

STATICKÝ VÝPOČET

Základový pas - únosnost zeminy:

Výpočet únosnosti základové půdy, návrh základu a posouzení napětí

Vstupní údaje:

Rozměry základu: šířka základu: $b = 2,00 \text{ m}$
 délka základu: $l = 20,00 \text{ m}$
 hloubka založení: $d = 0,00 \text{ m}$

Úhel odklonu výslednice sil od svislice: $\delta = 0,0^\circ$

Úhel odklonu základ.spáry od roviny: $\alpha = 0,0^\circ$

Vlastnosti zeminy:

	Charakteristické hodnoty	γ_M	=	Návrhové hodnoty
Úhel vnitřního tření:	$\varphi = 0,1^\circ$	$\gamma_{\varphi} = 1,0$	=>	$\varphi' = 0,1^\circ$
Soudržnost:	$c = 50,0 \text{ kPa}$	$\gamma_c = 1,0$	=>	$c' = 50,0 \text{ kPa}$
Objemová hmotnost:	$\gamma = 18,0 \text{ kN/m}^3$	$\gamma_{\gamma} = 1,0$	=>	$\gamma' = 18,0 \text{ kN/m}^3$

Součinitele únosnosti:

$$N_q = \text{tg}^2 \cdot (45 + \varphi'/2) \cdot \exp(\pi \cdot \text{tg} \varphi') = 1,01$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cotg \varphi' = 4,8 \quad \text{pro } \varphi' > 0$$

$$N_c = 2 + \pi = 5,142 \quad \text{pro } \varphi' = 0$$

$$N_\gamma = 2,0 \cdot (N_q - 1) \cdot \text{tg} \varphi' = 0,0$$

$$N_c = 4,82$$

Součinitele tvaru základu:

$$s_q = 1 + b/l \cdot \sin \varphi' = 1$$

$$s_c = (s_q \cdot N_q - 1) / (N_q - 1) = 1,021$$

$$s_\gamma = 1 - 0,3 \cdot b/l = 0,97$$

Součinitele sklonu základové spáry:

$$b_q = b_\gamma = (1 - \alpha \cdot \text{tg} \varphi')^2 = 1,00$$

$$b_c = b_q \cdot (1 - b_q) / (N_c \cdot \text{tg} \varphi') = 1,00$$

Součinitele šikmosti zatížení:

$$i_q = [1 - H / (V + A \cdot c \cdot \cotg \varphi')]^m = 1,00$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \cdot \text{tg} \varphi') = 1,00$$

$$i_\gamma = [1 - H / (V + A \cdot c \cdot \cotg \varphi')]^{m+1} = 1,00$$

Návrhová únosnost R_{gd} :

$$\gamma_R = 1,4$$

$$R_{gd} = (c_d \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + \gamma' \cdot d \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma' \cdot b \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma) / \gamma_R = \underline{\underline{175,8 \text{ kPa}}}$$

Součinitele zatížení pro návrhový přístup 2:

$$g_{G,\text{sup}} = 1,35$$

$$g_{Q,\text{sup}} = 1,50$$

$$g_{G,\text{inf}} = 1,00$$

$$g_{Q,\text{inf}} = 0,00$$

Zatížení větrem dle ČSN EN 1991-1-4

Větrná oblast: III	$v_{b,0} = 27,5 \text{ m/s}$		
	součinitel směru větru $c_{dir} = 1,00$		
	součinitel ročního období $c_{season} = 1,00$		
	Základní rychlost větru: $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 27,5 \text{ m/s}$		
	Základní dynamický tlak větru: $q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 472,7 \text{ N/m}^2$		
	měrná hmotnost vzduchu $\rho = 1,250 \text{ kg/m}^3$		
Kategorie terénu: II	parametr drsnosti terénu $z_0 = 0,050$		
	minimální výška $z_{min} = 2,00 \text{ m}$		
Výška objektu $h = 5,5 \text{ m}$	maximální výška $z_{max} = 200 \text{ m}$		
	parametr drsnosti terénu $z_{0,II} = 0,050$		
	součinitel terénu $k_r = 0,19(z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,190$		
	součinitel drsnosti terénu $c_r(z) = 0,893$		
	$c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0)$ pro $z_{min} \leq z \leq z_{max}$ nebo $c_r(z_{min})$ pro $z \leq z_{min}$		
	součinitel turbulence $k_i = 1,0$		
	součinitel orografie $c_0 = 1,00$		
	střední rychlost větru: $v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 24,6 \text{ m/s}$		
	intenzita turbulence $I_v(z) = (k_r \cdot v_b \cdot k_i) / v_m(z) = 0,213$		
	Maximální dynamický tlak: $q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = 938,4 \text{ N/m}^2$		
Součinitel vnějšího tlaku $c_{pe} = 1,2$			
\Rightarrow Tlak větru $w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe} =$		1,13	1,50

w_k kN/m ²	$g_{Q,sup}$	w_d kN/m ²
1,13	1,50	1,69



ČSN EN 1991-1-4:2007
MAPA VĚTRNÝCH OBLASTÍ NA ÚZEMÍ ČR

Oblast

Výchozí základní rychlost větru $v_{b,0}$ [m/s]

I	II	III	IV	V
22,5	25	27,5	30	36 ^{*)}

^{*)} Charakteristickou hodnotu určí příslušná pobočka Českého hydrometeorologického ústavu

Zatěžovací šířka: $Z\check{S} = 1,00 \text{ m}$

Zatížení větrem na bm :

 $w_k \times Z\check{S} =$

kN/m'	$g_{Q,sup}$	kN/m'
1,13	1,50	1,69

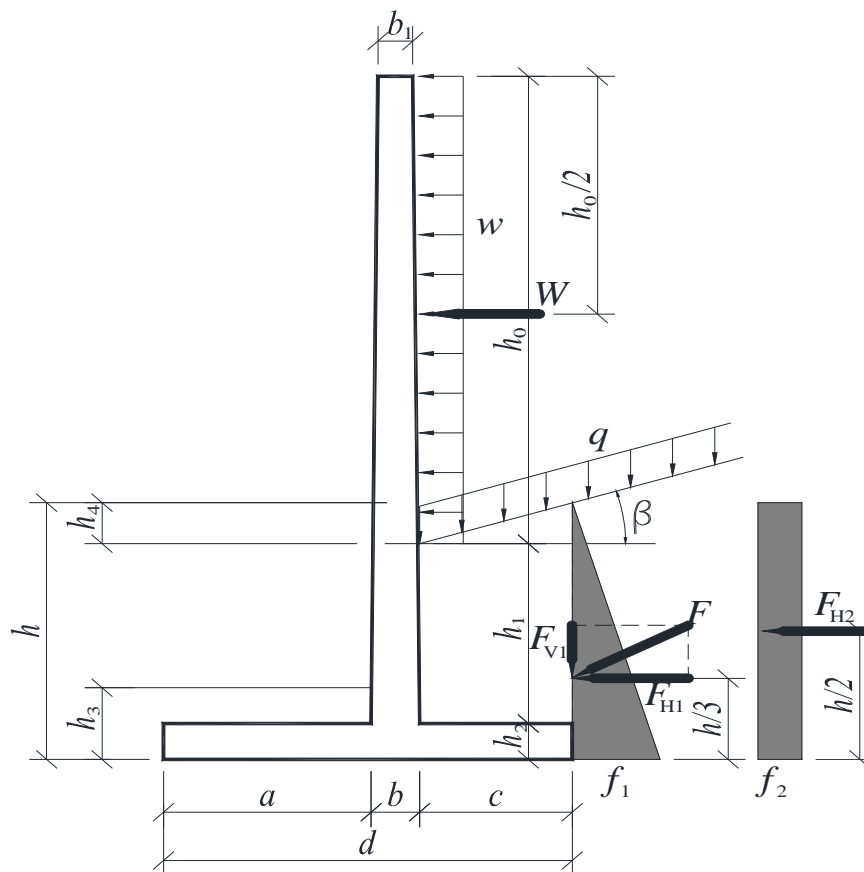
Zatěžovací šířka: $Z\check{S} = 1,00 \text{ m}$ Zatěžovací výška: $ZV = 5,50 \text{ m}$

Zatížení větrem bodové :

 $w_k \times Z\check{S} \times ZV =$

kN	$g_{Q,sup}$	kN
6,19	1,50	9,29

Geometrie konstrukce a schéma zatížení:



Geometrie stěny:

Rozměry :	$a = 0,85 \text{ m}$	
	$b = 0,30 \text{ m}$	$d = 2,00 \text{ m}$
	$b_1 = 0,15 \text{ m}$	
	$c = 0,85 \text{ m}$	
	$h_0 = 5,50 \text{ m}$	
	$h_1 = 0,65 \text{ m}$	
	$h_2 = 0,35 \text{ m}$	$h = 1,00 \text{ m}$
	$h_3 = 0,00 \text{ m}$	
	$h_4 = 0,00 \text{ m}$	

Parametry terénu a zeminy :

Sklon terénu :	$b = 0,0^\circ$
Třecí úhel :	$d = 16,6^\circ$
Úhel vnitřního tření :	$f'_k = 30,0^\circ$
Objemová hmotnost :	$g_{k,soil} = 20,0 \text{ kN/m}^3$
Užitné zatížení terénu:	$q_k = 5,0 \text{ kN/m}^2$
	$q_d = 7,5 \text{ kN/m}^2$
Objem.hmot.žebet.:	$g_{k,bet} = 25,0 \text{ kN/m}^3$

Ověření spolehlivosti mezního stavu stability polohy: účinky na 1 běžný metr stěny

Dílčí součinitele spolehlivosti zatížení :	$g_{G,stb} = 0,90$	$g_{G,dst} = 1,10$	$g_Q = 1,50$ příznivý
			$g_Q = 0,00$ nepříznivý
	$g_f = 1,25$	$\Rightarrow f_d = \cotg(\tg f'_k / g_f) = 24,9^\circ$	

Zemní tlak aktivní:

$$K_a = \frac{\cos^2 j_d}{\cos \delta \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(j_d + d) \cdot \sin(j_d - b)}{\cos d \cdot \cos b}} \right]^2} = 0,36$$

Zemní tlak pasivní:

$$K_p = \tg^2 \cdot (45^\circ + f_d/2) = 3,00$$

Zemní tlak klidový:

$$K_o = 1 - \sin f_d = 0,58$$

Posouzení stability na překlopení:

$$\begin{aligned}
 f_1 &= g_{G,dst} \cdot g_{k,soil} \cdot h \cdot K_a = 7,9 \text{ kPa} & F_{H1} &= f_1 \cdot h / 2 \cdot \cos \alpha = 3,8 \text{ kN} \\
 f_2 &= g_Q \cdot q_k \cdot K_a = 2,7 \text{ kPa} & F_{H2} &= f_2 \cdot h = 2,7 \text{ kN} \\
 w_d &= 1,69 \text{ kPa} & W &= w_d \cdot Z\check{S} \cdot ZV = 9,3 \text{ kN} \\
 E_{d,dst} &= F_{H1} \cdot h/3 + F_{H2} \cdot h/2 + W \cdot (h_0/2 + h_1 + h_2) = 37,5 \text{ kNm} \\
 G_{d,1} &= g_{G,stab} \cdot (h_1 + h_0) \cdot (b + b_1)/2 \cdot g_{k,bet} = 31,1 \text{ kN} \\
 G_{d,2} &= g_{G,stab} \cdot h_2 \cdot d \cdot g_{k,bet} = 15,8 \text{ kN} \\
 G_{d,soil,1} &= g_{G,stab} \cdot (h_1 + h_4/2) \cdot c \cdot g_{k,soil} = 9,9 \text{ kN} \\
 F_{V1} &= f_1 \cdot h / 2 \cdot \sin \alpha = 1,1 \text{ kN} \\
 E_{d,stab} &= G_{d,1} \cdot (a + b/2) + G_{d,2} \cdot d/2 + G_{d,soil,1} \cdot (a + b + c/2) + F_{V1} \cdot d = 64,8 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$E_{d,dst} < E_{d,stab} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

Posouzení stability na posunutí:

$$\begin{aligned}
 E_{d,dst} &= SF_{d,i} = 15,8 \text{ kN} \\
 E_{d,stab} &= (SG_{d,i} + SG_{d,soil,i} + F_{V1}) \cdot \tan \varphi_d = 33,5 \text{ kN} \\
 E_{d,dst} &< E_{d,stab} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}
 \end{aligned}$$

Posouzení kontaktního napětí:

$$\begin{aligned}
 SV &= SG_{d,i} + SG_{d,soil,i} + F_{V1} = 58,0 \text{ kN} \\
 M &= F_{H1} \cdot h/3 + F_{H2} \cdot h/2 + W \cdot (h_0/2 + h_1 + h_2) + G_{d,1} \cdot (d/2 - a - b/2) - G_{d,soil,1} \cdot (d/2 - c/2) - F_{V1} \cdot d/2 = 30,6 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

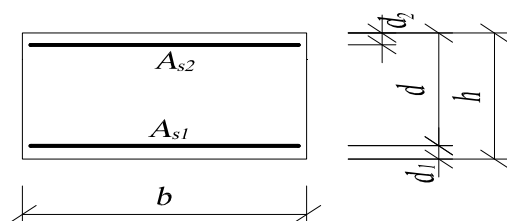
$$e = \frac{M}{S_V} = \frac{30,6}{58,0} = 0,5 \text{ m} < e_{dov} = d/3 = 0,67 \text{ m} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

$$s_z = \frac{S_V}{d - 2 \cdot e} = \frac{58,0}{0,9} = 61,4 \text{ kPa} < R_{gd} = 175,8 \text{ kPa} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

Výpočet momentu a posouvající síly v patě stěny od klidového tlaku a větru:

$$\begin{aligned}
 \text{Převod aktivního tlaku na klidový: } n &= K_o / K_a = 1,61 \\
 V_{Rd} &= SF_d = (F_{H1} + F_{H2}) \cdot n + W = 13,3 \text{ kN} \\
 M_{Rd} &= (F_{H1} \cdot h/3 + F_{H2} \cdot h/2) \cdot n + W \cdot (h_0/2 + h_1 + h_2) = 39,1 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Geometrie průřezu:



$$\text{tloušťka stěny: } h = 30,0 \text{ cm}$$

$$\text{šířka desky: } b = 100,0 \text{ cm}$$

$$\text{krytí výztuže: } c_{nom} = 2,0 \text{ cm}$$

Materiály:

$$\begin{aligned}
 \text{Beton C25/30: } f_{ck} &= 25 \text{ MPa} & f_{cd} &= a_{cc} \frac{f_{ck}}{g_c} = 16,7 \text{ MPa} & f_{ctm} &= 0,3 \cdot f_{ck}^{(2/3)} = 2,6 \text{ MPa} \\
 g_c &= 1,50 & a_{cc} &= 1,0 & h &= 1,0 & e_{cu3} &= 3,50 \% & l &= 0,8
 \end{aligned}$$

$$\text{Výztuž } 10 \text{ 505 (R)} : f_{yk} = 500 \text{ MPa} \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{g_s} = 435 \text{ MPa} \quad E_s = 200 \text{ GPa}$$

$$g_s = 1,15 \quad e_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = 2,18 \text{ ‰}$$

Návrh podélné výztuže:

$$\begin{aligned} \text{Horní tlačená výztuž: } \varnothing 0 \text{ á } 300 \text{ mm} \quad A_{s2} &= 0,0 \text{ cm}^2 \quad d_2 = c_{\text{nom}} + 0,5 \cdot \varnothing = 2,0 \text{ cm} \\ \text{Dolní tažená výztuž: } \varnothing 10 \text{ á } 150 \text{ mm} \quad A_{s1} &= 5,2 \text{ cm}^2 \quad d_1 = c_{\text{nom}} + 0,5 \cdot \varnothing = 2,5 \text{ cm} \\ & r_1 = 0,0019 \quad d = h - d_1 = 27,5 \text{ cm} \end{aligned}$$

Kontrola vyztužení - podmínka:

$$A_{s1, \min} = \max \left\{ \frac{0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}}; 0,0013 \cdot b_t \cdot d \right\} \leq A_{s1}$$

$$A_{s1, \min} = \max \{3,67; 3,58\} = 3,67 \text{ cm}^2 \leq A_{s1} = 5,2 \text{ cm}^2 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Posouzení na ohyb

$$x = \frac{A_{s1} \cdot f_{yd}}{b \cdot l \cdot h \cdot f_{cd}} = 1,71 \text{ cm}$$

Kontrola výšky tlačené oblasti - podmínka: $x < x_{\text{bal},1}$

$$x = \frac{x}{d} = 0,062 < x_{\text{bal},1} = \frac{e_{\text{cu}3}}{e_{\text{cu}3} + e_{yd}} = 0,617 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$F_{s1} = A_{s1} \cdot f_{yd} = 227,8 \text{ kN} \quad z = d - 0,5 \cdot l \cdot x = 26,82 \text{ cm}$$

$$M_{\text{Rd}} = F_{s1} \cdot z = 61,1 \text{ kNm} \geq M_{\text{Ed}} = 39,1 \text{ kNm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Posouzení na smyk

$$k_h = 1 + (200/d)^{0,5} = 1,85 \Rightarrow k_h = 1,85$$

$$V_{\text{Rd},c} = C_{\text{Rd},e} \cdot k_h \cdot (100 \cdot r_1 \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot b \cdot d = 102,9 \text{ kN}$$

$$V_{\text{Rd},\min} = v_{\min} \cdot b \cdot d = 0,035 \cdot \sqrt{(k_h^3 \cdot f_{ck})} \cdot b \cdot d = 121,4 \text{ kN}$$

$$V_{\text{Rd}} = 121,4 \text{ kN} \geq V_{\text{Ed}} = 13,3 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Ověření průhybu dle čl.7.4.2. normy:

$$\text{Konstrukce: konzola} \Rightarrow K = 0,4 \quad \text{Rozpětí } l = h_1 + h_0 = 6,15 \text{ m}$$

Minimální tahová výztuž na moment vyvozený návrhovým zatížením

$$A_{s,\text{req}} = \frac{b \cdot d \cdot h \cdot f_{cd}}{f_{yd}} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{\text{Ed}}}{b \cdot d^2 \cdot h \cdot f_{cd}}} \right) = 3,32 \text{ cm}^2 \quad A_{s,\text{prov}} = A_{s1} = 5,2 \text{ cm}^2$$

$$\text{Vliv napětí ve výztuži: } k_s = 500 / (f_{yk} \cdot A_{s,\text{req}} / A_{s,\text{prov}}) = 1,58$$

$$\text{Vliv větších rozpětí: } k_1 = 7/l \text{ nebo } 8,5/l = 1,00$$

$$r = \frac{A_{s,\text{prov}}}{b \cdot d} = 0,001904 \quad r' = \frac{A_{s2}}{b \cdot d} = 0,0000 \quad r_0 = 10^{-3} \sqrt{f_{ck}} = 0,0050$$

Vymezující ohybová štíhlost $l_d = \frac{l}{d}$

$$l_d = \frac{l}{d} = K \left[11 + 1,5 \sqrt{f_{ck}} \frac{r_0}{r} + 3,2 \sqrt{f_{ck}} \left(\frac{r_0}{r} - 1 \right)^{3/2} \right] \quad \text{pokud } r \leq r_0$$

25,5

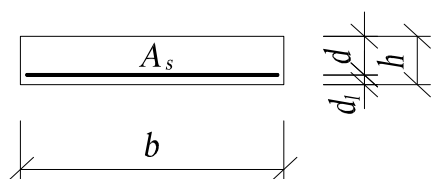
$$\Rightarrow l_d = 25,5$$

$$l_d = \frac{l}{d} = K \left[11 + 1,5 \sqrt{f_{ck}} \frac{r_0}{r-r'} + \frac{1}{12} \sqrt{f_{ck}} \sqrt{\frac{r'}{r_0}} \right] \quad \text{pokud } r > r_0$$

12,3

Maximální rozpětí: $l_{\max} = l_d \cdot k_s \cdot k_l \cdot d = 11,09 \text{ m} \geq l = 6,15 \text{ m}$ **VYHOVUJE**

ŽB DESKA, STĚNA TL. 30,0 cm - výpočet momentů únosnosti M_{Rd} (kNm)



tloušťka desky: $h = 30,0 \text{ cm}$

šířka desky: $b = 100,0 \text{ cm}$

krytí výztuže: $c_{\text{nom}} = 3,7 \text{ cm}$

Beton **C25/30**: $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ $f_{cd} = a_{cc} \frac{f_{ck}}{g_c} = 16,7 \text{ MPa}$ $f_{ctm} = 0,3 \cdot f_{ck}^{(2/3)} = 2,6 \text{ MPa}$

$g_c = 1,50$ $a_{cc} = 1,0$ $h = 1,0$ $e_{cu3} = 3,50 \text{ ‰}$ $l = 0,8$

Výztuž **10 505 (R)**: $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{g_s} = 435 \text{ MPa}$ $E_s = 200 \text{ GPa}$

$g_s = 1,15$ $e_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = 2,18 \text{ ‰}$

Vzorce: $d_1 = c_{\text{nom}} + 0,5 \cdot F$ $d = h - d_1$ $F_{s1} = A_{s1} \cdot f_{yd}$ $x = \frac{A_{s1} \cdot f_{yd}}{b \cdot l \cdot h \cdot f_{cd}}$ $z = d - 0,5 \cdot l \cdot x$

$$d_1 = \max \{4,30 ; 3,70\} \Rightarrow d_1 = 4,30 \text{ cm} \quad d = 25,70 \text{ cm}$$

Kontrola výšky tlačené oblasti - podmínka: $x < x_{\text{bal},1}$ $x = \frac{x}{d}$ $x_{\text{bal},1} = \frac{e_{cu3}}{e_{cu3} + e_{yd}}$

Kontrola vyztužení - podmínka: $A_{s1,\min} = \max \left\{ \frac{0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}} ; 0,0013 \cdot b_t \cdot d \right\} \leq A_{s1}$
 $A_{s1,\min} = \max \{3,43 ; 3,34\} \Rightarrow A_{s1,\min} = 3,43 \text{ cm}^2$

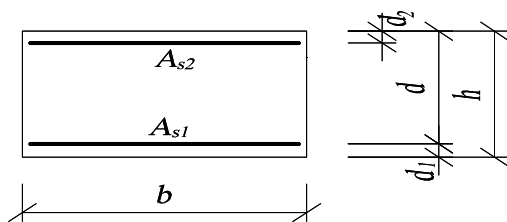
F_1 [mm]	F_2 [mm]	Návrh a posouzení výztuže:								
12	0	$M_{Rd} = F_{s1} \cdot z$								
dist.1 [mm]	dist.2 [mm]	A_{s1} [cm ²]	$A_{s1} > A_{s1,min}$	F_{s1} [kN]	x [cm]	z [cm]	χ	$\chi_{bal,1}$	$\chi < \chi_{bal,1}$	M_{Rd} [kNm]
300	10000	3,77	VYHOVUJE	164,0	1,23	25,2	0,048	0,617	VYHOVUJE	41,3
250	10000	4,52	VYHOVUJE	196,6	1,48	25,1	0,057	0,617	VYHOVUJE	49,4
200	300	5,65	VYHOVUJE	245,8	1,84	25	0,072	0,617	VYHOVUJE	61,3
150	200	7,54	VYHOVUJE	328,0	2,46	24,7	0,096	0,617	VYHOVUJE	81,1
100	200	11,31	VYHOVUJE	492,0	3,69	24,2	0,144	0,617	VYHOVUJE	119,2
175	350	6,46	VYHOVUJE	281,0	2,11	24,9	0,082	0,617	VYHOVUJE	69,9
165	330	6,85	VYHOVUJE	298,0	2,24	24,8	0,087	0,617	VYHOVUJE	73,9

Výpočet momentu v polovině výšky od větru:

$$z = (h_0 + h_1)/2 = 3,08 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = w_d \cdot z \cdot z/2 = 8,0 \text{ kNm}$$

Geometrie průřezu:



tloušťka stěny: $h = 22,5 \text{ cm}$

šířka desky: $b = 100,0 \text{ cm}$

krytí výztuže: $c_{nom} = 2,0 \text{ cm}$

Materiály:

Beton C25/30 : $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ $f_{cd} = a_{cc} \frac{f_{ck}}{g_c} = 16,7 \text{ MPa}$ $f_{ctm} = 0,3 \cdot f_{ck}^{(2/3)} = 2,6 \text{ MPa}$

$g_c = 1,50$ $a_{cc} = 1,0$ $h = 1,0$ $e_{cu3} = 3,50 \text{ ‰}$ $l = 0,8$

Výztuž 10 505 (R) : $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{g_s} = 435 \text{ MPa}$ $E_s = 200 \text{ GPa}$

$g_s = 1,15$ $e_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = 2,18 \text{ ‰}$

Návrh podélné výztuže:

Horní tlačенá výztuž: $\emptyset 0 \text{ á } 300 \text{ mm}$ $A_{s2} = 0,0 \text{ cm}^2$ $d_2 = c_{nom} + 0,5 \cdot \emptyset = 2,0 \text{ cm}$

Dolní tažená výztuž: $\emptyset 8 \text{ á } 150 \text{ mm}$ $A_{s1} = 3,4 \text{ cm}^2$ $d_1 = c_{nom} + 0,5 \cdot \emptyset = 2,4 \text{ cm}$
 $r_1 = 0,0017$ $d = h - d_1 = 20,1 \text{ cm}$

Kontrola vyztužení - podmínka:

$$A_{s1,min} = \max \left\{ \frac{0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}}; 0,0013 \cdot b_t \cdot d \right\} \leq A_{s1}$$

$$A_{s1,min} = \max \{ 2,68; 2,61 \} = 2,68 \text{ cm}^2 \leq A_{s1} = 3,4 \text{ cm}^2 \quad \textbf{VYHOVUJE}$$

Posouzení na ohyb

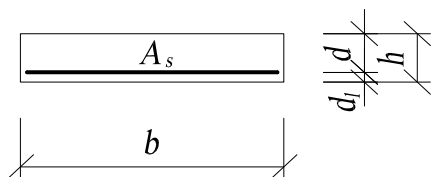
$$x = \frac{A_{s1} \cdot f_{yd}}{b \cdot l \cdot h \cdot f_{cd}} = 1,09 \text{ cm}$$

Kontrola výšky tlačené oblasti - podmínka: $x < x_{bal,1}$

$$x = \frac{x}{d} = 0,054 < x_{bal,1} = \frac{e_{cu3}}{e_{cu3} + e_{yd}} = 0,617 \quad \textbf{VYHOVUJE}$$

$$F_{s1} = A_{s1} \cdot f_{yd} = 145,8 \text{ kN} \quad z = d - 0,5 \cdot l \cdot x = 19,66 \text{ cm}$$

$$M_{Rd} = F_{s1} \cdot z = 28,7 \text{ kNm} \geq M_{Ed} = 8,0 \text{ kNm} \quad \textbf{VYHOVUJE}$$

ŽELBET. STĚNA TL. 22,5 cm - výpočet momentů únosnosti M_{Rd} (kNm)tloušťka desky: $h = 22,5$ cmšířka desky: $b = 100,0$ cmkrytí výztuže: $c_{nom} = 2,0$ cm

Beton C25/30 : $f_{ck} = 25$ MPa $f_{cd} = a_{cc} \frac{f_{ck}}{g_c} = 16,7$ MPa $f_{ctm} = 0,3 \cdot f_{ck}^{(2/3)} = 2,6$ MPa

$g_c = 1,50$ $a_{cc} = 1,0$ $h = 1,0$ $e_{cu3} = 3,50$ ‰ $l = 0,8$

Výztuž 10 505 (R) : $f_{yk} = 500$ MPa $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{g_s} = 435$ MPa $E_s = 200$ GPa

$g_s = 1,15$ $e_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = 2,18$ ‰

Vzorce : $d_1 = c_{nom} + 0,5 \cdot F$ $d = h - d_1$ $F_{s1} = A_{s1} \cdot f_{yd}$ $x = \frac{A_{s1} \cdot f_{yd}}{b \cdot l \cdot h \cdot f_{cd}}$ $z = d - 0,5 \cdot l \cdot x$

$d_1 = \max \{2,40 ; 2,00\} \Rightarrow d_1 = 2,40$ cm $d = 20,10$ cm

Kontrola výšky tlačené oblasti - podmínka: $x < x_{bal,1}$ $x = \frac{x}{d}$ $x_{bal,1} = \frac{e_{cu3}}{e_{cu3} + e_{yd}}$

Kontrola vyztužení - podmínka: $A_{s1,min} = \max \left\{ \frac{0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}} ; 0,0013 \cdot b_t \cdot d \right\} \leq A_{s1}$

$A_{s1,min} = \max \{2,68 ; 2,61\} \Rightarrow A_{s1,min} = 2,68$ cm²

F_1 [mm]	F_2 [mm]	Návrh a posouzení výztuže:								
8	0	$M_{Rd} = F_{s1} \cdot z$								
dist.1 [mm]	dist.2 [mm]	A_{s1} [cm ²]	$A_{s1} > A_{s1,min}$	F_{s1} [kN]	x [cm]	z [cm]	x	$x_{bal,1}$	$x < x_{bal,1}$	M_{Rd} [kNm]
300	10000	1,68	NEVYHOVUJE	73,1	0,55	19,9	0,027	0,617	VYHOVUJE	14,5
250	10000	2,01	NEVYHOVUJE	87,4	0,66	19,8	0,033	0,617	VYHOVUJE	17,3
200	300	2,51	NEVYHOVUJE	109,2	0,82	19,8	0,041	0,617	VYHOVUJE	21,6
150	200	3,35	VYHOVUJE	145,7	1,09	19,7	0,054	0,617	VYHOVUJE	28,7
100	200	5,03	VYHOVUJE	218,8	1,64	19,4	0,082	0,617	VYHOVUJE	42,5
175	350	2,87	VYHOVUJE	124,9	0,94	19,7	0,047	0,617	VYHOVUJE	24,6
165	330	3,05	VYHOVUJE	132,7	1,00	19,7	0,050	0,617	VYHOVUJE	26,1