

vypracoval: ing. Hádková Zuzana		schválil: ing. Hádková Zuzana		<div>  <div> KUTNOHORSKÁ STAVEBNÍ PROJEKCE ing. Hádková Zuzana 284 01 Kutná Hora tel. 723 500 002 </div> </div>
SÚ: Kutná Hora		obec: Kutná Hora		
investor: Město Kutná Hora, Havlíčkovo nám. 552, Kutná Hora				
stavba: <div> OPRAVA OPĚRNÝCH ZDÍ V PARKU POD VLAŠSKÝM DVOREM – ETAPA 2b, 3 parc. č. 2, k. ú. KUTNÁ HORA </div>				
				datum: březen 2016
				stupeň: Projekt stavby
				Zak. číslo: 15 935
obsah: <div> STATICKÝ VÝPOČET </div>				

OBSAH:

- 0. STATICKÁ ZPRÁVA

- 1. SCHÉMA KONSTRUKCE

- 2. ZATÍŽENÍ
 - 2.1. UŽITNÉ
 - 2.2. ZEMNÍ TLAKY

- 3. STABILITA OPĚRNÉ ZDI
 - 3.1. STÁVAJÍCÍ, NOVÁ BEZ KOTVENÍ
 - 3.1.1. TLOUŠŤKA 60 CM
 - 3.1.2. TLOUŠŤKA 90 CM
 - 3.1.3. TLOUŠŤKA 120 CM
 - 3.2. STÁVAJÍCÍ S KOTVENÍM
 - 3.2.1. H = 250 CM
 - 3.2.2. H = 400 CM

- 4. ÚNOSNOST OPĚRNÝCH ZDÍ
 - 4.1. STÁVAJÍCÍ, NOVÁ BEZ KOTVENÍ
 - 4.1.1. H = 220 CM D = 60 CM
 - 4.1.2. H = 270 CM D = 90 CM
 - 4.1.3. H = 335 CM D = 120 CM
 - 4.2. STÁVAJÍCÍ S KOTVENÍM
 - 4.2.1. H = 250 CM
 - 4.2.2. H = 400 CM

V Kutné Hoře, březen 2016

Vypracoval:
Ing. Zuzana Hádková

0. STATICKÁ ZPRÁVA

Etapu 2b

Opěrné zdi č. 9a, 11 na pozemku č. 184 katastrální území Kutná Hora jsou v havarijním stavu. Zdivo je po dlouholeté absenci údržby značně narušené – malta vypadaná či rozložená, v mnoha místech vypadané kameny ze zdiva, části zdí jsou vyboulené či případně vykloněné. Na několika místech jsou zdi zcela destruovány.

Na terasách byly v nedávné době odstraněny popínavé rostliny a náletová zeleň.

Oprava nejvíce narušených opěrných zdí na p.č. 184 byla řešena v předchozí etapě 2a.

Návrh sanace spočívá v kompletním přezdění opěrných zdí ze stávajícího materiálu (kutnohorský pískovec). Celkem se jedná o cca 64 m zdiva v šířce 0,6 m, výška 0 - 1,30 m.

Etapu 3

Tato etapa opravy opěrných zdí v parku pod Vlašským dvorem se týká šesti zdí na p.č. 3 a 9. Relativně zachovalé jsou zdi č. 13, 14 ve spodní části parku. Zde je navržena sanace přezděním destruovaných úseků a koruny zdi, spárováním, ale i zajištění bezpečnosti proti přetočení zemními kotvami.

Výše položené opěrné zdi č. 15 – 18 jsou v havarijním stavu a je navrženo jejich přezdění v šířce min. 0,6 m, od výšky 2,2 m v šířce 0,9 m a od výšky 2,7 m v šířce 1,2 m.

Celkem bude opraveno cca 325 m zdí v šířce 0,6 – 1,2 m, výška 0 – 3,4 m.

Jako podklad pro výpočet bylo použito geodetické zaměření (ing. Ondráková), geologický průzkum Kutné Hory (Geoindustria Kutná Hora), projekt rekonstrukce parku (ing. arch. Cetkovská) a příslušné ČSN.

Bylo postupováno dle ČSN EN 1990 Zásady navrhování

1991 Zatížení konstrukcí

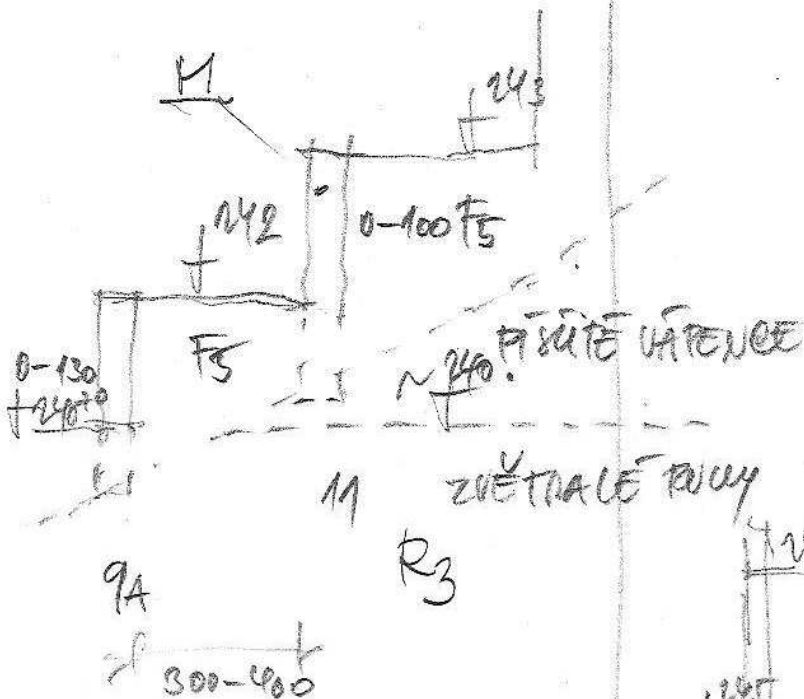
1996 Navrhování zděných konstrukcí

1997 Navrhování geotechnických konstrukcí

ČSN 730037 Zemní tlaky

1. SYNETA KONSTRUKCE

1.1. ETAPA 2B

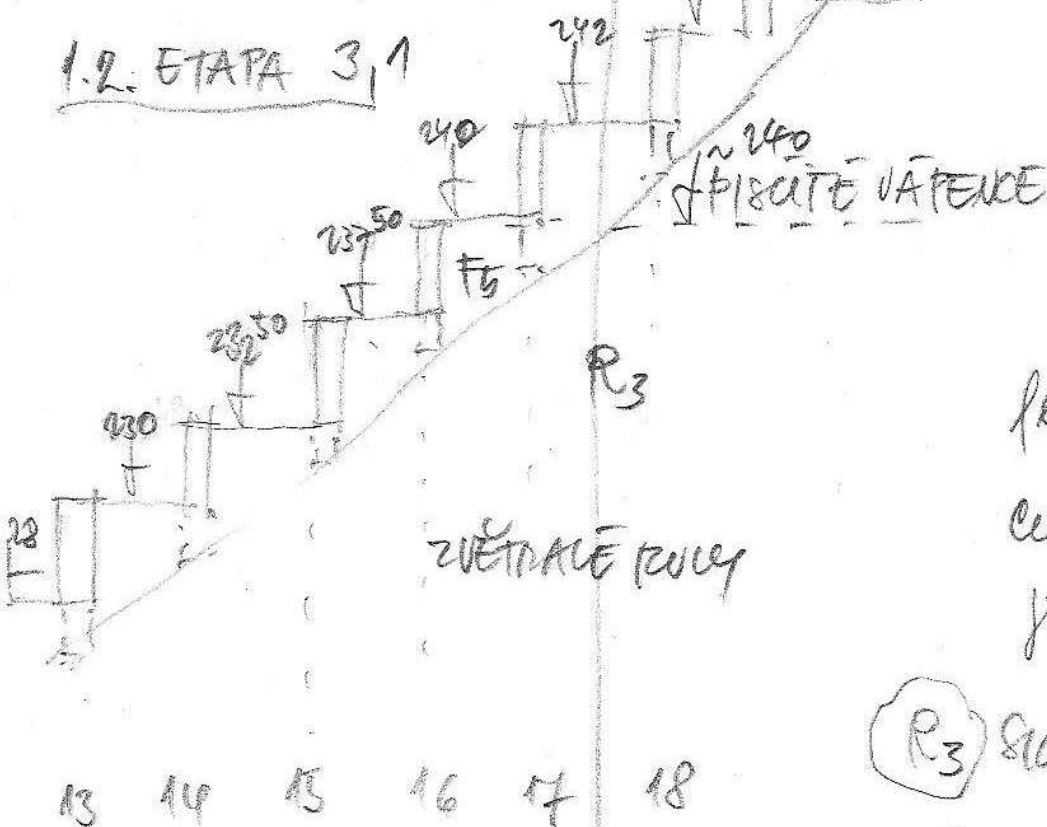


DLE GEOLOGICKÉHO PRŮŘEZU
K HOPK (GEOINDUSTRIA
PRAHA 1978)

SONDY 132, 231, 315
2434

ŘEZY 4-4', 5-5', 16-16'

1.2. ETAPA 3,1



F_5 0-4 m

NAVÁZKY NEVLÁČE
NA BAZI PŘESTAVBY
SPRAŠE, NÍŽKY
HUTOVNÍ HŮNA,
STAVBY SUTV

$\alpha_f = 19-23^\circ$ $\alpha_u = 5^\circ$

$c_{ef} = 12-20 \text{ kPa}$ $c_u = 70 \text{ kPa}$

$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$

R_3 SILNÝ PODKLAD

HOPNÍ TERASY

PŘÍČITĚ VÁPENCE NAVĚTRNĚ

$$\sigma_c = 15-50 \text{ MPa}$$

$$E_{def} = 600 \text{ MPa}$$

$$\nu = 0,2$$

DOVNÍ TETRAFY

ZVĚTRALÉ PULY

$$\sigma_c = 15-50 \text{ MPa}$$

$$E_{def} = 1000 \text{ MPa}$$

$$\nu = 0,15$$

(H)

KAMENNÉ ŽIVO

PÍŠŮTÝ VÁPENEC

HRUBÉ KÁDKOVÉ,

HLADKÉ KÁDKOVÉ

$$\gamma = 22 \text{ kN/m}^3$$

$$R_d = 0,6 \text{ MPa}$$

$$R_{d1} = 0,04 \text{ MPa}$$

F5 PO ODTEČENÍ, NASYPÁNÍ

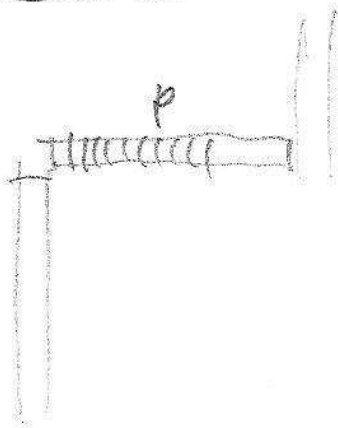
$$c_{ef} = 0$$

$$\varphi_{ef} = 28-30^\circ$$

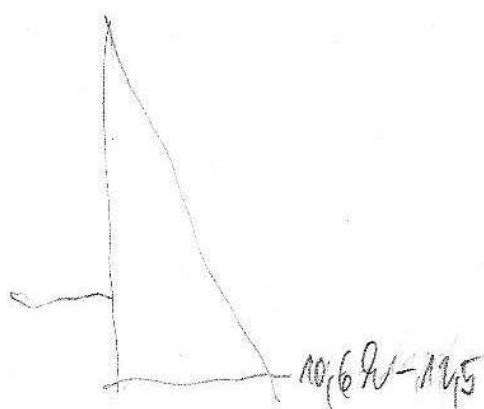
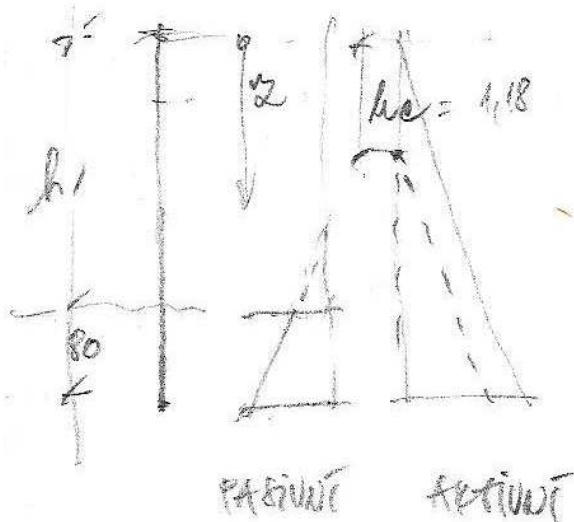
$$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$$

2. ZATÍŽENÍ

2.1. VŮTNĚ



2.2. ZEMNÍ TLAKY



KATEGORIE C3

$$p_k = 580 / \text{m}^2$$

$$p_d = 1,5 \cdot 5 = 7,580 / \text{m}^2$$

AKTIVNÍ ZEMNÍ TLAK SOUDRŽ. ZEMIN

$$\sigma_2 = \gamma \cdot z \cdot K_a - 2c\sqrt{K_a}$$

$$K_a = \tan^2\left(45 - \frac{\varphi_d}{2}\right) \quad \gamma = 10,80 / \text{m}^3$$

$$\varphi_k = 20^\circ \quad \varphi_{ed} = \frac{20}{1,1} = 18^\circ$$

$$K_a = \tan^2\left(45 - \frac{18}{2}\right) = 0,53$$

$$c_{fk} = 12,8 \text{ kPa} \quad c_{fd} = \frac{12}{1,14} = 8,67 \text{ kPa}$$

$$\sigma_2 = 20 \cdot z \cdot 0,53 - 2 \cdot 8,67 \sqrt{0,53}$$

$$\sigma_2 = 10,6 z - 12,5 \quad z = 3,8 \quad \sigma_2 = 24,8 \text{ kN/m}^2$$

$$0 = 10,6 h_e - 12,5$$

$$h_e = 1,18 \text{ m}$$

РАСЧЕТ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ТРАССЫ (РЕДУКЦИОНАТИ)

$$\sigma_2 = \left(\gamma \cdot h \cdot k_p + 2c \sqrt{k_p} \right) \times 0,67$$

$$k_p = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) \quad \gamma = 20 \text{ кН/м}^3$$

$$h_d = \frac{20}{1,1} = 18$$

$$k_p = \tan^2 (54^\circ) = 1,8$$

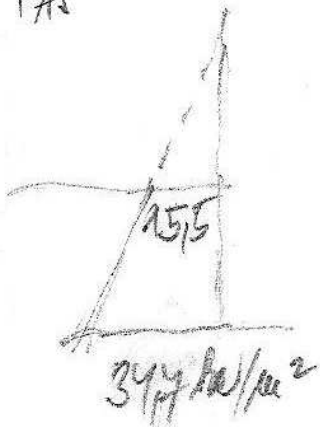
$$c_d = 8,62 \text{ кПа}$$

$$\sigma_2 = 0,67 \left(20 \cdot 1,8 \cdot 1,8 + 2 \cdot 8,62 \sqrt{1,8} \right)$$

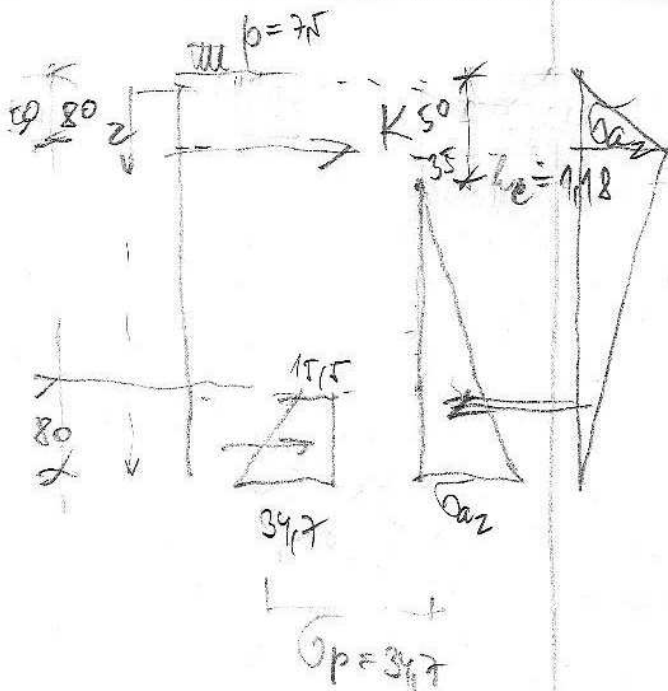
$$\sigma_2 = 0,67 (123,8 + 23,0) = 34,7 \text{ кН/м}^2$$

$$\sigma_0 = \psi 2c \sqrt{k_p} = 0,67 \cdot 2 \cdot 8,62 \sqrt{1,8} = 15,5 \text{ кН/м}^2$$

РАС



3. ВЕНТИЛЯЦИОННАЯ ТРАССА С КОГНУМЕНТИ

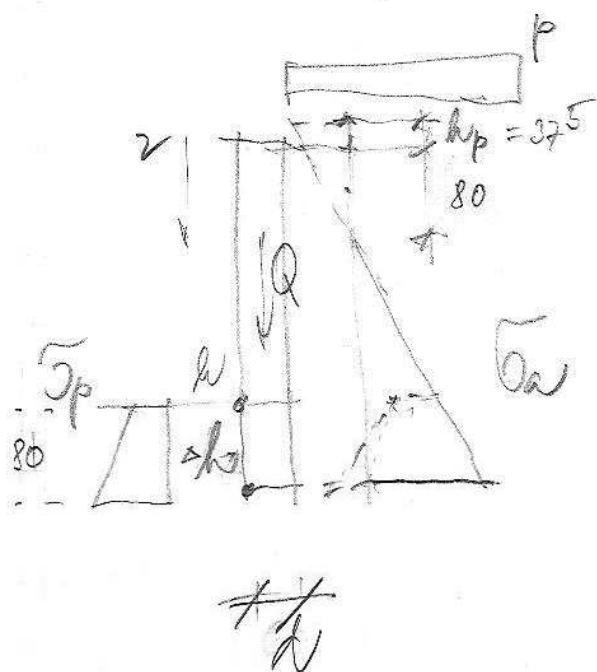


$$p = 7,5$$

$$\sigma_2 = 10,62 - 12,5 \quad h_c = 1,18$$

3 STABILITA OPRNÉ ZDI

3.1. STAVANÍČ, NÁJA BEZ KOTVENÍ



$$p_d = 7.5 \text{ kN/m}^2$$

$$h_p \cdot \gamma = p_d$$

$$h_p = \frac{p_d}{\gamma} = \frac{7.5}{20} = 0.375 \text{ m}$$

ACT. TĚŽ. KOTÍQ

$$h_e = 1.18 - 0.3$$

$$= 0.8$$

$$\sigma_{a2} = \gamma \cdot (z + h_p) K_a - 2c\sqrt{K_a}$$

$$= 20(0.8 + 0.375) \cdot 0.53 - 2 \cdot 8.6 \sqrt{0.53}$$

$$\sigma_{a2} = 10.62 + 3.98 - 12.5$$

$$\sigma_{a2} = 10.62 - 8.52$$

he 0 = 10.62 - 8.52

z = 80 cm

PAS TĚŽ. BRÁNÍČ

$$\sigma_{p2} = 15.5 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{p2+h} = 34.7 \text{ kN/m}^2$$

3.1.1. TROUČKA d = 60 cm

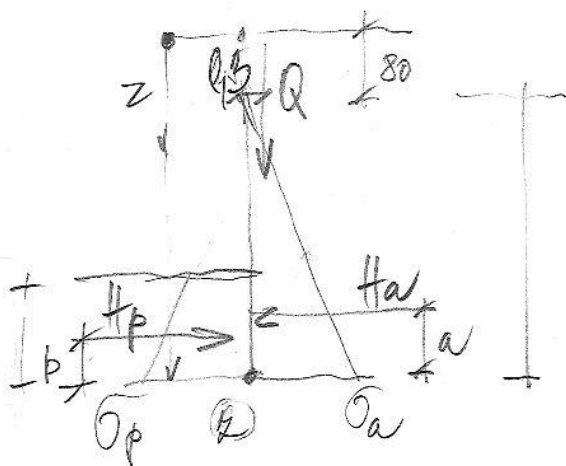
VL. PĚH4 ZDI

$$Q_2 = 2 \gamma'$$

$$= 2 \cdot 20 \cdot 0.6$$

$$Q_2 = 12.2 \text{ kN}$$

$$\gamma' = \frac{22}{1.1} = 20 \text{ kN/m}^3$$



РЕКЛОПЕНІ

(2)

$$M_{KL} = \frac{H_a \cdot a}{2}$$

$$M_{BR} = H_p \cdot p + Q \cdot 1,3$$

$$H_a = \frac{(2 - 0,8) \cdot \sigma_a}{2}$$

$$\sigma_a = 10,62 - 8,52$$

$$H_a = (2 - 0,8) (10,62 - 8,52) / 2$$

$$H_a = (10,62^2 - 17,2 + 6,8) / 2 = 5,32^2 - 8,52 + 34$$

$$a = \frac{2 - 0,8}{3}$$

$$M_{KL} = \frac{1}{3} (2 - 0,8)^2 (10,62 - 8,52) / 2$$

$$M_{KL} = (2 - 0,8)^2 \left(\frac{3,53}{2} 2 - \frac{2,84}{2} \right)$$

$$H_p = \frac{\sigma_{p0} + \sigma_{p0,8}}{2} \cdot 0,8$$

$$H_p = \frac{15,5 + 34,7}{2} \cdot 0,8 = 20,19$$

$$p = 0,35 \text{ (по УТАНО ПИМО)}$$

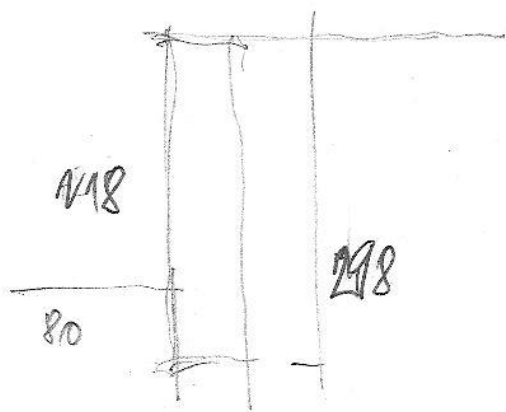
$$Q = 122$$

$$M_{BR} = 20,1 \cdot 0,35 + 122 \cdot 0,30$$

$$M_{BR} = 7,04 + 36,2$$

$$M_{BR} = M_{KL}$$

$$36,2 + 7,04 = (2 - 0,8)^2 \left(\frac{3,53}{2} 2 - \frac{2,84}{2} \right)$$



MAX PRO $h = 218 \text{ m}$

$$0 = \frac{3,53 z^3}{2} - 2 \cdot 0,8 \cdot z \cdot \frac{3,53 \cdot z}{2} + 0,8^2 \cdot \frac{3,53 z}{2} - \frac{2,84 z^2}{2} + 1,62 \cdot \frac{2,84 z}{2} - 0,64 \cdot \frac{2,84}{2} - 1,61 z - 7,04$$

$$0 = \frac{3,53 z^3}{2} - \frac{8,49 z^2}{2} + 0,2 z - 7,95$$

$$0 = 1,77 z^3 - 4,25 z^2 + 0,4 z - 7,95$$

$$z = 3,0$$

$$P = +0,39$$

$$z = 2,95$$

$$P = -0,68$$

$$z = 2,98 \text{ m}$$

$$P = -0,04$$

\Rightarrow PRO VĚŠEN ZDI MENŠÍ NEŽ
 $11,18 \text{ m}$ $M_{KL} \leq M_{BR}$

POSOVNUTÍ

$$\rightarrow H_p + t \cdot Q \geq H_a$$

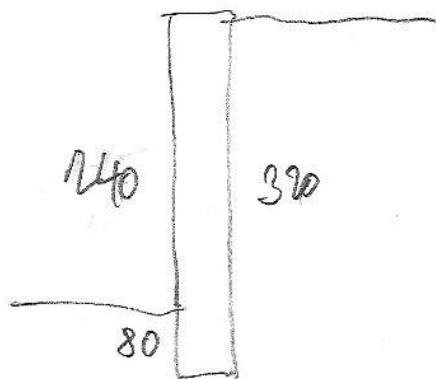
$$H_p = 20,19 \text{ N} \quad t \cdot Q = 122 \cdot 0,3 = 36,2 \quad \text{TŘENÍ}$$

$$H_a = (10,6 z^2 - 17 z + 6,8) / 2$$

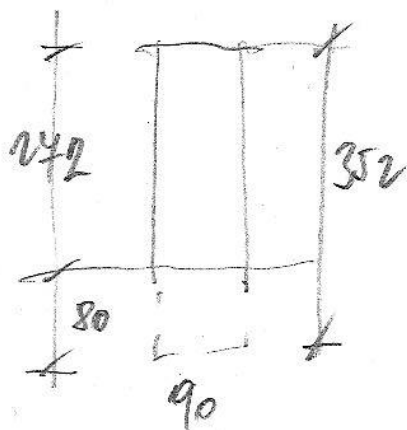
$$H_a = 5,3 z^2 - 8,5 z + 3,4$$

$$20,1 + 36,2 \geq 5,3 z^2 - 8,5 z + 3,4$$

$$0 \geq 5,3 z^2 - 12,4 z - 16,7$$



3.1.2. průřezka d = 90 cm



$$r_{12} = \frac{12,1 \pm \sqrt{12,1^2 + 4 \cdot 5,3 \cdot 16,7}}{2 \cdot 5,3}$$

$$r_{12} = \frac{11,5 + 22,34}{10,6} = 3,20 \text{ m}$$

\Rightarrow výška 75 pro střed 201 2,40 m

$$\Rightarrow R_{\max} = 218 \text{ m}$$

$$Q_2 = 2 \cdot 20 \cdot 0,9 = 182 \text{ N}$$

$$M_{B2} = 7,04 + 182 \cdot 0,45$$

$$M_{B2} = 7,04 + 81,9$$

$$M_{B2} = M_{B1}$$

$$Q = 1,44x^3 - 4,25x^2 - 4,7x - 4,95$$

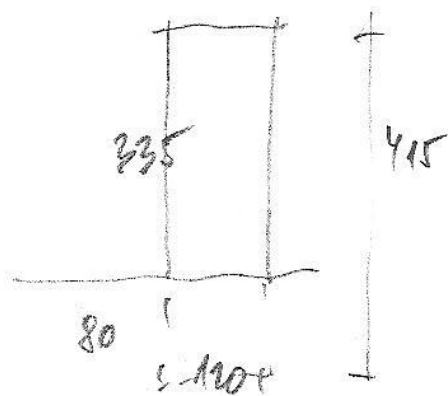
odp. $Q = 3,5 \quad P = -0,57$

$Q = 3,53 \quad P = +0,36$

$Q = 3,52 \quad P = +0,04$

ROZHOŘNÉ POTOČENÍ

3.1.3. trouška $d = 100 \text{ cm}$



$$Q_z = 2 \cdot 20 \cdot 1,2 = 242 \text{ N}$$

$$M_{BR} = 704 + 242 \cdot 0,6$$

$$M_{BR} = 7104 + 145,2$$

$$0 = 1,74z^3 - 4,25z^2 - 11z - 7,95$$

$$\text{D4} \quad z = 4 \quad P = -6,67$$

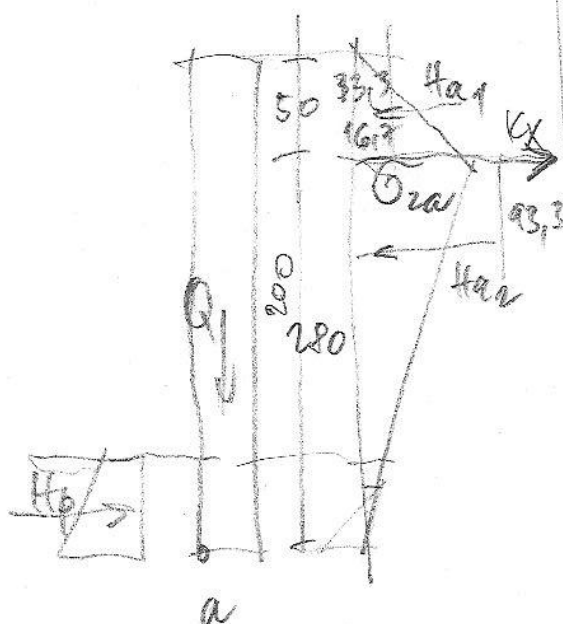
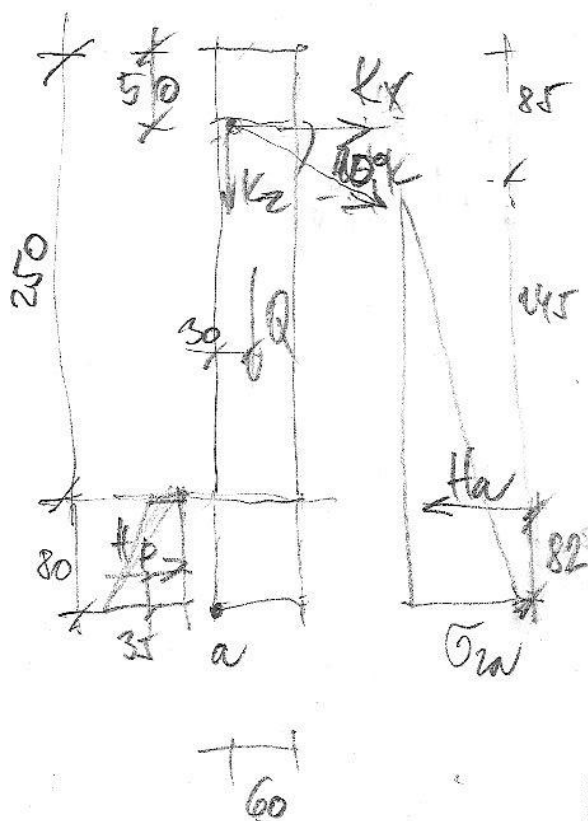
$$z = 4,2 \quad P = 2,02$$

$$z = 4,15 \quad P = -0,29$$

$$z = 4,16 \quad P = +0,16$$

3.2. STAVANĀ I KOTVENĀI

3.2.1. $\mu = 150$



(a)

$$H_p \cdot 0,35 + Q \cdot 0,3 + K_x \cdot 2,8 = H_a \cdot 0,82$$

$$H_p = 10,19 \text{ kN} \quad z = 3,3 \text{ m}$$

$$Q = 12 \cdot z = 12 \cdot 3,3 = 39,6 \text{ kN}$$

$$H_a = (z - 0,82)(10,62 - 8,52) \cdot \frac{1}{2} = 33,18 \text{ kN}$$

$$\sigma_{za} = 10,62 - 8,52 = 2,10 \text{ kN/m}^2$$

$$10,19 \cdot 0,35 + 39,6 \cdot 0,3 + K_x \cdot 2,8 = 33,18 \cdot 0,82$$

$$K_x = 2,94 \text{ kN/m}$$

KOTIV A 25 m

$$K_x = 4,5 \text{ kN}$$

$$K = \frac{4,5}{\cos 90^\circ} = 8 \text{ kN}$$

TRE ZATĒ. SCHEĒA PRO DIMENZI
KOTVENĀI

$$H_{a1} = \frac{0,5 \cdot \sigma_{za}}{2} = 0,25 \cdot 26,46 = 6,615 \text{ kN/m}$$

$$H_{a2} = \frac{2,8 \cdot \sigma_{za}}{2} = 1,4 \cdot 26,46 = 37,044 \text{ kN/m}$$

(a) $H_p \cdot 0,35 + Q \cdot 0,3 + 2,8 K_x =$

$$H_{a1} \cdot 2,467 + H_{a2} \cdot 1,767$$

$$20,1 \cdot 0,35 + 39,6 \cdot 0,3 + 2,8 K_x$$

$$= 6,6 \cdot 1,96 + 37,1 \cdot 1,767$$

$$K_x = \frac{85,1 - 18,88}{2,8} = 23,65 \text{ kN/m}$$

KOTOU A 201

$$K_x = 1 \cdot 23,65 = 23,65 \text{ kN}$$

$$K = \frac{23,65}{\cos 20^\circ} = \underline{\underline{50,3 \text{ kN}}}$$

KOTOU O UNOSNOSTI $K = 50,3 \text{ kN}$

A 200 cm VE VÝŠCE 200 cm
NAD TERÉNEM - NE

NOVÁ VARIANTA

$$H_{a1} = 1 \cdot \frac{26,46}{2} = 13,23 \text{ kN}$$

$$H_{a2} = 1,3 \cdot \frac{26,46}{2} = 30,43 \text{ kN}$$

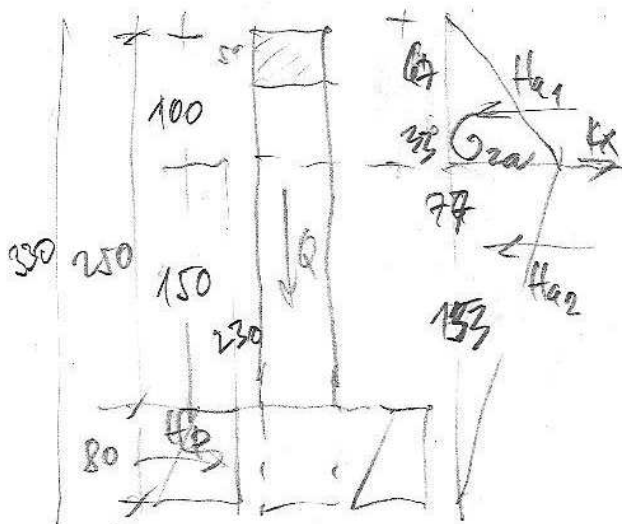
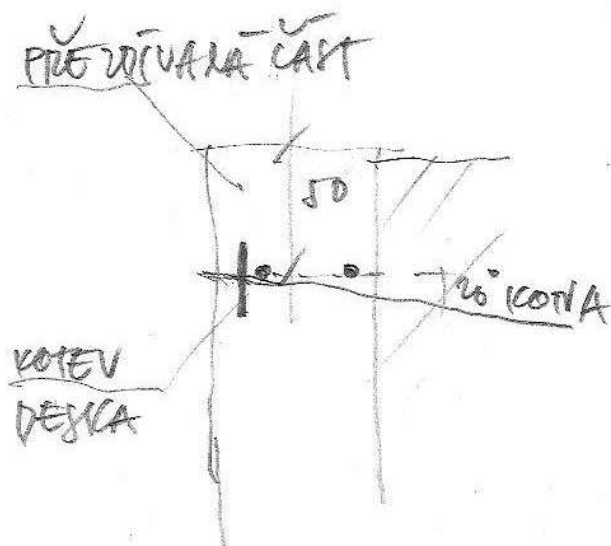
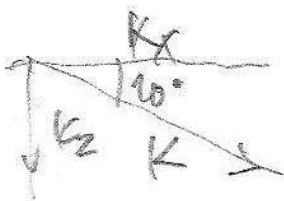
$$K_x = \frac{20,1 \cdot 0,35 + 39,6 \cdot 0,3 - 13,23 \cdot 1,63 - 30,43}{1,53}$$

$$K_x = -14,29 \text{ kN}$$

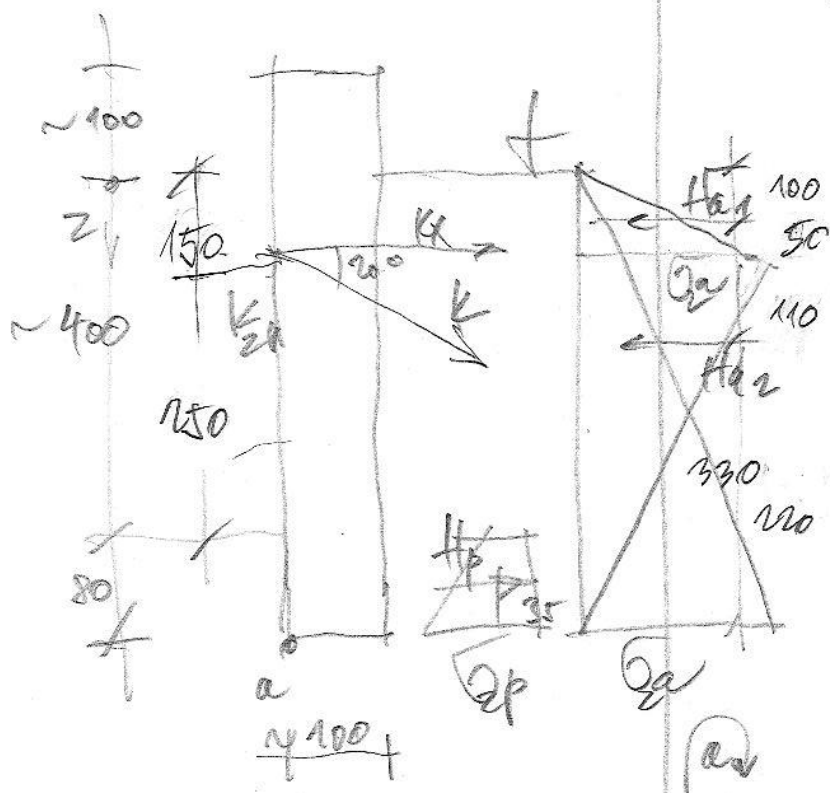
$$K_y = \frac{27,2}{\cos 20^\circ} = -28,99 \text{ kN/m}$$

$H_{a1} = 81$
 $H_{a2} = 81$

KOTOU O $K = 54,8 \text{ kN}$ A 200 cm
VE VÝŠCE 150 cm



3.2.2. $w = 400$



$$\sigma_{2a} = 10,6 \cdot 2 - 8,52$$

$$= 10,6 \cdot 418 - 8,52 = 4249 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$Q = 58 \cdot 20 = 116 \text{ kN}$$

$$H_p = 20,1 \text{ kN}$$

$$H_{a1} = \frac{1,5 \cdot 424,4}{2} = 31,8 \text{ kN}$$

$$H_{a2} = \frac{1,5 \cdot 424,4}{2} = 53 \text{ kN}$$

$$20,1 \cdot 0,35 + 116 \cdot 0,5 + K_x \cdot 3,3 =$$

$$31,8 \cdot 3,8 + 53 \cdot 2,20$$

$$K_x = \frac{-7,04 - 58 + 120,8 + 116,6}{3,3}$$

$$= \frac{172,4}{3,3} = 52,2 \text{ kN/m}$$

$$K = \frac{52,2}{\cos 20^\circ} = 55,6 \text{ kN}$$

⇒ Котлы с усилением

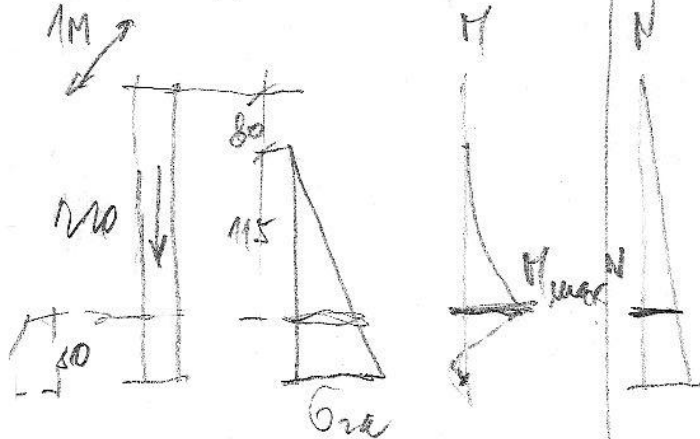
$K = 83,4 \text{ kN}$ & 150 см

и высоте 250 см над
горизонтом

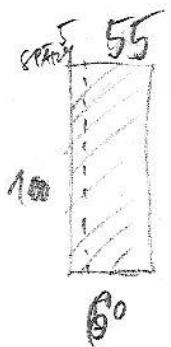
4. ÚNOSNOST OPĚRŮCH ŽOIT

4.1. STAVANĚ, NOUÁ BEZICOTVENĚ

4.1.1. $q_{st} = 220 \text{ cm}$, $d = 60 \text{ cm}$



50



$$A = 0,55 \cdot 1 = 0,55 \text{ m}^2$$

$$W = \frac{1}{6} \cdot 1 \cdot 0,55^2$$

$$W = 0,050 \text{ m}^3$$

TRIL. KAT II, UMOUĚ, 8125

$$R_d = 0,9 \text{ MPa}$$

$$R_{tfd} = 0,08 \text{ MPa}$$

ZAVĚRNÁ STĚNA

$$H_k = \frac{1}{3,2} (2 - 0,8)^2 (10,62 - 8,52)$$

$$H_k = 4,83 \text{ kNm/m}$$

$$N = 2,2 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 22 \cdot 0,9 = 26,4 \text{ kN}$$

$$\sigma = \pm \frac{M}{W} - \frac{N}{A}$$

$$\sigma = \pm \frac{4,83 \cdot 10^3}{0,05 \cdot 10^6} - \frac{26,4 \cdot 10^3}{0,55}$$

$$\sigma = \pm 0,096 - 0,048$$

$$\sigma = \begin{matrix} + 0,148 \text{ MPa} \\ - 0,154 \text{ MPa} \end{matrix}$$

$$\sigma = - 0,154 < R_d = 0,9 \text{ MPa}$$

$$\sigma = + 0,048 < R_{tfd} = 0,08 \text{ MPa}$$

V STAVANĚ KĚRE BEZ TAH. NÁPĚTÍ

$$\sigma_+ = 0$$

$$\frac{M}{W} = \frac{N}{A}$$

$$\frac{\frac{1}{6}(r-0,8)^2(10,62-8,52)}{6 \cdot 0,05} = \frac{2 \cdot 12}{9,55}$$

$$(r^2 - 1,6r + 0,8)(10,62 - 8,52) = \frac{6,15}{4,42}$$

$$10,62r^3 - 16,96r^2 + 8,48r$$

$$- 8,52r^2 + 13,632r - 6,82$$

$$- \frac{6,15}{4,42} = 0$$

$$10,62r^3 - 25,48r^2 + \frac{15,56}{4,42}r - 6,82 = 0$$

$$r \approx 2$$

$$L = 7,18$$

$$r \approx 1,8$$

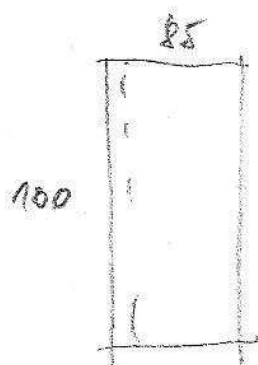
$$L = 0,45$$

$$r = 1,48$$

$$L = -0,07 \approx P$$

\Rightarrow ЗЕД БЕЗ ТАХОМЕТРА НАРЕЖИ
ДО 1,48, W

4.1.2. $b_s = 240 \text{ cm}$ $d = 90 \text{ cm}$



$$A = 0,85$$

$$W = \frac{1}{6} \cdot 0,85^2$$

$$\psi = 0,12$$

$$M_{pe} = 12,1 \text{ kNm}$$

$$N = 1,4 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 20 = 48,6 \text{ kN}$$

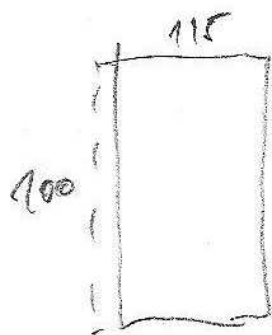
$$\sigma = \pm \frac{12,1 \cdot 10^3}{0,12 \cdot 10^{-6}} - \frac{48,6 \cdot 10^3}{0,85}$$

$$\sigma = \pm 0,1 - 0,057$$

$$\sigma = \begin{cases} + 0,043 \text{ MPa} < 0,08 \\ - 0,157 \text{ MPa} \ll 0,9 \end{cases}$$

УНГОВИ

4.1.3. $b_s = 335 \text{ cm}$ $d = 120 \text{ cm}$



$$A = 1,15$$

$$W = 0,22$$

$$M_{pe} = 29,5 \text{ kNm}$$

$$N = 3,35 \cdot 1,2 \cdot 20 = 80,4 \text{ kN}$$

$$\sigma = \pm \frac{29,5 \cdot 10^3}{0,22 \cdot 10^{-6}} - \frac{80,4 \cdot 10^3}{1,15}$$

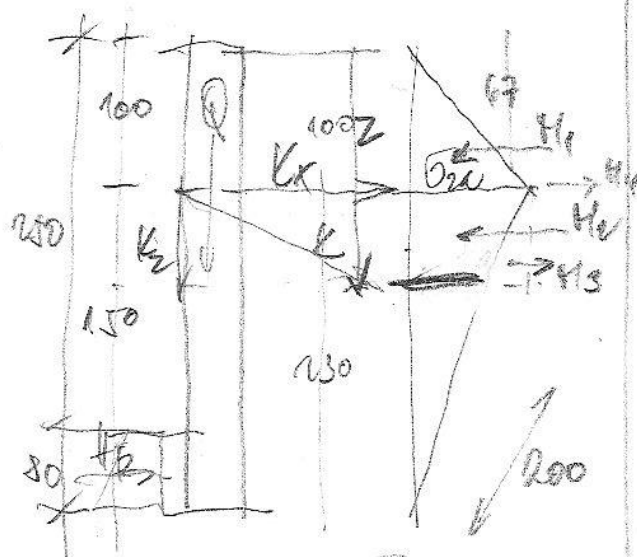
$$\sigma = \pm 0,13 - 0,07$$

$$\sigma = \begin{cases} + 0,06 \text{ MPa} < 0,08 \text{ MPa} \\ - 0,20 \text{ MPa} < 0,9 \text{ MPa} \end{cases}$$

УНГОВИ

4.2 STĀVAŅĀ S KOTVENĪM

4.2.1. H-250



$$K_x = 54,4 \text{ gW}$$

$$Q = 12 \cdot 2 \cdot 2 = 24 \text{ g}$$

$$K = 57,8 \text{ gW}$$

$$K_z = 19,8 \text{ gW}$$

$$\sigma_{2a} = 52,92 \text{ gW/mm}^2$$

$$M_z = \frac{\sigma_{2a} \cdot 1}{2} \cdot \frac{1}{3} = \frac{52,92}{6} = 8,82 \text{ gW/mm}$$

$$M_z = M_1 + M_2 - M_3 - M_4$$

$$M_1 = \frac{1 \cdot 52,92}{2} \cdot (2 - 0,67) = 26,46 - 17,73 \text{ g}$$

$$M_2 = 52,92 \cdot \frac{(2-1)^2}{2} = 26,46 \text{ g} - 52,92 \cdot 2 + 26,46$$

$$M_3 = \frac{(52,92 - 52) \cdot (2-1)^2}{2 \cdot 3}$$

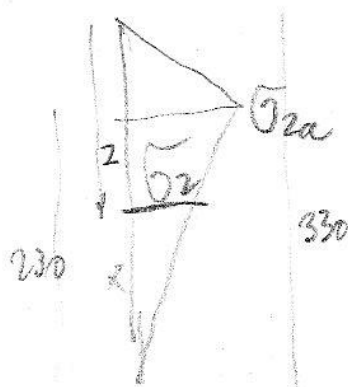
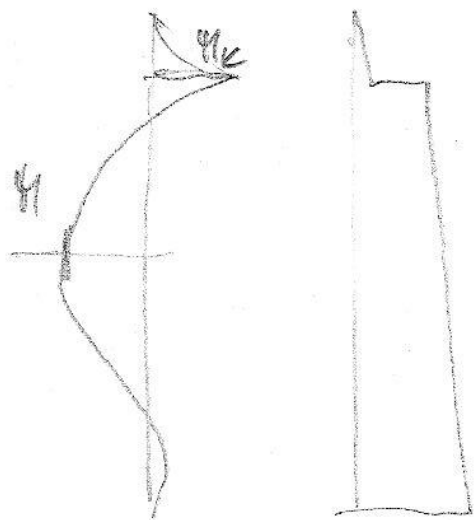
$$\frac{\sigma_{2a}}{2,3} = \frac{\sigma_2}{3,3-2-2,3} \quad \sigma_2 = 49,2 - 232$$

$$M_3 = \frac{(52,92 - 75,92 + 232)(2-1)^2}{6}$$

$$M_3 = \frac{23}{6} (2-1)^3 = 3,83 \text{ g} - 11 \cdot 2 + 11 \cdot 2 - 1$$

$$M_4 = \sigma_{2a} \cdot (2-1) = 52,92 \text{ g} - 52,92$$

$$M = -3,83 \text{ g}^3 + (26,46 + 11) \text{ g}^2 + (-17,73 - 52,92 - 11 - 52,92) \text{ g} + (26,46 + 26,46 + 1 + 52,92)$$



$$M = -3,83x^3 + 37,46x^2 - 134,57x + 106,84$$

$$\frac{dM}{dx} = -11,49x^2 + 74,92x - 134,57 = 0$$

$$x^2 - 6,52x + 11,71 = 0$$

$$x_1 = \frac{6,52 \pm \sqrt{6,52^2 - 4 \cdot 1 \cdot 11,71}}{2}$$

$x =$ NETO REAGNE REENT
NEEXISTE MAXIMUM

$$M_{max} = M_K = 8,82 \text{ Nm}$$

$$N_{K_{min}} \cdot 1 = 24 \text{ kN}$$

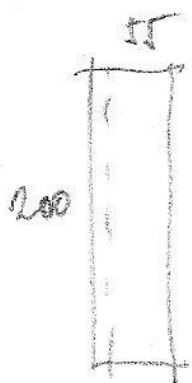
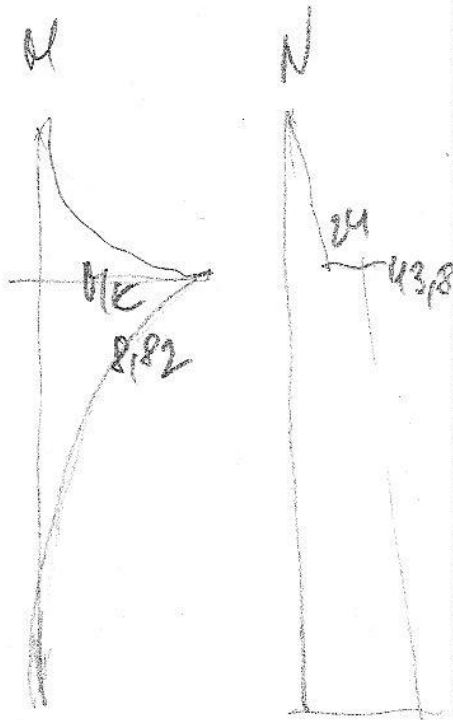
$$\sigma = \frac{M}{W} + \frac{N}{F}$$

$$= \pm \frac{8,82 \cdot 10^3}{0,1} - \frac{24 \cdot 10^3}{1,1}$$

$$\sigma_1 = \pm 0,088 - 0,021 = 0,067 \text{ MPa} < R_d$$

$$\sigma_2 = -0,088 - 0,021 = -0,109 \text{ MPa}$$

without



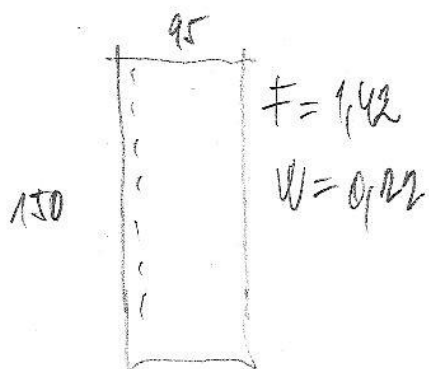
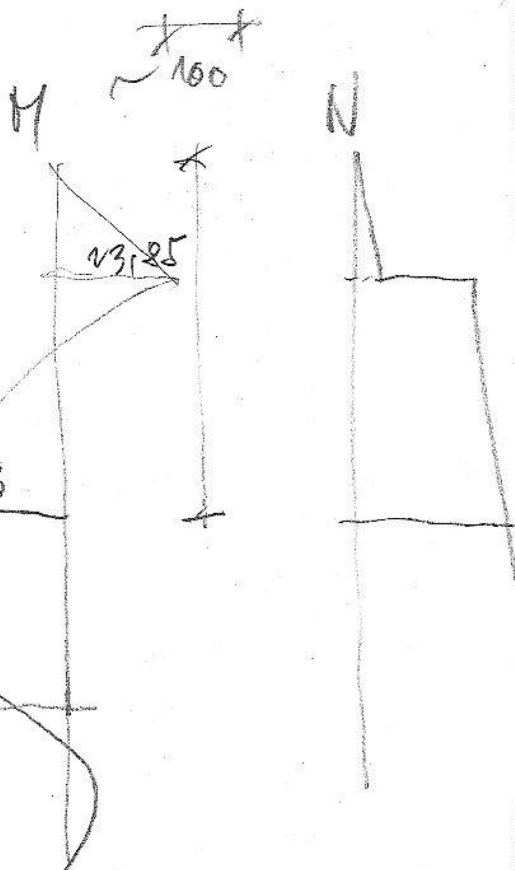
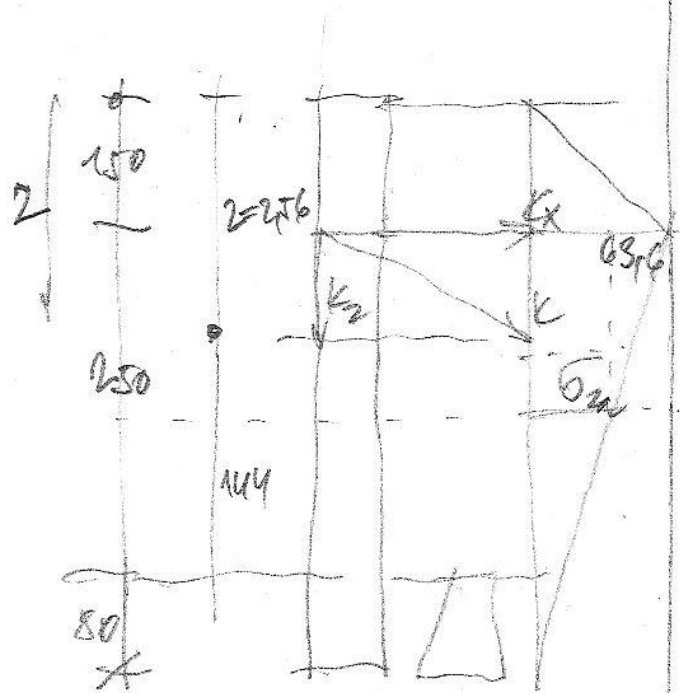
$$F = 1,1 \text{ m}^2$$

$$W = 0,1 \text{ m}^3$$

$$R_d = 0,947 \text{ Pa}$$

$$R_{td} = 0,087 \text{ Pa}$$

4.2.2. $H = 400 \text{ cm}$



$$K = 83,4 \text{ gN}$$

$$K_x = 48,4 \text{ gN}$$

$$K_z = 18,5 \text{ gN}$$

$$\sigma_{2a} = 42,4 \times 1,5 = 63,6 \text{ gN / m}$$

$$M_K = \frac{63,6 \cdot 1,5}{2} \cdot 0,5 = 23,85 \text{ gN}$$

$$M_z = M_K - K_x(2-1,5) + M$$

$$\sigma_z = 94,5 - 19,24 \text{ gN}$$

$$M = M_{\square} - M_{\triangle}$$

$$M_{\square} = \frac{63,6(2-1,5)^2}{2}$$

$$M_{\triangle} = \frac{(63,6 - (94,5 - 19,24 \text{ gN}))(2-1,5)}{2 \cdot 3}$$

$$M = (2-1,5)^2(31,8 - 4,81 + 3,24 \text{ gN})$$

$$M = (2-1,5)^2(3,24 \text{ gN} + 26,99)$$

$$M = 3,24 \text{ gN}^3 - 9,103 \text{ gN}^2 + 4,92 \text{ gN}$$

$$+ 26,99 \text{ gN} - 80,94 \text{ gN} + 60,72$$

$$M_z = 3,24 \text{ gN}^3 + 17,36 \text{ gN}^2 - 152,12 \text{ gN} + 204,17$$

$$\frac{dM}{dz} = 9,63 \text{ gN}^2 + 34,72 \text{ gN} - 152,12 = 0$$

$$z_{1,2} = \frac{-34,72 \pm \sqrt{34,72^2 + 4 \cdot 9,63 \cdot 152,12}}{19,26}$$

$$z_1 = 2,56$$

$$R_d = 0,08 \text{ MPa}$$

$$R_{df} = 0,9 \text{ MPa}$$

$$M_{256} = -19,63 \text{ kNm}$$

$$N_k = 1,5 \cdot 1 \cdot 20 \cdot 1,5 = 45 \text{ kN}$$

$$N_{256} = 2,56 - 30 = 76,8 \text{ kN}$$

Box K

$$\sigma = \frac{M_k}{W} + \frac{N_k}{F}$$

$$\sigma = \pm \frac{13,85 \cdot 10^3}{0,22} - \frac{45 \cdot 10^3}{1,42}$$

$$\sigma = \pm 0,110 - 0,032 = +0,078 \text{ MPa} < 0,08$$

$$\sigma = -0,11 + 0,03 = -0,08 \text{ MPa} < 0,09$$