

დ ა ს კ ვ ნ ა

წყლის სტანდარტული ჰიმიური ანალიზის შედეგების მიხედვით

ლაბ. №№295-296-297

ჰიდროგეოლოგიური პირობები: წყალშემცავი გრუნტი №№1-2-4 ჭაბურღილების უბნებზე $h_1=0.7$ მ, $h_2=0.4$ მ და $h_4=0.7$ მ სიღრმეებზე წარმოდგენილია თიხოვანი გრუნტებით.

ფილტრაციის კოეფიციენტი $K_{ფ} < 0,1$ მ/დღ

საპროექტო კონსტრუქციის მოკლე დახასიათება:

დასაპროექტებელი კონსტრუქცია რკინა - ბეტონის საძირკველი.

გამოკვლეული წყალი - გარემო:

I. დასაპროექტებელი კონსტრუქციის ბეტონის მიმართ:

ამუღანებს სულფატური აგრესიულობის შემდეგ თვისებებს:

1. პორტლანდცემენტის სახ. სტანდარტი 10178-76 გამოყენებისას:

ძლიერ აგრესიულია $W_4 - W_6 - W_8$ წყალშეუღწევადობის მარკის ბეტონების მიმართ.

2. პორტლანდცემენტის სახსტანდარტი 10178-76 კლინკერში ჩანართებით C_3S არაუმეტეს 65%, C_3A არაუმეტეს 7%, $C_3A + C_4AF$ არაუმეტეს 22%, წიდაპორტლანდცემენტის და აგრეთვე სულფატმდგრადი სახსტანდარტი 22266-76 ცემენტების გამოყენებისას არააგრესიულია $W_4-W_6-W_8$ წყალშეუღწევადობის მარკის ბეტონების მიმართ.

II. არმატურის მიმართ:

ა) არ არის აგრესიული წყლის გარემოში მუდმივად ყოფნის დროს;

ბ) საშუალოდ აგრესიულია წყლის გარემოში პერიოდულად ყოფნის დროს.

ს ნ და წ 2.03. 11. 85

„სამშენებლო ნაგებობათა დაცვა კოროზიისაგან”

(ცხ. №№5, 6, 7)

12 ოქტომბერი, 2015 წ.

ანალიზი ჩაატარა

ნ. სურგულაძე

წამყვანი ინჟინერ-გეოლოგი

დ. ახოზაძე

შპს „ახალი საქაღალაქმშენებრომქტი“ საინჟინრო გეოლოგიური კვლევების განყოფილება		წყლის ქიმიური ანალიზის შ ე ღ ე გ ე ბ ი		გეოტექნიკური ლაბორატორია ძ. თბილისი ბოთლას შესახვევი №10	
ო ბ ი ე ქ ტ ი ს ღ ა ს ა ხ ე ლ ე ბ ა ძ. თბილისი. მუხიანო (ს.კ. 01.11.17.006.788-789-845; 01.11.17.006.789; 01.11.17.006.845) რაბის მოედანი					
წყალუშნტის დასახელება ჯაბ. № 1			სინჯის აღების თარიღი: 01. 10. 2015 წ.		
სინჯის აღების სიღრმე h = 0.7 მ					
ლაბ. № 295					
ქიმიური შემადგენლობა					
წყალგადიონის მაჩვენებელი			pH		7.3
ფიზიკური თვისებები					
გამჭვირვალობა		შემდგომელი			
უერი		უფერი			
ნალექი		თიხოვანი			
სუნი		უსუნი			
გემო		არ განიხილვა			
ტემპერატურა		—			
სინისტი					
დასახელება		გერმანული ბრალუნი	მგ/მძ		
საერთო		233.5	83.4		
კარბონატული		16.8	6.0		
არაკარბონატ.		216.7	77.4		
ქანგვალობა					
		O ₂	მგ/ლ	9.0	
წყლის მარილოვანი შემადგენლობა (კუროლის ფორმულა)					
$M_{7.9} \frac{SO^4_{88}}{Ca_{40}Na_{31}Mg_{29}}$					
მიწერალიზაცია					
მშრალი		ექსპერიმ.		მგ/ლ	8069.9
ნაშთი		გამოთვლ.			7879.0
ნახშირორქანები CO ₂					
თავისუფალი CO ₂				მგ/ლ	44.0
აბრეშული CO ₂		გამოთვლ.			არ არის

შპს „ახალი საძაღლაძმშენარემტო“ საინჟინრო გეოლოგიური კვლევების განყოფილება		წყლის ქიმიური ანალიზის შ ე ღ ე ბ ე ბ ი				გეოტექნიკური ლაბორატორია ქ. თბილისი ბოთლას შესახვევი №10	
ო ბ ი ე ქ ტ ი ს ღ ა ს ა ხ ე ლ ე ბ ა ქ. თბილისი. გუბიაძე (ს.პ. 01.11.17.006.788-789-845; 01.11.17.006.789; 01.11.17.006.845) რაბის მოედანი							
წყალუქმტის ღასახელება			ჯაბ. № 2		სინჯის აღების თარიღი: 01. 10. 2015 წ.		
სინჯის აღების სიღრმე			h = 0.4 მ				
ლაბ. № 296							
ქიმიური შემადგენლობა							
წყალგადიონის მანქანებელი				pH		7.3	
ფიზიკური თვისებები							
გამჭვირვალობა		შემდგომელი					
ფერი		უფერი					
ნალექი		თიხოვანი					
სუნი		უსუნი					
გემო		არ განიჭულა					
ტემპერატურა		—					
სინისტი							
ღასახელება		გერმანული ბრალსი		მგ/მჰ			
საერთო		228.4		81.6			
კარბონატული		22.4		8.0			
არაკარბონატ.		206.0		73.6			
ქანგვალობა		O ₂		მგ/ლ		10.0	
წყლის მარილოვანი შემადგენლობა (კუროლის ფორმულა)							
M_{8.1} SO₄⁴₈₆ Ca₃₈Na₃₄Mg₂₈							
მიმერალიზაცია							
მშრალი		მჰსპერიმ.		მგ/ლ		8257.4	
ნაშთი		გამოთვლ.				8056.9	
ნახშირორქანები CO ₂							
თავისუფალი CO ₂				მგ/ლ		66.0	
აბრეშული CO ₂		გამოთვლ.				არ არის	

შპს „ახალი საძაღლაძმშენარემტო“ საინჟინრო გეოლოგიური კვლევების განყოფილება		წყლის ქიმიური ანალიზის შ ე ღ ე ბ ე ბ ი		გეოტექნიკური ლაბორატორია ქ. თბილისი ბოთლას შესახვევი №10	
ო ბ ი ე ქ ტ ი ს ღ ა ს ა ხ ე ლ ე ბ ა ქ. თბილისი. გუბიაძე (ს.პ. 01.11.17.006.788-789-845; 01.11.17.006.789; 01.11.17.006.845) რაბბის მოედანი					
წყალუშნტის ღასახელეება ზაბ. № 4			სინჟის აღების თარიღი: 01. 10. 2015 წ.		
სინჟის აღების სიღრმე h = 0.7 მ					
ღაბ. № 297					
ქიმიური შემადგენლობა					
წყალგადიონის მანჟენებელი			pH	7.3	
ვიზიკური თვისებები					
გამჟვირვალობა		შემღვრეული			
უერი		უუერი			
ნალექი		თისოვანი			
სუნე		უსუნე			
გემე		არ გასინჟულა			
ტემპერატურა		—			
სიხისტე					
ღასახელეება		გერმანული ბრალუსი	მგ/მჟ		
საერთო		231.0	82.5		
კარბონატული		19.6	7.0		
არაკარბონატ.		211.4	75.5		
ქანგვალობა					
		O ₂	მგ/ლ	11.0	
წყლის მარილოვანი შემადგენლობა (კურლოვის ფორმულა)					
$M_{8.0} \frac{SO^4_{88}}{Ca_{39}Na_{33}Mg_{28}}$					
მიწერალიზაცია					
მჟრალი		მჟსპერიმ.		მგ/ლ	8180.4
ნაშთი		გამოთჟლ.			8000.4
ნახშირორჟანბი CO ₂					
თავისუფალი CO ₂				მგ/ლ	44.0
აბრესიული CO ₂		გამოთჟლ.			არ არის

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
15	ჰაბ. №5	1.5	მომ.	410	0.36	0.18	0.18	25.5	1.87	1.49	2.72	45.2	0.825	0.979	0.42	0.84	0.08			თიხა
16		3.0	მომ.	411	0.40	0.20	0.20	25.9	1.85	1.47	2.72	46.0	0.851	1.088	0.30	0.83	0.13			თიხა
17		5.0	მომ.	412	0.45	0.23	0.22	30.9	1.88	1.44	2.72	47.2	0.894	1.224	0.36	0.94	0.17			თიხა
18		8.0	მომ.	413	0.41	0.19	0.22	24.9	2.02	1.62	2.72	40.5	0.682	1.115	0.27	0.99	0.26			თიხა
19	ჰაბ. №6	1.5	მომ.	414	0.37	0.18	0.19	27.7	1.83	1.43	2.72	47.3	0.898	1.006	0.51	0.84	0.06	14	38	თიხა
20		4.0	მომ.	415	0.42	0.21	0.21	29.7	1.85	1.43	2.72	47.6	0.907	1.142	0.41	0.89	0.12			თიხა
21		7.0	მომ.	416	0.39	0.20	0.19	25.5	1.98	1.58	2.72	42.0	0.724	1.061	0.29	0.96	0.20			თიხა
22	ჰაბ. №7	2.0	მომ.	417	0.44	0.21	0.23	27.7	1.96	1.53	2.72	43.6	0.772	1.197	0.29	0.98	0.24			თიხა
23		4.5	მომ.	418	0.44	0.22	0.22	28.0	1.96	1.53	2.72	43.7	0.776	1.197	0.27	0.98	0.24			თიხა
24	ჰაბ. №8	1.0	მომ.	419	0.37	0.18	0.19	24.4	1.90	1.53	2.72	43.8	0.781	1.006	0.34	0.85	0.13			თიხა
25		3.5	მომ.	420	0.38	0.20	0.18	26.0	2.00	1.59	2.72	41.6	0.714	1.034	0.33	0.99	0.19			თიხა

შენიშვნა: ბრაზაში „წინააღმდეგობა ძვრას“ მოცემული მნიშვნელობები მიეკუთვნებიან გუნებრივი სიმკვრივის ღა

ტენიანობის ნიმუშებს

ინჟინერი

მ. ჯარბაძე

წამყვანი ინჟინერ-ქიმიკოსი

ნ. სურგულაძე

ლაბორატორიის ხელმძღვანელი

დ. ახობაძე

დანართი 1

ბრუნტის სიმკვრივის (ρ გ/სმ³) ნორმატიული და საანგარიშო
მნიშვნელობების გამოთვლა

(ფენა 2)

გრუნტის სიმკვრივის (ρ გ/სმ³) ნორმატიული და საანგარიშო მნიშვნელობების გამოთვლა

$N \setminus N^6$	ρ_i	ρ^6	$\rho^6 - \rho_i$	$(\rho^6 - \rho_i)^2$
1	1.83	1.89	0.06	0.0036
2	1.85	1.89	0.04	0.0016
3	1.87	1.89	0.02	0.0004
4	1.88	1.89	0.01	0.0001
5	1.89	1.89	0.00	0.0000
6	1.89	1.89	0.00	0.0000
7	1.90	1.89	-0.01	0.0001
8	1.90	1.89	-0.01	0.0001
9	1.92	1.89	-0.03	0.0009
10	1.92	1.89	-0.03	0.0009
11	1.95	1.89	-0.06	0.0036
Σ	20.80	-	-	0.0113

გრუნტის სიმკვრივის (ρ გ/სმ³) ნორმატიული (საშუალო) მნიშვნელობა ტოლი იქნება

$$\rho^6 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \rho_i = \frac{20.80}{11} = 1.89 \text{ გ/სმ}^3$$

$$\rho^6 = \mathbf{1.89 \text{ გ/სმ}^3}$$

შემოწმება უხეშ შეცდომაზე $|\rho^6 - \rho_i| \leq \nu \sigma_{\text{გაღ}}$

როცა $n=12$, $\nu=2.52$

$$\sigma_{\text{გაღ}} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\rho^6 - \rho_i)^2} = \sqrt{\frac{0.0113}{11}} = 0.03$$

$$\nu \sigma_{\text{გაღ}} = 2.47 \times 0.03 = 0.08$$

რადგანაც მოცემულ ცხრილში დაცულია პირობა $|\rho^6 - \rho_i| \leq \nu \sigma_{\text{გაღ}}$, ρ_i -ს ყველა მნიშვნელობა ვარგისია გაანგარიშებისათვის.

საშუალო კვადრატული გადახრა

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\rho^6 - \rho_i)^2} = \sqrt{\frac{0.0113}{11-1}} = 0.03$$

ვარიაციის კოეფიციენტი

$$\nu = \frac{\sigma}{\rho^6} = \frac{0.03}{1.89} = 0.02$$

გამოვთვალოთ გრუნტის სიმკვრივის მნიშვნელობები მეორე ზღვრული მდგომარეობისათვის (დეფორმაციის მიხედვით)

$\alpha=0.85$. როცა $n-1=11-1=10$, გვაქვს $t_\alpha=1.10$

სიზუსტის მაჩვენებელი

$$\rho = \frac{t_{\alpha} V}{\sqrt{n}} = \frac{1.10 \times 0.02}{\sqrt{11}} = 0.006$$

გრუნტის უსაფრთხოების კოეფიციენტი

$$k_{\phi} = \frac{1}{1 \pm \rho}$$

$$k_{\phi} = \frac{1}{1 + 0.006} = 0.994$$

$$k_{\phi} = \frac{1}{1 - 0.006} = 1.006$$

სიმკვრივის მნიშვნელობები ტოლი იქნება

$$\rho = \frac{\rho^6}{k_{\phi}}$$

$$\rho_{\parallel}^1 = \frac{1.89}{0.994} = 1.90 \text{ გ/სმ}^3$$

$$\rho_{\parallel}^2 = \frac{1.89}{1.006} = 1.88 \text{ გ/სმ}^3$$

გამოვთვალოთ სიმკვრივის მნიშვნელობები პირველი ზღვრული მდგომარეობისათვის (ამტანუნარიანობის მიხედვით)

$\alpha=0.95$. როცა $n-1=11-1=10$, გვაქვს $t_{\alpha}=1.81$

სიზუსტის მაჩვენებელი

$$\rho = \frac{t_{\alpha} V}{\sqrt{n}} = \frac{1.81 \times 0.02}{\sqrt{11}} = 0.01$$

გრუნტის უსაფრთხოების კოეფიციენტი

$$k_{\phi} = \frac{1}{1 + 0.01} = 0.99$$

$$k_{\phi} = \frac{1}{1 - 0.01} = 1.01$$

სიმკვრივის მნიშვნელობები ტოლი იქნება

$$\rho_{\parallel}^1 = \frac{1.89}{0.99} = 1.91 \text{ გ/სმ}^3$$

$$\rho_{\parallel}^2 = \frac{1.89}{1.01} = 1.87 \text{ გ/სმ}^3$$

გაანგარიშება ჩაატარა

დ. ახოზაძე

დანართი 2

ბრუნტის სიმკვრივის (ρ გ/სმ³) ნორმატიული და საანგარიშო
მნიშვნელობების გამოთვლა

(ფენა 3)

გრუნტის სიმკვრივის (ρ გ/სმ³) ნორმატიული და საანგარიშო მნიშვნელობების გამოთვლა

$N \setminus N^{\bar{}}$	ρ_i	$\rho^{\bar{}}$	$\rho^{\bar{}} - \rho_i$	$(\rho^{\bar{}} - \rho_i)^2$
1	1.85	1.95	0.10	0.0100
2	1.88	1.95	0.07	0.0049
3	1.90	1.95	0.05	0.0025
4	1.92	1.95	0.03	0.0009
5	1.96	1.95	-0.01	0.0001
6	1.96	1.95	-0.01	0.0001
7	1.97	1.95	-0.02	0.0004
8	1.98	1.95	-0.03	0.0009
9	2.00	1.95	-0.05	0.0025
10	2.01	1.95	-0.06	0.0036
11	2.02	1.95	-0.07	0.0049
Σ	21.45	-	-	0.0308

გრუნტის სიმკვრივის (ρ გ/სმ³) ნორმატიული (საშუალო) მნიშვნელობა ტოლი იქნება

$$\rho^{\bar{}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \rho_i = \frac{21.45}{11} = 1.95 \text{ გ/სმ}^3$$

$$\rho^{\bar{}} = \mathbf{1.95 \text{ გ/სმ}^3}$$

შემოწმება უხეშ შეცდომაზე $|\rho^{\bar{}} - \rho_i| \leq \nu \sigma_{\text{გაღ}}$

როცა $n=12$, $\nu=2.52$

$$\sigma_{\text{გაღ}} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\rho^{\bar{}} - \rho_i)^2} = \sqrt{\frac{0.0308}{11}} = 0.05$$

$$\nu \sigma_{\text{გაღ}} = 2.47 \times 0.05 = 0.13$$

რადგანაც მოცემულ ცხრილში დაცულია პირობა $|\rho^{\bar{}} - \rho_i| \leq \nu \sigma_{\text{გაღ}}$, ρ_i -ს ყველა მნიშვნელობა ვარგისია გაანგარიშებისათვის.

საშუალო კვადრატული გადახრა

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\rho^{\bar{}} - \rho_i)^2} = \sqrt{\frac{0.0308}{11-1}} = 0.06$$

ვარიაციის კოეფიციენტი

$$\nu = \frac{\sigma}{\rho^{\bar{}}} = \frac{0.06}{1.95} = 0.03$$

გამოვთვალოთ გრუნტის სიმკვრივის მნიშვნელობები მეორე ზღვრული მდგომარეობისათვის (დეფორმაციის მიხედვით)

$\alpha=0.85$. როცა $n-1=11-1=10$, გვაქვს $t_{\alpha}=1.10$

სიზუსტის მაჩვენებელი

$$\rho = \frac{t_{\alpha} V}{\sqrt{n}} = \frac{1.10 \times 0.03}{\sqrt{11}} = 0.01$$

გრუნტის უსაფრთხოების კოეფიციენტი

$$k_{\phi} = \frac{1}{1 \pm \rho}$$

$$k_{\phi} = \frac{1}{1 + 0.01} = 0.99$$

$$k_{\phi} = \frac{1}{1 - 0.01} = 1.01$$

სიმკვრივის მნიშვნელობები ტოლი იქნება

$$\rho = \frac{\rho^6}{k_{\phi}}$$

$$\rho_{\parallel}^1 = \frac{1.95}{0.99} = 1.97 \text{ გ/სმ}^3$$

$$\rho_{\parallel}^2 = \frac{1.95}{1.01} = 1.93 \text{ გ/სმ}^3$$

გამოვთვალოთ სიმკვრივის მნიშვნელობები პირველი ზღვრული მდგომარეობისათვის (ამტანუნარიანობის მიხედვით)

$\alpha=0.95$. როცა $n-1=11-1=10$, გვაქვს $t_{\alpha}=1.81$

სიზუსტის მაჩვენებელი

$$\rho = \frac{t_{\alpha} V}{\sqrt{n}} = \frac{1.81 \times 0.03}{\sqrt{11}} = 0.016$$

გრუნტის უსაფრთხოების კოეფიციენტი

$$k_{\phi} = \frac{1}{1 + 0.016} = 0.985$$

$$k_{\phi} = \frac{1}{1 - 0.016} = 1.016$$

სიმკვრივის მნიშვნელობები ტოლი იქნება

$$\rho_{\parallel}^1 = \frac{1.95}{0.985} = 1.98 \text{ გ/სმ}^3$$

$$\rho_{\parallel}^2 = \frac{1.95}{1.016} = 1.92 \text{ გ/სმ}^3$$

გაანგარიშება ჩაატარა

დ. ახოზაძე

დანართი 3

ბრუნტის სიმტკიცის მახასიათებლების (ფ° და c კკა)
ნორმატიული და სანაგარიშო მნიშვნელობების გამოთვლა

(ფენა 2)

შემოწმება უხეშ შემდგომად $|\bar{\tau} - \tau_i| \leq \nu \sigma$ ბაღ

$N_i/N_{\bar{\tau}}$	$p=1.0 \text{ კგძ/სმ}^2$			$p=2.0 \text{ კგძ/სმ}^2$			$p=3.0 \text{ კგძ/სმ}^2$		
	τ_i	$\bar{\tau} - \tau_i$	$(\bar{\tau} - \tau_i)^2$	τ_i	$\bar{\tau} - \tau_i$	$(\bar{\tau} - \tau_i)^2$	τ_i	$\bar{\tau} - \tau_i$	$(\bar{\tau} - \tau_i)^2$
1	0.48	0.09	0.0081	0.66	0.14	0.0196	0.84	0.17	0.0289
2	0.53	0.04	0.0016	0.70	0.10	0.0100	0.91	0.10	0.0100
3	0.57	0.00	0.0000	0.83	-0.03	0.0009	1.01	0.00	0.0000
4	0.60	-0.03	0.0009	0.85	-0.05	0.0025	1.08	-0.07	0.0049
5	0.62	-0.05	0.0025	0.87	-0.07	0.0049	1.10	-0.09	0.0081
6	0.62	-0.05	0.0025	0.89	-0.09	0.0081	1.12	-0.11	0.0121
Σ	3.42	-	0.0156	4.80	-	0.0460	6.06	-	0.0640
$\bar{\tau}_{1.0} = \frac{3.42}{6} = 0.57$ $\sigma_{\text{ბაღ}} = \sqrt{\frac{0.0156}{6}} = 0.05;$ $\text{როცა } n=6, \nu=2.07;$ $\nu\sigma_{\text{ბაღ}}=2.07 \times 0.05=0.11;$ $0.09 < 0.11$				$\bar{\tau}_{2.0} = \frac{4.80}{6} = 0.80$ $\sigma_{\text{ბაღ}} = \sqrt{\frac{0.0460}{6}} = 0.09;$ $\text{როცა } n=6, \nu=2.07;$ $\nu\sigma_{\text{ბაღ}}=2.07 \times 0.09=0.18;$ $0.14 < 0.18$			$\bar{\tau}_{3.0} = \frac{6.06}{6} = 1.01$ $\sigma_{\text{ბაღ}} = \sqrt{\frac{0.0640}{6}} = 0.10;$ $\text{როცა } n=6, \nu=2.07;$ $\nu\sigma_{\text{ბაღ}}=2.07 \times 0.10=0.21;$ $0.17 < 0.21$		

რადგანაც მოცემულ ცხრილში დაცულია პირობა $|\bar{\tau} - \tau_i| \leq \nu \sigma_{\text{ბაღ}}$, τ_i -ს ყველა მნიშვნელობა ვარგისია გაანგარიშებისათვის.

ბრუნტის სიმტკიცის მახასიათებლების (ფ° და c კპა) ნორმატიული
და საანგარიშო მნიშვნელობების გამოსათვლელი ცხრილი

$N_p N_q$	p_i	τ_i	p_i^2	$\tau_i p_i$	$\bar{\tau}$	$\bar{\tau} - \tau_i$	$(\bar{\tau} - \tau_i)^2$
1	1	0.48	1	0.48	0.57	0.09	0.0081
2	1	0.53	1	0.53	0.57	0.04	0.0016
3	1	0.57	1	0.57	0.57	0.00	0.0000
4	1	0.60	1	0.60	0.57	-0.03	0.0009
5	1	0.62	1	0.62	0.57	-0.05	0.0025
6	1	0.62	1	0.62	0.57	-0.05	0.0025
7	2	0.66	4	1.32	0.80	0.14	0.0196
8	2	0.70	4	1.40	0.80	0.10	0.0100
9	2	0.83	4	1.66	0.80	-0.03	0.0009
10	2	0.85	4	1.70	0.80	-0.05	0.0025
11	2	0.87	4	1.74	0.80	-0.07	0.0049
12	2	0.89	4	1.78	0.80	-0.09	0.0081
13	3	0.84	9	2.52	1.01	0.17	0.0289
14	3	0.91	9	2.73	1.01	0.10	0.0100
15	3	1.01	9	3.03	1.01	0.00	0.0000
16	3	1.08	9	3.24	1.01	-0.07	0.0049
17	3	1.10	9	3.30	1.01	-0.09	0.0081
18	3	1.12	9	3.36	1.01	-0.11	0.0121
Σ	36	14.28	84	31.20	-	-	0.1256

ბრუნტის სიმტკიცის მახასიათებლების (ფ° და c კპა) ნორმატიული და საანგარიშო
მნიშვნელობების გამოთვლა

გრუნტის სიმტკიცის მახასიათებლების ($tg\phi^6$ და c^6) ნორმატიული მნიშვნელო-
ბები გამოითვლება ფორმულებით

$$tg\phi^6 = \frac{1}{\Delta} \left(n \sum_{i=1}^n \tau_i p_i - \sum_{i=1}^n \tau_i \sum_{i=1}^n p_i \right)$$

$$c^6 = \frac{1}{\Delta} \left(\sum_{i=1}^n \tau_i \sum_{i=1}^n p_i^2 - \sum_{i=1}^n p_i \sum_{i=1}^n \tau_i p_i \right), \quad \text{სადაც}$$

$$\Delta = n \sum_{i=1}^n p_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n p_i \right)^2$$

ყველა სიდიდეს ვიღებთ ზემოთმოყვანილი ცხრილიდან

$$\Delta = 18 \times 84 - 36^2 = 216$$

$$tg\phi^6 = \frac{1}{216} (18 \times 31.20 - 14.28 \times 36) = 0.22$$

$$tg\phi^6 = 0.22; \quad \phi^6 = 12^\circ$$

$$c^6 = \frac{1}{216} (14.28 \times 84 - 36 \times 31.20) = 0.35 \text{ კგძ/სმ}^2$$

$$c^6 = 0.35 \text{ კგძ/სმ}^2 = 35 \text{ კპა}$$

$\tau = f(p)$ გრაფიკის განტოლებას ექნება ასეთი სახე:

$$\tau = 0.22p + 0.35$$

განტოლება მოწმდება $\bar{\tau}$ და $\bar{p}$ საშუალო მნიშვნელობების ჩასმით

$$\bar{\tau} = \frac{14.28}{18} = 0.79 \quad \bar{p} = \frac{36}{18} = 2.0$$

$$0.79 = 0.22 \times 2 + 0.35 \quad 0.79 = 0.79$$

შედგენების დამთხვევა მოწმობს $tg\phi^6$ და c^6 მნიშვნელობების გამოთვლის სისწორეს.

საშუალო კვადრატული გადახრა შესაბამისად იქნება

$$\sigma_{tg\phi} = \sigma_{\tau} \sqrt{\frac{n}{\Delta}} ; \quad \sigma_c = \sigma_{\tau} \sqrt{\frac{1}{\Delta} \sum_{i=1}^n p_i^2} ;$$

სადაც

$$\sigma_{\tau} = \sqrt{\frac{1}{n-2} \sum_{i=1}^n (\bar{\tau} - \tau_i)^2}$$

$$\sigma_{\tau} = \sqrt{\frac{0.1256}{18-2}} = 0.09 \text{ კგძ/სმ}^2$$

$$\sigma_{tg\phi} = 0.09 \sqrt{\frac{18}{216}} = 0.03 \text{ კგძ/სმ}^2$$

$$\sigma_c = 0.09 \sqrt{\frac{84}{216}} = 0.06 \text{ კგძ/სმ}^2$$

ვარიაციის კოეფიციენტი შესაბამისად შეადგენს

$$v_{tg\phi} = \frac{\sigma_{tg\phi}}{tg\phi^6} \quad v_c = \frac{\sigma_c}{c^6}$$

$$v_{tg\phi} = \frac{0.03}{0.22} = 0.12 \quad v_c = \frac{0.06}{0.35} = 0.16$$

გრუნტის მახასიათებლების საშუალო მნიშვნელობების შეფასების სიზუსტის მაჩვენებელი

$$\rho = t_{\alpha} v$$

გამოვთვალოთ $tg\phi$ და c მნიშვნელობები მეორე ზღვრული მდგომარეობისათვის (დეფორმაციის მიხედვით).

$$\alpha = 0.85. \text{ როცა } n-2 = 18-2 = 16, \text{ გვაქვს } t_{\alpha} = 1.07$$

$$\rho_{tg\phi} = 1.07 \times 0.12 = 0.12$$

$$\rho_c = 1.07 \times 0.16 = 0.17$$

გრუნტის უსაფრთხოების კოეფიციენტი

$$k_g = \frac{1}{1 \pm \rho}$$

მეტი უსაფრთხოების უზრუნველყოფის მიზნით ρ -ს წინ ვიდებთ ნიშან „მინუსს“.

$$k_g(tg\phi) = \frac{1}{1 - 0.12} = 1.14 \quad k_g(c) = \frac{1}{1 - 0.17} = 1.20$$

სიმტკიცის მახასიათებლების მნიშვნელობები ტოლი იქნება

$$tg\phi_{II} = \frac{tg\phi^6}{k_{g(tg\phi)}} = \frac{0.22}{1.14} = 0.19 \quad c_{II} = \frac{c^6}{k_{g(c)}} = \frac{0.35}{1.20} = 0.29 \text{ კგძ/სმ}^2$$

$$tg\phi_{II} = 0.19 \quad \phi_{II} = 11^\circ \quad c_{II} = 0.29 \text{ კგძ/სმ}^2 = 29 \text{ კპა}$$

გამოვთვალოთ $tg\varphi$ და c მნიშვნელობები პირველი ზღვრული მდგომარეობისათვის (ამტანუნარიანობის მიხედვით).

$\alpha=0,95$. როცა $n-2=18-2=16$, გვაქვს $t_\alpha=1.75$

$$\rho_{tg\varphi}=1.75 \times 0.12=0.20$$

$$\rho_c=1.75 \times 0.16=0.27$$

$$k_{\varphi(tg\varphi)}=\frac{1}{1-0.20}=1.26$$

$$k_{\varphi(c)}=\frac{1}{1-0.27}=1.38$$

სიმტკიცის მახასიათებლების მნიშვნელობები ტოლი იქნება

$$tg\varphi_I=\frac{tg\varphi^6}{k_{\varphi(tg\varphi)}}=\frac{0.22}{1.26}=0.18$$

$$c_I=\frac{c^6}{k_{\varphi(c)}}=\frac{0.35}{1.38}=0.26 \text{ კგძ/სმ}^2$$

$$tg\varphi_I=0.18$$

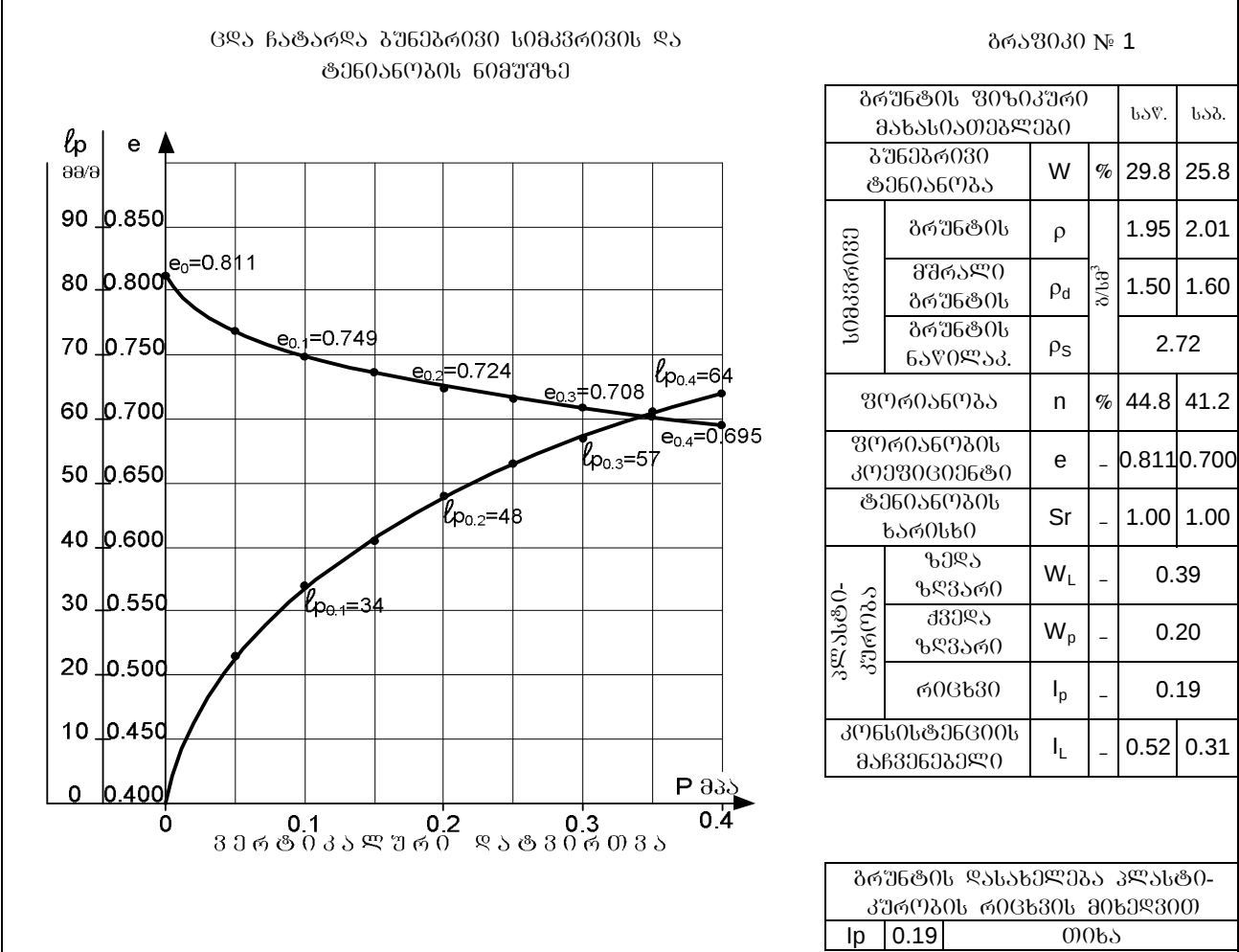
$$\varphi=10^\circ$$

$$c_I=0.26 \text{ კგძ/სმ}^2=26 \text{ კპა}$$

გაანგარიშება ჩაატარა

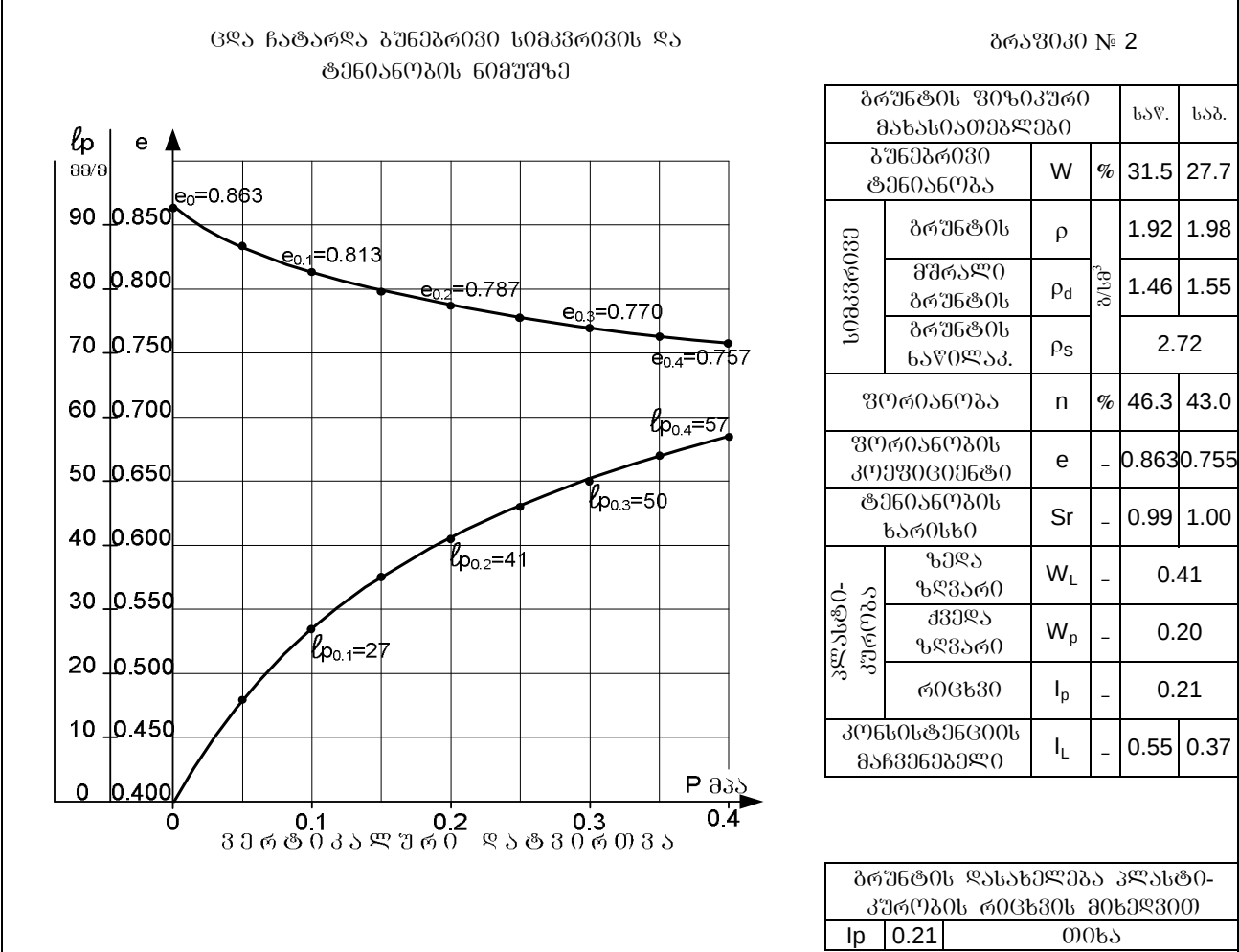
დ. ახოზაძე

შპს „ახალი საქმალაშქმენარეშქი“ საინჟინრო გეოლოგიური კვლევების განყოფილება	ბრუნტის კომპრესიული გამოცდის შედეგები	გეოტექნიკური ლაბორატორია ქ. თბილისი ბოთუას შესახვევი №10
ოპიქტის ქ. თბილისი. მუხიანი (ს.კ. 01.11.17.006.788-789-845; 01.11.17.006.789; 01.11.17.006.845) დასახელება რაბის მოუღანი		
პაპუროლი № 1	აღების სიღრმე $h = 6.0$ მ	ნომრის სახე: მონოლითი ლაბორ. № 397



ვერტიკალური დატვირთვა	P	მპა	0	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4
ფორიანობის კოეფიციენტი	e	–	0.811	0.769	0.749	0.737	0.724	0.715	0.708	0.701	0.695
ჟღენის მოღული	ℓ _p	მმ/მ	0	23	34	41	48	53	57	61	64
კუმშვადობის კოეფიციენტი	α	10 ⁻⁵ კა ⁻¹		0.083	0.040	0.025	0.025	0.018	0.014	0.014	0.011
დეფორმაციის მოღული	კუმშვ.	E	მპა		0.9	1.8	2.9	2.9	4.0	5.0	6.7
(საერთო)	თიხის.	E	მპა		5.1	10.9	17.1	17.1	24.0	30.0	40.0

შპს „ახალი საქმალაშქმენაროქტი“ საინჟინრო გეოლოგიური კვლევების განყოფილება	ბრუნტის კომპრესიული გამოცდის შედეგები	გეოტექნიკური ლაბორატორია ქ. თბილისი ბოთლას შესახვევი №10
ოპიქტის ქ. თბილისი. მუხიანი (ს.კ. 01.11.17.006.788-789-845; 01.11.17.006.789; 01.11.17.006.845) დასახელება რაბის მოქვანი		
პაპურილი № 1	აღების სიღრმე $h = 7.5$ მ	ნომურის სახე: მონოლითი
		ლაბ.რ. № 398

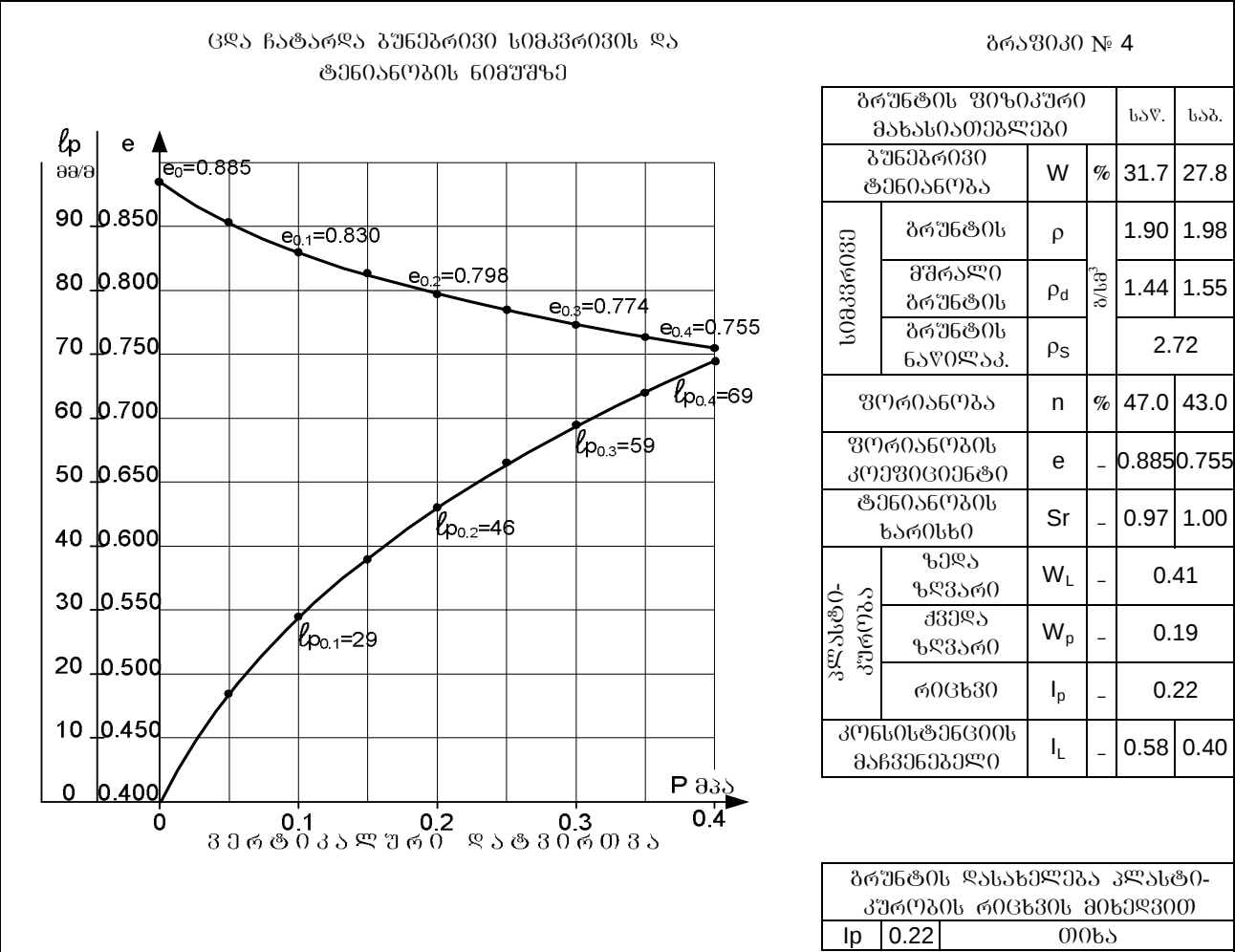


ვერტიკალური დატვირთვა	P	მპა	0	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4
ვორიანობის კოეფიციენტი	e	–	0.863	0.833	0.813	0.798	0.787	0.777	0.770	0.762	0.757
ჯღენის მოღული	ℓ_p	მმ/მ	0	16	27	35	41	46	50	54	57
კუმვადობის კოეფიციენტი	α	10^{-5} კა ⁻¹		0.060	0.041	0.030	0.022	0.019	0.015	0.015	0.011
ღეგორმაციის მოღული	კოეფ.	E	მპა		1.3	1.8	2.5	3.3	4.0	5.0	6.7
(საერთო)		E	მპა		7.0	10.4	14.3	19.3	23.2	29.5	39.3

შპს „ახალი საქმალაშმენარეშტი“ საინჟინრო გეოლოგიური კვლევების განყოფილება	ბრუნტის კომპრესიული გამოცდის შედეგები	გეოტექნიკური ლაბორატორია ქ. თბილისი ბოთლას შესახვევი №10
ობიექტის დასახელება		
ქ. თბილისი. მუხიანი (ს.კ. 01.11.17.006.788-789-845; 01.11.17.006.789; 01.11.17.006.845) რაბის მოედანი		
პაპურილი № 2	აღების სიღრმე $h = 3.0$ მ	ნომრის სახე: მონოლითი
		ლაბ.რ. № 401

ცდა ჩატარდა გუნებრივი სიმკვრივის და ტენიანობის ნიმუშზე					ბრავიკი № 3																																																																														
გერტიკალური დატვირთვა					<table><tr><td colspan="3">ბრუნტის ფიზიკური მახასიათებლები</td><td>საწ.</td><td>საბ.</td></tr><tr><td colspan="3">გუნებრივი ტენიანობა</td><td>W</td><td>%</td><td>30.2</td><td>25.1</td></tr><tr><td rowspan="3">სიმკვრივე</td><td>ბრუნტის</td><td>ρ</td><td rowspan="3">გ/სმ³</td><td></td><td>1.92</td><td>2.00</td></tr><tr><td>მშრალი ბრუნტის</td><td>ρd</td><td>1.47</td><td>1.60</td></tr><tr><td>ბრუნტის ნაწილაკ.</td><td>ρs</td><td colspan="2">2.72</td></tr><tr><td colspan="3">ფორიანობა</td><td>n</td><td>%</td><td>45.8</td><td>41.2</td></tr><tr><td colspan="3">ფორიანობის კოეფიციენტი</td><td>e</td><td>-</td><td>0.845</td><td>0.700</td></tr><tr><td colspan="3">ტენიანობის ხარისხი</td><td>Sr</td><td>-</td><td>0.97</td><td>0.98</td></tr><tr><td rowspan="4">პლასტიკურობა</td><td>ზედა ზღვარი</td><td>WL</td><td>-</td><td colspan="3">0.38</td></tr><tr><td>ქვედა ზღვარი</td><td>WP</td><td>-</td><td colspan="3">0.19</td></tr><tr><td>რიცხვი</td><td>Ip</td><td>-</td><td colspan="3">0.19</td></tr><tr><td colspan="3">კონსისტენციის მანკენებელი</td><td>IL</td><td>-</td><td>0.59</td><td>0.32</td></tr></table>					ბრუნტის ფიზიკური მახასიათებლები			საწ.	საბ.	გუნებრივი ტენიანობა			W	%	30.2	25.1	სიმკვრივე	ბრუნტის	ρ	გ/სმ³		1.92	2.00	მშრალი ბრუნტის	ρd	1.47	1.60	ბრუნტის ნაწილაკ.	ρs	2.72		ფორიანობა			n	%	45.8	41.2	ფორიანობის კოეფიციენტი			e	-	0.845	0.700	ტენიანობის ხარისხი			Sr	-	0.97	0.98	პლასტიკურობა	ზედა ზღვარი	WL	-	0.38			ქვედა ზღვარი	WP	-	0.19			რიცხვი	Ip	-	0.19			კონსისტენციის მანკენებელი			IL	-	0.59	0.32
ბრუნტის ფიზიკური მახასიათებლები			საწ.	საბ.																																																																															
გუნებრივი ტენიანობა			W	%	30.2	25.1																																																																													
სიმკვრივე	ბრუნტის	ρ	გ/სმ³		1.92	2.00																																																																													
	მშრალი ბრუნტის	ρd		1.47	1.60																																																																														
	ბრუნტის ნაწილაკ.	ρs		2.72																																																																															
ფორიანობა			n	%	45.8	41.2																																																																													
ფორიანობის კოეფიციენტი			e	-	0.845	0.700																																																																													
ტენიანობის ხარისხი			Sr	-	0.97	0.98																																																																													
პლასტიკურობა	ზედა ზღვარი	WL	-	0.38																																																																															
	ქვედა ზღვარი	WP	-	0.19																																																																															
	რიცხვი	Ip	-	0.19																																																																															
	კონსისტენციის მანკენებელი			IL	-	0.59	0.32																																																																												
<table><tr><td colspan="7">ბრუნტის დასახელება პლასტიკურობის რიცხვის მიხედვით</td></tr><tr><td>Ip</td><td>0.19</td><td colspan="5">თიხა</td></tr></table>					ბრუნტის დასახელება პლასტიკურობის რიცხვის მიხედვით							Ip	0.19	თიხა																																																																					
ბრუნტის დასახელება პლასტიკურობის რიცხვის მიხედვით																																																																																			
Ip	0.19	თიხა																																																																																	
<table><tr><td>გერტიკალური დატვირთვა</td><td>P</td><td>მპა</td><td>0</td><td>0,05</td><td>0,1</td><td>0,15</td><td>0,2</td><td>0,25</td><td>0,3</td><td>0,35</td><td>0,4</td></tr><tr><td>ფორიანობის კოეფიციენტი</td><td>e</td><td>–</td><td>0.845</td><td>0.799</td><td>0.777</td><td>0.758</td><td>0.744</td><td>0.731</td><td>0.720</td><td>0.710</td><td>0.701</td></tr><tr><td>ჰუმის მოღული</td><td>ℓp</td><td>მმ/მ</td><td>0</td><td>25</td><td>37</td><td>47</td><td>55</td><td>62</td><td>68</td><td>73</td><td>78</td></tr><tr><td>კუმპვადობის კოეფიციენტი</td><td>α</td><td>10⁻⁵ კა⁻¹</td><td></td><td>0.092</td><td>0.044</td><td>0.037</td><td>0.030</td><td>0.026</td><td>0.022</td><td>0.018</td><td>0.018</td></tr><tr><td rowspan="2">დუგორმაციის მოღული (საერთო)</td><td rowspan="2">კუბა. თავის</td><td>E</td><td>მპა</td><td></td><td>0.8</td><td>1.7</td><td>2.0</td><td>2.5</td><td>2.9</td><td>3.3</td><td>4.0</td></tr><tr><td>E</td><td>მპა</td><td></td><td>4.6</td><td>9.7</td><td>11.8</td><td>15.0</td><td>17.1</td><td>20.0</td><td>24.0</td></tr></table>					გერტიკალური დატვირთვა	P	მპა	0	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	ფორიანობის კოეფიციენტი	e	–	0.845	0.799	0.777	0.758	0.744	0.731	0.720	0.710	0.701	ჰუმის მოღული	ℓp	მმ/მ	0	25	37	47	55	62	68	73	78	კუმპვადობის კოეფიციენტი	α	10 ⁻⁵ კა ⁻¹		0.092	0.044	0.037	0.030	0.026	0.022	0.018	0.018	დუგორმაციის მოღული (საერთო)	კუბა. თავის	E	მპა		0.8	1.7	2.0	2.5	2.9	3.3	4.0	E	მპა		4.6	9.7	11.8	15.0	17.1	20.0	24.0									
გერტიკალური დატვირთვა	P	მპა	0	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4																																																																								
ფორიანობის კოეფიციენტი	e	–	0.845	0.799	0.777	0.758	0.744	0.731	0.720	0.710	0.701																																																																								
ჰუმის მოღული	ℓp	მმ/მ	0	25	37	47	55	62	68	73	78																																																																								
კუმპვადობის კოეფიციენტი	α	10 ⁻⁵ კა ⁻¹		0.092	0.044	0.037	0.030	0.026	0.022	0.018	0.018																																																																								
დუგორმაციის მოღული (საერთო)	კუბა. თავის	E	მპა		0.8	1.7	2.0	2.5	2.9	3.3	4.0																																																																								
		E	მპა		4.6	9.7	11.8	15.0	17.1	20.0	24.0																																																																								

შპს „ახალი საქმალაშმენარეშეთი“ საინჟინრო გეოლოგიური კვლევების განყოფილება	ბრუნტის კომპრესიული გამოცდის შედეგები	გეოტექნიკური ლაბორატორია ქ. თბილისი ბოთლას შესახვევი №10
ობიექტის დასახელება		
ქ. თბილისი. მუხიანი (ს.კ. 01.11.17.006.788-789-845; 01.11.17.006.789; 01.11.17.006.845)		
რაბის მოუღანი		
პაპუროლი № 3	აღების სიღრმე $h = 3.0$ მ	ნომრის სახე: მონოლითი
ლაბ.რ. № 404		

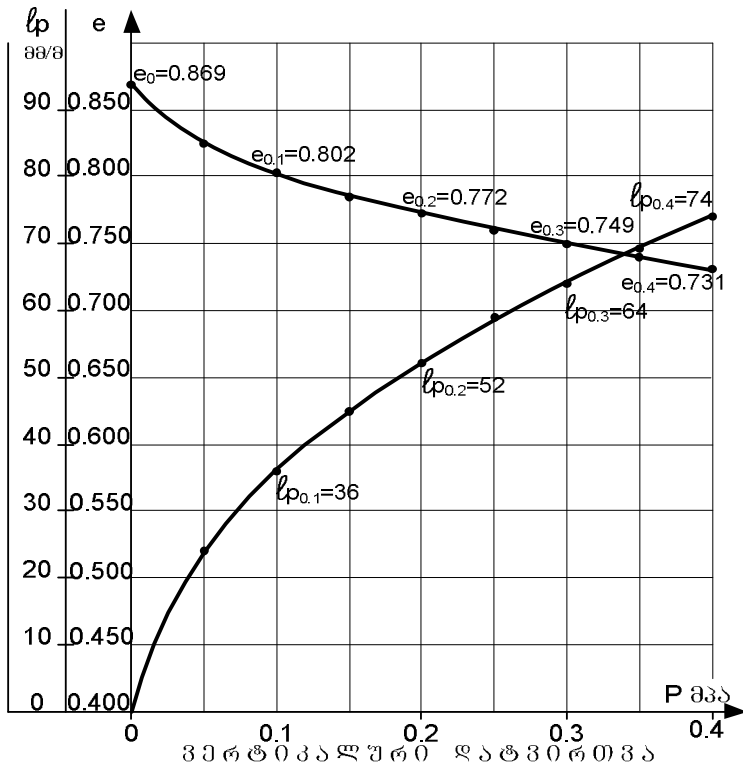


ვერტიკალური დატვირთვა	P	მპა	0	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4
ფორიანობის კოეფიციენტი	e	–	0.885	0.853	0.830	0.813	0.798	0.785	0.774	0.764	0.755
ჰუმინის მოდული	ℓ_p	მმ/მ	0	17	29	38	46	53	59	64	69
კუმულაციური კოეფიციენტი	α	10^{-5} კა ⁻¹		0.064	0.045	0.034	0.030	0.026	0.023	0.019	0.019
დეფორმაციის მოდული	კუბიკი თიხის	E	მპა		1.2	1.7	2.2	2.5	2.9	3.3	4.0
(საერთო)		E	მპა		6.5	9.3	12.7	14.3	16.6	19.7	23.6

შპს „ახალი საქმალაშმენარეშეთი“ საინჟინრო გეოლოგიური კვლევების განყოფილება	ბრუნტის კომპრესიული გამოცდის შედეგები	გეოტექნიკური ლაბორატორია ქ. თბილისი ბოთლას შესახვევი №10
ოპიეტის ქ. თბილისი. მუხიანი (ს.კ. 01.11.17.006.788-789-845; 01.11.17.006.789; 01.11.17.006.845) დასახელება რაბბის მოედანი		
ჰაბერლიდი № 4	აღების სიღრმე $h = 3.5$ მ	ნომუშის სახე: მონოლითი ლაბორ. № 407

ცდა ჩატარდა გუნებრივი სიმკვრივის და
ტენიანობის ნიმუშზე

ბრავიკი № 5



ბრუნტის ფიზიკური მახასიათებლები		საწ.	საბ.
გუნებრივი ტენიანობა	W %	29.9	25.9
სიმკვრივე	ბრუნტის ρ	1.89	1.98
	მშრალი ბრუნტის ρ_d	1.45	1.57
	ბრუნტის ნაწილაკ. ρ_s	2.72	
ფორიანობა		n %	46.5 42.3
ფორიანობის კოეფიციენტი		e -	0.869 0.732
ტენიანობის ხარისხი		Sr -	0.94 0.96
პლასტი- კურობა	ზედა ზღვარი	WL -	0.38
	ქვედა ზღვარი	WP -	0.19
	რიცხვი	Ip -	0.19
	კონსისტენციის მაჩვენებელი	IL -	0.57 0.36

ბრუნტის დასახელება პლასტი- კურობის რიცხვის მიხედვით		
Ip	0.19	თიხა

ვერტიკალური დატვირთვა	P	მპა	0	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4
ფორიანობის კოეფიციენტი	e	-	0.869	0.824	0.802	0.785	0.772	0.759	0.749	0.740	0.731
ზღვის მოღული	lp	მმ/მ	0	24	36	45	52	59	64	69	74
კუმულაციური კოეფიციენტი	α	10^{-5} პა ⁻¹		0.090	0.045	0.034	0.026	0.026	0.019	0.019	0.019
დურობის მოღული (საერთო)	კუბი.	E	მპა		0.8	1.7	2.2	2.9	2.9	4.0	4.0
	თაბის.	E	მპა		4.7	9.5	12.9	16.9	16.9	24.0	24.0