

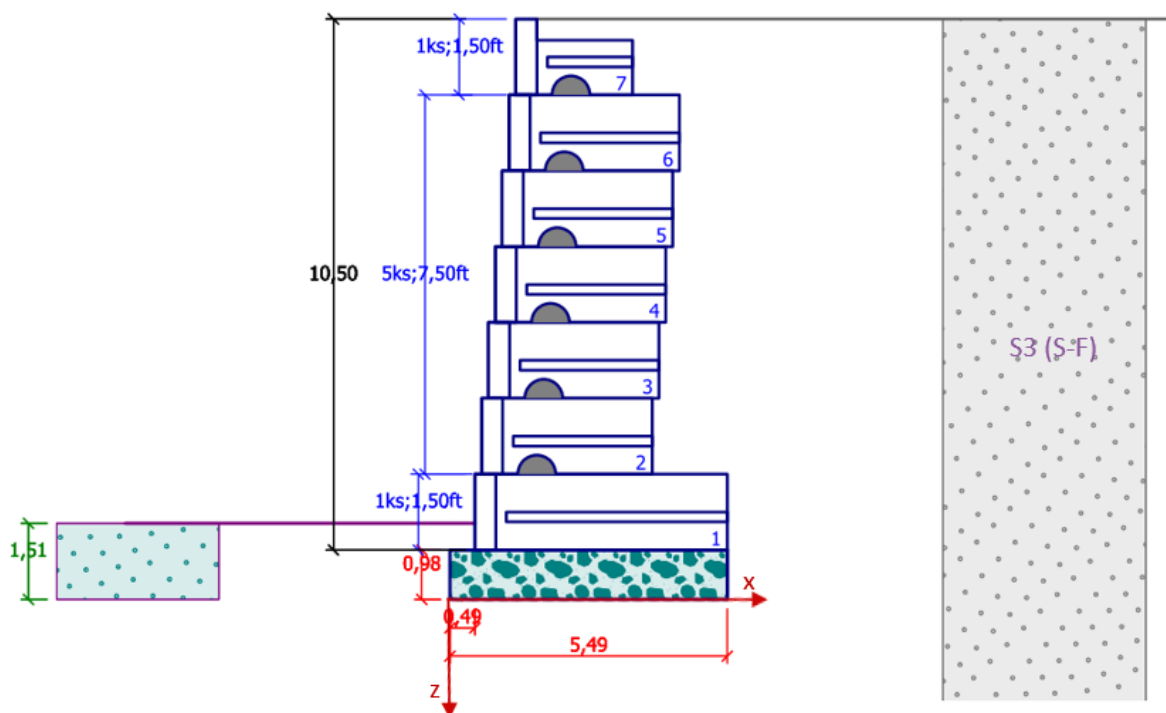
Posouzení blokové zdi RediRock

Program: Redi Rock Wall
Soubor: Demo_vm_imperial_05.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 1,62 in (0,135 ft). Před lícem i za rubem zdi je uvažovaná homogenní zemina S3 (S-F). Pod zdí je realizován základ z drti o tloušťce 0,98 ft. 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 γ [pcf]	Úhel vnitřního tření ϕ_{ef} [°]	Soudržnost zeminy c_{ef} [psf]	Třecí úhel kce - zemina δ [°]
S3 (S-F)	120,00	28,00	0,00	18,30
Drť	130,00	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 [ft]	Šířka w_i [ft]	Plocha A_i [ft ²]	Obj. tíha γ_i [pcf]	Tíha W_i [lbf/ft]	Těžiště plochy		$W_i \cdot x_i$	$W_i \cdot z_i$
							x_i [ft]	z_i [ft]		
1	60	1,500	5,000	7,500	130,00	975,00	2,990	-1,730	2915,250	-1686,750
2	41	1,500	3,375	5,063	130,00	658,19	2,313	-3,230	1522,064	-2125,954
3	41	1,500	3,375	5,063	130,00	658,19	2,448	-4,730	1610,920	-3113,239
4	41	1,500	3,375	5,063	130,00	658,19	2,583	-6,230	1699,776	-4100,524
5	41	1,500	3,375	5,063	130,00	658,19	2,718	-7,730	1788,631	-5087,809
6	41	1,500	3,375	5,063	130,00	658,19	2,853	-9,230	1877,487	-6075,094
7	28	1,500	2,271	2,769	130,00	359,97	2,435	-10,730	876,677	-3862,478
8	Základ	0,980	5,490	5,380	130,00	699,40	2,745	-0,490	1919,853	-342,706
Celkem						5325,32	-	-	14210,688	-26394,553

Tabulka 2 Rozměry, tíha a poloha těžišť jednotlivých bloků

- Těžiště konstrukce zdi:

$$x_t = \frac{\sum_{i=1}^5 W_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^5 W_i} = \frac{14210,688}{5325,320} = 2,669 \text{ ft}$$

$$z_t = \frac{\sum_{i=1}^5 W_i \cdot z_i}{\sum_{i=1}^5 W_i} = \frac{-26394,553}{5325,320} = -4,956 \text{ ft}$$

Výpočet odporu zeminy na líci konstrukce. Mocnost zeminy před konstrukcí zdi je 1,51 ft. 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 σ_z v úrovni základové spáry:
 $\sigma_z = \gamma \cdot h = 120,00 \cdot 1,51 = 181,200 \text{ psf}$
- Tlak v klidu v úrovni základové spáry:
 $\sigma_0 = \sigma_z \cdot K_0 = 181,200 \cdot 0,531 = 96,217 \text{ psf}$

- Výslednice tlaku v klidu S_0 :

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

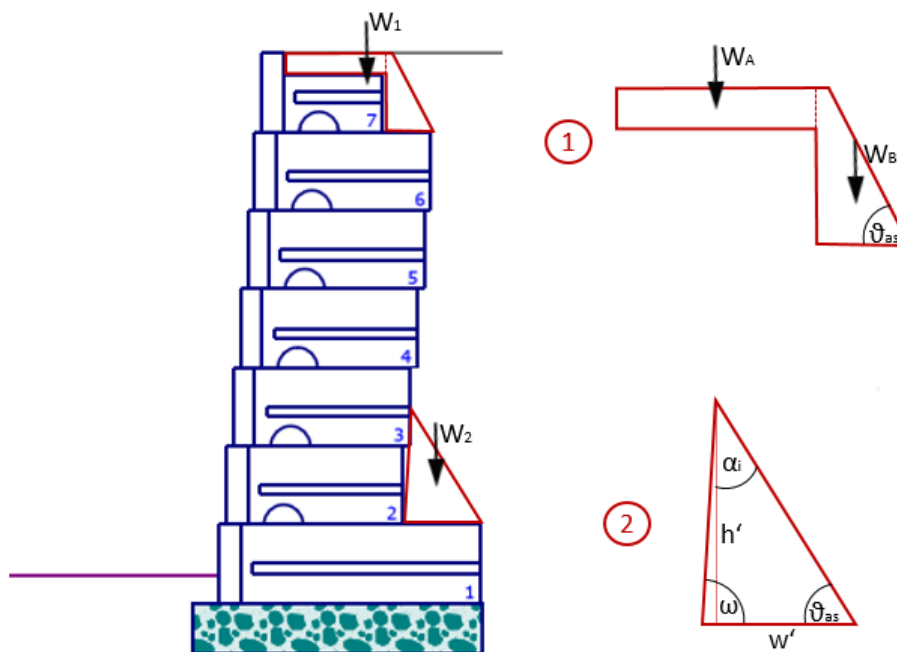
$$S_0 = \frac{1}{2} \cdot \sigma_0 \cdot h = \frac{1}{2} \cdot 96,217 \cdot 1,51 = 72,644 \text{ lbf / ft}$$

- Působíště výslednice S_0 :

$$x_0 = \frac{0,490}{2} = 0,245 \text{ ft}$$

$$z_0 = -\frac{1}{3}h = -\frac{1}{3} \cdot 1,510 = -0,503 \text{ ft}$$

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 uhlím ϑ_{as} .



Obr. 2 Zemní klíny - geometrie

- Výpočet uhlu α_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

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

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

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

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

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

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

- Sklon zemního klínu je daný uhlím ϑ_{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:
 $W_A = (0,328 \cdot (2,271 \cdot 0,328)) \cdot 120,000 = 76,476 \text{ lbf} / \text{ft}$

$$W_B = \left(\frac{2 \cdot (3,375 - 2,271 - 0,135) - \frac{1,500}{\tan(59,00)}}{2} \cdot 1,500 \right) \cdot 120,000 = 93,304 \text{ lbf} / \text{ft}$$

- Působíště částí A a B zemního klínu 1:
 $x_A = 0,490 + 0,135 \cdot 6 + 0,328 + \frac{(2,271 - 0,328)}{2} = 2,600 \text{ ft}$

$$z_A = -0,980 - 1,500 \cdot 7 + \frac{0,328}{2} = -11,316 \text{ ft}$$

$$x_B = 0,490 + 0,135 \cdot 6 + 2,271 + \frac{3,375 - 0,135 - 2,271}{3} = 3,894 \text{ ft}$$

$$z_B = -0,980 - 1,500 \cdot 6 - \frac{1,500}{3} = -10,480 \text{ ft}$$

- Výsledná tíha a působíště zemního klínu 1:
 $W_1 = W_A + W_B = 76,476 + 93,304 = 169,780 \text{ kN} / \text{m}$

$$x_1 = \frac{W_A \cdot x_A + W_B \cdot x_B}{W_1} = \frac{76,476 \cdot 2,600 + 93,304 \cdot 3,894}{169,780} = 3,311 \text{ ft}$$

$$z_1 = \frac{W_A \cdot z_A + W_B \cdot z_B}{W_1} = \frac{76,476 \cdot (-11,316) + 93,304 \cdot (-10,480)}{169,780} = -10,857 \text{ ft}$$

- Výsledná tíha a působíště zemního klínu 2:

$$\omega = \arctan\left(\frac{5 \cdot 1,500}{4 \cdot 0,135}\right) = 85,882^\circ$$

$$w' = (5,000 - 3,375 - 0,135) = 1,490 \text{ ft}$$

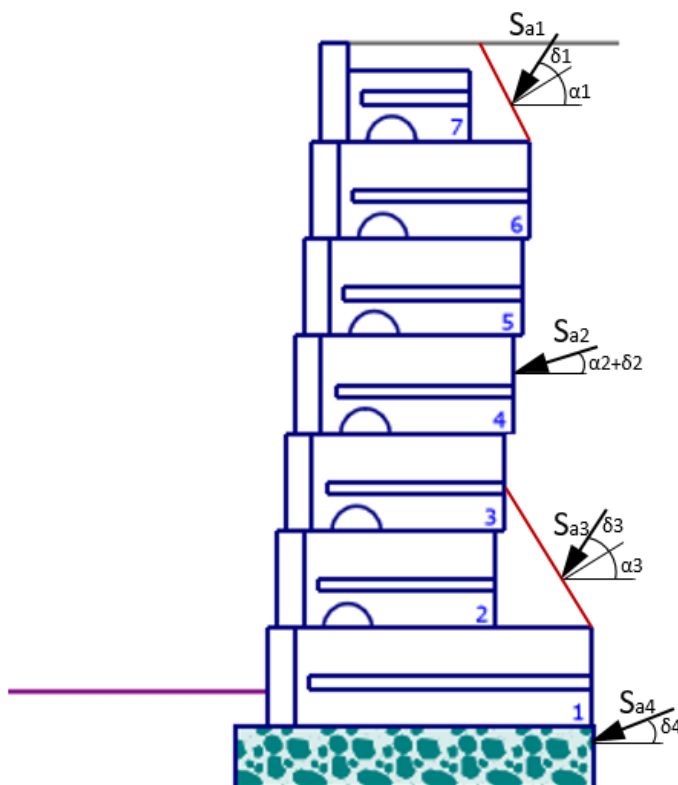
$$h' = 1,490 \cdot \frac{\tan(85,882) \cdot \tan(59,000)}{\tan(85,882) + \tan(59,000)} = 2,215 \text{ ft}$$

$$W_2 = 2,215 \cdot \left(\frac{1}{\tan(85,882)} + \frac{1}{\tan(59,000)} \right) \cdot 120,000 = 198,000 \text{ lbf / ft}$$

$$x_2 = 0,490 + 0,135 + 3,375 + \frac{(1,490 \cdot 2,215 \cdot \cos(85,882))}{3} = 4,550 \text{ ft}$$

$$z_2 = -0,980 - 1,500 - \frac{0,2,215}{3} = -3,218 \text{ ft}$$

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:
 α - 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:

$$\alpha_2 = \arctan\left(\frac{4 \cdot 0,135}{5 \cdot 1,500}\right) \cdot (-1) = -4,12^\circ$$

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

$$K_{a2} = \frac{\cos^2(28,0 + 4,12)}{\cos^2(-4,12) \cdot \cos(-4,12 + 18,3) \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(28,0 + 18,3) \cdot \sin(28,0 - 0,0)}{\cos(-4,12 + 18,3) \cdot \cos(-4,12 - 0,0)}} \right)^2} = 0,293$$

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 σ_z ve všech úrovních:

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

$$\sigma_{z1} = \gamma \cdot h_1 = 120,00 \cdot 1,500 = 180,000 \text{ psf}$$

$$\sigma_{z2} = \sigma_{z1} + \gamma \cdot h_2 = 180,000 + 120,000 \cdot 5,528 = 814,200 \text{ psf}$$

$$\sigma_{z3} = \sigma_{z2} + \gamma \cdot h_3 = 814,200 + 120,000 \cdot 2,215 = 1080,000 \text{ psf}$$

$$\sigma_{z4} = \sigma_{z3} + \gamma \cdot h_4 = 1080,000 + 120,000 \cdot 2,480 = 1377,600 \text{ psf}$$

- Aktivní zemní tlak σ_a ve všech úrovních:

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

$$\sigma_{a1,b} = \sigma_{z1} \cdot K_{a1} = 180,000 \cdot 0,701 = 126,180 \text{ psf}$$

$$\sigma_{a2,a} = \sigma_{z1} \cdot K_{a2} = 180,000 \cdot 0,293 = 52,740 \text{ psf}$$

$$\sigma_{a2,b} = \sigma_{z2} \cdot K_{a2} = 814,200 \cdot 0,293 = 238,561 \text{ psf}$$

$$\sigma_{a3,a} = \sigma_{z2} \cdot K_{a2} = 814,200 \cdot 0,701 = 570,754 \text{ psf}$$

$$\sigma_{a3,b} = \sigma_{z3} \cdot K_{a3} = 1080,000 \cdot 0,701 = 757,080 \text{ psf}$$

$$\sigma_{a4,a} = \sigma_{z3} \cdot K_{a4} = 1080,000 \cdot 0,322 = 347,760 \text{ psf}$$

$$\sigma_{a4,b} = \sigma_{z4} \cdot K_{a4} = 1377,600 \cdot 0,322 = 443,587 \text{ psf}$$

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

$$S_{a1} = \frac{1}{2} \cdot \sigma_{a1,b} \cdot h_1 = \frac{1}{2} \cdot 126,180 \cdot 1,500 = 94,635 \text{ lbf / ft}$$

$$S_{a1,x} = S_{a1} \cdot \cos(\alpha_1 + \delta_1) = 94,635 \cdot \cos(31,0 + 28,0) = 48,741 \text{ lbf / ft}$$

$$S_{a1,z} = S_{a1} \cdot \sin(\alpha_1 + \delta_1) = 94,635 \cdot \sin(31,0 + 28,0) = 81,118 \text{ lbf / ft}$$

$$S_{a2} = \frac{1}{2} \cdot (\sigma_{a2,b} - \sigma_{a2,a}) \cdot h_2 + \sigma_{a2,a} \cdot h_2 = \frac{1}{2} \cdot (238,561 - 52,740) \cdot 5,285 + 52,740 \cdot 5,285 = 769,763 \text{ lbf / ft}$$

$$S_{a2,x} = S_{a2} \cdot \cos(\alpha_2 + \delta_2) = 769,763 \cdot \cos(-4,12 + 18,30) = 746,303 \text{ lbf / ft}$$

$$S_{a2,z} = S_{a2} \cdot \sin(\alpha_2 + \delta_2) = 769,763 \cdot \sin(-4,12 + 18,30) = 188,592 \text{ lbf / ft}$$

$$S_{a3} = \frac{1}{2} \cdot (\sigma_{a3,b} - \sigma_{a3,a}) \cdot h_3 + \sigma_{a3,a} \cdot h_3 = \frac{1}{2} \cdot (757,080 - 570,754) \cdot 2,215 + 570,754 \cdot 2,215 = 1470,576 \text{ lbf / ft}$$

$$S_{a3,x} = S_{a3} \cdot \cos(\alpha_3 + \delta_3) = 1470,576 \cdot \cos(31,0 + 28,0) = 757,403 \text{ lbf / ft}$$

$$S_{a3,z} = S_{a3} \cdot \sin(\alpha_3 + \delta_3) = 1470,576 \cdot \sin(31,0 + 28,0) = 1260,530 \text{ lbf / ft}$$

$$S_{a4} = \frac{1}{2} \cdot (\sigma_{a4,b} - \sigma_{a4,a}) \cdot h_4 + \sigma_{a4,a} \cdot h_4 = \frac{1}{2} \cdot (443,587 - 347,760) \cdot 2,480 + 347,760 \cdot 2,480 = 981,270 \text{ lbf / ft}$$

$$S_{a4,x} = S_{a4} \cdot \cos(\alpha_4 + \delta_4) = 981,270 \cdot \cos(0,0 + 18,3) = 931,643 \text{ lbf / ft}$$

$$S_{a4,z} = S_{a4} \cdot \sin(\alpha_4 + \delta_4) = 981,270 \cdot \sin(0,0 + 18,3) = 308,111 \text{ lbf / ft}$$

- Působíště výslednic aktivního zemního tlaku:

$$x_1 = 0,490 + 5 \cdot 0,135 + 3,375 - \frac{1,500}{\tan(59,0)} = 4,240 \text{ ft}$$

$$z_1 = -0,980 - 6 \cdot 1,500 - \frac{1,500}{3} = -10,480 \text{ ft}$$

$$x_2 = 0,490 + 0,135 + 3,375 + \frac{2,215}{\tan(85,882)} + \frac{\frac{52,740 \cdot 5,285^2}{2 \cdot \tan(85,882)} + \frac{(238,561 - 52,740) \cdot 5,285^2}{6 \cdot \tan(85,882)}}{52,740 \cdot 5,285 + \frac{(238,561 - 52,740) \cdot 5,285}{2}} = 4,309 \text{ ft}$$

$$z_2 = -0,980 - 1,500 - 2,215 - \frac{\frac{52,740 \cdot 5,285^2}{2} + \frac{(238,561 - 52,740) \cdot 5,285^2}{6}}{52,740 \cdot 5,285 + \frac{(238,561 - 52,740) \cdot 5,285}{2}} = -6,776 \text{ ft}$$

$$x_3 = 0,490 + 5,000 - \frac{\frac{570,754 \cdot 2,215^2}{2 \cdot \tan(59,0)} + \frac{(757,080 - 570,754) \cdot 2,215^2}{6 \cdot \tan(59,0)}}{570,754 \cdot 2,215 + \frac{(757,080 - 570,754) \cdot 2,215}{2}} = 4,856 \text{ ft}$$

$$z_3 = -0,980 - 1,500 - \frac{\frac{570,754 \cdot 2,215^2}{2} + \frac{(757,080 - 570,754) \cdot 2,215^2}{6}}{570,754 \cdot 2,215 + \frac{(757,080 - 570,754) \cdot 2,215}{2}} = -3,536 \text{ ft}$$

$$x_4 = 5,490 \text{ ft}$$

$$z_4 = -\frac{\frac{347,760 \cdot 2,480^2}{2} + \frac{(443,587 - 347,760) \cdot 2,480^2}{6}}{347,760 \cdot 2,480 + \frac{(443,587 - 347,760) \cdot 2,480}{2}} = -1,190 \text{ ft}$$

- Celková výslednice aktivního zemního tlaku S_a :

$$S_{ax} = S_{a1,x} + S_{a2,x} + S_{a3,x} + S_{a4,x} = 48,741 + 746,303 + 757,403 + 931,643 = 2484,090 \text{ lbf / ft}$$

$$S_{az} = S_{a1,z} + S_{a2,z} + S_{a3,z} + S_{a4,z} = 81,118 + 188,592 + 1260,530 + 308,111 = 1838,351 \text{ lbf / ft}$$

$$S_a = \sqrt{S_{ax}^2 + S_{az}^2} = \sqrt{2484,090^2 + 1838,351^2} = 3090,346 \text{ lbf / ft}$$

- Celkové působišť výslednice aktivního zemního tlaku:

$$x_a = \frac{\sum_{i=1}^4 S_{ai,z} \cdot x_i}{\sum_{i=1}^4 S_{ai,z}} = \frac{81,118 \cdot 4,240 + 188,592 \cdot 4,309 + 1260,530 \cdot 4,856 + 308,111 \cdot 5,490}{1838,351}$$

$$x_a = 4,879 \text{ ft}$$

$$z_a = \frac{\sum_{i=1}^4 S_{ai,x} \cdot z_i}{\sum_{i=1}^4 S_{ai,x}} = \frac{48,741 \cdot (-10,480) + 746,303 \cdot (-6,776) + 757,403 \cdot (-3,536) + 931,643 \cdot (-1,190)}{2484,090}$$

$$z_a = -3,766 \text{ ft}$$

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} :

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

$$M_{res} = 5325,320 \cdot 2,669 + 72,644 \cdot 0,503 + 169,780 \cdot 3,311 + 198,000 \cdot 4,550 + 1838,351 \cdot 4,879$$

$$M_{res} = 24682,175 \text{ lbfft / ft}$$

Výsledek z programu GEO5 – Redi Rock Wall: $M_{res} = 24655,70 \text{ lbfft / ft}$

- Výpočet klopícího momentu M_{ovr} :

$$M_{ovr} = S_{ax} \cdot z_a = 2484,090 \cdot 3,766 = 9355,083 \text{ lbfft / ft}$$

Výsledek z programu GEO5 – Redi Rock Wall: $M_{ovr} = 9318,70 \text{ lbfft / ft}$

- Stupeň bezpečnosti:

$$FS = \frac{M_{res}}{M_{ovr}} = \frac{24682,175}{9355,083} = 2,64 > 1,50, \text{ VYHOVUJE}$$

Výsledek z programu GEO5 – Redi Rock Wall: $FS = 2,66 > 1,50, \text{ VYHOVUJE}$

Posouzení na posunutí. Je posuzováno posunutí v základové spáře.

- Normálová síla v základové spáře:

$$N = W + W_1 + W_2 + S_{az} = 5325,320 + 169,780 + 198,000 + 1838,351 = 7531,451 \text{ lbf} / \text{ft}$$

- Excentricita zatížení (šířka základu $d = 5,490 \text{ ft}$):

$$e = \frac{d}{2} - \frac{M_{res} - M_{ovr}}{N} = \frac{5,490}{2} - \frac{24682,175 - 9355,083}{7531,451} = 0,710 \text{ ft}$$

Excentricita je v programu vyjádřena poměrem:

$$e_{pom} = \frac{e}{d} = \frac{0,710}{5,490} = 0,129$$

$$e_{alw} = 0,333 \geq e_{pom} = 0,129, \text{ VYHOVUJE}$$

- Výpočet vzdorující vodorovné síly:

$$H_{res} = N \cdot \tan(\varphi) + c \cdot (d - 2 \cdot e) = 7531,451 \cdot \tan(28,00) + 0,000 \cdot (5,490 - 2 \cdot 0,710) = 4004,544 \text{ lbf} / \text{ft}$$

Výsledek z programu GEO5 – Redi Rock Wall: $H_{res} = 4005,20 \text{ lbf} / \text{ft}$

- Výpočet posunující vodorovné síly:

$$H_{act} = S_{ax} - S_0 = 2484,090 - 72,644 = 2411,446 \text{ lbf} / \text{ft}$$

Výsledek z programu GEO5 – Redi Rock Wall: $H_{act} = 2410,73 \text{ lbf} / \text{ft}$

- Stupeň bezpečnosti:

$$FS = \frac{H_{res}}{H_{act}} = \frac{4004,544}{2411,446} = 1,66 > 1,50, \text{ VYHOVUJE}$$

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

Únosnost základové půdy

- Napětí v základové spáře:

$$\sigma = \frac{N}{d - 2 \cdot e} = \frac{7531,451}{5,490 - 2 \cdot 0,710} = 1850,479 \text{ psf}$$

Výsledek z programu GEO5 – Redi Rock Wall: $\sigma = 1849,80 \text{ psf}$

Výpočet únosnosti základové půdy. Celková délka zdi je 32,81 ft. O únosnosti rozhoduje efektivní šířka základu zdi b_{eff} .

- Výpočet efektivní šířky základu zdi:

$$b_{eff} = b - 2 \cdot e = 5,490 - 2 \cdot 0,710 = 4,070 \text{ ft}$$

- Součinitele únosnosti jsou určeny z tabulek (NCMA):

$$N_q = 14,720$$

$$N_c = 25,800$$

$$N_\gamma = 16,720$$

- Výpočet svislé únosnosti základové půdy:
 $d = 1,510 \text{ ft}$ - hloubka založení

$$R_d = c \cdot N_c + \gamma \cdot d \cdot N_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot b_{eff} \cdot N_\gamma$$

$$R_d = 0,000 \cdot 25,800 + 120,000 \cdot 1,510 \cdot 14,720 + \frac{1}{2} \cdot 120,000 \cdot 4,070 \cdot 16,720 = 6750,288 \text{ psf}$$

Výsledek z programu GEO5 – Redi Rock Wall: $R_d = 6750,80 \text{ psf}$

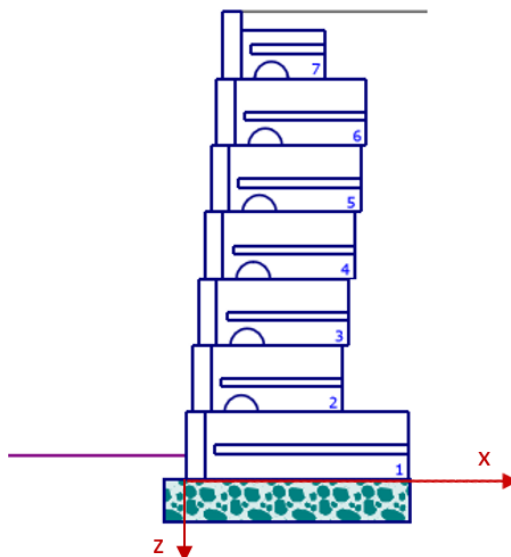
- Stupeň bezpečnosti:
 $FS = \frac{R_d}{\sigma} = \frac{6750,288}{1850,479} = 3,65 > 2,00$, VYHOVUJE

Výsledek z programu GEO5 – Redi Rock Wall: $FS = 3,65 > 2,00$, 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 dříku 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 [ft]	Šířka w_i [ft]	Plocha A_i [ft ²]	Obj. tíha γ_i [pcf]	Tíha W_i [lbf/ft]	Těžiště plochy		$W_i \cdot x_i$	$W_i \cdot z_i$
							x_i [ft]	z_i [ft]		
1	60	1,500	5,000	7,500	130,00	975,00	2,500	-0,750	2437,500	-731,250
2	41	1,500	3,375	5,063	130,00	658,19	1,823	-2,250	1199,551	-1480,928
3	41	1,500	3,375	5,063	130,00	658,19	1,958	-3,750	1288,407	-2468,213
4	41	1,500	3,375	5,063	130,00	658,19	2,093	-5,250	1377,263	-3455,498
5	41	1,500	3,375	5,063	130,00	658,19	2,228	-6,750	1466,118	-4442,783
6	41	1,500	3,375	5,063	130,00	658,19	2,363	-8,250	1554,974	-5430,068
7	28	1,500	2,271	2,769	130,00	359,97	1,946	-9,750	700,322	-3509,708
Celkem						4625,920	-	-	10024,135	-21518,448

Tabulka 3 Rozměry, tíha a poloha těžišť jednotlivých bloků

- Těžiště konstrukce zdi:

$$x_t = \frac{\sum_{i=1}^5 W_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^5 W_i} = \frac{10024,135}{4625,920} = 2,167 \text{ ft}$$

$$z_t = \frac{\sum_{i=1}^5 W_i \cdot z_i}{\sum_{i=1}^5 W_i} = \frac{-21518,448}{4625,920} = -4,652 \text{ ft}$$

Výpočet odporu zeminy na líci konstrukce. Mocnost zeminy před konstrukcí zdi je 0,53 ft. 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 σ_z v úrovni základové spáry:

$$\sigma_z = \gamma \cdot h = 120,000 \cdot 0,531 = 63,600 \text{ psf}$$

- Tlak v klidu v úrovni základové spáry:

$$\sigma_0 = \sigma_z \cdot K_0 = 63,600 \cdot 0,531 = 33,772 \text{ psf}$$

- Výslednice tlaku v klidu S_0 :

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

$$S_0 = \frac{1}{2} \cdot \sigma_r \cdot h = \frac{1}{2} \cdot 33,772 \cdot 0,53 = 8,950 \text{ lbf / ft}$$

- Působíště výslednice S_0 :

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

$$z_0 = -\frac{1}{3}h = -\frac{1}{3} \cdot 0,53 = -0,177 \text{ ft}$$

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:

$$W_1 = 169,780 \text{ lbf / ft}$$

$$W_2 = 198,000 \text{ lbf / ft}$$

- Těžiště zemních klínů:

$$x_1 = 3,311 - 0,490 = 2,821 \text{ ft}$$

$$z_1 = -10,857 + 0,980 = -9,877 \text{ ft}$$

$$x_2 = 4,550 - 0,490 = 4,060 \text{ ft}$$

$$z_2 = -3,218 + 0,980 = -2,238 \text{ ft}$$

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:

$$\sigma_{z4} = \sigma_{z3} + \gamma \cdot h_4 = 1080,000 + 120,000 \cdot 1,500 = 1260,000 \text{ psf}$$

- Aktivní zemní tlak σ_a ve čtvrté úrovni:

$$\sigma_{a4,a} = \sigma_{z3} \cdot K_{a4} = 1080,000 \cdot 0,322 = 347,760 \text{ psf}$$

$$\sigma_{a4,b} = \sigma_{z4} \cdot K_{a4} = 1260,000 \cdot 0,322 = 405,720 \text{ psf}$$

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

$$S_{a4} = \frac{1}{2} \cdot (\sigma_{a4,b} - \sigma_{a4,a}) \cdot h_4 + \sigma_{a4,a} \cdot h_4 = \frac{1}{2} \cdot (405,720 - 347,760) \cdot 1,500 + 347,760 \cdot 1,500 = 565,110 \text{ lbf / ft}$$

$$S_{a4,x} = S_{a4} \cdot \cos(\alpha_4 + \delta_4) = 565,110 \cdot \cos(0,0 + 18,3) = 536,530 \text{ lbf / ft}$$

$$S_{a4,z} = S_{a4} \cdot \sin(\alpha_4 + \delta_4) = 565,110 \cdot \sin(0,0 + 18,3) = 177,440 \text{ lbf / ft}$$

- Působíště výslednic aktivního zemního tlaku:

$$x_1 = 4,240 - 0,490 = 3,750 \text{ ft}$$

$$z_1 = -10,480 + 0,980 = -9,500 \text{ ft}$$

$$x_2 = 4,309 - 0,490 = 3,819 \text{ ft}$$

$$z_2 = -6,776 + 0,980 = -5,796 \text{ ft}$$

$$x_3 = 4,856 - 0,490 = 4,366 \text{ ft}$$

$$z_3 = -3,536 + 0,980 = -2,556 \text{ ft}$$

$$x_4 = 5,000 \text{ ft}$$

$$z_4 = -\frac{\frac{347,760 \cdot 1,500^2}{2} + \frac{(405,720 - 347,760) \cdot 1,500^2}{6}}{347,760 \cdot 1,500 + \frac{(405,720 - 347,760) \cdot 1,500}{2}} = -0,731 \text{ ft}$$

- Celková výslednice aktivního zemního tlaku S_a :

$$S_{ax} = S_{a1,x} + S_{a2,x} + S_{a3,x} + S_{a4,x} = 48,741 + 746,303 + 757,403 + 536,530 = 2088,977 \text{ lbf} / \text{ft}$$

$$S_{az} = S_{a1,z} + S_{a2,z} + S_{a3,z} + S_{a4,z} = 81,118 + 188,592 + 1260,530 + 177,440 = 1707,680 \text{ lbf} / \text{ft}$$

$$S_a = \sqrt{S_{ax}^2 + S_{az}^2} = \sqrt{2088,977^2 + 1707,680^2} = 2698,147 \text{ lbf} / \text{ft}$$

- Celkové působíště výslednice aktivního zemního tlaku:

$$x_a = \frac{\sum_{i=1}^4 S_{ai,z} \cdot x_i}{\sum_{i=1}^4 S_{ai,z}} = \frac{81,118 \cdot 3,750 + 188,592 \cdot 3,819 + 1260,530 \cdot 4,366 + 177,680 \cdot 5,000}{1707,680}$$

$$x_a = 4,342 \text{ ft}$$

$$z_a = \frac{\sum_{i=1}^4 S_{ai,x} \cdot z_i}{\sum_{i=1}^4 S_{ai,x}} = \frac{48,741 \cdot (-9,500) + 746,303 \cdot (-5,796) + 757,403 \cdot (-2,556) + 536,530 \cdot (-0,731)}{2088,977}$$

$$z_a = -3,407 \text{ ft}$$

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} :

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

$$M_{res} = 4625,920 \cdot 2,167 + 8,950 \cdot 0,177 + 169,780 \cdot 2,821 + 198,000 \cdot 4,060 + 1707,680 \cdot 4,342$$

$$M_{res} = 18723,477 \text{ lbfft} / \text{ft}$$

Výsledek z programu GEO5 – Redi Rock Wall: $M_{res} = 18735,10 \text{ lbfft} / \text{ft}$

- Výpočet klopícího momentu M_{ovr} :

$$M_{ovr} = S_{ax} \cdot z_a = 2088,977 \cdot 3,407 = 7117,145 \text{ lbfft} / \text{ft}$$

Výsledek z programu GEO5 – Redi Rock Wall: $M_{ovr} = 7116,30 \text{ lbfft} / \text{ft}$

- Stupeň bezpečnosti:

$$FS = \frac{M_{res}}{M_{ovr}} = \frac{18723,477}{7117,145} = 2,63 > 1,50, \text{ VYHOVUJE}$$

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:

$$N = W + W_1 + W_2 + S_{az} = 4625,920 + 169,780 + 198,000 + 1707,680 = 6701,380 \text{ lbf} / \text{ft}$$

- Excentricita zatížení (šířka základu $d = 5,000 \text{ ft}$):

$$e = \frac{d}{2} - \frac{M_{res} - M_{ovr}}{N} = \frac{5,000}{2} - \frac{18723,529 - 7117,145}{6701,380} = 0,768 \text{ ft}$$

Excentricita je v programu vyjádřena poměrem:

$$e_{pom} = \frac{e}{d} = \frac{0,768}{5,000} = 0,154$$

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

- Výpočet vzdorující vodorovné síly:

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

-

$$H_{res} = N \cdot \tan(\varphi) + c \cdot (d - 2 \cdot e) = 6701,380 \cdot \tan(40,00) + 0,000 \cdot (5,000 - 2 \cdot 0,768) = 5623,125 \text{ lbf} / \text{ft}$$

Výsledek z programu GEO5 – Redi Rock Wall: $H_{res} = 5624,25 \text{ lbf} / \text{ft}$

- Výpočet posunující vodorovné síly:

$$H_{act} = S_{ax} - S_0 = 2088,977 - 8,950 = 2080,027 \text{ lbf} / \text{ft}$$

Výsledek z programu GEO5 – Redi Rock Wall: $H_{act} = 2079,68 \text{ lbf} / \text{ft}$

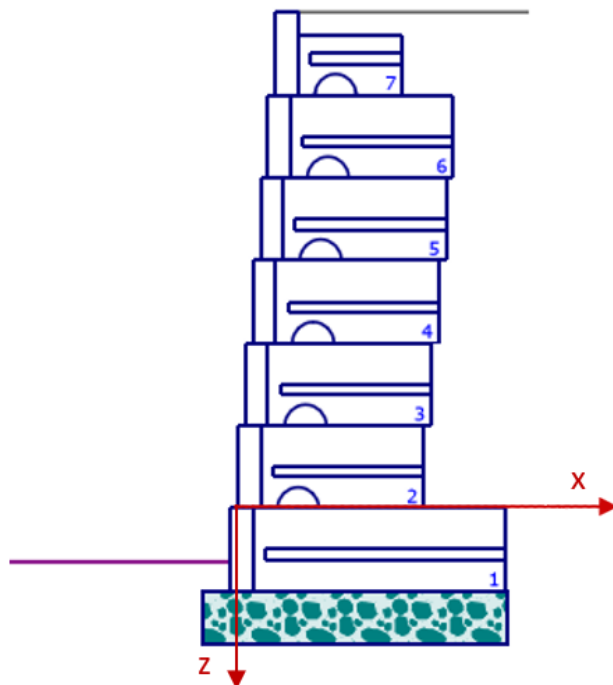
- Stupeň bezpečnosti:

$$FS = \frac{H_{res}}{H_{act}} = \frac{5623,125}{2080,027} = 2,70 > 1,50, \text{ VYHOVUJE}$$

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 [ft]	Šířka w_i [ft]	Plocha A_i [ft ²]	Obj. tíha γ_i [pcf]	Tíha W_i [lbf/ft]	Těžiště plochy		$W_i \cdot x_i$	$W_i \cdot z_i$
							x_i [ft]	z_i [ft]		
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	41	1,500	3,375	5,063	130,00	658,190	1,688	-0,750	1110,696	-493,643
3	41	1,500	3,375	5,063	130,00	658,190	1,823	-2,250	119,551	-1480,928
4	41	1,500	3,375	5,063	130,00	658,190	1,958	-3,750	1288,407	-2468,213
5	41	1,500	3,375	5,063	130,00	658,190	2,093	-5,250	1377,263	-3455,498
6	41	1,500	3,375	5,063	130,00	658,190	2,228	-6,750	1466,118	-4442,783
7	28	1,500	2,271	2,769	130,00	359,970	1,811	-8,250	651,726	-2969,753
Celkem						3650,920	-	-	7093,761	-15310,818

Tabulka 4 Rozměry, tíha a poloha těžišť jednotlivých bloků

- Těžiště konstrukce zdi:

$$x_t = \frac{\sum_1^5 W_i \cdot x_i}{\sum_1^5 W_i} = \frac{7093,761}{3650,920} = 1,943 \text{ ft}$$

$$z_t = \frac{\sum_1^5 W_i \cdot z_i}{\sum_1^5 W_i} = \frac{-15310,818}{3650,920} = -4,194 \text{ ft}$$

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

- Tíha zemního klínu:

$$W_1 = 169,780 \text{ lbf} / \text{ft}$$

- Těžiště zemních klínů:

$$x_1 = 3,311 - 0,490 - 0,135 = 2,686 \text{ ft}$$

$$z_1 = -10,857 + 0,980 + 0,135 = -8,377 \text{ ft}$$

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:

$$\sigma_{z2} = \sigma_{z1} + \gamma \cdot h_2 = 180,000 + 120,000 \cdot (5,285 + 2,215) = 1080,000 \text{ psf}$$

- Aktivní zemní tlak σ_a ve čtvrté úrovni:

$$\sigma_{a2,a} = \sigma_{z1} \cdot K_{a2} = 180,000 \cdot 0,293 = 52,740 \text{ psf}$$

$$\sigma_{a2,b} = \sigma_{z2} \cdot K_{a2} = 1080,000 \cdot 0,293 = 316,440 \text{ psf}$$

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

$$S_{a2} = \frac{1}{2} \cdot (\sigma_{a2,b} - \sigma_{a2,a}) \cdot h_2 + \sigma_{a2,a} \cdot h_2 = \frac{1}{2} \cdot (316,440 - 52,740) \cdot 7,500 + 52,740 \cdot 7,500 = 1384,425 \text{ lbf} / \text{ft}$$

$$S_{a2,x} = S_{a2} \cdot \cos(\alpha_2 + \delta_2) = 1384,425 \cdot \cos(-4,120 + 18,3) = 1342,232 \text{ lbf} / \text{ft}$$

$$S_{a2,z} = S_{a2} \cdot \sin(\alpha_2 + \delta_2) = 1384,425 \cdot \sin(-4,120 + 18,3) = 339,184 \text{ lbf} / \text{ft}$$

- Působíště výslednic aktivního zemního tlaku:

$$x_1 = 4,240 - 0,490 - 0,135 = 3,615 \text{ ft}$$

$$z_1 = -10,480 + 0,980 + 1,500 = -8,000 \text{ ft}$$

$$x_2 = 3,375 + \frac{\frac{52,740 \cdot 7,500^2}{2 \cdot \tan(85,882)} + \frac{(316,440 - 52,740) \cdot 7,500^2}{6 \cdot \tan(85,882)}}{52,740 \cdot 7,500 + \frac{(316,440 - 52,740) \cdot 7,500}{2}} = 3,580 \text{ ft}$$

$$z_2 = -\frac{\frac{52,740 \cdot 7,500^2}{2} + \frac{(316,440 - 52,740) \cdot 7,500^2}{6}}{52,740 \cdot 7,500 + \frac{(316,440 - 52,740) \cdot 7,500}{2}} = -2,857 \text{ ft}$$

- Celková výslednice aktivního zemního tlaku S_a :

$$S_{ax} = S_{a1,x} + S_{a2,x} = 48,741 + 1342,232 = 1390,973 \text{ lbf / ft}$$

$$S_{az} = S_{a1,z} + S_{a2,z} = 81,118 + 339,184 = 420,302 \text{ lbf / ft}$$

$$S_a = \sqrt{S_{ax}^2 + S_{az}^2} = \sqrt{1390,973^2 + 420,302^2} = 1453,086 \text{ lbf / ft}$$

- Celkové působíště výslednice aktivního zemního tlaku:

$$x_a = \frac{\sum_{i=1}^4 S_{ai,z} \cdot x_i}{\sum_{i=1}^4 S_{ai,z}} = \frac{81,118 \cdot 3,615 + 339,184 \cdot 3,580}{420,302} = 3,587 \text{ ft}$$

$$z_a = \frac{\sum_{i=1}^4 S_{ai,x} \cdot z_i}{\sum_{i=1}^4 S_{ai,x}} = \frac{48,741 \cdot (-8,000) + 339,184 \cdot (-2,857)}{1390,973} = -3,037 \text{ ft}$$

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} :

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

$$M_{res} = 3650,920 \cdot 1,943 + 169,780 \cdot 2,686 + 420,302 \cdot 3,587 = 9057,390 \text{ lbfft / ft}$$

Výsledek z programu GEO5 – Redi Rock Wall: $M_{res} = 9074,20 \text{ lbfft / ft}$

- Výpočet klopícího momentu M_{ovr} :

$$M_{ovr} = S_{ax} \cdot z_a = 1390,973 \cdot 3,037 = 4224,385 \text{ lbfft / ft}$$

Výsledek z programu GEO5 – Redi Rock Wall: $M_{ovr} = 4227,50 \text{ lbfft / ft}$

- Stupeň bezpečnosti:

$$FS = \frac{M_{res}}{M_{ovr}} = \frac{9057,390}{4224,385} = 2,14 > 1,50, \text{ VYHOVUJE}$$

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:

$$N = W + W_1 + S_{az} = 3650,920 + 169,780 + 420,302 = 4241,002 \text{ lbf / ft}$$

- Excentricita zatížení (šířka základu $d = 3,375 \text{ ft}$):

$$e = \frac{d}{2} - \frac{M_{res} - M_{ovr}}{N} = \frac{3,375}{2} - \frac{9057,390 - 4224,385}{4241,002} = 0,548 \text{ ft}$$

Excentricita je v programu vyjádřena poměrem:

$$e_{pom} = \frac{e}{d} = \frac{0,548}{3,375} = 0,162$$

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

- Výpočet vzdorující vodorovné síly:

Vlastnosti bloku: $F_{MAX} = 9000,000 \text{ lbf / ft}$ -maximální smykavá únosnost

$$H_{res} = N \cdot \tan(\varphi) + c \cdot (d - 2 \cdot e) = 4241,002 \cdot \tan(75,00) + 0,000 \cdot (3,375 - 2 \cdot 0,548) = 15827,635 \text{ lbf / ft}$$

$$H_{res} = 15827,635 \text{ lbf / ft} \geq F_{MAX} = 9000,000 \text{ lbf / ft} \rightarrow H'_{res} = 9000,000 \text{ lbf / ft}$$

Výsledek z programu GEO5 – Redi Rock Wall: $H_{res} = 9000,00 \text{ lbf / ft}$

- Výpočet posunující vodorovné síly:

$$H_{act} = S_{ax} = 1390,973 \text{ lbf / ft}$$

Výsledek z programu GEO5 – Redi Rock Wall: $H_{act} = 1391,89 \text{ lbf / ft}$

- Stupeň bezpečnosti:

$$FS = \frac{H_{res}}{H_{act}} = \frac{9000,000}{1390,973} = 6,47 > 1,50, \text{ VYHOVUJE}$$

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