

## OBSAH

- předpisy a literatura	2
- příčný řez	3
- pohled	4
- cíl statického výpočtu, mechanický model	5
- teorie zemních tlaků, úhlů zdi, terénu, materiálový list od kotev	6
- výpočet sil, působících na zed'	11
- posouzení stability, založení, kotvení, závěrečná doporučení	12 - 15

## PŘEDPISY A LITERATURA

- ČSN EN 1991-2 Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou  
 ČSN EN 1992-1 Navrhování betonových konstrukcí Část 1-1: Obecná pravidla  
 ČSN EN 1992-2 Navrhování betonových konstrukcí Část 2: Betonové mosty –  
 Navrhování a konstrukční zásady  
 ČSN EN 1993-1-2 Navrhování ocelových konstrukcí Část 2: Ocelové mosty  
 ČSN EN 1994-2 Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí Část 2: Obecná  
 pravidla a pravidla pro mosty  
 ČSN EN 1995-2 Navrhování dřevěných konstrukcí Část 2: Mosty  
 ČSN EN 1996-1-1 Navrhování zděných konstrukcí Část 1-1 Obecná pravidla pro vyztužené a  
 nevyztužené zděné konstrukce  
 ČSN P 73 6213 Navrhování zděných mostních konstrukcí  
 ČSN EN 1997-1 Navrhování geotechnických konstrukcí Část 1- Obecná pravidla

- ČSN 73 6200 Mosty-terminologie a třídění  
 ČSN 73 6201 Projektování mostních objektů  
 ČSN 73 6220 Evidence mostů pozemních komunikací  
 ČSN 73 6221 Prohlídky mostů pozemních komunikací  
 ČSN 73 6222 Zatížitelnost mostů pozemních komunikací (červenec 2013)  
 ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí-Hodnocení existujících konstrukcí  
 (bývalá ČSN 73 0038)  
 ČSN EN 13 670 Provádění betonových konstrukcí

Smith, Hendy - Designers' Guide to EN 1992-2, Design of Concrete Structures. Bridges  
 Murphy, Hendy - Designers' Guide to EN 1993-2, Design of Steel Structures. Bridges  
 Hendy, Johnson - Designers' Guide to EN 1994-2, Design of Composite Steel and Concrete  
 Structures. General rules and rules for Bridges

Směrnice pro navrhování mostů z roku 1951

Novák, Hořejší – Statické tabulky pro stavební praxi

Janda, Kleisner, Zvara – Betonové mosty (celostátní učebnice)

Klímeš, Zůda – Betonové mosty (celostátní učebnice)

Bechyně: – Betonové stavitelství

– Stavitelství mostů kamenných a betonových

– Mosty trámové a rámové

– Mosty obloukové

Mörsch – Der Eisenbetonbau, Die Brücken aus Eisenbeton

Sečkář – Betonové mosty (skriptum VUT)

Dopravoprojekt Bratislava – Typizační směrnice příslušenství mostů

Majdúch – pomůcka pro určování zatížitelnosti starších mostů

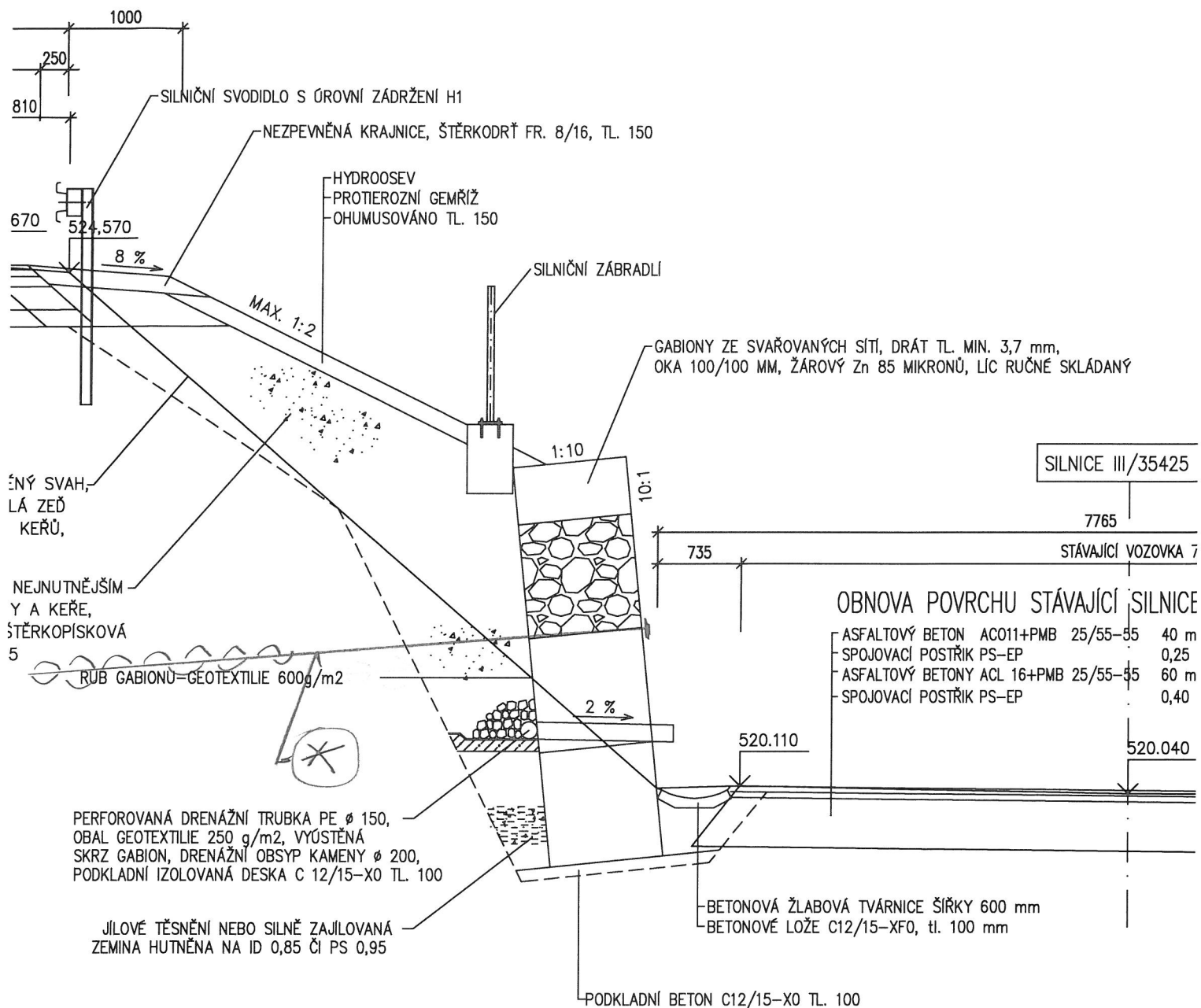
Procházka - skriptum Navrhování betonových konstrukcí – prvky z prostého a železového  
 betonu


Procházka a kol. – Sborník a Sběrka příkladů – Navrhování betonových konstrukcí podle norem  
 ČSN EN 1992

Hrdoušek a kol. – Sběrka příkladů a komentářů – Navrhování betonových mostů podle norem  
 ČSN EN 1992

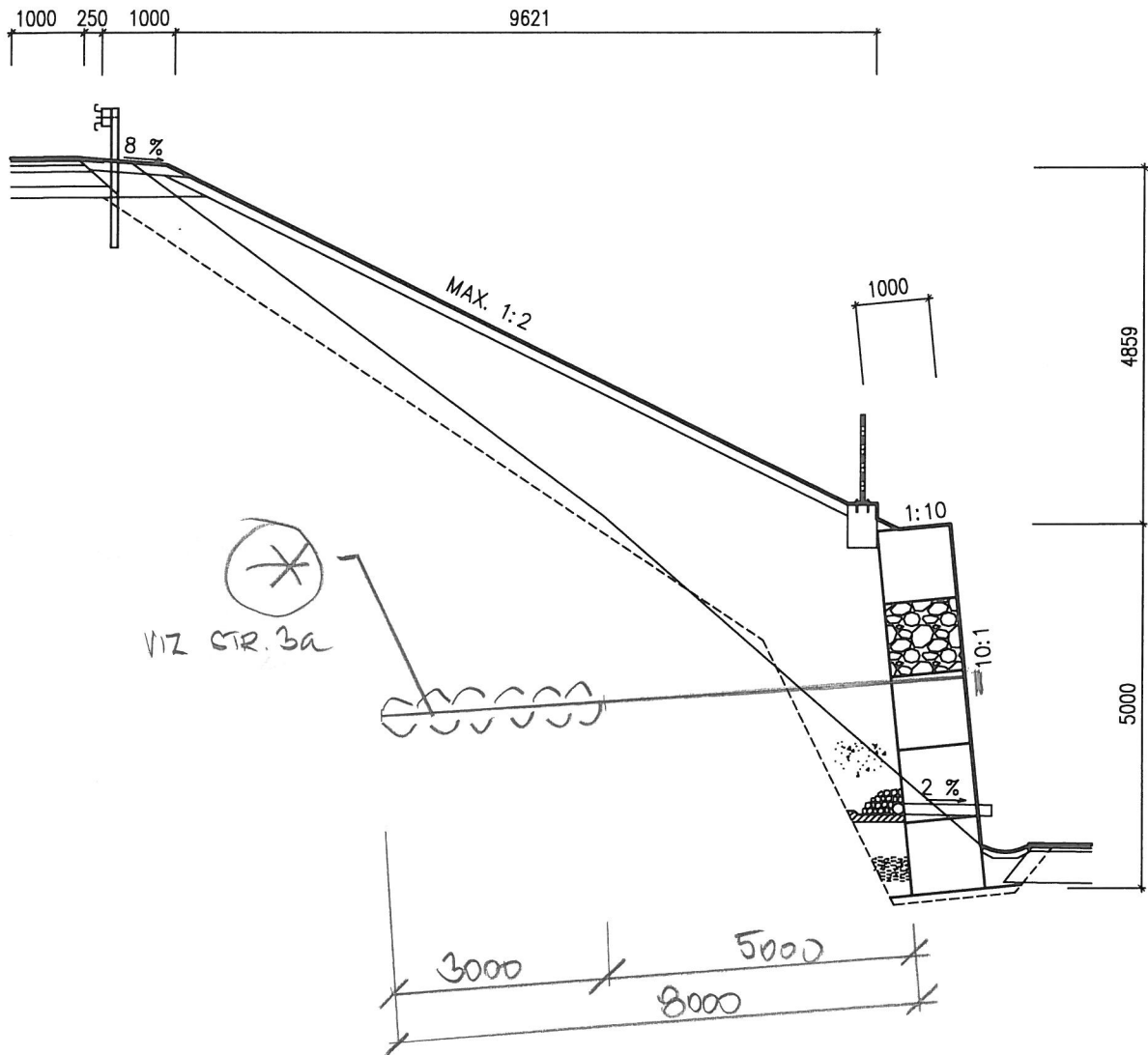
VL-4 – Vzorové listy - MOSTY

- 3a -  
PŘÍČNÝ ŘEZ - VÝŠKA ZDI 3,5 m



 SKALNÍ KOTVA Z INJEKTÁŽNÍ TYČE Ø R25  
 KOŘEN DÉLKY 3,0 m 1x INJEKTOVANÝ  
 DÉLKA KOTVY 8,0 m, PO 2,0 m,

PŘÍČNÝ ŘEZ 1:100, VÝŠKA ZDI 5 m



-4-  
POHLED NA ZED ✓

SKALNÍ KOTVA Z INJEKČNÍ TYČE ØR25,  
KOŘEN DL. 3,0 m,  
DÉLKA KOTVY 8,0 m, Á 2,0 m

PŘÍČNÝ ODSKOK

PODKLADNÍ BETON

GABIONOVÝ KOŠ 0,5/1,0/2,0

GABIONOVÝ KOŠ 1,0/1,0/2,0

2000  
1000

5500

4552-4676

820-1180

1500

### **Cíl statického výpočtu, mechanický model konstrukce**

Cílem statického výpočtu je posoudit kotvenou gabionovou konstrukci zárubní (dle statiky stejné jako u opěrné) zdi. Bude se jednat v první řadě o stabilitní výpočet, a to prokázání bezpečnosti proti převržení a posunutí. Dále bude posouzeno napětí v základové spáře, gabinu jako celku a navrženo kotvení.

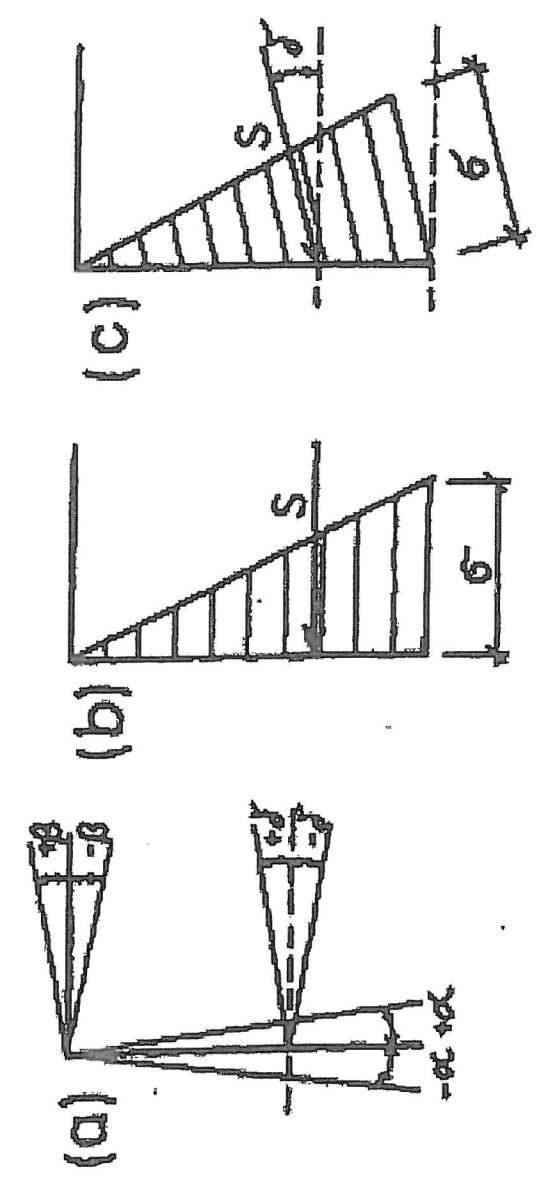
Geometrické vlastnosti jsou dány výkresovou částí (viz str. 3, 4), materiálové charakteristiky zeminy, to jsou pevnostní – efektivní úhel vnitřního tření  $\varphi$  a koheze  $c$  a deformační – to je deformační modul  $E_{def}$  a Poissonovo číslo  $\mu$  jsou dány geologickým posudkem. POSUDEK DLE EC7, DA 2.

Zemní tlak bude uvažován jako aktivní. Teoretické vztahy, orientace úhlů apod. jsou uvedeny stručně na následujících čtyřech stranách.

Při výpočtu zemních tlaků se vychází z efektivních smykových parametrů, když tlak vody v pórech je nulový. V opačném případě se počítá s totálními parametry.

$$\sigma = \sigma'_z K,$$

kde  $\sigma'_z = \gamma \cdot z$  je geostatické efektivní napětí v hloubce  $z$ ,  $K$  je součinitel zemního tlaku závislý na úhlu vnitřního tření  $\varphi$ , úhlu tření mezi zeminou a rubem konstrukce  $\delta$ , sklonu rubu konstrukce  $\alpha$ , sklonu terénu nad konstrukcí  $\beta$ , příp. na Poissonově čísle  $\nu$ .



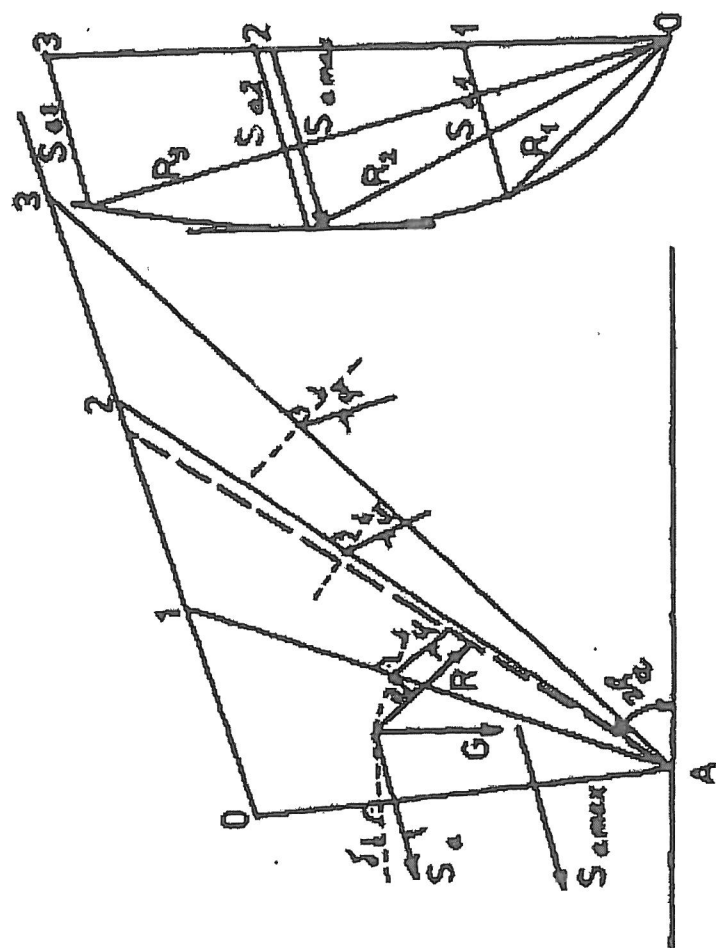
Orientace úhlů, rozdělení zemního tlaku podél konstrukce

## Aktivní zemní tlak

Při vzniku aktivního zemního tlaku se v zemině vytváří soustava smykových ploch, na kterých působí tření o součiniteli  $tg\varphi$ . Je-li napětí vody v pórech zeminy nulové, což je běžné např. u nesoudržných zemin, lze počítat s efektivními smykovými parametry a smykové plochy uvažovat přibližně rovinné. Vychází se přitom z Coulombovy teorie staré již přes 200 let. V opačném případě se při výpočtu vychází z totálních parametrů a při přesném řešení je třeba vycházet ze zakřivených smykových ploch. Také mezi stěnou a zeminou působí tření, jehož úhel  $\delta$  se uvažuje podle drsnosti stěny  $\delta = 1/3\varphi$  až  $2/3\varphi$ . Z mnoha možných smykových ploch se vytvoří ta, která dá největší hodnotu výslednice zemního tlaku  $S_a$ .

## Aktivní tlak nesoudržné zeminy

Při stanovení zemního tlaku se podle Coulomba předpokládá rovinná smyková plocha a hledá se taková, která za konstrukcí oddělí klín zeminy, jehož složka tíhy na konstrukci je největší. Zvolí se smyková plocha  $A_1$ . Tíha klínu zeminy  $A_0I$ , znázorněná ve složkovém obrazci úsečkou  $0I$ , se rozloží do směru  $S_{a1}$ , který svírá s normálou rubu stěny úhel  $\delta$  a do směru  $R_1$ , který svírá s normálou na zvolenou smykovou plochu úhel  $\varphi$ . Potom se zvolí další smyková plocha  $A_2$ , tíha klínu  $A_02$  se rozloží do složek  $S_{a2}$ ,  $R_2$  atd.



Ve vzniklém složkovém obrazci se pak hledá složka  $S_{a,max}$ , která je výslednicí aktivního zemního tlaku na stěnu. Její působíště je ve spodní třetině výšky. Z polohy  $S_{a,max}$  ve složkovém obrazci se pak určí poloha kritické smykové plochy aktivního tlaku (v obr. je označena čárkovaně), která svírá s vodorovnou úhel  $\vartheta_a$ .

Úhel kritické smykové plochy od vodorovné  $\vartheta_a$  je určen vzorcem

$$\vartheta_a = \varphi + \varepsilon,$$

$$\text{kde pro } s \text{ platí} \quad \cotg \varepsilon = \operatorname{tg}(\varphi - \alpha) + \frac{1}{\cos(\varphi - \alpha)} \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cos(\alpha - \beta)}{\sin(\varphi - \beta) \cos(\alpha + \delta)}}$$

Pro  $\alpha = \beta = \delta = 0$  se vzorec zjednoduší na tvar

$$\vartheta_a = 45^\circ + \frac{\varphi}{2}$$

Při znalosti úhlu  $\vartheta_a$  lze matematicky vyjádřit ze složkového obrazce i velikost výslednice aktivního zemního tlaku  $S_a$ . Je-li rovnoměrné zatížení povrchu terénu nad stěnou  $f_a$ , pak

$$S_a = \frac{1}{2} \gamma h^2 K_a \left[ 1 + \frac{2 f_a \cos \alpha \cos \beta}{\gamma h \cos(\beta - \alpha)} \right], \quad K_a = \frac{\cos^2(\varphi - \alpha)}{\cos^2 \alpha \cos(\alpha + \delta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \beta)}{\cos(\alpha + \delta) \cos(\alpha - \beta)}} \right]^2}$$

$\cancel{K_a = 0} \Rightarrow [1]$

Pro  $\alpha = \beta = \delta = 0$  se vzorec zjednoduší na tvar

$$K_a = \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$

# - 6 -

## TECHNICKÉ ÚDAJE STRAN TYČÍ-KOTEV

### Příslušenství

Příslušenství injekčních zavrtávacích kotevních tyčí typu R a T se sestává z šestihranných matic, plochých nebo kalotových podložek, spojníků s vnitřním závitem, vrtacích korunek pro různá prostředí (volitelný průměr a typ), vrtacích adaptérů, injekčních adaptérů, rotačně-injekčních adaptérů pro souběžnou injektáž během zavrtávání tyčí a převáděcích spojek pro redukci průměrů tyčí nebo typů závitů.

### Technické údaje

Typ kotevní tyče		R 25 N	R 32 N	R 32 S	R 38 N
Průměr tyče (vnější / vnitřní)	mm	25 / 14	32 / 18,5	32 / 15	38 / 19
Únosnost tyče na mezi kluzu	kN	150	230	280	400
Únosnost tyče na mezi pevnosti	kN	200	280	360	500
Průřezová plocha tyče	mm <sup>2</sup>	290	430	520	770
Hmotnost tyče	kg/m	2,3	3,4	4,1	6,1
Rozměry matice (šířka / výška)	mm	41 / 41	46 / 45	46 / 45	50 / 60
Rozměry podložky	mm	150x150x8 200x200x10	150x150x8 200x200x10/12	200x200x10/12	200x200x10/12
Rozměry spojníku (Ø / délka)	mm	38 / 150	42 / 160	42 / 160	51 / 220

Typ kotevní tyče		R 51 L	R 51 N	T 76 N	T 76 S
Průměr tyče (vnější / vnitřní)	mm	51 / 36	51 / 33	76 / 51	76 / 45
Únosnost tyče na mezi kluzu	kN	450	630	1200	1500
Únosnost tyče na mezi pevnosti	kN	550	800	1600	1900
Průřezová plocha tyče	mm <sup>2</sup>	890	1070	1900	2500
Hmotnost tyče	kg/m	7,0	8,4	15,0	19,7
Rozměry matice (šířka / výška)	mm	75 / 70	75 / 70	100 / 80	100 / 80
Rozměry podložky	mm	200x200x30	250x250x40	250x250x60	250x250x60
Rozměry spojníku (Ø / délka)	mm	63 / 200	63 / 200	97 / 220	97 / 220

### Balení, doprava, skladování

Injekční zavrtávací kotevní tyče typu R a T se dodávají nebalené v délkách 2, 3, 4 nebo 6 m. Jiné délky je možno dodat pouze po dohodě s technickým zástupcem společnosti Minova Bohemia s.r.o. Příslušenství se dopravuje jako volně ložená zásilka. Při manipulaci se musí dbát na to, aby nedošlo k mechanickému poškození.

Výrobky se skladují v prostorách chráněných proti povětrnostním vlivům.

Výše uvedené údaje byly sestaveny na základě provedených zkoušek a zohledňují dnešní stav zkušeností výrobce a našich zkušeností v okamžiku vydání. Za kvalitu našeho zboží odpovídáme v souladu s příslušnými ustanoveními obchodního zákoníku a v rámci našich všeobecných obchodních podmínek. Kvůli rozdílným podmínkám na stavbách, kde se naše zboží používá, nelze zajištění konečných výsledků nebo záruku právně opírat o údaje z tohoto technického listu ani o jiné zveřejněné informace o těchto výrobcích. Pro speciální otázky týkající se konkrétního použití na stavbách jsou Vám k dispozici naši specialisté.

Počátek platnosti technického listu je vyznačen datem vydání uvedeném v zápatí; technické listy vydané před tímto datem pozbývají platnost.

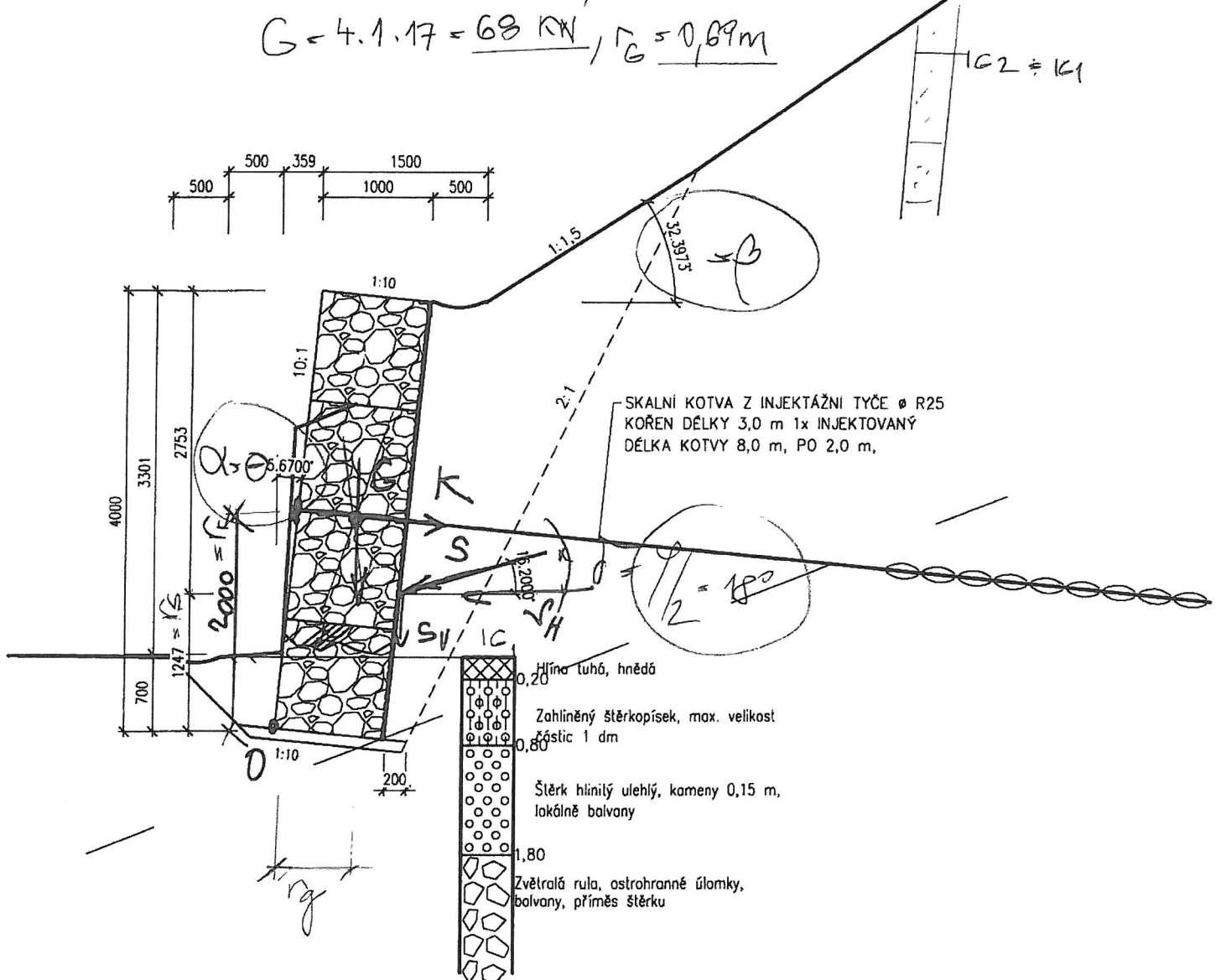
# MECHANICKÝ MODEL - VÝŠKA 4,0 m, SKLON 1:1,5 (VHIV DOPRAVY NA II/354)

VÝPOČET SIL  $G$ ,  $S$ ,  $K$  - CHARAKTERISTICKÉ HODNOTY (A JEJICH RAMEŇ)

$\varphi = 36^\circ$ ,  $c = 0$  (INTERVAL  $\varphi = 32 \div 42^\circ$ )

$$K = 150/2 = 75 \text{ kN/m}, \quad r_K = 20 \text{ m}$$

$$G = 4 \cdot 1 \cdot 17 = 68 \text{ kN}, \quad r_G = 0,69 \text{ m}$$



$$S = \frac{1}{2} \gamma \cdot h^2 \cdot K_a, \quad \gamma = 20 \text{ kN/m}^3, \quad h = 4.0 \text{ m}$$

$$K_a = \frac{\cos^2(36^\circ + 6.7^\circ)}{\cos^2 6.7^\circ \cdot \cos(-6.7^\circ + 18^\circ)} \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(36^\circ + 18^\circ) \cdot \sin(36^\circ - 33^\circ)}{\cos(-6.7^\circ + 18^\circ) \cdot \cos(-6.7^\circ - 33^\circ)}} \right]$$

$$K_a = 0,67$$

$$S = \frac{1}{2} \cdot 20 \cdot 4^2 \cdot 0,67 = 107 \text{ kN/m}$$

$$S_H = 103 \text{ kN}, \quad r_{S_H} = 1,25 \text{ m}$$

$$S_V = 30 \text{ kN}, \quad r_{S_V} = 1,13 \text{ m}$$

# 1. STABILITA

## STABILIZUJÍCÍ MOMENT (CHARAKTERISTICKÝ)

$$M_S^k = G \cdot r_g + K \cdot r_k + S_v \cdot r_{sv} = 68 \cdot 0,69 + 75 \cdot 2 + 30 \cdot 1,13 = \underline{\underline{230 \text{ KNm}}}$$

## KLOPNÝ MOMENT (CHARAKTERISTICKÝ)

$$M_k^k = S_H \cdot r_{sh} = 103 \cdot 1,25 = \underline{\underline{128 \text{ KNm}}}$$

## NÁVRHOVÉ PARAMETRY, POSUDEK PŘEKLOPENÍ

$$M_S^d = M_S^k / \gamma = 230 / 1,2 \text{ (1,1)} = \underline{\underline{191 \text{ KNm}}}$$

$$M_k^d = M_k^k \cdot \gamma = 128 \cdot 1,35 = \underline{\underline{172 \text{ KNm}}}$$

$$M_S^d > M_k^d$$

$$\underline{\underline{191 > 172 \text{ KNm}}} \quad \underline{\underline{\text{VÝHOVÍ}}}$$

## 2. POSOUZENÍ ZÁKLADOVÉ SPÁRY

### SVISLÉ SÍLY - CHARAKTERISTICKÉ HODNOTY

$$V^k = G + S_v = 68 + 30 = \underline{\underline{98 \text{ KN}}}$$

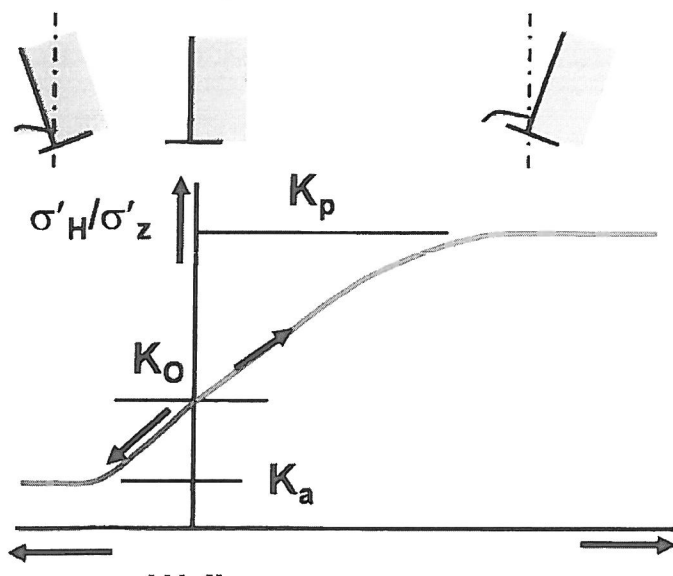
### MOMENT K OSE ZÁKLADOVÉ SPÁRY

$$M^k = G \cdot (r_g - 0,5) + K \cdot r_k - S_H \cdot r_{sh} + S_v \cdot (r_{sv} - 0,5) \quad \begin{matrix} S_H - \text{NECHT' JE DLE STE. } 103 \rightarrow 161 \text{ KN} \sim (\text{KLID. TLAK}) \end{matrix}$$

$$= 68 \cdot 0,19 + 75 \cdot 2 - 161 \cdot 1,13 + 30 \cdot 0,75 =$$

$$= \underline{\underline{0,0 \text{ KNm}}}$$

## Druhy zemních tlaků



$$K_p = K_a \cdot (1 \div 2,5)$$

$$K_p = 0,67 \div 1,88$$

$$S_H = 103 \div 298 \text{ kN}$$

(ÚMĚRNÉ ZATLAČENÍ ZDI  
KOTVOU DO SVAHU)

$$V_{ed} = V_k \cdot \gamma = 98 \cdot 1,35 = 132 \text{ kN}$$

$$\sigma_{ed} = V_{ed} / A_2 = 0,132 / 1,2 = 0,11 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rd} = \sigma_{rk} \cdot \gamma = 0,28 / 1,4 = 0,2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rd} > \sigma_{ed}$$

$$\underline{0,2 > 0,11 \text{ MPa}}$$

### 3, NÁVRH KÖRENE KOTVY

V HLoubCE  $\sim 5m$  JE  $\sigma_x = 100 kPa$ ,  $\sigma_y = 50 kPa \Rightarrow$   
 $\sigma = 75 kPa$

NÁVRH KÖRENE - DL.  $3m$ ,  $\phi$  bývá  $\sim 0,3m$

$$\varphi = 36^\circ, f = \tan \varphi = \tan 36^\circ = 0,7$$

ÚNOSNOST  $3m$  KÖRENE

$$R_k = 1 \cdot 0,3 \cdot 3 \cdot 75 \cdot 0,7 = 148 kN \approx 150 kN$$

ÚNOSNOST KÖRENE  $\approx$  ÚNOSNOST TYČE

### 4, POSOUZENÍ NAPĚTÍ POD KOTVOU

NÁVRH PODKOTEVNÍ DESKY  $500/250$

$$A = 0,5 \cdot 0,25 = \underline{\underline{0,125 m^2}}$$

NAPĚTÍ POD KOTVOU

$$\sigma_{e,k} = \frac{2k}{A} = \frac{0,15}{0,125} = \underline{\underline{1,2 MPa}}$$

$$\sigma_{e,d} = \sigma_{e,k} \cdot \gamma = 1,2 \cdot 1,35 = \underline{\underline{1,62 MPa}}$$

$$\sigma_r = 4 MPa$$

$$\sigma_r > \sigma_{e,d}$$

$$4,0 > 1,62 MPa$$

### 5) POSOUZENÍ NA POSUNUTÍ

#### SÍLY STABILIZUJÍCÍ

$$P_{rk} = (G + S_v) \cdot f \quad / \quad f = \tan \varphi = 0,7$$

$$P_{rk} = (68 + 30) \cdot 0,7 = \underline{69 \text{ kN}}$$

$$P_{rd} = P_{rk} / \gamma = 69 / 1,35 = \underline{\underline{51 \text{ kN}}}$$

#### SÍLY POSOUVAJÍCÍ

$$P_{ek} = K - S_H = 103 - 75 = \underline{28 \text{ kN}}$$

$$P_{ed} = P_{ek} \cdot \gamma = 28 \cdot 1,1 = \underline{\underline{31 \text{ kN}}}$$

$$P_{ed} < P_{rd}$$

$$\underline{31 < 51}$$

VYHOVÍ

### ZÁVĚR

ZEDĚ MAJÍ PROMĚNNOU VÝŠKU 1,5-6,5 m.

- DO VÝŠKY 2 m ZEDĚ NEBUDE KOTVENA
- OD VÝŠKY 3-4 m BUDOU KOTVY VE VÝŠCE 2 m OD PATY (2. ŠÁR)
- OD VÝŠKY 5-6,5 m BUDOU KOTVY VE VÝŠCE 2 a 4 m (2 a 4. ŠÁR)

DUBEN 2017

Ing. 