

შპს "ნაპირდაცვა"

ქ.თბილისში, ვაკე-საბურთალოს მუნიციპალიტეტში, მდ. ვერეს ჭალა-
კალაპოტში ნაპირსამაგრი სამუშაოების პროექტი

განმარტებითი ბარათი

შპს "ნაპირდაცვის" დირექტორი

ტ.ბერიძე

პროექტის მთავარი ინჟინერი

პ.ტულუში

თბილისი 2013

შინაარსი

1. შესავალი	3
2. მდ. ვერეს მოკლე ჰიდროგრაფიული დახასიათება	5
3. საპროექტო ობიექტის საინჟინრო-გეოლოგიური პირობები	14
4. საპროექტო ღონისძიებები	17
5. შესასრულებელ სამუშაოთა მოცულობები	20

1. შესავალი

წინამდებარე პროექტი დამუშავებულია შპს “ნაპირდაცვის” მიერ, შპს “გზაკომუნპროექტი და ექსპერტიზასთან” გაფორმებული ხელშეკრულების საფუძველზე.

პროექტი ითვალისწინებს მდინარე ვერეს ნაპირგამაგრებას ქ. თბილისში, ვაკის სასაფლაოსა და ე.წ. “ბაგები”-ს უბნის მიმდებარე ტერიტორიაზე.

მდინარე ვერე ხასიათდება ხშირი წყალმოვარდნებითა და წყალდიდობის საკმაოდ მაღალი ხარჯებით. ჰიდრომეტრიული სამსახურის მიერ არაერთგზის ყოფილა დაფიქსირებული კატასტროფული წყალმოვარდნები მდინარე ვერეზე, რომელთაც მნიშვნელოვანი ზარალი მიაყენეს მდინარის ნაპირებთან განთავსებულ შენობა-ნაგებობებს და კომუნიკაციებს. უფროსი ასაკის ადამიანებს დღემდე ახსოვთ 1962 წლის კატასტროფული წყალმოვარდნა მდინარე ვერეზე, როდესაც მდინარემ დატბორა მის ნაპირებთან განთავსებული თბილისის ზოოპარკის ტერიტორია.

ამგვარად მდინარე ვერეს ნაპირების საიმედოდ დაცვას წყალმოვარდნის ნაკადის ზემოქმედებისაგან მეტად დიდი მნიშვნელობა აქვს. ეს განსაკუთრებით ეხება იმ უბნებს რომლებიც გადის დასახლებულ ადგილებში, ქ. თბილისის ტერიტორიაზე და სადაც უშუალოდ მდინარის კალაპოტში, მდინარის ნაპირებთან არის განთავსებული სხვადასხვა შენობა-ნაგებობები და კომუნიკაციები.

ერთერთი ასეთი უბანი მდებარეობს ქ. თბილისის ფარგლებში, ე.წ. “ბაგები”-ს უბანში, ვაკის სასაფლაოს მიმდებარე ტერიტორიაზე. აღნიშნულ უბანზე მდინარე ვერეს 200÷250 მ-ის სიგრძეზე აქვს დაბალი ნაპირები, რომლებზედაც არა მარტო კატასტროფული წყალმოვარდნებისას, არამედ ჩვეულებრივი ყოველწლიური წყალდიდობების დროსაც კი, ზევიდან გადადის წყლის ნაკადი, რაც აზიანებს და საფრთხეს უქმნის მდინარის მარცხენა ნაპირზე განთავსებულ საცხოვრებელ სახლებს და მარჯვენა ნაპირის გასწვრივ განთავსებულ სასაფლაოს.

წინამდებარე პროექტის ამოცანაა მდინარის მითითებული უბნის დაცვა წყალმოვარდნის ნაკადის ზემოდან გადავლისაგან. ამ მიზნით პროექტით გათვალისწინებულია აღნიშნულ უბანზე ნაპირდამცავი, ბეტონის საყრდენი კედლების მოწყობა, რომლებიც, საპროექტო ნაგებობის კაპიტალობის კლასიდან გამომდინარე გაანგარიშებული უნდა იქნეს 5%-იანი მაქსიმალური საანგარიშო წყლის ხარჯის გატარებაზე.

ქვემოთ, წინამდებარე განმარტებითი ბარათის შესაბამისი პარაგრაფების სახით წარმოდგენილია: მდინარე ვერეს მოკლე ჰიდროგრაფიული დახასიათება, საპროექტო უბნისათვის, სხვადასხვა უზრუნველყოფის შესაბამისი მდინარის მაქსიმალური საანგარიშო ხარჯების, ამ საანგარიშო ხარჯების შესაბამისი წყლის დონეების და გარეცხვის სიღღმის მნიშვნელობები: საპროექტო უბნის საინჟინრო-გეოლოგიური პირობების მოკლე დახასიათება და საპროექტო გადაწყვეტილებები. შესასრულებელ სამუშაოთ ჩამონათვალი და მოცულობები მოყვანილია წინამდებარე განმარტებით ბარათზე თანდართული სამუშაოთა მოცულობების უწყისის სახით.

2. მდინარე ვერეს მოკლე ჰიდროგრაფიული დახასიათება

მდინარე ვერე სათავეს იღებს თრიალეთის ქედის სამხრეთ ფერდობზე სოფ. ნაოსარის დასავლეთით 1 კმ-ში 1670 მეტრის სიმაღლეზე და ერთვის მდ. მტკვარს მარჯვენა მხრიდან ქ. თბილისის ტერიტორიაზე. მდინარის სიგრძე 38 კმ, საერთო ვარდნა 1280 მ, საშუალო ქანობი 33,7%, წყალშემკრები აუზის ფართობი 200 კმ², აუზის სასუალო სიმაღლე კი 1060 მეტრია. მდინარის ძირითადი შენაკადია კვესეტისწყალი სიგრძით 10 კმ. დანარჩენი 41 შენაკადის სიგრძე 10 კმ-ს არ აღემატება. მათი ჯამური სიგრძე 95 კმ-ია. საპროექტო უბნამდე მდინარის სიგრძე 32,6 კმ, საერთო ვარდნა 1330 მ, საშუალო ქანობი 41,0%, წყალშემკრები აუზის ფართობი კი 178 კმ²-ია.

მდინარის წყალშემკრები აუზი მდებარეობს თრიალეთის ქედის აღმოსავლეთ ნაწილის სამხრეთ ფერდობზე და მოიცავს მის შუამთიან და წინამთიან ზონებს. აუზის რელიეფი მთიანი და ძლიერ დასერილია შენაკადებისა და ხევების ღრმად ჩაჭრილი ხეობებით. აუზის სიმაღლეები იცვლება 400-500 მეტრიდან 1400-1890 მეტრამდე. აუზის გეოლოგიურ აგებულებაში მონაწილეობას იღებენ ტუფოგენები, თიხა-ფიქლები და კვარცული ქვიშაქვები, რომლებიც გადაფარულია თიხნარი ნიადაგების თხელი ფენით. აუზის მცენარეული საფარი ძირითადად წარმოდგენილია ხშირი ეკალბარდოვანი ბუჩქნარით და ბალახეული ფორმაციებით. ცალკეულ ადგილებში გვხვდება ფოთლოვანი ტყის მცირე კორომები.

მდინარის ხეობა მთელ სიგრძეზე V-ს ფორმისაა. მისი ფსკერის სიგანე 30-40 მეტრს არ აღემატება. ხობის ფერდობები ძლიერ დასერილია შენაკადებით, რომელთა შესართავებში გვხვდება 100 მეტრამდე სიგანის გამოზიდვის კონუსები. სოფელ წყნეთის ქვემოთ შესართავამდე მდინარეს მიუყვება ორმხრივი მაღალი ტერასები, რომელთა სიმაღლე 10-20 მეტრია. ტერასები მრავალ ადგილას ათვისებულია ბაღებით და სახნავებით. მდინარეს ორმხრივი, წვეტილი ჭალა გააჩნია მთელ სიგრძეზე, მისი სიგანე იცვლება 5-დან 30 მეტრამდე, სიმაღლე კი 0,1-დან 0,3 მეტრამდე. წყალდიდობების პერიოდში მდინარის ჭალა იფარება 0,4-0,7 მეტრის, იშვიათი წყალმოვარდნების პერიოდში კი 2,5-3,5 მეტრის სიმაღლის წყლის ფენით.

მდინარის კალაპოტი ზომიერად კლაკნილი და ძირითადად დაუტოტავია. მისი სიგანე იცვლება 0,5-დან 7,0 მეტრამდე, სიღრმე 0,1-დან 0,7 მეტრამდე, ხოლო სიჩქარე 2 მ/წმ-დან 0,2 მ/წმ-მდე.

მდინარე საზრდოობს თოვლი, წვიმის და გრუნტის წყლებით. მისი წყლიანობის რეჟიმი ხასიათდება გაზაფხულის წყალდიდობით, ზაფხულ-შემოდგომის წყალმოვარდნებით და ზამთრის მდგრადი წყალმცირებით. გაზაფხულზე ჩამოედინება წლიური ჩამონადენის 50-56%. ზაფხულში, უხვი ატმოსფერული ნალექების მოსვლის დროს მისი ჩამონადენი წლიური ჩამონადენის 42%-ს, მშრალი ზაფხულის პერიოდში კი 1,4%-ს უტოლდება. ყინულოვანი მოვლენები, ძირითადად წანაპირების სახით აღინიშნება დეკემბრიდან თებერვლის ბოლომდე. იშვიათი ცივი ზამთრის პერიოდში კი ფიქსირდება ზედაპირული ყინულიც.

მდინარე გამოიყენება დაბალ ტერასებზე არსებული მცირე ნაკვეთების მოსარწყავად.

წყლის მაქსიმალური ხარჯები

მდინარე ვერეს მაქსიმალურ ხარჯებზე დაკვირვება მიმდინარეობდა ქ. თბილისის ტერიტორიაზე წყვეტილი რიგით 28 წლის (1931,1942-44,1946-48,1950-55,1976-90წწ) განმავლობაში, მაგრამ ოფიციალურად გამოქვეყნებულია მხოლოდ 1986 წლის ჩათვლით. ცნობილია, რომ წყლის მაქსიმალური ხარჯების საანგარიშო სიდიდების დასადგენად აუცილებელია დაკვირვების 30 წლიანი უწყვეტი რიგი, რაც მდ. ვერეზე არ არსებობს. წყლის მაქსიმალური ხარჯების აღდგენა მთის მდინარეებზე ანალოგის მეთოდით კი ყოვლად დაუშვებელი და მიუღებელია. ამიტომ, მდ. ვერეს წყლის მაქსიმალური ხარჯების საანგარიშო სიდიდეები საპროექტო უბანზე დადგენილია მეთოდით, რომელიც მოცემულია „კავკასიის პირობებში მდინარეთა მაქსიმალური ჩამონადენის საანგარიშო ტექნიკურ მითითებაში“.

აღნიშნული მეთოდის თანახმად წყლის მაქსიმალური ხარჯები იანგარიშება შემდეგი ფორმულით

$$Q = 16,67 \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \delta \cdot F \cdot \frac{H}{T} \text{ მ}^3/\text{წმ}$$

სადაც T –საპროექტო კვეთში წყლის მაქსიმალური ჩამონადენის კონცენტრაციის საანგარიშო დროა წუთებში.

α –მაქსიმალური ჩამონადენის კოეფიციენტი,

H – აუზში მოსული თავსხმა წვიმის საანგარიშო რაოდენობაა მმ-ში

β –აუზში მოსული თავსხმა წვიმის არათანაბრად განაწილების კოეფიციენტი.

δ –აუზის ფორმის კოეფიციენტი.

საპროექტო კვეთში მდ. ვერეს წყლის მაქსიმალური ხარჯების საანგარიშოდ საჭირო მორფომეტრიული ელემენტების მნიშვნელობები, დადგენილი 1:50000 მასშტაბის ტოპოგრაფიული რუკიდან, მოცემულია №1 ცხრილში.

მდინარე ვერეს მორფომეტრიული ელემენტები

კვეთი	$K \text{ მ}^2$	$L \text{ კმ}$	$i_{\text{კალ}}$	$i_a \%$	$\Sigma l \text{ km}$	ξ	φ	K	δ
საპროექტო	178	32.6	0.041	26.3	33.6	0.27	0.34	6.0	1.04

მოცემული მორფომეტრიული ელემენტების საფუძველზე დადგენილი წყლის მაქსიმალური ხარჯების საანგარიშოდ საჭირო ყველა აუცილებელი პარამეტრისა და თვით მაქსიმალური ხარჯების სიდიდეები, მოყვანილია №2 ცხრილში

მდინარე ვერეს წყლის მაქსიმალური ხარჯები

კვეთი	წელი	$P\%$	T წუთი	მმ	i მმ/წ თ	α	β	ν მ/წმ კალ.	ν მ/წმ ფერდ.	Q მ ³ /წმ
საპრო- ექტო	100	1	329	126	0.38	0.50	0.466	2.36	0.24	275
	50	2	350	106	0.30	0.47	0.500	2.26	0.21	220
	20	5	397	85.9	0.22	0.44	0.545	2.13	0.17	165
	10	10	416	72.4	0.17	0.42	0.578	2.02	0.15	130

წყლის მაქსიმალური დონეები

მდინარე ვერეს წყლის მაქსიმალური ხარჯების შესაბამისი დონეების ნიშნულების დასადგენად, საპროექტო უბნის 1:500 მასშტაბის ტოპოგრაფიული გეგმიდან ამოღებული იქნა კალაპოტის განივი კვეთები, რომელთა საფუძველზე დადგენილი იქნა მდინარის ჰიდრაულიკური ელემენტები. მდინარე ვერეს წყლის მაქსიმალური ხარჯების შესაბამისი დონეების ნიშნულები დადგენილია საპროექტო კედლის მოწყობის გათვალისწინებით.

მდინარის ჰიდრაულიკური ელემენტების მიხედვით განხორციელდა წყლის მაქსიმალურ ხარჯებსა და დონეებს შორის $Q=f(H)$ დამოკიდებულების მრუდების აგება, რომლებიც ერთმანეთთან შებმულია ორ საანგარიშო კვეთს შორის ნაკადის ჰიდრაულიკური ქანობის შერჩევის გზით

ქვემოთ, №3 ცხრილში, მოცემულია მდ. ვერეს სხვადასხვა განმეორებადობის წყლის მაქსიმალური ხარჯების შესაბამისი დონეების ნიშნულები საპროექტო უბანზე.

ცხრილი №3

მდინარე ვერეს წყლის მაქსიმალური დონეები

განივის №	მანძილი განივებს შორის მ-ში	წყლის ნაპირის ნიშნულები მ.აბს.	ფსკერის უდაბლესი ნიშნულები მ.აბს.	წ.მ.დ			
				$\tau=100$ წელს, Q=275 მ³/წმ	$\tau=50$ წელს, Q=220 მ³/წმ	$\tau=20$ წელს, Q=165 მ³/წმ	$\tau=10$ წელს, Q=130 მ³/წმ
1	59	432.75	432.40	437.30	436.70	436.20	435.80
2	42	433.63	433.30	438.10	437.60	437.10	436.60
3	43	433.80	433.40	438.60	438.10	437.60	437.20
4	43	434.10	433.70	438.85	438.40	437.80	437.40
5	43	434.80	434.40	439.40	438.95	438.40	437.90
6	58	435.20	434.80	439.90	439.40	438.80	438.40

ნახაზებზე, მდ. ვერეს კალაპოტის განივ კვეთებზე, დატანილია 100 წლიანი და 20 წლიანი განმეორებადობის წყლის მაქსიმალური ხარჯების შესაბამისი ღონეების ნიშნულები.

მდინარის ჰიდრაულიკური ელემენტები, რომელთა საფუძველზე განხორციელდა წყლის მაქსიმალურ ხარჯებსა და ღონეებს შორის $Q=f(H)$ დამოკიდებულების მრუდების აგება მოცემულია №4 ცხრილში.

ცხრილი №4

მდინარე ვერეს ჰიდრაულიკური ელემენტები

ნიშნულები მ.აბს.	კვეთის ელემენტები	კვეთის ფართობი ω მ ²	ნაკადის სიგანე B მ	საშუალო სიღრმე h მ	ნაკადის ქანობი i	საშუალო სიჩქარე v მ/წმ	წყლის ხარჯი Q მ ³ /წმ
განივი №1							
432.75	კალაპოტი	2.10	7.00	0.30	0.0100	0.89	1.87
434.00	კალაპოტი	13.0	10.5	1.24	0.0100	2.31	30.0
435.00	კალაპოტი	24.8	13.0	1.91	0.0100	3.08	76.4
436.00	კალაპოტი	38.3	14.0	2.74	0.0100	3.93	150
437.00	კალაპოტი	52.8	15.0	3.52	0.0100	4.65	246
438.00	კალაპოტი	68.4	16.3	4.20	0.0100	5.23	358
განივი №2 $L=59$ მ. (ხიდი)							
433.63	კალაპოტი	1.65	6.00	0.28	0.0149	1.04	1.72
435.00	კალაპოტი	10.3	7.00	1.47	0.0157	3.24	33.4
436.00	კალაპოტი	21.7	11.0	1.97	0.0152	3.88	84.2
437.00	კალაპოტი	32.7	11.0	2.97	0.0142	4.94	162

438.00	კალაპოტი	43.7	11.0	3.97	0.0143	6.02	263
განივი №3 L=42 მ.							
433.80	კალაპოტი	1.20	4.00	0.30	0.0040	0.56	0.67
435.00	კალაპოტი	8.40	8.00	1.05	0.0121	2.27	19.1
436.00	კალაპოტი	17.6	10.5	1.68	0.0124	3.15	55.4
437.00	კალაპოტი	29.0	12.3	2.36	0.0128	4.02	117
438.00	კალაპოტი	42.2	14.0	3.01	0.0133	4.83	204
439.00	კალაპოტი	57.2	16.0	3.58	0.0140	5.56	318
განივი №4 L=43 მ.							
434.10	კალაპოტი	1.40	5.00	0.28	0.0070	0.71	0.99
435.00	კალაპოტი	10.4	15.0	0.69	0.0070	1.30	13.5
436.00	კალაპოტი	26.4	17.0	1.55	0.0047	1.84	48.6
437.00	კალაპოტი	44.3	18.8	2.36	0.0043	2.33	103
438.00	კალაპოტი	63.9	20.4	3.13	0.0047	2.94	188
439.00	კალაპოტი	84.6	21.0	4.03	0.0046	3.45	292
განივი №5 L=43 მ.							
434.80	კალაპოტი	1.75	6.00	0.29	0.0163	1.11	1.94
436.00	კალაპოტი	10.8	9.00	1.20	0.0125	2.53	27.3
437.00	კალაპოტი	20.5	10.4	1.97	0.0122	3.48	71.3
438.00	კალაპოტი	31.7	12.0	2.64	0.0124	4.27	135

439.00	კალაპოტი	44.4	13.5	3.29	0.0135	5.16	229
440.00	კალაპოტი	58.6	15.0	3.91	0.0135	5.79	339
განივი №6 L=58 მ.							
435.20	კალაპოტი	1.20	4.00	0.30	0.0069	0.74	0.89
436.50	კალაპოტი	9.52	8.80	1.08	0.0116	2.27	21.6
437.50	კალაპოტი	23.4	19.4	1.21	0.0128	2.57	60.1
438.50	კალაპოტი	43.3	20.4	2.12	0.0089	3.12	135
439.50	კალაპოტი	64.0	21.0	3.05	0.0075	3.66	234

კალაპოტის ზოგადი გარეცხვის სიღრმე

მდინარე ვერეს კალაპოტური პროცესები საპროექტო უბნის სიახლოვეს არ არის შესწავლილი. ამიტომ, მისი კალაპოტის მოსალოდნელი ზოგადი გარეცხვის სიღრმე დადგენილია მეთოდით, რომელიც მოცემულია ვ. ლაპშენკოვის მონოგრაფიაში „ჰიდროკვანძების ბიეფებში მდინარეთა კალაპოტების დეფორმაციების პროგნოზირება“ (დენინგრადი, 1979 წ.).

აღნიშნული მეთოდის თანახმად კალაპოტის ზოგადი გარეცხვის საშუალო სიღრმე იანგარიშება ფორმულით

$$H_{sash.} = \left[\frac{Q_{p\%} \cdot n^x}{B} \cdot \left(\frac{10}{d_{max}} \right)^a \right]^{\frac{1}{1+2/3 \cdot y}} \text{ მ}$$

სადაც $Q_{p\%}$ – საანგარიშო უზრუნველყოფის წყლის მაქსიმალური ხარჯია, ჩვენ შემთხვევაში მდ. ვერეს 1%-იანი უზრუნველყოფის მაქსიმალური ხარჯი ტოლია 275 მ³/წმ;

n – კალაპოტის სიმქისის კოეფიციენტი, რაც ტოლია 0,050-ის;

B – მდგრადი კალაპოტის სიგანეა, რაც დადგენილია მდინარის ჰიდრაულიკური ელემენტების ცხრილის მიხედვით. აღნიშნული ცხრილის მიხედვით, მდ. ვერეს კალაპოტის საშუალო სიგანე საპროექტო კედლის გათვალისწინებით ტოლია 16,5 მეტრის;

$d_{\max}$ – კალაპოტის ამგები მყარი მასალის მაქსიმალური დიამეტრია მ-ში, რომლის გადაადგილება იწვევს ფსკერის სტრუქტურის დარღვევას და კალაპოტის სიღრმული ეროზიის განვითარებას.

γ – ნ. პავლოვსკის ფორმულაში შეხის კოეფიციენტის განმსაზღვრელი ხარისხის მაჩვენებელია.

მოცემული რიცხვითი სიდიდეების შეყვანით ზემოთ მოყვანილ ფორმულაში მიიღება კალაპოტის ზოგადი გარეცხვის საშუალო სიღრმე 4,77 მეტრის ტოლი.

კალაპოტის ზოგადი გარეცხვის მაქსიმალური სიღრმე მიიღება დამოკიდებულებით

$$H_{\max} = 1,5 \cdot H_s$$

მოყვანილი გამოსახულების შესაბამისად, მდ. ვერეს კალაპოტის ზოგადი გარეცხვის მაქსიმალური სიღრმე ტოლია 7,15 მ-ის.

აქვე აღსანიშნავია, რომ ზემოთ მოყვანილი მეთოდით კალაპოტის ზოგადი გარეცხვის სიღრმე იანგარიშება მხოლოდ ალუვიურ კალაპოტებში წყლის მაქსიმალური ხარჯების გავლისას. მეთოდი არ ითვალისწინებს მდინარეების სიღრმული ეროზიის პარამეტრების დადგენას ძირითად, კლდოვან ქანებში, სადაც სიღრმული ეროზიის განვითარება საკმაოდ ხანგრძლივი პროცესია. ამრიგად, თუ საპროექტო კედლის მშენებლობისას დაფიქსირდება ძირითადი ქანების გამოსასვლელი გარეცხვის სიღრმეზე მაღლა, ნაგებობა უნდა დაეფუძნოს ძირითად ქანებს.

3. საკვლევი ტერიტორიის საინჟინრო-გეოლოგიური შეფასება გრუნტების ლაბორატორიული გამოკვლევის შედეგებით

საკვლევი ტერიტორიის ამგები გრუნტების საინჟინრო-გეოლოგიური პირობების შეფასების მიზნით, განისაზღვრა ექვსი ნიმუშის გრანულომეტრიული შედგენილობა და გრუნტების ფიზიკო-მექანიკური მახასიათებლები. კვლევები ჩატარდა სამშენებლო ნორმებისა და წესების (სნ. და წ. 1.02.07-87, აუცილებელი დანართი 8. გვ. 98) რეკომენდაციების და არსებული სტანდარტის მოთხოვნების შესაბამისად. ნიმუშების მექანიკური მახასიათებლები, უხეშნატეხოვანი მასალის ზომებიდან გამომდინარე მათი საცდელ მასრებში აღების შეუძლებლობის გამო, შეფასდა “ნატეხოვან-მტვროვან-თიხოვანი და მტვროვან-თიხოვან-ნატეხოვანი, ქანების სიმტკიცის და დეფორმაციული მახასიათებლების ნორმატიული მაჩვენებლების განსაზღვრის მეთოდით” (სახ.მშენი 1989, დანართი 2, ცხრ. 2,3 გვ. 19,20).

ლაბორატორიული გამოკვლევის შედეგები, ცხრილების და დიაგრამების სახით მოყვანილია ანგარიშის დანართში.

გრანულომეტრიული შედგენილობის მონაცემებით, გრუნტების სახელმწიფო სტანდარტის მიხედვით (სახ. სტანდარტი 25. 100-82) ექვსი საანალიზო ნიმუშიდან, ხუთი მიეკუთვნება მსხვილნატეხოვანი ქანების – კენჭნარისა (>10 მმ $>50\%$) და ხრეშის ტიპს (>2 მმ $>50\%$). ერთი – პლასტიკურობის რიცხვის მაჩვენებლით (J_p), გრანულომეტრიულ შემადგენლობასთან ერთად - ხრეშიან-ქვიშნარს (>2 მმ $>25\%$ ($1 \leq J_p \leq 7$)).

პეტროგრაფიულად მსხვილნატეხოვანი მასალა, ძირითადად ეფუზური წარმოშობისაა, თუმცა ზოგიერთ მათგანში (ლაბ.1; 2) გვხვდება მცირე რაოდენობით ქვიშაქვების თხელი ნატეხები ღორღის სახით.

კენწნარში (ლაბ. №2, 3, 4, 6) და ხრეშში (ლაბ. №5) მსხვილნატეხოვანი (>2 მმ.) ფრაქცია შეადგენს 70-75%-ს. კენჭნარის ერთ ნიმუშში (ლაბ. №3) 90%. აქედან 10 მმ-ზე მეტი ზომა, კენჭნარში უდრის 52-53%, ხრეშში 35%, ქვიშოვანი ფრაქციები (2-0,05 მმ) ორივე ტიპში მერყეობს 8-15%-ის ფარგლებში. მტვროვან (0,05-0,002 მმ) – თიხოვანი ($<0,002$ მმ.) დიდი რაოდენობის მსხვილნატეხოვან ნიმუშში (ლაბ. №3) საერთოდ არ გვაქვს, დანარჩენში კი მერყეობს 7-13 და 3-6%-ის ფარგლებში და ყველა მათგანი წარმოდგენილია ქვიშნარის ტიპით ($1 \leq J_p \leq 7$), რომელთა

პლასტიკურობის რიცხვი (J_3) ტოლია 2-4-ის. ქვიშნარების მცირე რაოდენობა უხეშნატეხოვან მასალას ვერ ანიჭებს რაიმე მნიშვნელოვან შეჭიდულობას და საერთო მასაში გვხვდებიან – ლაბისებრი ან მცირე კოშტების სახით.

ხრეშიან ქვიშნარში (ლაბ. №1) მსხვილნატეხოვანი ფრაქცია (>2 მმ.) შეადგენს 32%-ს. აქედან 10 მმ.-ზე მეტი ზომა არ აღემატება 15%-ს. ქვიშის (2-0,05 მმ) რაოდენობა უდრის 16%-ს. “გაბატონებული” მტვროვანი ფრაქცია (0,05-0,002 მმ) ტოლია 45%-ის, თიხევი ($<0,002$ მმ) კი 7%-ის. მტვროვან-თიხოვანი ფრაქციის ტიპი ქვიშნარია ($1 \leq J_3 \leq 7$). მისი პლასტიკურობის რიცხვი (J_3) უდრის 4, კონსისტენციის მაჩვენებელი (J_3) ნაკლებია ნოლზე, რის გამოც მთლიანი მასა წარმოდგენილია ფხვიერი სახით.

ნიმუშების ბუნებრივი ტენიანობა (W) ტოლია 0,12-0,15-ის. ერთი მათგანის (ლაბ. №2) – 0,19-ის, ტენიანობის ხარისხი (S) მერყეობს 0,52-0,60-ის ფარგლებში. მაღალტენიანის უდრის 0,83 და გრუნტების კლასიფიკაციის სახელმწიფო სტანდარტით (სახ. სტანდარტი 25 100-82) მიეკუთვნებიან ტენიან ($0,5 \leq S \leq 0,8$) და წყალგაჯერებულ ($0,8 \leq S \leq 1,0$) სახესხვაობებს.

გრუნტების ლაბორატორიული მონაცემების კრებისით ცხრილში, კენჭნარი აღნიშნულია – საინჟინრო-გეოლოგიური ელემენტი I-ით (სვე I). ამასთან ქვიშნარიან შემავსებლიანი წყალგაჯერებული სახესხვაობები მითითებულია სვე-ის აღნიშვნის ქვედა და ზედა ნაწილში ციფრი I-ით. ხრეშის და ქვიშნარის ტიპები აღნიშნულია შესაბამისად სვე II და სვე III-ით.

ნიმუშების სიმკვრივე (ρ) საშუალო დატკეპნისას ტოლია 1,83-2,0 გ/სმ³-ის, ფორიანობის (n) და ფორიანობის კოეფიციენტის (e) მაჩვენებლები უდრის 0,38-0,40 და 0,63-0,66.

მსხვილნატეხოვანი ფრაქციის (>2 მმ.) რაოდენობისა და შემავსებლის გათვალისწინებით, ნიმუშების დეფორმაციის ნორმატიული მაჩვენებელი, რომელიც აიღება აგრეთვე როგორც საანგარიშო, ქვიშნარისათვის შეადგენს 310 კგ/სმ², ხრეშისა და კენჭნარისათვის 500-5709 კგ/სმ² და წარმოადგენენ მცირედ კუმშვად ($E > 300$ კგ/სმ²) სახესხვაობებს. შიგა ხახუნის კუთხე (ϕ) და ხვედრითი შეჭიდულობა (c), შესაბამისად ტოლია 41° – 0,08 კგ/სმ²-ის და 45° და 0,03 კგ/სმ²-ის.

სამშენებლო ნორმებისა და წესების რეკომენდაციით (სნ და წ. 2.03.01-83. სარეკ. დანართი 3. გვ.37) ხრეშოვან-ქვიშნარზე (სვე III) საანგარიშო დატვირთვა

შეადგენს 2,5 კგ/სმ²-ს (ცხრ.3), ხრეშზე (სგე III) და წყალგაჯერებულ კენჭნარზე (სგეI) – 4,0 კგ/სმ² (ცხრ 1). ქვიშარიან (სგე I) და ქვიშიან კენჭნარზე (სგეI) – 4,5 და 6,0 კგ/სმ² (ცხრ. 1)

დასკვნები

ტერიტორიის ამგები გრუნტების ფიზიკო-მექანიკური მახასიათებლებიდან გამომდინარე სამშენებლო მოედნის ფარგლებში გამოიყოფა 3 საინჟინრო-გეოლოგიური ელემენტი (სგე);

- კენჭნარი ქვიშა-ქვიშნაროვანი შემავსებლით (სგე №1);
- ხრეში ტენინაი, ქვიშნარით (სგე №2);
- ქვიშნარი ხრეშიანი (სგე №3).

სამშენებლო მოედნის ამგები გრუნტები დამუშავების სიძნელის მიხედვით სნ და წ. IV-5-82 –ის ცხრ. 1-ის თანახმად განეკუთვნებიან:

- სგე№1 (კენჭნარი) 6^a ჯგუფს – ხელით დამუშავების II კატეგორიას, ხოლო ერთციცხვიანი ექსკავატორით დამუშავების I კატეგორიას;
- სგე№2 (ხრეში) 6^a ჯგუფს – ხელით დამუშავების II კატეგორიას, ხოლო ერთციცხვიანი ექსკავატორით დამუშავების I კატეგორიას;
- სგე№1 (ქვიშნარი ხრეშით) 5^r ჯგუფს – ხელით და ერთციცხვიანი ექსკავატორით დამუშავების III კატეგორიას;

4. საპროექტო ღონისძიებები

წინამდებარე პროექტის ამოცანას წარმოადგენს ქ. თბილისში, ვაკის სასაფლაოსა და ე.წ. “ბაგები“-ს უბნის მიმდებარე დასახლებულ ტერიტორიაზე, მდინარის მარცხენა ნაპირზე დაახლოებით 200 მ. სიგრძის მონაკვეთის დაცვა წყალმოვარდნებისას მდინარის ნაკადის ზევიდან გადავლისაგან.

ამ უბანზე მდინარის დაბალი ნაპირი, მდინარის მარცხენა ნაპირზე გრძელდება დაახლოებით 250 მ.-ის, ხოლო მარჯვენა ნაპირზე კი 70-მდე მ.-ის სიგრძეზე. მდინარის მარჯვენა ნაპირზე მდებარეობს საცხოვრებელი სახლები ხოლო მარჯვენა ნაპირთან კი მოწყობილია სასაფლაო. ორივე ნაპირზე საჭიროა ბეტონის ნაპირდამცავი საყრდენი კედლების მოწყობა. იმ მოთხოვნის გათვალისწინებით, რომ საპროექტო საყრდენი ნაპირდამცავი კედლის დასაწყისი აუცილებლად უნდა მიეყრდნოს მდინარის შემადგენელ და საიმედო, კლდოვანი ქანებით აგებულ ნაპირს და ამასთან სასურველია, შესაძლებლობის შემთხვევაში, კედლის ბოლო ნაწილის ჩაკეტვაც შემადგენელ და კლდოვან ნაპირამდე, ამ ეტაპზე მდინარის მარცხენა ნაპირზე საპროექტო ნაპირდამცავი კედლის სიგრძემ შეადგინა – 168 მ.;

პერსპექტივაში აუცილებელია ნაპირგამაგრების ზონაში მოქცეული 4 მ. სიგანის ხიდის ამაღლება ნაპირდამცავი კედლის სიმაღლის შესაბამისად. ეს ხიდი მოწყობილია კუსტარულად, 630 მმ. ფოლადის მილების გამოყენებით. ფოლადის მილების 6 ძაფი დაწყობილია ერთმანეთის გვერდით, ისე, რომ მილების გვერდები მიდებულა ერთმანეთზე და ზევიდან დაყრილია მიწა, რომელიც ქმნის საგალ ნაწილს. ხიდი მეტად დაბალ ნიშნულებზეა მოწყობილი. იმისათვის რომ ხიდქვეშა მალმა შესძლოს მდინარის მაქსიმალური საანგარიშო 5%-იანი ხარჯის გატარება, საჭიროა აღნიშნული ხიდის ამაღლება მინიმუმ 2,0 მ.-ით, რაც ფაქტიურად ნიშნავს არსებული ხიდის მთლიან დემონტაჟს და ახალი, კაპიტალური ხიდის მოწყობას. აღნიშნული ხიდის მოწყობის გარეშე, ამ უბანზე, საპროექტო ნაპირგამაგრების კედლების მოწყობა აზრს კარგავს, რადგან წყალმოვარდნებისას მოხდება წყლის ნაკადის ხიდის ზედაპირიდან გამოდინება მიმდებარე ფართობებზე.

ამგვარად, ამ ეტაპზე განსახორციელებელი საპროექტო ნაპირდამცავი კედლის სიგრძემ შეადგინა 168 მ. კედლის სიმაღლე და ჩაღრმავება განისაზღვრა ჰიდროლოგიური გაანგარიშებების შედეგად განსაზღვრული წყლის მაქსიმალური საანგარიშო ღონისა და მოსალოდნელი გარეცხვის სიღრმის ღონეების მიხედვით.

საპროექტო ნაპირდამცავი კედლის სიმაღლე გაანგარიშებული იქნა 5%-იანი მაქსიმალური საანგარიშო ხარჯის შესაბამისი დონის მიხედვით. საპროექტო უბნისათვის, მანძილი 5%-იანი ხარჯის შესაბამის მაქსიმალურ დონესა და მოსალოდნელი გარეცხვის დონეს შორის დაახლოებით 6 მ-ის ფარგლებშია (იცვლება მცირედ, 5-10 სმ-ის ფარგლებში ცალკეული საანგარიშო კვეთებისათვის). შესაბამისად, როგორც მაქსიმალური საანგარიშო დონიდან კედლის ქიმის შემადგენლის, ისე გარეცხვის დონეზე ქვევით საძირკველის ჩაღრმავების მარაგის გათვალისწინებით, ნაპირდამცავი კედლის სრულმა სიმაღლემ, საძირკველის ძირიდან ქიმამდე შეადგინა 6,5 მ.

პროექტირების პროცესში განიხილებოდა ნაპირდამცავი კედლის მოწყობის ორი ვარიანტი:

- მასიური ბეტონის კედელი, მხოლოდ კონსტრუქციული არმირებით, ან საერთოდ არმირების გარეშე;
- შედარებით თხელი ბეტონის კედელი, მუშა, ინტენსიური არმირებით;

ეკონომიკური მაჩვენებლების შედარების შედეგად უპირატესობა მიენიჭა II ვარიანტს: შედარებით თხელი, არამასიური, მონოლითური ბეტონის კედელი ინტენსიური არმირებით.

კედლის ძირში ეწყობა 15 სმ სისქის ხრეშის მომზადება და ე.წ. მჭლე ბეტონის B-7,5 10 სმ სისქის ფენა. კედლის შიდა ზედაპირს, რომელსაც აქვს მიწასთან შეხება, გაუკეთდება ჰიდროიზოლაცია ორი ფენა ბიტუმიტ შეღებვით. კედელში, დაბეტონებისას ჩატანებული უნდა იქნეს 50 მმ. დიამეტრის პლასტმასის სადრენაჟო მილები.

საპროექტო ნაპირდამცავი კედლის მშენებლობის დროს, მდინარის ნაკადი მაქსიმალურად უნდა იქნეს მიმართული მდინარის საპირისპირო, მარჯვენა ნაპირისაკენ, რისთვისაც პროექტი ითვალისწინებს მდინარის კალაპოტში გრუნტის დამუშავებას ბუდლოზერით. კედლის საძირკველის მოსაწყობი ტრანშეის გათხრისას ექსკავატორით ამოღებულ გრუნტს მიეცემა დროებითი დამბის სახე, რომელის შეზღუდავს წყლის ნაკადის დინებას მშენებარე კედლისაკენ. ამასთან, მდინარის კალაპოტის მცირე სიგანის გათვალისწინებით, რაც ართულებს წყლის ნაკადის სრულად მოცილებას მისი ერთერთი ნაპირიდან ნაკადის მეორე ნაპირისაკენ

მიმართვით, პროექტით გათვალისწინებულია, ნაპირდამცავი კედლების მშენებლობისას, წყალქცევის განხორციელება ტუმბო-აგრეგატების გამოყენებით.

საპროექტო კედლების განთავსება გეგმაზე, საპროექტო უბნის განივი კვეთები, საპროექტო კედლების გრძივი პროფილები და განივი კვეთები, კედლის კონსტრუქცია, განივი კვეთი და არმირების სქემა წარმოდგენილია წინამდებარე პროექტის გრაფიკულ ნაწილში, შესაბამის ნახაზებზე.

კერძოდ პროექტის გრაფიკული ნაწილი შეიცავს შემდეგ ნახაზებს:

1. ნაპირგამაგრების უბნის საერთო გეგმა. ფ. №1
2. ნაპირგამაგრების უბნის განივი კვეთების 1-1 ÷ 5-5. ფ. №2;
3. საპროექტო ნაპირდამცავი კედლის გრძივი პროფილი. ფ. №3;
4. ნაპირდამცავი კედლის ტიპური კვეთი და არმირების სქემა. არმატურის სპეციფიკაცია ფ. №4;

შესასრულებელ სამუშაოთა ჩამონათვალი და მოცულობები მოყვანილია წინამდებარე განმარტებით ბარათზე თანდართული სამუშაოთა მოცულობების უწყისის სახით.

სამუშაოთა მოცულობების უწყისი

№	სამუშაოს დასახელება	განზ.	რაოდ.
1	2	3	4
1	I ჯგ. გრუნტის დამუშავება ბუდლოხერით საპროექტო კედლის ტრასაზე, გრუნტის 50 მ-ზე გადაადგილებით საპროექტო კედლის ტრასაზე გრუნტის მოსასწორებლად	მ³	480
2	I ჯგ. გრუნტის დამუშავება ბუდლოხერით 50-მ-ზე გადაადგილებით მდინარის კალაპოტში, წყლის ნაკადის მშენებლობის ადგილიდან მოსაცილებლად	მ³	600
3	III. ჯგ გრუნტის დამუშავება 0,65 მ³ ციცხვის მოცულობის ექსკავატორით საპროექტო კედლის საძირკველის მოსაწყობად	მ³	2100
4	ექსკავატორით დამუშავებული გრუნტისათვის დროებითი დამბის სახის მიცემა, მდინარის ნაკადის მხრიდან, კედლის მოსაწყობად გაჭრილ ტრანშეაში წყლის შემოდინების შესამცირებლად	მ³	2100
5	გრუნტის საბოლოო დამუშავება ხელით (საშუალოდ 10 სმ. სისქეზე ტრანშეის ძირში)	მ³	50
6	ხრეშის მომზადების მოწყობა საყრდენი კედლის ძირში, სისქე 15 სმ	მ³	76
7	მჭლე ბეტონის B-7,5 მომზადების მოწყობა საყრდენი კედლის ძირში, სისქით 10 სმ	მ³	51
8	მარცხენა სანაპიროს დამცავი, 168 მ. სიგრძის ბეტონის საყრდენი კედლის დაბეტონება მონოლითური არმირებული ბეტონით B-20, 6 მ. სიგრძის სექციებად	მ³	812
9	არმატურა, მარცხენა სანაპიროს დამცავი ბეტონის კედლის არმირებისათვის (Ø8 მმ. Ø12 მმ. Ø16 მმ არმატურა)	ტ.	44,42
10	მარცხენა ნაპირის დამცავი კედლის შიდა ზედაპირის ჰიდროიზოლაცია 2 ფენა ბიტუმით შეღებვით	მ²	590
11	მარცხენა ნაპირის დამცავ კედელში სადრენაჟე მილების მოწყობა (დაბეტონებისას ჩატანებით) d=50 მმ. პლასტმასის მილებით. თითო მილის სიგრძე L=70 სმ. მილებს შორის მანძილი 2,0 მ.	ცალი მ.	84 59
12	დეფორმაციული ნაკერების მოწყობა 3 ს. სისქისა და 30 სმ. სიგანის. ბითუმში გაუღენთილი ფიცრით (ყოველ 12 მ.-ში. 13 ნაკერი 168 მ. სიგრძეზე)	მ	91
13	დამუშავებული გრუნტის უკუჩაყრა ექსკავატორით	მ³	1500
14	დამუშავებული გრუნტის უკუჩაყრა ხელით	მ³	80

15	ზედმეტი დამუშავებული გრუნტის მოსწორება მდინარის კალაპოტში ბუღდოზერით 50 მ-ზე გადაადგილებით	მ ³	570
16	წყალქცევის განხორციელება კედლის საძირკველის ტრანშიდან 60 მ ³ /სთ წარმადობის ტუმბოებით (საორიენტაციოდ 20 დღის განმავლობაში, ყოველდღე 16 საათი, 2 ცალი ტუმბოს მუშაობა)	მანქანა/საათი	480