

vypracoval: ing. Hádková Zuzana		schválil: ing. Hádková Zuzana		 <b>KUTNOHORSKÁ STAVEBNÍ</b> PROJEKCE ing. Hádková Zuzana 284 01 Kutná Hora tel. 723 500 002
SÚ: Kutná Hora		obec: Kutná Hora		
investor: Město Kutná Hora, Havlíčkovo nám. 552, Kutná Hora				
stavba:				datum: březen 2016
<b>OPRAVA OPĚRNÝCH ZDÍ V PARKU POD VLAŠSKÝM DVOREM – ETAPA 1a parc. č. 2, k. ú. KUTNÁ HORA</b>				stupeň: Projekt stavby
				Zak. číslo: <b>15 935</b>
obsah: <b>STATICKÝ VÝPOČET</b>				

# **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

Opěrná zeď na pozemku č. 2 Katastrální území Kutná Hora má dvě části 19a, 19b. Část 19b je dvakrát zalomená, podepírá rovněž pilířem přilehlý objekt a má výšku cca 4 m (rozdíl mezi terény u paty a koruny). Tato část je v havarijním stavu – destrukce pilíře, vyboulení zdi i svislé a šikmé trhliny v zalomených částech. Bude proto nutné zeď sanovat – přezděním, věnci, spárování, ale i zajistit bezpečnost proti přetočení zemními kotvami.

Druhá část 19a, výšky rovněž cca 4 m, bude rovněž sanována zemními kotvami pro zachycení zemních tlaků a dále opravou spárování.

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

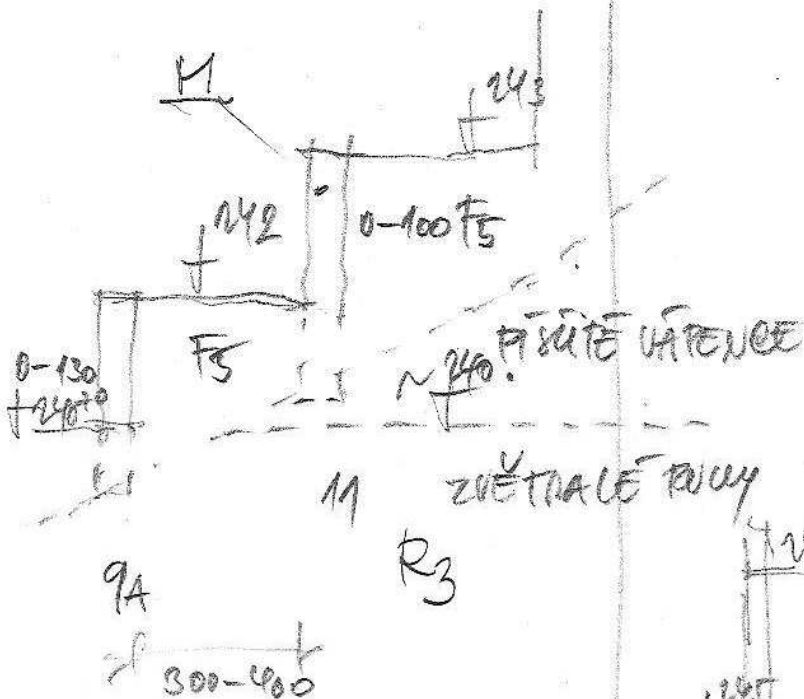
1996 Navrhování zděných konstrukcí

1997 Navrhování geotechnických konstrukcí

ČSN 730037 Zemní tlaky

# 1. SYNETA KONSTRUKCE

## 1.1. ETAPA 2B



DLE GEOLOGICKÉHO PRŮŘEZU  
K HOPK (GEOINDUSTRIA  
PRAHA 1978)

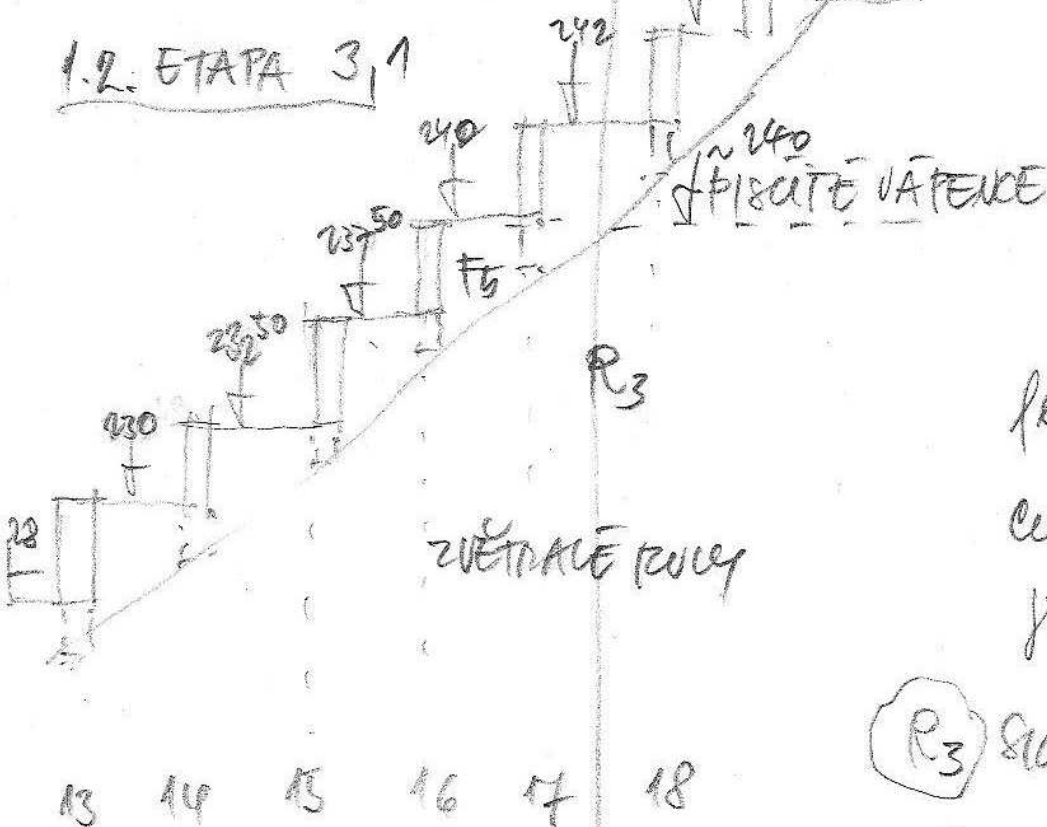
SONDY 132, 231, 315  
2434

ŘEZY 4-4', 5-5', 16-16'

$\textcircled{F_5}$  0-4 m

NAVĚTRNÍ NEVLHČENÍ  
NA BÁZI PŘEČITĚNÉ  
STŘEŠE, NÍŽŠÍ  
HUTOVNÍ HŮNA,  
STAVBY SUTV

## 1.2. ETAPA 3,1



$\rho_{kf} = 19-23^\circ$   $f_u = 5^\circ$

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

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

$\textcircled{R_3}$  SILNĚ POKRYT

HOPNÍ TERASY

PŘÍČITĚ VÁPENCE NAVĚTRNÍ

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

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

$$\nu = 0,2$$

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

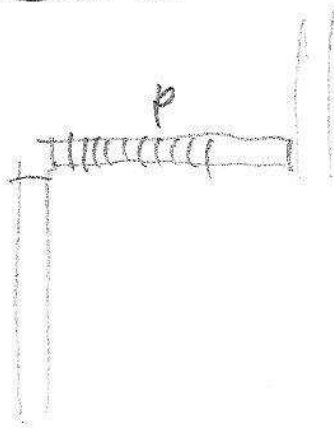
$$c_{ef} = 0$$

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

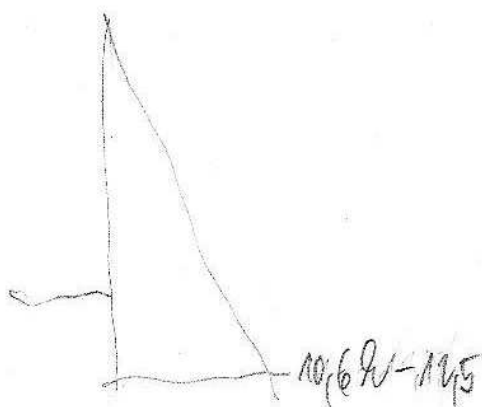
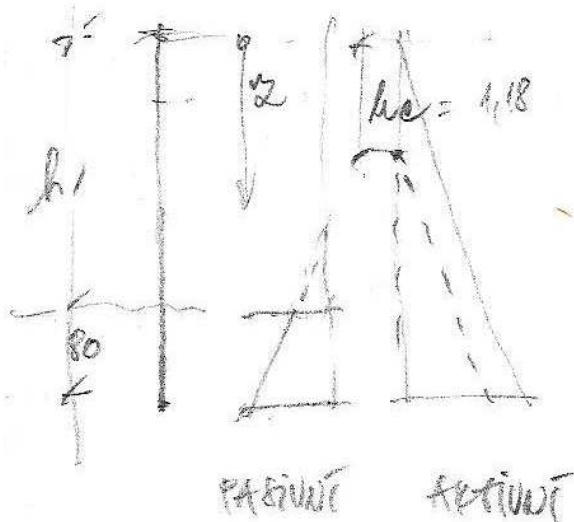
$$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$$

## 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

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

$$K_a = \tan^2\left(45 - \frac{\varphi_d}{2}\right) \quad \gamma = 1020 / \text{m}^3$$

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

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

$$c_{fk} = 12 \text{ kPa} \quad c_{fd} = \frac{12}{1,1} = 8,6 \text{ kPa}$$

$$\sigma_2 = 20 \cdot z \cdot 0,53 - 2 \cdot 8,6 \sqrt{0,53}$$

$$\sigma_2 = 10,6z - 12,5 \quad z = 3,8 \quad \sigma_2 = 24,8 \text{ kPa}$$

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

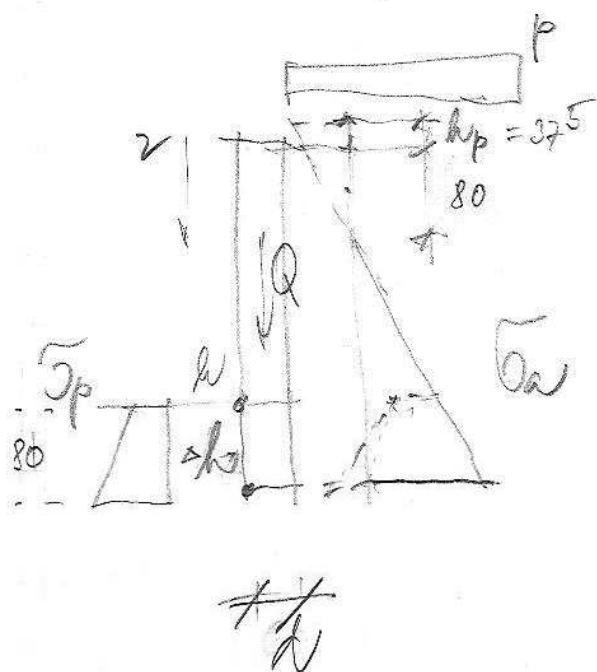
$$h_e = 1,18 \text{ m}$$





### 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

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

$$\sigma_{p2} + \sigma_{a2} = 34.7 \text{ kN/m}^2$$

#### 3.1.1. TROUČKA d = 60 cm

VL. TĚŽ. ZDI

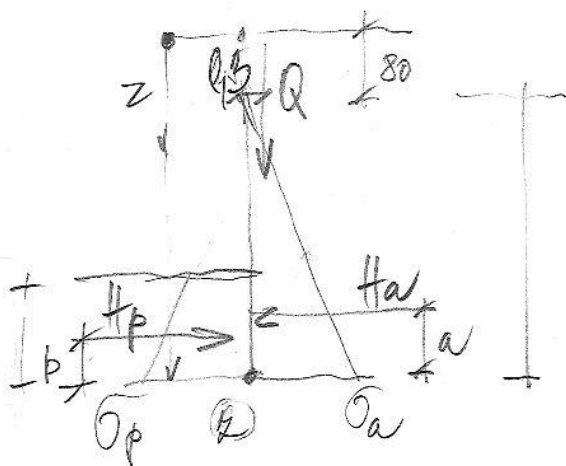
$$Q_2 = 2 \gamma'$$

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

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

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





РЕКЛОПЕНІ

(22)

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

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

$$H_a = \frac{(12 - 0,8) \cdot \sigma_a}{2}$$

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

$$H_a = (12 - 0,8) (10,62 - 8,52) / 2$$

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

$$a = \frac{12 - 0,8}{3}$$

$$M_{KL} = \frac{1}{3} (12 - 0,8)^2 (10,62 - 8,52) / 2$$

$$M_{KL} = (12 - 0,8)^2 \left( \frac{3,53}{2} 12 - \frac{2,84}{2} \right)$$

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

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

$$p = 0,35 \text{ (по УТАНО ПИМО)}$$

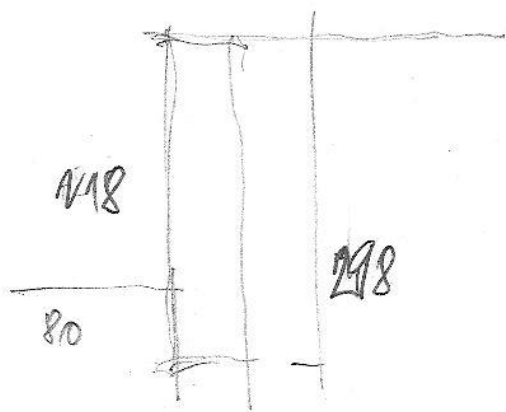
$$Q = 122$$

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

$$M_{BR} = 7,04 + 36,6$$

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

$$36,6 + 7,04 = (12 - 0,8)^2 \left( \frac{3,53}{2} 12 - \frac{2,84}{2} \right)$$



MAX PRO  $h = 118 \text{ m}$

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

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

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

$$z = 3,0$$

$$P = +0,39$$

$$z = 2,95$$

$$P = -0,68$$

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

$$P = -0,04$$

$\Rightarrow$  PRO VĚŠEN ZDI MENŠÍ NEŽ  
11,98 m  $M_{KL} \leq M_{BR}$

POSOVNUTÍ

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

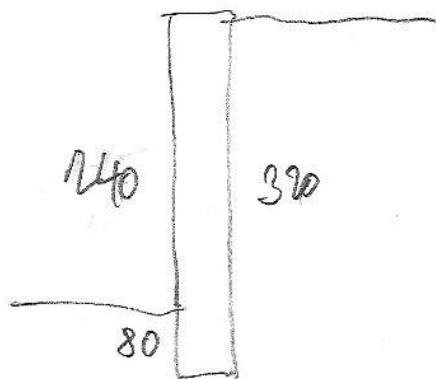
$$H_p = 20,19 \text{ N} \quad t \cdot Q = 122 \cdot 0,3 = 36,2 \quad \text{TŘENÍ}$$

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

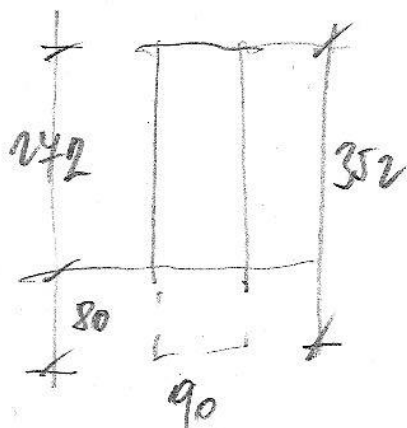
$$H_a = 5,3z^2 - 8,5z + 3,4$$

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

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



3.1.2. průřezka d = 90 cm



$$r_{y2} = \frac{12,1 \pm \sqrt{12,1^2 + 4 \cdot 5,3 \cdot 16,7}}{2 \sqrt{3}}$$

$$r_{y2} = \frac{11,5 + 22,34}{10,6} = 3,20 \text{ m}$$

$\Rightarrow$  VÝHODNĚ PRO OŘÍZNUTÍ 2,40 m

$$\Rightarrow R_{\max} = 2,18 \text{ m}$$

$$Q_2 = 2 \cdot 20 \cdot 0,9 = 18 \text{ kN}$$

$$M_{BR} = 7,04 + 18 \cdot 0,45$$

$$M_{BR} = 7,04 + 8,1 \text{ kN}$$

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

$$Q = 1,44 \text{ kN}^3 - 4,25 \text{ kN}^2 - 4,72 \text{ kN} - 4,95$$

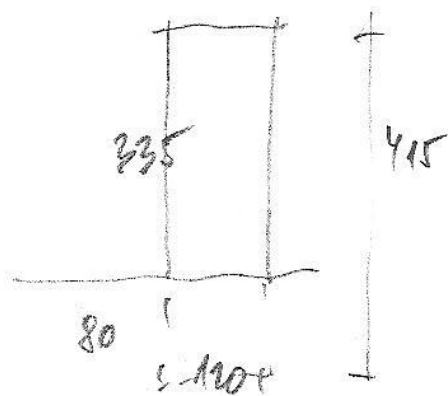
ODP.  $Q = 3,5 \quad P = -0,57$

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

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

ROZHOŘNĚ POTOČENÍ

3.1.3. trouška  $d = 100 \text{ cm}$



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

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

$$M_{BR} = 7104 + 14,42$$

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

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

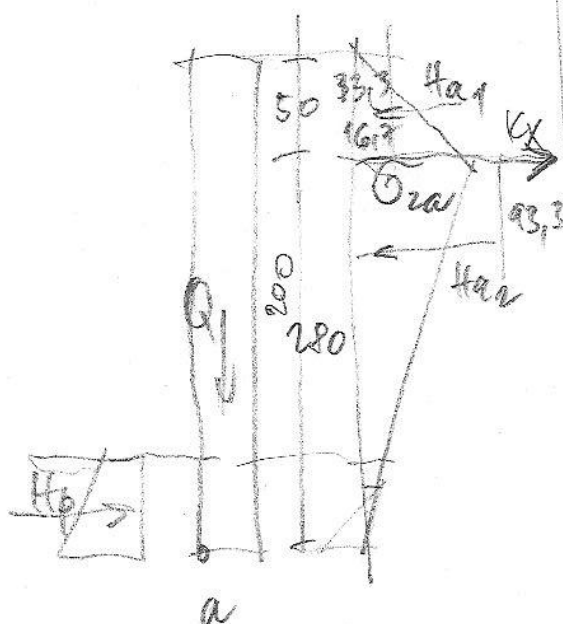
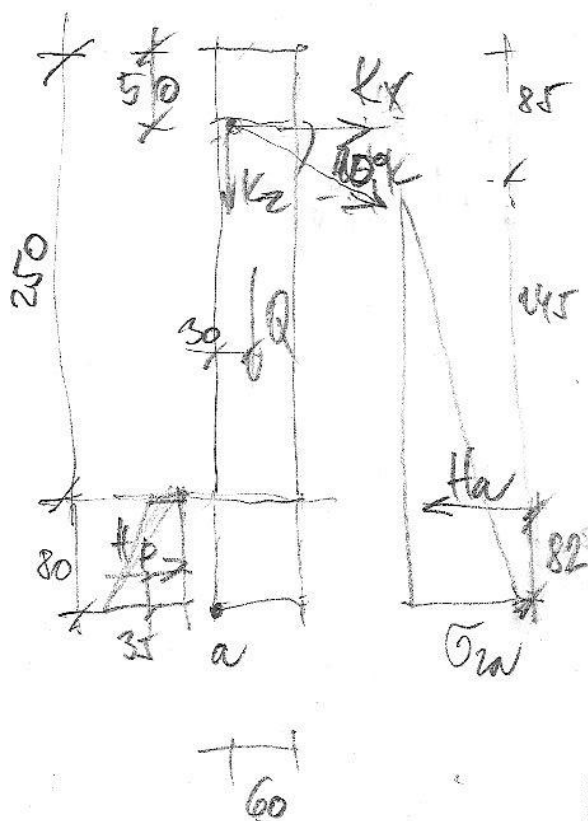
$$z = 4,2 \quad P = 2,02$$

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

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

## 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. SCHEMA PRO DIMENZE 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)  $H_p \cdot 0,35 + Q \cdot 0,3 + 2,8 K_x =$

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

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

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

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

KOTU A 201

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

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

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

A 200 cm VE VÍŠCE 200 cm  
NAD TERÉNEM - NE

NOVÁ VARIANTA

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

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

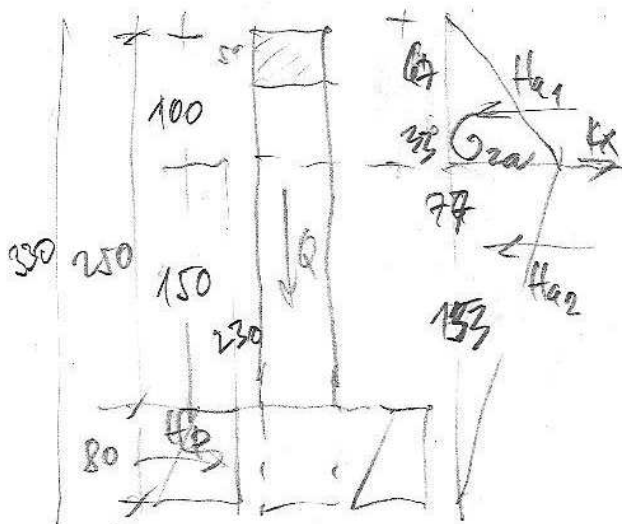
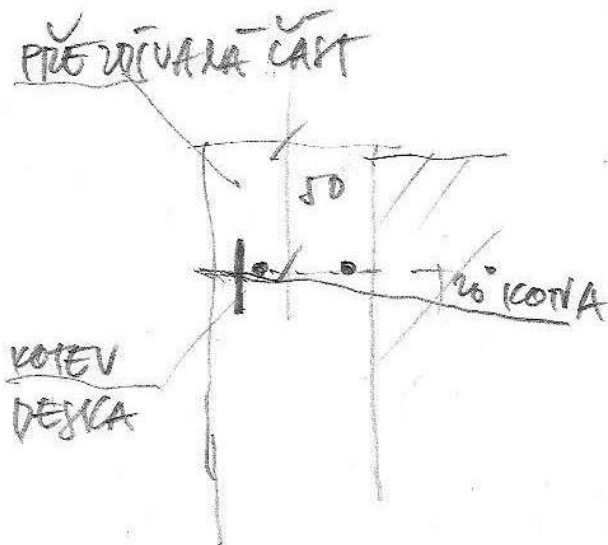
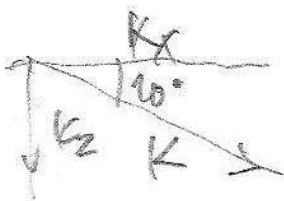
$$K_x = \frac{20,1 \cdot 0,35 + 39,6 \cdot 0,3 - 13,23 \cdot 1,63 - 30,43}{1,53}$$

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

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

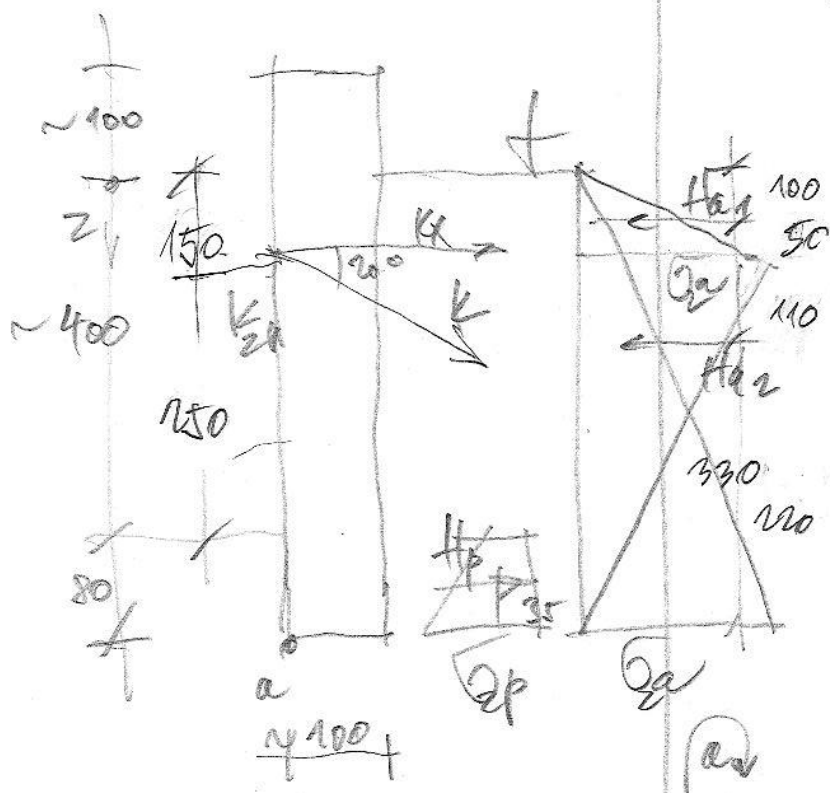
$H_{a1} = 81$   
 $H_{a2} = 81$

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





3.2.2.  $w = 400$



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

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

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

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

$$H_{a1} = \frac{1,5 \cdot 4249}{2} = 31,8 \text{ kN}$$

$$H_{a2} = \frac{2,5 \cdot 4249}{2} = 53 \text{ kN}$$

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

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

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

$$= \frac{1724}{3,3} = 52,2 \text{ kN/m}$$

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

⇒ Котлы с усилением

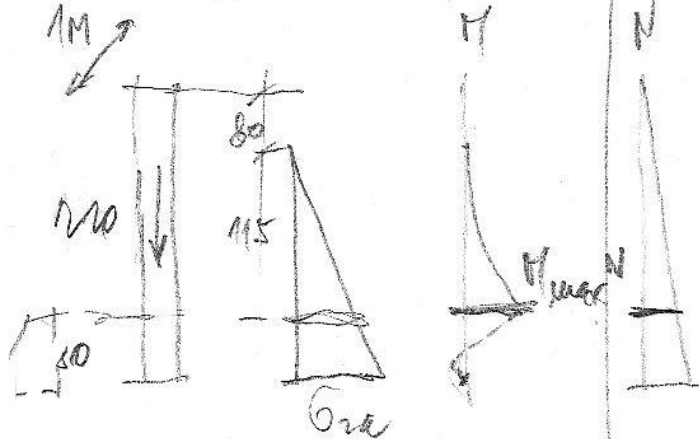
$K = 83,4 \text{ kN}$  & 150 см

и высоте 250 см над  
горизонтом

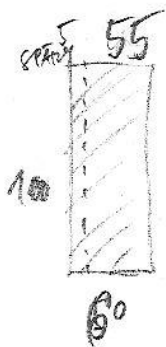
# 4. ÚNOSNOST OPĚRŮCH ŽOIT

## 4.1. STAVANĚ, NOUÁ BEZICOTVENĚ

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



50



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

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

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

TRK. KAT II, UTOUĚ, 8125

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

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

ZATVĚRNÁ SPÁKA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

V STAVANĚ KĚRE BEZ TAH. NAPĚTÍ

$$\sigma_+ = 0$$

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

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

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

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

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

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

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

$$r \approx 2$$

$$L = 7,18$$

$$r \approx 1,8$$

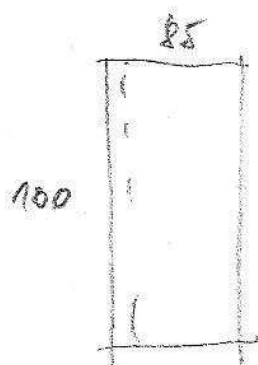
$$L = 0,45$$

$$r = 1,48$$

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

$\Rightarrow$  ZED BEZ TÄHOVICH NÁPĚTÍ  
DO 1,48, W

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



$$A = 0,85$$

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

$$\psi = 0,12$$

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

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

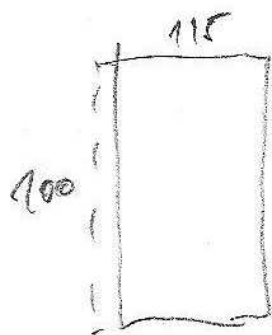
$$\sigma = \pm \frac{12,1 \cdot 10^3}{0,12 \cdot 10^{-6}} - \frac{48,6 \cdot 10^3}{0,85}$$

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

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

УНГОВИ

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



$$A = 1,15$$

$$W = 0,22$$

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

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

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

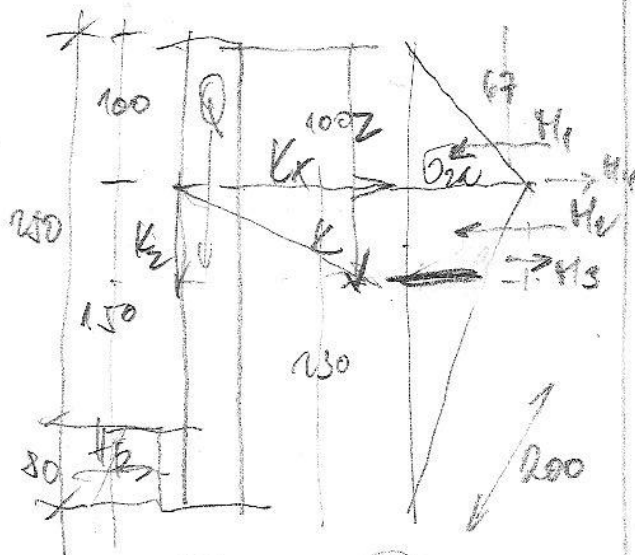
$$\sigma = \pm 0,13 - 0,07$$

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

УНГОВИ

## 4.2 STĀVAŅĀ S KOTVENĪM

### 4.2.1. H-250



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

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

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

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

$$\sigma_{xa} = 52,92 \text{ kN/m}^2$$

$$M_z = \frac{\sigma_{xa} \cdot 1}{2} \cdot \frac{1}{3} = \frac{52,92}{6} = 8,82 \text{ kN/m}$$

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

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

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

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

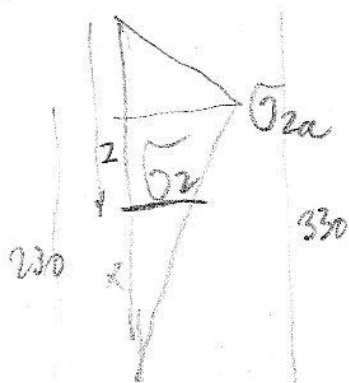
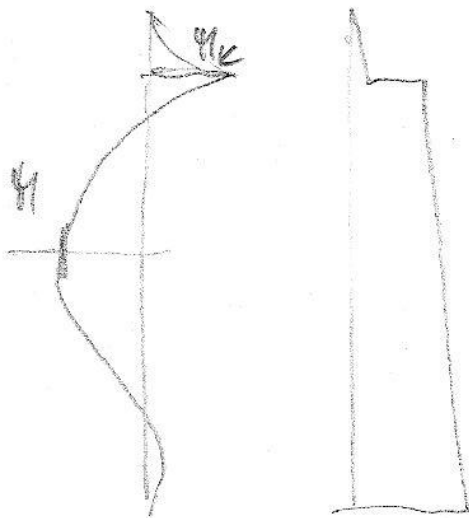
$$\frac{\sigma_{xa}}{2,3} = \frac{\sigma_2}{3,3-2-2,3} \quad \sigma_2 = 49,2 - 232$$

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

$$M_3 = \frac{23}{6} (2-1)^3 = 3,83 \text{ kN}$$

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

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



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

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

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

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

X = NETA REAGNE RECENT  
NEEXISTU RE MAXIMUM

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

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

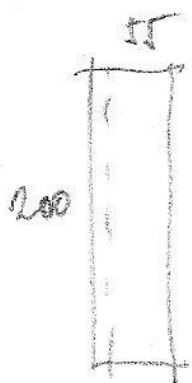
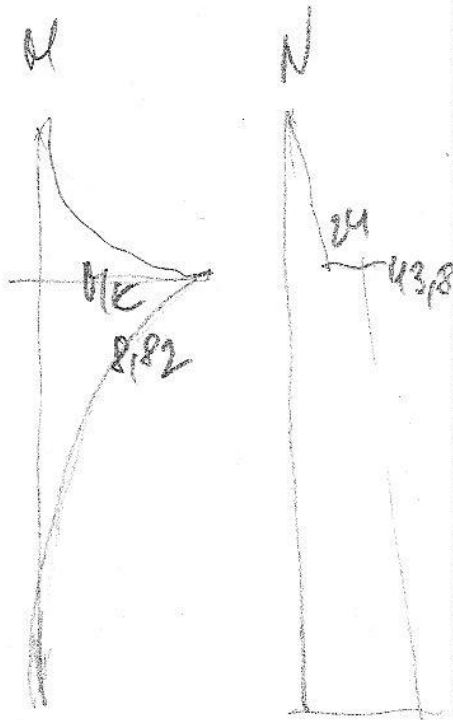
$$\sigma = \frac{M}{W} + \frac{N}{F}$$

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

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

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

without



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

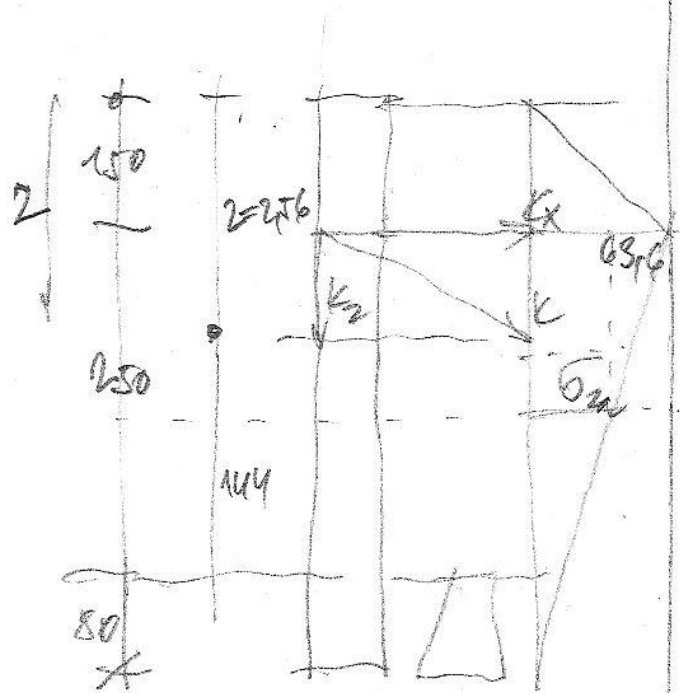
$$W = 0,1 \text{ m}^3$$

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

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



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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$M = 3,24 z^3 - 9,163 z^2 + 4,22 z$$

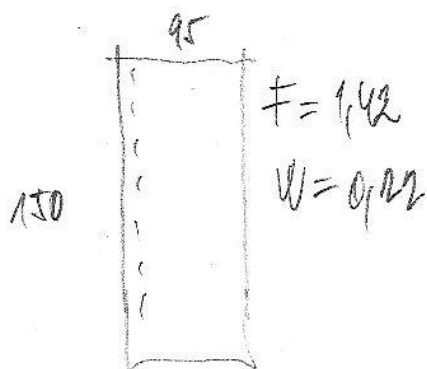
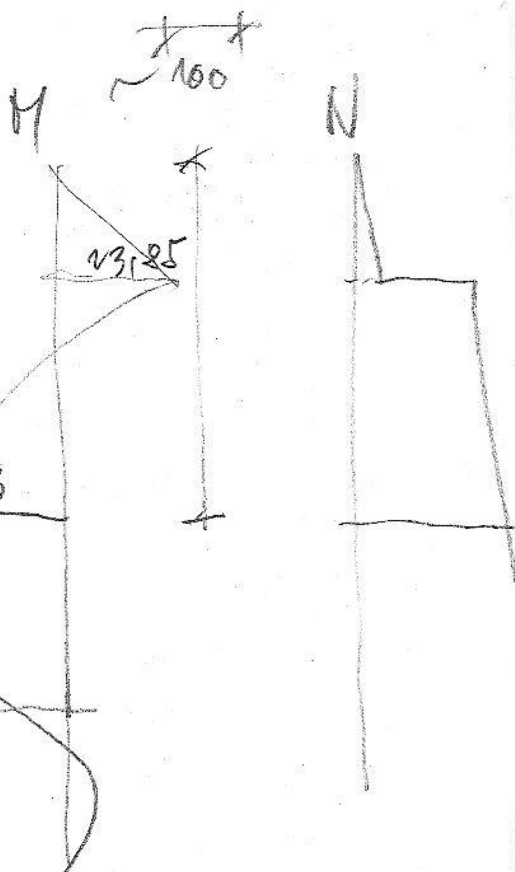
$$+ 26,99 z - 80,94 z + 60,72$$

$$M_z = 3,24 z^3 + 17,36 z^2 - 152,12 z + 204,17$$

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

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

$$z_1 = 2,56$$



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

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

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

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

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

Box K

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

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

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

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