

ზემო იმერეთ-რაჭის დამაკავშირებელი საავტომობილო გზის მშენებლობა- რეკონსტრუქცია

ლოტი VI



დეტალური დიზაინი

ჰიდროლოგიური ანგარიში

ტომი 4

გზის მონაკვეთი 0-8 კმ

დამკვეთი: საქართველოს საავტომობილო გზების დეპარტამენტი
ალ. ყაზბეგის გამზირი 12, თბილისი, 0160 საქართველო



შემსრულებელი: Institut IGH d.d.
ი.აბაშიძის ქ. # 10, თბილისი, საქართველო



თბილისი,
2018 წელი



სარჩევი

პირობითი აღნიშვნები.....	3
1 ზოგადი ჰიდროლოგიური დახასიათება.....	5
2 კლიმატი.....	5
3 მილის ცოცხალ კვეთში ჩამონადენი წყლის ნაკადის მაქსიმალური ხარჯის ანგარიში თავსხმა წვიმის დროს	9
4 ჩამონადენი წყლის ნაკადის მაქსიმალური ხარჯის ჰიდროგრაფის აგება თავსხმა წვიმის დროს.....	17
4.1 ჩამონადენი წყლის ნაკადის ხარჯის მატება და კლება.....	17
4.2 ერთწვერიანი ჰიდროგრაფის ელემენტები.....	17
4.3 ჰიდროგრაფის ელემენტების ანგარიში.....	17
4.4 დრო ჩამონადენი წყლის უდიდესი ხარჯის კლების პერიოდში	18
4.5 ჩამონადენი წყლის ნაკადის მაქსიმალური ხარჯის ჰიდროგრაფის კოორდინატებით აგებული მრუდები	20
5 ჩამონადენი წყლის ნაკადის მყარი ნატანი თავსხმა წვიმის დროს	22
5.1 მყარი ნატანის ელემენტების ანგარიში	22
5.2 წყლის ნაკადის წყალმოვარდნის ჰიდროგრაფი და მყარი ნატანის გრაფიკი	23

პირობითი აღნიშვნები

სიმბოლო	განმარტება	განზომილება
Q	წყლის ნაკადის უდიდესი ხარჯი	მ ³ /წმ
Q _ბ	წყლის ნაკადის ხარჯი დროის მატების პერიოდში	მ ³ /წმ
Q _კ	წყლის ნაკადის ხარჯი დროის კლების პერიოდში	მ ³ /წმ
W	წყლის ნაკადის მოცულობა	მ ³
W _ბ	წყლის მოცულობა ხარჯის მატების პერიოდში	მ ³
W _კ	წყლის მოცულობა ხარჯის კლების პერიოდში	მ ³
F	ხევის/მდინარის წყალშემკრები აუზის ფართობი	კმ ²
F _ტ	ხევის/მდინარის წყალშემკრები აუზის ტყის ფართობი	%
T	თავსხმა წვიმის ხანგრძლივობა	წთ
t _ბ	წყლის ნაკადის ხარჯის მატების დრო	წთ
t _კ	წყლის ნაკადის ხარჯის კლების დრო	წთ
L	მდინარის/ხევის წყლის ნაკადის სიგრძე კალაპოტში	კმ
L _დ	წყლის ნაკადის "დაყვანილი" სიგრძე	მ
S	წყლის ნაკადის სიჩქარეების ფარდობის კოეფიციენტი	
V _კ	წყლის ნაკადის სიჩქარე კალაპოტში	მ/წმ
V _ფ	წყლის ნაკადის სიჩქარე ფერდზე	მ/წმ
l ₀	წყალშემკრები აუზის ფერდობის სიგრძე	მ
J	საშუალო შეწონილი ქანობი	
φ	აუზში არსებული ბალახეული საფარველის სიხშირე	
i	წყალშემკრებ აუზში მოსული თავსხმა წვიმის ინტენსივობა	მმ/წთ
H	წყალშემკრებ აუზში თავსხმა წვიმის დროს წარმოქმნილი ნალექი	მმ

K	კლიმატური კოეფიციენტი	
$B_{\text{ბაქ.}}$	ხევის/მდინარის წყალშემკრები აუზის უდიდესი სიგანე	კმ
$B_{\text{საშ.}}$	ხევის/მდინარის წყალშემკრები აუზის საშუალო სიგანე	კმ
Z	მდინარისა და ხევის შენაკადების ქსელის სიხშირე	
ρ	სელური წყლის ნაკადის სიმღვრივე	გ/მ³
S_6	მყარი ნატანის მოცულობა	მ³
ω	გამიშვლებული, დამეწყრილი ან სხვა მიზეზებით დამღილი აუზის უბანი	%
ΣI	წყალშემკრებ აუზში მდინარის შენაკადების და ხევების სიგრძეთა ჯამი	კმ
Ψ	ეროზიის კოეფიციენტი	
δ	აუზის ფორმის კოეფიციენტი	
α	ჩამონადენი წყლის კოეფიციენტი	
ξ	აუზში ნიადაგის საფარველის მახასიათებელი კოეფიციენტი	
λ	წყალშემკრები აუზის ტყიანობის კოეფიციენტი	
β	წყალშემკრებ აუზში მოსული თავსხმა წვიმის არათანაბრად განაწილების კოეფიციენტი	
τ	განმეორებადობა წლებში	წელი
γ	ნატანის ერთეული მოცულობის წონა	ტ/მ³



1 ზოგადი ჰიდროლოგიური დახასიათება

მდინარე ხეორი სათავეს იღებს $\nabla 2340$ მ.ზ.დ სიმაღლეზე სოფ. შქმერის სიახლოვეს, ფოცხვრების მთის აღმოსავლეთ ფერდობზე, სუბალპურ სარტყელში, მისი სიგრძე 14.5 კმ-ია. მდ. ხეორის წყალშემკრები აუზი სამხრეთით მიუყვება რაჭის ქედს სხვადასხვა სიმაღლეზე: $\nabla 1995.0$ მ.ზ.დ, $\nabla 2013.2$ მ.ზ.დ, ჩრდილოეთით მთა წითელი-კლდე ($\nabla 2352.0$ მ.ზ.დ), ჩრდილო-აღმოსავლეთით თამარ დედოფლის კლდეები მწვერვალებით: $\nabla 2402.8.0$ მ.ზ.დ და $\nabla 2237.6.0$ მ.ზ.დ, სამხრეთ-დასავლეთი წყალგამყოფი გადის რაჭის ქედის ჩრდილო განშტოებაზე, ხიხათას ქედზე სხვადასხვა სიმაღლით: $\nabla 2026.0$ მ.ზ.დ, $\nabla 2165.0$ მ.ზ.დ, $\nabla 2167.6$ მ.ზ.დ, $\nabla 2239.2$ მ.ზ.დ. (მთა ხიხათა), რომელიც უერთდება მდ. რიონს სოფ. ზუდალთან ($\nabla 735.0$ მ.ზ.დ).

თამარ დედოფლის კლდეების ჩრდილოეთით გზის მონაკვეთი განთავსებულია მდ. რიონის მარცხენა შენაკადის ხეორის მარჯვენა მხარეს, რომლის პიკეტებია 0+150-დან 6+440-მდე, ხოლო მდ.ხეორის მარცხენა მხარეს პიკეტი 7+100.

2 კლიმატი

მდინარე ხეორის წყალშემკრები აუზი საპროექტო მონაკვეთის გასწვრივ მიეკუთვნება ზღვის ნოტიო სუბტროპიკული ჰავის ოლქს: ნოტიო ჰავა-ზომიერად ცივი ზამთრით და ხანგრძლივი თბილი ზაფხულით და საკმაოდ ნოტიო ჰავა-ზომიერად ცივი ზამთრით და შედარებით მშრალი ცხელი ზაფხულით.

ამ მონაკვეთისათვის გამოყენებულია ონში დაკვირვებული კლიმატური მონაცემები, რომელიც მოცემულია ცხრილ 2.1-ში.

კლიმატური ელემენტების მონაცემები აღებულია მსოფლიო კლიმატური ორგანიზაციის ვებ-გვერდიდან (<https://en.climate-data.org>).

ონში თბილი და ზომიერი კლიმატია, ნალექის მნიშვნელოვანი რაოდენობით, წელიწადის განმავლობაში. ყველაზე მშრალ თვეშიც კი მოდის დიდი რაოდენობით წვიმა. ონი კოპენ-გეიგერის კლიმატური კლასიფიკაციის მიხედვით ეკუთვნის Cfb-ს. საშუალო ტემპერატურაა 8.8°C , წელიწადის განმავლობაში ნალექის საშუალო რაოდენობა შეადგენს 959 მმ-ს.

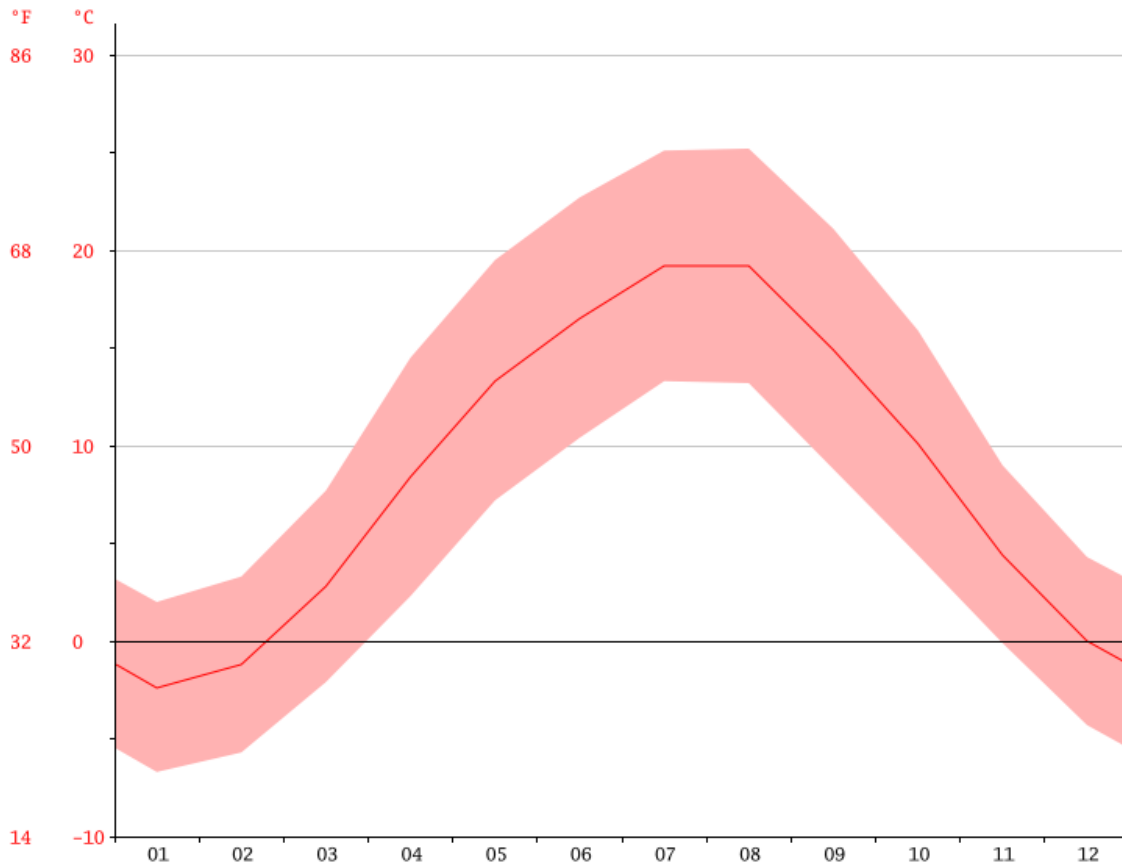
ცხრილი 2.1 კლიმატის დაკვირვებული მონაცემები

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
საშ. ტემპერატურა (°C)	-2.4	-1.2	2.8	8.4	13.3	16.5	19.2	19.2	14.9	10.1	4.4	0
მინ. ტემპერატურა (°C)	-6.7	-5.7	-2.1	2.3	7.2	10.4	13.3	13.2	8.8	4.4	-0.1	-4.3
მაქს. ტემპერატურა (°C)	2	3.3	7.7	14.5	19.5	22.7	25.1	25.2	21.1	15.9	9	4.3
საშ. ტემპერატურა (°F)	27.7	29.8	37	47.1	55.9	61.7	66.6	66.6	58.8	50.2	39.9	32
მინ. ტემპერატურა (°F)	19.9	21.7	28.2	36.1	45	50.7	55.9	55.8	47.8	39.9	31.8	24.3
მაქს. ტემპერატურა (°F)	35.6	37.9	45.9	58.1	67.1	72.9	77.2	77.4	70	60.6	48.2	39.7
ატმოსფერული ნალექი (mm)	69	62	61	77	93	103	81	75	76	91	81	90

ატმოსფერული ნალექის საშუალო სიდიდე ყველაზე მშრალ და ტენიან თვეებს შორის
მერყეობს 42 მმ-ით. წელიწადის განმავლობაში ტემპერატურის საშუალო სიდიდეა 21.6 °C.

ყოველთვიური საშუალო ტემპერატურის გრაფიკი მოცემულია გრაფიკ 2.1-ზე

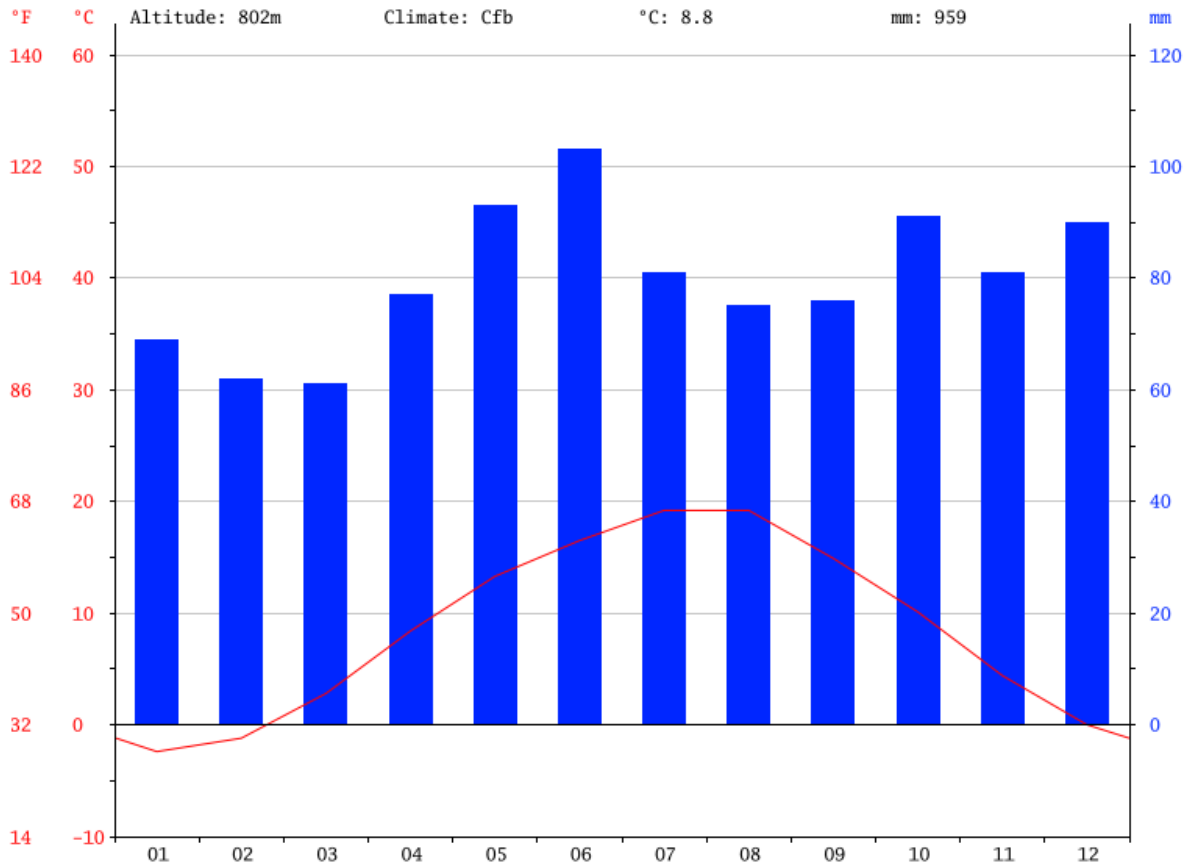
გრაფიკი 2.1 ყოველთვიური საშუალო ტემპერატურის გრაფიკი



ყველაზე თბილი თვე არის ივლისი, საშუალო ტემპერატურით 19.2°C, ხოლო ყველაზე ცივი თვეა იანვარი, რომლის საშუალო ტემპერატურა საშუალოდ შეადგენს -2.4°C-ს.

წელიწადის განმავლობაში საშუალო ნალექის დიაგრამა და ტემპერატურის გრაფიკი მოცემულია გრაფიკ 2.2-ზე

გრაფიკი 2.2 ნალექის დიაგრამა და ტემპერატურის გრაფიკი



ყველაზე მშრალი თვე არის მარტი, ნალექის საშუალო რაოდენობით 61 მმ. ყველაზე დიდი რაოდენობის ნალექი დაფიქსირებულია დეკემბრის თვეში და საშუალოდ შეადგენს 103 მმ-ს.

3 მილის ცოცხალ კვეთში ჩამონადენი წყლის ნაკადის მაქსიმალური ხარჯის ანგარიში თავსხმა წვიმის დროს

საპროექტო კვეთებში წყლის ნაკადის სხვადასხვა მაქსიმალური ხარჯის სიდიდე გამოთვლილია მეთოდით, გ. როსტომოვის განზოგადოებული ნახევრადემპირიული ფორმულით, რომელიც რეკომენდირებულია უდიდესი ხარჯის საანგარიშოდ 300 კმ²-მდე ფართობის წყალშემკრები აუზის მქონე შეუსწავლელ მთის მდინარეებზე „კავკასიის პირობებში მდინარეთა მაქსიმალური ჩამონადენის ანგარიშის წარმოების ტექნიკური მითითებით“ და ჰიდროლოგიური ცნობარით „ზედაპირული წყლის რესურსები“ ტომი 9, გამოშვება პირველი, 1979 წელი.

$$Q = R \times \left(\frac{F^{\frac{2}{3}} \times K^{1.35} \times \tau^{0.38} \times \bar{J}_g^{0.125}}{(L+10)^{0.44}} \right) \times \Pi \times \lambda \times \sigma$$

Q - მოცემული უზრუნველყოფის შესაბამისი წყლის ნაკადის საძიებელი საანგარიშო უდიდესი ხარჯი, მ³/წმ;

R - რაიონული კოეფიციენტი, დასავლეთ საქართველოს მდინარეებისათვის მიღებულია R=1.35;

F - ხევის/მდინარის წყალშემკრები აუზის ფართობი, კმ².

$\bar{J}_g$ - გრძივი პროფილის საანგარიშო საშუალო დახრილობა;

K- რაიონის კლიმატური კოეფიციენტი, რომლის სიდიდე აიღება სპეციალურად დამუშავებული რუკიდან, K=6;

Π - ნიადაგის კოეფიციენტი, რომელიც აღებულია ცხრილიდან, Π=1;

σ - წყალშემკრები აუზის ფორმის კოეფიციენტი;

λ - წყალშემკრები აუზის ტყიანობის კოეფიციენტი.

ფორმულაში შესატანი, მაქსიმალური ხარჯის ჰიდროგრაფისა და ნატანის პარამეტრები გამოთვლილია ტოპოგრაფიული რუკისა და შემდეგი ფორმულების გამოყენებით

T- თავსხმა წვიმის ხანგრძლივობის საანგარიშო დრო (წთ), რომლის მნიშვნელობა გამოითვლება ფორმულით:

$$T = \left[\frac{L_{\text{ფ}}}{\varphi * \sqrt{J_a^m \times \alpha \times l_0 \times K \times \tau^{0.27}}} \right]$$

სადაც:

$L_{\text{ფ}}$ -წყლის ნაკადის "დაყვანილი" სიგრძე (მ), რომლის მნიშვნელობა გამოითვლება გამოსახულებით:

$$L_{\text{ფ}} = \frac{L}{S} + l_0$$

L -წყლის ნაკადის სიგრძე მდინარის სათავიდან საპროექტო კვეთამდე, მ;

S -მდინარის კალაპოტში და ხეობების ფერდობებზე ჩამომდინარე ნაკადების სიჩქარეების ფარდობა;

l_0 -ფერდობის საანგარიშო სიგრძე (მ), რომელიც გამოითვლება გამოსახულებით:

$$l_0 = \frac{1000 \times F}{2 \times (L + \Sigma l)}$$

სადაც:

Σl - მდინარის/ხევის შენაკადების ჯამური სიგრძე, კმ.

φ - აუზში არსებული ბალახეული საფარველის სიხშირეა, მისი მნიშვნელობა მერყეობს 0.26-დან, ხშირი ბალახეული საფარის მქონე აუზებისთვის, 0.46-მდე ბალახით დაუფარავი აუზებისთვის, შერეული საფარის მქონე აუზებისთვის გამოიყენება (საშუალო პირობებში) $\varphi=0.34$.

J_a^m - წყალშემკრები აუზის ქანობი %-ში, ხოლო $m=0.6$.

α - წყლის ნაკადის კოეფიციენტი, მისი მნიშვნელობა გამოითვლება გამოსახულებით:

$$\alpha = \xi \times (i + 0.1)^{0.345} \times T^{0.15}$$

სადაც,

ξ - აუზში გავრცელებული ნიადაგის საფარველის მახასიათებელი კოეფიციენტი. მისი მნიშვნელობა აიღება სპეციალურად დამუშავებული რუკიდან და შესაბამისი ცხრილიდან.

i - აუზში მოსული თავსხმა წვიმის ინტენსიობა, მმ/წთ;

$$i = \frac{H}{T}$$

H - აუზში მოსული თავსხმა წვიმის რაოდენობა, მმ, რომელიც გამოითვლება ფორმულებით:

$$H = K \times \tau^{0.27} \times T^{0.31}, \text{ როდესაც } T \geq 20$$

$$H = 0.637 \times K \times \tau^{0.27} \times T^{0.46}, \text{ როდესაც } T < 20$$

სადაც,

K - რაიონის კლიმატური კოეფიციენტი, რომლის სიდიდე აიღება სპეციალურად დამუშავებული რუკიდან;

λ - წყალშემკრები აუზის ტყიანობის კოეფიციენტი, რომლის სიდიდე გამოითვლება გამოსახულებით:

$$\lambda = \frac{1}{1 + 0.2 \times \frac{F_{\phi}}{F}}$$

F_{ϕ} - წყალშემკრები აუზის ტყით დაფარული ფართობი (%);

τ - განმეორებადობა წლებში;

β - წყალშემკრებ აუზში მოსული თავსხმა წვიმის არათანაბრად განაწილების კოეფიციენტი, მისი სიდიდე დასავლეთ საქართველოს პირობებში იანგარიშება ფორმულით:

$$\beta = e^{-0.28 \times F^{0.50 \times \sqrt[3]{i} \times T^{-0.30}}$$

σ - წყალშემკრები აუზის ფორმის კოეფიციენტი, რომელიც გამოითვლება გამოსახულებით:

$$\sigma = 0.25 \times \frac{B_{\text{მაქს}}}{B_{\text{საშ}}} + 0.75$$

სადაც,



B_{max} - აუზის მაქსიმალური სიგანე, კმ;

$B_{საშ}$ - აუზის საშუალო სიგანე (კმ), რომლის მნიშვნელობა მიიღება გამოსახულებით :

$$B_{საშ} = \frac{F}{L}$$

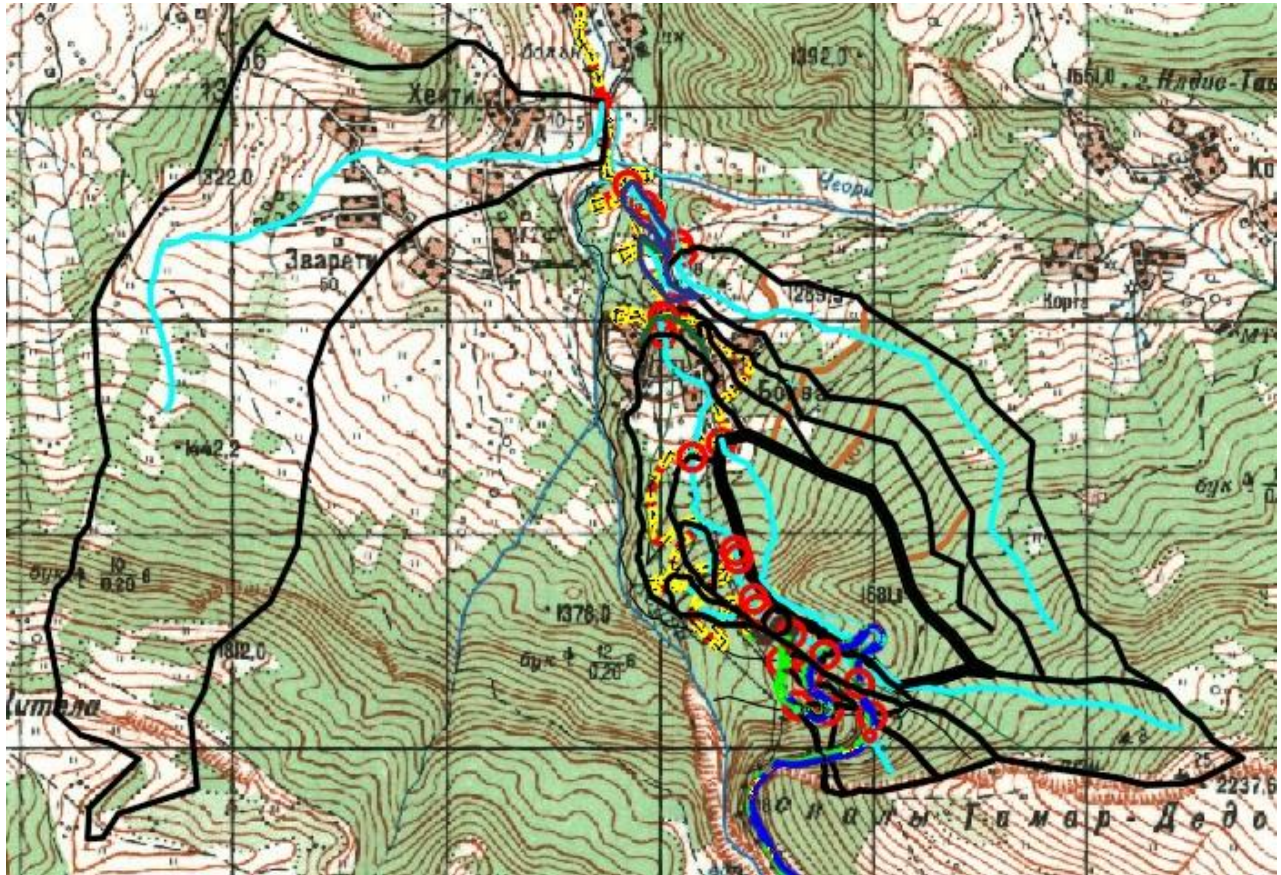
თუ მდინარის/ხევის წყალშემკრები აუზის ფართობი ნაკლებია 5 კმ²-ზე, მაშინ გამოყენებულია კოეფიციენტი, რომელიც მოცემულია ცხრილ 3.1-ში.

ცხრილი 3.1 5 კმ²-ზე ნაკლები წყალშემკრები აუზის ფართობის კოეფიციენტები

F	<1	≥1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	≥5
K _ფ	0.7	0.8	0.815	0.83	0.85	0.87	0.9	0.93	1.93	1

გზის (0-8) კმ-იან მონაკვეთზე საპროექტო კვეთებში წყლის უდიდესი ხარჯისა და სხვა მორფომეტრიული ელემენტების სიდიდის გამოსათვლელად გამოყენებულია 1:50 000 მასშტაბის ტოპოგრაფიული რუკა, რომელიც მოცემულია რუკა 3.1-ზე.

რუკა 3.1 გზის (0-8) კმ-იან მონაკვეთზე მდინარეებისა და ხეობების წყალშემკრები აუზების ტოპოგრაფიული რუკა



რუკა 3.1-ის საშუალებით გამოთვლილი მორფომეტრიული ელემენტები მოცემულია ცხრილ 3.2-ში.

ცხრილში შეტანილი არ არის გზის ის პიკეტები, რომელთა ხეობის წყალშემკრები აუზის მაქსიმალური ხარჯი (100 წლიანი უზრუნველყოფით) ნაკლებია 1.0 მ³/წმ-ზე.

ცხრილი 3.2 წყალშემკრები აუზის მორფომეტრიული ელემენტები

	ობიექტის დასახელება	ჰიდროგრაფიული ქსელის კოეფიციენტი Z	წიადაგის ხარისხიანობის კოეფიციენტი φ	წყალშემკრები აუზის უმცაღესი ∇, მ.ზ.დ.	მდინარის სათავეს ∇, მ.ზ.დ.	მდინარეზე სათავე ნაგებობის კვეთის ∇, მ.ზ.დ.	მდინარის წყალშემკრები აუზის ფართობი, კმ²	მდინარის სიგრძე, კმ	შენაკადების სიგრძეთა ჯამი, კმ	ჰორიზონტალების სიგრძეთა ჯამი, კმ	წყალშემკრები აუზის მაქსიმალური სიგანე, კმ	წყალშემკრები აუზის ტყიანობა, %	დაშლილი/დამუწყრილი/ გამშლელი, აბ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	პკ 0+150	-	0,34	2237,6	1980,0	1464,0	0,621	2,155	1,114	2,473	0,455	87,279	10,0
2	პკ 0+390	-	0,34	2237,6	1980,0	1445,0	0,634	2,213	1,114	2,473	0,459	87,539	10,0
3	პკ 1+300	-	0,34	2237,6	1980,0	1383,0	0,649	2,420	1,114	2,563	0,463	87,827	10,0
4	პკ 1+350	-	0,34	2237,6	1980,0	1373,0	0,654	2,461	1,114	2,563	0,463	87,920	10,0
5	პკ 1+980	-	0,34	1490,0	1450,0	1334,0	0,041	0,370	0,109	0,133	0,149	100,000	10,0
6	პკ 2+360	-	0,34	1415,0	1371,0	1310,0	0,034	0,302	0,108	0,042	0,142	100,000	10,0
7	პკ 3+050	-	0,34	2237,6	1980,0	1255,0	0,817	3,008	1,114	3,129	0,482	88,984	10,0
8	პკ 3+240	-	0,34	1760,0	1630,0	1238,0	0,679	1,626	0,288	2,994	0,755	96,465	10,0
9	პკ 4+010	-	0,34	1400,0	1300,0	1163,0	0,093	0,623	0,201	0,310	0,188	19,355	10,0
10	პკ 4+225	-	0,34	2237,6	1990,0	1146,0	1,848	3,730	5,562	7,049	0,907	82,684	10,0
11	პკ 4+750	-	0,34	2237,6	1990,0	1117,0	1,869	3,816	5,562	7,049	0,927	82,879	10,0
12	პკ 4+800	-	0,34	1820,0	1700,0	1115,3	0,774	2,374	0,711	2,444	0,451	83,850	15,0
13	პკ 5+140	-	0,34	1960,0	1780,0	1095,0	0,996	2,847	0,501	3,423	0,668	70,382	10,0
14	პკ 5+250	-	0,34	1960,0	1780,0	1087,2	1,001	2,889	0,501	3,423	0,466	74,525	10,0
15	პკ 6+440	-	0,34	1100,0	1085,0	1017,0	0,025	0,299	0,157	0,112	0,093	60,000	10,0
16	პკ 7+100	-	0,34	1878,0	1460,0	992,0	3,283	3,352	0,466	9,208	1,736	25,160	10,0

დასავლეთ საქართველოს მდინარეებისათვის მიღებულია შემდეგი პარამეტრები:

$R = 1.35$ (რაიონული პარამეტრი);

$K = 6$ (რაიონის კლიმატური კოეფიციენტი);

$\Pi = 1$ (წიადაგის კოეფიციენტი), რომელიც აღებულია ცხრილიდან.

ანგარიშის შედეგად მიღებული მორფომეტრიული ელემენტების სიდიდეები და კოეფიციენტები მოცემულია ცხრილ 3.3-ში.

ცხრილი 3.3 მორფომეტრიული ელემენტები და კოეფიციენტები საპროექტო კვეთში

N	დასახელება	F, კმ ²	L, კმ	J _{შდ.}	i _{ა%}	ΣL, კმ	ξ	φ	K _{კლ}	σ	λ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	პკ 0+150	0,621	2,155	0,239	39,903	1,114	0,27	0,34	6	1,145	0,851
2	პკ 0+390	0,634	2,213	0,242	39,338	1,114	0,27	0,34	6	1,151	0,851
3	პკ 1+300	0,649	2,420	0,247	39,826	1,114	0,27	0,34	6	1,182	0,851
4	პკ 1+350	0,654	2,461	0,247	39,590	1,114	0,27	0,34	6	1,186	0,850
5	პკ 1+980	0,041	0,370	0,314	25,302	0,109	0,27	0,34	6	1,086	0,833
6	პკ 2+360	0,034	0,302	0,202	6,485	0,108	0,27	0,34	6	1,065	0,833
7	პკ 3+050	0,817	3,008	0,241	35,863	1,114	0,27	0,34	6	1,194	0,849
8	პკ 3+240	0,679	1,626	0,241	42,561	0,288	0,27	0,34	6	1,202	0,838
9	პკ 4+010	0,093	0,623	0,220	28,490	0,201	0,27	0,34	6	1,065	0,963
10	პკ 4+225	1,848	3,730	0,226	37,903	5,562	0,27	0,34	6	1,208	0,858
11	პკ 4+750	1,869	3,816	0,229	37,827	5,562	0,27	0,34	6	1,223	0,858
12	პკ 4+800	0,774	2,374	0,246	31,147	0,711	0,27	0,34	6	1,096	0,856
13	პკ 5+140	0,996	2,847	0,241	33,263	0,501	0,27	0,34	6	1,227	0,877
14	პკ 5+250	1,001	2,889	0,240	33,174	0,501	0,27	0,34	6	1,086	0,870
15	პკ 6+440	0,025	0,299	0,227	18,592	0,157	0,27	0,34	6	1,028	0,893
16	პკ 7+100	3,283	3,352	0,140	27,731	0,466	0,27	0,34	6	1,193	0,952

ანგარიშის შედეგად მიღებული მორფომეტრიული ელემენტების სიდიდეები და წყლის მაქსიმალური ხარჯი სხვადასხვა უზრუნველყოფით მოცემულია ცხრილ 3.4-ში.

ცხრილი 3.4 წყლის მაქსიმალური ხარჯის სხვადასხვა უზრუნველყოფა

N	დასახელება	Q _{1%} , მ ³ /წმ	∇H, მზდ	∇H ₀ , მზდ	ΔH, მ	$\bar{J}_g$	K _გ	Q _{2%} , მ ³ /წმ	Q _{10%} , მ ³ /წმ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	პკ 0+150	5,82	1980,0	1464,0	516,0	0,180	0,70	4,55	2,20
2	პკ 0+390	5,93	1980,0	1445,0	535,0	0,181	0,70	4,62	2,24
3	პკ 1+300	6,15	1980,0	1383,0	597,0	0,185	0,70	4,78	2,32
4	პკ 1+350	6,19	1980,0	1373,0	607,0	0,185	0,70	4,81	2,33
5	პკ 1+980	0,98	1450,0	1334,0	116,0	0,235	0,70	0,97	0,47
6	პკ 2+360	0,81	1371,0	1310,0	61,0	0,151	0,70	0,81	0,39
7	პკ 3+050	7,06	1980,0	1255,0	725,0	0,181	0,70	5,39	2,61
8	პკ 3+240	6,52	1630,0	1238,0	392,0	0,181	0,70	5,05	2,45
9	პკ 4+010	1,81	1300,0	1163,0	137,0	0,165	0,70	1,67	0,81
10	პკ 4+225	14,04	1990,0	1146,0	844,0	0,170	0,82	9,97	4,83
11	პკ 4+750	14,30	1990,0	1117,0	873,0	0,172	0,82	10,15	4,91
12	პკ 4+800	6,47	1700,0	1115,3	584,7	0,185	0,70	4,95	2,40
13	პკ 5+140	8,60	1780,0	1095,0	685,0	0,180	0,70	6,45	3,12
14	პკ 5+250	8,65	1780,0	1087,2	692,8	0,180	0,80	6,48	3,14
15	პკ 6+440	0,69	1085,0	1017,0	68,0	0,171	0,70	0,71	0,34
16	პკ 7+100	22,97	1460,0	992,0	468,0	0,105	0,87	15,52	7,51



4 ჩამონადენი წყლის ნაკადის მაქსიმალური ხარჯის ჰიდროგრაფის აგება თავსხმა წვიმის დროს

4.1 ჩამონადენი წყლის ნაკადის ხარჯის მატება და კლება

თავსხმა წვიმის დროს, წყალმოვარდნისას, მთის მდინარეების ჩამონადენი წყლის ნაკადის განმასხვავებელი ნიშნებია:

- ა) ჩამონადენი წყლის ნაკადის მატების უფრო მკვეთრი ინტენსივობა კლებასთან შედარებით;
- ბ) წყლის ნაკადის მატება პიკამდე არასწორხაზოვანი გზით;
- გ) წყლის ნაკადის კლება მკვეთრად გამოხატული შეზნექილი მრუდით.

4.2 ერთწვერიანი ჰიდროგრაფის ელემენტები

ერთწვერიანი ჰიდროგრაფის ასაგებ ელემენტებს წარმოადგენენ:

Q - წყლის ნაკადის უდიდესი ხარჯი;

t_a - დროის პერიოდი ჩამონადენი წყლის ხარჯის მატებისას;

t_3 - დროის პერიოდი ჩამონადენი წყლის ხარჯის კლებისას;

W - ჩამონადენი წყლის მოცულობა;

W_a - ჩამონადენი წყლის მოცულობა ხარჯის მატების პერიოდში;

W_3 - ჩამონადენი წყლის მოცულობა ხარჯის კლების პერიოდში.

4.3 ჰიდროგრაფის ელემენტების ანგარიში

ჩამონადენი წყლის ნაკადის მოცულობა (W) ტოლია:

$$W = 1000 \times \alpha \times H \times F$$

სადაც:

α - ჩამონადენი წყლის ნაკადის კოეფიციენტი;

H - თავსხმა წვიმის დროს წარმოქმნილი ნალექის სიდიდე, მმ;



F - წყალშემკრები აუზის ფართობი, კმ².

4.4 დრო ჩამონადენი წყლის უდიდესი ხარჯის კლების პერიოდში

დროის ხანგრძლივობა უდიდესი ხარჯის კლების პერიოდში, გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$t_3 = \frac{3.16 \times W_3}{Q \times 60}$$

სადაც:

t_3 - დრო ხარჯის კლების პერიოდში, წთ;

W_3 - ჩამონადენი წყლის ნაკადის მოცულობა წყლის ხარჯის კლების პერიოდში, მ³.

$$W_3 = W - W_{\theta}$$

W_{θ} - ჩამონადენი წყლის ნაკადის მოცულობა წყლის ხარჯის მატების პერიოდში, მ³, რომელიც გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$W_{\theta} = \frac{Q \times t_{\theta} \times 60}{2.5}$$

გამოთვლების შედეგად მიღებული მნიშვნელობები მოცემულია ცხრილ 4.1-ში.

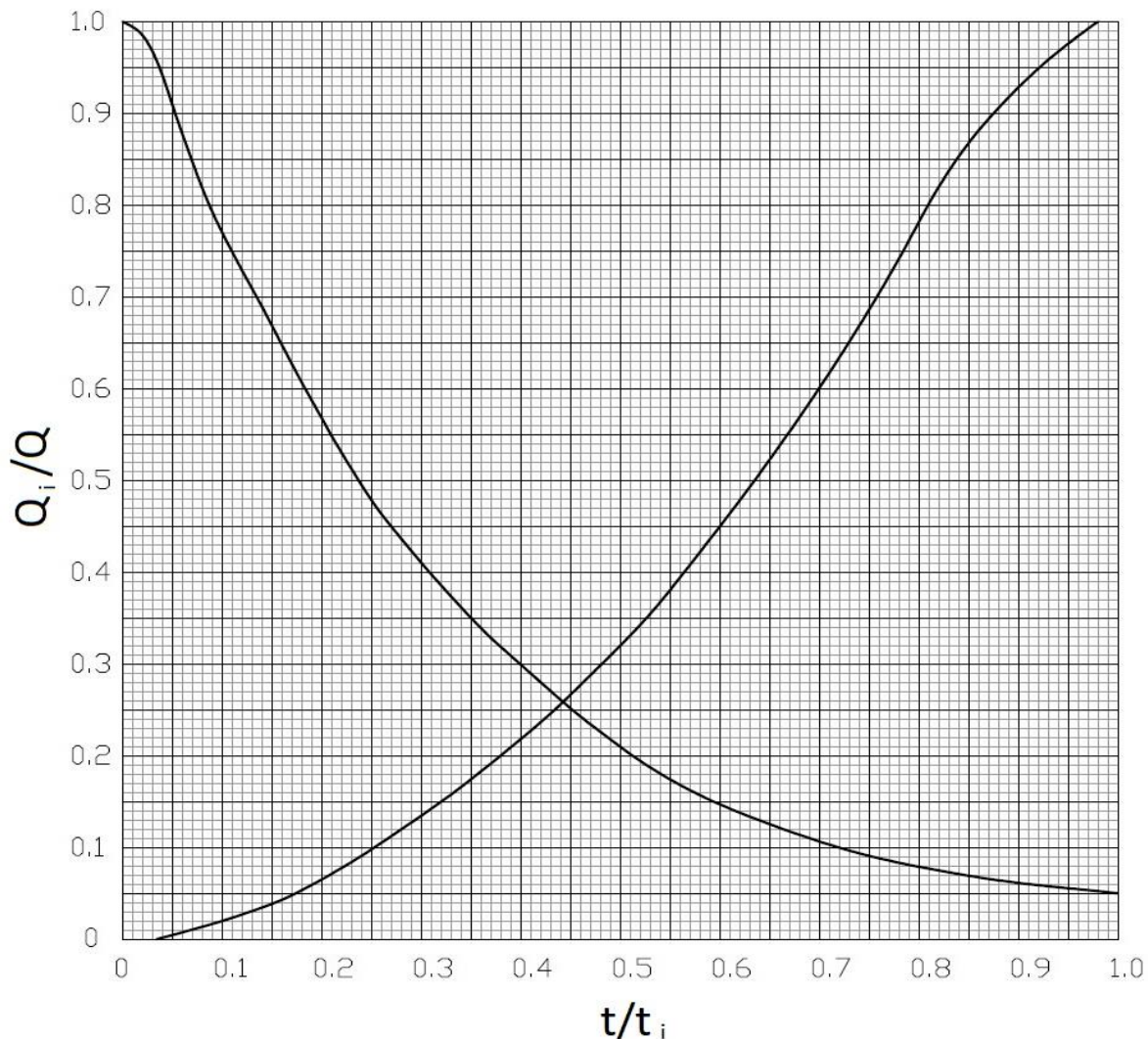
ცხრილი 4.1 ჩამონადენი წყლის ნაკადის ხარჯის მატებისა და კლების ელემენტები

N	დასახელება	α	H, მმ	F, კმ ²	Q, მ ³ /წმ	t _ა , წთ	W, მ ³	W _ა , მ ³	W _პ , მ ³	T _პ , წთ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	პკ 0+150	0,43	65,10	0,621	5,83	39,64	17208,62	5541,095	11667,53	105,49
2	პკ 0+390	0,43	65,52	0,634	5,93	40,46	17674,1	5757	11917,1	105,88
3	პკ 1+300	0,43	66,79	0,649	6,15	43,06	18435,51	6356,977	12078,53	103,42
4	პკ 1+350	0,43	67,07	0,654	6,19	43,65	18652,44	6487,312	12165,13	103,45
5	პკ 1+980	0,42	43,80	0,041	0,98	13,45	748,2343	316,2839	431,9504	23,21
6	პკ 2+360	0,42	47,62	0,034	0,81	16,13	674,5772	311,5715	363,0057	23,75
7	პკ 3+050	0,42	70,61	0,817	7,06	51,53	24487,7	8734,927	15752,77	117,46
8	პკ 3+240	0,42	62,78	0,679	6,52	35,26	17866,32	5520,095	12346,22	99,68
9	პკ 4+010	0,48	49,28	0,093	1,81	17,38	2206,198	756,5501	1449,648	42,09
10	პკ 4+225	0,43	71,64	1,848	14,04	53,99	56802,39	18192,32	38610,07	144,82
11	პკ 4+750	0,43	72,02	1,869	14,30	54,92	57734,01	18852,8	38881,21	143,16
12	პკ 4+800	0,43	67,81	0,774	6,47	45,22	22473,45	7018,881	15454,57	125,84
13	პკ 5+140	0,44	70,20	0,996	8,60	50,57	30647,24	10442,46	20204,78	123,68
14	პკ 5+250	0,44	70,94	1,001	8,65	52,31	30901,75	10862,54	20039,22	121,98
15	პკ 6+440	0,45	40,74	0,025	0,69	11,49	454,7089	190,0021	264,7069	20,23
16	პკ 7+100	0,48	75,34	3,283	22,97	63,49	117738,4	34999,99	82738,36	189,72

4.5 ჩამონადენი წყლის ნაკადის მაქსიმალური ხარჯის ჰიდროგრაფის კოორდინატებით აგებული მრუდები

წყლის ნაკადის ხარჯის ჰიდროგრაფი აგებულია გრაფო-ანალიტიკური წესით, ანუ იმ მრუდების დახმარებით, რომელთა კოორდინატების შეფარდებითი მნიშვნელობები, მიღებულია მთის მდინარეებზე მრავალი წლის დაკვირვებით განსაზღვრული ჰიდროგრაფების აგებით, რომელიც მოცემულია გრაფიკ 4.1-ზე.

გრაფიკი 4.1 $\frac{t}{t_i}$ და $\frac{Q_i}{Q}$ კოორდინატებით აგებული მრუდები



ჰიდროგრაფი აგებულია სპეციალურად დაწერილი პროგრამით, ჩამონადენი წყლის ნაკადის ხარჯის მატებისა და კლების დროის ას ნაწილად დაყოფილ მნიშვნელობითა და შესაბამისი წყლის ხარჯის სიდიდეებით, სადაც გამოყენებულია $\frac{t}{t_0}$, $\frac{Q}{Q_0}$, $\frac{t}{t_0}$ და $\frac{Q}{Q_0}$ კოეფიციენტები.



Q – ჩამონადენი წყლის ნაკადის უდიდესი ხარჯი, მ³/წმ;

t_a-t_1 - კალაპოტში წყლის ნაკადის მატების დრო, წთ;

t_1-t_3 - წყლის ნაკადის კლების დრო, წთ.



5 ჩამონადენი წყლის ნაკადის მყარი ნატანი თავსხმა წვიმის დროს

5.1 მყარი ნატანის ელემენტების ანგარიში

მოცემული მილისთვის მყარი ჩამონადენის მოცულობა საპროექტო კვეთში, სადაც წყალმოვარდნის პერიოდში მოსალოდნელია დიდი მოცულობის მყარი ნატანის ჩამოტანა, გამოთვლილია მეთოდით, რომელიც მოცემულია „კავკასიის პირობებში მდინარეთა მაქსიმალური ჩამონადენის საანგარიშო ტექნიკურ მითითებაში“.

აღნიშნული მეთოდის თანახმად, თავსხმა წვიმით გამოწვეული წყალმოვარდნების პერიოდში, მდინარის/ხევის მყარი ჩამონადენის მოცულობა გამოითვლება გამოსახულებით.

$$S = \Psi \times W$$

სადაც,

S - მყარი ჩამონადენის მოცულობა, მ³;

W - წყალმოვარდნისას მოსული წყლის ნაკადის მოცულობა, მ³.

მისი სიდიდე იანგარიშება გამოსახულებით

$$W = 1000 \times \alpha \times H \times F$$

Ψ - ეროზიის კოეფიციენტი, რომელიც გამოითვლება ფორმულით:

$$\Psi = 1 - e^{-0,07 \times \omega \% \times \bar{J}_g}$$

$\omega\%$ - გაშიშვლებული, დამეწყრილი ან სხვა მიზეზებით დაშლილი წყალშემკრები აუზის უბანი.

ρ - სელური წყლის ნაკადის სიმღვრივე და გამოითვლება ფორმულით:

$$\rho = \Psi \times \gamma_H$$

სადაც:

γ_H - ნატანის ერთეული მოცულობის წონაა, ტ/მ³

მთლიანად ღვარცოფის დროს წყლის ნაკადის მოცულობითი წონა იანგარიშება ფორმულით:

$$\gamma_c = \gamma_B + \Psi \times (\gamma_H + \gamma_B) \text{ კგ/მ}^3$$

ზემოთ მოყვანილ გამოსახულებაში მოცემული რიცხვითი სიდიდეების შეტანით მიიღება სიმღვრივე საპროექტო კვეთში, რომელიც მოცემულია ცხრილ 5.1-ში

ცხრილი 5.1 მყარი ნატანის ელემენტები

N	დასახელება	ω	α	H, მმ	$\bar{J}_g$	$\gamma, \text{ტ/მ}^3$	$\gamma_{\text{წ}}, \text{ტ/მ}^3$	$\gamma_{\text{ფ}}, \text{ტ/მ}^3$	Ψ	s, მ	$\rho, \text{კგ/მ}^3$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	პკ 0+150	10,0	0,43	65,10	0,239	1	2,6	1,43	0,12	2032,81	307,1
2	პკ 0+390	10,0	0,43	65,52	0,242	1	2,6	1,43	0,12	2106,687	309,9
3	პკ 1+300	10,0	0,43	66,79	0,247	1	2,6	1,44	0,12	2239,511	315,8
4	პკ 1+350	10,0	0,43	67,07	0,247	1	2,6	1,44	0,12	2265,463	315,8
5	პკ 1+980	10,0	0,42	43,80	0,314	1	2,6	1,55	0,15	113,5539	394,6
6	პკ 2+360	10,0	0,42	47,62	0,202	1	2,6	1,36	0,10	67,87195	261,6
7	პკ 3+050	10,0	0,42	70,61	0,241	1	2,6	1,43	0,12	2910,582	309,0
8	პკ 3+240	10,0	0,42	62,78	0,241	1	2,6	1,43	0,12	2124,055	309,1
9	პკ 4+010	10,0	0,48	49,28	0,220	1	2,6	1,39	0,11	240,5514	283,5
10	პკ 4+225	10,0	0,43	71,64	0,226	1	2,6	1,40	0,11	6362,373	291,2
11	პკ 4+750	10,0	0,43	72,02	0,229	1	2,6	1,41	0,11	6533,971	294,3
12	პკ 4+800	15,0	0,43	67,81	0,246	1	2,6	1,63	0,18	3962,198	458,4
13	პკ 5+140	10,0	0,44	70,20	0,241	1	2,6	1,43	0,12	3636,747	308,5
14	პკ 5+250	10,0	0,44	70,94	0,240	1	2,6	1,43	0,12	3655,536	307,6
15	პკ 6+440	10,0	0,45	40,74	0,227	1	2,6	1,41	0,11	51,17543	292,6
16	პკ 7+100	10,0	0,48	75,34	0,140	1	2,6	1,25	0,07	8321,46	183,8

5.2 წყლის ნაკადის წყალმოვარდნის ჰიდროგრაფი და მყარი ნატანის გრაფიკი

მყარი ნატანის გრაფიკის ასაგებად უდიდესი ხარჯის სიდიდე მრავლდება K კოეფიციენტზე, სადაც,

$$K = \frac{S}{W};$$

თავსხმა წვიმის დროს, წყლის ნაკადის მაქსიმალური ხარჯის ჰიდროგრაფი და მყარი ნატანის გრაფიკი აგებულია მონაცემებით, რომელიც მოცემულია ცხრილ 5.2-ში და გრაფიკ 5.1-ზე.

ცხრილი 5.2 წყლის მაქსიმალური ხარჯის ჰიდროგრაფისა და მყარი ნატანის ელემენტები

N	დასახელება	t_a , წთ	t_b , წთ	S, მ³	Ψ	ρ , კგ/მ³	Q, მ³/წმ	W, მ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	პკ 0+150	39,64	105,49	2032,81	0,12	307,1	5,83	17208,62
2	პკ 0+390	40,46	105,88	2106,687	0,12	309,9	5,93	17674,1
3	პკ 1+300	43,06	103,42	2239,511	0,12	315,8	6,15	18435,51
4	პკ 1+350	43,65	103,45	2265,463	0,12	315,8	6,19	18652,44
5	პკ 1+980	13,45	23,21	113,5539	0,15	394,6	0,98	748,2343
6	პკ 2+360	16,13	23,75	67,87195	0,10	261,6	0,81	674,5772
7	პკ 3+050	51,53	117,46	2910,582	0,12	309,0	7,06	24487,7
8	პკ 3+240	35,26	99,68	2124,055	0,12	309,1	6,52	17866,32
9	პკ 4+010	17,38	42,09	240,5514	0,11	283,5	1,81	2206,198
10	პკ 4+225	53,99	144,82	6362,373	0,11	291,2	14,04	56802,39
11	პკ 4+750	54,92	143,16	6533,971	0,11	294,3	14,30	57734,01
12	პკ 4+800	45,22	125,84	3962,198	0,18	458,4	6,47	22473,45
13	პკ 5+140	50,57	123,68	3636,747	0,12	308,5	8,60	30647,24
14	პკ 5+250	52,31	121,98	3655,536	0,12	307,6	8,65	30901,75
15	პკ 6+440	11,49	20,23	51,17543	0,11	292,6	0,69	454,7089
16	პკ 7+100	63,49	189,72	8321,46	0,07	183,8	22,97	117738,4

გრაფიკი 5.1 წყლის მაქსიმალური ხარჯის ჰიდროგრაფი და მყარი ნატანის გრაფიკი

