

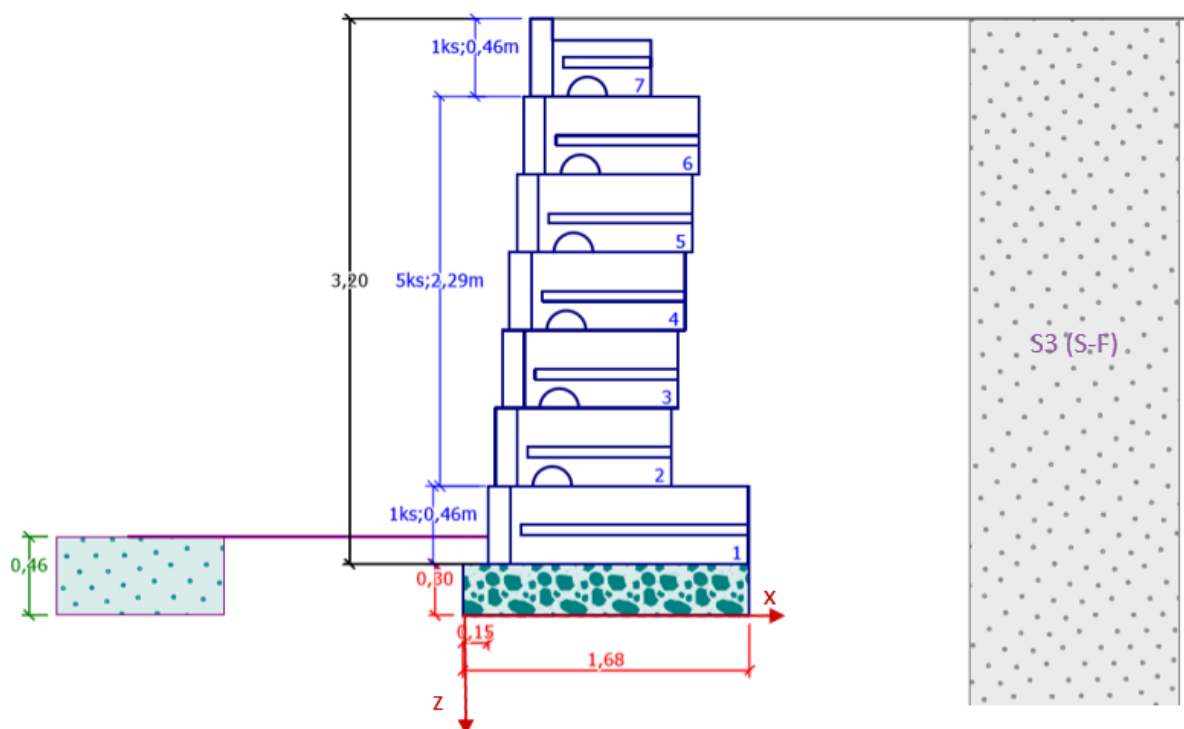
## Posouzení blokové zdi RediRock

Program: Redi Rock Wall  
Soubor: Demo\_vm\_metric\_04.grr

V tomto verifikačním manuálu je uveden ruční výpočet posouzení blokové zdi RediRock na trvalou návrhovou situaci. Aby byla dokázána shodnost výsledků, ruční výpočet je porovnán s výsledky programu GEO5 – Redi Rock Wall.

### Zadání úlohy:

Na Obr. 1 je znázorněn příklad blokové zdi, složené se 7 bloků RediRock. Odstupy jednotlivých bloků jsou 41 mm. Před lícem i za rubem zdi je uvažovaná homogenní zemina S3 (S-F). Pod zdí je realizován základ z drti o tloušťce 0,30 m. Vlastnosti zeminy a materiálu základu (efektivní hodnoty) jsou uvedeny v tabulce 1. Posouzení zdi je provedeno dle stupňů bezpečnosti a výpočet únosnosti základové půdy je proveden dle normy NCMA.



Obr. 1 Konstrukce blokové zdi – geometrie

Materiál	Objemová tíha zeminy $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Úhel vnitřního tření $\varphi_{ef}$ [°]	Soudržnost zeminy $c_{ef}$ [kPa]	Třecí úhel kce - zemina $\delta$ [°]
S3 (S-F)	18,85	28,00	0,00	18,30
Drť	20,42	40,00	0,00	26,00

Tabulka 1 Efektivní vlastnosti materiálů

## Posouzení celé zdi

**Výpočet tíhy a těžiště konstrukce zdi.** Zeď je rozdělena na 8 bloků (7 RediRock bloků a základ), které jsou znázorněny na Obr. 1. V tabulce 2 jsou uvedeny rozměry jednotlivých částí, tíhy a polohy těžišť.

Číslo bloku	Typ bloku	Výška $h_i$ [m]	Šířka $w_i$ [m]	Plocha $A_i$ [m <sup>2</sup> ]	Obj. tíha $\gamma_i$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Tíha $W_i$ [kN/m]	Těžiště plochy		$W_i \cdot x_i$	$W_i \cdot z_i$
							$x_i$ [m]	$z_i$ [m]		
1	60	0,4572	1,524	0,697	20,42	14,233	0,912	-0,529	12,980	-7,529
2	41	0,4572	1,029	0,470	20,42	9,597	0,706	-0,986	6,775	-9,463
3	41	0,4572	1,029	0,470	20,42	9,597	0,747	-1,443	7,169	-13,848
4	41	0,4572	1,029	0,470	20,42	9,597	0,788	-1,900	7,562	-18,234
5	41	0,4572	1,029	0,470	20,42	9,597	0,830	-2,357	7,966	-22,620
6	41	0,4572	1,029	0,470	20,42	9,597	0,871	-2,815	8,359	-27,016
7	28	0,4572	0,705	0,262	20,42	5,350	0,750	-3,272	4,013	-17,505
8	Základ	0,300	1,680	0,504	20,42	10,292	0,840	-0,150	8,645	-1,544
Celkem						77,860	-	-	63,469	-117,759

Tabulka 2 Rozměry, tíha a poloha těžišť jednotlivých bloků

- Těžiště konstrukce zdi:

$$x_t = \frac{\sum_1^5 W_i \cdot x_i}{\sum_1^5 W_i} = \frac{63,469}{77,860} = 0,815 \text{ m}$$

$$z_t = \frac{\sum_1^5 W_i \cdot z_i}{\sum_1^5 W_i} = \frac{-117,759}{77,860} = -1,512 \text{ m}$$

**Výpočet odporu zeminy na líci konstrukce.** Mocnost zeminy před konstrukcí zdi je 0,46 m. Je předpokládán tlak v klidu.

- Součinitel zemního tlaku v klidu:  
(Pro nesoudržné zeminy je vypočten součinitel zemního tlaku v klidu  $K_0$  dle Jakyho)  
 $K_0 = 1 - \sin \varphi = 1 - \sin(28,00) = 0,531$
- Svislé geostatické napětí  $\sigma_z$  v úrovni základové spáry:  
 $\sigma_z = \gamma \cdot h = 18,85 \cdot 0,46 = 8,671 \text{ kPa}$
- Tlak v klidu v úrovni základové spáry:  
 $\sigma_0 = \sigma_z \cdot K_0 = 8,671 \cdot 0,531 = 4,604 \text{ kPa}$

- Výslednice tlaku v klidu  $S_0$ :

(Výslednice  $S_0$  působí jen ve vodorovném směru, proto platí  $S_0 = S_{0x}$  a  $S_{0z} = 0$ )

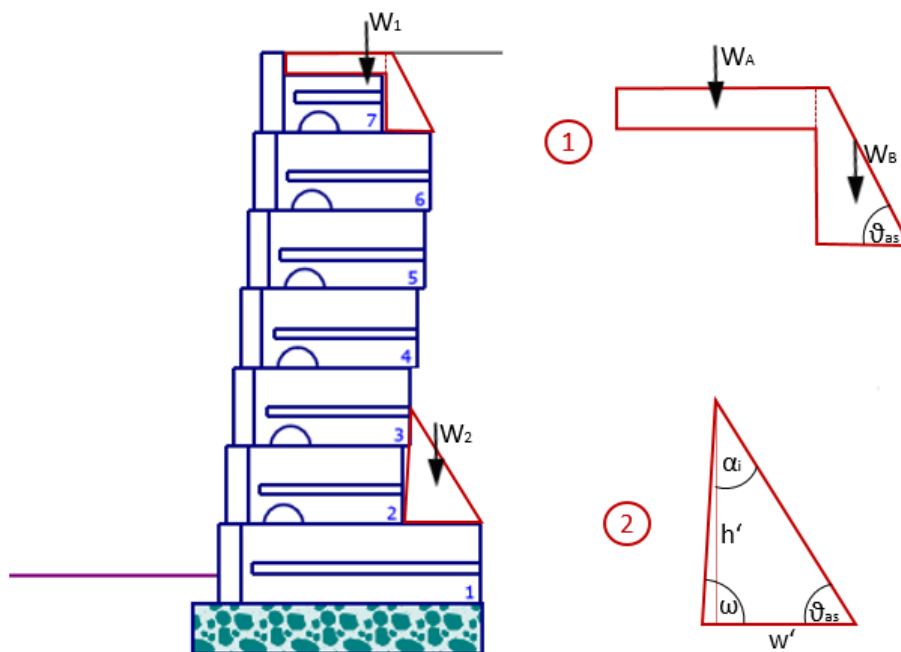
$$S_0 = \frac{1}{2} \cdot \sigma_0 \cdot h = \frac{1}{2} \cdot 4,604 \cdot 0,46 = 1,059 \text{ kN/m}$$

- Působíště výslednice  $S_0$ :

$$x_0 = \frac{0,150}{2} = 0,075 \text{ m}$$

$$z_0 = -\frac{1}{3}h = -\frac{1}{3} \cdot 0,46 = -0,153 \text{ m}$$

**Výpočet tíhy a těžiště zemních klínů.** Na obr. 2 jsou zobrazené dva zemní klíny, které vznikají nad odstupy ve vrcholu zdi a na rubu zdi. Geometrie obou zemních klínů je daná úhlem  $\vartheta_{as}$ .



Obr. 2 Zemní klíny - geometrie

- Výpočet úhlu  $\alpha_i$  je proveden iteračně:

$$\sin^2(\alpha) = \frac{\sin(\varphi - \beta) \cdot \cos(\alpha_i + \varphi)}{2 \cdot \tan(\varphi) \cdot \cos(\alpha_i - \beta)} \rightarrow \alpha_i = \arcsin \left( \sqrt{\frac{\sin(\varphi - \beta) \cdot \cos(\alpha_i + \varphi)}{2 \cdot \tan(\varphi) \cdot \cos(\alpha_i - \beta)}} \right)$$

$\beta = 0,000^\circ$  -sklon povrchu terénu

$\alpha_i = 30,000^\circ$  -odhad

$$1.\text{iterace: } \alpha_i = \arcsin \left( \sqrt{\frac{\sin(28,00 - 0,00) \cdot \cos(30,00 + 28,00)}{2 \cdot \tan(28,00) \cdot \cos(30,00 - 0,00)}} \right) = 31,32^\circ$$

$$2.\text{iterace: } \alpha_i = \arcsin \left( \sqrt{\frac{\sin(28,00 - 0,00) \cdot \cos(31,32 + 28,00)}{2 \cdot \tan(28,00) \cdot \cos(31,32 - 0,00)}} \right) = 30,90^\circ$$

$$3.\text{iterace: } \alpha_i = \arcsin \left( \sqrt{\frac{\sin(28,00 - 0,00) \cdot \cos(30,90 + 28,00)}{2 \cdot \tan(28,00) \cdot \cos(30,90 - 0,00)}} \right) = 31,03^\circ$$

$$4.\text{iterace: } \alpha_i = \arcsin \left( \sqrt{\frac{\sin(28,00 - 0,00) \cdot \cos(31,03 + 28,00)}{2 \cdot \tan(28,00) \cdot \cos(31,03 - 0,00)}} \right) = 30,99^\circ$$

$$5.\text{iterace: } \alpha_i = \arcsin \left( \sqrt{\frac{\sin(28,00 - 0,00) \cdot \cos(30,99 + 28,00)}{2 \cdot \tan(28,00) \cdot \cos(30,99 - 0,00)}} \right) = 31,00^\circ$$

$$6.\text{iterace: } \alpha_i = \arcsin \left( \sqrt{\frac{\sin(28,00 - 0,00) \cdot \cos(31,00 + 28,00)}{2 \cdot \tan(28,00) \cdot \cos(31,00 - 0,00)}} \right) = 31,00^\circ$$

- Sklon zemního klínu je daný úhlem  $\vartheta_{as}$  :  
 $\vartheta_{as} = 90,00^\circ - \alpha_i = 90,00^\circ - 31,00^\circ = 59,00^\circ$

- Zemní klín č. 1, je složen ze dvou částí A a B:  
 $W_A = (0,1 \cdot (0,705 \cdot 0,1)) \cdot 18,85 = 1,140 \text{ kN} / m$

$$W_B = \left( \frac{2 \cdot (1,0287 - 0,7048 - 0,041) - \frac{0,457}{\tan(59,00)}}{2} \cdot 0,457 \right) \cdot 18,85 = 1,252 \text{ kN} / m$$

- Působíště částí A a B zemního klínu 1:

$$x_A = 0,150 + 0,041 \cdot 6 + 0,100 + \frac{(0,705 - 0,100)}{2} = 0,800 \text{ m}$$

$$z_A = -0,300 - 0,457 \cdot 7 + \frac{0,100}{2} = -3,450 \text{ m}$$

$$x_B = 0,150 + 0,041 \cdot 6 + 0,705 + \frac{1,029 - 0,041 - 0,705}{3} = 1,197 \text{ m}$$

$$z_B = -0,300 - 0,457 \cdot 6 - \frac{0,457}{3} = -3,196 \text{ m}$$

- Výsledná tíha a působíště zemního klínu 1:

$$W_1 = W_A + W_B = 1,140 + 1,252 = 2,392 \text{ kN} / m$$

$$x_1 = \frac{W_A \cdot x_A + W_B \cdot x_B}{W_1} = \frac{1,140 \cdot 0,800 + 1,252 \cdot 1,197}{2,392} = 1,008 \text{ m}$$

$$z_1 = \frac{W_A \cdot z_A + W_B \cdot z_B}{W_1} = \frac{1,140 \cdot (-3,450) + 1,252 \cdot (-3,196)}{2,392} = -3,317 \text{ m}$$

- Výsledná tíha a působíště zemního klínu 2:

$$\omega = \arctan\left(\frac{5 \cdot 0,4572}{4 \cdot 0,041275}\right) = 85,869^\circ$$

$$w' = (1,524 - 1,0287 - 0,041275) = 0,454 \text{ m}$$

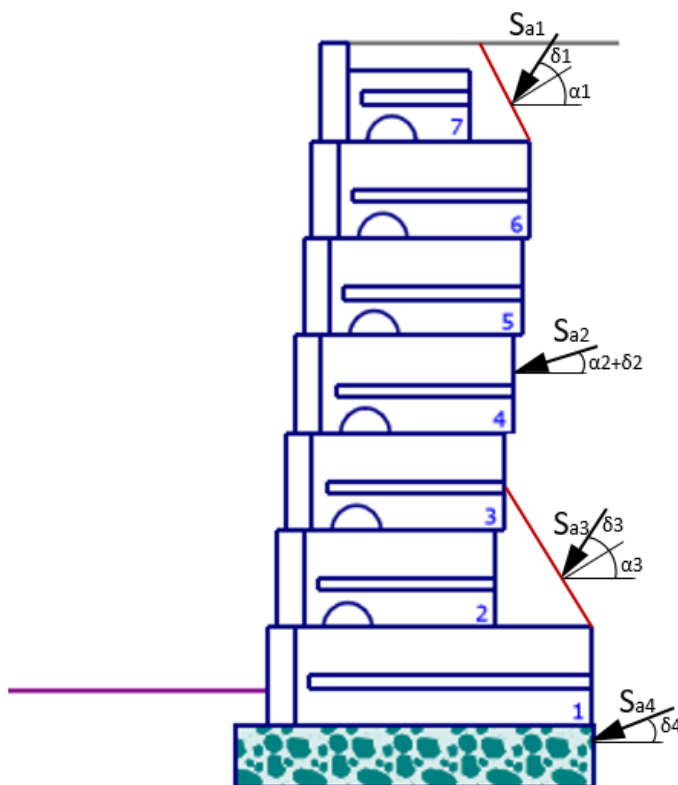
$$h' = 0,454 \cdot \frac{\tan(85,869) \cdot \tan(59,000)}{\tan(85,869) + \tan(59,000)} = 0,675 \text{ m}$$

$$W_2 = \frac{0,675^2}{2} \cdot \left( \frac{1}{\tan(85,869)} + \frac{1}{\tan(59,000)} \right) \cdot 18,85 = 2,884 \text{ kN/m}$$

$$x_2 = 0,150 + 0,041 + 1,0287 + \frac{(0,454 + 0,675 \cdot \cos(85,869))}{3} = 1,388 \text{ m}$$

$$z_2 = -0,300 - 0,457 - \frac{0,675}{3} = -0,982 \text{ m}$$

**Výpočet aktivního zemního tlaku.** Výpočet aktivního zemního tlaku je rozdělen do 4 úrovní, které jsou zobrazené na obr. 3. Pro každou úroveň je spočítán součinitel aktivního tlaku samostatně. Aktivní zemní tlak je počítán dle teorie Coulomba.



Obr. 3 Zobrazení výslednic aktivního tlaku

- Součinitele aktivního zemního tlaku ve všech vrstvách:  
 $\alpha$  - sklon rubu zdi, zemního klínu  
 $\beta = 0^\circ$  - sklon upraveného povrchu terénu  
 Ve výpočtu jsou použity efektivní hodnoty parametru zeminy z tabulky 1

$K_a$  - součinitel aktivního zemního tlaku

$$K_{ai} = \frac{\cos^2(\varphi - \alpha_i)}{\cos^2(\alpha_i) \cdot \cos(\alpha_i + \delta_i) \cdot \left( 1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta_i) \cdot \sin(\varphi - \beta)}{\cos(\alpha_i + \delta_i) \cdot \cos(\alpha_i - \beta)}} \right)^2}$$

Výpočet pro první úroveň:

$$\alpha_1 = 31,00^\circ$$

$$\delta_1 = \varphi = 28,00^\circ$$

$$K_{a1} = \frac{\cos^2(28,0 - 31,0)}{\cos^2(31,0) \cdot \cos(31,0 + 28,0) \cdot \left( 1 + \sqrt{\frac{\sin(28,0 + 28,0) \cdot \sin(28,0 - 0,0)}{\cos(31,0 + 28,0) \cdot \cos(31,0 - 0,0)}} \right)^2} = 0,701$$

Výpočet pro druhou úroveň:

$$\alpha_2 = \arctan\left(\frac{4 \cdot 0,041275}{5 \cdot 0,4572}\right) \cdot (-1) = -4,13^\circ$$

$$\delta_2 = 18,30^\circ$$

$$K_{a2} = \frac{\cos^2(28,0 + 4,13)}{\cos^2(-4,13) \cdot \cos(-4,13 + 18,3) \cdot \left( 1 + \sqrt{\frac{\sin(28,0 + 18,3) \cdot \sin(28,0 - 0,0)}{\cos(-4,13 + 18,3) \cdot \cos(-4,13 - 0,0)}} \right)^2} = 0,293$$

Výpočet pro třetí úroveň:

$$\alpha_3 = 31,00^\circ$$

$$\delta_3 = \varphi = 28,00^\circ$$

$$K_{a3} = \frac{\cos^2(28,0 - 31,0)}{\cos^2(31,0) \cdot \cos(31,0 + 28,0) \cdot \left( 1 + \sqrt{\frac{\sin(28,0 + 28,0) \cdot \sin(28,0 - 0,0)}{\cos(31,0 + 28,0) \cdot \cos(31,0 - 0,0)}} \right)^2} = 0,701$$

Výpočet pro čtvrtou úroveň:

$$\alpha_4 = 0,00^\circ$$

$$\delta_4 = 18,30^\circ$$

$$K_{a4} = \frac{\cos^2(28,0 - 0,0)}{\cos^2(0,0) \cdot \cos(0,0 + 18,3) \cdot \left( 1 + \sqrt{\frac{\sin(28,0 + 18,3) \cdot \sin(28,0 - 0,0)}{\cos(0,0 + 18,3) \cdot \cos(0,0 - 0,0)}} \right)^2} = 0,322$$

- Svislé geostatické napětí  $\sigma_z$  ve všech úrovních:

$$\sigma_{z0} = 0,000 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{z1} = \gamma \cdot h_1 = 18,85 \cdot 0,457 = 8,614 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{z2} = \sigma_{z1} + \gamma \cdot h_2 = 8,614 + 18,85 \cdot 1,611 = 38,981 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{z3} = \sigma_{z2} + \gamma \cdot h_3 = 38,981 + 18,85 \cdot 0,675 = 51,705 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{z4} = \sigma_{z3} + \gamma \cdot h_4 = 51,705 + 18,85 \cdot 0,757 = 65,974 \text{ kPa}$$

- Aktivní zemní tlak  $\sigma_a$  ve všech úrovních:

$$\sigma_{a1,a} = \sigma_{z0} \cdot K_{a1} = 0,000 \cdot 0,701 = 0,000 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{a1,b} = \sigma_{z1} \cdot K_{a1} = 8,614 \cdot 0,701 = 6,038 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{a2,a} = \sigma_{z1} \cdot K_{a2} = 8,614 \cdot 0,293 = 2,524 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{a2,b} = \sigma_{z2} \cdot K_{a2} = 38,981 \cdot 0,293 = 11,421 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{a3,a} = \sigma_{z2} \cdot K_{a2} = 38,981 \cdot 0,701 = 27,326 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{a3,b} = \sigma_{z3} \cdot K_{a3} = 51,705 \cdot 0,701 = 36,245 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{a4,a} = \sigma_{z3} \cdot K_{a4} = 51,705 \cdot 0,322 = 16,649 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{a4,b} = \sigma_{z4} \cdot K_{a4} = 65,974 \cdot 0,322 = 21,244 \text{ kPa}$$

- Výslednice aktivního zemního tlaku  $S_{ai}$  a jejich vodorovné a svislé složky:

$$S_{a1} = \frac{1}{2} \cdot \sigma_{a1,b} \cdot h_1 = \frac{1}{2} \cdot 6,038 \cdot 0,457 = 1,380 \text{ kN/m}$$

$$S_{a1,x} = S_{a1} \cdot \cos(\alpha_1 + \delta_1) = 1,380 \cdot \cos(31,0 + 28,0) = 0,711 \text{ kN/m}$$

$$S_{a1,z} = S_{a1} \cdot \sin(\alpha_1 + \delta_1) = 1,380 \cdot \sin(31,0 + 28,0) = 1,183 \text{ kN/m}$$

$$S_{a2} = \frac{1}{2} \cdot (\sigma_{a2,b} - \sigma_{a2,a}) \cdot h_2 + \sigma_{a2,a} \cdot h_2 = \frac{1}{2} \cdot (11,421 - 2,524) \cdot 1,611 + 2,524 \cdot 1,611 = 11,233 \text{ kN/m}$$

$$S_{a2,x} = S_{a2} \cdot \cos(\alpha_2 + \delta_2) = 11,233 \cdot \cos(-4,13 + 18,30) = 10,891 \text{ kN/m}$$

$$S_{a2,z} = S_{a2} \cdot \sin(\alpha_2 + \delta_2) = 11,233 \cdot \sin(-4,13 + 18,30) = 2,750 \text{ kN/m}$$

$$S_{a3} = \frac{1}{2} \cdot (\sigma_{a3,b} - \sigma_{a3,a}) \cdot h_3 + \sigma_{a3,a} \cdot h_3 = \frac{1}{2} \cdot (36,245 - 27,326) \cdot 0,675 + 27,326 \cdot 0,675 = 21,455 \text{ kN/m}$$

$$S_{a3,x} = S_{a3} \cdot \cos(\alpha_3 + \delta_3) = 21,455 \cdot \cos(31,0 + 28,0) = 11,050 \text{ kN/m}$$

$$S_{a3,z} = S_{a3} \cdot \sin(\alpha_3 + \delta_3) = 21,455 \cdot \sin(31,0 + 28,0) = 18,391 \text{ kN/m}$$

$$S_{a4} = \frac{1}{2} \cdot (\sigma_{a4,b} - \sigma_{a4,a}) \cdot h_4 + \sigma_{a4,a} \cdot h_4 = \frac{1}{2} \cdot (21,244 - 16,649) \cdot 0,757 + 16,649 \cdot 0,757 = 14,343 \text{ kN/m}$$

$$S_{a4,x} = S_{a4} \cdot \cos(\alpha_4 + \delta_4) = 14,343 \cdot \cos(0,0 + 18,3) = 13,618 \text{ kN/m}$$

$$S_{a4,z} = S_{a4} \cdot \sin(\alpha_4 + \delta_4) = 14,343 \cdot \sin(0,0 + 18,3) = 4,504 \text{ kN/m}$$

- Působíště výslednic aktivního zemního tlaku:

$$x_1 = 0,150 + 5 \cdot 0,041 + 1,029 - \frac{\frac{0,457}{\tan(59,0)}}{3} = 1,294 \text{ m}$$

$$z_1 = -0,300 - 6 \cdot 0,475 - \frac{0,475}{3} = -3,196 \text{ m}$$

$$x_2 = 0,15 + 0,041 + 1,029 + \frac{0,675}{\tan(85,869)} + \frac{\frac{2,524 \cdot 1,611^2}{2 \cdot \tan(85,869)} + \frac{(11,421 - 2,524) \cdot 1,611^2}{6 \cdot \tan(85,869)}}{2,524 \cdot 1,611 + \frac{(11,421 - 2,524) \cdot 1,611}{2}} = 1,314 \text{ m}$$

$$z_2 = -0,300 - 0,475 - 0,675 - \frac{\frac{2,524 \cdot 1,611^2}{2} + \frac{(11,421 - 2,524) \cdot 1,611^2}{6}}{2,524 \cdot 1,611 + \frac{(11,421 - 2,524) \cdot 1,611}{2}} = -2,066 \text{ m}$$

$$x_3 = 0,15 + 1,524 - \frac{\frac{27,326 \cdot 0,675^2}{2 \cdot \tan(59,0)} + \frac{(36,245 - 27,326) \cdot 0,675^2}{6 \cdot \tan(59,0)}}{27,326 \cdot 0,675 + \frac{(36,245 - 27,326) \cdot 0,675}{2}} = 1,481 \text{ m}$$

$$z_3 = -0,300 - 0,475 - \frac{\frac{27,326 \cdot 0,675^2}{2} + \frac{(36,245 - 27,326) \cdot 0,675^2}{6}}{27,326 \cdot 0,675 + \frac{(36,245 - 27,326) \cdot 0,675}{2}} = -1,079 \text{ m}$$

$$x_4 = 1,680 \text{ m}$$



$$z_4 = -\frac{\frac{16,649 \cdot 0,757^2}{2} + \frac{(21,244 - 16,649) \cdot 0,757^2}{6}}{16,649 \cdot 0,757 + \frac{(21,244 - 16,649) \cdot 0,757}{2}} = -0,363 \text{ m}$$

- Celková výslednice aktivního zemního tlaku  $S_a$ :

$$S_{ax} = S_{a1,x} + S_{a2,x} + S_{a3,x} + S_{a4,x} = 0,711 + 10,891 + 11,050 + 13,618 = 36,270 \text{ kN/m}$$

$$S_{az} = S_{a1,z} + S_{a2,z} + S_{a3,z} + S_{a4,z} = 1,183 + 2,750 + 18,391 + 4,504 = 26,828 \text{ kN/m}$$

$$S_a = \sqrt{S_{ax}^2 + S_{az}^2} = \sqrt{36,270^2 + 26,828^2} = 45,114 \text{ kN/m}$$

- Celkové působišť výslednice aktivního zemního tlaku:

$$x_a = \frac{\sum_{i=1}^4 S_{ai,z} \cdot x_i}{\sum_{i=1}^4 S_{ai,z}} = \frac{1,183 \cdot 1,294 + 2,750 \cdot 1,314 + 18,391 \cdot 1,481 + 4,504 \cdot 1,680}{26,828} = 1,489 \text{ m}$$

$$z_a = \frac{\sum_{i=1}^4 S_{ai,x} \cdot z_i}{\sum_{i=1}^4 S_{ai,x}} = \frac{0,711 \cdot (-3,196) + 10,891 \cdot (-2,066) + 11,050 \cdot (-1,079) + 13,618 \cdot (-0,363)}{36,270} = -1,148 \text{ m}$$

**Posouzení na překlpení.** Při posouzení se počítají momenty k začátku souřadnicového systému (tj. levý dolní roh konstrukce zdi, dle obr. 1). Pro posouzení je vypočítán moment vzdorující  $M_{res}$  a moment klopící  $M_{ovr}$ . Vypočtené hodnoty jsou porovnány s výsledky z programu GEO5 – Redi Rock Wall.

- Výpočet vzdorujícího momentu  $M_{res}$ :

$$M_{res} = W \cdot x_t + S_0 \cdot z_0 + W_1 \cdot x_1 + W_2 \cdot x_2 + S_{az} \cdot x_a$$

$$M_{res} = 77,860 \cdot 0,815 + 1,059 \cdot 0,153 + 2,392 \cdot 1,008 + 2,884 \cdot 1,388 + 26,828 \cdot 1,489 = 109,977 \text{ kNm/m}$$

**Výsledek z programu GEO5 – Redi Rock Wall:**  $M_{res} = 109,86 \text{ kNm/m}$

- Výpočet klopícího momentu  $M_{ovr}$ :

$$M_{ovr} = S_{ax} \cdot z_a = 36,270 \cdot 1,148 = 41,638 \text{ kNm/m}$$

**Výsledek z programu GEO5 – Redi Rock Wall:**  $M_{ovr} = 41,50 \text{ kNm/m}$

- Stupeň bezpečnosti:

$$FS = \frac{M_{res}}{M_{ovr}} = \frac{109,977}{41,638} = 2,64 > 1,50, \text{ VYHOVUJE}$$

**Výsledek z programu GEO5 – Redi Rock Wall:**  $FS = 2,65 > 1,50, \text{ VYHOVUJE}$

**Posouzení na posunutí.** Je posuzováno posunutí v základové spáře.

- Normálová síla v základové spáře:

$$N = W + W_1 + W_2 + S_{az} = 77,860 + 2,392 + 2,884 + 26,828 = 109,964 \text{ kN} / m$$

- Excentricita zatížení (šířka základu  $d = 1,680 \text{ m}$ ):

$$e = \frac{d}{2} - \frac{M_{res} - M_{ovr}}{N} = \frac{1,680}{2} - \frac{109,977 - 41,638}{109,964} = 0,219 \text{ m}$$

Excentricita je v programu vyjádřena poměrem:

$$e_{pom} = \frac{e}{d} = \frac{0,219}{1,680} = 0,130$$

$$e_{alw} = 0,333 \geq e_{pom} = 0,130, \text{ VYHOVUJE}$$

- Výpočet vzdorující vodorovné síly:

$$H_{res} = N \cdot \tan(\varphi) + c \cdot (d - 2 \cdot e) = 109,964 \cdot \tan(28,00) + 0,000 \cdot (1,680 - 2 \cdot 0,219) = 58,469 \text{ kN} / m$$

**Výsledek z programu GEO5 – Redi Rock Wall:**  $H_{res} = 58,50 \text{ kN} / m$

- Výpočet posunující vodorovné síly:

$$H_{act} = S_{ax} - S_0 = 36,270 - 1,059 = 35,211 \text{ kN} / m$$

**Výsledek z programu GEO5 – Redi Rock Wall:**  $H_{act} = 35,21 \text{ kN} / m$

- Stupeň bezpečnosti:

$$FS = \frac{H_{res}}{H_{act}} = \frac{58,469}{35,211} = 1,66 > 1,50, \text{ VYHOVUJE}$$

**Výsledek z programu GEO5 – Redi Rock Wall:**  $FS = 1,66 > 1,50, \text{ VYHOVUJE}$

## Únosnost základové půdy

- Napětí v základové spáře:

$$\sigma = \frac{N}{d - 2 \cdot e} = \frac{109,964}{1,680 - 2 \cdot 0,219} = 88,538 \text{ kPa}$$

**Výsledek z programu GEO5 – Redi Rock Wall:**  $\sigma = 88,55 \text{ kPa}$

**Výpočet únosnosti základové půdy.** Celková délka zdi je 10,0 m. O únosnosti rozhoduje efektivní šířka základu zdi  $b_{eff}$ .

- Výpočet efektivní šířky základu zdi:

$$b_{eff} = b - 2 \cdot e = 1,680 - 2 \cdot 0,219 = 1,242 \text{ m}$$

- Součinitele únosnosti jsou určeny z tabulek (NCMA):

$$N_q = 14,720$$

$$N_c = 25,800$$

$$N_\gamma = 16,720$$

- Výpočet svislé únosnosti základové půdy:  
 $d = 0,460 \text{ m}$  - hloubka založení

$$R_d = c \cdot N_c + \gamma \cdot d \cdot N_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot b_{eff} \cdot N_\gamma = 0,000 \cdot 25,800 + 18,85 \cdot 0,460 \cdot 14,720 + \frac{1}{2} \cdot 18,85 \cdot 1,242 \cdot 16,720$$

$$R_d = 323,359 \text{ kPa}$$

**Výsledek z programu GEO5 – Redi Rock Wall:**  $R_d = 323,45 \text{ kPa}$

- Stupeň bezpečnosti:

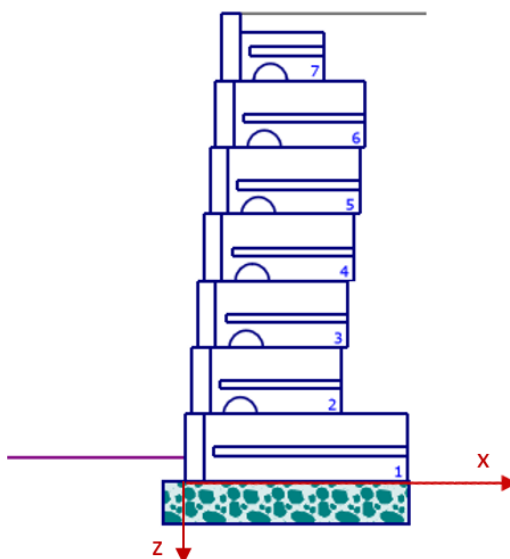
$$FS = \frac{R_d}{\sigma} = \frac{323,359}{88,538} = 3,65 > 2,00, \text{ VYHOVUJE}$$

**Výsledek z programu GEO5 – Redi Rock Wall:**  $FS = 3,65 > 2,00, \text{ VYHOVUJE}$

## Dimenzování - posouzení průřezu

### Posouzení spáry mezi blokem č. 1 a základem

V příkladu je posuzován průřez mezi blokem č. 1 a základem, který je uveden na obr. 4 (v úrovni osy x).



Obr. 4 Dimenzování dířku zdi – souřadný systém

**Výpočet tíhy a těžiště konstrukce zdi.** V tabulce 3 je uveden výpočet celkové tíhy konstrukce zdi a polohy těžiště.

Číslo bloku	Typ bloku	Výška $h_i$ [m]	Šířka $w_i$ [m]	Plocha $A_i$ [m <sup>2</sup> ]	Obj. tíha $\gamma_i$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Tíha $W_i$ [kN/m]	Těžiště plochy		$W_i \cdot x_i$	$W_i \cdot z_i$
							$x_i$ [m]	$z_i$ [m]		
1	60	0,4572	1,524	0,697	20,42	14,233	0,762	-0,229	10,846	-3,259
2	41	0,4572	1,029	0,470	20,42	9,597	0,556	-0,686	5,336	-6,584
3	41	0,4572	1,029	0,470	20,42	9,597	0,597	-1,143	5,729	-10,969
4	41	0,4572	1,029	0,470	20,42	9,597	0,638	-1,600	6,123	-15,355
5	41	0,4572	1,029	0,470	20,42	9,597	0,680	-2,057	6,526	-19,741
6	41	0,4572	1,029	0,470	20,42	9,597	0,721	-2,515	6,919	-24,136
7	28	0,4572	0,705	0,262	20,42	5,350	0,600	-2,972	3,210	-15,900
Celkem						67,568	-	-	44,689	-95,944

Tabulka 3 Rozměry, tíha a poloha těžišť jednotlivých bloků

- Těžiště konstrukce zdi:

$$x_t = \frac{\sum_{i=1}^5 W_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^5 W_i} = \frac{44,689}{67,568} = 0,661 \text{ m}$$

$$z_t = \frac{\sum_{i=1}^5 W_i \cdot z_i}{\sum_{i=1}^5 W_i} = \frac{-95,944}{67,568} = -1,420 \text{ m}$$

**Výpočet odporu zeminy na líci konstrukce.** Mocnost zeminy před konstrukcí zdi je 0,16 m. Je předpokládán tlak v klidu.

- Součinitel zemního tlaku v klidu:  
(Pro nesoudržné zeminy je vypočten součinitel zemního tlaku v klidu  $K_0$  dle Jákyho)

$$K_0 = 1 - \sin \varphi = 1 - \sin(28,00) = 0,531$$

- Svislé geostatické napětí  $\sigma_z$  v úrovni základové spáry:

$$\sigma_z = \gamma \cdot h = 18,85 \cdot 0,16 = 3,016 \text{ kPa}$$

- Tlak v klidu v úrovni základové spáry:

$$\sigma_0 = \sigma_z \cdot K_0 = 3,016 \cdot 0,531 = 1,601 \text{ kPa}$$

- Výslednice tlaku v klidu  $S_0$ :

(Výslednice  $S_r$  působí jen ve vodorovném směru, proto platí  $S_0 = S_{0x}$  a  $S_{0z} = 0$ )

$$S_0 = \frac{1}{2} \cdot \sigma_r \cdot h = \frac{1}{2} \cdot 1,601 \cdot 0,16 = 0,128 \text{ kN/m}$$

- Působíště výslednice  $S_0$ :

$$x_0 = 0,000 \text{ m}$$

$$z_0 = -\frac{1}{3}h = -\frac{1}{3} \cdot 0,16 = -0,053 \text{ m}$$

**Výpočet tíhy a těžiště zemních klínů.** Zemní klíny mají stejnou geometrii jako v případě posouzení celé zdi (obr. 2). Dochází jenom ke změně těžiště zemních klínů.

- Tíhy zemních klínů:

$$W_1 = 2,392 \text{ kN/m}$$

$$W_2 = 2,884 \text{ kN/m}$$

- Těžiště zemních klínů:

$$x_1 = 1,008 - 0,150 = 0,858 \text{ m}$$

$$z_1 = -3,317 + 0,300 = -3,017 \text{ m}$$

$$x_2 = 1,388 - 0,150 = 1,238 \text{ m}$$

$$z_2 = -0,982 + 0,300 = -0,682 \text{ m}$$

**Výpočet aktivního zemního tlaku.** Výpočet aktivního zemního tlaku je rozdělen do 4 úrovní. V prvních třech úrovních je aktivní zemní tlak stejný jako v případě posouzení zdi. Těžiště působících sil od aktivního tlaku jsou propočteny.

- Svislé geostatické napětí ve čtvrté úrovni:

$$\sigma_{z4} = \sigma_{z3} + \gamma \cdot h_4 = 51,705 + 18,85 \cdot 0,457 = 60,319 \text{ kPa}$$

- Aktivní zemní tlak  $\sigma_a$  ve čtvrté úrovni:

$$\sigma_{a4,a} = \sigma_{z3} \cdot K_{a4} = 51,705 \cdot 0,322 = 16,649 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{a4,b} = \sigma_{z4} \cdot K_{a4} = 60,319 \cdot 0,322 = 19,423 \text{ kPa}$$

- Výslednice aktivního zemního tlaku  $S_{a4}$  a jejich vodorovné a svislé složky:

$$S_{a4} = \frac{1}{2} \cdot (\sigma_{a4,b} - \sigma_{a4,a}) \cdot h_4 + \sigma_{a4,a} \cdot h_4 = \frac{1}{2} \cdot (19,423 - 16,649) \cdot 0,457 + 16,649 \cdot 0,457 = 8,242 \text{ kN/m}$$

$$S_{a4,x} = S_{a4} \cdot \cos(\alpha_4 + \delta_4) = 8,242 \cdot \cos(0,0 + 18,3) = 7,825 \text{ kN/m}$$

$$S_{a4,z} = S_{a4} \cdot \sin(\alpha_4 + \delta_4) = 8,242 \cdot \sin(0,0 + 18,3) = 2,588 \text{ kN/m}$$

- Působíště výslednic aktivního zemního tlaku:

$$x_1 = 1,294 - 0,150 = 1,144 \text{ m}$$

$$z_1 = -3,196 + 0,300 = -2,896 \text{ m}$$

$$x_2 = 1,314 - 0,150 = 1,164 \text{ m}$$

$$z_2 = -2,066 + 0,300 = -1,766 \text{ m}$$

$$x_3 = 1,481 - 0,150 = 1,331 \text{ m}$$

$$z_3 = -1,079 + 0,300 = -0,779 \text{ m}$$

$$x_4 = 1,524 \text{ m}$$

$$z_4 = -\frac{\frac{16,649 \cdot 0,457^2}{2} + \frac{(19,423 - 16,649) \cdot 0,457^2}{6}}{16,649 \cdot 0,457 + \frac{(19,423 - 16,649) \cdot 0,457}{2}} = -0,223 \text{ m}$$

- Celková výslednice aktivního zemního tlaku  $S_a$ :

$$S_{ax} = S_{a1,x} + S_{a2,x} + S_{a3,x} + S_{a4,x} = 0,711 + 10,891 + 11,050 + 7,825 = 30,477 \text{ kN/m}$$

$$S_{az} = S_{a1,z} + S_{a2,z} + S_{a3,z} + S_{a4,z} = 1,183 + 2,750 + 18,391 + 2,588 = 24,912 \text{ kN/m}$$

$$S_a = \sqrt{S_{ax}^2 + S_{az}^2} = \sqrt{30,477^2 + 24,912^2} = 39,363 \text{ kN/m}$$

- Celkové působíště výslednice aktivního zemního tlaku:

$$x_a = \frac{\sum_{i=1}^4 S_{ai,z} \cdot x_i}{\sum_{i=1}^4 S_{ai,z}} = \frac{1,183 \cdot 1,144 + 2,750 \cdot 1,164 + 18,391 \cdot 1,331 + 2,588 \cdot 1,524}{24,912} = 1,324 \text{ m}$$

$$z_a = \frac{\sum_{i=1}^4 S_{ai,x} \cdot z_i}{\sum_{i=1}^4 S_{ai,x}} = \frac{0,711 \cdot (-2,896) + 10,891 \cdot (-1,766) + 11,050 \cdot (-0,779) + 7,825 \cdot (-0,223)}{30,477} = -1,038 \text{ m}$$

**Posouzení na překlpení.** Při posouzení se počítají momenty k začátku souřadnicového systému (tj. levý dolní roh konstrukce zdi, dle obr. 4). Pro posouzení je vypočítán moment vzdorující  $M_{res}$  a moment klopící  $M_{ovr}$ . Vypočtené hodnoty jsou porovnány s výsledky z programu GEO5 – Redi Rock Wall.

- Výpočet vzdorujícího momentu  $M_{res}$ :

$$M_{res} = W \cdot x_t + S_0 \cdot z_0 + W_1 \cdot x_1 + W_2 \cdot x_2 + S_{az} \cdot x_a$$

$$M_{res} = 67,568 \cdot 0,661 + 0,128 \cdot 0,053 + 2,392 \cdot 0,858 + 2,884 \cdot 1,238 + 24,912 \cdot 1,324 = 83,275 \text{ kNm/m}$$

**Výsledek z programu GEO5 – Redi Rock Wall:**  $M_{res} = 83,34 \text{ kNm/m}$

- Výpočet klopícího momentu  $M_{ovr}$ :

$$M_{ovr} = S_{ax} \cdot z_a = 30,477 \cdot 1,038 = 31,635 \text{ kNm/m}$$

**Výsledek z programu GEO5 – Redi Rock Wall:**  $M_{ovr} = 31,66 \text{ kNm/m}$

- Stupeň bezpečnosti:

$$FS = \frac{M_{res}}{M_{ovr}} = \frac{83,275}{31,635} = 2,63 > 1,50, \text{ VYHOVUJE}$$

**Výsledek z programu GEO5 – Redi Rock Wall:**  $FS = 2,63 > 1,50, \text{ VYHOVUJE}$

**Posouzení na posunutí.** Je posuzováno posunutí mezi blokem č. 1 a základem.

- Normálová síla v základové spáře:

$$N = W + W_1 + W_2 + S_{az} = 67,568 + 2,392 + 2,884 + 24,912 = 97,756 \text{ kN/m}$$

- Excentricita zatížení (šířka základu  $d = 1,524 \text{ m}$ ):

$$e = \frac{d}{2} - \frac{M_{res} - M_{ovr}}{N} = \frac{1,524}{2} - \frac{83,275 - 31,635}{97,756} = 0,234 \text{ m}$$

Excentricita je v programu vyjádřena poměrem:

$$e_{pom} = \frac{e}{d} = \frac{0,234}{1,524} = 0,154$$

$$e_{alw} = 0,333 \geq e_{pom} = 0,154, \text{ VYHOVUJE}$$

- Výpočet vzdorující vodorovné síly:

Není uvažována redukce v kontaktu základ – blok č. 1.

- 

$$H_{res} = N \cdot \tan(\varphi) + c \cdot (d - 2 \cdot e) = 97,756 \cdot \tan(40,00) + 0,000 \cdot (1,524 - 2 \cdot 0,234) = 82,027 \text{ kN/m}$$

**Výsledek z programu GEO5 – Redi Rock Wall:**  $H_{res} = 82,08 \text{ kN/m}$

- Výpočet posunující vodorovné síly:

$$H_{act} = S_{ax} - S_0 = 30,477 - 0,128 = 30,349 \text{ kN/m}$$

**Výsledek z programu GEO5 – Redi Rock Wall:**  $H_{act} = 30,35 \text{ kN/m}$

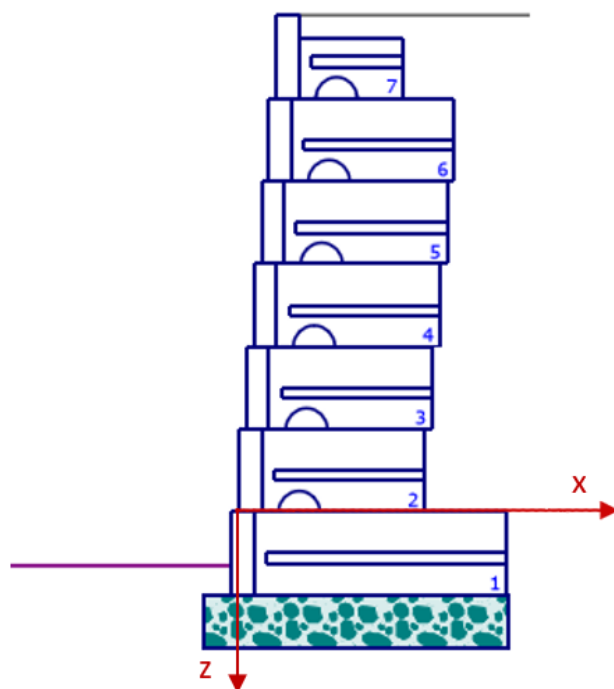
- Stupeň bezpečnosti:

$$FS = \frac{H_{res}}{H_{act}} = \frac{82,027}{30,349} = 2,70 > 1,50, \text{ VYHOVUJE}$$

**Výsledek z programu GEO5 – Redi Rock Wall:**  $FS = 2,70 > 1,50, \text{ VYHOVUJE}$

**Posouzení spáry mezi blokem č. 2 a blokem č. 1.**

V příkladu je posuzován průřez mezi blokem č. 2 a blokem č. 1, který je uveden na obr. 5 (v úrovni osy x).



Obr. 5 Dimenzování dříku zdi – souřadný systém

**Výpočet tíhy a těžiště konstrukce zdi.** V tabulce 4 je uveden výpočet celkové tíhy konstrukce zdi a polohy těžiště.

Číslo bloku	Typ bloku	Výška $h_i$ [m]	Šířka $w_i$ [m]	Plocha $A_i$ [m <sup>2</sup> ]	Obj. tíha $\gamma_i$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Tíha $W_i$ [kN/m]	Těžiště plochy		$W_i \cdot x_i$	$W_i \cdot z_i$
							$x_i$ [m]	$z_i$ [m]		
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	41	0,4572	1,029	0,470	20,42	9,597	0,515	-0,229	4,940	-2,196
3	41	0,4572	1,029	0,470	20,42	9,597	0,556	-0,686	5,333	-6,582
4	41	0,4572	1,029	0,470	20,42	9,597	0,597	-1,143	5,727	-10,967
5	41	0,4572	1,029	0,470	20,42	9,597	0,639	-1,600	6,130	-15,353
6	41	0,4572	1,029	0,470	20,42	9,597	0,680	-2,058	6,523	-19,749
7	28	0,4572	0,705	0,262	20,42	5,350	0,559	-2,515	2,989	-13,454
Celkem						53,335	-	-	31,642	-68,301

Tabulka 4 Rozměry, tíha a poloha těžišť jednotlivých bloků

- Těžiště konstrukce zdi:



$$x_t = \frac{\sum_{i=1}^5 W_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^5 W_i} = \frac{31,642}{53,335} = 0,593 \text{ m}$$

$$z_t = \frac{\sum_{i=1}^5 W_i \cdot z_i}{\sum_{i=1}^5 W_i} = \frac{-68,301}{53,335} = -1,281 \text{ m}$$

**Výpočet tíhy a těžiště zemního klínu.** Ve výpočtu se projeví jenom tíha zemního klínu č. 1. Dochází ke změně těžiště.

- Tíha zemního klínu:

$$W_1 = 2,392 \text{ kN} / \text{m}$$

- Těžiště zemních klínů:

$$x_1 = 1,008 - 0,150 - 0,041 = 0,817 \text{ m}$$

$$z_1 = -3,317 + 0,300 + 0,457 = -2,560 \text{ m}$$

**Výpočet aktivního zemního tlaku.** Výpočet aktivního zemního tlaku je rozdělen do 2 úrovní. V první úrovni je aktivní zemní tlak stejný jako v případě posouzení zdi. Těžiště působících sil od aktivního tlaku jsou propočteny.

- Svislé geostatické napětí ve druhé úrovni:

$$\sigma_{z2} = \sigma_{z1} + \gamma \cdot h_2 = 8,614 + 18,85 \cdot (1,611 + 0,675) = 51,705 \text{ kPa}$$

- Aktivní zemní tlak  $\sigma_a$  ve čtvrté úrovni:

$$\sigma_{a2,a} = \sigma_{z1} \cdot K_{a2} = 8,614 \cdot 0,293 = 2,524 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{a2,b} = \sigma_{z2} \cdot K_{a2} = 51,705 \cdot 0,293 = 15,150 \text{ kPa}$$

- Výslednice aktivního zemního tlaku  $S_{a2}$  a jejich vodorovné a svislé složky:

$$S_{a2} = \frac{1}{2} \cdot (\sigma_{a2,b} - \sigma_{a2,a}) \cdot h_2 + \sigma_{a2,a} \cdot h_2 = \frac{1}{2} \cdot (15,150 - 2,524) \cdot 2,286 + 2,524 \cdot 2,286 = 20,201 \text{ kN} / \text{m}$$

$$S_{a2,x} = S_{a2} \cdot \cos(\alpha_2 + \delta_2) = 20,201 \cdot \cos(-4,130 + 18,3) = 19,586 \text{ kN} / \text{m}$$

$$S_{a2,z} = S_{a2} \cdot \sin(\alpha_2 + \delta_2) = 20,201 \cdot \sin(-4,130 + 18,3) = 4,945 \text{ kN} / \text{m}$$

- Působíště výslednic aktivního zemního tlaku:

$$x_1 = 1,294 - 0,150 - 0,041 = 1,083 \text{ m}$$

$$z_1 = -3,196 + 0,300 + 0,457 = -2,439 \text{ m}$$

$$x_2 = 1,029 + \frac{\frac{2,524 \cdot 2,286^2}{2 \cdot \tan(85,869)} + \frac{(15,150 - 2,524) \cdot 2,286^2}{6 \cdot \tan(85,869)}}{2,524 \cdot 2,286 + \frac{(15,150 - 2,524) \cdot 2,286}{2}} = 1,091 \text{ m}$$

$$z_2 = -\frac{\frac{2,524 \cdot 2,286^2}{2} + \frac{(15,150 - 2,524) \cdot 2,286^2}{6}}{2,524 \cdot 2,286 + \frac{(15,150 - 2,524) \cdot 2,286}{2}} = -0,871 \text{ m}$$

- Celková výslednice aktivního zemního tlaku  $S_a$ :

$$S_{ax} = S_{a1,x} + S_{a2,x} = 0,711 + 19,586 = 20,297 \text{ kN/m}$$

$$S_{az} = S_{a1,z} + S_{a2,z} = 1,183 + 4,945 = 6,128 \text{ kN/m}$$

$$S_a = \sqrt{S_{ax}^2 + S_{az}^2} = \sqrt{20,297^2 + 6,128^2} = 21,202 \text{ kN/m}$$

- Celkové působíště výslednice aktivního zemního tlaku:

$$x_a = \frac{\sum_1^4 S_{ai,z} \cdot x_i}{\sum_1^4 S_{ai,z}} = \frac{1,183 \cdot 1,103 + 4,945 \cdot 1,091}{6,128} = 1,093 \text{ m}$$

$$z_a = \frac{\sum_1^4 S_{ai,x} \cdot z_i}{\sum_1^4 S_{ai,x}} = \frac{0,711 \cdot (-2,439) + 19,586 \cdot (-0,871)}{20,297} = -0,926 \text{ m}$$

**Posouzení na překlpení.** Při posouzení se počítají momenty k začátku souřadnicového systému (tj. levý dolní roh konstrukce zdi, dle obr. 5). Pro posouzení je vypočítán moment vzdorující  $M_{res}$  a moment klopící  $M_{ovr}$ . Vypočtené hodnoty jsou porovnány s výsledky z programu GEO5 – Redi Rock Wall

- Výpočet vzdorujícího momentu  $M_{res}$ :

$$M_{res} = W \cdot x_t + W_1 \cdot x_1 + S_{az} \cdot x_a$$

$$M_{res} = 53,335 \cdot 0,593 + 2,392 \cdot 0,817 + 6,128 \cdot 1,093 = 40,280 \text{ kNm/m}$$

**Výsledek z programu GEO5 – Redi Rock Wall:**  $M_{res} = 40,36 \text{ kNm/m}$

- Výpočet klopícího momentu  $M_{ovr}$ :

$$M_{ovr} = S_{ax} \cdot z_a = 20,297 \cdot 0,926 = 18,795 \text{ kNm/m}$$

**Výsledek z programu GEO5 – Redi Rock Wall:**  $M_{ovr} = 18,80 \text{ kNm/m}$

- Stupeň bezpečnosti:

$$FS = \frac{M_{res}}{M_{ovr}} = \frac{40,280}{18,795} = 2,14 > 1,50, \text{ VYHOVUJE}$$

**Výsledek z programu GEO5 – Redi Rock Wall:**  $FS = 2,15 > 1,50$ , VYHOVUJE

**Posouzení na posunutí.** Je posuzováno posunutí mezi blokem č. 2 a blokem č. 1.

- Normálová síla v základové spáře:

$$N = W + W_1 + S_{az} = 53,335 + 2,392 + 6,128 = 61,855 \text{ kN} / m$$

- Excentricita zatížení (šířka základu  $d = 1,029 \text{ m}$ ):

$$e = \frac{d}{2} - \frac{M_{res} - M_{ovr}}{N} = \frac{1,029}{2} - \frac{40,280 - 18,795}{61,855} = 0,167 \text{ m}$$

Excentricita je v programu vyjádřena poměrem:

$$e_{pom} = \frac{e}{d} = \frac{0,167}{1,029} = 0,162$$

$$e_{alw} = 0,333 \geq e_{pom} = 0,162, \text{ VYHOVUJE}$$

- Výpočet vzdorující vodorovné síly:

Vlastnosti bloku:  $F_{MAX} = 131,35 \text{ kN} / m$  -maximální smykavá únosnost

$$H_{res} = N \cdot \tan(\varphi) + c \cdot (d - 2 \cdot e) = 61,855 \cdot \tan(75,00) + 0,000 \cdot (1,524 - 2 \cdot 0,234) = 230,846 \text{ kN} / m$$

$$H_{res} = 230,846 \geq F_{MAX} = 131,350 \text{ kN} / m \rightarrow H'_{res} = 131,350 \text{ kN} / m$$

**Výsledek z programu GEO5 – Redi Rock Wall:**  $H_{res} = 131,35 \text{ kN} / m$

- Výpočet posunující vodorovné síly:

$$H_{act} = S_{ax} = 20,297 \text{ kN} / m$$

**Výsledek z programu GEO5 – Redi Rock Wall:**  $H_{act} = 20,31 \text{ kN} / m$

- Stupeň bezpečnosti:

$$FS = \frac{H_{res}}{H_{act}} = \frac{131,350}{20,297} = 6,47 > 1,50, \text{ VYHOVUJE}$$

**Výsledek z programu GEO5 – Redi Rock Wall:**  $FS = 6,47 > 1,50$ , VYHOVUJE