

STATICKÉ POSOUZENÍ

1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE :

Zakázka : Desná, Loučná-Kouty nad Desnou, oprava kamenných stupňů

Investor : Povodí Moravy, s.p.

Místo stavby : k.ú. Kouty nad Desnou, k.ú. Rejhotice

Zpracovatel : AGPOL, sro, Jungmanova 153/12, Olomouc

Vypracoval : Ing. Jan Zmrzlý

Stupeň dokumentace : DPS

Datum : 14/09/2017

2. ÚVOD :

Předmětem předloženého dokumentu je návrh a posouzení železobetonových, kamenem obložených prahů v říčním korytě. Jedná se celkem o 7 stupňů kaskád s tím, že stávající stupně 1-6 budou zcela odstraněny a nahrazeny novými, včetně rybochodů a stupeň 7 bude mít obnovenu přelivovou korunu.

Níže jsou tedy posouzeny tyto dva typy úprav z hlediska jejich stability a dimenzovatelnosti. Dále jsou navržena schémata vyztužení železobetonových konstrukcí.

Předmětem není nic jiného, než co je v něm uvedeno.

3. PODKLADY A PŘEDPOKLADY :

Podkladem pro zpracování bylo následující :

- Rozpracované stavební řešení PD pro stav. pov. – zprac. Ing. Ježík
- Pro návrh není zpracován IGP, avšak vychází se z předpokladu, že stávající prahy budou vytěženy včetně přilehlých sedimentů až na skalní podklad, ke kterému budou přikotveny. Podle geologické mapy je skalní podklad tvořen metamorfovanými horninami silezika.

Posouzení je provedeno s respektováním :

- ČSN EN 1991, ČSN 73 0035, ČSN 73 0037
- ČSN EN 1992, ČSN 73 1201, ČSN EN 206-1,
- ČSN EN 1997, ČSN 73 1001.

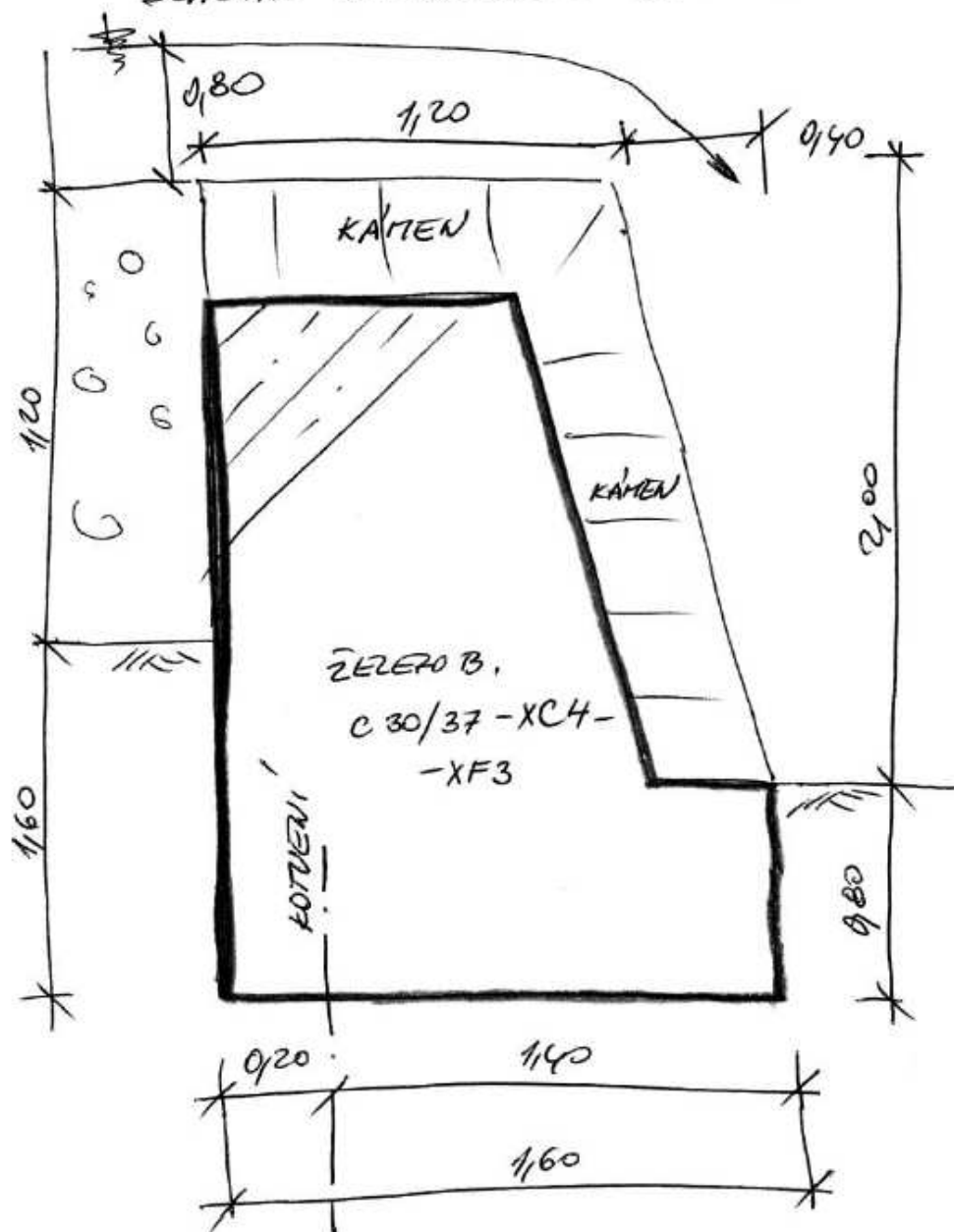
Některé z uvedených předpisů byly v minulosti uměle administrativně zneplatněny, avšak jejich dodržení vede ke spolehlivému a bezpečnému návrhu konstrukcí.

4. VÝPOČET :

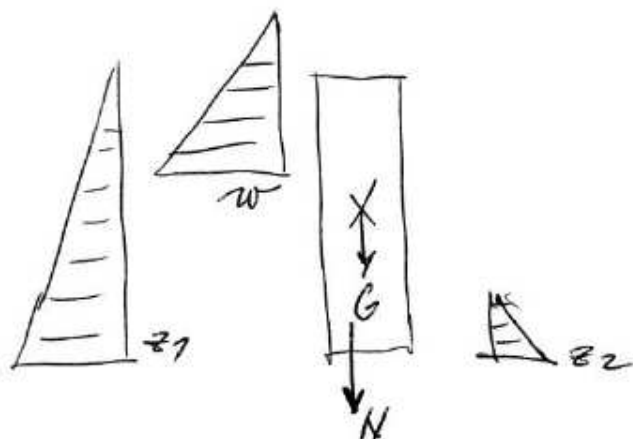
4.1. STUPNĚ 1-6 :

KOMPLETNÍ DEMOLICE STÁVAJÍCÍCH STUPŇŮ A
VYČISTĚNÍ ZÁKLADOVÉ SPÁRY NA KVALITNÍ
SKALNÍ PODKLAD, PAK REALIZACE NOVÝCH
ŽB. STUPŇŮ.

SCHEMA NÁTOROVÉHO STUPNĚ:



ZATEŽOVACÍ SCHÉMA:



$$W = 10,0 \cdot 20 = 20,0 \text{ kN} \cdot \text{m}^2$$

$$z_1 = 220 \cdot 280 \cdot (\sim 0,6) = 36,96 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$z_2 = 220 \cdot 880 \cdot (\sim 1,70) = 29,92 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$G = \left[\left(\frac{1,20 + 1,60}{2} \cdot 200 + 880 \cdot 1,60 \right) \cdot 24,0 = 94,92 \text{ kN} \right]$$

POSOUZENÍ STABILITY PROTI PŘEKLOPENÍ:

$$M_a = \frac{1}{2} \cdot 20 \cdot 20 \cdot \left(\frac{1}{3} \cdot 20 + 1,60 \right) + \frac{1}{6} \cdot 36,96 \cdot 280^2 \cdot 1,35 \pm$$

$$M_a = 110,53 \text{ kNm}$$

$$M_p = \left[\frac{1}{6} \cdot 29,92 \cdot 880^2 + 94,92 \cdot (\sim 880) \right] \cdot 0,9 = 43,34 \text{ kNm}$$

$$M_p < M_a \Rightarrow \text{NUTNÉ ZAKOTVENÍ}$$

\Rightarrow MIN. ÚNOSNOST KOTVENÍ V TATN:

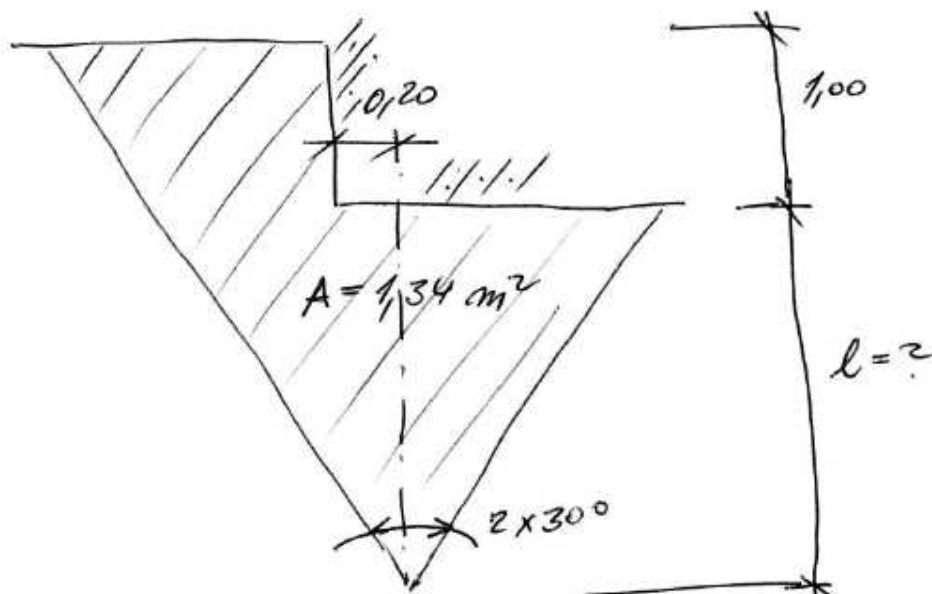
$$H_{\text{min}} = \frac{110,53 - 43,34}{140} = 26,54 \text{ kN/m}^2$$

STANOVENÍ MIN. HL. ZAKOTVENÍ:

$$G_{\text{min}} = 26,54 / 0,9 = 29,49 \text{ kN}$$

$$\Rightarrow \text{OBJEM} : 29,49 / 22,0 = 1,34 \text{ m}^3 / \text{m}$$

SCHEMA:



$$A_1 = \frac{1}{2} l \cdot z ; \Rightarrow z = 2 \cdot \tan 30^\circ \cdot l$$

$$A_1 = l^2 \cdot \tan 30^\circ$$

$$A_2 = \left[\left(l \cdot \tan 30^\circ + (l + 1,0) \cdot \tan 30^\circ \right) / 2 - 0,20 \right] \cdot 1,0$$

$$A = A_1 + A_2$$

$$1,34 = \tan 30^\circ \cdot l^2 + \tan 30^\circ \cdot l + \tan 30^\circ \cdot \frac{1}{2} \cdot l + \tan 30^\circ \cdot \frac{1}{2} - 0,20$$

$$1,54 = \tan 30^\circ (l^2 + 1,5 \cdot l + 0,5)$$

$$l^2 + 1,5l - 2,17 = 0 \Rightarrow l_{\min} = 0,90 \text{ m}$$

NÁVR: HLoubKA ZAKOTVENÍ' $l = 1,20 \text{ m}$

$$\Rightarrow G_2 = \left[1,20^2 \cdot \tan 30^\circ + \left((1,20 \cdot \tan 30^\circ + (1,20 + 1,0) \tan 30^\circ) / 2 - 0,20 \right) \cdot 22,0 \cdot 0,9 \right]$$

$$G_{\text{ed}} = 31,9 \text{ kN} > G_{2\min} \Rightarrow \text{VÝKONNÉ} \checkmark$$

ZAKOTVENÍ BUDE PROVEDENO OCELOVÝMI
TRUBKOVÝMI KOTVAMI (SCHEMA VÍZ DÁLĚ)
PO 500 mm DO VRTV^o Ø 70 mm, HL 1,20 m

UČINEK NA 1 KOTU: $N_d = 2949/2 = 14,74 \text{ tN}$

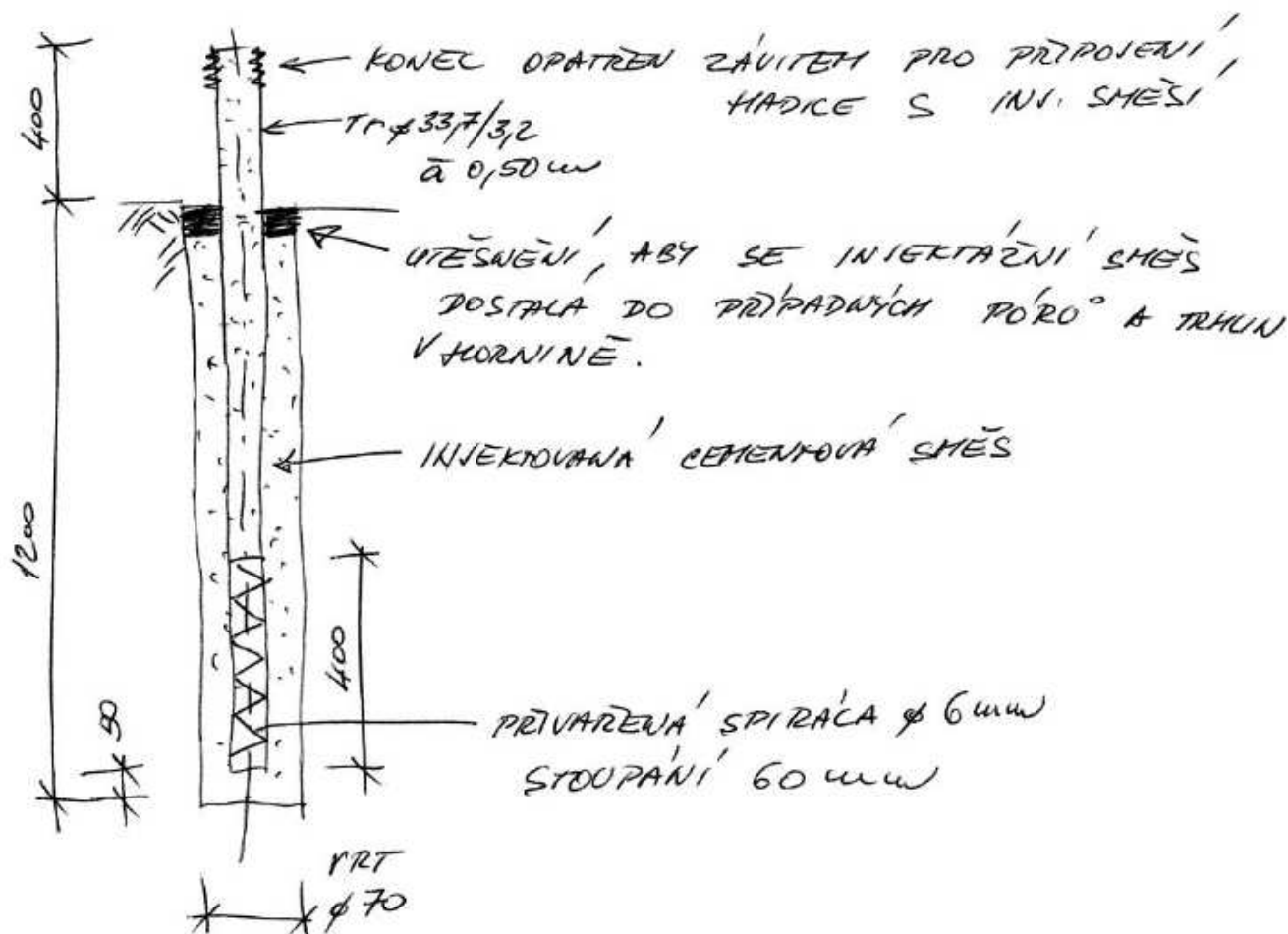
TRUBLOVA' KONA : Tr ϕ 33,7 / 3,2 - OCEZ S 235

$$A = 307 \text{ mm}^2$$

$$N_4 = 307E-6 \cdot 200E6 = 61400 \text{ N} = 61,4 \text{ kN} > N_{\text{ad}}$$

\Rightarrow unknown ✓

SCHEMA TRUBLOVE KOTLY: $\bar{a} 0,50 \text{ m}$



VYZTUŽENÍ:

BUDE PROVEDENO S RESPEKTOVÁNÍM KONSTRUKTIVNÍCH
ZÁSAD \rightarrow DODRŽENÍ $\mu_{min} = 0,0013$

TZM PŘI JEDNOM POUČKU $\frac{120 \cdot 100 \cdot 0,0013}{1} = 15,6 \text{ m}^2/\text{m}$

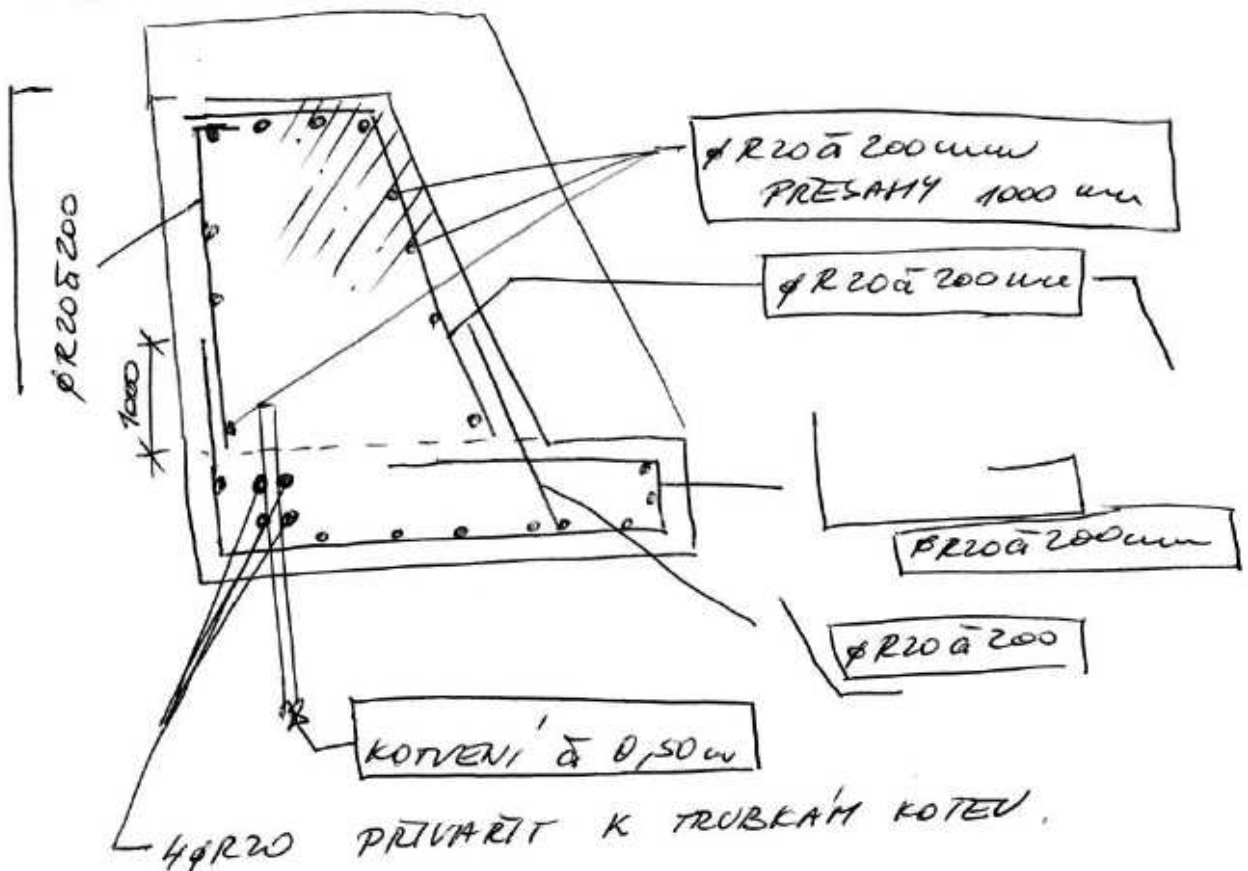
$\Rightarrow \phi R 20 \bar{a} 200 \text{ mm} \Rightarrow A_s = 15,71 \text{ m}^2/\text{m} > A_{smin}$
 \Rightarrow VÝHODNĚ ✓

BETON: C30/37²-XC4-YF3

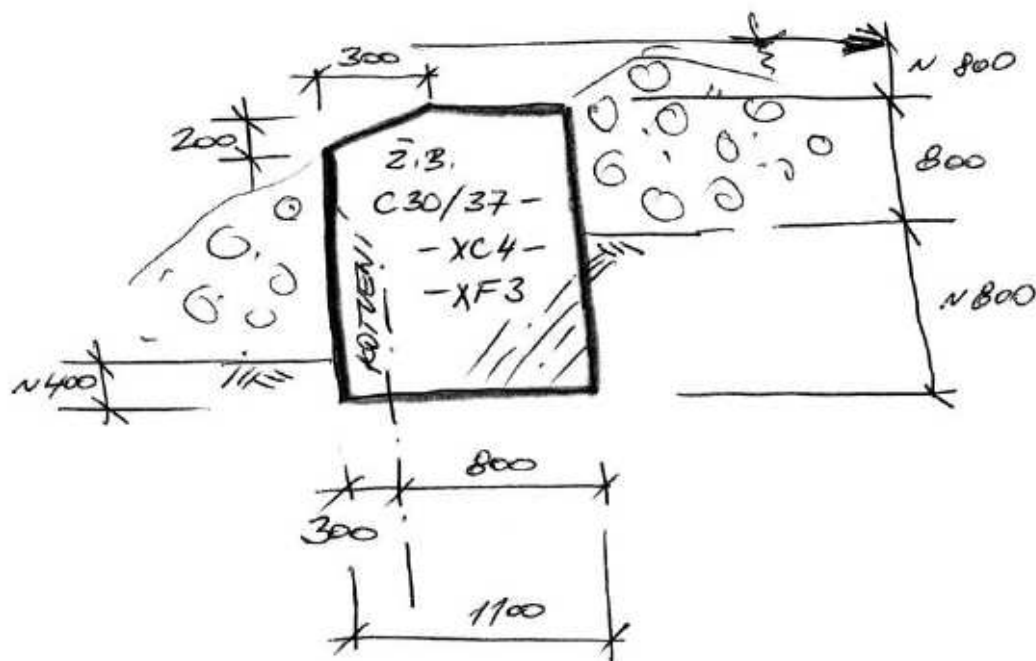
VYTUŽ: $\phi R 20 \bar{a} 200 \text{ mm}$ V OBEC SMĚRECH

KRYTÍ VYTUŽE: 65 mm

SCHEMA VYTUŽENÍ:



SCHEMA VÝTOKOVÉHO STUPNĚ (ZA VÝVĚŘÍŠTĚM):



Z HLEDISKA STABILITY V "KLIDOVÉM" REŽIMU PŘEKLOPENÍ ANI POSUNUTÍ NIEHRODÍ.

MIMODŘÁDNĚ DYNAMICKÉ ÚČINKY BUDOU DO PODLOŽÍ PŘENESENÝ TAKOVÝMI KOTVAMI, KDE U VÝTOKOVÉHO PRAHU BUDOU PROVEDENY 8

TYČÍ $\phi 25mm$ a $\phi 50mm$
LEPENÝCH CEMENTOVOU KASÍ DO
VRTV $\phi 35mm$, HL. $1,60m$

$$\left. \begin{array}{l} W_1 = 880 \cdot 10 \\ W_2 = 2400 \cdot 10 \end{array} \right\} \Rightarrow \Delta W = \frac{20 + P}{2} = 14,00$$

$$M_a = 14,0 \cdot (0,8 + 0,40) = 16,80 kNm$$

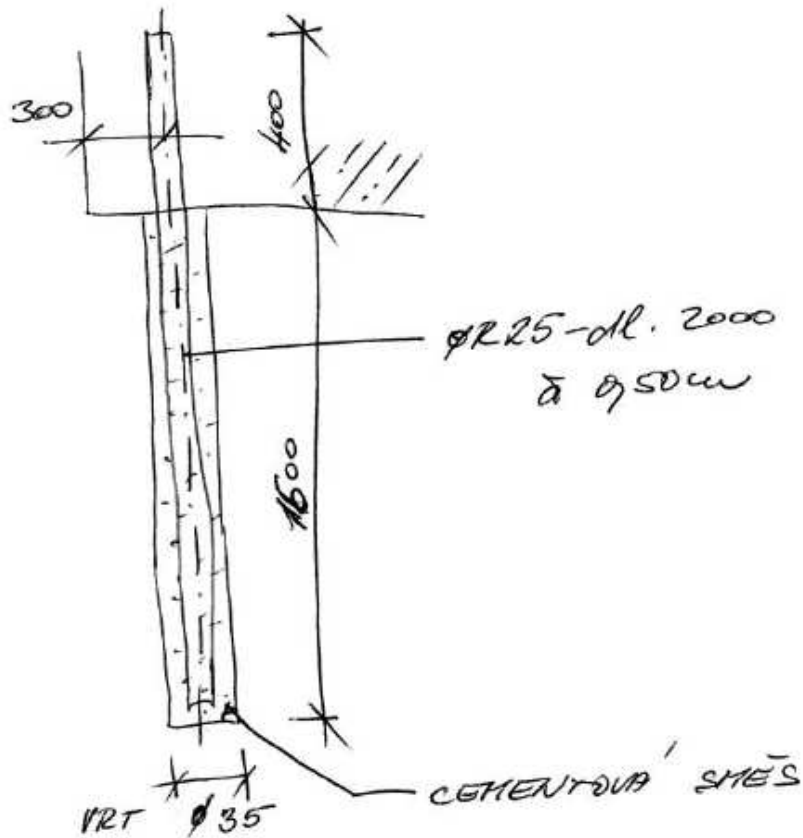
$$G = 110 \cdot 1,60 \cdot 24,0 = 4224 kN$$

$$M_p = 4224 \cdot 0,55 \cdot 0,9 = 2094 kNm > M_a$$

\Rightarrow STABILITA VÝKONNĚ

✓

SCHEMA ZAKOTVENÍ:



VYZRŽENÍ: POUVĚĚ BUDE RESPEKTOVÁNO $c_{min} = 800/13$

$$\Rightarrow A_{smin} = 800/13 \cdot 110 \cdot 100 = 11,3 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\Rightarrow \text{Ø R 20 a 200 mm} \Rightarrow A_s = 15,71 \text{ cm}^2/\text{m} > A_{smin}$$

\Rightarrow VÝKONNĚ ✓

BETON: C 30/37 - XC4 - XF3

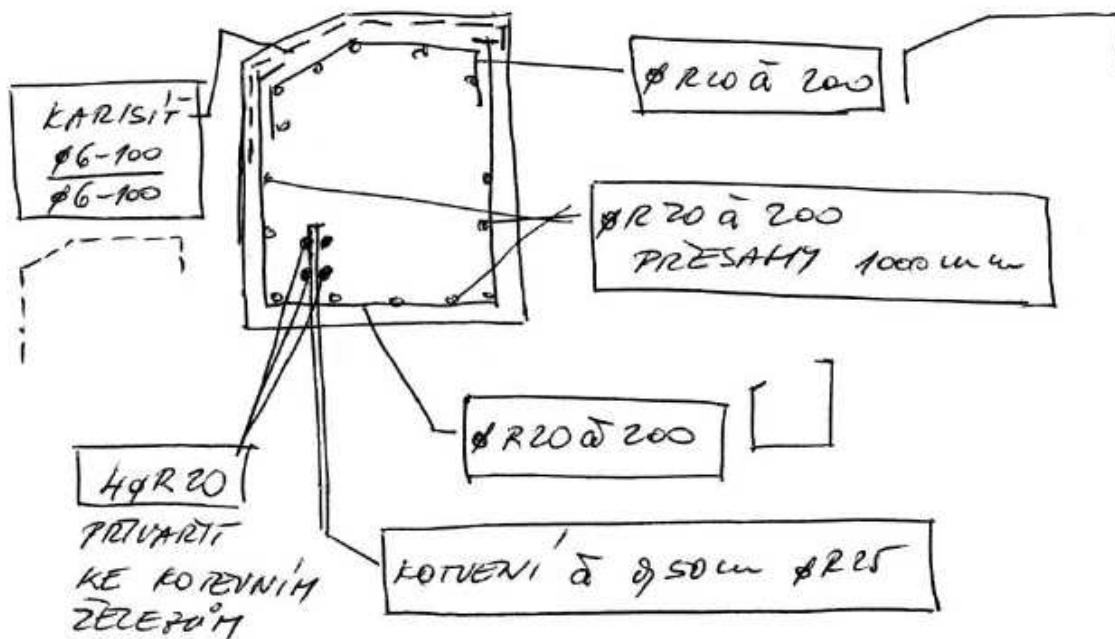
VÝZRŽ: Ø R20 a 200 mm V OBOU SMĚRECH

KRYTÍ VÝZRŽE: 65 mm

NÁTOKOVÁ PLOCHA S VYZRŽENÝM

KRYTÍM KARISÍTI Ø 6-100 / Ø 6-100 - KRYTÍ 40 mm

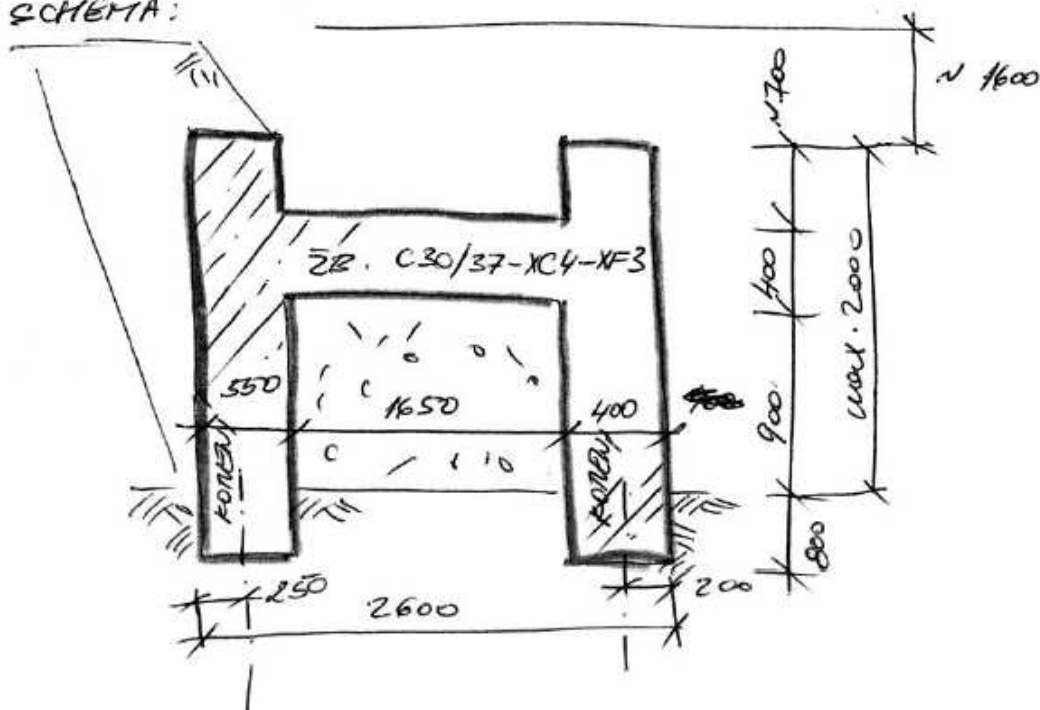
SCHEMA VYZUŽENÍ



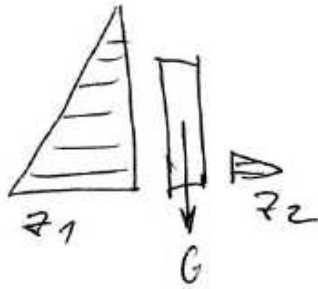
RYBOCHODY :

z HLEDISKA STÁTKY STAV. KONSTRUKCI, RUDE FUNKOVAT JAKO OPĚRNA NABĚŽNÍ STĚNA.

SCHEMA:



POSOUZENÍ STABILITY V PŘEKLOPENÍ:



$$G = [(0,95 \cdot 280 + 1,65 \cdot 0,40) \cdot 240 + 1,65 \cdot 1,70 \cdot 220] \cdot \frac{1}{3} = 141,39 \text{ kN}$$

$$Z_1 = 4,40 \cdot 220 \cdot 0,6 = 58,08 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$Z_2 = 0,80 \cdot 220 \cdot 1,20 = 29,92 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$M_a = \frac{1}{6} \cdot 58,08 \cdot 4,40^2 \cdot 1,35 = 253,0 \text{ kNm}$$

$$M_p = \left(\frac{1}{6} \cdot 29,92 \cdot 0,80^2 + 141,39 \cdot (1,30) \cdot 0,9 \right) = 168,30 \text{ kNm}$$

$M > M_p \Rightarrow$ NUTNÉ KOTVIT DO
PODLŮŽÍ \rightarrow VLEVO PROTI VHTAŽENÍ,
VPRÁVO PROTI PODEMLETÍ

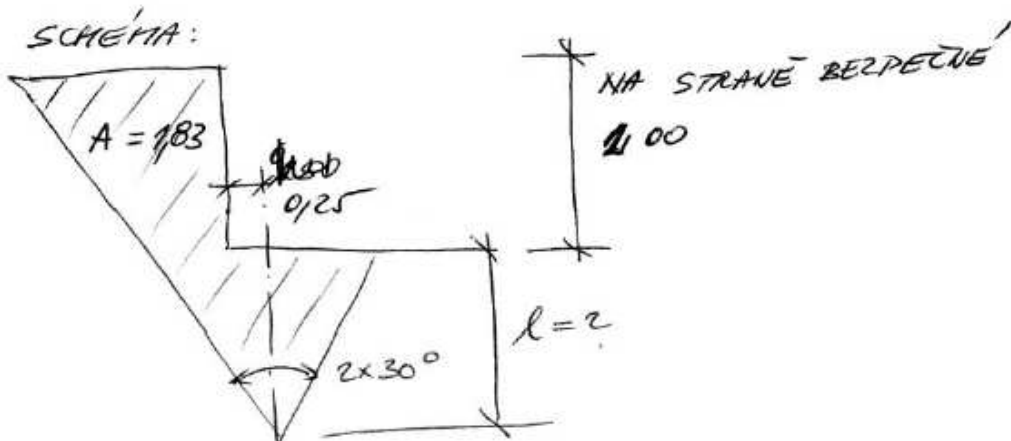
$$\Delta M = 253,0 - 168,30 = 84,7 \text{ kNm}$$

$$\text{TAKOVÁ SÍLA: } 84,7 / 2,35 = 36,04 \text{ kN/m}$$

STANOVENÍ MIN. HL. ZAKOTVENÍ:

$$G_{\text{amin}} = 36,04 / 0,9 = 40,04 \text{ kN}$$

$$\Rightarrow \text{OBJEM: } 40,04 / 220 = 1,82 \text{ m}^3/\text{m}$$



$$A_1 = \frac{1}{2} \cdot l \cdot z \Rightarrow z = 2 \cdot \lg 30^\circ \cdot l$$

$$\Rightarrow A_1 = l^2 \cdot \lg 30^\circ$$

$$\begin{aligned} A_2 &= [(l \cdot \lg 30^\circ + (l + 200) \cdot \lg 30^\circ) / 2 - 0,25] \cdot 200 = \\ &= [\lg 30^\circ (l + l + 200) / 2 - 0,25] \cdot 200 = \\ &= [\lg 30^\circ (l + 100) - 0,25] \cdot 200 \end{aligned}$$

$$1,83 = \lg 30^\circ \cdot l^2 + 200 \cdot \lg 30^\circ (l + 100) - 0,50$$

$$2,33 = \lg 30^\circ \cdot l^2 + \lg 30^\circ (200l + 200)$$

$$4,04 = l^2 + 200l + 200$$

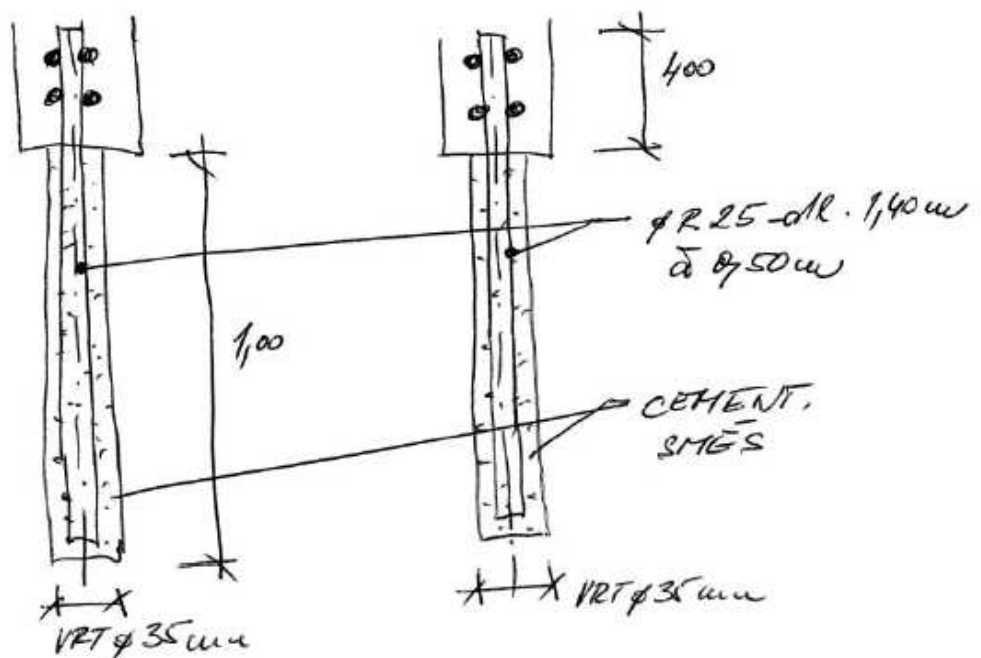
$$l^2 + 200l - 204 = 0 \Rightarrow l_{\min} = 0,75 \text{ m}$$

NA'VRH: HLOUBKA ZAKOTVENÍ: $l = 1,00 \text{ m}$

$$\Rightarrow G_2 = [1,00^2 \cdot \lg 30^\circ + 200 (\lg 30^\circ (1,00 + 100) - 0,25 \cdot 200)] \cdot 220 \cdot 0,9$$

$$G_2 = 47136 \text{ N} > G_{2\min} \Rightarrow \text{VÝHODNĚ} \quad \checkmark$$

SCHEMA ZAKOTVENÍ:



VÝZTUŽENÍ: KONSTRUKCE JE MASIVNÍ, VÝZTUŽ
JE DÁNA RESPEKTOVÁNÍM $\mu_{min} = 0,0013$

$$\Rightarrow TZN. A_{smin} = 0,0013 \cdot 55 \cdot 100 = 4,15 \text{ cm}^2/\text{m}$$

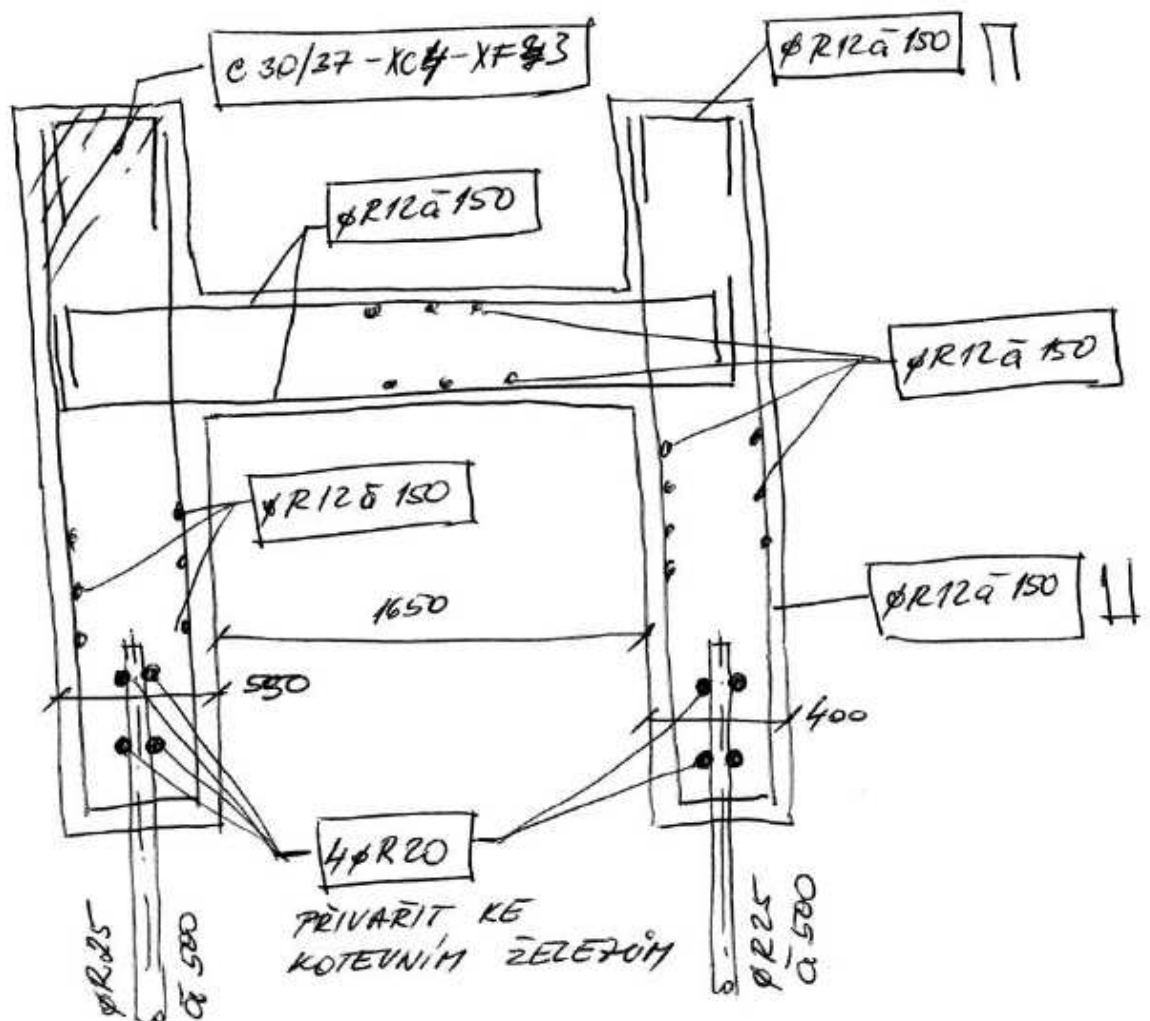
$$\Rightarrow \boxed{\phi R 12 \text{ } \bar{a} 150 \text{ mm}} \Rightarrow A_s = 7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$$

BETON: C 30/37 - XC4 - XF3

VÝZTUŽ: $\phi R 12 \text{ } \bar{a} 150 \text{ mm}$

KRYTÍ VÝZTUŽE: 65 mm

SCHEMA VÝZTUŽENÍ:



4.2. STUPENĚ 7:

KLEJENÁ SE PŘÍMO O STUPENĚ V KORYTĚ, ALE
O "SKLUZ" OPATŘENÝ NA KONCÍCH DVĚMA PRAHY
Z ŽELEZOBETONU.

NÁTOKOVÝ STUPENĚ BUDE ZKORA ROZEBRÁN OD
ROZVOLNĚNÝCH ČÁSTÍ DO HLUBKY CCA 80cm,
KE STÁVAJÍCÍMU ZÁKLADU PRAHU BUDE SE
SPRÁCHOVACÍ VÝZTUŽÍ NABETOVLÁNA A
Z KAMENE NA BETON DOŘDĚNA NOVÁ KORUNA
PŘELIVOVÉHO PRAHU.

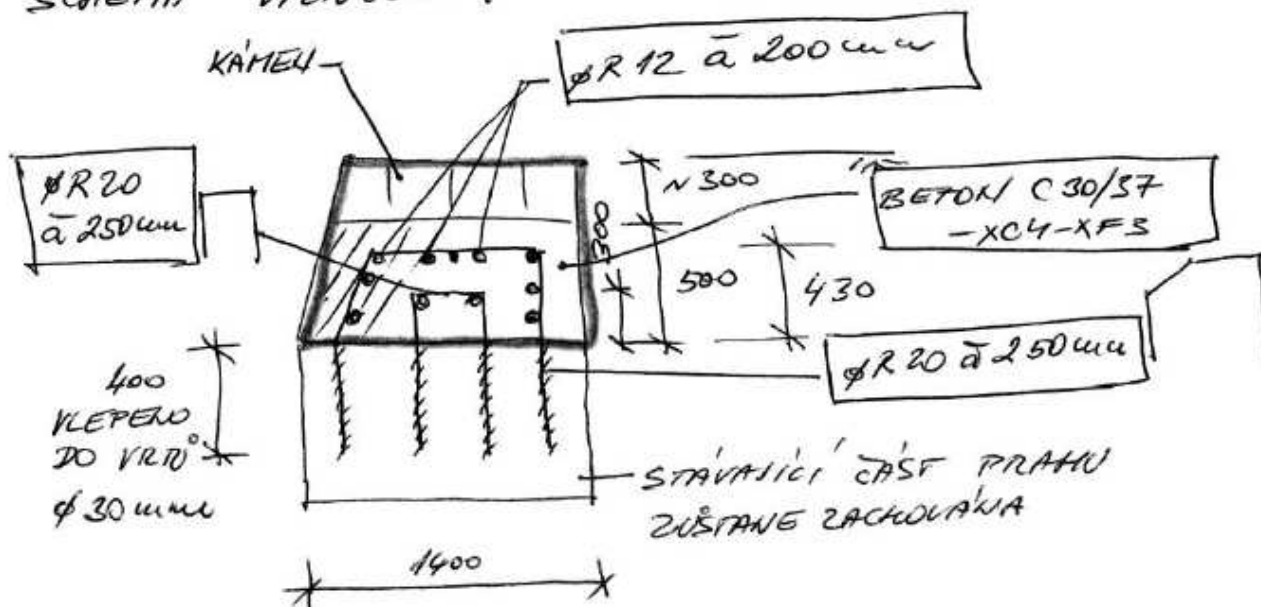
VÝZTUŽENÍ SPRÁCHOVACÍ VÝZTUŽÍ BUDE PROVEDENO
PODLE NIŽE UVEDENÉHO SCHÉMATU.

BETON: C 30/37 - XC4 - XF3

VÝZTUŽ: - V12 SCHÉMA

KRYTÍ VÝZTUŽE 65mm

SCHÉMA VÝZTUŽENÍ:



STYČNÁ SPÁRA MEZI PŘÍRODNÍM BETONEM A
DO BETONOVÁVANOU ČÁSTÍ BUDE PŘED VRTÁNÍM
SPRÁKOVACÍCH ŽELEZ ZDRSNĚNA A ~~OPATŘENA~~
BEZPROSTŘEDNĚ PŘED BETONÁŽÍ BUDE OPATŘENA
PENETRACÍ ROZTOKEM DUVILAXU B, KONCENTRACE
BUDE STANOVENA TECHNOLOGEM.

HYDROVÝ PRAH JE V SOUČASNOSTI ZCELA
POZVOLNĚNÝ, BUDE TĚDY ZCELA ROZEBRÁN A
MŮŽEN AŽ NA SKALNÍ PODLOŽÍ DO HLoubKY cca 980cm
POD STÁVAJÍCÍ DNO.

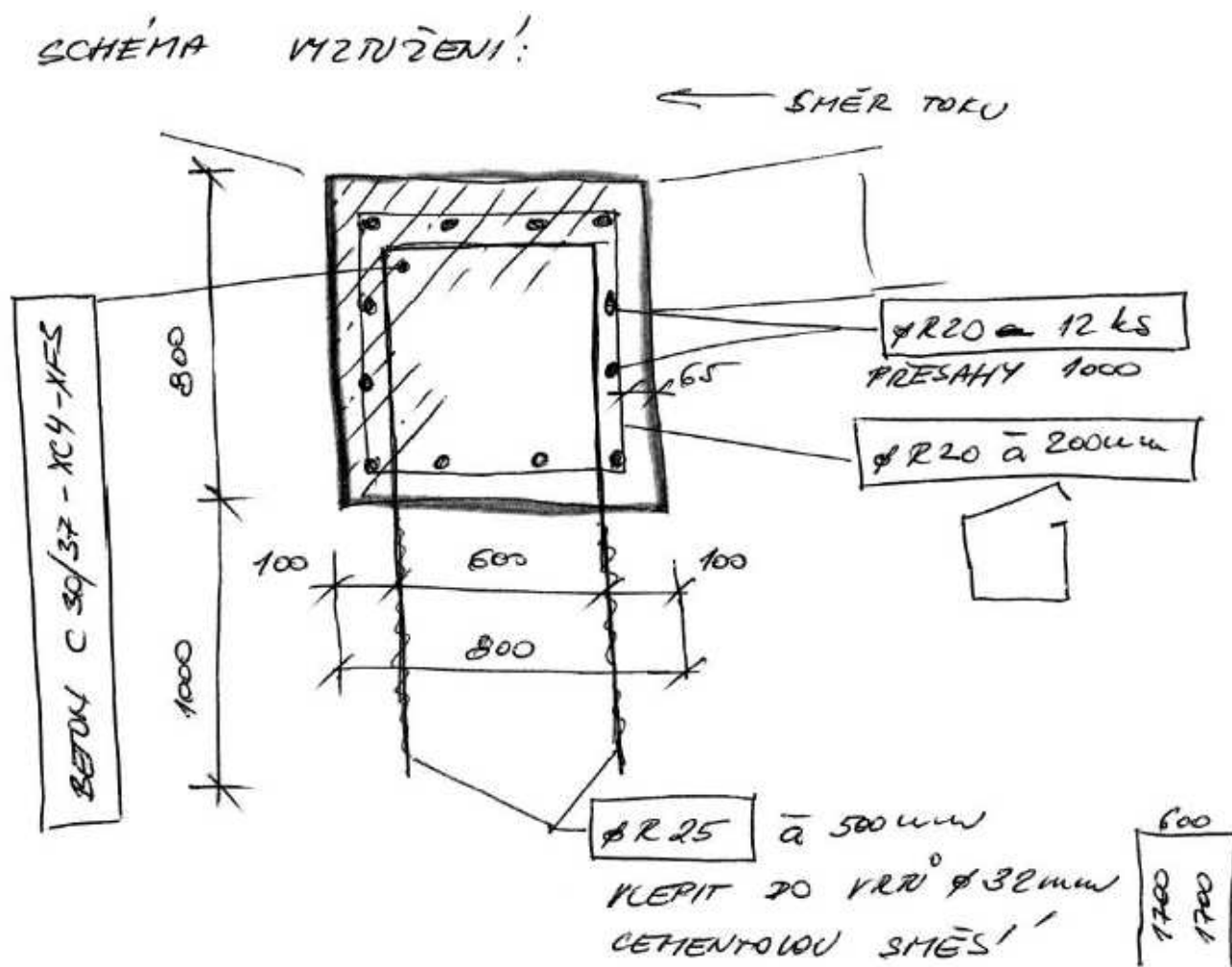
DO SKALNÍHO PODLOŽÍ PAK BUDE POMOCÍ JECOVÝCH
TYČÍ ZAKOTVEN NOVÝ ŽELEZOBETONOVÝ PRAH.

ZAKOTVENÍ A MŮZTUŽENÍ BUDE PROVEDENO
PODLE NIŽE UVEDENÉHO SCHEMATU.

BETON : C30/37 - XC4 - XF3

MŮZTUŽ : VÍŽ SCHEMA

KRYTÍ MŮZTUŽE : 65mm



5. POZNÁMKA :

- Dimenzovatelnost jednotlivých objektů byla výpočtem prokázána, zhusta se jedná o masivní konstrukce jejichž hmotnost je nutná z důvodu stability, kde pak není únosnost výztuže rozhodující. Obvykle bylo v návrhu rozhodující dodržení konstruktivních zásad – zde jde o dodržení minimálního stupně vyztužení.

- Pro stanovení ceny doporučuji na základě výše uvedených schémat a zkušenosti s jinými vodohospodářskými konstrukcemi **pro stanovení ceny uvažovat s množstvím výztuže 150 kg/m³ železobetonu** ve všech konstrukcích.

- Podle odvrtaných sond se v dané lokalitě bude vyskytovat nejčastěji jako základová půda skalní podklad, tudíž kotvení do něj bude do vrtů, jejichž realizace bude podle konkrétní situace v daném místě různě fyzicky náročná a tedy i cenově těžko odhadnutelná, při stanovení nabídky doporučuji uvažovat s vyššími náklady na vrtací práce