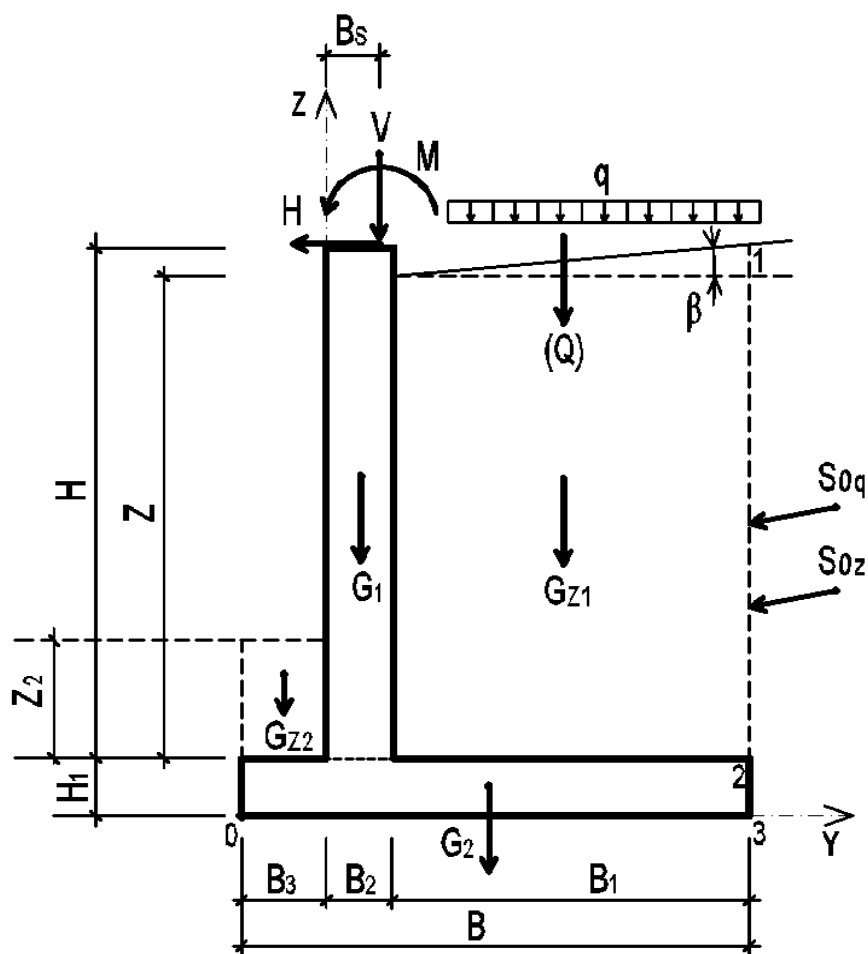


B) STATICKÝ VÝPOČET

ŽB OPĚRNÁ STĚNA RAMPY OS1

Kombinace zatížení: (OS + zásyp + užité na zásypu)

GEOMETRIE STĚNY



$H =$	2,60 m
$H_1 =$	0,40 m
$B_1 =$	0,60 m
$B_2 =$	0,30 m
$B_3 =$	0,90 m
$B =$	1,80 m
$Z =$	2,40 m
$\alpha =$	0 °

$B_s =$	0,15 m
$Z_2 =$	0,8 m

KOMBINACE ZATÍŽENÍ - použité kombinační předpisy:

PRO MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI - STR:

$$\Sigma f_d = \xi \cdot \gamma_G \cdot \Sigma g_k + \gamma_Q \cdot \psi_{0q} \cdot q_k + \gamma_Q \cdot \psi_{0s} \cdot s_k + \gamma_Q \cdot \psi_{0w} \cdot w_{ek}$$

PRO MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI - GEO:

$$\Sigma f_d = \gamma_G \cdot \Sigma g_k + \gamma_Q \cdot \psi_{0q} \cdot q_k + \gamma_Q \cdot \psi_{0s} \cdot s_k + \gamma_Q \cdot \psi_{0w} \cdot w_{ek}$$

PRO MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI - EQU:

$$\Sigma f_d = \gamma_G \cdot \Sigma g_k + \gamma_Q \cdot \psi_{0q} \cdot q_k + \gamma_Q \cdot \psi_{0s} \cdot s_k + \gamma_Q \cdot \psi_{0w} \cdot w_{ek}$$

$$\xi = 1,00$$

$$\gamma_{G,sup} = 1,35$$

$$\gamma_{G,inf} = 1,0$$

$$\gamma_{G,sup} = 1,0$$

$$\gamma_{G,inf} = 1,0$$

$$\gamma_{G,sup} = 1,0$$

$$\gamma_{G,inf} = 0,9$$

$$\gamma_{Q,sup} = 1,5$$

$$\gamma_{Q,inf} = 0$$

$$\gamma_{Q,sup} = 1,3$$

$$\gamma_{Q,inf} = 0$$

$$\gamma_{Q,sup} = 1,3$$

$$\gamma_{Q,inf} = 0$$

ZEMINA ZÁSYPU (za stěnou):

Štěrk s přím. jemnozrnné zeminy: dle ČSN EN ISO 14688-1- tř. siGr (dle ČSN 73 1001 - tř. G3 G-F)

$$\varphi'_k = 32,0^\circ$$

$$\tan \varphi'_k = 0,625$$

$$c'_k = 0 \text{ kPa}$$

$$\gamma_{Z,k} = 19,0 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi'_d = 26,6^\circ$$

$$\tan \varphi'_d = 0,500$$

$$c'_d = 0 \text{ kPa}$$

$$\gamma_{Z,d} = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\delta_{1,d} = 0,0^\circ$$

$$\delta_{2,d} = 0,0^\circ$$

$$\sin \varphi'_d = 0,447$$

zemina - zemina

konstr. - zemina

$$\text{OCR} = 1,0 \quad \sqrt{\text{OCR}} = 1,0$$

$$\beta = 0,0^\circ$$

$$\sin \beta = 0,000$$

$$1 + \sin \beta = 1,000$$

$$\cos \beta = 1,000$$

ZEMNÍ TLAK V KLIDU NA KONSTRUKCI:

Zásyp za stěnou:

Pro svislý rub ŽB konstrukce:

$$K_0 = 0,553$$

$$K_{0\beta} = 0,553$$

hloubka z	$\sigma_{(z),d}$	$\sigma_{0(z),d}$
m	kPa	kPa
2,80	53,2	29,4

Výslednice zemního tlaku (na 1 m' stěny):

$$\delta_{1,d} = 0,0^\circ = \beta$$

$$S_{0z,k} = 41,2 \text{ kN}$$

$$S_{0z,d} = 41,2 \text{ kN}$$

$$S_{0z,y,d} = 41,2 \text{ kN}$$

$$S_{0z,z,d} = 0,0 \text{ kN}$$

$$\gamma_G = 1,0$$

Rovnoměrné zatížení terénu za stěnou :

Charakter.	γ_F	Návrhové
kN/m ²		kN/m ²
$q^{\square} = 4,0$	1,30	5,2

Zemní tlak v klidu od rovnoměrného zatížení:

$$K_0 = 0,553$$

$$q_{0,k} = 2,2 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{0,d} = 2,9 \text{ kN/m}^2$$

Výslednice zemního tlaku v klidu od rovnoměrného zatížení:

(na 1 m' stěny)

$$\delta_{2,d} = 0,0^\circ$$

$$S_{0q,k} = 6,2 \text{ kN}$$

$$S_{0q,d} = 8,0 \text{ kN}$$

$$S_{0q,y,d} = 8,0 \text{ kN}$$

$$S_{0q,z,d} = 0,0 \text{ kN}$$

ZEMINA ZÁSYPU (před stěnou):

$$\varphi'_k = 24,0^\circ$$

$$\varphi'_d = 19,6^\circ$$

$$\sin \varphi'_d = 0,336$$

$$\text{tg } \varphi'_k = 0,445$$

$$\gamma_{\varphi'} = 1,25$$

$$\text{tg } \varphi'_d = 0,356$$

$$c'_k = 6,0 \text{ kPa}$$

$$\gamma_{c'} = 1,25$$

$$c'_d = 4,8 \text{ kPa}$$

$$\gamma_{z,k} = 18,0 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_{\gamma} = 1,0$$

$$\gamma_{z,d} = 18,0 \text{ kN/m}^3$$

Zásyp před stěnou:

Pro svislý líc ŽB konstrukce:

$$K_0 = 0,664$$

hloubka z	$\sigma_{(z),d}$	$\sigma_{0(z),d}$
m	kPa	kPa
1,20	21,6	14,4

Výslednice zemního tlaku (na 1 m' stěny):

$$\delta_{1,d} = 0,0^\circ = \beta$$

$$S_{0z2,k} = 8,6 \text{ kN}$$

$$S_{0z2,d} = 8,6 \text{ kN}$$

$$S_{0z2,y,d} = 8,6 \text{ kN}$$

$$1,0 \text{ (- redukce)}$$

$$\gamma_G = 1,0$$

Tíha zeminy nad základovou deskou (na 1 m¹ stěny):

$\gamma_{z,k}$ =	19,0 kN/m ³	- za stěnou
$G_{z1,k}$ =	27,4 kN	
$\gamma_{z,k}$ =	18,0 kN/m ³	- před stěnou
$G_{z2,k}$ =	13,0 kN	1,0 (- redukce)

Vlastní tíha opěrné stěny (na 1 m¹ stěny):

$\gamma_{b,k}$ =	24,0 kN/m ³
$G_{1,k}$ =	18,7 kN
$G_{2,k}$ =	17,3 kN

MS EQU - Rekapitulace vodorovných a svislých sil:**Vodorovné síly - klopící:**

druh síly	max H _{sup,d}	rameno síly - Z m	max M _{sup,d}	M _k	γ_F	Pozn: ramena sil y a z vztažena k bodu 0
	velikost síly kN		statický moment kNm	statický moment kNm		
$S_{0z,y}$	41,18	0,93	38,43	38,43	1,00	délka zákl. desky: 1,00 m
$S_{0q,y}$	8,05	1,40	11,27	8,67	1,30	délka stěny: 1,00 m
$S_{0f,y}$	0,00	1,67	0,00	0,00	1,15	poměr stěna/deska: 1,00
$S_{0z2,y}$	-7,75	0,40	-3,10	-3,44	0,90	
Součet	41,5		46,6	43,7		
			46,6			zvětšený stat. moment

Svislé síly - stabilizující:

druh síly	V _k	γ_F	min V _{inf,d}	rameno síly - y m	min M _{inf,d}	
	velikost síly kN		velikost síly kN		statický moment kNm	
G ₁	18,72	0,9	16,85	1,05	17,69	
G ₂	17,28	0,9	15,55	0,90	14,00	
G _{z1}	27,36	0,9	24,62	1,50	36,94	
G _{z2}	12,96	0,9	11,66	0,45	5,25	
Q	2,40	0,9	2,16	1,50	3,24	1,0 - redukce
Součet	78,7		70,8		77,1	

POSOUZENÍ NA PŘEKLOPENÍ (STABILITA):(na 1 m¹ stěny):

$$\gamma_{stp} = 0,8$$

$$M_{stb,d} = \gamma_{stp} * 77,1 = 61,7 \text{ kNm}$$

$$M_{stb,d} = 61,7 \text{ kNm} > M_{dst,d} = 46,6 \text{ kNm} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

Přehled použitých vzorců:

$$K_0 = (1 - \sin \varphi'_d) * \sqrt{OCR}$$

$$K_{0,\beta} = K_0 * (1 + \sin \beta)$$

$$\sigma_{(z)} = (Z + H_1) * \gamma_{z,d}$$

$$\sigma_{0(z)} = \sigma_{(z)} * K_{0\beta} * \cos \beta$$

$$S_{0z} = 0,5 * \gamma_z * (Z + H_1)^2 * K_{0\beta}$$

$$q_0 = q * K_0$$

$$S_{0q} = q_0 * (Z + H_1)$$

$$\delta_0 = (4 * \delta * x^2 * z) / (\pi * (x^2 + z^2)^2)$$

MS GEO**Vodorovné síly - klopící:**

druh síly	H_k	M_k	γ_F	max	
	velikost síly kN	statický moment kNm		$H_{sup,d}$	$M_{sup,d}$
$S_{0z,y}$	41,18	38,43	1,00	41,18	38,43
$S_{0q,y}$	6,19	8,67	1,30	8,05	11,27
$S_{0f,y}$	0,00	0,00	1,15	0,00	0,00
$S_{0z2,y}$	-8,61	-3,44	0,9	-7,75	-3,10
Součet	38,8	43,7		41,5	46,6
					46,6 zvětšený stat. moment

Svislé síly - stabilizující:

druh síly	V_k	M_k	γ_F	min		γ_F	max	
	velikost síly kN	statický moment kNm		$V_{inf,d}$	$M_{inf,d}$		$V_{sup,d}$	$M_{sup,d}$
G_1	18,72	19,66	0,95	17,78	18,67	1,05	19,66	20,64
G_2	17,28	15,55	0,95	16,42	14,77	1,05	18,14	16,33
G_{z1}	27,36	41,04	0,95	25,99	38,99	1,05	28,73	43,09
G_{z2}	12,96	5,83	0,95	12,31	5,54	1,05	13,61	6,12
Q	2,40	3,60	0,95	2,28	3,42	1,30	3,12	4,68
Součet	78,7	85,7		74,8	81,4		83,3	90,9

reduk. q
1,0

ZÁKLADOVÁ PŮDA: HLÍNA písčítá (navážka)

Dle ČSN 73 1001 - tř. F3 MS, dle ISO 14688 - saSi

tuhá konzistence, $q_{dt} = 100$ kPa.

$q_{dt} = 100 \text{ kPa}$

$\phi_k = 15,0^\circ$

$\phi_d = 12,1^\circ$

$\text{tg } \phi'_k = 0,268$

$\gamma_{\phi'} = 1,25$

$\text{tg } \phi'_d = 0,214$

$c'_k = 7,0 \text{ kPa}$

$\gamma_{c'} = 1,25$

$c'_d = 5,6 \text{ kPa}$

$\gamma_{z,k} = 19,0 \text{ kN/m}^3$

$\gamma_\gamma = 1,0$

$\gamma_{z,d} = 19,0 \text{ kN/m}^3$

A) Pro minimální návrhové svislé síly:**POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI ZÁKLADOVÉ PŮDY:**

Výsledný statický moment k bodu 0:

$M_{0,inf,d} = 35 \text{ kNm}$

Součet svislých sil:

$V_{inf,d} = 75 \text{ kN}$

Vzdálenost výslednice návrhového zatížení od bodu 0:

$y_{t,d} = 0,47 \text{ m}$

Excentricita:

$e_B = 0,43 \text{ m}$

$e_{B, \max} = 0,60 \text{ m}$

$e_{B, \max} = B / 3$

$e_B =$	0,43 m	<	$e_{B, \max} =$	0,60 m	SPLNĚNO
$B' =$	0,93 m		$A' =$	0,93 m ²	
$\sigma_{gd} =$	80 kPa	<	$q_{dt} =$	100 kPa	<u>VYHOVUJE</u>

Použité vzorce:

$$y_{t,d} = M_{0,d} / F_{inf,d}$$

$$B' = B - 2 \cdot e_d$$

$$e_d = B / 2 - y_{t,d}$$

$$R/A' = F_{inf,d} / A'$$

POSOUZENÍ NA POSUNUTÍ:

(na 1 m' stěny):

Vodorovné síly posouvající:

$$H_{sup,d} = 41,5 \text{ kN}$$

- Odpor v základové spáře:

$$\delta_d = 12,1^\circ$$

$$\text{tg } \delta_d = 0,214$$

$$R'_{Hd} = V_{inf,d} \cdot \text{tg } \delta_d = 16,0 \text{ kN}$$

$$1,0 \text{ redukce } \delta_d$$

$$K_p = 1,530$$

$$45^\circ + \varphi'_d / 2 = 51,0^\circ$$

$$\text{tg } (45^\circ + \varphi'_d / 2) = 1,237$$

- Odpor z boku opěrné stěny - pasivní zemní tlak:

(viz zemina zásypu před stěnou)

$$K_p = 2,010$$

$$45^\circ + \varphi'_d / 2 = 54,8^\circ$$

$$\text{tg } (45^\circ + \varphi'_d / 2) = 1,418$$

redukce 0,8 snížený pasivní tlak

Výška odporující zeminy před konstrukcí: 1,20 m

hloubka z m	$\sigma_{z,d}$ kN/m ²	$\sigma_{pz,1,d}$ kN/m ²	$\sigma'_{pz,1,d}$ kN/m ²
0,00	0,0	0,0	(průměr)
1,20	18,2	36,7	18,3

vliv odkopání a vrácení zeminy

$$0,8 \text{ redukce } \gamma_{z,k}$$

$$\sigma_{p1,c,d} = 13,6 \text{ kN/m}^2$$

pasivní z. tlak od tíhy zeminy

$$\sigma_{p,1,d} = 31,9 \text{ kN/m}^2$$

pasivní z. tlak od soudržnosti

$$R_{Hp,1,d} = 30,7 \text{ kN}$$

celkový pasivní zemní tlak

Síla odporu - snížený pasivní tlak

Výška odporující zeminy pod konstrukcí (ozub):

0,00 m

$$\sigma_{pz,2,d} = 27,9 \text{ kN/m}^2$$

pasivní z. tlak od tíhy zeminy

$$\sigma_{p2,c,d} = 13,9 \text{ kN/m}^2$$

pasivní z. tlak od soudržnosti

$$\sigma_{p,2,d} = 41,8 \text{ kN/m}^2$$

celkový pasivní zemní tlak

$$R_{Hp,2,d} = 0,0 \text{ kN}$$

Síla odporu - snížený pasivní tlak

$$R_{Hp,d} = 30,7 \text{ kN}$$

Celková síla odporu - snížený pasivní tlak

Celková síla odporu proti posunutí:

$$R_{H,d}$$

$$H_{sup,d} = 41,5 \text{ kN}$$

<

$$R_{H,d} = 46,7 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

Použité vzorce:

$$K_p = \text{tg}^2 (45^\circ + \varphi'_d / 2)$$

$$\sigma_{p,d} = \sigma_{z,d} \cdot K_p$$

$$\sigma_{p,1,d} = \sigma'_{pz,1,d} + \sigma_{p,c,d}$$

$$\sigma_{p,c,d} = 2 \cdot c'_d \cdot \sqrt{K_p}$$

$$R_{H,d} = R'_{H,d} + R_{Hp,d}$$

B) Pro maximální návrhové svislé síly:

POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI ZÁKLADOVÉ PŮDY:

Výsledný statický moment k bodu 0:

$$M_{0,sup,d} = 44 \text{ kNm}$$

Součet svislých sil:

$$V_{sup,d} = 83 \text{ kN}$$

Vzdálenost výslednice návrhového zatížení od bodu 0:

$$y_{t,d} = 0,53 \text{ m}$$

Excentricita:

$$e_B = 0,37 \text{ m}$$

$$e_{B, \max} = 0,60 \text{ m}$$

$$e_{B, \max} = B / 3$$

$e_B =$	0,37 m	<	$e_{\max,d} =$	0,60 m	SPLNĚNO
$B' =$	1,06 m		$A' =$	1,06 m ²	
$\sigma_{gd} =$	78 kPa	<	$q_{dt} =$	100 kPa	<u>VYHOVUJE</u>

POSOUZENÍ NA POSUNUTÍ:

(na 1 m' stěny):

Vodorovné síly posouvající:

$$H_{\text{sup},d} = 41,5 \text{ kN}$$

- Odpor v základové spáře:

$$\delta_d = 12,1^\circ$$

$$\text{tg } \delta_d = 0,214$$

$$R'_{Hd} = V_{\text{sup},d} \cdot \text{tg } \delta_d = 17,8 \text{ kN}$$

$$1,0 \text{ redukce } \delta_d$$

$$K_p = 1,530$$

- Odpor z boku opěrné stěny - pasivní zemní tlak:

$$K_p = 2,010$$

redukce 0,8 snížený pasivní tlak

Výška odporující zeminy před konstrukcí: 1,20 m

hloubka z m	$\sigma_{z,d}$ kPa	$\sigma_{pz,1,d}$ kPa	$\sigma'_{pz,1,d}$ kPa
0,00	0,0	0,0	(průměr)
1,20	18,2	36,7	18,3

vliv odkopání a vrácení zeminy

$$0,8 \text{ redukce } \gamma_{z,k}$$

$$\sigma_{p1,c,d} = 13,6 \text{ kN/m}^2$$

pasivní z. tlak od tíhy zeminy

$$\sigma_{p,1,d} = 31,9 \text{ kN/m}^2$$

pasivní z. tlak od soudržnosti

$$R_{Hp,1,d} = 30,7 \text{ kN}$$

celkový pasivní zemní tlak

Síla odporu - snížený pasivní tlak

Výška odporující zeminy pod konstrukcí (ozub): 0,00 m

$$\sigma_{pz,2,d} = 27,9 \text{ kN/m}^2$$

pasivní z. tlak od tíhy zeminy

$$\sigma_{p2,c,d} = 13,9 \text{ kN/m}^2$$

pasivní z. tlak od soudržnosti

$$\sigma_{p,2,d} = 41,8 \text{ kN/m}^2$$

celkový pasivní zemní tlak

$$R_{Hp,2,d} = 0,0 \text{ kN}$$

Síla odporu - snížený pasivní tlak

$$R_{Hp,d} = 30,7 \text{ kN}$$

Celková síla odporu - snížený pasivní tlak

Celková síla odporu proti posunutí:

$$R_{H,d}$$

$$H_{\text{sup},d} = 41,5 \text{ kN}$$

$$< R_{H,d} = 48,5 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

MS STR

POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI ŽB OPĚRNÉ STĚNY:

SVISLÁ STĚNA - ve svislém směru:

ZEMNÍ TLAK V KLIDU NA STĚNU:

• Od zeminy za stěnou:

(na 1 m' stěny)

Pro svislý rub ŽB konstrukce:

$$K_0 = 0,553$$

$$K_{0\beta} = 0,553$$

hloubka z m	$\sigma_{(z),k}$ kPa	$\sigma_{0(z),k}$ kPa
2,40	45,6	25,2

Vodorovné zatížení v hl. z (zemní tlak v klidu):

Zemní tlak:

$$f_{0(z),k} = 25,2 \text{ kN/m'}$$

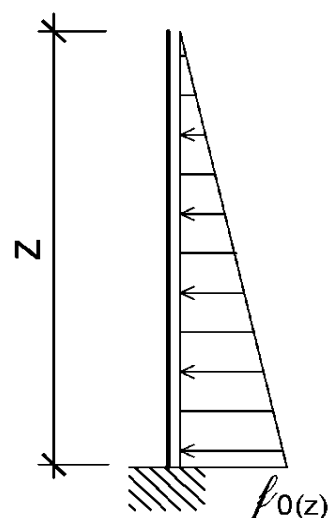
$$f_{0(z),d} = 29,0 \text{ kN/m'}$$

$$\gamma_G = 1,15$$

Ohybový moment v patě stěny:

$$M_{z,d} = 27,8 \text{ kNm}$$

STATICKÉ SCHÉMA



Smyková síla v patě stěny:

$$V_{z,d} = 34,8 \text{ kN}$$

• Od rovnoměrného zatížení terénu za stěnou:

Užitné zatížení terénu za stěnou:

svislé

$$q_{k,d}^{\square} = 4,0 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{d,d}^{\square} = 6,0 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma_Q = 1,5$$

Zatížení zeminou nad horním okrajem stěny:

svislé

$$\text{Výška zeminy } z_N = 0,0 \text{ m}$$

$$g_{zN,k}^{\square} = 0,0 \text{ kN/m}^2$$

$$g_{zN,d}^{\square} = 0,0 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma_G = 1,15$$

Celkem:

$$f_k^{\square} = 4,0 \text{ kN/m}^2$$

$$f_d^{\square} = 6,0 \text{ kN/m}^2$$

Vodorovné zatížení (zemní tlak v klidu):

(na 1 m' stěny)

$$f_{0,k} = 2,2 \text{ kN/m'}$$

$$f_{0,d} = 3,3 \text{ kN/m'}$$

Návrhový ohybový moment v patě stěny:

(na 1 m' stěny)

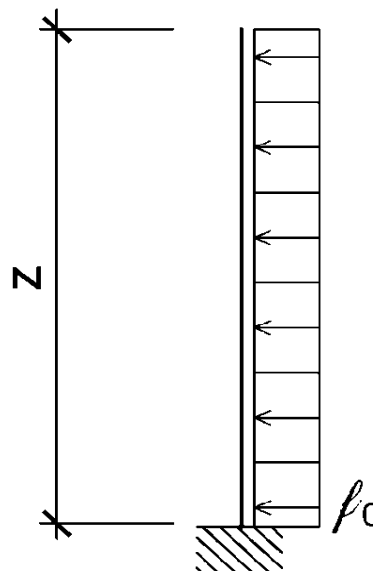
$$M_{f,d} = 9,6 \text{ kNm}$$

Návrhová smyková síla v patě stěny:

(na 1 m' stěny)

$$V_{f,d} = 8,0 \text{ kN}$$

STATICKÉ SCHÉMA



Celkem:

Zatížení je přenášeno z šířky:

Ohybový moment v patě stěny:

$$\check{s} = 1,00 \text{ m}$$

$$M_{Ed} = 37,4 \text{ kNm}$$

Zvětšené M a V:

Smyková síla v patě stěny:

$$M_{Ed} = 37,4 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 42,8 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 42,8 \text{ kN}$$

POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI:

pro pruh šířky 1,0 m

OHYB:

$$M_{Ed} = 37,4 \text{ kNm} \quad \text{návrhový ohybový moment}$$

NAVRŽEN PRŮŘEZ:

(Budova: konstr. tř. S4, návrh. životn. 80 let. Stupeň vlivu prostředí XC2-(mokrý, občas suchý)

Krytí výztuže - návrhová hodnota **c**:

Pro podélnou výztuž:

$$c_{min} = 25 \text{ mm}$$

$$c_{min,b} = \phi = 12 \text{ mm}$$

$$c_{min,dur} = 25 \text{ mm}$$

$$10 \text{ mm}$$

$$c = 40 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = 35 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$$

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$h = 300 \text{ mm}$$

$$c = 40 \text{ mm}$$

$$d = 254 \text{ mm}$$

$$d_1 = 46 \text{ mm}$$

$$A_c = 300000 \text{ mm}^2$$

BETON: **C25/30 (B 30)**

$$f_{ck} = 25,0$$

$$\gamma_c = 1,5$$

$$\alpha_{cc} = 1,0$$

$$f_{cd} = 16,7 \text{ MPa}$$

$$\eta = 1,0$$

$$\lambda = 0,8$$

$$f_{ctm} = 2,6 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{cu3} = 0,35 \%$$

OCEL: **B500B (10505 - \phi R)**

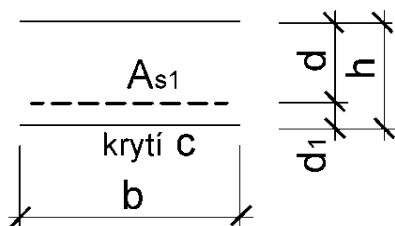
$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$E_s = 200 \text{ GPa}$$

$$f_{yd} = 434,8 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{yd} = 0,217 \%$$

$$\gamma_s = 1,15$$



VÝZTUŽ: $\phi R 12$ á 200 mm + $\phi R 0$ á 200 mm

$A_{s11} = 565,2 \text{ mm}^2$ $A_{s12} = 0,0 \text{ mm}^2$
 $A_{s1} = 565,2 \text{ mm}^2$ > $A_{s,min} = 343,4 \text{ mm}^2$ SPLNĚNO
 $\max s = 600 \text{ mm}$ 300 mm < $A_{s,max} = 12000,0 \text{ mm}^2$ SPLNĚNO
 $x = 18 \text{ mm}$ $\xi = 0,073$ < $\xi_{bal,1} = 0,617$ SPLNĚNO
 $M_{Rd} = 60,6 \text{ kNm}$ > $M_{Ed} = 37,4 \text{ kNm}$ **VYHOVUJE**

Rozdělovací výztuž: $\phi R 10$ á 200 mm $A_{s,r} = 392,5 \text{ mm}^2/\text{m}'$
 $\max s_r = 900 \text{ mm}$ 400 mm $A_{s,r,min} = 113,0 \text{ mm}^2/\text{m}'$

SMYK:

$V_{Ed} = 42,8 \text{ kN}$
 $b_w = 1000 \text{ mm}$ $N_E = 0,0 \text{ kN}$
 Smyková únosnost bez smykové výztuže:
 $A_{sl} = 565,2 \text{ mm}^2$ **5** $\phi R 12$
 $\rho_l = 0,002225$ < $\rho_{l,max} = 0,02$ SPLNĚNO souč. míry zakotvení: 1,0
 $C_{Rd,c} = 0,12$ $k = 1,89$
 $\sigma_{cp} = 0,00 \text{ MPa}$ < $0,2^* f_{cd} = 3,33 \text{ MPa}$ SPLNĚNO
 $V_{Rcm} = 101,9 \text{ kN}$ smyková únosnost při působení ohybu bez smyk.výztuže
 $V_{Rcn} = 0,0 \text{ kN}$ smyková únosnost při působení normální síly bez smyk.výz.
 $V'_{Rdc} = 101,9 \text{ kN}$ celková smyková únosnost desky bez smykové výztuže
 $V_{min} = 0,45 \text{ MPa}$ $\min V_{Rd,c} = 115,3 \text{ kN}$ min. smyková únosnost desky bez podélné výztuže
 $V_{Rd,c} = 115,3 \text{ kN}$ > $V_{Ed} = 42,8 \text{ kN}$ **VYHOVUJE**

VODOROVNÁ ZÁKLADOVÁ DESKA:

Část B₃ před lícem stěny:

Reakce základové půdy: $\sigma_d = 70,8 \text{ kN/m}^2$ bez tíhy zákl. desky a zásypu
 Vyložení konzoly: $B_3 = 0,90 \text{ m}$
 $B'_{max} = 0,90 \text{ m}$ (na 1 m' stěny)
 Ohybový moment v líci stěny: $M_{Ed} = 31,6 \text{ kNm}$ dolní líc zákl. desky
 Smyk v líci stěny: $V_{Ed} = 63,7 \text{ kN}$

POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI:

pro pruh šířky 1,0 m

OHYB:

$M_{Ed} = 31,6 \text{ kNm}$ návrhový ohybový moment

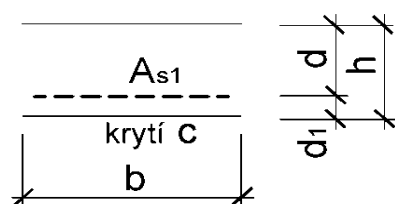
NAVRŽEN PRŮŘEZ:

(Budova: konstr. tř. S4, návrh. životn. 80 let. Stupeň vlivu prostředí XC2-(mokrý, občas suchý)

Krytí výztuže - návrhová hodnota **c**:

Pro podélnou výztuž: $c_{min} = 45 \text{ mm}$ $c_{min,b} = \phi = 12 \text{ mm}$ $c_{min,dur} = 45 \text{ mm}$ 10 mm
 $c = 55 \text{ mm}$ $c_{nom} = 55 \text{ mm}$ $\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$

$b = 1000 \text{ mm}$ $h = 400 \text{ mm}$
 $c = 55 \text{ mm}$ $d = 339 \text{ mm}$
 $d_1 = 61 \text{ mm}$ $A_c = 400000 \text{ mm}^2$



BETON: C20/25 (B 25)

$f_{ck} = 20,0$ $\gamma_c = 1,5$ $\alpha_{cc} = 1,0$
 $f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}$ $\eta = 1,0$ $\lambda = 0,8$
 $f_{ctm} = 2,2 \text{ MPa}$ $\epsilon_{cu3} = 0,35 \%$

OCEL: **B500B (10505 - ϕR)**

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$E_s = 200 \text{ GPa}$$

$$f_{yd} = 434,8 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{yd} = 0,217 \%$$

$$\gamma_s = 1,15$$

VÝZTUŽ:

$\phi R 12$

á 200 mm

+

$\phi R 0$

á 200 mm

$$A_{s11} = 565,2 \text{ mm}^2$$

$$A_{s12} = 0,0 \text{ mm}^2$$

$$A_{s1} = 565,2 \text{ mm}^2$$

>

$$A_{s,min} = 440,7 \text{ mm}^2$$

SPLNĚNO

$$\max s = 800 \text{ mm}$$

$$300 \text{ mm}$$

<

$$A_{s,max} = 16000,0 \text{ mm}^2$$

SPLNĚNO

$$x = 23 \text{ mm}$$

$$\xi = 0,068$$

<

$$\xi_{bal,1} = 0,617$$

SPLNĚNO

$$M_{Rd} = 81,0 \text{ kNm}$$

>

$$M_{Ed} = 31,6 \text{ kNm}$$

VYHOVUJE

Rozdělovací výztuž:

$\phi R 8$

á 250 mm

$$A_{s,r} = 201,0 \text{ mm}^2/\text{m}'$$

$$\max s_r = 1200 \text{ mm}$$

$$400 \text{ mm}$$

$$A_{s,r,min} = 113,0 \text{ mm}^2/\text{m}'$$

SMYK:

$$V_{Ed} = 63,7 \text{ kN}$$

$$b_w = 1000 \text{ mm}$$

$$N_E = 0,0 \text{ kN}$$

Smyková únosnost bez smykové výztuže:

$$A_{sl} = 565,2 \text{ mm}^2$$

5

$\phi R 12$

$$\rho_l = 0,001667$$

<

$$\rho_{l,max} = 0,02$$

SPLNĚNO

$$\text{souč. míry zakotvení: } 1,0$$

$$C_{Rd,c} = 0,12$$

$$k = 1,77$$

$$\sigma_{cp} = 0,00 \text{ MPa}$$

<

$$0,2^* f_{cd} = 2,67 \text{ MPa}$$

SPLNĚNO

$$V_{Rcm} = 107,5 \text{ kN}$$

smyková únosnost při působení ohybu bez smyk.výztuže

$$V_{Rcn} = 0,0 \text{ kN}$$

smyková únosnost při působení normální síly bez smyk.výz.

$$V'_{Rdc} = 107,5 \text{ kN}$$

celková smyková únosnost desky bez smykové výztuže

$$V_{min} = 0,37 \text{ MPa} \quad \min V_{Rd,c} = 124,8 \text{ kN}$$

min. smyková únosnost desky bez podélné výztuže

$$V_{Rd,c} = 124,8 \text{ kN}$$

>

$$V_{Ed} = 63,7 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

Část B_1 za rubem stěny:

$$\text{Zatížení: } q_d = 69,5 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Vyložení konzoly: } B_1 = 0,60 \text{ m}$$

$$(B - B')_{max} = 0,60 \text{ m}$$

(na 1 m' stěny)

$$\text{Ohybový moment k rubu stěny: } M_{Ed} = 12,5 \text{ kNm}$$

horní líc zákl. desky

$$\text{Smyk v lici stěny: } V_{Ed} = 41,7 \text{ kN}$$

POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI:

pro pruh šířky 1,0 m

OHYB:

$$M_{Ed} = 12,5 \text{ kNm} \quad \text{návrhový ohybový moment}$$

NAVRŽEN PRŮŘEZ:

(Budova: konstr. tř. S4, návrh. životn. 80 let. Stupeň vlivu prostředí XC2-(mokrý, občas suchý)

Krytí výztuže - návrhová hodnota **C**:

$$\text{Pro podélnou výztuž: } c_{min} = 40 \text{ mm}$$

$$c_{min,b} = \phi = 12 \text{ mm}$$

$$c_{min,dur} = 40 \text{ mm}$$

$$10 \text{ mm}$$

$$c = 50 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = 50 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$$

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$h = 400 \text{ mm}$$

$$c = 50 \text{ mm}$$

$$d = 344 \text{ mm}$$

$$d_1 = 56 \text{ mm}$$

$$A_c = 400000 \text{ mm}^2$$

BETON: **C20/25 (B 25)**

$$f_{ck} = 20,0$$

$$\gamma_c = 1,5$$

$$\alpha_{cc} = 1,0$$

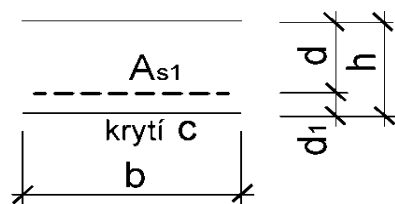
$$f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}$$

$$\eta = 1,0$$

$$\lambda = 0,8$$

$$f_{ctm} = 2,2 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{cu3} = 0,35 \%$$



OCEL: B500B (10505 - ϕR)

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$E_s = 200 \text{ GPa}$$

$$f_{yd} = 434,8 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{yd} = 0,217 \%$$

$$\gamma_s = 1,15$$

VÝZTUŽ:

$\phi R 12$

á 200 mm

+

$\phi R 0$

á 200 mm

$$A_{s11} = 565,2 \text{ mm}^2$$

$$A_{s12} = 0,0 \text{ mm}^2$$

$$A_{s1} = 565,2 \text{ mm}^2$$

>

$$A_{s,min} = 447,2 \text{ mm}^2$$

SPLNĚNO

$$\max s = 800 \text{ mm}$$

$$300 \text{ mm}$$

<

$$A_{s,max} = 16000,0 \text{ mm}^2$$

SPLNĚNO

$$x = 23 \text{ mm}$$

$$\xi = 0,067$$

<

$$\xi_{bal,1} = 0,617$$

SPLNĚNO

$$M_{Rd} = 82,3 \text{ kNm}$$

>

$$M_{Ed} = 12,5 \text{ kNm}$$

VYHOVUJE

Rozdělovací výztuž:

$\phi R 8$

á 250 mm

$$A_{s,r} = 201,0 \text{ mm}^2/\text{m}'$$

$$\max s_r = 1200 \text{ mm}$$

$$400 \text{ mm}$$

$$A_{s,r, min} = 113,0 \text{ mm}^2/\text{m}'$$

SMYK:

$$V_{Ed} = 41,7 \text{ kN}$$

$$b_w = 1000 \text{ mm}$$

$$N_E = 0,0 \text{ kN}$$

Smyková únosnost bez smykové výztuže:

$$A_{sl} = 452,2 \text{ mm}^2$$

4

$\phi R 12$

$$\rho_l = 0,001314$$

<

$$\rho_{l,max} = 0,02$$

SPLNĚNO

$$\text{souč. míry zakotvení: } 1,0$$

$$C_{Rd,c} = 0,12$$

$$k = 1,76$$

$$\sigma_{cp} = 0,00 \text{ MPa}$$

<

$$0,2 \cdot f_{cd} = 2,67 \text{ MPa}$$

SPLNĚNO

$$V_{Rcm} = 100,4 \text{ kN}$$

smyková únosnost při působení ohybu bez smyk.výztuže

$$V_{Rcn} = 0,0 \text{ kN}$$

smyková únosnost při působení normální síly bez smyk.výz.

$$V'_{Rdc} = 100,4 \text{ kN}$$

celková smyková únosnost desky bez smykové výztuže

$$V_{min} = 0,37 \text{ MPa} \quad \min V_{Rd,c} = 126,0 \text{ kN}$$

min. smyková únosnost desky bez podélné výztuže

$$V_{Rd,c} = 126,0 \text{ kN}$$

>

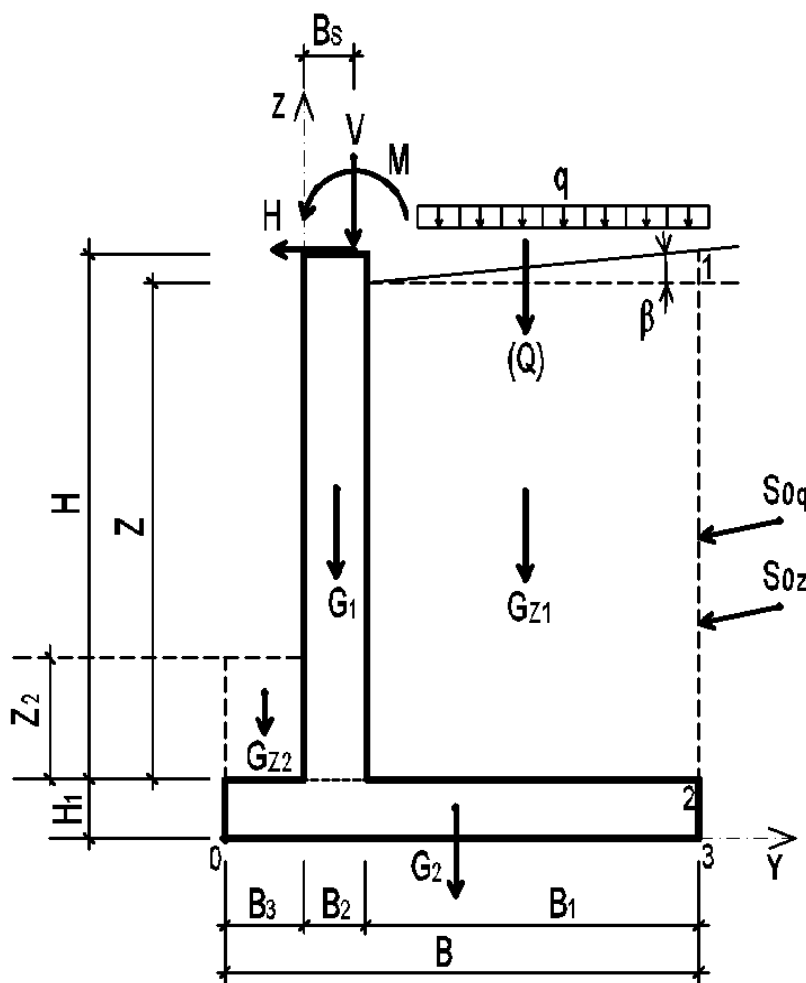
$$V_{Ed} = 41,7 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

ŽB OPĚRNÁ STĚNA RAMPY OS2

Kombinace zatížení: (OS + zásyp + užité na zásypu)

GEOMETRIE STĚNY



H =	2,10 m
H ₁ =	0,30 m
B ₁ =	0,00 m
B ₂ =	0,30 m
B ₃ =	1,30 m
B =	1,60 m
Z =	1,90 m
α =	0 °

B _S =	0,15 m
Z ₂ =	0,9 m

KOMBINACE ZATÍŽENÍ - použité kombinační předpisy:

PRO MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI - STR:

$$\Sigma f_d = \xi \cdot \gamma_G \cdot \Sigma g_k + \gamma_Q \cdot \Psi_{0q} \cdot q_k + \gamma_Q \cdot \Psi_{0s} \cdot s_k + \gamma_Q \cdot \Psi_{0w} \cdot w_{ek}$$

PRO MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI - GEO:

$$\Sigma f_d = \gamma_G \cdot \Sigma g_k + \gamma_Q \cdot \Psi_{0q} \cdot q_k + \gamma_Q \cdot \Psi_{0s} \cdot s_k + \gamma_Q \cdot \Psi_{0w} \cdot w_{ek}$$

PRO MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI - EQU:

$$\Sigma f_d = \gamma_G \cdot \Sigma g_k + \gamma_Q \cdot \Psi_{0q} \cdot q_k + \gamma_Q \cdot \Psi_{0s} \cdot s_k + \gamma_Q \cdot \Psi_{0w} \cdot w_{ek}$$

$$\xi = 0,85$$

$$\gamma_{G,sup} = 1,35$$

$$\gamma_{G,inf} = 1,0$$

$$\gamma_{G,sup} = 1,0$$

$$\gamma_{G,inf} = 1,0$$

$$\gamma_{G,sup} = 1,0$$

$$\gamma_{G,inf} = 0,9$$

$$\gamma_{Q,sup} = 1,5$$

$$\gamma_{Q,inf} = 0$$

$$\gamma_{Q,sup} = 1,3$$

$$\gamma_{Q,inf} = 0$$

$$\gamma_{Q,sup} = 1,3$$

$$\gamma_{Q,inf} = 0$$

ZEMINA ZÁSYPU (za stěnou):

Štěrk s přím. jemnozrnné zeminy: dle ČSN EN ISO 14688-1- tř. siGr (dle ČSN 73 1001 - tř. G3 G-F)

$$\varphi'_k = 32,0^\circ$$

$$\tan \varphi'_k = 0,625$$

$$c'_k = 0 \text{ kPa}$$

$$\gamma_{Z,k} = 19,0 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi'_d = 26,6^\circ$$

$$\tan \varphi'_d = 0,500$$

$$c'_d = 0 \text{ kPa}$$

$$\gamma_{Z,d} = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\delta_{1,d} = 0,0^\circ$$

$$\delta_{2,d} = 0,0^\circ$$

$$\sin \varphi'_d = 0,447$$

zemina - zemina

konstr. - zemina

$$\text{OCR} = 1,0 \quad \sqrt{\text{OCR}} = 1,0$$

$$\beta = 0,0^\circ$$

$$\sin \beta = 0,000$$

$$1 + \sin \beta = 1,000$$

$$\cos \beta = 1,000$$

ZEMNÍ TLAK V KLIDU NA KONSTRUKCI:

Zásyp za stěnou:

Pro svislý rub ŽB konstrukce:

$$K_0 = 0,553$$

$$K_{0\beta} = 0,553$$

hloubka z	$\sigma_{(z),d}$	$\sigma_{0(z),d}$
m	kPa	kPa
2,20	41,8	23,1

Výslednice zemního tlaku (na 1 m' stěny):

$$\delta_{1,d} = 0,0^\circ = \beta$$

$$S_{0z,k} = 25,4 \text{ kN}$$

$$S_{0z,d} = 25,4 \text{ kN}$$

$$\gamma_G = 1,0$$

$$S_{0z,y,d} = 25,4 \text{ kN}$$

$$S_{0z,z,d} = 0,0 \text{ kN}$$

Rovnoměrné zatížení terénu za stěnou :

Charakter.	γ_F	Návrhové
kN/m ²		kN/m ²
$q^{\square} = 4,0$	1,30	5,2

Zemní tlak v klidu od rovnoměrného zatížení:

$$K_0 = 0,553$$

$$q_{0,k} = 2,2 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{0,d} = 2,9 \text{ kN/m}^2$$

Výslednice zemního tlaku v klidu od rovnoměrného zatížení:

(na 1 m' stěny)

$$\delta_{2,d} = 0,0^\circ$$

$$S_{0q,k} = 4,9 \text{ kN}$$

$$S_{0q,d} = 6,3 \text{ kN}$$

$$S_{0q,y,d} = 6,3 \text{ kN}$$

$$S_{0q,z,d} = 0,0 \text{ kN}$$

ZEMINA ZÁSYPU (před stěnou):

$$\varphi'_k = 24,0^\circ$$

$$\varphi'_d = 19,6^\circ$$

$$\sin \varphi'_d = 0,336$$

$$\tan \varphi'_k = 0,445$$

$$\gamma_{\varphi'} = 1,25$$

$$\tan \varphi'_d = 0,356$$

$$c'_k = 6,0 \text{ kPa}$$

$$\gamma_{c'} = 1,25$$

$$c'_d = 4,8 \text{ kPa}$$

$$\gamma_{z,k} = 18,0 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_{\gamma} = 1,0$$

$$\gamma_{z,d} = 18,0 \text{ kN/m}^3$$

Zásyp před stěnou:

Pro svislý líc ŽB konstrukce:

$$K_0 = 0,664$$

hloubka z	$\sigma_{(z),d}$	$\sigma_{0(z),d}$
m	kPa	kPa
1,20	21,6	14,4

Výslednice zemního tlaku (na 1 m' stěny):

$$\delta_{1,d} = 0,0^\circ = \beta$$

$$S_{0z2,k} = 8,6 \text{ kN}$$

$$1,0 \text{ (- redukce)}$$

$$S_{0z2,d} = 8,6 \text{ kN}$$

$$\gamma_G = 1,0$$

$$S_{0z2,y,d} = 8,6 \text{ kN}$$

Tíha zeminy nad základovou deskou (na 1 m' stěny):

$\gamma_{z,k}$ =	19,0 kN/m ³	- za stěnou
$G_{z1,k}$ =	0,0 kN	
$\gamma_{z,k}$ =	18,0 kN/m ³	- před stěnou
$G_{z2,k}$ =	21,1 kN	1,0 (- redukce)

Vlastní tíha opěrné stěny (na 1 m' stěny):

$\gamma_{b,k}$ =	24,0 kN/m ³
$G_{1,k}$ =	15,1 kN
$G_{2,k}$ =	11,5 kN

MS EQU - Rekapitulace vodorovných a svislých sil:**Vodorovné síly - klopící:**

	max $H_{sup,d}$		max $M_{sup,d}$	M_k		
druh síly	velikost síly kN	rameno síly - Z m	statický moment kNm	statický moment kNm	γ_F	Pozn: ramena sil y a z vztažena k bodu 0
$S_{0z,y}$	25,42	0,73	18,64	18,64	1,00	délka zákl. desky: 1,0 m
$S_{0q,y}$	6,32	1,10	6,96	5,35	1,30	délka stěny: 1,25 m
$S_{0f,y}$	0,00	1,27	0,00	0,00	1,15	poměr stěna/deska: 1,25
$S_{0z2,y}$	-7,75	0,40	-3,10	-3,44	0,90	
Součet	24,0		22,5	20,5		
			28,1			zvětšený stat. moment

Svislé síly - stabilizující:

			min $V_{inf,d}$		min $M_{inf,d}$	
druh síly	V_k velikost síly kN	γ_F	velikost síly kN	rameno síly - y m	statický moment kNm	
G_1	15,12	0,9	13,61	1,45	19,73	
G_2	11,52	0,9	10,37	0,80	8,29	
G_{z1}	0,00	0,9	0,00	1,60	0,00	
G_{z2}	21,06	0,9	18,95	0,65	12,32	
Q	0,00	0,9	0,00	1,60	0,00	1,0 - redukce
Součet	47,7		42,9		40,3	

POSOUZENÍ NA PŘEKLOPENÍ (STABILITA):

(na 1 m' stěny):

$$\gamma_{stp} = 0,8$$

$$M_{stb,d} = \gamma_{stp} * 40,3 = 32,3 \text{ kNm}$$

$$M_{stb,d} = 32,3 \text{ kNm} > M_{dst,d} = 28,1 \text{ kNm} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

Přehled použitých vzorců:

$$K_0 = (1 - \sin \varphi'_d) * \sqrt{OCR}$$

$$S_{0z} = 0,5 * \gamma_z * (Z + H_1)^2 * K_{0\beta}$$

$$K_{0,\beta} = K_0 * (1 + \sin \beta)$$

$$q_0 = q * K_0$$

$$\sigma_{(z)} = (Z + H_1) * \gamma_{z,d}$$

$$S_{0q} = q_0 * (Z + H_1)$$

$$\sigma_{0(z)} = \sigma_{(z)} * K_{0\beta} * \cos \beta$$

$$\ell_0 = (4 * \ell * x^2 * z) / (\pi * (x^2 + z^2)^2)$$

MS GEO**Vodorovné síly - klopící:**

druh síly	H_k	M_k	γ_F	max	
	velikost síly kN	statický moment kNm		$H_{sup,d}$	$M_{sup,d}$
$S_{0z,y}$	25,42	18,64	1,00	25,42	18,64
$S_{0q,y}$	4,87	5,35	1,30	6,32	6,96
$S_{0f,y}$	0,00	0,00	1,15	0,00	0,00
$S_{0z2,y}$	-8,61	-3,44	0,9	-7,75	-3,10
Součet	21,7	20,5		24,0	22,5
				28,1	zvětšený stat. moment

Svislé síly - stabilizující:

druh síly	V_k	M_k	γ_F	min		γ_F	max	
	velikost síly kN	statický moment kNm		$V_{inf,d}$	$M_{inf,d}$		$V_{sup,d}$	$M_{sup,d}$
G_1	15,12	21,92	0,95	14,36	20,83	1,05	15,88	23,02
G_2	11,52	9,22	0,95	10,94	8,76	1,05	12,10	9,68
G_{z1}	0,00	0,00	0,95	0,00	0,00	1,05	0,00	0,00
G_{z2}	21,06	13,69	0,95	20,01	13,00	1,05	22,11	14,37
Q	0,00	0,00	0,95	0,00	0,00	1,30	0,00	0,00
Součet	47,7	44,8		45,3	42,6		50,1	47,1

reduk. q
1,0

ZÁKLADOVÁ PŮDA: HLÍNA písčitá (navážka)

Dle ČSN 73 1001 - tř. F3 MS, dle ISO 14688 - saSi

tuhá konzistence, $q_{dt} = 100$ kPa.

$$q_{dt} = 100 \text{ kPa}$$

$$\phi'_k = 15,0^\circ$$

$$\phi'_d = 12,1^\circ$$

$$\tan \phi'_k = 0,268$$

$$\gamma_{\phi'} = 1,25$$

$$\tan \phi'_d = 0,214$$

$$c'_k = 7,0 \text{ kPa}$$

$$\gamma_{c'} = 1,25$$

$$c'_d = 5,6 \text{ kPa}$$

$$\gamma_{z,k} = 19,0 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_\gamma = 1,0$$

$$\gamma_{z,d} = 19,0 \text{ kN/m}^3$$

A) Pro minimální návrhové svislé síly:**POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI ZÁKLADOVÉ PŮDY:**

Výsledný statický moment k bodu 0:

$$M_{0,inf,d} = 14 \text{ kNm}$$

Součet svislých sil:

$$V_{inf,d} = 45 \text{ kN}$$

Vzdálenost výslednice návrhového zatížení od bodu 0:

$$y_{t,d} = 0,32 \text{ m}$$

Excentricita:

$$e_B = 0,48 \text{ m}$$

$$e_{B, \max} = 0,53 \text{ m}$$

$$e_{B, \max} = B / 3$$

$e_B =$	0,48 m	<	$e_{B, \max} =$	0,53 m	SPLNĚNO
$B' =$	0,64 m		$A' =$	0,64 m ²	
$\sigma_{gd} =$	71 kPa	<	$q_{dt} =$	100 kPa	<u>VYHOVUJE</u>

Použité vzorce:

$$y_{t,d} = M_{0,d} / F_{inf,d}$$

$$B' = B - 2 \cdot e_d$$

$$e_d = B / 2 - y_{t,d}$$

$$R/A' = F_{inf,d} / A'$$

POSOUZENÍ NA POSUNUTÍ:

(na 1 m' stěny):

Vodorovné síly posouvající:

$$H_{sup,d} = 24,0 \text{ kN}$$

- Odpor v základové spáře:

$$\delta_d = 12,1^\circ$$

$$\text{tg } \delta_d = 0,214$$

$$R'_{Hd} = V_{inf,d} \cdot \text{tg } \delta_d = 9,7 \text{ kN}$$

$$1,0 \text{ redukce } \delta_d$$

$$K_p = 1,530$$

$$45^\circ + \phi'_d / 2 = 51,0^\circ$$

$$\text{tg } (45^\circ + \phi'_d / 2) = 1,237$$

- Odpor z boku opěrné stěny - pasivní zemní tlak:

(viz zemina zásypu před stěnou)

$$K_p = 2,010$$

$$45^\circ + \phi'_d / 2 = 54,8^\circ$$

$$\text{tg } (45^\circ + \phi'_d / 2) = 1,418$$

redukce 0,8 snížený pasivní tlak

Výška odporující zeminy před konstrukcí: 1,20 m

hloubka z m	$\sigma_{z,d}$ kN/m ²	$\sigma_{pz,1,d}$ kN/m ²	$\sigma'_{pz,1,d}$ kN/m ²
0,00	0,0	0,0	(průměr)
1,20	18,2	36,7	

vliv odkopání a vrácení zeminy

$$0,8 \text{ redukce } \gamma_{z,k}$$

$$\sigma_{p1,c,d} = 13,6 \text{ kN/m}^2$$

pasivní z. tlak od tíhy zeminy

$$\sigma_{p,1,d} = 31,9 \text{ kN/m}^2$$

pasivní z. tlak od soudržnosti

$$R_{Hp,1,d} = 30,7 \text{ kN}$$

celkový pasivní zemní tlak

Síla odporu - snížený pasivní tlak

Výška odporující zeminy pod konstrukcí (ozub):

$$0,00 \text{ m}$$

$$\sigma_{pz,2,d} = 27,9 \text{ kN/m}^2$$

pasivní z. tlak od tíhy zeminy

$$\sigma_{p2,c,d} = 13,9 \text{ kN/m}^2$$

pasivní z. tlak od soudržnosti

$$\sigma_{p,2,d} = 41,8 \text{ kN/m}^2$$

celkový pasivní zemní tlak

$$R_{Hp,2,d} = 0,0 \text{ kN}$$

Síla odporu - snížený pasivní tlak

$$R_{Hp,d} = 30,7 \text{ kN}$$

Celková síla odporu - snížený pasivní tlak

Celková síla odporu proti posunutí:

$$R_{H,d}$$

$$H_{sup,d} = 24,0 \text{ kN}$$

$$< R_{H,d} = 40,4 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

Použité vzorce:

$$K_p = \text{tg}^2 (45^\circ + \phi'_d / 2)$$

$$\sigma_{p,d} = \sigma_{z,d} \cdot K_p$$

$$\sigma_{p,1,d} = \sigma'_{pz,1,d} + \sigma_{p,c,d}$$

$$\sigma_{p,c,d} = 2 \cdot c'_d \cdot \sqrt{K_p}$$

$$R_{H,d} = R'_{H,d} + R_{Hp,d}$$

B) Pro maximální návrhové svislé síly:

POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI ZÁKLADOVÉ PŮDY:

Výsledný statický moment k bodu 0:

$$M_{0,sup,d} = 19 \text{ kNm}$$

Součet svislých sil:

$$V_{sup,d} = 50 \text{ kN}$$

Vzdálenost výslednice návrhového zatížení od bodu 0:

$$y_{t,d} = 0,38 \text{ m}$$

Excentricita:

$$e_B = 0,42 \text{ m}$$

$$e_{B, \max} = 0,53 \text{ m}$$

$$e_{B, \max} = B / 3$$

$e_B =$	0,42 m	<	$e_{\max,d} =$	0,53 m	SPLNĚNO
$B' =$	0,76 m		$A' =$	0,76 m ²	
$\sigma_{gd} =$	66 kPa	<	$q_{dt} =$	100 kPa	<u>VYHOVUJE</u>

POSOUZENÍ NA POSUNUTÍ:

(na 1 m' stěny):

Vodorovné síly posouvající:

$$H_{\text{sup},d} = 24,0 \text{ kN}$$

- Odpor v základové spáře:

$$\delta_d = 12,1^\circ$$

$$\text{tg } \delta_d = 0,214$$

$$R'_{Hd} = V_{\text{sup},d} \cdot \text{tg } \delta_d = 10,7 \text{ kN}$$

$$1,0 \text{ redukce } \delta_d$$

$$K_p = 1,530$$

- Odpor z boku opěrné stěny - pasivní zemní tlak:

$$K_p = 2,010$$

redukce 0,8 snížený pasivní tlak

Výška odporující zeminy před konstrukcí: 1,20 m

hloubka z m	$\sigma_{z,d}$ kPa	$\sigma_{pz,1,d}$ kPa	$\sigma'_{pz,1,d}$ kPa
0,00	0,0	0,0	(průměr)
1,20	18,2	36,7	18,3

vliv odkopání a vrácení zeminy

$$0,8 \text{ redukce } \gamma_{z,k}$$

$$\sigma_{p1,c,d} = 13,6 \text{ kN/m}^2$$

pasivní z. tlak od tíhy zeminy

$$\sigma_{p,1,d} = 31,9 \text{ kN/m}^2$$

pasivní z. tlak od soudržnosti

$$R_{Hp,1,d} = 30,7 \text{ kN}$$

celkový pasivní zemní tlak

Síla odporu - snížený pasivní tlak

Výška odporující zeminy pod konstrukcí (ozub): 0,00 m

$$\sigma_{pz,2,d} = 27,9 \text{ kN/m}^2$$

pasivní z. tlak od tíhy zeminy

$$\sigma_{p2,c,d} = 13,9 \text{ kN/m}^2$$

pasivní z. tlak od soudržnosti

$$\sigma_{p,2,d} = 41,8 \text{ kN/m}^2$$

celkový pasivní zemní tlak

$$R_{Hp,2,d} = 0,0 \text{ kN}$$

Síla odporu - snížený pasivní tlak

$$R_{Hp,d} = 30,7 \text{ kN}$$

Celková síla odporu - snížený pasivní tlak

Celková síla odporu proti posunutí:

$$R_{H,d}$$

$$H_{\text{sup},d} = 24,0 \text{ kN}$$

<

$$R_{H,d} = 41,4 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

MS STR

POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI ŽB OPĚRNÉ STĚNY:

SVISLÁ STĚNA - ve svislém směru:

ZEMNÍ TLAK V KLIDU NA STĚNU:

• Od zeminy za stěnou:

(na 1 m' stěny)

STATICKÉ SCHÉMA

Pro svislý rub ŽB konstrukce:

$$K_0 = 0,553$$

$$K_{0\beta} = 0,553$$

hloubka z m	$\sigma_{(z),k}$ kPa	$\sigma_{0(z),k}$ kPa
1,90	36,1	20,0

Vodorovné zatížení v hl. z (zemní tlak v klidu):

Zemní tlak:

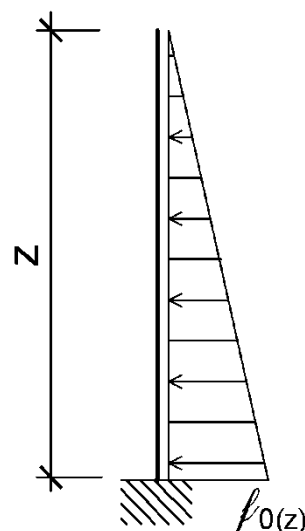
$$\ell_{0(z),k} = 20,0 \text{ kN/m'}$$

$$\ell_{0(z),d} = 23,0 \text{ kN/m'}$$

$$\gamma_G = 1,15$$

Ohybový moment v patě stěny:

$$M_{z,d} = 13,8 \text{ kNm}$$



Smyková síla v patě stěny:

$$V_{z,d} = 21,8 \text{ kN}$$

• **Od rovnoměrného zatížení terénu za stěnou:**

Užitné zatížení terénu za stěnou:

svislé

$$q_{\square,k} = 4,0 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{\square,d} = 6,0 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma_Q = 1,5$$

Zatížení zeminou nad horním okrajem stěny:

svislé

$$\text{Výška zeminy } z_N = 0,0 \text{ m}$$

$$g_{\square,ZN,k} = 0,0 \text{ kN/m}^2$$

$$g_{\square,ZN,d} = 0,0 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma_G = 1,15$$

Celkem:

$$f_{\square,k} = 4,0 \text{ kN/m}^2$$

$$f_{\square,d} = 6,0 \text{ kN/m}^2$$

Vodorovné zatížení (zemní tlak v klidu):

(na 1 m' stěny)

$$f_{0,k} = 2,2 \text{ kN/m'}$$

$$f_{0,d} = 3,3 \text{ kN/m'}$$

Návrhový ohybový moment v patě stěny:

(na 1 m' stěny)

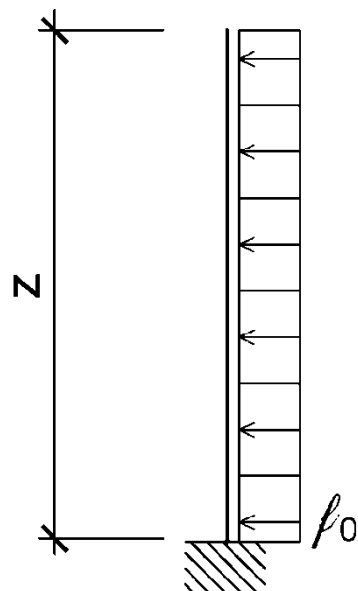
$$M_{f,d} = 6,0 \text{ kNm}$$

Návrhová smyková síla v patě stěny:

(na 1 m' stěny)

$$V_{f,d} = 6,3 \text{ kN}$$

STATICKÉ SCHÉMA



Celkem:

Zatížení je přenášeno z šířky:

Ohybový moment v patě stěny:

$$\bar{s} = 1,25 \text{ m}$$

$$M_{Ed} = 19,8 \text{ kNm}$$

Zvětšené M a V:

Smyková síla v patě stěny:

$$M_{Ed} = 24,7 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 28,1 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 35,1 \text{ kN}$$

POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI:

pro pruh šířky 1,0 m

OHYB:

$$M_{Ed} = 24,7 \text{ kNm} \quad \text{návrhový ohybový moment}$$

NAVRŽEN PRŮŘEZ:

(Budova: konstr. tř. S4, návrh. životn. 80 let. Stupeň vlivu prostředí XC2-(mokré, občas suché)

Krytí výztuže - návrhová hodnota **c**:

Pro podélnou výztuž:

$$c_{min} = 25 \text{ mm}$$

$$c_{min,b} = \phi = 10 \text{ mm}$$

$$c_{min,dur} = 25 \text{ mm}$$

$$10 \text{ mm}$$

$$c = 40 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = 35 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$$

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$h = 300 \text{ mm}$$

$$c = 40 \text{ mm}$$

$$d = 255 \text{ mm}$$

$$d_1 = 45 \text{ mm}$$

$$A_c = 300000 \text{ mm}^2$$

BETON: C25/30 (B 30)

$$f_{ck} = 25,0$$

$$\gamma_c = 1,5$$

$$\alpha_{cc} = 1,0$$

$$f_{cd} = 16,7 \text{ MPa}$$

$$\eta = 1,0$$

$$\lambda = 0,8$$

$$f_{ctm} = 2,6 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{cu3} = 0,35 \%$$

OCEL: B500B (10505 - \phi R)

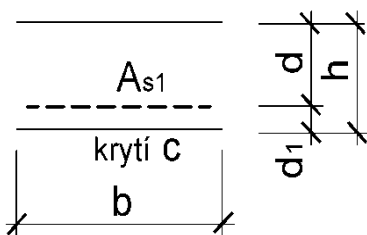
$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$E_s = 200 \text{ GPa}$$

$$f_{yd} = 434,8 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{yd} = 0,217 \%$$

$$\gamma_s = 1,15$$



VÝZTUŽ: $\phi R 10$ á 200 mm + $\phi R 0$ á 200 mm

$A_{s11} = 392,5 \text{ mm}^2$ $A_{s12} = 0,0 \text{ mm}^2$

$A_{s1} = 392,5 \text{ mm}^2$ $A_{s,min} = 344,8 \text{ mm}^2$ **SPLNĚNO**

max s = 600 mm 300 mm $A_{s,max} = 12000,0 \text{ mm}^2$ **SPLNĚNO**

x = 13 mm $\xi = 0,050$ $\xi_{bal,1} = 0,617$ **SPLNĚNO**

$M_{Rd} = 42,6 \text{ kNm}$ $M_{Ed} = 24,7 \text{ kNm}$ **VYHOVUJE**

Rozdělovací výztuž: $\phi R 10$ á 200 mm $A_{s,r} = 392,5 \text{ mm}^2/\text{m}'$

max $s_r = 900 \text{ mm}$ 400 mm $A_{s,r,min} = 78,5 \text{ mm}^2/\text{m}'$

SMYK:

$V_{Ed} = 35,1 \text{ kN}$

$b_w = 1000 \text{ mm}$ $N_E = 0,0 \text{ kN}$

Smyková únosnost bez smykové výztuže:

$A_{s1} = 392,5 \text{ mm}^2$ **5** $\phi R 10$

$\rho_l = 0,001539$ $\rho_{l,max} = 0,02$ **SPLNĚNO** souč. míry zakotvení: 1,0

$C_{Rd,c} = 0,12$ $k = 1,89$

$\sigma_{cp} = 0,00 \text{ MPa}$ $0,2 \cdot f_{cd} = 3,33 \text{ MPa}$ **SPLNĚNO**

$V_{Rcm} = 90,4 \text{ kN}$

$V_{Rcn} = 0,0 \text{ kN}$

$V'_{Rdc} = 90,4 \text{ kN}$

$V_{min} = 0,45 \text{ MPa}$ min $V_{Rd,c} = 115,5 \text{ kN}$ min. smyková únosnost desky bez podélné výztuže

$V_{Rd,c} = 115,5 \text{ kN}$ $V_{Ed} = 35,1 \text{ kN}$ **VYHOVUJE**

VODOROVNÁ ZÁKLADOVÁ DESKA:

Část B₃ před lícem stěny:

Reakce základové půdy: $\sigma_d = 60,6 \text{ kN/m}^2$ bez tíhy zákl. desky a zásypu

Vyložení konzoly: $B_3 = 1,30 \text{ m}$

$B'_{max} = 0,76 \text{ m}$ (na 1 m' stěny)

Ohybový moment v líci stěny: $M_{Ed} = 44,3 \text{ kNm}$ dolní líc zákl. desky

Smyk v líci stěny: $V_{Ed} = 45,8 \text{ kN}$

POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI: pro pruh šířky 1,0 m

OHYB:

$M_{Ed} = 44,3 \text{ kNm}$ návrhový ohybový moment

NAVRŽEN PRŮŘEZ:

(Budova: konstr. tř. S4, návrh. životn. 80 let. Stupeň vlivu prostředí XC2-(mokré, občas suché)

Krytí výztuže - návrhová hodnota c:

Pro podélnou výztuž: $c_{min} = 45 \text{ mm}$ $c_{min,b} = \phi = 10 \text{ mm}$ $c_{min,dur} = 45 \text{ mm}$ 10 mm

$c = 55 \text{ mm}$ $c_{nom} = 55 \text{ mm}$ $\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$

$b = 1000 \text{ mm}$

$h = 300 \text{ mm}$

$c = 55 \text{ mm}$

$d = 240 \text{ mm}$

$d_1 = 60 \text{ mm}$

$A_c = 300000 \text{ mm}^2$

BETON: C20/25 (B 25)

$f_{ck} = 20,0$

$\gamma_c = 1,5$

$\alpha_{cc} = 1,0$

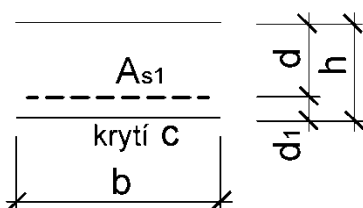
$f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}$

$\eta = 1,0$

$\lambda = 0,8$

$f_{ctm} = 2,2 \text{ MPa}$

$\epsilon_{cu3} = 0,35 \%$



OCEL: **B500B (10505 - ϕR)**

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$E_s = 200 \text{ GPa}$$

$$f_{yd} = 434,8 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{yd} = 0,217 \%$$

$$\gamma_s = 1,15$$

VÝZTUŽ:

$\phi R 10$

á 200 mm

+

$\phi R 6$

á 200 mm

$$A_{s11} = 392,5 \text{ mm}^2$$

$$A_{s12} = 141,3 \text{ mm}^2$$

$$A_{s1} = 533,8 \text{ mm}^2$$

>

$$A_{s,min} = 312,0 \text{ mm}^2$$

SPLNĚNO

$$\max s = 600 \text{ mm}$$

$$300 \text{ mm}$$

<

$$A_{s,max} = 12000,0 \text{ mm}^2$$

SPLNĚNO

$$x = 22 \text{ mm}$$

$$\xi = 0,091$$

<

$$\xi_{bal,1} = 0,617$$

SPLNĚNO

$$M_{Rd} = 53,7 \text{ kNm}$$

>

$$M_{Ed} = 44,3 \text{ kNm}$$

VYHOVUJE

Rozdělovací výztuž:

$\phi R 8$

á 250 mm

$$A_{s,r} = 201,0 \text{ mm}^2/\text{m}'$$

$$\max s_r = 900 \text{ mm}$$

$$400 \text{ mm}$$

$$A_{s,r, min} = 106,8 \text{ mm}^2/\text{m}'$$

SMYK:

$$V_{Ed} = 45,8 \text{ kN}$$

$$b_w = 1000 \text{ mm}$$

$$N_E = 0,0 \text{ kN}$$

Smyková únosnost bez smykové výztuže:

$$A_{sl} = 392,5 \text{ mm}^2$$

5

$\phi R 10$

$$\rho_l = 0,001635$$

<

$$\rho_{l,max} = 0,02$$

SPLNĚNO

souč. míry zakotvení:

1,0

$$C_{Rd,c} = 0,12$$

$$k = 1,91$$

$$\sigma_{cp} = 0,00 \text{ MPa}$$

<

$$0,2 * f_{cd} = 2,67 \text{ MPa}$$

SPLNĚNO

$$V_{Rcm} = 81,8 \text{ kN}$$

smyková únosnost při působení ohybu bez smyk.výztuže

$$V_{Rcn} = 0,0 \text{ kN}$$

smyková únosnost při působení normální síly bez smyk.výz.

$$V'_{Rdc} = 81,8 \text{ kN}$$

celková smyková únosnost desky bez smykové výztuže

$$V_{min} = 0,41 \text{ MPa} \quad \min V_{Rd,c} = 99,4 \text{ kN}$$

min. smyková únosnost desky bez podélné výztuže

$$V_{Rd,c} = 99,4 \text{ kN}$$

>

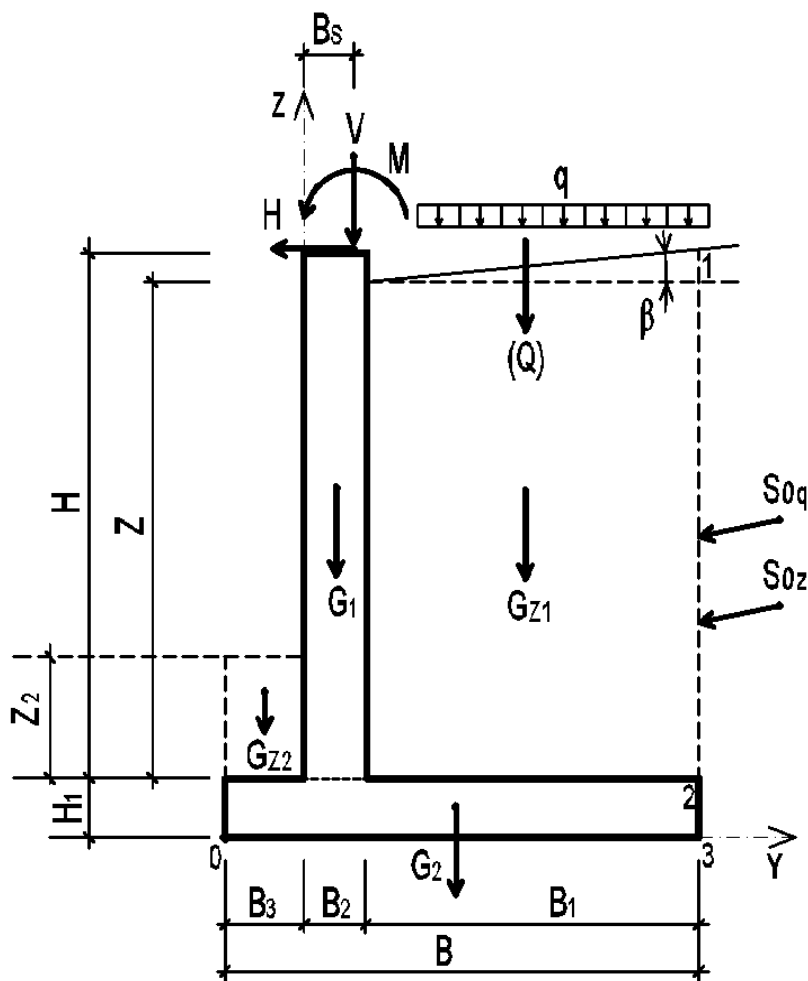
$$V_{Ed} = 45,8 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

ŽB OPĚRNÁ STĚNA RAMPY OS3

Kombinace zatížení: (OS + zásyp + užité na zásypu)

GEOMETRIE STĚNY



H = 1,70 m
H₁ = 0,30 m
B₁ = 0,00 m
B₂ = 0,30 m
B₃ = 0,80 m
B = 1,10 m
Z = 1,50 m
α = 0°

B_S = 0,15 m
Z₂ = 0,9 m

KOMBINACE ZATÍŽENÍ - použité kombinační předpisy:

PRO MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI - STR:

$$\Sigma f_d = \xi \cdot \gamma_G \cdot \Sigma g_k + \gamma_Q \cdot \psi_{0q} \cdot q_k + \gamma_Q \cdot \psi_{0s} \cdot s_k + \gamma_Q \cdot \psi_{0w} \cdot w_{ek}$$

PRO MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI - GEO:

$$\Sigma f_d = \gamma_G \cdot \Sigma g_k + \gamma_Q \cdot \psi_{0q} \cdot q_k + \gamma_Q \cdot \psi_{0s} \cdot s_k + \gamma_Q \cdot \psi_{0w} \cdot w_{ek}$$

PRO MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI - EQU:

$$\Sigma f_d = \gamma_G \cdot \Sigma g_k + \gamma_Q \cdot \psi_{0q} \cdot q_k + \gamma_Q \cdot \psi_{0s} \cdot s_k + \gamma_Q \cdot \psi_{0w} \cdot w_{ek}$$

ξ = 0,85

γ_{G,sup} = 1,35

γ_{G,inf} = 1,0

γ_{G,sup} = 1,0

γ_{G,inf} = 1,0

γ_{G,sup} = 1,0

γ_{G,inf} = 0,9

γ_{Q,sup} = 1,5

γ_{Q,inf} = 0

γ_{Q,sup} = 1,3

γ_{Q,inf} = 0

γ_{Q,sup} = 1,3

γ_{Q,inf} = 0

ZEMINA ZÁSYPU (za stěnou):

Štěrk s přím. jemnozrnné zeminy: dle ČSN EN ISO 14688-1- tř. siGr (dle ČSN 73 1001 - tř. G3 G-F)

φ_k = 32,0°

tg φ_k = 0,625

c'_k = 0 kPa

γ_{z,k} = 19,0 kN/m³

OCR = 1,0 √OCR = 1,0

β = 0,0°

sin β = 0,000

φ_d = 26,6°

tg φ_d = 0,500

c'_d = 0 kPa

γ_{z,d} = 19 kN/m³

δ_{1,d} = 0,0°

δ_{2,d} = 0,0°

sin φ_d = 0,447

zemina - zemina

konstr. - zemina

1 + sin β = 1,000

cos β = 1,000

ZEMNÍ TLAK V KLIDU NA KONSTRUKCI:

Zásyp za stěnou:

Pro svislý rub ŽB konstrukce:

$$K_0 = 0,553$$

$$K_{0\beta} = 0,553$$

hloubka z	$\sigma_{(z),d}$	$\sigma_{0(z),d}$
m	kPa	kPa
1,80	34,2	18,9

Výslednice zemního tlaku (na 1 m' stěny):

$$\delta_{1,d} = 0,0^\circ = \beta$$

$$S_{0z,k} = 17,0 \text{ kN}$$

$$S_{0z,d} = 17,0 \text{ kN}$$

$$\gamma_G = 1,0$$

$$S_{0z,y,d} = 17,0 \text{ kN}$$

$$S_{0z,z,d} = 0,0 \text{ kN}$$

Rovnoměrné zatížení terénu za stěnou :

Charakter.	γ_F	Návrhové
kN/m ²		kN/m ²
$q^{\square} = 4,0$	1,30	5,2

Zemní tlak v klidu od rovnoměrného zatížení:

$$K_0 = 0,553$$

$$q_{0,k} = 2,2 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{0,d} = 2,9 \text{ kN/m}^2$$

Výslednice zemního tlaku v klidu od rovnoměrného zatížení:

(na 1 m' stěny)

$$\delta_{2,d} = 0,0^\circ$$

$$S_{0q,k} = 4,0 \text{ kN}$$

$$S_{0q,d} = 5,2 \text{ kN}$$

$$S_{0q,y,d} = 5,2 \text{ kN}$$

$$S_{0q,z,d} = 0,0 \text{ kN}$$

ZEMINA ZÁSYPU (před stěnou):

$$\varphi'_k = 24,0^\circ$$

$$\varphi'_d = 19,6^\circ$$

$$\sin \varphi'_d = 0,336$$

$$\tan \varphi'_k = 0,445$$

$$\gamma_{\varphi'} = 1,25$$

$$\tan \varphi'_d = 0,356$$

$$c'_k = 6,0 \text{ kPa}$$

$$\gamma_{c'} = 1,25$$

$$c'_d = 4,8 \text{ kPa}$$

$$\gamma_{z,k} = 18,0 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_{\gamma} = 1,0$$

$$\gamma_{z,d} = 18,0 \text{ kN/m}^3$$

Zásyp před stěnou:

Pro svislý líc ŽB konstrukce:

$$K_0 = 0,664$$

hloubka z	$\sigma_{(z),d}$	$\sigma_{0(z),d}$
m	kPa	kPa
1,20	21,6	14,4

Výslednice zemního tlaku (na 1 m' stěny):

$$\delta_{1,d} = 0,0^\circ = \beta$$

$$S_{0z2,k} = 8,6 \text{ kN}$$

$$1,0 \text{ (- redukce)}$$

$$S_{0z2,d} = 8,6 \text{ kN}$$

$$\gamma_G = 1,0$$

$$S_{0z2,y,d} = 8,6 \text{ kN}$$

Tíha zeminy nad základovou deskou (na 1 m' stěny):

$\gamma_{z,k}$ =	19,0 kN/m ³	- za stěnou
$G_{z1,k}$ =	0,0 kN	
$\gamma_{z,k}$ =	18,0 kN/m ³	- před stěnou
$G_{z2,k}$ =	13,0 kN	1,0 (- redukce)

Vlastní tíha opěrné stěny (na 1 m' stěny):

$\gamma_{b,k}$ =	24,0 kN/m ³
$G_{1,k}$ =	12,2 kN
$G_{2,k}$ =	7,9 kN

MS EQU - Rekapitulace vodorovných a svislých sil:**Vodorovné síly - klopící:**

druh síly	max		max		γ_F	Pozn:
	$H_{sup,d}$	rameno	$M_{sup,d}$	M_k		
velikost síly kN	síly - Z m	statický moment kNm	statický moment kNm			
$S_{0z,y}$	17,02	0,60	10,21	10,21	1,00	délka zákl. desky: 1,0 m
$S_{0q,y}$	5,17	0,90	4,66	3,58	1,30	délka stěny: 1,2 m
$S_{0f,y}$	0,00	1,00	0,00	0,00	1,15	poměr stěna/deska: 1,20
$S_{0z2,y}$	-7,75	0,40	-3,10	-3,44	0,90	
Součet	14,4		11,8	10,3		
			14,1			zvětšený stat. moment

Svislé síly - stabilizující:

druh síly	min		min		γ_F
	V_k	rameno	$V_{inf,d}$	$M_{inf,d}$	
velikost síly kN	síly - y m	statický moment kNm			
G_1	12,24	0,9	11,02	0,95	10,47
G_2	7,92	0,9	7,13	0,55	3,92
G_{z1}	0,00	0,9	0,00	1,10	0,00
G_{z2}	12,96	0,9	11,66	0,40	4,67
Q	0,00	0,9	0,00	1,10	0,00
Součet	33,1		29,8		19,1

POSOUZENÍ NA PŘEKLOPENÍ (STABILITA):

(na 1 m' stěny):

$$\gamma_{stp} = 0,8$$

$$M_{stb,d} = \gamma_{stp} * 19,1 = 15,2 \text{ kNm}$$

$$M_{stb,d} = 15,2 \text{ kNm} > M_{dst,d} = 14,1 \text{ kNm} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

Přehled použitých vzorců:

$$K_0 = (1 - \sin \varphi'_d) * \sqrt{OCR}$$

$$K_{0,\beta} = K_0 * (1 + \sin \beta)$$

$$\sigma_{(z)} = (Z + H_1) * \gamma_{z,d}$$

$$\sigma_{0(z)} = \sigma_{(z)} * K_{0\beta} * \cos \beta$$

$$S_{0z} = 0,5 * \gamma_z * (Z + H_1)^2 * K_{0\beta}$$

$$q_0 = q * K_0$$

$$S_{0q} = q_0 * (Z + H_1)$$

$$\ell_0 = (4 * \ell * x^2 * z) / (\pi * (x^2 + z^2)^2)$$

MS GEO

Vodorovné síly - klopící:

druh síly	H_k	M_k	γ_F	max	
	velikost síly kN	statický moment kNm		$H_{sup,d}$	$M_{sup,d}$
$S_{0z,y}$	17,02	10,21	1,00	17,02	10,21
$S_{0q,y}$	3,98	3,58	1,30	5,17	4,66
$S_{0f,y}$	0,00	0,00	1,15	0,00	0,00
$S_{0z2,y}$	-8,61	-3,44	0,9	-7,75	-3,10
Součet	12,4	10,3		14,4	11,8
				14,1	zvětšený stat. moment

Svislé síly - stabilizující:

druh síly	V_k	M_k	γ_F	min		γ_F	max	
	velikost síly kN	statický moment kNm		$V_{inf,d}$	$M_{inf,d}$		$V_{sup,d}$	$M_{sup,d}$
G_1	12,24	11,63	0,95	11,63	11,05	1,05	12,85	12,21
G_2	7,92	4,36	0,95	7,52	4,14	1,05	8,32	4,57
G_{z1}	0,00	0,00	0,95	0,00	0,00	1,05	0,00	0,00
G_{z2}	12,96	5,18	0,95	12,31	4,92	1,05	13,61	5,44
Q	0,00	0,00	0,95	0,00	0,00	1,30	0,00	0,00
Součet	33,1	21,2		31,5	20,1		34,8	22,2

reduk. q 1,0

ZÁKLADOVÁ PŮDA: HLÍNA písčítá (navážka)

Dle ČSN 73 1001 - tř. F3 MS, dle ISO 14688 - saSi

tuhá konzistence, $q_{dt} = 100$ kPa.

$$q_{dt} = 100 \text{ kPa}$$

$$\phi'_k = 15,0^\circ$$

$$\phi'_d = 12,1^\circ$$

$$\tan \phi'_k = 0,268$$

$$\gamma_{\phi'} = 1,25$$

$$\tan \phi'_d = 0,214$$

$$c'_k = 7,0 \text{ kPa}$$

$$\gamma_{c'} = 1,25$$

$$c'_d = 5,6 \text{ kPa}$$

$$\gamma_{z,k} = 19,0 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_\gamma = 1,0$$

$$\gamma_{z,d} = 19,0 \text{ kN/m}^3$$

A) Pro minimální návrhové svislé síly:

POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI ZÁKLADOVÉ PŮDY:

Výsledný statický moment k bodu 0:

$$M_{0,inf,d} = 6 \text{ kNm}$$

Součet svislých sil:

$$V_{inf,d} = 31 \text{ kN}$$

Vzdálenost výslednice návrhového zatížení od bodu 0:

$$y_{t,d} = 0,19 \text{ m}$$

Excentricita:

$$e_B = 0,36 \text{ m}$$

$$e_{B,max} = 0,37 \text{ m}$$

$$e_{B,max} = B / 3$$

$e_B =$	0,36 m	<	$e_{B, \max} =$	0,37 m	SPLNĚNO
$B' =$	0,38 m		$A' =$	0,38 m ²	
$\sigma_{gd} =$	83 kPa	<	$q_{dt} =$	100 kPa	<u>VYHOVUJE</u>

Použité vzorce:

$$y_{t,d} = M_{0,d} / F_{inf,d}$$

$$e_d = B / 2 - y_{t,d}$$

$$B' = B - 2 \cdot e_d$$

$$R/A' = F_{inf,d} / A'$$

POSOUZENÍ NA POSUNUTÍ:

(na 1 m' stěny):

Vodorovné síly posouvající:

$$H_{sup,d} = 14,4 \text{ kN}$$

- Odpor v základové spáře:

$$\delta_d = 12,1^\circ$$

$$\text{tg } \delta_d = 0,214$$

$$R'_{Hd} = V_{inf,d} \cdot \text{tg } \delta_d = 6,7 \text{ kN}$$

$$1,0 \text{ redukce } \delta_d$$

$$K_p = 1,530$$

$$45^\circ + \varphi'_d / 2 = 51,0^\circ$$

$$\text{tg } (45^\circ + \varphi'_d / 2) = 1,237$$

- Odpor z boku opěrné stěny - pasivní zemní tlak:

(viz zemina zásypu před stěnou)

$$K_p = 2,010$$

$$45^\circ + \varphi'_d / 2 = 54,8^\circ$$

$$\text{tg } (45^\circ + \varphi'_d / 2) = 1,418$$

redukce 0,8 snížený pasivní tlak

Výška odporující zeminy před konstrukcí: 1,20 m

hloubka z m	$\sigma_{z,d}$ kN/m ²	$\sigma_{pz,1,d}$ kN/m ²	$\sigma'_{pz,1,d}$ kN/m ²
0,00	0,0	0,0	(průměr)
1,20	18,2	36,7	

vliv odkopání a vrácení zeminy

0,8 redukce $\gamma_{z,k}$

$$\sigma_{p1,c,d} = 13,6 \text{ kN/m}^2$$

pasivní z. tlak od tíhy zeminy

$$\sigma_{p,1,d} = 31,9 \text{ kN/m}^2$$

pasivní z. tlak od soudržnosti

$$R_{Hp,1,d} = 30,7 \text{ kN}$$

celkový pasivní zemní tlak

Síla odporu - snížený pasivní tlak

Výška odporující zeminy pod konstrukcí (ozub):

0,00 m

$$\sigma_{pz,2,d} = 27,9 \text{ kN/m}^2$$

pasivní z. tlak od tíhy zeminy

$$\sigma_{p2,c,d} = 13,9 \text{ kN/m}^2$$

pasivní z. tlak od soudržnosti

$$\sigma_{p,2,d} = 41,8 \text{ kN/m}^2$$

celkový pasivní zemní tlak

$$R_{Hp,2,d} = 0,0 \text{ kN}$$

Síla odporu - snížený pasivní tlak

$$R_{Hp,d} = 30,7 \text{ kN}$$

Celková síla odporu - snížený pasivní tlak

Celková síla odporu proti posunutí:

$R_{H,d}$

$$H_{sup,d} = 14,4 \text{ kN}$$

<

$$R_{H,d} = 37,4 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

Použité vzorce:

$$K_p = \text{tg}^2 (45^\circ + \varphi'_d / 2)$$

$$\sigma_{p,d} = \sigma_{z,d} \cdot K_p$$

$$\sigma_{p,1,d} = \sigma'_{pz,1,d} + \sigma_{p,c,d}$$

$$\sigma_{p,c,d} = 2 \cdot c'_d \cdot \sqrt{K_p}$$

$$R_{H,d} = R'_{H,d} + R_{Hp,d}$$

B) Pro maximální návrhové svislé síly:

POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI ZÁKLADOVÉ PŮDY:

Výsledný statický moment k bodu 0:

$$M_{0,sup,d} = 8 \text{ kNm}$$

Součet svislých sil:

$$V_{sup,d} = 35 \text{ kN}$$

Vzdálenost výslednice návrhového zatížení od bodu 0:

$$y_{t,d} = 0,23 \text{ m}$$

Excentricita:

$$e_B = 0,32 \text{ m} \quad e_{B, \max} = 0,37 \text{ m} \quad e_{B, \max} = B / 3$$

$$e_B = 0,32 \text{ m} < e_{\max, d} = 0,37 \text{ m} \quad \text{SPLNĚNO}$$

$$B' = 0,47 \text{ m} \quad A' = 0,47 \text{ m}^2$$

$$\sigma_{gd} = 75 \text{ kPa} < q_{dt} = 100 \text{ kPa} \quad \text{VYHOVUJE}$$

POSOUZENÍ NA POSUNUTÍ:

(na 1 m' stěny):

Vodorovné síly posouvající:

$$H_{\text{sup}, d} = 14,4 \text{ kN}$$

- Odpor v základové spáře:

$$\delta_d = 12,1^\circ$$

$$\text{tg } \delta_d = 0,214$$

$$R'_{Hd} = V_{\text{sup}, d} * \text{tg } \delta_d = 7,5 \text{ kN}$$

$$1,0 \text{ redukce } \delta_d$$

$$K_p = 1,530$$

- Odpor z boku opěrné stěny - pasivní zemní tlak:

$$K_p = 2,010$$

redukce 0,8 snížený pasivní tlak

Výška odporující zeminy před konstrukcí: 1,20 m

hloubka z m	$\sigma_{z, d}$ kPa	$\sigma_{pz, 1, d}$ kPa	$\sigma'_{pz, 1, d}$ kPa
0,00	0,0	0,0	(průměr)
1,20	18,2	36,7	18,3

vliv odkopání a vrácení zeminy

$$0,8 \text{ redukce } \gamma_{z, k}$$

pasivní z. tlak od tíhy zeminy

$$\sigma_{p1, c, d} = 13,6 \text{ kN/m}^2$$

pasivní z. tlak od soudržnosti

$$\sigma_{p, 1, d} = 31,9 \text{ kN/m}^2$$

celkový pasivní zemní tlak

$$R_{Hp, 1, d} = 30,7 \text{ kN}$$

Síla odporu - snížený pasivní tlak

Výška odporující zeminy pod konstrukcí (ozub): 0,00 m

$$\sigma_{pz, 2, d} = 27,9 \text{ kN/m}^2$$

pasivní z. tlak od tíhy zeminy

$$\sigma_{p2, c, d} = 13,9 \text{ kN/m}^2$$

pasivní z. tlak od soudržnosti

$$\sigma_{p, 2, d} = 41,8 \text{ kN/m}^2$$

celkový pasivní zemní tlak

$$R_{Hp, 2, d} = 0,0 \text{ kN}$$

Síla odporu - snížený pasivní tlak

$$R_{Hp, d} = 30,7 \text{ kN}$$

Celková síla odporu - snížený pasivní tlak

Celková síla odporu proti posunutí:

$$R_{H, d}$$

$$H_{\text{sup}, d} = 14,4 \text{ kN}$$

<

$$R_{H, d} = 38,1 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

MS STR

POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI ŽB OPĚRNÉ STĚNY:

SVISLÁ STĚNA - ve svislém směru:

ZEMNÍ TLAK V KLIDU NA STĚNU:

• Od zeminy za stěnou:

(na 1 m' stěny)

Pro svislý rub ŽB konstrukce:

$$K_0 = 0,553$$

$$K_{0\beta} = 0,553$$

hloubka z m	$\sigma_{(z), k}$ kPa	$\sigma_{0(z), k}$ kPa
1,50	28,5	15,8

Vodorovné zatížení v hl. z (zemní tlak v klidu):

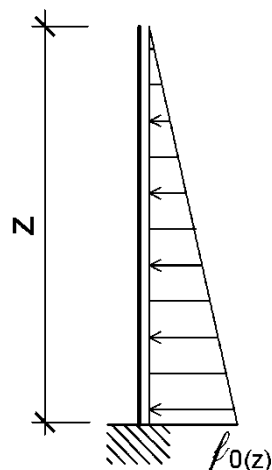
Zemní tlak:

$$\sigma_{0(z), k} = 15,8 \text{ kN/m'}$$

$$\sigma_{0(z), d} = 18,1 \text{ kN/m'}$$

$$\gamma_G = 1,15$$

STATICKÉ SCHÉMA



Ohybový moment v patě stěny:

$$M_{z,d} = 6,8 \text{ kNm}$$

Smyková síla v patě stěny:

$$V_{z,d} = 13,6 \text{ kN}$$

• Od rovnoměrného zatížení terénu za stěnou:

Užitné zatížení terénu za stěnou:

svislé

$$q_{\square,k} = 4,0 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{\square,d} = 6,0 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma_Q = 1,5$$

Zatížení zeminou nad horním okrajem stěny:

svislé

$$\text{Výška zeminy } z_N = 0,0 \text{ m}$$

$$g_{\square,ZN,k} = 0,0 \text{ kN/m}^2$$

$$g_{\square,ZN,d} = 0,0 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma_G = 1,15$$

Celkem:

$$f_{\square,k} = 4,0 \text{ kN/m}^2$$

$$f_{\square,d} = 6,0 \text{ kN/m}^2$$

Vodorovné zatížení (zemní tlak v klidu):

(na 1 m' stěny)

$$f_{0,k} = 2,2 \text{ kN/m'}$$

$$f_{0,d} = 3,3 \text{ kN/m'}$$

Návrhový ohybový moment v patě stěny:

(na 1 m' stěny)

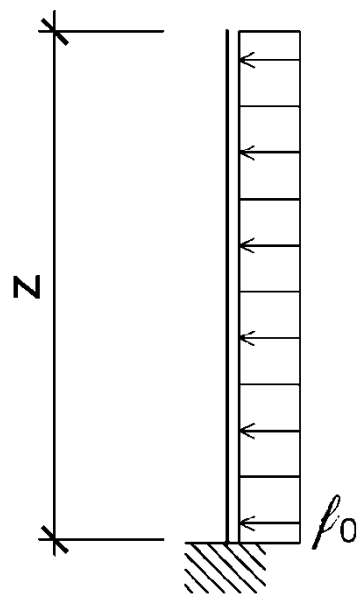
$$M_{f,d} = 3,7 \text{ kNm}$$

Návrhová smyková síla v patě stěny:

(na 1 m' stěny)

$$V_{f,d} = 5,0 \text{ kN}$$

STATICKÉ SCHÉMA



Celkem:

Zatížení je přenášeno z šířky:

Ohybový moment v patě stěny:

$$\check{s} = 1,2 \text{ m}$$

$$M_{Ed} = 10,5 \text{ kNm}$$

Zvětšené M a V:

Smyková síla v patě stěny:

$$M_{Ed} = 12,6 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 18,6 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 22,3 \text{ kN}$$

POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI:

pro pruh šířky 1,0 m

OHYB:

$$M_{Ed} = 12,6 \text{ kNm} \quad \text{návrhový ohybový moment}$$

NAVRŽEN PRŮŘEZ:

(Budova: konstr. tř. S4, návrh. životn. 80 let. Stupeň vlivu prostředí XC2-(mokrý, občas suchý)

Krytí výztuže - návrhová hodnota **c**:

Pro podélnou výztuž:

$$c_{min} = 25 \text{ mm}$$

$$c_{min,b} = \phi = 10 \text{ mm}$$

$$c_{min,dur} = 25 \text{ mm}$$

$$10 \text{ mm}$$

$$c = 40 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = 35 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$$

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$h = 300 \text{ mm}$$

$$c = 40 \text{ mm}$$

$$d = 255 \text{ mm}$$

$$d_1 = 45 \text{ mm}$$

$$A_c = 300000 \text{ mm}^2$$

BETON: **C25/30 (B 30)**

$$f_{ck} = 25,0$$

$$\gamma_c = 1,5$$

$$\alpha_{cc} = 1,0$$

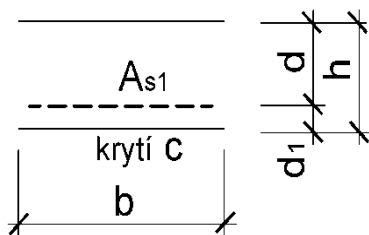
$$f_{cd} = 16,7 \text{ MPa}$$

$$\eta = 1,0$$

$$\lambda = 0,8$$

$$f_{ctm} = 2,6 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{cu3} = 0,35 \%$$



OCEL: **B500B (10505 - ϕR)**

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$E_s = 200 \text{ GPa}$$

$$f_{yd} = 434,8 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{yd} = 0,217 \%$$

$$\gamma_s = 1,15$$

VÝZTUŽ: **$\phi R 10$** á 200 mm + **$\phi R 0$** á 200 mm

$$A_{s11} = 392,5 \text{ mm}^2$$

$$A_{s12} = 0,0 \text{ mm}^2$$

$$A_{s1} = 392,5 \text{ mm}^2$$

>

$$A_{s,min} = 344,8 \text{ mm}^2$$

SPLNĚNO

$$\max s = 600 \text{ mm}$$

$$300 \text{ mm}$$

<

$$A_{s,max} = 12000,0 \text{ mm}^2$$

SPLNĚNO

$$x = 13 \text{ mm}$$

$$\xi = 0,050$$

<

$$\xi_{bal,1} = 0,617$$

SPLNĚNO

$$M_{Rd} = 42,6 \text{ kNm}$$

>

$$M_{Ed} = 12,6 \text{ kNm}$$

VYHOVUJE

Rozdělovací výztuž:

$\phi R 10$

á 200 mm

$$A_{s,r} = 392,5 \text{ mm}^2/\text{m}'$$

$$\max s_r = 900 \text{ mm}$$

$$400 \text{ mm}$$

$$A_{s,r,min} = 78,5 \text{ mm}^2/\text{m}'$$

SMYK:

$$V_{Ed} = 22,3 \text{ kN}$$

$$b_w = 1000 \text{ mm}$$

$$N_E = 0,0 \text{ kN}$$

Smyková únosnost bez smykové výztuže:

$$A_{sl} = 392,5 \text{ mm}^2$$

5

$\phi R 10$

$$\rho_l = 0,001539$$

<

$$\rho_{l,max} = 0,02$$

SPLNĚNO

$$\text{souč. míry zakotvení: } 1,0$$

$$C_{Rd,c} = 0,12$$

$$k = 1,89$$

$$\sigma_{cp} = 0,00 \text{ MPa}$$

<

$$0,2 \cdot f_{cd} = 3,33 \text{ MPa}$$

SPLNĚNO

$$V_{Rcm} = 90,4 \text{ kN}$$

smyková únosnost při působení ohybu bez smyk.výztuže

$$V_{Rcn} = 0,0 \text{ kN}$$

smyková únosnost při působení normální síly bez smyk.výz.

$$V'_{Rdc} = 90,4 \text{ kN}$$

celková smyková únosnost desky bez smykové výztuže

$$V_{min} = 0,45 \text{ MPa} \quad \min V_{Rd,c} = 115,5 \text{ kN} \quad \min. \text{ smyková únosnost desky bez podélné výztuže}$$

$$V_{Rd,c} = 115,5 \text{ kN}$$

>

$$V_{Ed} = 22,3 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

VODOROVNÁ ZÁKLADOVÁ DESKA:

Část B₃ před lícem stěny:

Reakce základové půdy:

$$\sigma_d = 74,0 \text{ kN/m}^2$$

bez tíhy zákl. desky a zásypu

Vyložení konzoly:

$$B_3 = 0,80 \text{ m}$$

$$B'_{max} = 0,47 \text{ m}$$

(na 1 m' stěny)

Ohybový moment v líci stěny:

$$M_{Ed} = 21,1 \text{ kNm}$$

dolní líc zákl. desky

Smyk v líci stěny:

$$V_{Ed} = 34,5 \text{ kN}$$

POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI:

pro pruh šířky 1,0 m

OHYB:

$$M_{Ed} = 21,1 \text{ kNm}$$

návrhový ohybový moment

NAVRŽEN PRŮŘEZ:

(Budova: konstr. tř. S4, návrh. životn. 80 let. Stupeň vlivu prostředí XC2-(mokrý, občas suchý)

Krytí výztuže - návrhová hodnota **C**:

Pro podélnou výztuž:

$$c_{min} = 45 \text{ mm}$$

$$c_{min,b} = \phi = 10 \text{ mm}$$

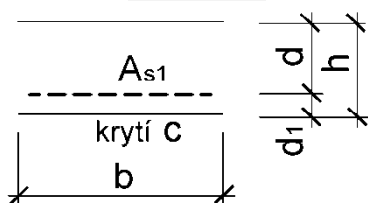
$$c_{min,dur} = 45 \text{ mm}$$

$$10 \text{ mm}$$

$$c = 55 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = 55 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$$



$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$h = 300 \text{ mm}$$

$$c = 55 \text{ mm}$$

$$d = 240 \text{ mm}$$

$$d_1 = 60 \text{ mm}$$

$$A_c = 300000 \text{ mm}^2$$

BETON: **C20/25 (B 25)**

$$f_{ck} = 20,0$$

$$\gamma_c = 1,5$$

$$\alpha_{cc} = 1,0$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ MPa} \quad \eta = 1,0 \quad \lambda = 0,8$$

$$f_{ctm} = 2,2 \text{ MPa} \quad \epsilon_{cu3} = 0,35 \%$$

OCEL: **B500B (10505 - ϕR)**

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa} \quad E_s = 200 \text{ GPa}$$

$$f_{yd} = 434,8 \text{ MPa} \quad \epsilon_{yd} = 0,217 \% \quad \gamma_s = 1,15$$

VÝZTUŽ: **$\phi R 10$** á 200 mm + **$\phi R 0$** á 200 mm

$$A_{s11} = 392,5 \text{ mm}^2 \quad A_{s12} = 0,0 \text{ mm}^2$$

$$A_{s1} = 392,5 \text{ mm}^2 > A_{s,min} = 312,0 \text{ mm}^2 \quad \text{SPLNĚNO}$$

$$\max s = 600 \text{ mm} \quad 300 \text{ mm} < A_{s,max} = 12000,0 \text{ mm}^2 \quad \text{SPLNĚNO}$$

$$x = 16 \text{ mm} \quad \xi = 0,067 < \xi_{bal,1} = 0,617 \quad \text{SPLNĚNO}$$

$$M_{Rd} = 39,9 \text{ kNm} > M_{Ed} = 21,1 \text{ kNm} \quad \textbf{VYHOVUJE}$$

Rozdělovací výztuž: **$\phi R 8$** á 250 mm $A_{s,r} = 201,0 \text{ mm}^2/\text{m}'$

$$\max s_r = 900 \text{ mm} \quad 400 \text{ mm} \quad A_{s,r,min} = 78,5 \text{ mm}^2/\text{m}'$$

SMYK:

$$V_{Ed} = 34,5 \text{ kN}$$

$$b_w = 1000 \text{ mm} \quad N_E = 0,0 \text{ kN}$$

Smyková únosnost bez smykové výztuže:

$$A_{sl} = 392,5 \text{ mm}^2 \quad \mathbf{5} \quad \phi R 10$$

$$\rho_l = 0,001635 < \rho_{l,max} = 0,02 \quad \text{SPLNĚNO} \quad \text{souč. míry zakotvení: } 1,0$$

$$C_{Rd,c} = 0,12 \quad k = 1,91$$

$$\sigma_{cp} = 0,00 \text{ MPa} < 0,2 \cdot f_{cd} = 2,67 \text{ MPa} \quad \text{SPLNĚNO}$$

$$V_{Rcm} = 81,8 \text{ kN} \quad \text{smyková únosnost při působení ohybu bez smyk.výztuže}$$

$$V_{Rcn} = 0,0 \text{ kN} \quad \text{smyková únosnost při působení normální síly bez smyk.výz.}$$

$$V'_{Rdc} = 81,8 \text{ kN} \quad \text{celková smyková únosnost desky bez smykové výztuže}$$

$$V_{min} = 0,41 \text{ MPa} \quad \min V_{Rd,c} = 99,4 \text{ kN} \quad \text{min. smyková únosnost desky bez podélné výztuže}$$

$$V_{Rd,c} = 99,4 \text{ kN} > V_{Ed} = 34,5 \text{ kN} \quad \textbf{VYHOVUJE}$$