

10. STABILNOST KOSINA

10.1 Metode proračuna kosina

Problem analize stabilnosti zemljanih masa svodi se na određivanje odnosa između raspoložive smičuće čvrstoće i prosečnog smičućeg napona ili mobilisane čvrstoće, koja je potrebna da potencijalno klizno telo održi u ravnoteži. Taj odnos se naziva „faktor sigurnosti“, pri čemu se podrazumeva da je konstantna veličina duž klizne površi, i definiše se kao:

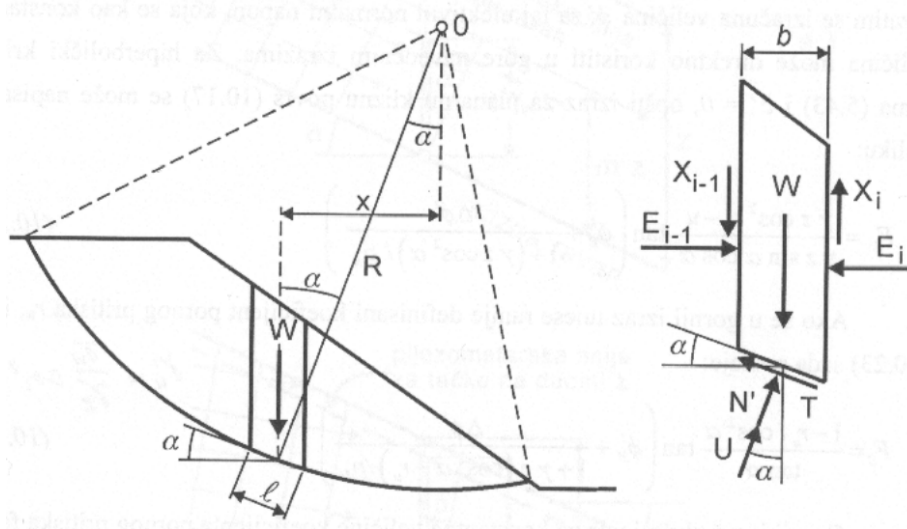
$$F_s = \frac{\tau_f}{\tau_m}$$

gde je:

τ_f - smičuća čvrstoća tla

τ_m - prosečna veličina smičućih napona koja deluje po kliznoj površi

Kružno cilindrične površi kosina sa nehomogenim ili homogenim tлом analiziraju se metodama lamela, koje se dobijaju kada se presek kružno cilindrične površi sa vertikalnim presecima izdeli na lamele širine (b), tako da je dužina osnove lamele (l). Predpostavlja se da su lamele dovoljno uske, tako da se luk osnove lamele zamenjuje tetivom. Za svaku lamelu se spoljni uticaji zamene odgovarajućim silama, slika 10.1.



Slika 10.1 Sile na karakterističnoj lameli

10.2 Metoda *Fellenius-a* i *Bishop-a*

Metod *Fellenius-a* zasniva se na zanemarivanju obe komponente međulamelnih sila, tako da se faktor sigurnosti definiše:

$$F_s = \frac{\sum (c' + (W \cdot \cos \alpha - ul) \operatorname{tg} \phi')}{\sum W \cdot \sin \alpha}$$

Razmatrajući metodu *Fellenius-a*, *Bishop* daje znatno poboljšavanje metode proračuna za kružno cilindrične kružne površi, uz uvođenje uticaja komponenti međulamelnih sila na raspodelu efektivnih normalnih napona duž klizne površi. Nakon uvođenja uticaja međulamelnih sila *Bishop* daje izraz za faktor sigurnosti:

$$F_s = \frac{\sum [c' \cdot b + (W + X_{i-1} - X_i - ub) \tan \phi'] \cdot \frac{1}{\cos \alpha + \sin \alpha \tan \phi' / F_s}}{\sum W \cdot \sin \alpha}$$

Uvođenjem smičućih komponenti međulamelnih sila povećeva se složenost računskog postupka za jedan red veličine, te *Bishop* predlaže da se u praktičnoj primeni koristi „rutinski metod“ koji podrazumeva zanemarivanje razlika vertikalnih komponenti međulamelnih sila, odnosno primenu izraza:

$$F_s = \frac{\sum (c' \cdot b + (W - ub) \tan \phi') m_\alpha}{\sum W \cdot \sin \alpha}$$

gde je:

$$m_\alpha = \frac{1}{\cos \alpha + \sin \alpha \tan \phi' / F_s}$$

10.3 „ $\phi_u=0$ „metoda

U slučaju vodom zasićenog sitnozrnog tla u nedreniranim uslovima kada je $\phi_u=0$ i $c=c_u$ faktor sigurnosti se definiše kao:

$$F_s = \frac{c_u \cdot L \cdot R}{W \cdot d + P_w \cdot a}$$

gde je:

R - poluprečnik klizne površi

L - dužina klizne površi: $L = \frac{R \cdot \pi \cdot \omega}{180}$

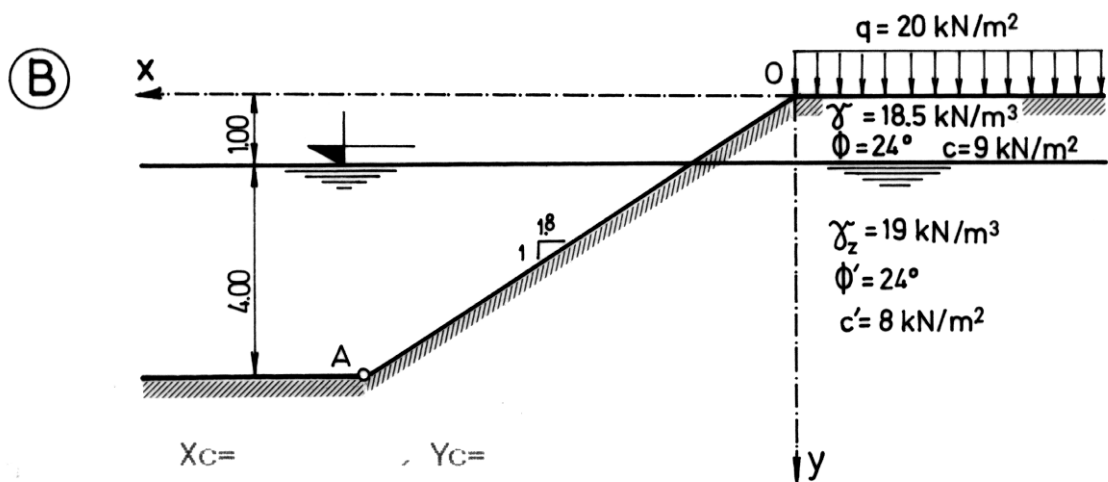
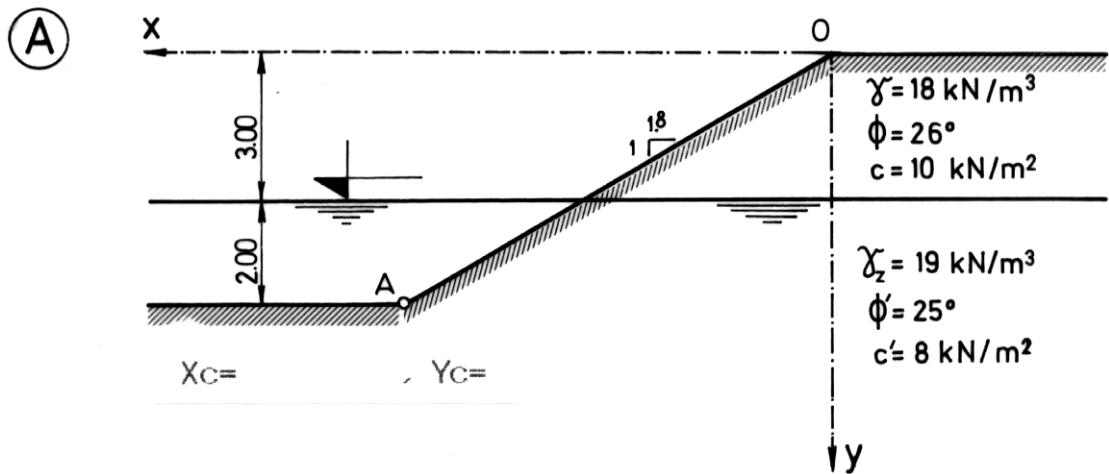
W - težina lamela

d - krak težine NJ u odnosu na momentnu tačku

Rešenje zadatka 10.1

Beleške:

Zadatak 10.2. Izračunati faktor sigurnosti kosine prikazane na skici: *A* ili *B*, protiv sloma duž pretpostavljene kružno cilindrične klizne površine čiji centar određuju tačke (x_c, y_c) . Klizna površina prolazi kroz tačku *A*. Proračun uraditi tabelarno.



Beleške:

Rešenje zadatka 10.2

Tabela 1												
PODACI			LAMELA									Σ
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1		b										
2	5	h_1										
2a		h_2										
2b		h_3										
3		γ_1										
3a		γ_2										
3b		γ_3										
4		q										
5		Q										
6		u										
7		$\sin\alpha$										
8		c'										
9		$\text{tg}\phi'$										
10		$W_\gamma = b \Sigma h \gamma$										
11		$W_q = bq + Q$										
12	10+11	$W = W_\gamma + W_q$										
13	12x7	$W \sin\alpha$										

Tabela 2												
14		$\cos\alpha$										
15	12x14	$W \cos\alpha$										
16	1/14	$l = b / \cos\alpha$										
17	6x16	ul										
18	15-17	$W \cos\alpha - ul$										
19	18x9	$(W \cos\alpha - ul) \text{tg}\phi'$										
20	8x16	$c'l$										
213	20+19	$c'l(W \cos\alpha - ul) \text{tg}\phi'$										

$$\text{Proračun po Fellenius-u: } F_s = \frac{\sum c'l + (W \cdot \cos\alpha - ul) \text{tg}\phi'}{\sum W \cdot \sin\alpha}$$

Beleške:

Tabela 3												
22	8x1	c'b										
23	6x1	ub										
24	12-23	W-ub										
25	24x9	(W-ub)tgφ'										
26	22+25	c'b+(W-ub)tgφ'										
27		(Wcosα- ul)tgφ'										
28	26/27	cosα+tgφ'sinα/F _s										
29												
30	26/29	cosα+tgφ'sinα/F _s										
31												
323	26/31	cosα+tgφ'sinα/F _s										

$$\text{Proračun po Bishop-u: } F_s = \frac{1}{\sum W \sin \alpha} \cdot \sum \frac{c'b + (W - ub)tg\phi'}{\cos \alpha + tg\phi' \sin \alpha / F_s}$$

Beleške:

Tabela 1											
PODACI			LAMELA							Σ	
			1	2	3	4	5	6	7		8
1		b									
2	5	h_1									
2a		h_2									
2b		h_3									
3		γ_1									
3a		γ_2									
3b		γ_3									
4		q									
5		Q									
6		u									
7		$\sin\alpha$									
8		c'									
9		$\text{tg}\phi'$									
10		$W_\gamma = b \sum h \gamma$									
11		$W_q = bq + Q$									
12	10+11	$W = W_\gamma + W_q$									
13	12x7	$W \sin\alpha$									

Tabela 2											
14		$\cos\alpha$									
15	12x14	$W \cos\alpha$									
16	1/14	$l = b / \cos\alpha$									
17	6x16	ul									
18	15-17	$W \cos\alpha - ul$									
19	18x9	$(W \cos\alpha - ul) \text{tg}\phi'$									
20	8x16	$c'l$									
213	20+19	$c'l (W \cos\alpha - ul) \text{tg}\phi'$									

$$\text{Proračun po Fellenius-u: } F_s = \frac{\sum c'l + (W \cdot \cos\alpha - ul) \text{tg}\phi'}{\sum W \cdot \sin\alpha}$$

Beleške:

Tabela 3												
22	8x1	c'b										
23	6x1	ub										
24	12-23	W-ub										
25	24x9	(W-ub)tgφ'										
26	22+25	c'b+(W-ub)tgφ'										
27		(Wcosα- ul)tgφ'										
28	26/27	cosα+tgφ'sinα/F _s										
29												
30	26/29	cosα+tgφ'sinα/F _s										
31												
323	26/31	cosα+tgφ'sinα/F _s										

$$\text{Proračun po Bishop-u: } F_s = \frac{1}{\sum W \sin \alpha} \cdot \sum \frac{c'b + (W - ub)tg\phi'}{\cos \alpha + tg\phi' \sin \alpha / F_s}$$

Beleške: