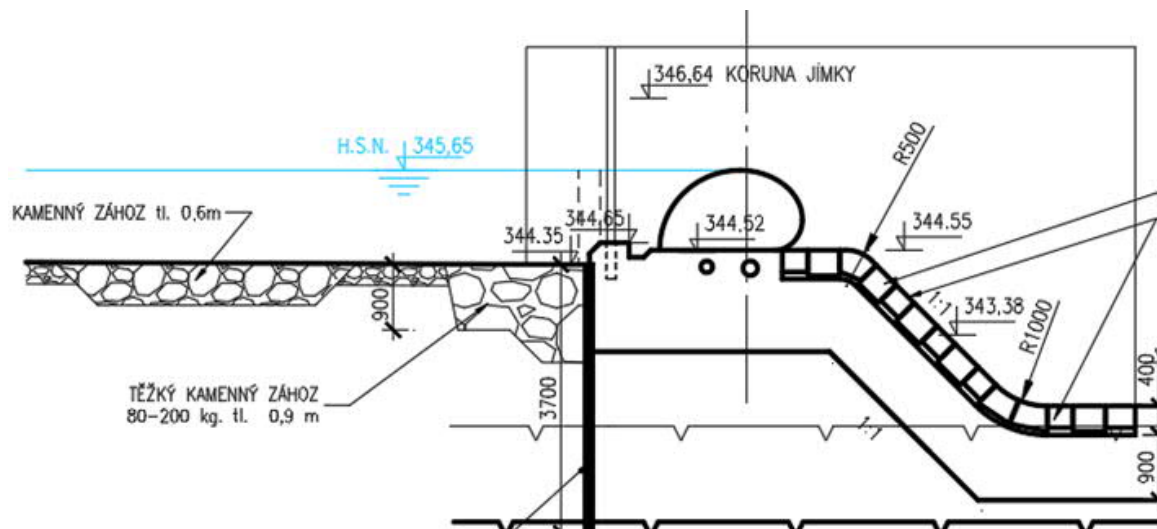
Podle ČSN 038375 *Ochrana kovových potrubí uložených v půdě nebo ve vodě proti korozi* se jedná o podzemní vodu s velmi nízkou (pH, SO<sub>3</sub>+Cl) agresivitou a velmi vysokou uhličitánovou agresivitou vůči kovovým konstrukcím.

### 2.3 Posouzení pažící konstrukce – stav při provozu

**Jezové těleso je staticky skotveno se štetovou stěnou pomocí navařené výztuže.**

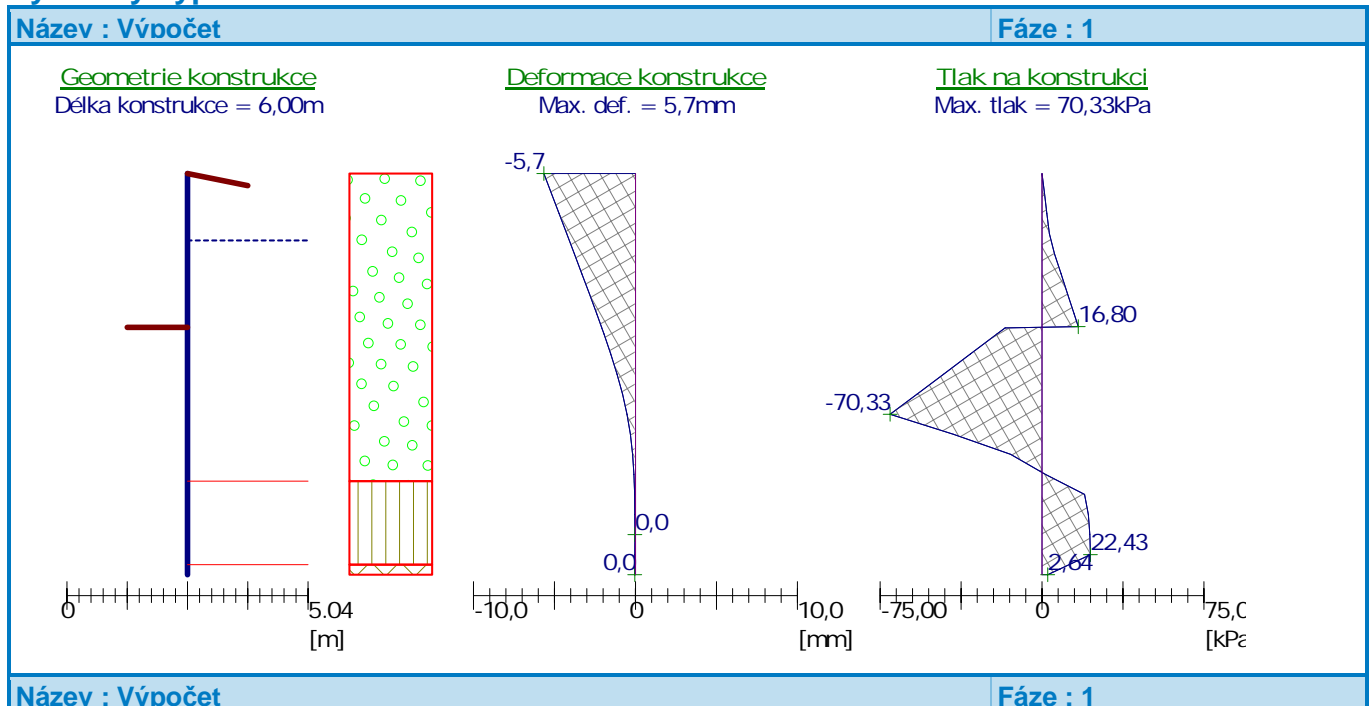
**KOTVENÍ JEZU 43kN/m + VODA H.S.N. 345,65**

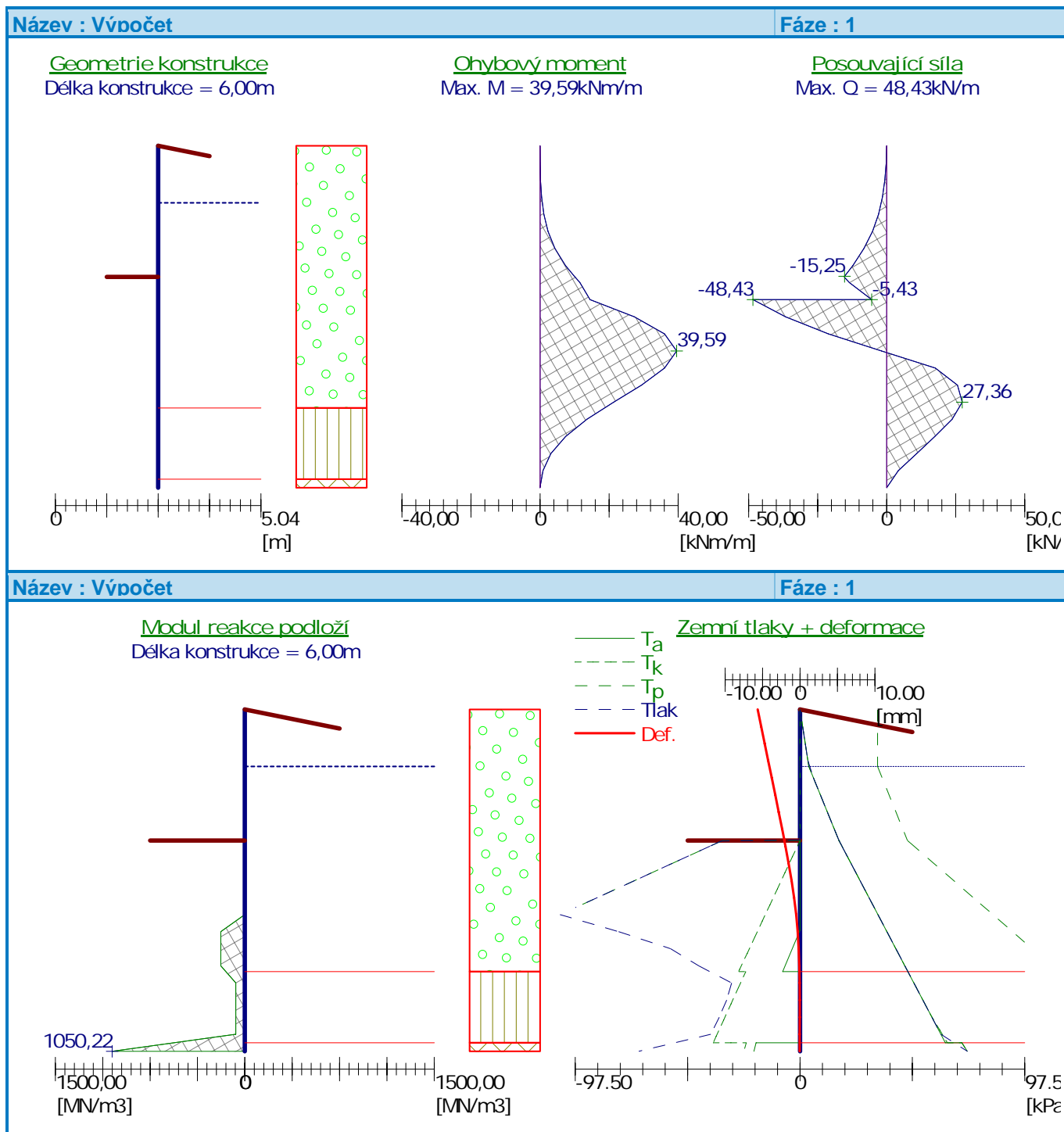
ŠTĚTOVNICE JE ODŘÍZNUTA NA 344,35 – délka 3,7 m.



## Posouzení pažící konstrukce

## Výsledky výpočtu

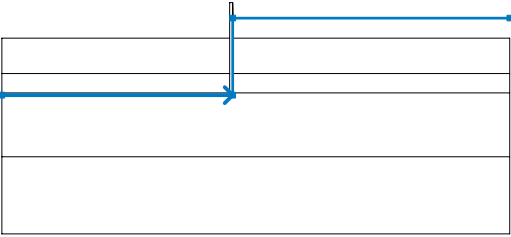






**Výpočet stability svahu****Voda**

Typ vody : HPV

| Číslo | Umístění HPV  | Souřadnice bodů HPV [m] |       |      |       |      |       |
|-------|---|-------------------------|-------|------|-------|------|-------|
|       |   | x                       | z     | x    | z     | x    | z     |
| 1     |  | -15,00                  | -6,00 | 0,00 | -6,00 | 0,00 | -1,00 |
|       |   | 18,00                   | -1,00 |      |       |      |       |
|       |   |                         |       |      |       |      |       |

**Nastavení výpočtu fáze**

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997

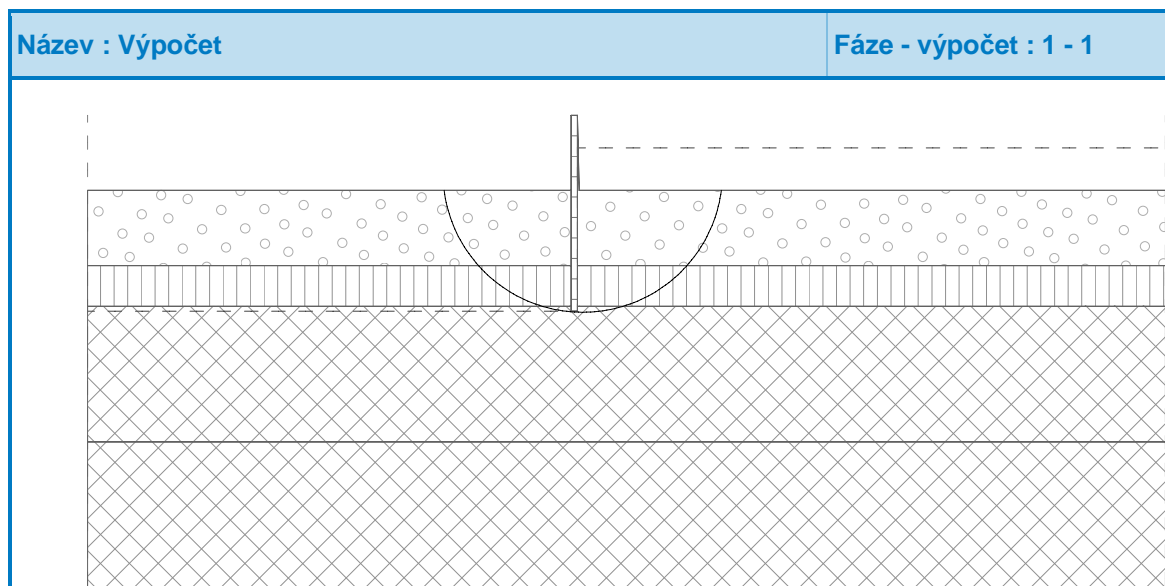
Zadání koeficientů : Standard

Návrhový přístup : 3 - redukce zatížení GEO, STR a materiálu

Návrhová situace : trvalá

**Výsledky****Posouzení stability svahu (Bishop)**Sumace aktivních sil :  $F_a = 84,36$  kN/mSumace pasivních sil :  $F_p = 372,20$  kN/mMoment sesouvající :  $M_a = 361,06$  kNm/mMoment vzdorující :  $M_p = 593,01$  kNm/m

Využití : 72,7 %



**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 | -5.66            | -5.66            | 0.00                     | 0.00                    | -0.00                  | -0.00                  |
| 0.30 | -5.19            | -5.19            | -0.17                    | -0.17                   | 0.02                   | 0.02                   |
| 0.60 | -4.72            | -4.72            | -0.68                    | -0.68                   | 0.14                   | 0.14                   |
| 0.90 | -4.24            | -4.24            | -1.54                    | -1.54                   | 0.46                   | 0.46                   |
| 1.20 | -3.77            | -3.77            | -2.92                    | -2.92                   | 1.11                   | 1.11                   |
| 1.50 | -3.31            | -3.31            | -5.12                    | -5.12                   | 2.30                   | 2.30                   |
| 1.80 | -2.84            | -2.84            | -8.23                    | -8.23                   | 4.28                   | 4.28                   |
| 2.10 | -2.39            | -2.39            | -12.24                   | -12.24                  | 7.32                   | 7.32                   |
| 2.29 | -2.11            | -2.11            | -15.25                   | -15.25                  | 9.93                   | 9.93                   |
| 2.31 | -2.08            | -2.08            | -15.25                   | -15.25                  | 10.24                  | 10.24                  |
| 2.40 | -1.95            | -1.95            | -13.54                   | -13.54                  | 11.53                  | 11.53                  |
| 2.70 | -1.53            | -1.53            | -5.43                    | -5.43                   | 14.47                  | 14.47                  |
| 2.70 | -1.53            | -1.53            | -48.43                   | -48.43                  | 14.47                  | 14.47                  |
| 3.00 | -1.13            | -1.13            | -36.61                   | -36.61                  | 27.32                  | 27.32                  |
| 3.30 | -0.79            | -0.79            | -21.07                   | -21.07                  | 36.06                  | 36.06                  |
| 3.60 | -0.52            | -0.52            | -1.83                    | -1.83                   | 39.59                  | 39.59                  |
| 3.90 | -0.32            | -0.32            | 17.60                    | 17.60                   | 36.08                  | 36.08                  |
| 4.20 | -0.18            | -0.18            | 25.64                    | 25.64                   | 29.39                  | 29.39                  |
| 4.50 | -0.10            | -0.10            | 27.36                    | 27.36                   | 21.32                  | 21.32                  |
| 4.80 | -0.05            | -0.05            | 23.67                    | 23.67                   | 13.58                  | 13.58                  |
| 5.10 | -0.04            | -0.04            | 17.46                    | 17.46                   | 7.39                   | 7.39                   |
| 5.40 | -0.03            | -0.03            | 10.90                    | 10.90                   | 3.13                   | 3.13                   |
| 5.70 | -0.04            | -0.04            | 4.20                     | 4.20                    | 0.87                   | 0.87                   |
| 6.00 | -0.04            | -0.04            | 0.00                     | 0.00                    | -0.00                  | -0.00                  |

**Maximální hodnoty**

|                            |   |             |
|----------------------------|---|-------------|
| Maximální deformace        | = | -5,7 mm     |
| Minimální deformace        | = | 0,0 mm      |
| Maximální ohybový moment   | = | 39,59 kNm/m |
| Minimální ohybový moment   | = | 0,00 kNm/m  |
| Maximální posouvající síla | = | 27,36 kN/m  |

**Stabilita svahu VYHOVUJE**

## 2.4 Návrh a posouzení výztuže jezu

### Kontrola minimálního stupně vyztužení

pro C 30/37, ocel 10 505

$$\min A_{s,\min} = 0,26 \cdot f_{ctm} / f_{yk} \cdot b_t \cdot d = 0,26 \cdot 2,9 \text{ MPa} / 490 \text{ MPa} = 0,001538 \cdot b_t \cdot d$$

výška průřezu:  $h = 900 \text{ mm}$ účinná výška:  $d = 900 - 50 - 10 = 840 \text{ mm}$ 

$$\min A_{sld} = 0,0013 \cdot 1 \cdot d = 10,920 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\Phi 16/150 \text{ mm} \quad 13,40 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

výška průřezu:  $h = 1000 \text{ mm}$ účinná výška:  $d = 1000 - 50 - 13 = 937 \text{ mm}$ 

$$\min A_{sld} = 0,0013 \cdot 1 \cdot d = 12,181 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\Phi 16/150 \text{ mm} \quad 13,40 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

výška průřezu:  $h = 1400 \text{ mm}$ účinná výška:  $d = 1400 - 50 - 13 = 1337 \text{ mm}$ 

$$\min A_{sld} = 0,0013 \cdot 1 \cdot d = 17,381 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\Phi 20/150 \text{ mm} \quad 20,95 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

### Posouzení šířky a vzdálenost trhlin od hydratace

- podle ČSN EN 1992-1-1

Materiál :

BETON

2,1 MPa

1,1 MPa

32000 MPa

VÝZTUŽ :

500 MPa

2,00E+05 MPa

| VÝPOČET  |                | výztuž           | výztuž           | výztuž           |
|--|----------------|------------------|------------------|------------------|
| Navržená výztuž  |                | <b>2xR20/150</b> | <b>2xR20/150</b> | <b>2xR25/150</b> |
| Plocha výztuže $A_s$                                       | m <sup>2</sup> | 4,19E-03         | 4,19E-03         | 6,54E-03         |
| Profil výztuže   | mm             | 18               | 20               | 22               |
| prostý tah $k_c$   |                | 1,00             | 1,00             | 1,00             |
| $k$  |                | 0,65             | 0,65             | 0,65             |
| plocha tažené části průřezu $A_{ct}$                       | m <sup>2</sup> | 0,90             | 1,00             | 1,40             |
| $\sigma_s = k_c \cdot k \cdot f_{ctef} \cdot A_{ct} / A_s$ |                | <b>153,58</b>    | <b>170,64</b>    | <b>153,06</b>    |
| poměr $E_s / E_{cm}$                                       | alfa           | 6,250            | 6,250            | 6,250            |
| $h_{c,ef}$ pro krytí 50                                    |                | 0,148            | 0,150            | 0,153            |
| $A_s / h_{c,ef}$   | ró             | 0,028            | 0,028            | 0,043            |
| krátkodobě působící zatížení $k_t$                         |                | 0,600            | 0,600            | 0,600            |
| $\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$                      |                | <b>0,00063</b>   | <b>0,00071</b>   | <b>0,00067</b>   |
| součinitel povrchu výztuže $k_1$                           |                | 0,80             | 0,80             | 0,80             |
| součinitel přetvoření $k_2 \text{ tah}$                    |                | 1,00             | 1,00             | 1,00             |
| Max. vzdálenost trhlin $S_{r,max}$                         | m              | 0,385            | 0,413            | 0,344            |
| <b>Šířka trhliny</b>                                       | mm             | <b>0,24</b>      | <b>0,30</b>      | <b>0,23</b>      |



**Posouzení výztuže na únosnost podle zatížení v provozu**

RIB RTcdesign CSN EN 1992-1-1 © 2014 RIB Software AG

**nosná výztuž: deska 900mm - Ohyb(M+N)**

|                    |                |                   |                       |
|--------------------|----------------|-------------------|-----------------------|
| Třída objektu:     | Pozemní stavby | Návrhová norma:   | CSN EN 1992-1-1       |
| Druh namáhání:     | Stěnodeska     | Návrhová situace: | Stálá/dočasná         |
| Konstrukční třída: | S3 - XC4       | Druh namáhání:    | Vodonepropustný beton |

**Materiálové parametry:** [N/mm<sup>2</sup>]

|        |     |       |      |     |     |        |     |                    |
|--------|-----|-------|------|-----|-----|--------|-----|--------------------|
| C30/37 | fcd | 20.0  | fctm | 2.9 | Ecm | 32800  | Cem | 32,5 R             |
| B500M  | fyd | 434.8 |      |     | Es  | 200000 |     | normální duktilita |

|                          |       |       |       |       |          |      |      |      |                  |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|----------|------|------|------|------------------|
| <b>Předepsaná výztuž</b> | dlx-h | dlx-d | dly-h | dly-d | min-Asxh | Asxd | Asyh | Asyd | Minimální výztuž |
|                          | 6.0   | 6.0   | 6.0   | 6.0   | 0.00     | 0.00 | 0.00 | 0.00 |                  |

výztuž: Φ20/150 mm

|   |        |          |          |       |         |         |
|---|--------|----------|----------|-------|---------|---------|
| <b>Průřezové hodnoty</b>                                | A      | Iy       | Iz       | zs    | Why     | Wdy     |
| [m <sup>2</sup> , m <sup>4</sup> , cm, m <sup>3</sup> ] | 0.9000 | 0.071448 | 0.000000 | 47.50 | 0.15042 | 0.15042 |

|                                 |      |       |      |       |
|---------------------------------|------|-------|------|-------|
| <b>Zatř. stav</b> [kNm/m, kN/m] | mxxk | myyk  | mxyk | vxzk  |
| 1 Zatř. stav1                   | G    | 361.0 | 0.0  | 0.0   |
|                                 |      |       |      | 152.0 |

|                               |         |         |       |       |       |        |
|-------------------------------|---------|---------|-------|-------|-------|--------|
| <b>Kombinační součinitele</b> | gam.sup | gam.inf | psi.0 | psi.1 | psi.2 | psi.1' |
| Stálé zatížení                | G       | 1.35    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00   |

|                                |        |       |      |      |      |      |       |
|--------------------------------|--------|-------|------|------|------|------|-------|
| <b>Kombinace</b> [kNm/m, kN/m] | mxxd   | myyd  | mxyd | nxxd | nyyd | nxyd | vxzd  |
| vyzd ZS                        |        |       |      |      |      |      |       |
| Základní kombinace             | max-mn | 361.0 | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 152.0 |

Zvolené posudky: Ohyb(M+N)

- (M) Minimální výztuž a povrchová výztuž  
(B) Únosnost na ohyb s normálovou silou

|           | Směr X |       |                    | Směr Y |       |                    |
|-----------|--------|-------|--------------------|--------|-------|--------------------|
| Pol.Návrh | nEd    | mEd   | asx                | nEd    | mEd   | asy                |
|           | kN/m   | kNm/m | cm <sup>2</sup> /m | kN/m   | kNm/m | cm <sup>2</sup> /m |
| h M       | 0.0    | 0.0   | 0.00               | 0.0    | 0.0   | 0.00               |
| B         | 0.0    | 0.0   | 0.00               | 0.0    | 0.0   | 0.00               |
| d M       | 0.0    | 0.0   | 0.00               | 0.0    | 0.0   | 0.00               |
| B         | 0.0    | 396.0 | 18.74              | 0.0    | 0.0   | 1.75               |

**Návrh na ohyb** [o/oo, cm, cm<sup>2</sup>/m] - Čas prvního zatížení: 28 d

|                     |       |       |      |      |           |       |
|---------------------|-------|-------|------|------|-----------|-------|
| Základní kombinace: | eps.c | eps.s | zi   | x/d  | nut.ash.x | asd.x |
|                     | -2.0  | -2.0  | 80.1 | 1.00 | 0.00      | 18.74 |

**Posouzení na únosnost:**  $A_{s, nutná} = 18,74 * 10^{-4} m^2 < A_{sm} = 20,95 * 10^{-4} m^2$  **splňuje**

Pozn.: Deska tl. 1000 mm je obdobná desce tl. 900 mm.

**Výztuž: Φ20/150 mm****Závěr: navržená výztuž vyhoví**

**nosná výztuž: deska 1400mm - Ohyb(M+N)**

|                    |                |                   |                       |
|--------------------|----------------|-------------------|-----------------------|
| Třída objektu:     | Pozemní stavby | Návrhová norma:   | ČSN EN 1992-1-1:2016  |
| Druh namáhání:     | Stěna          | Návrhová situace: | Stálá/dočasná         |
| Konstrukční třída: | S3 - XC4       | Druh namáhání:    | Vodonepropustný beton |

**Materiálové parametry:** [N/mm<sup>2</sup>]

|        |     |       |      |     |     |        |     |                    |
|--------|-----|-------|------|-----|-----|--------|-----|--------------------|
| C30/37 | fcd | 20.0  | fctm | 2.9 | Ecm | 32800  | Cem | 32,5 R             |
| B500M  | fyd | 434.8 |      |     | Es  | 200000 |     | normální duktilita |

|                          |       |       |       |       |          |      |      |      |                  |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|----------|------|------|------|------------------|
| <b>Předepsaná výztuž</b> | dlx-h | dlx-d | dly-h | dly-d | min-Asxh | Asxd | Asyh | Asyd | Minimální výztuž |
|                          | 6.6   | 6.6   | 6.6   | 6.6   | 0.00     | 0.00 | 0.00 | 0.00 | spočítat         |

|   |        |          |          |       |         |         |
|---|--------|----------|----------|-------|---------|---------|
| <b>Průřezové hodnoty</b>                                | A      | Iy       | Iz       | zs    | Why     | Wdy     |
| [m <sup>2</sup> , m <sup>4</sup> , cm, m <sup>3</sup> ] | 1.4000 | 0.281250 | 0.000000 | 75.00 | 0.37500 | 0.37500 |

|                                |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Zař.stavy</b> [kNm/m, kN/m] | mxxk | myyk | mxyk | nxxk | nyyk | nxyk | vxzk |
| vyzk                           |      |      |      |      |      |      |      |
| 1 Zař. stav1                   | G    | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  |
| 0.0                            |      |      |      |      |      |      |      |

|                               |         |         |       |       |       |        |
|-------------------------------|---------|---------|-------|-------|-------|--------|
| <b>Kombinační součinitele</b> | gam.sup | gam.inf | psi.0 | psi.1 | psi.2 | psi.1' |
| Stálé zatížení                | G       | 1.35    | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00   |

|                                |      |      |      |       |       |      |      |
|--------------------------------|------|------|------|-------|-------|------|------|
| <b>Kombinace</b> [kNm/m, kN/m] | mxxd | myyd | mxyd | nxxd  | nyyd  | nxyd | vxzd |
| vyzd ZS                        |      |      |      |       |       |      |      |
| Základní kombinace max-mn      | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 690.0 | 436.0 | 0.0  | 0.0  |
| 0.0 1                          |      |      |      |       |       |      |      |

**Zvolené posudky: Ohyb(N)**

(M) Minimální výztuž a povrchová výztuž  
 (B) Únosnost na ohyb s normálovou silou  
 (R) Vznik a stabilita trhlin

|           | Směr X |       |                    | Směr Y |       |                    |
|-----------|--------|-------|--------------------|--------|-------|--------------------|
| Pol.Návrh | nEd    | mEd   | asx                | nEd    | mEd   | asy                |
|           | kN/m   | kNm/m | cm <sup>2</sup> /m | kN/m   | kNm/m | cm <sup>2</sup> /m |
| h M       | 0.0    | 0.0   | 15.00              | 0.0    | 0.0   | 15.00              |
| B         | 0.0    | 0.0   | 30.93              | 0.0    | 0.0   | 16.51              |
| R         | 0.0    | 0.0   | 30.93              | 0.0    | 0.0   | 16.51              |
| d M       | 0.0    | 0.0   | 15.00              | 0.0    | 0.0   | 15.00              |
| B         | 690.0  | 0.0   | 30.93              | 436.0  | 0.0   | 16.51              |
| R         | 0.0    | 0.0   | 30.93              | 0.0    | 0.0   | 16.51              |

**Návrh na ohyb** [o/oo, cm, cm<sup>2</sup>/m] - Čas prvního zatížení: 28 d

|                     |       |       |     |      |           |       |       |
|---------------------|-------|-------|-----|------|-----------|-------|-------|
| Základní kombinace: | eps.c | eps.s | zi  | x/d  | nut.ash.x | asd.x | ash.y |
| asd.                | 0.0   | 0.0   | 0.0 | 0.00 | 30.93     | 30.93 | 16.51 |
| 16.51               |       |       |     |      |           |       |       |

**Navržená výztuž na únosnost:**

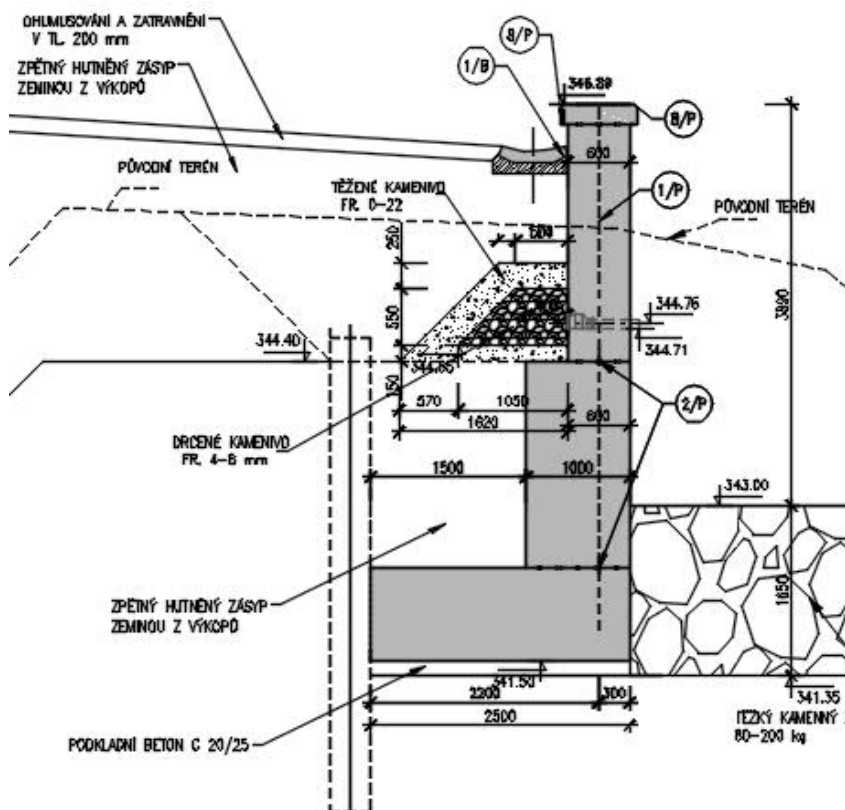
ØR25 á 150 mm ( 32,73\*10<sup>-4</sup> m<sup>2</sup>) > 30,93\*10<sup>-4</sup> m<sup>2</sup>

vyhoví

## 2.5 Zavazovací zeď jezu

Opěrná zeď – bloky 01/4 a 01/5 - je navržena jako žlb. konstrukce a dimenzována na zatížení od násypu a vody resp. pojezdu hutnicí techniky. Výpočet byl řešen pro 1bm příčného řezu.

Úroveň hladiny vody se uvažuje do výše drenáže.



### Výpočet tížné zdi

#### Vliv vody

Hladina podzemní vody za konstrukcí je v hloubce 1,50 m

Hladina podzemní vody před konstrukcí je v hloubce 0,50 m

Podloží u paty konstrukce je nepropustné.

Vztlak v základové spáře od rozdílných tlaků je uvažován lineární.

#### Zadaná plošná přitížení

| Číslo | Přítížení |       | Působ.   | Vel.1<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Vel.2<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Poř.x<br>x [m] | Délka<br>l [m] | Hloubka<br>z [m] |
|-------|-----------|-------|----------|-------------------------------|-------------------------------|----------------|----------------|------------------|
|       | nové      | změna |          |                               |                               |                |                |                  |
| 1     | NE        | NE    | proměnné | 10,00                         |                               | 2,60           | 3,00           | na terénu        |
| Číslo | Název     |       |          |                               |                               |                |                |                  |
| 1     | hutnění   |       |          |                               |                               |                |                |                  |

#### Odpor na líci konstrukce

Odpor na líci konstrukce: 1/3 pas., 2/3 v klidu

Zemina na líci konstrukce - Třída G3, štěrk

Třecí úhel kce-zemina

$$\delta = 10,00^\circ$$

Výška zeminy před zdí - zához

$$h = 0,90 \text{ m}$$

Terén před konstrukcí je rovný.

**Nastavení výpočtu fáze**

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997

Zadání koeficientů : Standard

Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Návrhová situace : trvalá

**Posouzení čís. 1 (Fáze budování 2)****Spočtené síly působící na konstrukci**

| Název            | $F_{\text{vod}}$<br>[kN/m] | Působíště<br>Z [m] | $F_{\text{svis}}$<br>[kN/m] | Působíště<br>X [m] | Koef.<br>překl. | Koef.<br>posun. | Koef.<br>napětí |
|------------------|----------------------------|--------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Tíh.- zed'       | 0,00                       | -1,44              | 95,98                       | 0,68               | 1,000           | 1,000           | 1,350           |
| Odpor na líci    | -14,60                     | -0,40              | -2,24                       | 0,00               | 1,000           | 1,000           | 1,000           |
| Tíh.- zemní klín | 0,00                       | -2,46              | 22,95                       | 1,05               | 1,000           | 1,000           | 1,350           |
| Aktivní tlak     | 44,51                      | -1,20              | 15,21                       | 1,47               | 1,350           | 1,350           | 1,350           |
| Tlak vody        | -60,81                     | -1,16              | -0,59                       | 1,39               | 1,000           | 1,000           | 1,000           |
| Vztlak vody      | 0,00                       | 0,00               | -29,76                      | 0,57               | 1,300           | 1,300           | 1,000           |
| hutnění          | 8,10                       | -1,39              | 3,73                        | 1,31               | 1,500           | 1,500           | 1,500           |

**Posouzení celé zdi****Posouzení na překlpení**Moment vzdorující  $M_{\text{vzd}} = 74,55$  kNm/mMoment klopící  $M_{\text{kl}} = 12,59$  kNm/m**Zed' na překlpení VYHOVUJE****Posouzení na posunutí**Vodor. síla vzdorující  $H_{\text{vzd}} = 54,68$  kN/mVodor. síla posunující  $H_{\text{pos}} = -3,28$  kN/m**Zed' na posunutí VYHOVUJE****Celkové posouzení - ZEĎ VYHOVUJE**

Maximální napětí v základové spáře : 92,63kPa

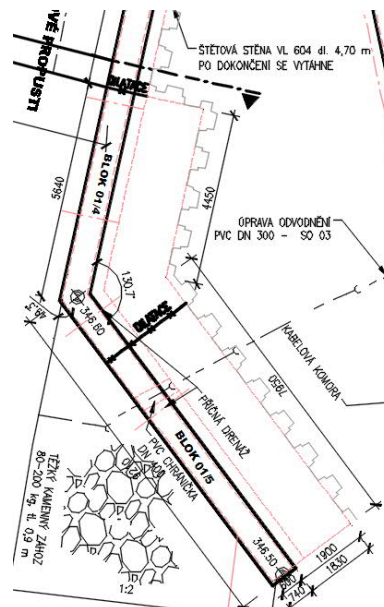
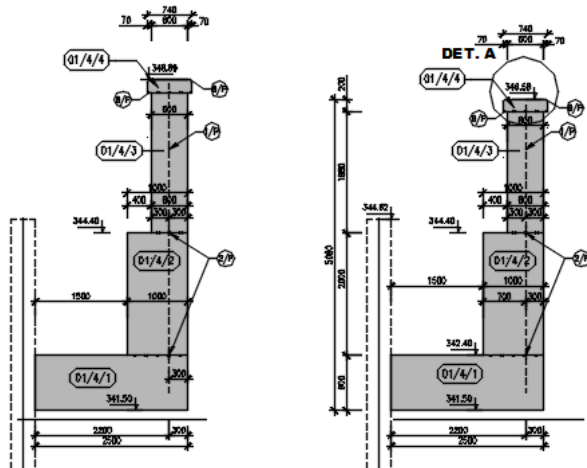
**Únosnost základové půdy (Fáze budování 2)****Síly působící ve středu základové spáry**

| Číslo | Moment<br>[kNm/m] | Norm. síla<br>[kN/m] | Pos. síla<br>[kN/m] | Excentricita<br>[m] | Napětí<br>[kPa] |
|-------|-------------------|----------------------|---------------------|---------------------|-----------------|
| 1     | 2,81              | 154,10               | -3,33               | 0,00                | 60,91           |
| 2     | -3,76             | 103,55               | -3,28               | 0,02                | 92,63           |

**Posouzení únosnosti základové půdy****Posouzení excentricity**Max. excentricita normálové síly  $e = 0,0$  mmMaximální dovolená excentricita  $e_{\text{dov}} = 561,0$  mm**Excentricita normálové síly VYHOVUJE****Posouzení únosnosti základové spáry**Návrhová únosnost základové půdy  $R = 220,00$  kPaSoučinitel redukce odporu základové půdy  $\gamma_{\text{Rv}} = 1,40$ Max. napětí v základové spáře  $\sigma = 92,63$  kPaÚnosnost základové půdy  $R_d = 214,29$  kPa**Únosnost základové půdy VYHOVUJE****Celkové posouzení - únosnost základové půdy VYHOVUJE**

## Navržená výztaž

- v patě zdi **Φ22/150mm**, rozdělovací **Φ16/150mm**
- svislá dole **Φ22/150mm** + rozdělovací **Φ16/150mm**,  
svislá nahoře **Φ16/150mm** + rozdělovací **Φ12/150mm**



## Výpočet úhlové zdi

### Dimenzace čís. 1

### Spočtené síly působící na konstrukci

| Název            | F <sub>vod</sub><br>[kN/m] | Působistiě<br>Z [m] | F <sub>svis</sub><br>[kN/m] | Působistiě<br>X [m] | Koef.<br>moment | Koef.<br>norm.sila | Koef.<br>pos.sila |
|------------------|----------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|-------------------|
| Třh.- zeď        | 0,00                       | -2,37               | 79,99                       | 0,34                | 1,350           | 1,350              | 1,000             |
| Třh.- zemní klín | 0,00                       | -4,01               | 0,80                        | 0,65                | 1,000           | 1,350              | 1,000             |
| Tlak v klidu     | 7,70                       | -1,78               | 0,00                        | 0,80                | 1,350           | 1,000              | 1,350             |
| Síla č. 1        | -198,00                    | -3,35               | 0,00                        | 0,50                | 1,000           | 1,000              | 1,000             |

### Posouzení dříku zdi

### Vyztužení a rozměry průřezu

Profil vložky = 22,0 mm

Počet vložek = 6

Krytí výztuže = 50,0 mm

Šířka průřezu = 1,00 m

Výška průřezu = 0,80 m

$$\text{Stupeň vyztužení} \quad \rho = 0,31 \% > 0,13 \% = \rho_{\min}$$

Moment na mezi únosnosti  $M_{Rd} = -695,95 \text{ kNm} > -638,50 \text{ kNm} = M_{Ed}$

**Průřez VYHOVUJE.**

## Posouzení zadního výstupku zdi

Profil vložky = 22,0 mm

Počet vložek = 6

Krvtí výztuže = 50.0 mm

Šířka průřezu = 1,00 m

Výška průřezu = 1,20 m

Stupeň vyztužení  $r=0,20 \quad \%>0,13\%$

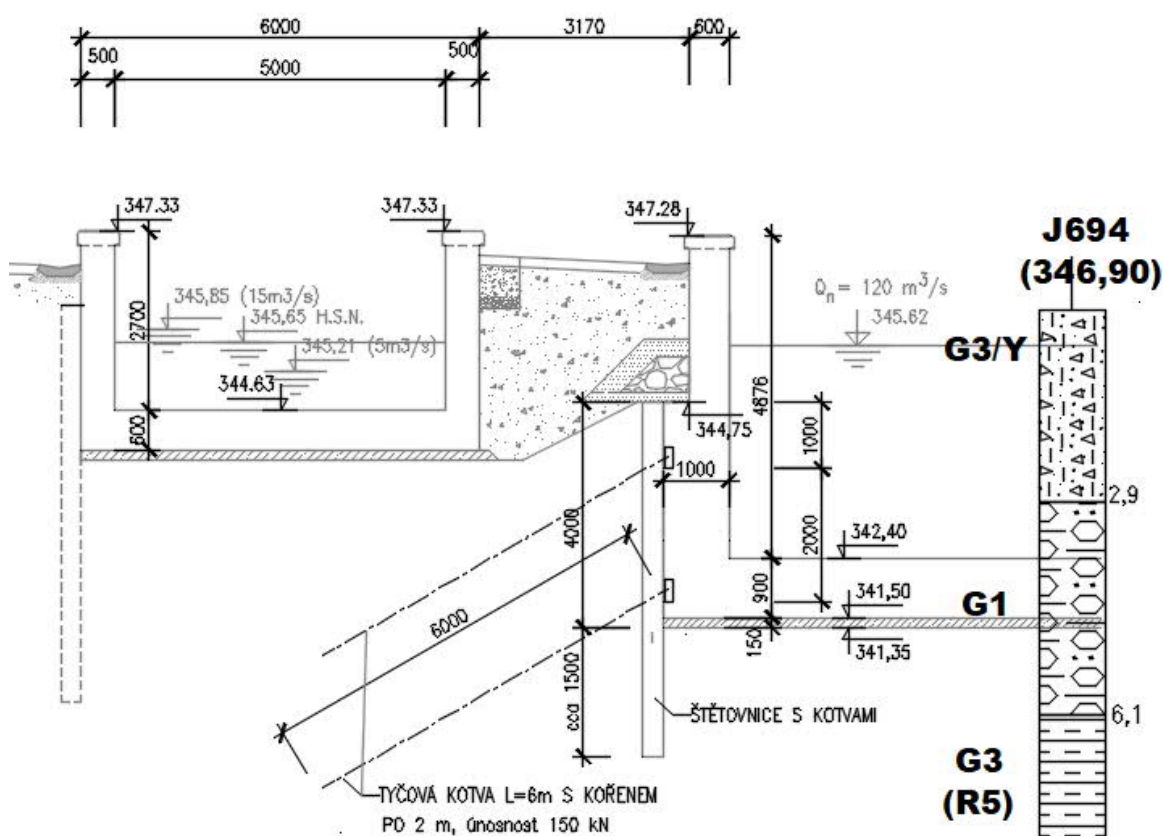
Moment na mezi únosnosti  $M_{Rd} = 1092.61 \text{ kNm} > 85.62 \text{ kNm} = M_{Ed}$

Průřez VYHOVUJE.

## 2.6 Štěťová stěna mezi SO01 a SO03

**Při výstavbě: délka cca 5,50 m; VÝKOP NA ZÁKL. SPÁRU 341,35**

Opěrná zeď (bloky 01/4 a 01/5) a navazující část bloku 03/1 budou chráněny při provádění štětovou stěnou, která bez kotvení nepřenesení zatížení od zeminy směrem k náhonu. Proto jsou zde navrženy kotvy – buď v 1 řadě nebo ve 2 řadách – viz stavební výkres. Posouzena byla varianta se dvěma kotvami. Úroveň hlavy štětovnice se uvažuje 344,75 m n.m.



### Posouzení pažící konstrukce

#### Parametry zemín

##### Třída G3, středně ulehlá

|                        |                  |                         |
|------------------------|------------------|-------------------------|
| Objemová tíha :        | $\gamma$ =       | 19,00 kN/m <sup>3</sup> |
| Napjatost :            | efektivní        |                         |
| Úhel vnitřního tření : | $\varphi_{ef}$ = | 23,00 °                 |
| Soudržnost zeminy :    | $c_{ef}$ =       | 10,00 kPa               |
| Třecí úhel aktivní :   | $\delta_{act}$ = | 8,00 °                  |
| Třecí úhel pasivní :   | $\delta_{pas}$ = | 8,00 °                  |
| Zemina :               | nesoudržná       |                         |
| Edometrický modul :    | $E_{oed}$ =      | 200,00 MPa              |
| Obj.tíha sat.zeminy :  | $\gamma_{sat}$ = | 21,00 kN/m <sup>3</sup> |

### droba R5

|                        |                |   |                         |
|------------------------|----------------|---|-------------------------|
| Objemová tíha :        | $\gamma$       | = | 21,00 kN/m <sup>3</sup> |
| Napjatost :            | efektivní      |   |                         |
| Úhel vnitřního tření : | $\varphi_{ef}$ | = | 35,00 °                 |
| Soudržnost zeminy :    | $c_{ef}$       | = | 0,00 kPa                |
| Třecí úhel aktivní :   | $\delta_{act}$ | = | 15,00 °                 |
| Třecí úhel pasivní :   | $\delta_{pas}$ | = | 15,00 °                 |
| Zemina :               | soudržná       |   |                         |
| Poissonovo číslo :     | $\nu$          | = | 0,20                    |
| Modul přetvárnosti :   | $E_{def}$      | = | 400,00 MPa              |
| Poissonovo číslo :     | $\nu$          | = | 0,20                    |
| Obj.tíha sat.zeminy :  | $\gamma_{sat}$ | = | 21,00 kN/m <sup>3</sup> |

### Třída G1, ulehlá

|                        |                |   |                         |
|------------------------|----------------|---|-------------------------|
| Objemová tíha :        | $\gamma$       | = | 21,00 kN/m <sup>3</sup> |
| Napjatost :            | efektivní      |   |                         |
| Úhel vnitřního tření : | $\varphi_{ef}$ | = | 41,50 °                 |
| Soudržnost zeminy :    | $c_{ef}$       | = | 0,00 kPa                |
| Třecí úhel aktivní :   | $\delta_{act}$ | = | 13,00 °                 |
| Třecí úhel pasivní :   | $\delta_{pas}$ | = | 13,00 °                 |
| Zemina :               | soudržná       |   |                         |
| Poissonovo číslo :     | $\nu$          | = | 0,20                    |
| Modul přetvárnosti :   | $E_{def}$      | = | 430,00 MPa              |
| Poissonovo číslo :     | $\nu$          | = | 0,20                    |
| Obj.tíha sat.zeminy :  | $\gamma_{sat}$ | = | 21,00 kN/m <sup>3</sup> |

### Hloubení

Zemina před stěnou je odebrána do hloubky 4,00 m.

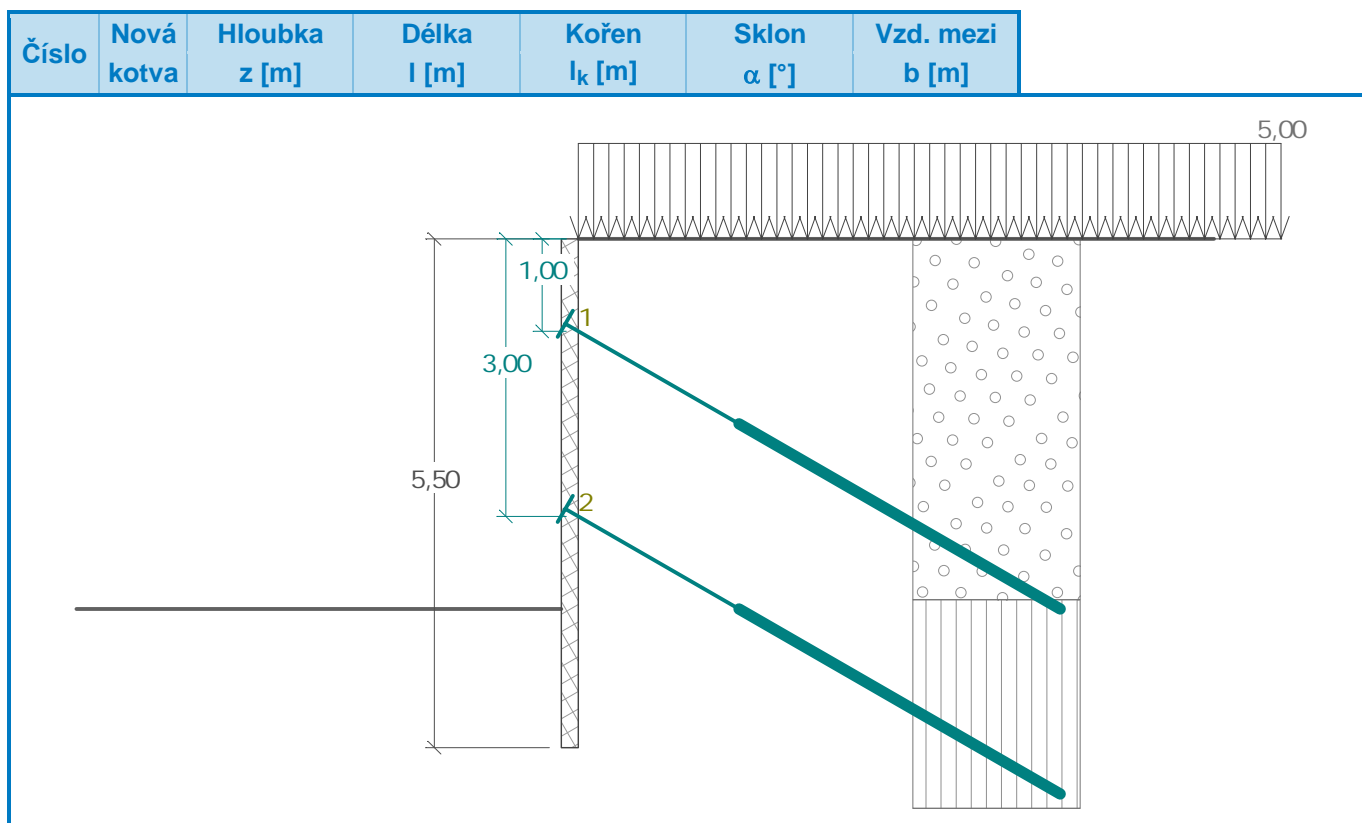
### Zadaná plošná přitížení

| Číslo | Přítížení   |  | Působ.   | Vel.1<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Vel.2<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Poř.x<br>x [m] | Délka<br>l [m] | Hloubka<br>z [m] |
|-------|-------------|--|----------|-------------------------------|-------------------------------|----------------|----------------|------------------|
| 1     | ANO         |  | proměnné | 5,00                          |                               |                |                | na terénu        |
| Číslo | Název       |  |          |                               |                               |                |                |                  |
| 1     | mechanizace |  |          |                               |                               |                |                |                  |

### Zadané kotvy

| Číslo         | Nová<br>kotva    | Hloubka<br>z [m]               | Délka<br>l [m]   | Kořen<br>l <sub>k</sub> [m] | Sklon<br>$\alpha$ [°] | Vzd. mezi<br>b [m] |
|---------------|------------------|--------------------------------|------------------|-----------------------------|-----------------------|--------------------|
| 1             | ANO              | 1,00                           | 2,00             | 4,00                        | 30,00                 | 2,00               |
| 2             | ANO              | 3,00                           | 2,00             | 4,00                        | 30,00                 | 2,00               |
| Číslo         | Průměr<br>d [mm] | Plocha<br>A [mm <sup>2</sup> ] | Modul<br>E [MPa] | Dopnutí                     | Síla<br>F [kN]        |                    |
| 1             | 100,0            |                                | 210000,00        |                             | 0,00                  |                    |
| 2             | 100,0            |                                | 210000,00        |                             | 0,00                  |                    |
| Název : Kotvy |                  |                                |                  |                             |                       | Fáze 3             |



**Celkové nastavení výpočtu**

Výpočet aktivního tlaku - Coulomb (ČSN 730037)

Výpočet pasivního tlaku - Caquot-Kerisel (ČSN 730037)

Počet dělení stěny na konečné prvky = 20

| Součinitelé redukce zatížení (F)     | Souč.      | Nepříznivé [-] | Příznivé [-] |
|--------------------------------------|------------|----------------|--------------|
| Stálé zatížení                       | $\gamma_G$ | 1,35           | 1,00         |
| Proměnné zatížení                    | $\gamma_Q$ | 1,50           | 0,00         |
| Zatížení vodou                       | $\gamma_w$ | 1,30           |              |
| Součinitelé redukce odporu (R)       |            | Souč.          | [-]          |
| Součinitel redukce vnitřní stability |            | $\gamma_{Ris}$ | 1,10         |

Minimální dimenzační tlak je uvažován hodnotou  $\sigma_{z,min} = 0,20\sigma_z$ .**Výsledky výpočtu****Vnitřní stabilita kotevního systému - mezivýsledky** $E_A = 65,70 \text{ kN/m}$        $\delta = 13,81^\circ$ Hloubka teoretické paty pod dnem jámy  $H_0 = 1,16 \text{ m}$ 

| 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 <sub>MAX</sub><br>[kN] |
|------------|--------------------|-------------------|-------------|-------------|-----------------|--------------------------|-------------|-------------|---------------------------|
| 1          | 24,71              | 35,88             | 296,62      | 0,00        | 31,89           |                          | 256,15      | 81,32       | 162,64                    |
| 2          | 68,00              | 35,22             | 369,37      | 0,00        | 2,56            | 1                        | 336,44      | 217,90      | 435,80                    |



**Posouzení vnitřní stability kotevního systému**

| Číslo | Síla v kotvě<br>[kN] | Max.příp.síla v<br>kotvě<br>[kN] | Posouzení |
|-------|----------------------|----------------------------------|-----------|
| 1     | 0,00                 | 147,85                           | Vyhovuje  |
| 2     | 0,00                 | 396,19                           | Vyhovuje  |

Rozhodující řada kotev : 1

Max. dovolená síla  $F_{\max} = 147,85 \text{ kN} > 0,00 \text{ kN} = F_{\text{zad}}$ **Celkové posouzení vnitřní stability VYHOVUJE****Výpočet stability svahu****Kotvy**

| Číslo | Počátek |       | Délka a sklon /<br>souřadnice |                  | Vzd. kotev<br>b [m] | Průměr /<br>plocha<br>d [mm] / A<br>[mm <sup>2</sup> ] | Modul<br>pružnosti<br>E [MPa] | Síla na<br>m.přetrž.<br>F <sub>c</sub> [kN] | Působí<br>v tlaku | Síla<br>F [kN] |
|-------|---------|-------|-------------------------------|------------------|---------------------|--|-------------------------------|---|-------------------|----------------|
|       | x [m]   | z [m] | l [m] / x<br>[m]              | α [°] / z<br>[m] |                     |  |                               |   |                   |                |
| 1     | -0,20   | -0,88 | l = 2,00                      | α = 30,00        | 2,00                | d =  |                               |   | Ne                | 0,00           |
| 2     | -0,20   | -2,88 | l = 2,00                      | α = 30,00        | 2,00                | d =  |                               |   | Ne                | 0,00           |

**Přetížení**

| Číslo | Typ    | Působení | Umístění<br>z [m] | Počátek<br>x [m] | Délka<br>l [m] | Šířka<br>b [m] | Sklon<br>α [°] | Velikost<br>q, q <sub>1</sub> , f, F<br>q <sub>2</sub> jednotka |                   |
|-------|--------|----------|-------------------|------------------|----------------|----------------|----------------|---|-------------------|
| 1     | pásové | stálé    | na<br>povrchu     | x = 0,00         | l = 16,50      |                | 0,00           | 5,00  | kN/m <sup>2</sup> |

**Názvy přetížení**

| Číslo | Název       |
|-------|-------------|
| 1     | mechanizace |

**Voda**

Typ vody : Voda není

**Celkové nastavení výpočtu**

Typ výpočtu : v efektivních parametrech

**Nastavení výpočtu fáze**

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997

Zadání koeficientů : Standard

Návrhový přístup : 3 - redukce zatížení GEO, STR a materiálu

Návrhová situace : trvalá

| Součinitelé redukce zatížení (F)           | Souč.          | Stav STR [-] |          | Stav GEO [-]    |          |
|--|----------------|--------------|----------|-----------------|----------|
|  |                | Nepříznivé   | Příznivé | Nepříznivé      | Příznivé |
| Stálé zatížení                             | γ <sub>G</sub> | 1,35         | 1,00     | 1,00            | 1,00     |
| Proměnné zatížení                          | γ <sub>Q</sub> | 1,50         | 0,00     | 1,30            | 0,00     |
| Zatížení vodou                             | γ <sub>w</sub> |              |          | 1,00            |          |
| Součinitelé redukce materiálu (M)          |                |              |          | Souč.           | [-]      |
| Součinitel redukce úhlu vnitřního tření    |                |              |          | γ <sub>φ</sub>  | 1,25     |
| Součinitel redukce efektivní soudržnosti   |                |              |          | γ <sub>c</sub>  | 1,25     |
| Součinitel redukce neodv. smykové pevnosti |                |              |          | γ <sub>cu</sub> | 1,40     |

## Výsledky (Fáze budování 3)

### Kruhová smyková plocha

| Parametry smykové plochy        |     |           |        |              |            |
|---------------------------------|-----|-----------|--------|--------------|------------|
| Střed :                         | x = | -1,86 [m] | Úhly : | $\alpha_1 =$ | -46,41 [°] |
|                                 | z = | 0,01 [m]  |        | $\alpha_2 =$ | 89,89 [°]  |
| Poloměr :                       | R = | 5,82 [m]  |        |              |            |
| Smyková plocha po optimalizaci. |     |           |        |              |            |

### Posouzení stability svahu (Fellenius / Petterson)

Sumace aktivních sil :  $F_a = 199,18 \text{ kN/m}$

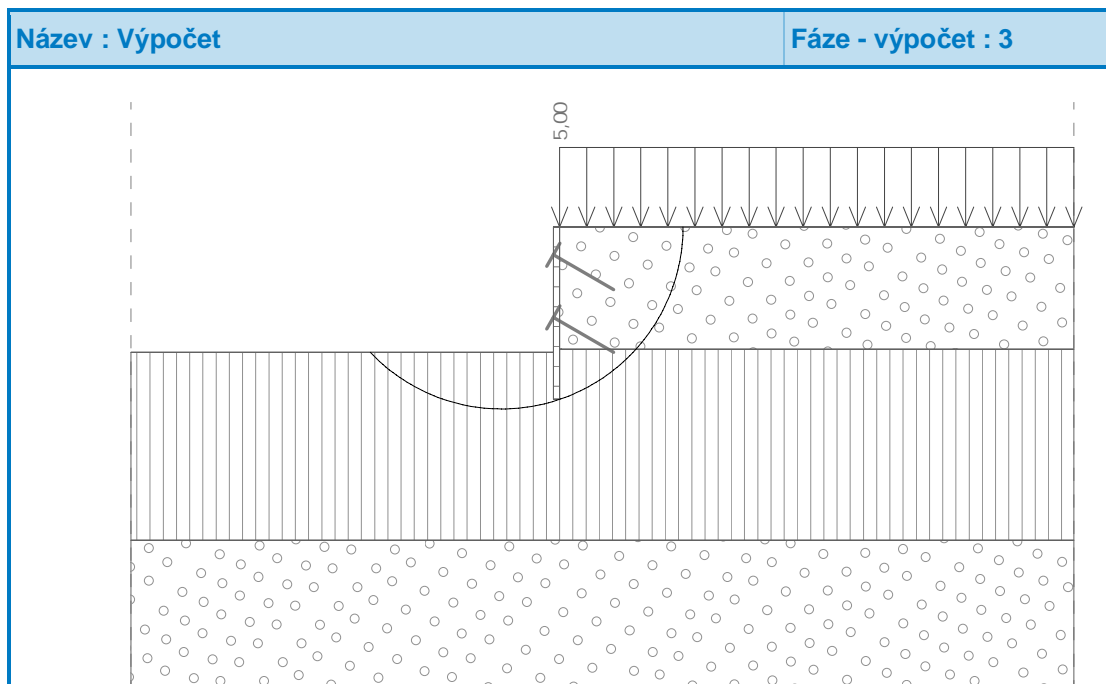
Sumace pasivních sil :  $F_p = 261,75 \text{ kN/m}$

Moment sesouvající :  $M_a = 1159,21 \text{ kNm/m}$

Moment vzdorující :  $M_p = 1523,38 \text{ kNm/m}$

Využití : 76,1 %

**Stabilita svahu VYHOVUJE**



### 3 ZÁVĚR

Délky štětovnic jsou stanoveny na základě statického výpočtu, který vycházel z údajů uvedených v geotechnickém průzkumu.

Pro optimální návrh by bylo vhodné provést zkušební zaražení štětovnic. V případě, že nedojde k potřebnému zaražení štětovnic, bude nutné pažení přepočítat nebo udělat opatření. Při realizaci těchto prací je důležitá spolupráce zhotovitele, geologa a zpracovatele této dokumentace. Trvalá štětovnice, zaražená min. 1 m do tř. R3 (pokud se nepodaří, tak do předvrtaného otvoru) slouží nejen jako těsnění, ale přenáší i vodorovné zatížení v provozu (pomocí přivaření betonářské výztuže ke štětovnicím). Kotvení jezového tělesa a návodní štětové stěny na vodorovnou sílu bude řešeno přivařením betonářské výztuže ke štětovnicím.

Opěrná zeď (bloky 01/4 a 01/5) a navazující část bloku 03/1 budou chráněny při provádění štětovou stěnou z VL604, která bez kotvení nepřenesení zatížení od zeminy směrem k náhonu. Proto jsou zde navrženy kotvy – buď v1 řadě nebo ve 2 řadách.

Byla posouzena stabilita jezového tělesa – vztlak a posunutí v základové spáře – konstrukce jezu vyhověla pouze za podmínky, že jezové těleso bude staticky skotveno se štětovou stěnou a trvalá štětovnice bude zaražená min. 1 m do tř. R3.

Brno, 06/2022

Vypracoval: Ing. Florianová