

## ИНЖЕЊЕРСКОГЕОЛОШКЕ И ГЕОТЕХНИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ТЕРЕНА У КОРИДОРУ САОБРАЋАЈНИЦЕ

Материјал означен бројем 1 на гранулометријском дијаграму налази се на следећим деоницама саобраћајнице:

од km. 8+000 до km. 9+500  
од km. \_\_\_\_\_ до km. \_\_\_\_\_  
од km. \_\_\_\_\_ до km. \_\_\_\_\_  
од km. \_\_\_\_\_ до km. \_\_\_\_\_  
од km. \_\_\_\_\_ до km. \_\_\_\_\_

На овим деоницама ниво подземне воде налази се на 3,00 m испод нивоа природног терена.

Материјал означен бројем 2 на гранулометријском дијаграму налази се на следећим деоницама саобраћајнице:

од km. 9+600 до km. 12+000  
од km. \_\_\_\_\_ до km. \_\_\_\_\_  
од km. \_\_\_\_\_ до km. \_\_\_\_\_  
од km. \_\_\_\_\_ до km. \_\_\_\_\_  
од km. \_\_\_\_\_ до km. \_\_\_\_\_

На овим деоницама ниво подземне воде углавном је на 2,50 m испод нивоа природног терена.

Лабораторијским испитивањима утврђене су следеће геотехничке карактеристике материјала:

материјал	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{dmax}$ (kN/m <sup>3</sup> )	$w_{op}$ (%)	w (%)	$w_l$ (%)	$w_p$ (%)
1	18,7	16,0	18,0	14,3	17,0	19,0	16,0
2	16,5	14,0	16,0	18,9	18,0	25,0	22,0

На основу података о терену потребно је извршити геотехничку класификацију тла према:

- јединственој класификацији (USCS)
- AASHO класификацији и
- GN 200.

## Инженерско-геолошке и геотехничке карактеристике терена у коридору саобраћајнице

- На основу података о терену потребно је извршити геотехничку класификацију тла према:
  - јединственој класификацији (USCS)
  - AASHTO класификацији
  - GN 200

Материјал 1: USCS

$$I_p = W_L - W_p = 19 - 16 = 3\%$$

$$W_L = 19\%$$

има више од 12% ситних фракција

испод A-линије  $\Rightarrow$  SF

слабо градуиран песак са прекомерно ситних фракција

AASHTO

$$P_{2.0\text{mm}} = 100\%$$

$$I_p = 3\%$$

$$P_{(4.75\text{mm})} = 96\%$$

$$W_L = 19\%$$

$$P_{(0.075\text{mm})} = 13\%$$

$$\Rightarrow A_{2-4}$$

$G_1 = 0$  прашинасти песак, општа вредност: добро

GN 200

према  $\rho = 18,7 \text{ kN}$  и претходним критеријумима

$\Rightarrow$  III категорија

Раде Томовић 2021/07

Материјал 2:

USCS

Више од 50% ситних зрна

$$w_L = 25\%$$

$$\Gamma_p = w_L - w_p = 25 - 22 = 3\%$$

Испод А-линије  $\Rightarrow$

Прашина ниске пластичности

ML

W

AASHTO

$$P_z = 100\%$$

$$P_{4.75} = 100\%$$

$$P_{0.075} = 78\%$$

$$w_L = 25\%$$

$$\Gamma_p = 3\%$$

$$x = 78\% \Rightarrow d = 40$$

$$b = 40$$

$$A_4 \quad w_L < 40\% \Rightarrow c = 0$$

$$\Gamma_p < 10\% \Rightarrow d = 0$$

$$GI = 0.2a + 0.005a \cdot c + 0.01b \cdot d$$

$$GI = 0.2 \cdot 40 = 8$$

прашинаста глина

општа вредност тла за поставицу: осредње

GN 200

II категорија  $\mu = 16.5$

1.11.2010,

СД

## ZBIJENOST TLA

### -zadaci-

Na osnovu datih geotehničkih karakteristika materijala (u tabeli) i ako je  $\gamma_s=27 \text{ kN/m}^3$  (za oba materijala):

- a) koliko treba da iznosi zapreminska težina materijala 1 i 2 u suvom stanju ( $\gamma_d$ ), ako se zahteva da stepen zbijenosti  $RC \geq 98 \%$ ;
- b) za simetričan oblik krive zbijanja odrediti interval vlažnosti ( $w_1, w_2$ ) u kojem je stepen zbijenosti  $RC \geq 98 \%$  (za materijal 2), ako za  $w > w_{opt}$  tlo zadržava istu količinu vazduha kao i pri optimalnoj vlažnosti;
- c) odrediti stepen zasićenja za materijal 2:
  - u prirodnom stanju,
  - pri maksimalnoj zbijenosti;
- d) odrediti procentualni sadržaj sitnozrnog materijala (materijal 2,  $RC \geq 98 \%$ ) i krupnozrnog materijala da se postigne zapreminska težina mešavine u suvom stanju  $\gamma_{dm}=18 \text{ kN/m}^3$ .

## Збијеност тла - задаци

а)  $\rho_s = 27 \text{ kN/m}^3$   
 $\rho_d = ?$  за  $RC \geq 98\%$

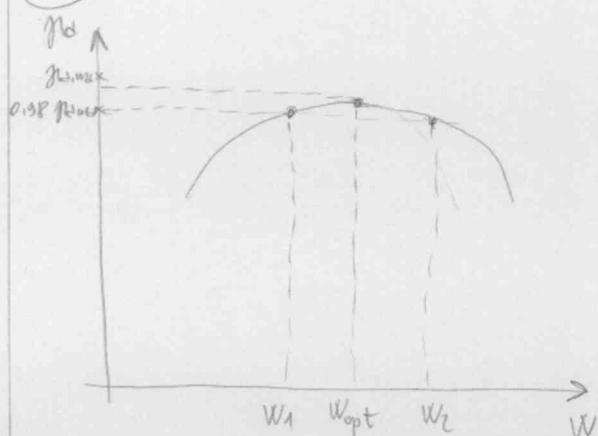
$$RC = \frac{\rho_d}{\rho_{d, \max}} \geq 98\%$$

$$\rho_d \geq 0,98 \cdot \rho_{d, \max}$$

за материјал 1:  $\rho_d \geq 0,98 \cdot 18 = 17,64 \text{ kN/m}^3$

за материјал 2:  $\rho_d \geq 0,98 \cdot 16 = 15,68 \text{ kN/m}^3$

б)



$$\rho_a = \rho - \rho_w$$

$$\eta = 1 - \frac{\rho_{d, \max}}{\rho_s}$$

$$\eta_w = \frac{w_{opt} \cdot \rho_{d, \max}}{\rho_w}$$

$$\rho_w = 9,807 \text{ kN/m}^3$$

за  $w > w_{opt}$  тло задржава исту количину ваздуха као и при оптималној влажности

$$\eta = 1 - \frac{16}{27} = 0,4074 = 40,74\%$$

$$\eta_w = \frac{0,189 \cdot 16}{9,807} = 0,3083 = 30,83\%$$

$$\rho_a = \rho - \rho_w = 9,91\%$$

$$RC \geq 98\%$$

$$\rho_d = 0,98 \cdot \rho_{d, \max} = 0,98 \cdot 16 = 15,68 \text{ kN/m}^3$$

$$\eta = 1 - \frac{\rho_d}{\rho_s} = 1 - \frac{15,68}{27} = 0,4193 = 41,93\%$$

$$\eta_w = \eta - \rho_a = 41,93 - 9,91 = 32,02\%$$

$$W_2 = \frac{n_w \cdot g_w}{n_d} = \frac{93202 \cdot 9,807}{15168} = 0,2003 = 20,03\%$$

$$\Delta W = W_2 - W_{opt} = 20,03 - 18,9 = 1,13\%$$

$$W_1 = W_{opt} - \Delta W = 17,77\%$$

$$⑥ S_r = \frac{W}{W_2} \cdot 100\%$$

у природном стању:  $W_2 = \left( \frac{1}{n_d} - \frac{1}{n_s} \right) \cdot g_w \cdot 100\%$

$$W_2 = \left( \frac{1}{14} - \frac{1}{27} \right) \cdot 9,807 \cdot 100 = 33,73\%$$

$$S_r = \frac{18}{33,73} \cdot 100 = 53,37\%$$

у стању макс. збојности:  $W_2 = \left( \frac{1}{n_{d, \max}} - \frac{1}{n_s} \right) \cdot g_w \cdot 100, W = W_{opt}$

$$W_2 = \left( \frac{1}{16} - \frac{1}{27} \right) \cdot 9,807 = 24,97\% \quad W = 18,9\%$$

$$S_r = \frac{18,9}{24,97} \cdot 100 = 75,69\%$$

$$⑦ RC \geq 98\%$$

тражи се да  $n_{dm} = 18 \text{ kN/m}^3$

$$n_d = \left( \frac{P_k}{n_s} + \frac{P_t}{n_d} \right)^{-1} \quad 18 = \frac{1}{\frac{P_k}{27} + \frac{P_t}{15,168}}$$

$$P_k + P_t = 1$$

$$\left( \frac{P_k}{27} + \frac{P_t}{15,168} \right) \cdot 18 = 1 \Rightarrow 0,6667 P_k + 1,1480 P_t = 1$$

$$P_t = \frac{1 - 0,6667 P_k}{1,1480}$$

$$P_k + \frac{1 - 0,6667 P_k}{1,1480} = 1 \Rightarrow P_k = 0,3075 = 30,75\%$$

$$P_t = (1 - P_k) \cdot 100\% = 69,25\%$$

1. M. 2010.

CHD

## PRORAČUN PARAMETARA OTPORNOSTI NA SMICANJE I NAGIBA KOSINA USEKA I NASIPA

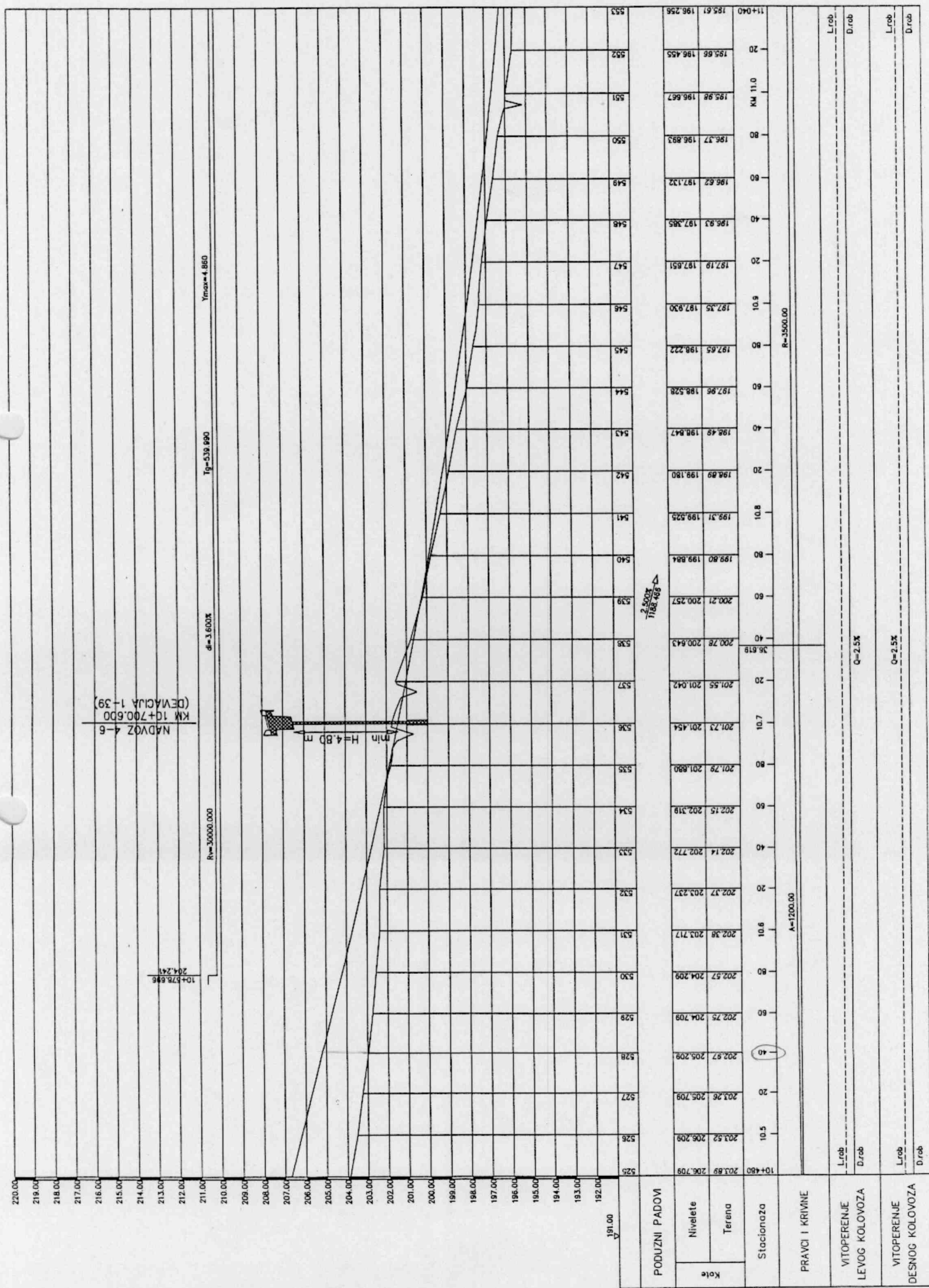
Na 10+540 km teren se nalazi u nagibu  $\alpha =$  22 ° sa tragovima povremene lokalne nestabilnosti, koja se javlja pri izdizanju podzemne vode do nivoa terena. Ova lokacija je odabrana za analizu uslova stabilnosti i određivanje parametara otpornosti na smicanje ( $\phi'$ ,  $c'$ ).

Na dubini od 3,2 m nalazi se čvrsta stenska masa, koja ima isti pad kao površina terena.

Koristeći dijagrame Spensera odrediti nagibe kosina useka/nasipa da zadatoj lokaciji, u dreniranim uslovima, sa faktorom sigurnosti  $F_s=1.4$ .

Rade Tanović 202107







$$\gamma_d = 14 \text{ kN/m}^3$$

$$G_s = 2.7$$

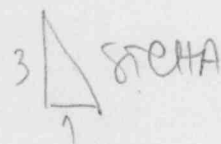
$$w = 18 \%$$

$$\gamma = 16.5 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_s = G_s \cdot \gamma_w = 2.7 \cdot 9.807 = 26.48 \text{ kN/m}^3$$

$$w_z = \left( \frac{1}{14} - \frac{1}{26.48} \right) \cdot 9.807 = 0.33 = 33.01 \%$$

$$\gamma_z = (1 + w_z) \cdot \gamma_d = 18.62 \text{ kN/m}^3$$



Material 2 (ML)  $\Rightarrow c' = 8.97 \text{ kPa} \approx 9 \text{ kPa}$

$$F_s = 1.4$$

$$H = 2.239$$

$$z = 3.2$$

$$\gamma = 16.5$$

$$\frac{1.4 \cdot 2.239 \cdot 16.5}{18.62 \cdot 3.2 \cdot \sin 22^\circ \cdot \cos 22^\circ} + \frac{\left( 1 - \frac{9.807}{18.62} \right) \cdot \cos^2 22^\circ \cdot \tan \phi}{\sin 22^\circ \cdot \cos 22^\circ} = 1$$

Trazimo  $\phi_m$

$$\frac{9}{18.62 \cdot 3.2 \cdot \sin 22^\circ \cdot \cos 22^\circ} + \frac{\left( 1 - \frac{9.807}{18.62} \right) \cdot \cos^2 22^\circ \cdot \tan \phi}{\sin 22^\circ \cdot \cos 22^\circ} = 1$$

$$0.43488 + 1.17148 \tan \phi' = 1$$

$$\tan \phi' = 0.4824 \Rightarrow \phi' = 25.75^\circ$$

$$\tan \phi_m = \frac{\tan \phi'}{F_s} \Rightarrow \phi_m = \arctan \frac{\tan \phi'}{F_s} = 19.01^\circ$$

1:1.5 van dijagram, pa je nagib 1:1.5

Određivanje A i B

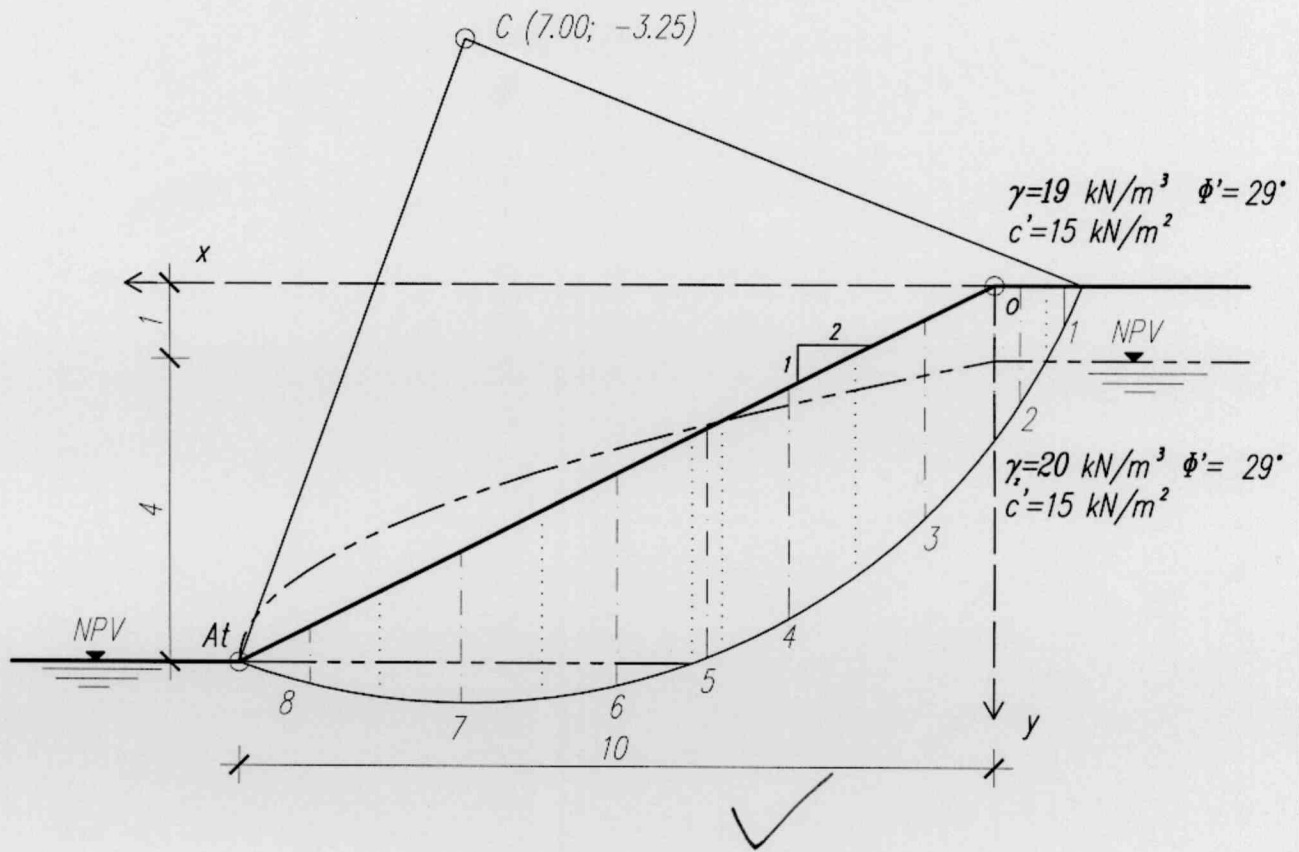
$$\gamma H \cdot \frac{\tan \phi'}{c'} = 16.5 \cdot 2.239 \cdot \frac{0.4824}{9} = 1.98$$

Se dijagram A = 42° B = 63°

15.11.2010.



Stabilnost kosina  
Metoda Janbu-a  
 $R=1:100$



- |            |                           |
|------------|---------------------------|
| .....      | <i>granice lamela</i>     |
| — — — — —  | <i>simetralna lamela</i>  |
| ———— — — — | <i>nivo podzemne vode</i> |
| —————      | <i>klizni krug</i>        |
| —————      | <i>linija kosine</i>      |

Rade Tomović 202/07

# Stabilnost kosina, proračun $F_s$ po metodi Janbu-a

Pretp.  $F_0=1,5$

Podaci		LAMELE							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	b	0.47	0.68	1.83	1.77	0.40	1.99	2.15	1.86
2	$h_1$	0.54	1.00	0.73	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00
3	$h_2$	0.00	0.56	1.89	2.83	3.02	2.50	1.47	0.47
4	$h_3$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.30	0.53	0.28
5	$\gamma_1$	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00
6	$\gamma_2$	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
7	$\gamma_3$	10.19	10.19	10.19	10.19	10.19	10.19	10.19	10.19
8	u	0.00	5.49	18.54	27.75	29.62	24.52	14.42	4.61
9	$\text{tg } \alpha$	2.09	1.52	0.96	0.56	0.39	0.23	-0.01	-0.24
10	c'	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
11	$\text{tg } \phi'$	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
12	$h_1 \gamma_1 b$	4.82	12.92	25.38	7.73	0.00	0.00	0.00	0.00
13	$h_2 \gamma_2 b$	0.00	7.62	69.17	100.18	24.16	99.50	63.21	17.48
14	$h_3 \gamma_3 b$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	6.09	11.61	5.31
15	$w = \sum h_i \gamma_i b$	4.82	20.54	94.56	107.92	24.49	105.59	74.82	22.79
16	$W \cdot \text{tg } \alpha$	10.07	31.31	90.90	60.31	9.59	24.78	-0.54	-5.53
17	$\cos^2 \alpha$	0.19	0.30	0.52	0.76	0.87	0.95	1.00	0.94
18	c'b	7.05	10.20	27.45	26.55	6.00	29.85	32.25	27.90
19	ub	0.00	3.73	33.92	49.12	11.85	48.79	31.00	8.57
20	W-ub	4.82	16.80	60.64	58.79	12.64	56.80	43.83	14.22
21	$(W-ub) \cdot \text{tg } \phi'$	2.67	9.31	33.61	32.59	7.01	31.48	24.30	7.88
22	$c'b + (W-ub) \cdot \text{tg } \phi'$	9.72	19.51	61.06	59.14	13.01	61.33	56.55	35.78
23	$\cos^2 \alpha \cdot (1 + \text{tg } \phi' \text{ tg } \alpha / F_0)$	0.33	0.47	0.70	0.92	0.99	1.03	1.00	0.86
24	22/23	29.43	41.49	86.69	64.33	13.10	59.55	56.70	41.61
25	$\cos^2 \alpha \cdot (1 + \text{tg } \phi' \text{ tg } \alpha / F_0)$	0.31	0.44	0.68	0.89	0.97	1.02	1.00	0.87
26	22/25	31.59	43.98	90.41	66.10	13.37	60.30	56.67	40.98
27	$\cos^2 \alpha \cdot (1 + \text{tg } \phi' \text{ tg } \alpha / F_0)$	0.30	0.44	0.67	0.89	0.97	1.02	1.00	0.87
28	22/27	31.92	44.35	90.95	66.35	13.41	60.41	56.67	40.90

SUMA  
220.90

SUMA  $F_0$   
392.91 1.78

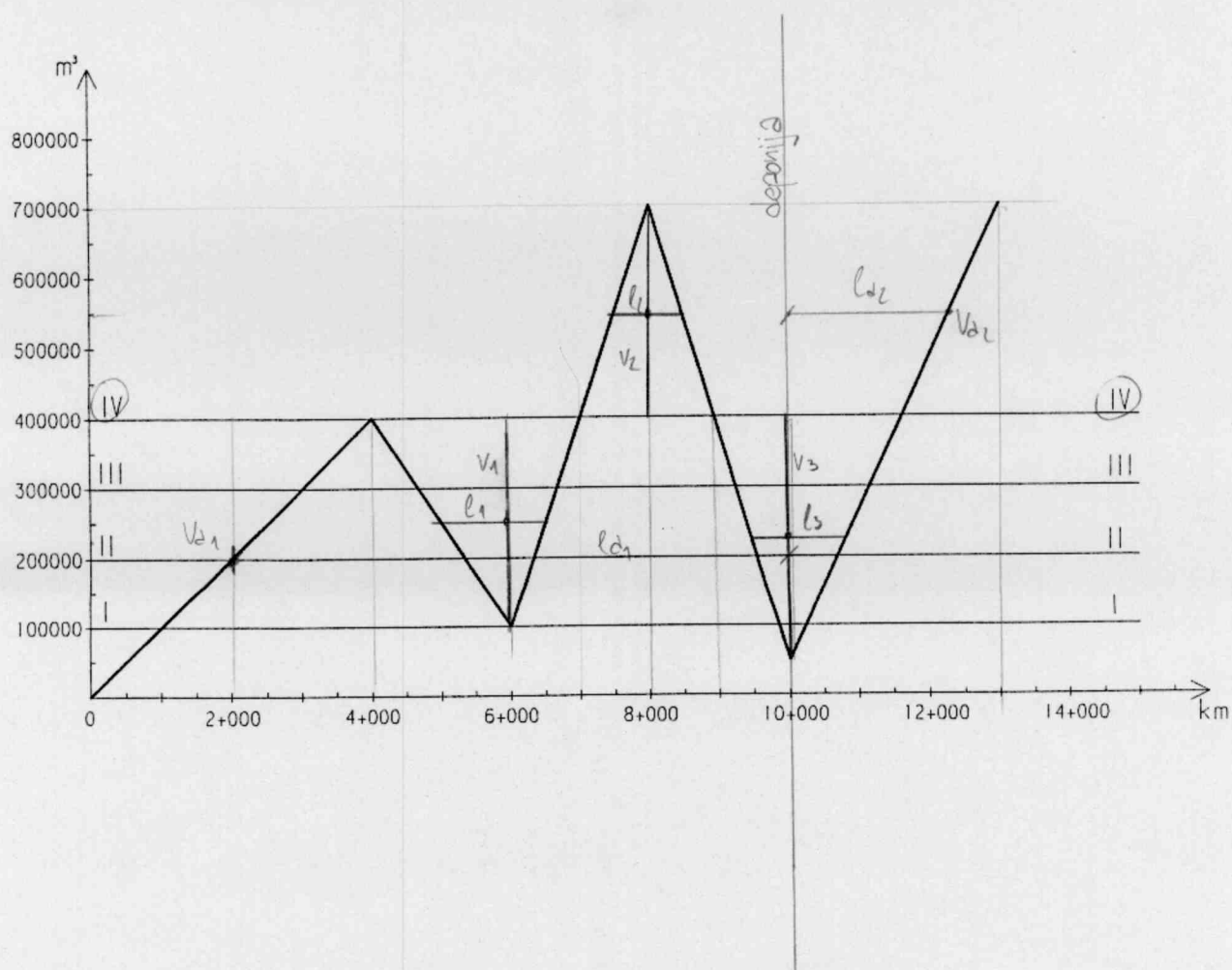
403.40 1.83

404.95 1.83

L=	11.18
d=	2.74
d/L=	0.25
Očitavanje $f_0$ =	1.08
$F_s = f_0 \cdot F_0$ =	1.98

22.11.2010.  
CUD

Na osnovu dijagrama masa za materijal III kategorije i datu uravnicu IV,  
odrediti potrebnu mehanizaciju za iskop, transport i ugrađivanje materijala ako je deponija na  
10+000 km, a pozajmište na \_\_\_\_\_ km. Raspoloživi fond radnog vremena je 150  
radnih dana po 20 časova.



# Geoteknika saobraćajnica - Zadatak 4

materijal III kategorije

Uravnica IV

150 dana po 20 h

Deponija na 10+000 km

?

$$L_{IV} = \frac{3 \cdot 10^5 \cdot 1,5 + 3 \cdot 10^5 \cdot 1 + 3,5 \cdot 10^5 \cdot 0,808 + 4 \cdot 10^5 \cdot 8 + 3 \cdot 10^5 \cdot 2,208}{(3+3+3,5+4+3) \cdot 10^5}$$

$$L_{IV} = \frac{4925200}{1650000} = 2,98 \text{ km} \approx 3 \text{ km}$$

$$\sum V = 1650000 \text{ m}^3$$

$$150 \text{ dana} \times 20 \text{ h} = 3000 \text{ h}$$

$$\text{Potrebni učinak} = \frac{1650000}{3000} = 550 \text{ m}^3/\text{h}$$

Iskop materijala

$$\text{bager od } 100 \text{ kW} \rightarrow u_t = 250 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$4 \text{ bagera} \rightarrow 4 \cdot u_t = 1000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$k_i = \frac{550}{1000} = 0,55$$

Transport materijala

$$\text{Usvajano kiper } 300 \text{ kW} \Rightarrow V_p = 20 \text{ m}^3$$

$$t_u = \frac{20}{\frac{550}{4}} = 8,73 \text{ min} - \text{učinak za jedan bager}$$

$$t_v = \left( \frac{3}{60} + \frac{3}{75} \right) \cdot 60 = 5,4 \text{ min}$$

$$t_i = 2 \text{ min}$$

$$t_o = 0,5 \text{ min}$$

$$T_c = t_u + t_v + t_i + t_o = 16,63 \text{ min}$$

$$u_t = \frac{20}{16,63} \cdot 60 = 72,16 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$k_i = \frac{550}{3 \cdot 72,16} = 0,64 \rightarrow \text{za jedan bager } 3 \text{ kiper}$$

Ukupno 12 kiper

Razastiranje - usvajamo grejder od 135 kW

$$U_t = 2,25 \cdot 135 = 303,75 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$K_i = \frac{550}{3 \cdot 303,75} = 0,60 \quad 3 \text{ grejdere}$$

Zbijanje - količina materijala  $V = 950\,000 \text{ m}^3$

$$U_p = \frac{950\,000}{150 \cdot 20} = 316,67 \approx 317 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$U_t = \frac{B \cdot V \cdot d}{n} = \frac{1,8 \cdot 3000 \cdot 0,25}{5} = 270 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$K_i = \frac{317}{2 \cdot 270} = 0,59 \quad 2 \text{ valjka}$$

13. 12. 2010.  
CAG