

Návrh a posouzení opěrné stěny - Praha Kunratice

Vstupní parametry:

Dle statické části PD jsou geologické podmínky na staveništi následující:

- 0.00 - 0.25m humózní hlína
- 0.25 - 0.70m písčité hlína
- 0,7 - štěrkovitá hlína s úlomky břidlice

Geologický profil a přiřazení zemin:

Číslo vrstvy	Vrstva	Zemina	Konzistence
1	0,25	Třída F3	Tuhá
2	0,45	Třída F3	Tuhá
3	1,8	Třída F1	Tuhá
4	-	Třída F1	Tuhá

Parametry zemin:

Název	Fi [st.]	c [kPa]	m [-]	gama [kN/m ³]	Edef [MPa]	Eoed [MPa]	ny [-]	Sigma,c [MPa]
Třída F1, konzistence tuhá	29.00	8.00	0.10	19.00	15.00	-	0.35	-
Třída F1, konzistence pevná Sr>0.8	29.00	12.00	0.30	19.00	16.50	-	0.35	-
Třída F3, konzistence tuhá	26.50	12.00	0.10	18.00	6.50	-	0.35	-

Výpočtová únosnost základové půdy = 336,02kPa

Výpočet:

$$\gamma_s = 19 \text{ kN} / \text{m}^3$$

$$\varphi_{ef} = 29^\circ$$

$$\gamma_\varphi = \frac{\varphi}{\varphi - 4} = \frac{29}{29 - 4} = 1,16$$

$$\varphi_d = \frac{\varphi_{ef}}{\gamma_\varphi} = \frac{29}{1,16} = 25^\circ$$

n = 0,35 (pórovitost)

Sr = 0,25 (přirozeně vlhká zemina)

$$\gamma = (1 - n) \cdot \gamma_s + n \cdot S_r \cdot \gamma_w = (1 - 0,35) \cdot 19 + 0,35 \cdot 0,25 \cdot 10 = 13,225 \text{ kN} / \text{m}^3$$

$$k_a = \frac{1 - \sin \varphi_d}{1 + \sin \varphi_d} = \frac{1 - \sin 25}{1 + \sin 25} = 0,4059$$

$$k_p = \frac{1 + \sin \varphi_d}{1 - \sin \varphi_d} = \frac{1 + \sin 25}{1 - \sin 25} = 2,4639$$

$$S_a = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (h + d) \cdot k_a \cdot (h + d) = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot k_a \cdot (h + d)^2$$

$$S_p = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot d \cdot k_p \cdot d = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot k_p \cdot d^2$$

Návrh hloubky založení: → d (hloubka založení, odpor vůči posunutí s vlivem tření v základové spáře)

návrh d=0,8m

Posouzení na posunutí stěny:

pozn.: uvažováno s třecí silou základové spáře a odpor zeminy, tíha přitížené zeminy úmyslně nezapočítána

$$F_d = 0,4 \cdot 3,2 \cdot 23 + 0,6 \cdot 1,2 \cdot 23 = 46kN$$

$$S_{td} = F_d \cdot \operatorname{tg} \varphi_d = 46 \cdot \operatorname{tg} 25 = 21,45kN$$

d=0,8m

$$N_{pos} \leq N_{vzd} + S_{td}$$

$$\frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot k_a \cdot (h+d)^2 \leq \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot k_p \cdot d^2 + S_{td}$$

$$\frac{1}{2} \cdot 13,225 \cdot 0,4059 \cdot (3+0,8)^2 \leq \frac{1}{2} \cdot 13,225 \cdot 2,4639 \cdot 0,8^2 + 21,45$$

$$38,76kN \leq 10,43kN + 21,45kN = 31,88kN \rightarrow \text{NEPLATÍ} \rightarrow \text{nutné zvětšit hl. založení}$$

$$F_d = 0,4 \cdot 3,2 \cdot 23 + 0,6 \cdot 1,6 \cdot 23 = 51,52kN$$

$$S_{td} = F_d \cdot \operatorname{tg} \varphi_d = 46 \cdot \operatorname{tg} 25 = 24,024kN$$

d=1,2m

$$N_{pos} \leq N_{vzd} + S_{td}$$

$$\frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot k_a \cdot (h+d)^2 \leq \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot k_p \cdot d^2 + S_{td}$$

$$\frac{1}{2} \cdot 13,225 \cdot 0,4059 \cdot (3+1,2)^2 \leq \frac{1}{2} \cdot 13,225 \cdot 2,4639 \cdot 1,2^2 + 24,024$$

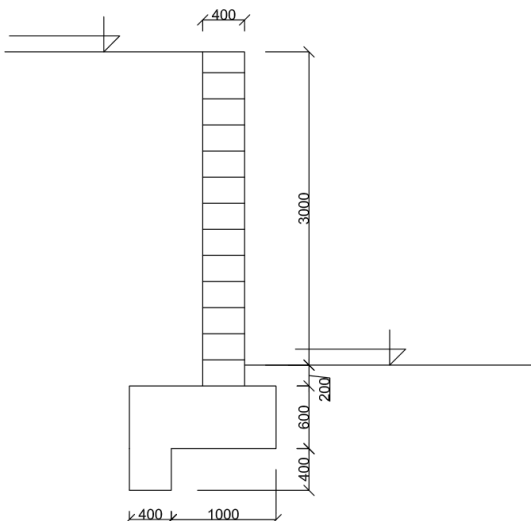
$$47,35kN \leq 31,93kN + 23,46kN = 55,39kN \rightarrow \text{PLATÍ} \rightarrow d=1,2m \text{ VYHOVÍ}$$

Návrh rozměrů základů opěrné stěny:

$$F_d = 0,4 \cdot 3,2 \cdot 23 + 0,6 \cdot 1,4 \cdot 23 + 0,4 \cdot 0,4 \cdot 23 = 52,44kN$$

$$S_{td} = F_d \cdot \operatorname{tg} \varphi_d = 46 \cdot \operatorname{tg} 25 = 24,45kN$$

d=1,2m



$$N_{pos} \leq N_{vzd} + S_{td}$$

$$\frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot k_a \cdot (h+d)^2 \leq \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot k_p \cdot d^2 + S_{td}$$

$$\frac{1}{2} \cdot 13,225 \cdot 0,4059 \cdot (3+1,2)^2 \leq \frac{1}{2} \cdot 13,225 \cdot 2,4639 \cdot 1,2^2 + 24,45$$

$$47,35kN \leq 23,46kN + 24,45kN = 47,91kN \rightarrow \text{PLATÍ} \rightarrow \underline{\underline{d = 1,4m \text{ VYHOVÍ}}}$$

Posouzení na překlpení:

momentová podmínka kolem bodu a :

$$(A_1 \cdot r_1 + A_2 \cdot r_2 + A_3 \cdot r_3) \cdot \gamma_{bet} + (A_{zem} \cdot r_{zem;a}) \cdot \gamma_{zem} \geq M_{klop} = S_a \cdot r$$

$$S_a \cdot r = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot k_a \cdot (h+d)^2 \cdot 1 = \frac{1}{2} \cdot 13,225 \cdot 0,4059 \cdot (3+1,2)^2 \cdot 1 = 47,35kNm$$

$$(0,4 \cdot 3,2 \cdot 0,5 + 1,4 \cdot 0,6 \cdot 0,7 + 0,4 \cdot 0,4 \cdot 1,2) \cdot 23 + (0,7 \cdot 3,2 \cdot 1,05) \cdot 13,225 \geq 47,35$$

$$63,77kNm \geq 47,35kNm \rightarrow \text{PLATÍ} \rightarrow \underline{\underline{VYHOVÍ}}$$

Posouzení základové spáry:

výslednice sil působící na základovou spáru

$$\sum F_x = -S_a + S_p = -47,35 + 23,46 = -23,89kNm^{-1}$$

$$\sum F_z = (0,4 \cdot 3,2 + 1,4 \cdot 0,6 + 0,4 \cdot 0,4) \cdot 23 + (0,7 \cdot 3,2) \cdot 13,225 = 82,064kNm^{-1}$$

$$R = \sqrt{(-23,89)^2 + (82,064)^2} = 85,47kNm^{-1}$$

$$tg \alpha = \frac{F_x}{F_z} = \frac{23,89}{82,04} \Rightarrow \alpha = 16,24^\circ$$

$$\sum F_z \cdot r_x = \sum F_{z,i} \cdot r_{x,i}$$

$$82,064 \cdot r_x = (0,4 \cdot 3,2 \cdot 0,5 + 1,4 \cdot 0,6 \cdot 0,7 + 0,4 \cdot 0,4 \cdot 1,2) \cdot 23 + (0,7 \cdot 3,2 \cdot 1,05) \cdot 13,225$$

$$r_x = 63,77 / 82,064 = 0,777m$$

$$b_{eff} = b - 2 \cdot e = 1,4 - 2 \cdot (0,777 - 0,7) = 1,246m$$

$$\sigma_{zs} = \frac{\sum F_z}{b_{eff}} = \frac{82,064}{1,246} = 65,86kPa \cdot m^{-1}$$

$$\sigma_{zs} = 65,86kPa \cdot m^{-1} < \sigma_d = 336,02kPa \rightarrow \underline{\underline{VYHOVÍ}}$$

Návrh rozměrů a vyztužení opěrné stěny:

navržená tloušťka opěrné stěny ze ztraceného bednění $t_{st} = 0,4m$

$$M_{zem} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot k_a \cdot (h+d)^2 \cdot r = \frac{1}{2} \cdot 13,225 \cdot 0,4059 \cdot (3+0,2)^2 \cdot \frac{3,2}{3} = 29,32kNm$$

$\gamma_{bezp} = 0,5$; zohledněno přetížení od provozu

$$M_{sd,max} = \frac{M_{zem}}{\gamma_{bezp}} = \frac{29,32}{0,5} = 58,63kNm$$

Návrh ocelové výztuže:

$$\text{ocel R10505; } f_{yk} = 490 \text{MPa}; f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_R} = \frac{490}{1,15} = 426,09 \text{MPa}$$

$$\text{beton C20/25; } f_{ck} = 20 \text{MPa}; f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_C} = \frac{20}{1,5} = 13,3 \text{MPa}$$

předpokládaný profil výztuže pr. 10mm

$$d = h_d - c - \frac{10}{2} = 0,33 - 0,02 - 0,005 = 0,305 \text{m}$$

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 0,305 = 0,2745 \text{m}$$

$$a_s = \frac{M_{sd}}{z \cdot f_{yd}} = \frac{58,63 \cdot 10^3}{0,2745 \cdot 426,09 \cdot 10^6} = 5,013 \cdot 10^{-4} \text{m}^2$$

$$a_{s,\min} \geq \frac{0,6}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = \frac{0,6}{490 \cdot 10^6} \cdot 1 \cdot 0,305 = 3,735 \cdot 10^{-10} \text{m}^2$$

$$a_{s,\min} \geq 0,0015 \cdot b \cdot d = 0,0015 \cdot 1 \cdot 0,305 = 4,575 \cdot 10^{-4} \text{m}^2$$

$$\rightarrow a_s = 5,013 \cdot 10^{-4} \text{m}^2 = 501,3 \text{mm}^2 \Rightarrow \underline{\underline{\text{návrh } 8 \times \text{profil } 10 \text{mm} (a_s = 628 \text{mm}^2)}}$$

Posouzení ocelové výztuže výpočtem:

$$\text{ocel R10505; } f_{yk} = 490 \text{MPa}; f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_R} = \frac{490}{1,15} = 426,09 \text{MPa}$$

$$\text{beton C20/25; } f_{ck} = 20 \text{MPa}; f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_C} = \frac{20}{1,5} = 13,3 \text{MPa}$$

$$F_s \geq A_s \cdot \sigma_s = 628 \cdot 10^{-6} \cdot 426,09 \cdot 10^3 = 267,585 \text{kN}$$

$$F_c \geq b \cdot 0,8 \cdot x \cdot \alpha \cdot f_{cd} \Rightarrow x = \frac{F_s}{b \cdot 0,8 \cdot \alpha \cdot f_{cd}} = \frac{267,585 \cdot 10^3}{1 \cdot 0,8 \cdot 13,3 \cdot 10^3} = 25,15 \cdot 10^{-3} \text{m}$$

$$d = h_d - c - \frac{10}{2} = 0,33 - 0,02 - 0,005 = 0,305 \text{m}$$

$$\frac{3,5}{x} = \frac{\xi_s}{0,305 - x}$$

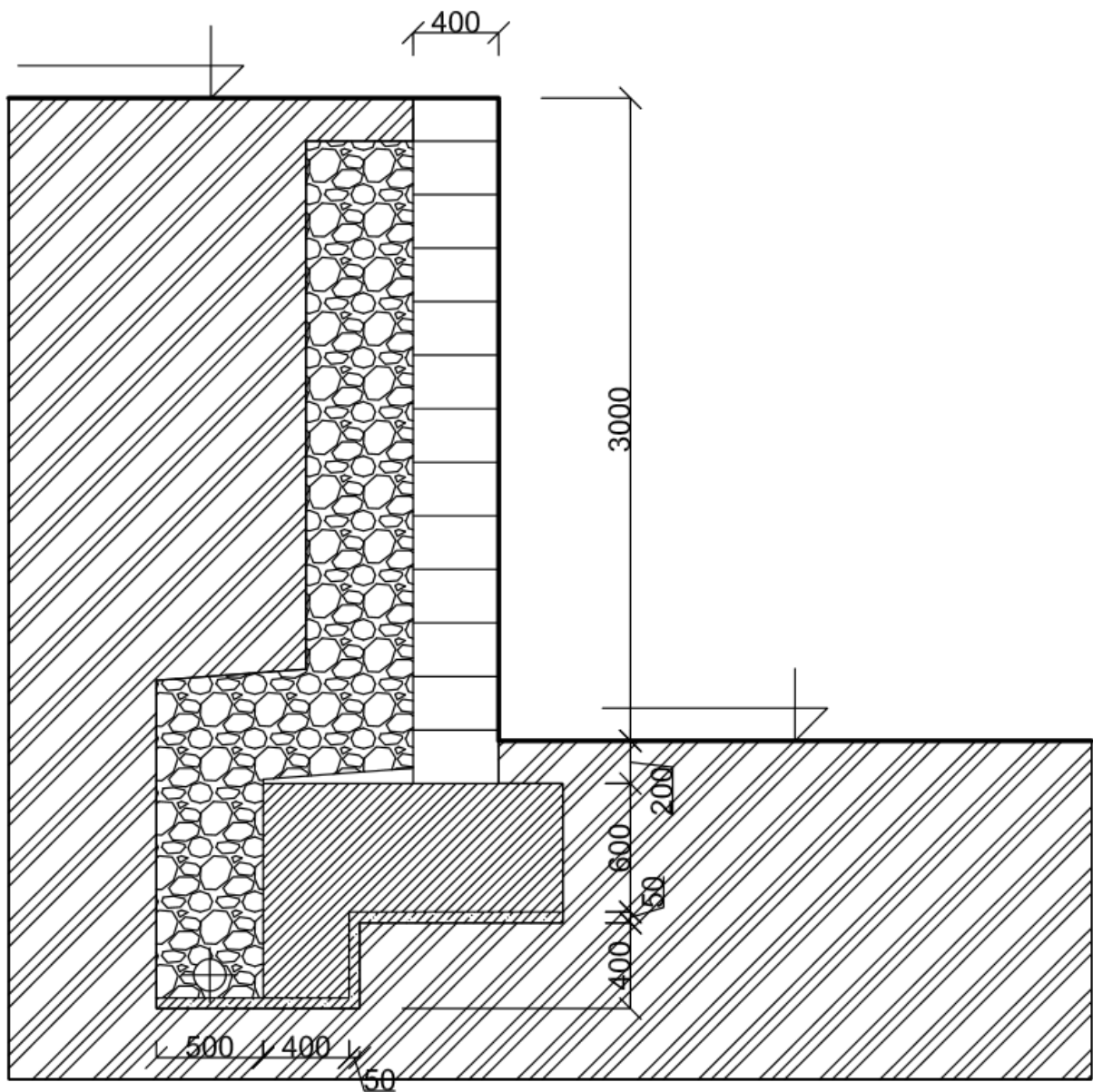
$$\xi_s = \frac{3,5 \cdot (0,305 - x)}{x} = 38,95 \%$$

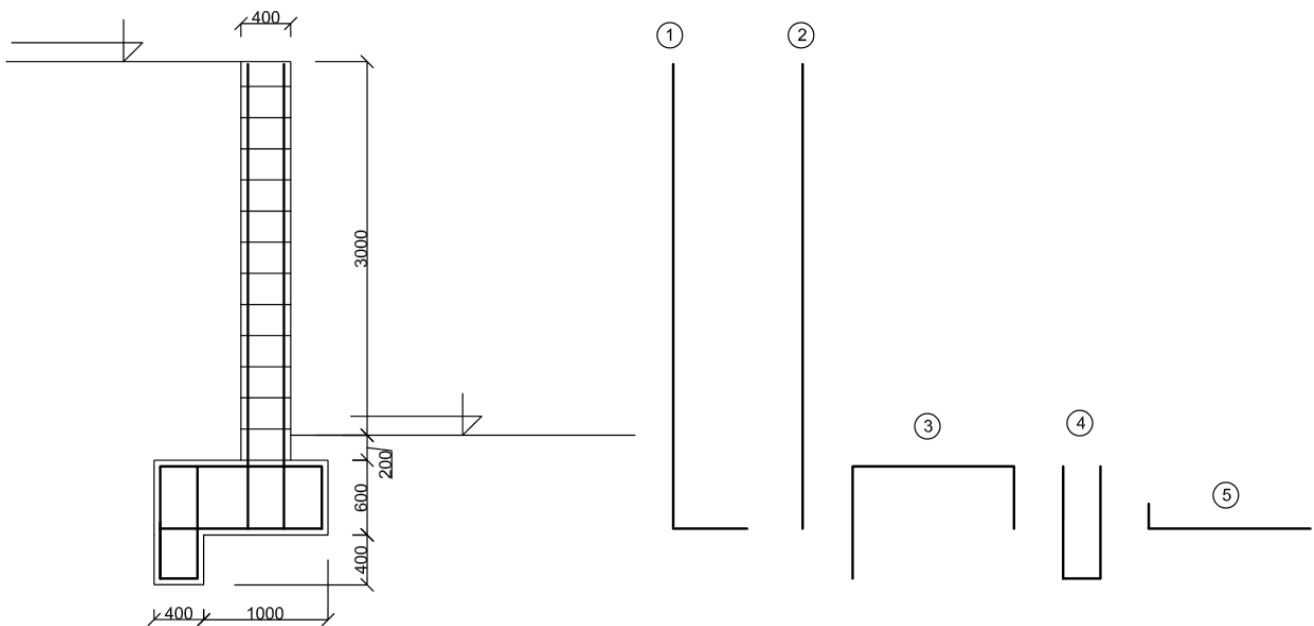
$$38,95 \% = \xi_s > \xi_c = 3,5 \%$$

$$M_{Rd} = F_s \cdot z \quad z = d - 0,4x = 0,305 - 0,4 \cdot 25,15 \cdot 10^{-3} = 0,2949 \text{m}$$

$$M_{Rd} = 267,585 \cdot 0,2949 = 78,92 \text{kNm}$$

$$M_{Rd} = 78,92 \text{kNm} > M_s = 58,63 \text{kNm} \rightarrow \underline{\underline{8 \times \text{profil } 10 \text{mm VYHOVUJE}}}$$





- 1 - 8 x profil pr. 10mm / bm stěny
- 2 - 8 x profil pr. 8mm/ bm stěny
- 3- 8 x profil pr. 10mm / bm stěny
- 4 - 8 x profil pr. 8mm/ bm stěny
- 5 - 8 x profil pr. 8mm/ bm stěny
- + rozdělovací výztuž v každé spáře tvárnic 2 x 8mm

Poznámka:

Opěrné zdi výšky nad 1,0 m podle stavebního zákona (Zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu) § 79 (2) Rozhodnutí o umístění stavby ani územní souhlas nevyžadují f) opěrné zdi do výšky 1 m, které nehraničí s veřejně přístupnými pozemními komunikacemi nebo s veřejným prostranstvím. Pro tuto zeď musí být vyřízeno rozhodnutí o umístění stavby nebo územní souhlas. K tomu potřeba zpracování příslušné projektové dokumentace.