

STATICKÝ VÝPOČET

OBSAH

1. Identifikační údaje
2. Podklady
3. Předpisy navrhování
4. Další použité pomůcky
5. Opěrné zdi
 - 6.1 Oz vyšší převýšení
 - 6.2 Oz nižší převýšení
7. Zábradlí

1. Identifikační údaje

<i>Stavba :</i>	REVITALIZACE ŠKOLNÍ DRUŽINY V MILÍNĚ ŠKOLNÍ, č.p. 248, 262 31 MILÍN
<i>Místo stavby :</i>	REVITALIZACE ŠKOLNÍ DRUŽINY V MILÍNĚŠKOLNÍ, č.p. 248, 262 31 MILÍN
<i>Investor:</i>	Obec Milín, 11. května 27, 26231 MilínŠKOLNÍ, č.p. 248, 262 31 MILÍN
<i>Projektant stavební části:</i>	Ing. J. Mezera, T. Srbek
<i>Stupeň dokumentace :</i>	DSP
<i>Část dokumentace :</i>	Stavebně konstrukční část
<i>Zpracovatel části:</i>	ING. M.SCHEJBAL, statik, Bratří Čapků 328, Příbram
<i>Datum zpracování :</i>	09-2020

2. Podklady

- Rozpracovaná architektonicko-stavební část projektu, Ing. J. Mezera
- Osobní prohlídky

3. Předpisy navrhování:

ČSN EN 1990	Zásady navrhování konstrukcí
ČSN EN 1991-1-1	Zatížení stavebních konstrukcí, Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
ČSN EN 1992-1-1	Navrhování betonových konstrukcí obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1993-1-1	Navrhování ocelových konstrukcí obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1997-1-1	Navrhování geotechnických konstrukcí - obecná pravidla

4. Další použité pomůcky

TP 51 J. Hořejší, J. Šafka: Statické tabulky, SNTL, Praha 1987
Rochla M: Stavební tabulky, SNTL, Praha 1987
Studnička, Wald: Ocelové konstrukce - Ocelářské tabulky, Vydavatelství ČVUT, Praha, 1996
Procházka, Krátký, Štěpánek, Kohoutková, Vašková: Navrhování betonových konstrukcí 1, prvky z prostého a železového betonu, ČBS, Praha, 2005 + sborník příkladů
Dřevěné konstrukce podle Eurokódu 5, STEP 1, Navrhování a konstrukční materiály, Bohumil Koželuh, Zlín, 1998
Pume, Košťatka: Betonové konstrukce 20 - Zděné konstrukce, Navrhování podle Eurokódu 6, Vydavatelství ČVUT, Praha, 2000

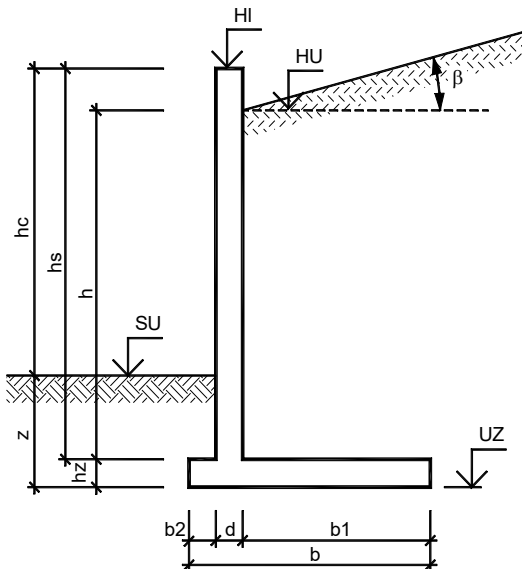
5. Návrh opěrných zdí

5.1 Stěna SPODNÍ nejvyšší převýšení

Zemina bezprostředně za opěrkou je pro bezpečný návrh uvažována jako porušená, se soudržností není počítáno. Je uvažována obecná zemina do násypu. V základové spáře je uvažováno s základovou půdou F6pevné konzistence.(dle průzkumu)

Návrh je proveden podle 3. návrhového přístupu dle ČSN EN 1997-1

Zadání



Rozměry

$$\begin{aligned} HU &= 1,46 \text{ m} & HI &= 1,46 \text{ m} \\ SU &= 0,0 \text{ m} & UZ &= -0,80 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_z &= 0,60 \text{ m} & h_s &= \text{###} \text{ m} & d &= 0,25 \text{ m} \\ h &= 1,66 \text{ m} & h_c &= \text{###} \text{ m} & b &= 0,85 \text{ m} \\ z &= \text{###} \text{ m} & b_2 &= 0,30 \text{ m} \\ \beta &= 0,00^\circ & \text{délka stěny } l &= 9,0 \text{ m} \end{aligned}$$

Geotechnické charakteristiky zeminy zásypu

objemová tíha

$$\begin{aligned} \gamma_1 &= 18,5 \text{ kN/m}^3 & \gamma_{1d} &= 18,5 \text{ kN/m}^3 \\ \gamma_{1d+} &= 18,5 \text{ kN/m}^3 \end{aligned}$$

úhel vnitřního tření

$$\begin{aligned} \phi_{ef1} &= 22,0^\circ & \phi_{d1} &= 17,9^\circ \end{aligned}$$

Geotechnické charakteristiky zeminy v základové spáře

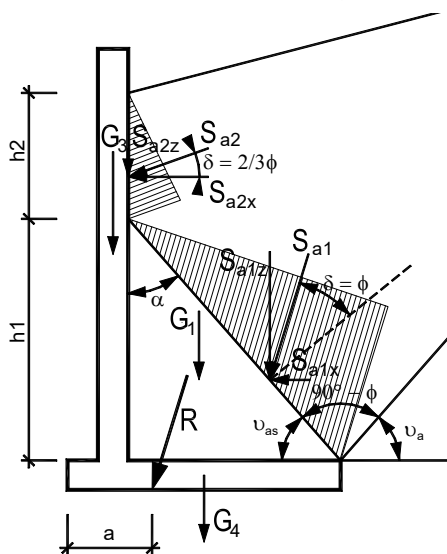
objemová tíha

$$\begin{aligned} \gamma_2 &= 18,0 \text{ kN/m}^3 \\ \phi_{ef1} &= 27,0^\circ & \phi_{d1} &= 22,2^\circ \\ c_{ef} &= \text{#####} & c_d &= 24,0 \text{ kPa} \\ g &= 4,0 \text{ kN/m}^2 & \gamma_f &= 1,30 \end{aligned}$$

přetížení povrchu za stěnou

Zemní tlak na zeď jako celek

sklon smykové plochy $\alpha = 34,00^\circ$ stanoven iterací ze vzorce $\sin^2 \alpha = \frac{\sin(\phi - \beta) \cdot \cos(\alpha + \phi)}{2 \cdot \tan \phi \cdot \cos(\alpha - \beta)}$
stanovení místa horního konce smykové plochy:
 $b_1 / \tan \alpha = 0,30 / \tan 34,00^\circ = 0,44 \text{ m} \leq 1,66 \text{ m} = h$ smyková plocha končí u rubu zdi



$$K_{a1} = \frac{\cos^2(\phi - \alpha)}{\cos^2 \alpha \cdot \cos(\alpha + \delta) \cdot \left[1 + \frac{[\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta)]^{1/2}}{[\cos(\alpha + \delta) \cdot \cos(\alpha - \beta)]^{1/2}} \right]^2}$$

$$K_{a1} = 0,85777 \quad h_1 = 0,44 \text{ m}$$

$$S_{a1} = (g + 0,5 \cdot \gamma_{1d+} \cdot h_1) \cdot h_1 \cdot K_{a1} = (5,20 + \text{#####} \cdot 0,44) \cdot 0,4 \cdot 0,858 = 3,5534 \text{ kN}$$

$$S_{a1x} = S_{a1} \cdot \cos(\alpha + \delta_1) = 3,5534 \cdot 0,6169 = 2,192 \text{ kN}$$

$$S_{a1z} = S_{a1} \cdot \sin(\alpha + \delta_1) = 3,5534 \cdot 0,7871 = 2,7967 \text{ kN}$$

$$K_{a2} = \tan^2(45^\circ - \phi/2) = 0,5296 \quad h_2 = 1,22 \text{ m}$$

$$S_{a2} = (g + 0,5 \cdot \gamma_{1d+} \cdot h_2) \cdot h_2 \cdot K_{a2} = (5,20 + \text{#####} \cdot 1,22) \cdot 1,2 \cdot 0,530 = 10,581 \text{ kN}$$

$$S_{a2x} = S_{a2} \cdot \cos \delta_2 = 10,581 \cdot 0,9784 = 10,352 \text{ kN}$$

$$S_{a2z} = S_{a2} \cdot \sin \delta_2 = 10,581 \cdot 0,2069 = 2,1892 \text{ kN}$$

$$c = (b_1 - h \cdot \tan \alpha) \cdot (1 - \tan \alpha / (\tan \alpha + \cot \beta)) =$$

$$= (0,300 - 1,660 \cdot \tan 34,00^\circ) \cdot (1 - \tan 34,00^\circ / (\tan 34,00^\circ + \cot 0^\circ)) = 0 \text{ m}$$

Složka	Extrémní objemová tíha [kN/m ³]	Šířka plochy [m]	Výška plochy [m]	Svislá složka sily [kN]	Vodorovná složka síly [kN]	rameno síly ke středu základu [m]	moment ke středu základu
G ₁	18,50	0,30	0,44	1,234		-0,225	-0,278
G ₂	18,50	0,000	1,66	0,000		-0,125	0,000
G ₃	25	0,25	1,66	10,375		0,000	0,000
G ₄	25	0,85	0,60	12,750		0,000	0,000
G ₅	18	0,30	1,66	8,964		0,275	2,465
S _{a1}				2,797		-0,225	-0,629
					2,192	0,748	1,6
S _{a2}				2,18922		-0,125	-0,274
					10,352	0,850	8,7973
R_z =				38,309	R_x = 12,544	M₀ = 11,72	

kontrola maximální excentricity: **vyhovuje**

$$e = M_0/R_z = 11,722 / 38,309 = 0,306 \text{ m} \leq 0,4 \cdot 0,850 = 0,340 \text{ m}$$

Posouzení založení opěrné stěny

Síly na základovou spáru součinitelé

$$N_0 = 38,31 \text{ kN/m} \quad N_c = 17,989 \quad b_c = 1,000 \quad s_c = 1,011 \quad i_c = 0,878$$

$$M_{0y} = 11,72 \text{ kNm/m} \quad N_d = 7,963 \quad b_q = 1,000 \quad s_d = 1,010 \quad i_q = 0,880$$

$$H_y = 12,54 \text{ kN/m} \quad N_b = 5,676 \quad b_\gamma = 1,000 \quad s_b = 0,992 \quad i_\gamma = 0,825$$

$$\delta = 18,1^\circ \text{ odklon výslednice od svislice} \quad b_{ef} = b - 2e = 0,850 - 0,612 = 0,238 \text{ m}$$

Posouzení únosnosti

$$R_d/A' \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 1/2 \gamma \cdot B' / 2 \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma = 383,179 + 130,96 + 9,9546 = 524,1 \text{ kPa}$$

$$\sigma = N / (b_{eff} \cdot l) = 38,31 / 0,2380 = 160,94 \text{ kPa} \leq R_d \quad \text{vyhovuje}$$

Zemní tlak na zeď pro dimenzování železobetonového průřezu v patě

Koeficient zemního tlaku v klidu:

$$K_r = 1 - \sin 17,9^\circ = 0,6924$$

$$\sigma_r = (\gamma \cdot h + g) \cdot \frac{K_r \cdot \sin \phi \cdot \cos \beta}{\sin \phi - \sin^2 \beta} = (18,500 \cdot 1,660 + 5,200) \cdot \frac{0,69245 \cdot \sin 17,9^\circ \cdot \cos 0,0^\circ}{\sin 17,9^\circ - \sin^2 0^\circ} = 24,866 \text{ kPa}$$

$$S_r = (\gamma + 0,5 \cdot \sigma_r) \cdot h = (5,200 + 0,5 \cdot 24,866) \cdot 1,660 = 29,271 \text{ kN}$$

$$M_d = S_r \cdot \cos \beta \cdot r = 29,2705 \cdot \cos 0,0^\circ \cdot 0,623 = 18,245 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{rit} = \gamma \cdot h \cdot \frac{K_r \cdot \sin \phi \cdot \cos \beta}{\sin \phi - \sin^2 \beta} = 18,500 \cdot 1,660 \cdot \frac{0,69245 \cdot \sin 17,9^\circ \cdot \cos 0,0^\circ}{\sin 17,9^\circ - \sin^2 0^\circ} = 21,265 \text{ kPa}$$

$$S_{rit} = 0,5 \cdot \sigma_r \cdot h = 0,5 \cdot 21,265 \cdot 1,660 = 17,65 \text{ kN}$$

$$M_{dlt} = S_{rit} \cdot \cos \beta \cdot 1/3h = 17,6499 \cdot \cos 0,0^\circ \cdot 0,553 = 9,7663 \text{ kNm}$$

Posouzení průřezu - stěna v napojení na základovou desku

Namáhání průřezu $M_{Ed} = 18,25 \text{ kNm}$

Beton **C20/25** $\gamma_C = 1,50$

návrhová situace: trvalá $\eta = 1$ $\lambda = 0,80$ $\varepsilon_{cu3} = 0,0035$ $E_{cm} = 29962 \text{ MPa}$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_C = 1,00 \cdot 20,00 / 1,5 = 13,33 \text{ MPa} \quad f_{ctm} = 2,2 \text{ MPa}$$

Výztuž **B 500 B** $\gamma_s = 1,15$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 500 / 1,15 = 434,8 \text{ MPa} \quad E_s = 200000 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = 434,8 / 200000 = 0,00217$$

Rozměry a vyztužení průřezu

$$h = 0,190 \text{ m} \quad b = 1,000 \text{ m}$$

$$c_{\min} = \max \{c_{\min,b}; c_{\min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10\}$$

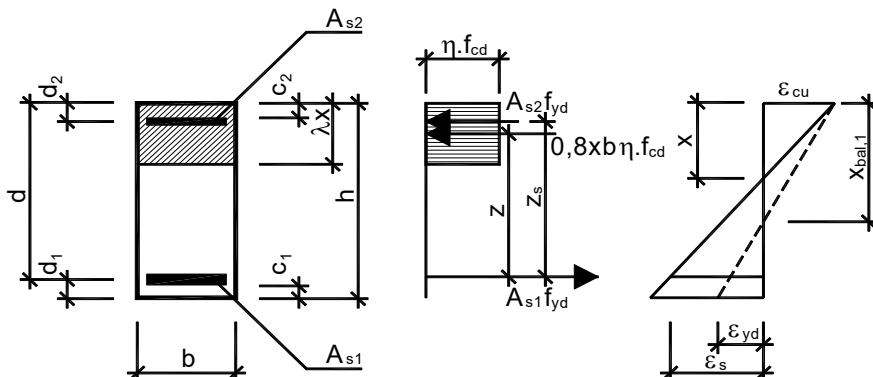
$$c_{\min,b} \geq \varnothing \quad 10 \text{ mm}$$

$$c_{1nom} = c_{\min} + \Delta c_{dev} = 10 + 10 \approx 20 \text{ mm}$$

$$\text{tažená výztuž} \quad 4,00 \varnothing 10 \text{ mm} \quad A_{s1} = 3,142E-04 \text{ m}^2 \quad d_1 = 0,025 \text{ m}$$

$$\text{tlačená výztuž} \quad 0,0 \varnothing 8 \text{ mm} \quad A_{s2} = 0,000E+00 \text{ m}^2 \quad d_2 = 0,019 \text{ m}$$

$$d = 0,165 \text{ m}$$



Kontrola vyztužení

$$A_{s2,min} = 0,001 \cdot A_c = 0,001 \cdot 0,19 \cdot 1,00 = 190,00 > 0,00 = A_{s2} \quad [\cdot 10^{-3} \text{ m}^2]$$

bez tlačené výztuže

$$A_{s1,min} = (0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d) / f_{yk} = (0,26 \cdot 2,2 \cdot 1,00 \cdot 0,165) / 500 = 188,8$$

$$A_{s1,min} = 0,0013 \cdot b \cdot d = 0,0013 \cdot 1,00 \cdot 0,165 = 214,5 [\cdot 10^{-3} \text{ m}^2]$$

$$A_{s1,min} = 214,50 \leq 314,16 = A_{s1} \quad [\cdot 10^{-3} \text{ m}^2] \quad \text{vyhovuje}$$

$$A_{s1,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 0,19 \cdot 1,00 = 7600,00 \geq 314,16 = A_{s1} \quad [\cdot 10^{-3} \text{ m}^2]$$

vyhovuje

$$\xi_{bal,1} = \varepsilon_{cu3} / (\varepsilon_{cu3} + \varepsilon_{yd}) = 0,0035 / (0,0035 + 0,00217) = 0,617$$

$$\xi_{bal,2} = \varepsilon_{cu3} / (\varepsilon_{cu3} - \varepsilon_{yd}) = 0,0035 / (0,0035 - 0,00217) = 2,639$$

hodnota momentu není výsledkem redistribuce

$$\xi = x/d = 0,013 / 0,165 = 0,078 \leq 0,617 \quad \text{vyhovuje}$$

Posouzení ohybové únosnosti

$$p = \frac{A_{s2} \cdot \varepsilon_{cu3} \cdot E_s - A_{s1} \cdot f_{yd}}{2 \cdot \lambda \cdot \eta \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{0,00 \cdot 0,0035 \cdot 200000 - 314,16 \cdot 434,8}{0,80 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 13,33 \cdot 2E+06} = -0,0064$$

$$q = \frac{-A_{s2} \cdot \varepsilon_{cu3} \cdot E_s \cdot d_2}{\lambda \cdot \eta \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{0,00 \cdot 0,0035 \cdot 200000 \cdot 0,019}{0,80 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 13,33 \cdot 1E+06} = 0,0000$$

$$x = -p + (p^2 - q)^{1/2} = 0,0064 + (-0,0064^2 - 0,000)^{1/2} \text{ ##### m}$$

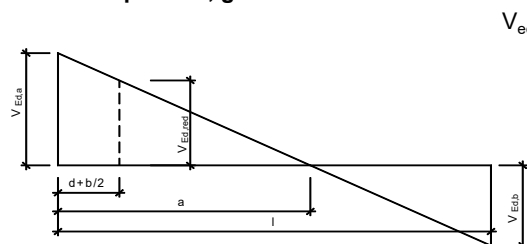
$$M_{Rd} = \lambda \cdot x \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd} (d - 0,5 \lambda x) + A_{s2} \sigma_{s2} (d - d_2) =$$

$$[0,8 \cdot 0,0128 \cdot 1,000 \cdot 1,00 \cdot 13,33 \cdot (0,165 - 0,5 \cdot 0,80 \cdot 0,0128) + 0,000E+00 \cdot 338,6 \cdot (0,165 - 0,019)] \cdot 1000 = 21,838 \text{ kNm} \geq 18,25 \text{ kNm}$$

vyhovuje

Posouzení smykové únosnosti

Namáhání průřezu, geometrie



$$V_{ed,a} = 29,27 \text{ kN} \quad V_{ed,b} = 0,00 \text{ kN}$$

Zatížení je rovnoměrné

Rozpětí pole $l = 1,66 \text{ m}$

Šířka podpory $b = 0,60 \text{ m}$

$$a = l \cdot V_{ed,a} / (V_{ed,a} + V_{ed,b}) = 1,66 \cdot 29,27 / 29,27 = 1,66 \text{ m}$$

$$V_{ed,red} = [1 - (d+b/2)/a] \cdot V_{ed,a} = (1 - 0,465 / 1,66) \cdot 29,27 = 21,071 \text{ kN}$$

Posouzení únosnosti průřezu bez smykové výztuže

tahová výztuž, zakotvená $l_{bd} + d$ za kritický průřez (max 4 Ø) $0,0 \text{ Ø } 10 \text{ mm}$ $A_{s1} = 0,000\text{E}+00 \text{ m}^2$

$$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_C = 0,18 / 1,50 = 0,12 \quad \text{součinitel}$$

$$k = \min(2; 1 + (200/d)^{1/2}) = 1 + (200 / 165)^{1/2} = 2,00 \quad \text{součinitel výšky průřezu}$$

$$\rho_1 = A_{s1}/(b_w \cdot d) = 0,000\text{E}+00 / (1,000 \cdot 0,165) = 0,0000 \leq 0,02$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 2,000^{3/2} \cdot 20,000^{1/2} = 0,4427 \quad \text{minimální ekvivalentní smyková pevnost}$$

$$V_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k (100\rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot b_w \cdot d = 0,12 \cdot 2,00 \cdot (100 \cdot 0,0000 \cdot 20,00)^{1/3} \cdot 1000 \cdot 165 / 1000 = 0 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} \geq v_{min} \cdot b_w \cdot d = 0,443 \cdot 1000 \cdot 165 / 1000 = 73,049 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = 73,049 \text{ kN} \geq 21,071 \text{ kN} = V_{ed,red} \quad \text{vyhovuje}$$

Orientační posouzení průhybu (limit ohybové štíhlosti)

$$A_{s,prov} = 3,142\text{E}-04 \text{ m}^2 \quad \rho = A_{s,prov}/(b \cdot d) = 3,1\text{E}-04 / (1,000 \cdot 0,165) = 0,00190$$

$$A_{s,req} = 2,625\text{E}-04 \text{ m}^2 \quad \rho_0 = f_{ck}^{1/2} \cdot 10^{-3} = 20^{1/2} \cdot 1000 = 0,0045$$

$$\rho' = A_{s2}/(b \cdot h) = 0,0\text{E}+00 / (1,000 \cdot 0,190) = 0,00000$$

$$K = 0,4$$

$$\lambda_{d,tab} = K \left[11 + 1,5 \cdot f_{ck}^{1/2} \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2 f_{ck}^{1/2} \left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{3/2} \right] = 0,4 \cdot [11 + 1,5 \cdot 20^{1/2} \cdot 0,0045 / 0,00190 + 3,2 \cdot 20^{1/2} (0,004 / 0,0019 - 1)^{3/2}] = 19,67$$

$$\kappa_{c1} = 1,0 \quad \text{trám o } b_{eff}/b_w > 3? \quad \text{ne}$$

$$\kappa_{c2} = 1,000 \quad \text{rozpětí} \quad l = 1,660 \text{ m}$$

$$\kappa_{c3} = 500/f_{yk} \cdot A_{s,prov}/A_{s,req} = 500 / 500 \cdot 0,3142 / 0,2625 = 1,1969$$

$$\lambda_d = \kappa_{c1} \cdot \kappa_{c2} \cdot \kappa_{c3} \cdot \lambda_{d,tab} = 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,197 \cdot 19,67 = 23,543$$

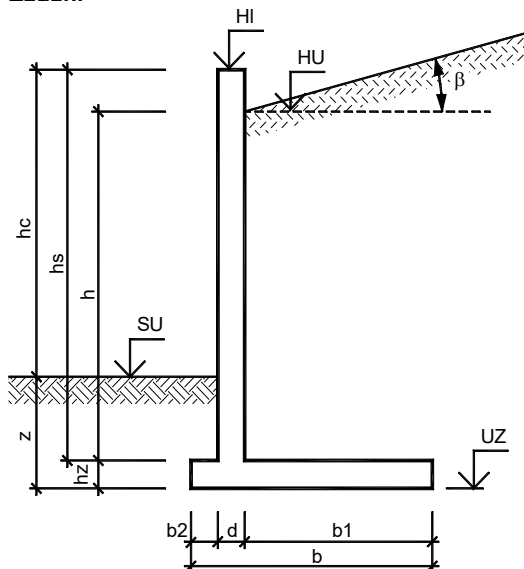
$$l/d = 1,660 / 0,165 = 10,061 \leq 23,54 = \lambda_d \quad \text{průhyb není nutno posuzovat}$$

5.2 Stěna nižší převýšení

Zemina bezprostředně za opěrkou je pro bezpečný návrh uvažována jako porušená, se soudržností není počítáno. Je uvažována obecná zemina do násypu. V základové spáře je uvažováno s základovou půdou F6pevné konzistence.(dle průzkumu)

Návrh je proveden podle 3. návrhového přístupu dle ČSN EN 1997-1

Zadání



Rozměry

HU =	0,72	m	HI =	0,72	m
SU =	0,0	m	UZ =	-0,90	m
h _z =	0,60	m	h _s =	###	m
h =	1,02	m	h _c =	###	m
			z =	###	m
			b ₂ =	0,13	m
			β =	0,00°	
			délka stěny l =	9,0	m

Geotechnické charakteristiky zeminy násypu

objemová tíha	γ _y	
γ ₁ =	18,5 kN/m ³	###
	###	γ _{1d} = 18,5 kN/m ³
		γ _{1d+} = 18,5 kN/m ³

úhel vnitřního tření	γ _φ	
φ _{ef1} =	22,0°	###
		φ _{d1} = 17,9°

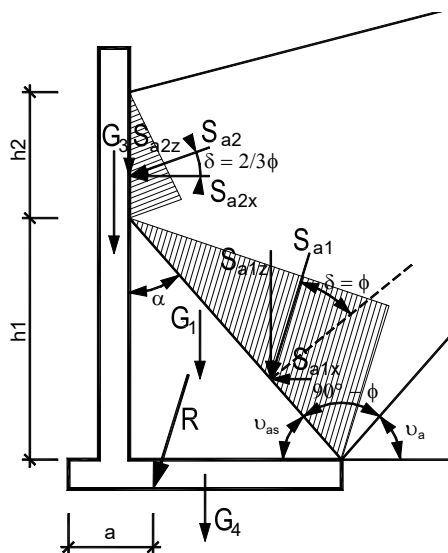
Geotechnické charakteristiky zeminy v základové spáře

objemová tíha	γ _φ , γ _c	γ ₂ = 18,0 kN/m ³
φ _{ef1} =	27,0°	###
		φ _{d1} = 22,2°
c _{ef} =	#####	###
		c _d = 24,0 kPa
g =	4,0 kN/m ²	γ _f = 1,30
		5,20 kN/m ²

přetížení povrchu za stěnou

Zemní tlak na zeď jako celek

sklon smykové plochy α = 34,00° stanoven iterací ze vzorce
stanovení místa horního konce smykové plochy:
 $b_1/\tan\alpha = 0,13 / \tan 34,00^\circ = 0,19 \text{ m} \leq 1,02 \text{ m} = h$ smyková plocha končí u rubu zdi



$$K_{a1} = \frac{\cos^2(\phi - \alpha)}{\cos^2\alpha \cdot \cos(\alpha + \delta) \cdot \left[1 + \frac{[\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta)]^{1/2}}{[\cos(\alpha + \delta) \cdot \cos(\alpha - \beta)]^{1/2}}\right]^2}$$

$$K_{a1} = 0,85777 \quad h_1 = 0,19 \text{ m}$$

$$S_{a1} = (g + 0,5 \cdot \gamma_{1d+} \cdot h_1) \cdot h_1 \cdot K_{a1} =$$

$$(5,20 + ##### \cdot 0,19) \cdot 0,2 \cdot 0,858 = 1,0991 \text{ kN}$$

$$S_{a1x} = S_{a1} \cdot \cos(\alpha + \delta_1) = 1,0991 \cdot 0,6169 = 0,678 \text{ kN}$$

$$S_{a1z} = S_{a1} \cdot \sin(\alpha + \delta_1) = 1,0991 \cdot 0,7871 = 0,8651 \text{ kN}$$

$$K_{a2} = \tan^2(45^\circ - \phi/2) = 0,5296 \quad h_2 = 0,83 \text{ m}$$

$$S_{a2} = (g + 0,5 \cdot \gamma_{1d+} \cdot h_2) \cdot h_2 \cdot K_{a2} =$$

$$(5,20 + ##### \cdot 0,83) \cdot 0,8 \cdot 0,530 = 5,7113 \text{ kN}$$

$$S_{a2x} = S_{a2} \cdot \cos \delta_2 = 5,7113 \cdot 0,9784 = 5,5877 \text{ kN}$$

$$S_{a2z} = S_{a2} \cdot \sin \delta_2 = 5,7113 \cdot 0,2069 = 1,1817 \text{ kN}$$

$$c = (b_1 - h \cdot \tan\alpha) \cdot (1 - \tan\alpha/(\tan\alpha + \cot\beta)) =$$

$$= (0,125 - 1,020 \cdot \tan 34,00^\circ) \cdot (1 - \tan 34,00^\circ/(\tan 34,00^\circ + \cot 0^\circ)) = 0 \text{ m}$$

Složka	Extrémní objemová tíha [kN/m ³]	Šířka plochy [m]	Výška plochy [m]	Svislá složka síly [kN]	Vodorovná složka síly [kN]	rameno síly ke středu základu [m]	moment ke středu základu
G ₁	18,50	0,13	0,19	0,214		-0,167	-0,036
G ₂	18,50	0,000	1,02	0,000		-0,125	0,000
G ₃	25	0,25	1,02	6,375		0,000	0,000
G ₄	25	0,50	0,60	7,500		0,000	0,000
G ₅	18	0,13	1,02	2,295		0,188	0,430
S _{a1}				0,865		-0,167	-0,144
					0,678	0,662	0,4
S _{a2}				1,18172		-0,125	-0,148
					5,5877	0,464	2,5902
R_z =				18,431	R_x = 6,266	M₀ = 3,14	

kontrola maximální excentricity: **vyhovuje**

$$e = M_0/R_z = 3,142 / 18,431 = 0,170 \text{ m} \leq 0,4 \cdot 0,500 = 0,200 \text{ m}$$

Posouzení založení opěrné stěny

Síly na základovou spáru součinitelé

$$N_0 = 18,43 \text{ kN/m} \quad N_c = 17,989 \quad b_c = 1,000 \quad s_c = 1,008 \quad i_c = 0,886$$

$$M_{0y} = 3,14 \text{ kNm/m} \quad N_d = 7,963 \quad b_q = 1,000 \quad s_d = 1,007 \quad i_q = 0,889$$

$$H_y = 6,27 \text{ kN/m} \quad N_b = 5,676 \quad b_\gamma = 1,000 \quad s_b = 0,995 \quad i_\gamma = 0,838$$

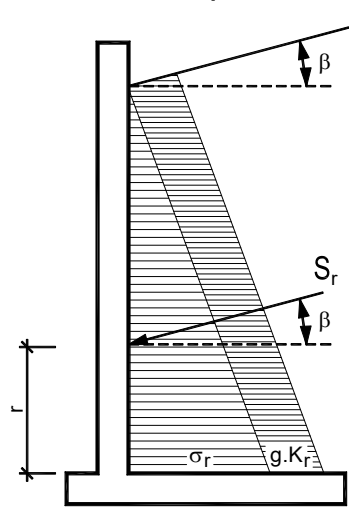
$$\delta = 18,8^\circ \text{ odklon výslednice od svislice} \quad b_{ef} = b - 2e = 0,500 - 0,341 = 0,159 \text{ m}$$

Posouzení únosnosti

$$R_d/A' \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 1/2 \gamma \cdot B' / 2 \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma = 385,651 + 131,83 + 6,7735 = 524,26 \text{ kPa}$$

$$\sigma = N / (b_{eff} \cdot l) = 18,43 / 0,1591 = 115,84 \text{ kPa} \leq R_d \quad \text{vyhovuje}$$

Zemní tlak na zeď pro dimenzování železobetonového průřezu v patě



Koeficient zemního tlaku v klidu:

$$K_r = 1 - \sin 17,9^\circ = 0,6924$$

$$\sigma_r = (\gamma \cdot h + g) \cdot \frac{K_r \cdot \sin \phi \cdot \cos \beta}{\sin \phi - \sin^2 \beta} = (18,500 \cdot 1,020 + 5,200) \cdot \frac{0,69245 \cdot \sin 17,9^\circ \cdot \cos 0,0^\circ}{\sin 17,9^\circ - \sin^2 0^\circ} = 16,667 \text{ kPa}$$

$$S_r = (\gamma + 0,5 \cdot \sigma_r) \cdot h = (5,200 + 0,5 \cdot 16,667) \cdot 1,020 = 13,804 \text{ kN}$$

$$M_d = S_r \cdot \cos \beta \cdot r = 13,8043 \cdot \cos 0,0^\circ \cdot 0,400 = 5,5273 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{nt} = \gamma \cdot h \cdot \frac{K_r \cdot \sin \phi \cdot \cos \beta}{\sin \phi - \sin^2 \beta} = 18,500 \cdot 1,020 \cdot \frac{0,69245 \cdot \sin 17,9^\circ \cdot \cos 0,0^\circ}{\sin 17,9^\circ - \sin^2 0^\circ} = 13,066 \text{ kPa}$$

$$S_{nt} = 0,5 \cdot \sigma_r \cdot n = 0,5 \cdot 13,066 \cdot 1,020 = 6,6639 \text{ kN}$$

$$M_{dnt} = S_{nt} \cdot \cos \beta \cdot 1/3 n = 6,66389 \cdot \cos 0,0^\circ \cdot 0,340 = 2,2657 \text{ kNm}$$

Posouzení průřezu - stěna v napojení na základovou desku

Namáhání průřezu $M_{Ed} = 5,53 \text{ kNm}$

Materiály

Beton **C20/ 25** $\gamma_C = 1,50$

návrhová situace: trvalá $\eta = 1$ $\lambda = 0,80$ $\varepsilon_{cu3} = 0,0035$ $E_{cm} = 29962 \text{ MPa}$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_C = 1,00 \cdot 20,00 / 1,5 = 13,33 \text{ MPa} \quad f_{ctm} = 2,2 \text{ MPa}$$

Výztuž **B 500 B** $\gamma_s = 1,15$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 500 / 1,15 = 434,8 \text{ MPa} \quad E_s = 200000 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = 434,8 / 200000 = 0,00217$$

Rozměry a vyztužení průřezu

h = 0,190 m b = 1,000 m

krytí podélné výztuže $c_{min} = \max \{c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10\}$

tažené $c_{min,b} \geq \varnothing$ 10 mm

$c_{min,dur} = 10$ mm $\Delta c_{dur,\gamma} = \Delta c_{dur,st} = \Delta c_{dur,add} = 0$

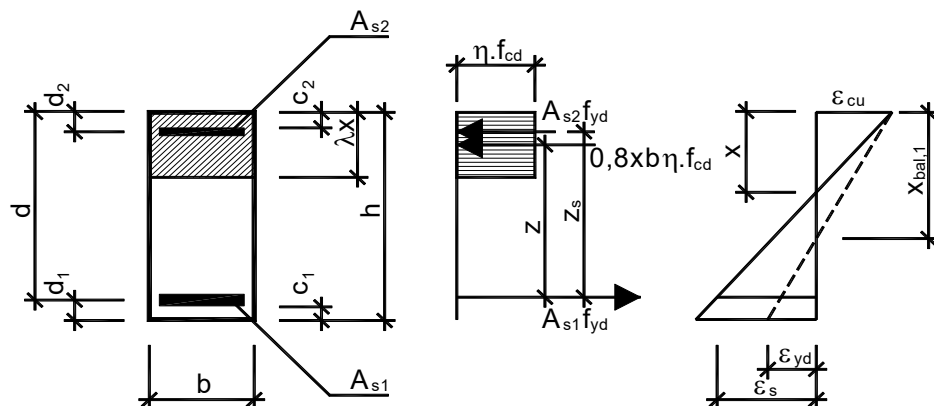
$c_{min} = 10$ mm

$c_{1nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 10 + 10 \approx 20$ mm

tažená výztuž 4,00 Ø 10 mm $A_{s1} = 3,142E-04$ m² $d_1 = 0,025$ m

tlačená výztuž 0,0 Ø 8 mm $A_{s2} = 0,000E+00$ m² $d_2 = 0,019$ m

$d = 0,165$ m



Kontrola vyztužení

$A_{s2,min} = 0,001 \cdot A_c = 0,001 \cdot 0,19 \cdot 1,00 = 190,00 > 0,00 = A_{s2}$ [· 10⁻³ m²]

bez tlačené výztuže

$A_{s1,min} = (0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d) / f_{yk} = (0,26 \cdot 2,2 \cdot 1,00 \cdot 0,165) / 500 = 188,8$

$A_{s1,min} = 0,0013 \cdot b \cdot d = 0,0013 \cdot 1,00 \cdot 0,165 = 214,5$ [· 10⁻³ m²]

$A_{s1,min} = 214,50 \leq 314,16 = A_{s1}$ [· 10⁻³ m²] **vyhovuje**

$A_{s1,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 0,19 \cdot 1,00 = 7600,00 \geq 314,16 = A_{s1}$ [· 10⁻³ m²]

vyhovuje

$\xi_{bal,1} = \epsilon_{cu3} / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) = 0,0035 / (0,0035 + 0,00217) = 0,617$

$\xi_{bal,2} = \epsilon_{cu3} / (\epsilon_{cu3} - \epsilon_{yd}) = 0,0035 / (0,0035 - 0,00217) = 2,639$

hodnota momentu **není** výsledkem redistribuce

$\xi = x/d = 0,013 / 0,165 = 0,078 \leq 0,617$ **vyhovuje**

Posouzení ohybové únosnosti

$p = \frac{A_{s2} \cdot \epsilon_{cu3} \cdot E_s - A_{s1} \cdot f_{yd}}{2 \cdot \lambda \cdot \eta \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{0,00 \cdot 0,0035 \cdot 200000 - 314,16 \cdot 434,8}{0,80 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 13,33 \cdot 2E+06} = -0,0064$

$q = \frac{-A_{s2} \cdot \epsilon_{cu3} \cdot E_s \cdot d_2}{\lambda \cdot \eta \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{0,00 \cdot 0,0035 \cdot 200000 \cdot 0,019}{0,80 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 13,33 \cdot 1E+06} = 0,0000$

$x = -p + (p^2 - q)^{1/2} = 0,0064 + (-0,0064^2 - 0,000)^{1/2} #####$ m

$M_{Rd} = \lambda \cdot x \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd} (d - 0,5 \lambda x) + A_{s2} \cdot \sigma_{s2} (d - d_2) =$

$[0,8 \cdot 0,0128 \cdot 1,000 \cdot 1,00 \cdot 13,33 \cdot (0,165 - 0,5 \cdot 0,80 \cdot 0,0128) + 0,000E+00 \cdot 338,6 \cdot (0,165 - 0,019)] \cdot 1000 = 21,838$ kNm $\geq 5,53$ kNm

vyhovuje

6 Zábradlí

Zatížení

0,5kN na mb v úrovni madla

A Horní madlo

Vnitřní síly schema - prostý nosník rozpětí $l = 1,50$ m

moment v prostém poli uprostřed

$M = 1/8 \cdot q \cdot l^2 =$	1/8	.	0,50	.	$1,50^2 =$	0,14 kNm	γ	ξ, ψ_0	
							###	1,00	0,211 kNm
							###	1,00	0,211 kNm
						0,14 kNm	###		0,211 kNm
							###		0,211 kNm

Posouzení pasu

Návrhové namáhání: $M_{Sd} (KNm) = 0,211$

Průřez:	pl	15 x	40						
profil				sklo S	235	$L_z (mm) =$	###	.	1500 = 1500
velikost				třída (ohyb)	1	$L_w (mm) =$	###	.	1500 = 1500
				třída (tlak)	1	$e_z (mm) =$	0	γ_M	1,00

PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

$$A (mm^2) = 0,600 \cdot 10^3$$

$$I_y (mm^4) = 0,080 \cdot 10^6$$

$$W_{el,y} (mm^3) = 4,00 \cdot 10^3$$

$$i_y (mm) = 11,547$$

$$\beta_w = 1$$

$$\alpha_1 = 0,21$$

$$\chi_{LT} = 1,000$$

MSÚ - Posouzení na únosnost

$$M_{pl,Rd} = \chi_{LT} \beta_w W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M0} = 0,9 \text{ kNm} \geq 0,21 \text{ kNm} \quad \text{Vyhovuje!}$$

B Sloupek

Vnitřní síly schema - konzola rozpětí $l = 1,50$ m

moment v prostém poli uprostřed

$M =$	1/1	.	1,50	.	$1,10^2 =$	1,82 kNm	γ	ξ, ψ_0	
							###	1,00	2,723 kNm
síla v 1 šr			2,72	:	0,13	20,94 kN			

2šr M12 8.8

Posouzení sl

Návrhové namáhání: $M_{Sd} \text{ (KNm)} = 2,723$

Průřez: pl 25 x 60
profil sklo S 235
velikost třída (ohyb) 1
třída (tlak) 1
 $L_z \text{ (mm)} = \text{###} \cdot 1500 = 1500$
 $L_w \text{ (mm)} = \text{###} \cdot 1500 = 1500$
 $e_z \text{ (mm)} = 0$ γ_M 1,00

PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

$A \text{ (mm}^2\text{)} = 1,500 \cdot 10^3$
 $I_y \text{ (mm}^4\text{)} = 0,450 \cdot 10^6$
 $W_{el,y} \text{ (mm}^3\text{)} = 15,00 \cdot 10^3$
 $i_y \text{ (mm)} = 17,321$
 $\beta_w = 1$ $\alpha_1 = 0,21$
 $\chi_{LT} = 1,000$

MSÚ - Posouzení na únosnost

$$M_{pl,Rd} = \chi_{LT} \beta_w W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M0} = 3,5 \text{ kNm} \geq 2,72 \text{ kNm} \quad \text{Vyhovuje!}$$

