

1 OBSAH

1	OBSAH.....	1
2	TECHNICKÁ ZPRÁVA KE STATICKÉMU VÝPOČTU:	2
3	NÁVRH A POSOUZENÍ ZÁPOROVÉHO PAŽENÍ STAVEBNÍ JÁMY:	3
4	NÁVRH ZÁPORY:	7
4.1	Průřezové charakteristiky:	7
5	NÁVRH ZEMNÍ KOTVY:.....	10
5.1	Grafické posouzení únosnosti kotvy:	11
6	NÁVRH PAŽINY:.....	12
6.1	Zatížení, vnitřní síly:	12
6.2	Materiál:	12
6.3	Posouzení:	12
7	NÁVRH PŘEVÁZKY:	14
7.1	Zatížení, vnitřní síly:	14
7.2	Posouzení:	14

2 TECHNICKÁ ZPRÁVA KE STATICKÉMU VÝPOČTU:

Předmětem statického výpočtu bylo navrhnout a posoudit dočasné záporové pažení pro výstavbu základových konstrukcí objektu lékárny v areálu FN Olomouc.

Hloubka stavební jámy bude činit 4,75 m. Z tohoto důvodu je navržené pažení uvažováno jako kotvené. Tato zemní kotva bude umístěna v hloubce 2 m a bude rozmístěna v osově vzdálenosti po 2 m. Zemní kotva bude vedena pod úhlem 25° a těžiště kořene kotvy bude umístěno v hloubce min. 5,5 m pod povrchem původního terénu. Kořen kotvy o průměru 600 mm navrhuji délky 6 m.

Zápory z profilu HEB 280 musí být vetknuta 5 m pod dno stavební jámy. Vetknutí bude provedeno pomocí vrtu o průměru 0,630 m, kdy po zhotovení vrtu bude vložena zápora a následně bude zabetonována do úrovně dna stavební jámy. Beton bude třídy C8/10. Zápory budou umístěny v osově vzdálenosti po 2,0 m. Vzájemně budou v hloubce 2 m pod původním terénem spojeny převázkou.

Převázka je navržena jako 2 profily U260 vzájemně svařených ocelovými plechy každého 0,5 m. K této převázce bude upevněna výše popsaná zemní kotva.

Výdřeva je navržena ze dvou typů hranolů. Ve spodní části je navržen hranol o průřezových rozměrech 160x200, od zemní kotvy nahoru je možno použít hranoly 160x160.

V místě staveniště se nachází různě mocná vrstva navážky, pod níž jsou střídavě umístěny jílovité až jílovito-písčité hlíny třídy F6 přecházející v písky, jílovité písky a silně jílovité písky třídy S3, S5, S5-F4 dle ČSN 736133.

Ve výpočtu je proto na stranu bezpečnou uvažováno s charakteristikami zeminy třídy F6-F8 o následujících parametrech:

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

$$c_{ef} = 4 \text{ kPa}$$

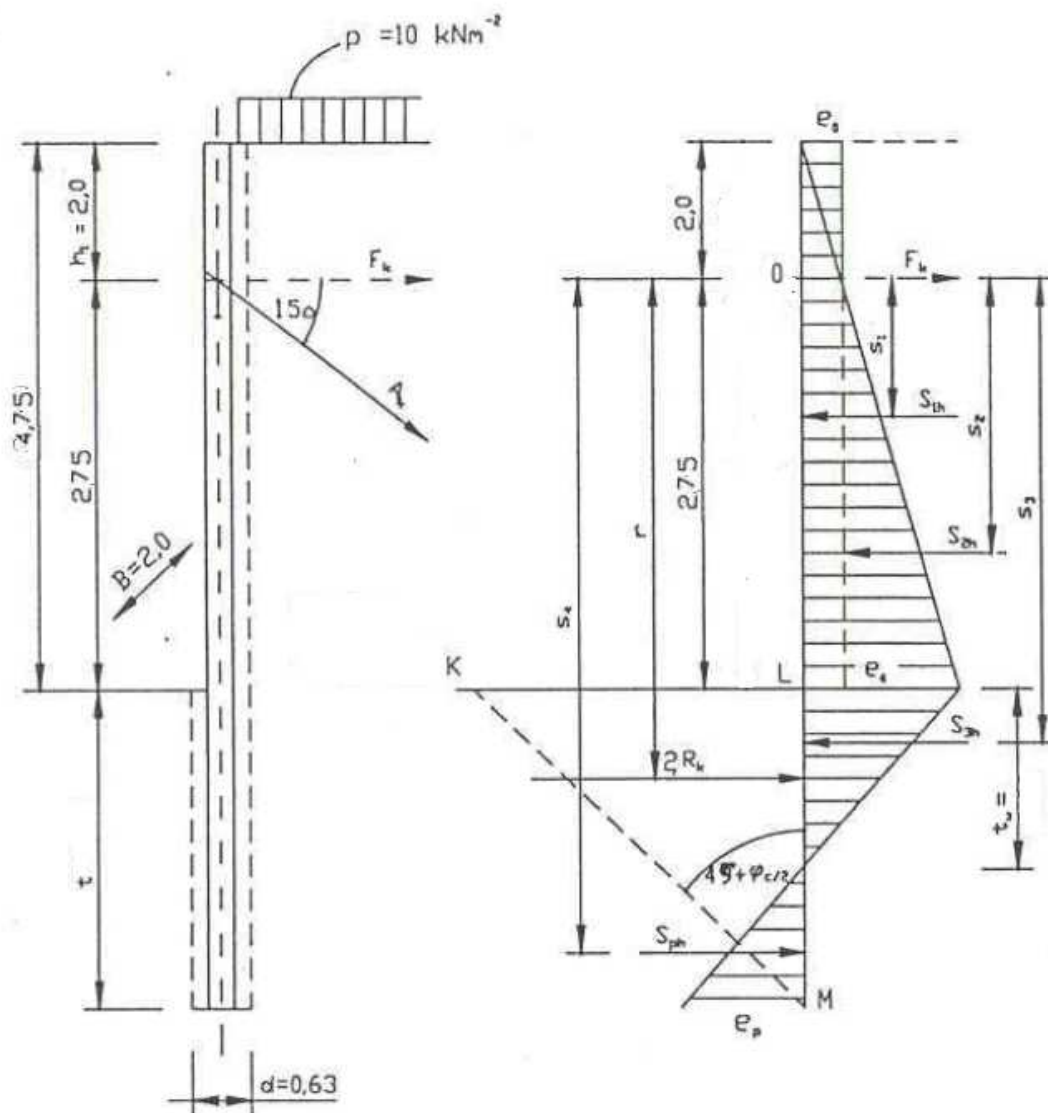
$$\varphi_{ef} = 20^\circ$$

Ve výpočtu uvažuji s efektivními parametry zemin, neboť se HPV nachází pod dnem stavební jámy (v nadm. výšce 222,5 m.n.m).

Seznam použité literatury:

- ČSN 73 1001 – Základová půda pod plošnými základy
- ČSN EN 1997 – Navrhování geotechnických konstrukcí
- ČSN EN 1990 – Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1993 – Navrhování ocelových konstrukcí

3 NÁVRH A POSOUZENÍ ZÁPOROVÉHO PAŽENÍ STAVEBNÍ JÁMY:



Do výpočtu uvažuji následující parametry zeminy:

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

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

$$c = 4 \text{ kPa}$$

$$c_d = \frac{c}{\gamma_c} = \frac{4}{1,25} = 3,2 \text{ kPa}$$

$$\varphi = 20^\circ$$

$$\varphi_d = \frac{\varphi}{\gamma_\varphi} = \frac{20}{1,25} = 16^\circ$$

Náhradní úhel vnitřního tření:

$$\text{tg } \varphi_c = \text{tg } \varphi + \frac{c}{\sigma_{or,z}} = \text{tg } 16 + \frac{3,2}{117,59} = 0,313 \quad \varphi_c = \text{artg } 0,313 = 17,8^\circ$$

$$\sigma_{or,z} = \frac{2}{3} * \gamma * (H + t) = 0,67 * 18 * (4,75 + 5) = 117,59 \text{ kPa}$$

Součinitel aktivního zemního tlaku:

$$K_a = \operatorname{tg}^2\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right) = \operatorname{tg}^2\left(45 - \frac{17,8}{2}\right) = 0,531 \quad \text{odpovídá obr. C1.1 přílohy C ČSN EN1997-1}$$

Součinitel pasivního tlaku:

$$K_p = 1,7$$

dle obr. C.2.1 přílohy C ČSN EN1997-1

Součinitel sníženého pasivního tlaku:

$$K_{p,sn} = 0,7 * K_p = 0,7 * 1,7 = 1,19$$

Součinitel tlaku v klidu:

$$K_R = 1 - \sin \varphi_c = 1 - \sin(17,8) = 0,694$$

Aktivní zemní tlak v hloubce stavební jámy H:

$$\sigma_H = (q + H * \gamma) * K_a = (10 + 4,75 * 18) * 0,531 = 50,71 \text{ kPa}$$

Výška h_0 , kde napětí od přitížení $\sigma_q = \sigma_a$

$$h_0 = \frac{h_1 * K_R}{K_a} = \frac{2 * 0,694}{0,531} = 2,614 \text{ m}$$

Zemní tlak v klidu v hloubce h_0 :

$$\sigma_{h0} = (q + h_1 * \gamma) * K_R = (10 + 2,614 * 18) * 0,694 = 39,59 \text{ kPa}$$

Hloubka u , kde $\sigma_a = \sigma_p$:

$$u = H * K_a / (K_{p,sn} - K_a) = 4,75 * 0,531 / (1,19 - 0,531) = 3,827 \text{ m}$$

Pasivní zemní tlak v patě záporny – v hloubce t :

$$\sigma_T = \sigma_H * (t - u) / u = 50,71 * (t - 3,827) / 3,827 = 13,25t - 50,71$$

Úhel tření mezi konstrukcí a zeminou předpokládám:

$$\delta = 0,67 * \varphi_c = 0,67 * 17,8 = 11,93^\circ$$

Vodorovné síly působící na konstrukci:

Uvažuji, že v horní části pažení působí zatížení na zatěžovací šířku 2 m (vzdálenost zápor), kdežto na záporny samotné působí zatížení na šířce 0,63 m (vrt vyplněný betonem).

Síly aktivního zemního tlaku:

$$S_{1H} = \sigma_{h0} * H * b_{zat} * \cos \delta = 39,59 * 4,75 * 2 * \cos 11,93 = 367,98 \text{ kN}$$

$$\text{Rameno vzhledem k bodu 0: } s_{1H} = 4,75 / 2 - 2 = 0,375 \text{ m}$$

(bod 0 = poloha zemní kotvy)

$$S_{2H} = (\sigma_H - \sigma_{h0}) * (H - h_0) * \frac{1}{2} * b_{zat} * \cos \delta = (50,71 - 39,59) * (4,75 - 2,614) * 0,5 * 2 * \cos 11,93 = 23,24 \text{ kN}$$

$$\text{Rameno vzhledem k bodu 0: } s_{2H} = 4,75 * 2 / 3 - 2 = 1,167 \text{ m}$$

$$S_{3H} = \sigma_H * u * \frac{1}{2} * b_{zat} * \cos \delta = 50,71 * 3,827 * 0,5 * 0,63 * \cos 11,93 = 59,81 \text{ kN}$$

$$\text{Rameno vzhledem k bodu 0: } s_{3H} = 4,75 - 2 + 3,827 / 3 = 4,03 \text{ m}$$

Síly pasivního zemního tlaku:

$$S_{pH} = \sigma_T * (t - u) * \frac{1}{2} * b_{zat} * \cos \delta = (13,25t - 50,71) * (t - 3,827) * \frac{1}{2} * 0,63 * \cos 11,93 = 4,08t^2 - 31,24t + 59,77 \text{ kN}$$

$$\text{Rameno vzhledem k bodu 0: } s_{pH} = 2,75 + 3,827 + \frac{2}{3} * (t - 3,827) = 4,03 + 0,67t$$

$$\text{Plocha svislého trojúhelníka: } l = \operatorname{tg}\left(45 + \frac{\varphi_c}{2}\right) * t = 1,3713t$$

Strana trojúhelníka:

$$A_{KLM} = \frac{1}{2} * t * l = \frac{1}{2} * t * 1,3713t = 0,686t^2$$

$$E_s = A_{KLM} * \gamma * t / 3 = 0,686t^2 * 18 * t / 3 = 4,116t^3$$

$$R_k = E_s * \operatorname{tg} \varphi_c = 4,116t^3 * \operatorname{tg}(17,8) = 1,32t^3$$

$$\text{Rameno vzhledem k bodu 0: } r_{RK} = 2,75 + \frac{1}{3}t$$

Výpočet nutné hloubky vetknutí záporny:

$$\Sigma M_{i,0} = 0$$

$$S_{1h} * r_{1h} + S_{2h} * r_{2,h} + S_{3h} * r_{3h} - S_{pH} * r_{pH} - 2 * R_k * r_{RK} = 0$$

$$367,98 * 0,375 + 23,24 * 1,167 + 4,03 * 59,81 - (4,08t^2 - 31,24t + 59,77) * (4,03 + 0,67t) - 2 * 1,32t^3 * (2,75 + t / 3) = 0$$

$$t = 3,658m$$

Z důvodu zmenšení síly do zemní kotvy volím hloubku vetknutí pod dno stavební jámy $t = 4,5$ m.

$$S_{pH} = 4,08 * 4,5^2 - 31,24 * 4,5 + 59,77 = 1,20kN$$

$$R_k = 1,32t^3 = 1,32 * 4,5^3 = 120,29kN$$

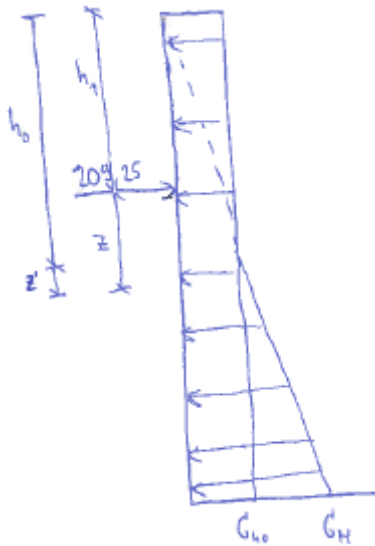
Vodorovná síla do kotvy:

$$S_{1H} + S_{2H} + S_{3H} - S_{pH} - 2 * R_k - F = 0$$

$$367,98 + 23,24 + 59,81 - 1,20 - 2 * 120,29 - F * \cos \alpha = 0$$

$$F * \cos 25 = 209,25kN$$

$$F_\alpha = 230,88kN$$



Maximální ohybový moment v místě $\Sigma V=0$:

$$\Sigma V = 0$$

$$F \cdot \cos \alpha - \sigma_{h0} \cdot b_{zat} \cdot \cos \delta \cdot (h_0 + z') - b_{zat} \cdot z' \cdot \frac{(\sigma_H - \sigma_{h0})}{(H - h_0)} \cdot 0,5 \cdot z' \cdot \cos \delta = 0$$

$$209,25 - 39,59 \cdot 2 \cdot \cos 11,93 \cdot (2,614 + z') - 2 \cdot z' \cdot \frac{(50,71 - 39,59)}{(4,75 - 2,614)} \cdot 0,5 \cdot z' \cdot \cos 11,93 = 0$$

$$z' = 0,087 \text{ m}$$

Napětí v hloubce z' :

$$\sigma_{z'} = \sigma_{h0} + \frac{(\sigma_H - \sigma_{h0})}{(H - h_0)} \cdot z' = 39,59 + \frac{(50,71 - 39,59)}{(4,75 - 2,614)} \cdot 0,087 = 40,04 \text{ kN / m}^2$$

Ohybový moment v hloubce z : $z = h_0 + z' - h_1 = 2,614 + 0,087 - 2,0 = 0,701 \text{ m}$

$$M_{\max} = -F \cdot \cos \alpha \cdot z + \sigma_{h0} \cdot b_{zat} \cdot (z + h_1)^2 \cdot 0,5 + (\sigma_{z'} - \sigma_{h0}) \cdot b_{zat} \cdot z'^2 \cdot \frac{1}{6}$$

$$M_{\max} = -209,25 \cdot 0,701 + 39,59 \cdot 2 \cdot (0,701 + 2)^2 \cdot 0,5 + (40,04 - 39,59) \cdot 2 \cdot 0,087^2 \cdot \frac{1}{6}$$

$$M_{\max} = 142,14 \text{ kNm}$$

Ohybový moment v místě kotvy:

$$M_{kotva} = \frac{1}{2} \cdot \sigma_{h0} \cdot b_{zat} \cdot h_1^2 = 0,5 \cdot 39,59 \cdot 2 \cdot 2^2 = 158,36 \text{ kNm}$$

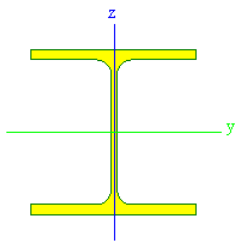
Normálová síla v zápoře:

$$N = F_{\alpha} \cdot \sin \alpha = 230,88 \cdot \sin 25 = 97,57 \text{ kN}$$

4 NÁVRH ZÁPORY:

Uvažuji, že zápora bude namáhaná normálovou silou 97,57 kN a ohybovým momentem 158,36 kNm.

4.1 Průřezové charakteristiky:

>	Jméno	CS4	
	Typ	HEB280	
	Zdroj hodnot	Profil Arbed / Structural shapes / Edition Octobre 1995	
	Material	S 235	
	Výroba	válcovaný	
	Vzpěr y-y, z-z	b	c
>			
	A [m²]	1,3140e-02	
	A _{y, z} [m²]	8,6533e-03	2,5893e-03
	I _{y, z} [m⁴]	1,9270e-04	6,5950e-05
	I _w [m⁶], I _t [m⁴]	1,1335e-06	1,4370e-06
	W _{el y, z} [m³]	1,3760e-03	4,7100e-04
	W _{pl y, z} [m³]	1,5340e-03	7,1800e-04
	d _{y, z} [mm]	0	0
	c _{YLSS, ZLSS} [mm]	140	140
	alfa [deg]	0,00	
	AL [m²/m]	1,6176e+00	

$$M_{cr} = \mu_{cr} * \frac{\pi * \sqrt{EI_z GI_t}}{L}$$

$$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} \left[\sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j) \right] =$$

Ve výpočtu klopení uvažuji následující parametry:

Výška záporny, na které dochází ke klopení – výška mezi dnem stavební jámy a převázkou. Uvažuji, že v místě vrtu ke klopení nedochází, neboť jsou příruby zajištěny betonem vrtu.

$$L = 2,75m$$

$$k_y = 0,5$$

$$C_2 = 1,56$$

dle Tab.NB.3.2.

$$k_z = 1,0$$

$$k_w = 1,0$$

$$\kappa_{wt} = \frac{\pi}{k_w * L} * \sqrt{\frac{EI_w}{GI_t}} = \frac{\pi}{1,0 * 2,75} * \sqrt{\frac{210 * 10^9 * 1,1335 * 10^{-6}}{80,5 * 10^9 * 1,437 * 10^{-6}}} = 1,639$$

$$\kappa_{wt} < C_{1,1} \Rightarrow C_1 = C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) = 2,58 + (2,61 - 2,58) = 2,61$$

$$\psi_f = 0 \Rightarrow C_3 = -0,86 \quad \text{dle Tab.NB.3.2.}$$

$$\xi_g = \frac{\pi * z_g}{k_z * L} \sqrt{\frac{EI_z}{GI_t}} = \frac{\pi * 0,122}{1,0 * 2,75} \sqrt{\frac{210 * 10^9 * 6,595 * 10^{-5}}{80,5 * 10^9 * 1,437 * 10^{-6}}} = 1,525$$

$$\xi_j = \frac{\pi * z_j}{k_z * L} \sqrt{\frac{EI_z}{GI_t}} = \frac{\pi * 0}{1,0 * 2,75} \sqrt{\frac{210 * 10^9 * 6,595 * 10^{-5}}{80,5 * 10^9 * 1,437 * 10^{-6}}} = 0$$

$$z_j = 0,45 \psi_f h_f = 0$$

$$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} \left[\sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j) \right]$$

$$\mu_{cr} = \frac{2,61}{1,0} \left[\sqrt{1 + 1,639^2 + (1,56 * 1,525 - 0)^2} - (1,56 * 1,525 - 0) \right] = 1,77$$

$$M_{cr} = 1,77 * \frac{\pi * \sqrt{210 * 10^9 * 6,595 * 10^{-5} * 80,5 * 10^9 * 1,437 * 10^{-6}}}{2,75} = 2559,37 \text{ kNm}$$

Jedná se o průřez třídy 1, uvažují $W_{y,pl}$:

$$\text{Štíhlost: } \bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{y,pl} * f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{1,534 * 10^{-3} * 235 * 10^6}{2559,37 * 10^3}} = 0,378 < \bar{\lambda}_{LT,0} = 0,4$$

$$\frac{\gamma_M * M_{Ed}}{M_{cr}} = \frac{1,0 * 158,36}{2559,37} = 0,062 < \bar{\lambda}_{LT,0}^2 = 0,4^2 = 0,16$$

Účinky klopení se mohou zanedbat.

$$M_{b,Rd} = W_y * \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 1,534 * 10^{-3} * \frac{235 * 10^6}{1,0} = 360,49 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{158,36}{360,49} = 0,44 < 1,0 \quad \textbf{VYHOVUJE}$$

Posouzení na vzpěr:**VZPĚRNÝ TLAK**VLASTNOSTI OCELI:**S235**

modul pružnosti v tahu/tlaku:

$E = 210000 \text{ MPa}$

mez kluzu oceli:

$f_y = 235 \text{ MPa}$

souč. spolehlivosti mat.:

$\gamma_{M1} = 1,00$

PŮSOBÍCÍ SÍLA:

$N_{Ed} = 97,6 \text{ kN}$

PARAMETRY PRŮŘEZU:**HEB280**

posuzovaný směr:

z | **y**

délka:

$L_0 = 7,750 \text{ m}$

součinitel vzpěrné délky:

$\beta = 1,00$ | $1,00$

plocha příčného řezu:

$A = 1,314E-02 \text{ m}^2$

efekt. plocha příčného řezu:

$A_{eff} = \text{m}^2$

poloměr setrvačnosti:

$i = 0,0708$ | $0,1210 \text{ m}$

třída průřezu:

1

křivka vzpěrné pevnosti:

$\alpha = 0,49$ | $0,34$

plastická únosnost profilu:

$N_{pl,Rd} = 3087,9 \text{ kN}$

POSOUZENÍ:

$L_{cr} = \beta L_0 =$

$7,750$ | $7,750 \text{ m}$

$\lambda = \frac{L}{i} =$

$109,46$ | $64,05$

$\lambda_1 = 93,9 \sqrt{\frac{235}{f_y}} =$

$93,9$

$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1} =$

$1,17$ | $0,68$

$\phi = 0,5 [1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2] =$

$1,42$ | $0,81$

$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} =$

$0,45$ | $0,79$

$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} =$

$1390,9$ | $2450,9 \text{ kN}$

$N_{b,Rd} = 1390,9 \text{ kN}$

>

$N_{Ed} =$

$97,6 \text{ kN}$

=>

VYHOVUJE

Celkové využití průřezu:

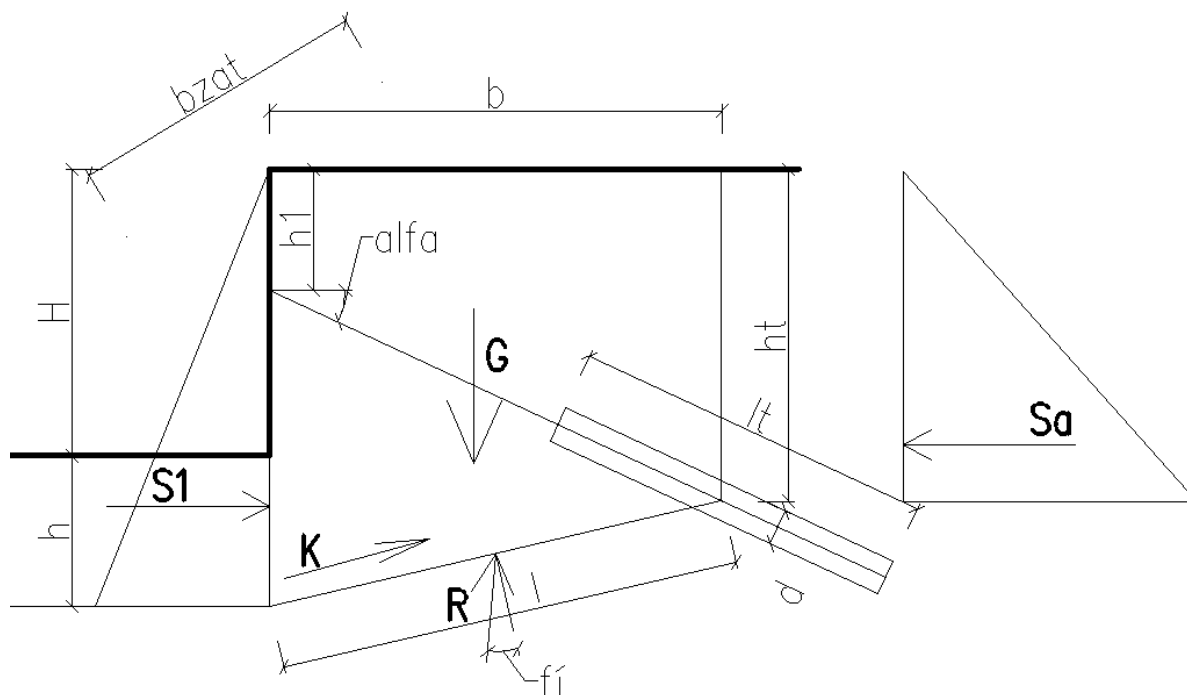
$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} + \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{158,36}{360,49} + \frac{97,6}{1390,9} = 0,51$$

<

1,0

VYHOVUJE

5 NÁVRH ZEMNÍ KOTVY:



Navrhuji rozměry zemní kotvy následovně:

$$h_1 = 2,0 \text{ m}$$

$$h_t = 5,5 \text{ m}$$

$$\alpha = 25^\circ$$

$$l_t = 6 \text{ m}$$

$$d = 0,6 \text{ m}$$

$h = 2,5 \text{ m}$ – hloubka pode dnem stavební jámy, kde je součet vodorovných sil nulový

$$b = 7,5 \text{ m}$$

$$l = 7,7 \text{ m}$$

$$S_1 = \frac{1}{2} * \gamma * (H + h)^2 * K_a * b_{zat} = 0,5 * 18 * (4,75 + 2,5)^2 * 0,531 * 2 = 502,39 \text{ kN}$$

$$S_a = \frac{1}{2} * \gamma * h_t^2 * K_a * b_{zat} = 0,5 * 18 * 5,5^2 * 0,531 * 2 = 289,13 \text{ kN}$$

Plocha obrazce zeminy kotvy:

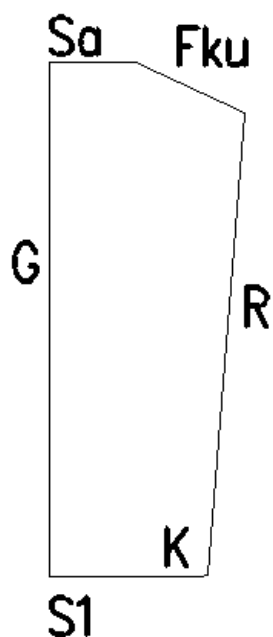
$$A = b * h_t + (H + h - h_t) * b * 0,5 = 7,5 * 5,5 + (4,75 + 2,5 - 5,5) * 7,5 * 0,5 = 47,81 \text{ m}^2$$

$$G = A * \gamma * b_{zat} = 47,81 * 18 * 2 = 1721,3 \text{ kN}$$

$$K = c * l * b_{zat} = 3,2 * 7,7 * 2 = 49,28 \text{ kN}$$

$$\varphi = 17,8^\circ$$

5.1 Grafické posouzení únosnosti kotvy:



$$F_{ku} = 400,4 \text{ kN}$$

Stupeň bezpečnosti:

$$s = \frac{F_{ku}}{F} = \frac{400,4}{230,88} = 1,73 > 1,5$$

Vyhovuje

Potřebný tlak nadloží:

$$s_z = \frac{F_k}{\pi * d * l * \text{tg} \phi} = \frac{230,88}{\pi * 0,6 * 6 * \text{tg} 17,8} = 63,58 \text{ kNm}^{-2}$$

$$z_t * 18 = 63,58 \text{ kNm}^{-2}$$

$$z_t = 3,53 \text{ m}$$

<

$$h_t = 5,5 \text{ m}$$

Splněno

KOTVA VYHOVUJE

6 NÁVRH PAŽINY:

Dřevěná pažina o rozpětí (výdřevy) 1,9 m působí jako prostý nosník zatížený zemním tlakem a přitížením. Ve výpočtu je uvažováno s rostlým dřevem kvality C14 a třídou provozu 3 s ohledem na skutečnost, že není známá teplota a relativní vlhkost vzduchu na staveništi.

6.1 Zatížení, vnitřní síly:

Na pažinu v hloubce 4,75 m působí aktivní zemní tlak:

$$q = (p + \gamma * z) * K_a = (10 + 18 * 4,75) * 0,531 = 50,71 \text{ kN} / \text{m}^2$$

zatěžovací šířka pažiny $b_{zat} = 0,16 \text{ m}$

Liniové zatížení pažiny:

$$q_{lin} = q * b_{zat} = 50,71 * 0,16 = 8,11 \text{ kN} / \text{m}$$

$$M_{ed} = \frac{1}{8} * q * L^2 = \frac{1}{8} * 8,11 * 1,9^2 = 3,66 \text{ kNm}$$

Na pažinu v hloubce 2,0 m působí aktivní zemní tlak:

zatěžovací šířka pažiny $b_{zat} = 0,16 \text{ m}$

Liniové zatížení pažiny:

$$q_{lin} = q * b_{zat} = 39,59 * 0,16 = 6,33 \text{ kN} / \text{m}$$

$$M_{ed} = \frac{1}{8} * q * L^2 = \frac{1}{8} * 6,33 * 1,9^2 = 2,86 \text{ kNm}$$

6.2 Materiál:

C14, třída provozu 3:

$$f_{M,K} = 14 \text{ MPa}$$

$\gamma_M = 1,3$ pro rostlé dřevo

$$k_{mod} = 0,5$$

$$f_{M,D} = k_{mod} * \frac{f_{M,K}}{\gamma_M} = 0,5 * \frac{14}{1,3} = 5,38 \text{ MPa}$$

6.3 Posouzení:

1, Pažina v hloubce 4,75 m:

Navrhují hranol 160x200:

$$W_z = \frac{1}{6} * 160 * 200^2 = 1066666 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_z = \frac{M_{Ed}}{W_z} = \frac{3,66 * 10^6}{1066666} = 3,43 \text{ MPa}$$

<

$$f_{M,D} = 5,38 \text{ MPa}$$

Vyhovuje

2. Pažina v hloubce 2,0 m:

Navrhuji hranol 160x160:

$$W_z = \frac{1}{6} * 160 * 160^2 = 682666 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_z = \frac{M_{Ed}}{W_z} = \frac{2,86 * 10^6}{682666} = 4,19 \text{ MPa}$$

<

$$f_{M,D} = 5,38 \text{ MPa}$$

Vyhovuje

7 NÁVRH PŘEVÁZKY:

Ocelová převázka musí bezpečně přenést sílu ze zemní kotvy. Převázka působí jako prostý nosník o rozpětí 2,0 m uprostřed zatížený silou ze zemní kotvy, to znamená 230,88 kN.

7.1 Zatížení, vnitřní síly:

Síla uprostřed nosníku o rozpětí 2,0 m, $F_{Ed} = 230,88$ kN.

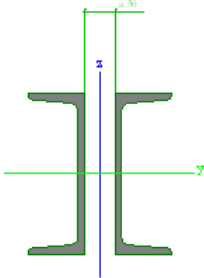
Reakce:

$$R_{ed} = V_{ed} = \frac{1}{2} * F_{Ed} = 0,5 * 230,88 = 115,44 \text{ kN}$$

Ohybový moment:

$$M_{ed} = R_{Ed} * \frac{1}{2} * L = 115,44 * 0,5 * 2,0 = 115,44 \text{ kNm}$$

7.2 Posouzení:

Jméno	CS1	
Typ	2Uo	
Detailní	U260; 50	
Materiál	S 235	
Výroba	válcovaný	
Vzpěr y-y, z-z	b	b
		
A [m ²]	9,7845e-03	
A _{y, z} [m ²]	2,2943e-03	4,5116e-03
I _{y, z} [m ⁴]	9,8196e-05	2,9985e-05
I _w [m ⁶], I _t [m ⁴]	7,7840e-08	5,0056e-07
W _{el y, z} [m ³]	7,5536e-04	2,6074e-04
W _{pl y, z} [m ³]	8,9962e-04	4,7946e-04
d _{y, z} [mm]	0	0
c _{YLSS, ZLSS} [mm]	25	-130
alfa [deg]	0,00	
AL [m ² /m]	1,6653e+00	

$$M_{cr} = \mu_{cr} * \frac{\pi * \sqrt{EI_z GI_t}}{L}$$

$$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} \left[\sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j) \right] =$$

Ve výpočtu klopení uvažuji následující parametry:

$$L = 2,0 \text{ m}$$

$$k_y = 1,0$$

$$C_2 = 0,55$$

dle Tab.NB.3.2.

$$k_z = 1,0$$

$$k_w = 1,0$$

$$\kappa_{wt} = \frac{\pi}{k_w * L} * \sqrt{\frac{EI_w}{GI_t}} = \frac{\pi}{1,0 * 2,0} * \sqrt{\frac{210 * 10^9 * 7,7840 * 10^{-8}}{80,5 * 10^9 * 5,0056 * 10^{-7}}} = 1,00$$

$$\kappa_{wt} \geq 1,0 \Rightarrow C_1 = C_{1,1}$$

$$\psi_f = 0 \Rightarrow C_1 = 1,36$$

$$C_3 = 0,41$$

dle Tab.NB.3.2.

$$\xi_g = \frac{\pi * z_g}{k_z * L} \sqrt{\frac{EI_z}{GI_t}} = \frac{\pi * 0,130}{1,0 * 2,0} \sqrt{\frac{210 * 10^9 * 2,9985 * 10^{-5}}{80,5 * 10^9 * 5,0056 * 10^{-7}}} = 2,55$$

$$\xi_j = \frac{\pi * z_j}{k_z * L} \sqrt{\frac{EI_z}{GI_t}} = \frac{\pi * 0}{1,0 * 2,0} \sqrt{\frac{210 * 10^9 * 2,9985 * 10^{-5}}{80,5 * 10^9 * 5,0056 * 10^{-7}}} = 0$$

$$z_j = 0,45 \psi_f h_f = 0$$

$$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} \left[\sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \xi_g - C_3 \xi_j)^2} - (C_2 \xi_g - C_3 \xi_j) \right]$$

$$\mu_{cr} = \frac{1,36}{1,0} \left[\sqrt{1 + 1,00^2 + (0,55 * 2,55 - 0)^2} - (0,55 * 2,55 - 0) \right] = 0,80$$

$$M_{cr} = 0,80 * \frac{\pi * \sqrt{210 * 10^9 * 2,9985 * 10^{-5} * 80,5 * 10^9 * 5,0056 * 10^{-7}}}{2,000} = 632,99 kNm$$

Jedná se o průřez třídy 1, uvažují $W_{y,pl}$:

$$\text{Štíhlost: } \bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{y,pl} * f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{8,9962 * 10^{-4} * 235 * 10^6}{632,99 * 10^3}} = 0,578 > \bar{\lambda}_{LT,0} = 0,4$$

$$\frac{\gamma_M * M_{Ed}}{M_{cr}} = \frac{1,0 * 115,441}{632,99} = 0,18 > \bar{\lambda}_{LT,0}^2 = 0,4^2 = 0,16$$

Účinky klopení se nemohou zanedbat.

$$\phi_{LT} = 0,5 * \left[1 + \alpha_{LT} * (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta * \bar{\lambda}_{LT}^2 \right] = 0,5 * \left[1 + 0,76 * (0,578 - 0,4) + 0,75 * 0,578^2 \right] = 0,693$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta * \bar{\lambda}_{LT}^2}} = \frac{1}{0,693 + \sqrt{0,693^2 - 0,75 * 0,578^2}} = 0,85$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} * W_y * \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 0,85 * 8,9962 * 10^{-4} * \frac{235 * 10^6}{1,0} = 179,7 kNm$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{115,44}{179,7} = 0,64 < 1,0$$

VYHOVUJE