

საქართველოს რეგიონული განვითარებისა და  
ინფრასტრუქტურის სამინისტროს  
საავტომობილო გზების დეპარტამენტი  
ა. ყაზბეგის გამზ. 12, 0160, თბილისი, საქართველო

The Roads Department of the Ministry of Regional  
Development and Infrastructure of Georgia (RDMRDI)  
12 Al. Kazbegi Avenue, Tbilisi, 0160 Georgia



სს „ინსტიტუტი იგჰ“, საქართველოს ფილიალი  
ჭავჭავაძის გამზ. # 33-ე, 0179 თბილისი, საქართველო

JSC Institute IGH, Georgia branch  
Chavchavadze Ave. # 33-e 0179 Tbilisi, Georgia



ლენტეხის და მესტიის მუნიციპალიტეტების დამაკავშირებელი საავტომობილო გზის  
მშენებლობის სამუშაოებისთვის საჭირო საპროექტო მომსახურების და საავტომობილო  
გვირაბის მშენებლობისთვის საჭირო ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთების მომზადების  
მომსახურების გაწევა

## საბოლოო საპროექტო ანგარიში 1

ლოტი I

ლენტეხი-სამხრეთ პორტალი

ტომი V

ჰიდროლოგიური ანგარიში

ლენტეხისა და მესტიის მუნიციპალიტეტების დამაკავშირებელი  
საავტომობილო გზის მოწყობის სამუშაოების

კონცეპტუალური საპროექტო დოკუმენტაცია ლოტი I

გვირაბის სამხრეთ პორტალამდე მისასვლელი გზა



განმარტებითი ბარათი

ჰიდროლოგიური კვლევის ანგარიში

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

კონსულტანტი: Institut IGH d.d.  
ი.ჭავჭავაძის ქ. # 33ე, თბილისი, საქართველო

ქვეკონსულტანტი: შპს „გროს ენერჯი ჯგუფი“  
ლვოვის ქ # 66, თბილისი, საქართველო



გროს ენერჯი ჯგუფი  
სამშენიშრო-სამკონსულტაციო კომპანია  
GROSS ENERGY GROUP  
ENGINEERING-CONSULTING COMPANY

## სარჩევი

სარჩევი.....	2
პირობითი აღნიშვნები.....	3
1. ზოგადი ჰიდროლოგიური დახასიათება.....	5
2. კლიმატი.....	6
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 .....	15
4.1 ჩამონადენი წყლის ნაკადის ხარჯის მატება და კლება.....	15
4.2 ერთწვერიანი ჰიდროგრაფის ელემენტები .....	15
4.3 ჰიდროგრაფის ელემენტების ანგარიში .....	15
4.4 დრო ჩამონადენი წყლის უდიდესი ხარჯის კლების პერიოდში .....	16
4.5 ჩამონადენი წყლის ნაკადის მაქსიმალური ხარჯის ჰიდროგრაფის კოორდინატებით აგებული მრუდები.....	18
5 ჩამონადენი წყლის ნაკადის მყარი ნატანი თავსხმა წვიმის დროს .....	20
5.1 მყარი ნატანის ელემენტების ანგარიში.....	20
5.2 წყლის ნაკადის წყალმოვარდნის ჰიდროგრაფი და მყარი ნატანის გრაფიკი .....	21

## პირობითი აღნიშვნები

სიმბოლო	განმარტება	განზომილება
$Q$	წყლის ნაკადის უდიდესი ხარჯი	$მ^3/წმ$
$Q_{\theta}$	წყლის ნაკადის ხარჯი დროის მატების პერიოდში	$მ^3/წმ$
$Q_3$	წყლის ნაკადის ხარჯი დროის კლების პერიოდში	$მ^3/წმ$
$W$	წყლის ნაკადის მოცულობა	$მ^3$
$W_{\theta}$	წყლის მოცულობა ხარჯის მატების პერიოდში	$მ^3$
$W_3$	წყლის მოცულობა ხარჯის კლების პერიოდში	$მ^3$
$F$	ხევის/მდინარის წყალშემკრები აუზის ფართობი	$კმ^2$
$F_{\theta}$	ხევის/მდინარის წყალშემკრები აუზის ტყის ფართობი	%
$T$	თავსხმა წვიმის ხანგრძლივობა	წთ
$t_{\theta}$	წყლის ნაკადის ხარჯის მატების დრო	წთ
$t_3$	წყლის ნაკადის ხარჯის კლების დრო	წთ
$L$	მდინარის/ხევის წყლის ნაკადის სიგრძე კალაპოტში	კმ
$L_{\theta}$	წყლის ნაკადის "დაყვანილი" სიგრძე	მ
$S$	წყლის ნაკადის სიჩქარეების ფარდობის კოეფიციენტი	
$V_3$	წყლის ნაკადის სიჩქარე კალაპოტში	$მ/წმ$
$V_{\theta}$	წყლის ნაკადის სიჩქარე ფერდზე	$მ/წმ$
$l_0$	წყალშემკრები აუზის ფერდობის სიგრძე	მ
$J$	მდინარის დახრილობა	
$\bar{J}_{\theta}$	მდინარის კალაპოტის საანგარიშო დახრილობა	
$\varphi$	აუზში არსებული ბალახეული საფარველის სიხშირე	
$i$	წყალშემკრებ აუზში მოსული თავსხმა წვიმის ინტენსიობა	$მმ/წთ$
$H$	წყალშემკრებ აუზში თავსხმა წვიმის დროს წარმოქმნილი ნალექი	მმ
$K$	კლიმატური კოეფიციენტი	

$B_{\text{მკვ.}}$	ხევის/მდინარის წყალშემკრები აუზის უდიდესი სიგანე	კმ
$B_{\text{საშ.}}$	ხევის/მდინარის წყალშემკრები აუზის საშუალო სიგანე	კმ
$Z$	მდინარისა და ხევის შენაკადების ქსელის სიხშირე	
$\rho$	სელური წყლის ნაკადის სიმღვრივე	გ/მ <sup>3</sup>
$S_6$	მყარი ნატანის მოცულობა	მ <sup>3</sup>
$\omega$	გამიშვლებული, დამეწყრილი ან სხვა მიზეზებით დაშლილი აუზის უბანი	%
$\Sigma I$	წყალშემკრებ აუზში მდინარის შენაკადების და ხევების სიგრძეთა ჯამი	კმ
$\psi$	ეროზიის კოეფიციენტი	
$\delta$	აუზის ფორმის კოეფიციენტი	
$\alpha$	ჩამონადენი წყლის კოეფიციენტი	
$\xi$	აუზში ნიადაგის საფარველის მახასიათებელი კოეფიციენტი	
$\lambda$	წყალშემკრები აუზის ტყიანობის კოეფიციენტი	
$\beta$	წყალშემკრებ აუზში მოსული თავსხმა წვიმის არათანაბრად განაწილების კოეფიციენტი	
$\tau$	განმეორებადობა წლებში	წელი
$\gamma$	ნატანის ერთეული მოცულობის წონა	ტ/მ <sup>3</sup>

## 1. ზოგადი ჰიდროლოგიური დახასიათება

საპროექტო გზის სამხრეთი პორტალი გადის, როგორც მდინარეებზე, ასევე დროებითი (სეზონური) მოქმედების მშრალ ხევებსა და ხრამებზე, წვიმის მოსვლისა და თოვლის დნობის დროს ახდენენ გზისპირა ფერდობებზე გაჩენილი ზედაპირული წყლების ნაკადების შეკრებასა და ჩამოდინებას.

საპროექტო გზის მოცემული მონაკვეთი კვეთს მდ. ლასკადურაში (სვანეთის ქედის სამხრეთი კალთა) ჩამდინარე მშრალ ხევებსა და მუდმივ მდინარეებს, რომელთა წყალშემკრები აუზის ფართობი (0.02-1.45) კმ<sup>2</sup>-ია და ჩამონადენი წყალი საბოლოოდ თავს იყრის მდ. ლასკადურაში. სვანეთის ქედის სამხრეთი კალთა (ქვემო სვანეთის ქვაბული-მდინარე ცხენისწყლის აუზი) ლენტეხამდე, გამოირჩევა მთიანი რელიეფით, რის გამოც მოცემულ ტერიტორიაზე აღინიშნება მდინარის დონის სწრაფი ზრდა. მცირე აუზების მქონე, განსახილველი მდინარეების წყლის რეჟიმი, მთელი წლის განმავლობაში ხასიათდება სეზონური წყალმოვარდნითა და წყალდიდობით, რაც გამოწვეულია წვიმის, თოვლისა და ყინულის დნობით. წყალდიდობისა და წყალმოვარდნის მაქსიმალური მაჩვენებლები ფიქსირდება გაზაფხულ-ზაფხულის თვეებში, ხოლო მინიმალური შემოდგომა-ზამთარში.

საპროექტო გზის განსახილველი მონაკვეთი იწყება დაბა ლენტეხიდან და მიუყვება მდ. ლასკადურას საპირისპირო მიმართულებით მარცხენა მხრიდან.

მდ. ლასკადურაზე გათვალისწინებულ 11 ხიდი: პკ24+10.05, პკ28+94.9, პკ 52+84.4, პკ70+70, 78+83.7, პკ 84+28.4, პკ 113+43.7, პკ 118+28.5, პკ 123+97.7, პკ 128+28.8, პკ 142+99.9 რომელთა წყალშემკრები აუზის უმაღლესი წერტილის ნიშნული 1400-2789 მ-ის ფარგლებში მერყეობს, უმეტესი ნაწილი ტყიანია, რაც ხელს უწყობს წყლის მაქსიმალური ჩამონადენის შენელებას.



## 2. კლიმატი

გზის განსახილველ ნაწილზე მდინარეების და მშრალი ხევების წყალშემკრები აუზი მიეკუთვნება ნოტიო ჰავის ოლქს ცივი ზამთრითა და ხანგრძლივი გრილი ზაფხულით.

სამხრეთ პორტალის ხიდებისა და მიწებისთვის გამოყენებულია ლენტეხის დაკვირვებული მონაცემები, რომელიც მოცემულია ცხრილ 2.1-ში.

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

ლენტეხში ზომიერად თბილი კლიმატია. წელიწადის ყველაზე მშრალ თვეებშიც კი ნალექის რაოდენობა საკმაოდ დიდია. ეს კლიმატი კეპენ-გეიერის კლიმატის კლასიფიკაციის თანახმად ეკუთვნის Cfb-ს. წლიური საშუალო ტემპერატურა შეადგენს 10.0°C-ს, ხოლო ნალექის საშუალო რაოდენობა წელიწადში 1139 მმ-ს.

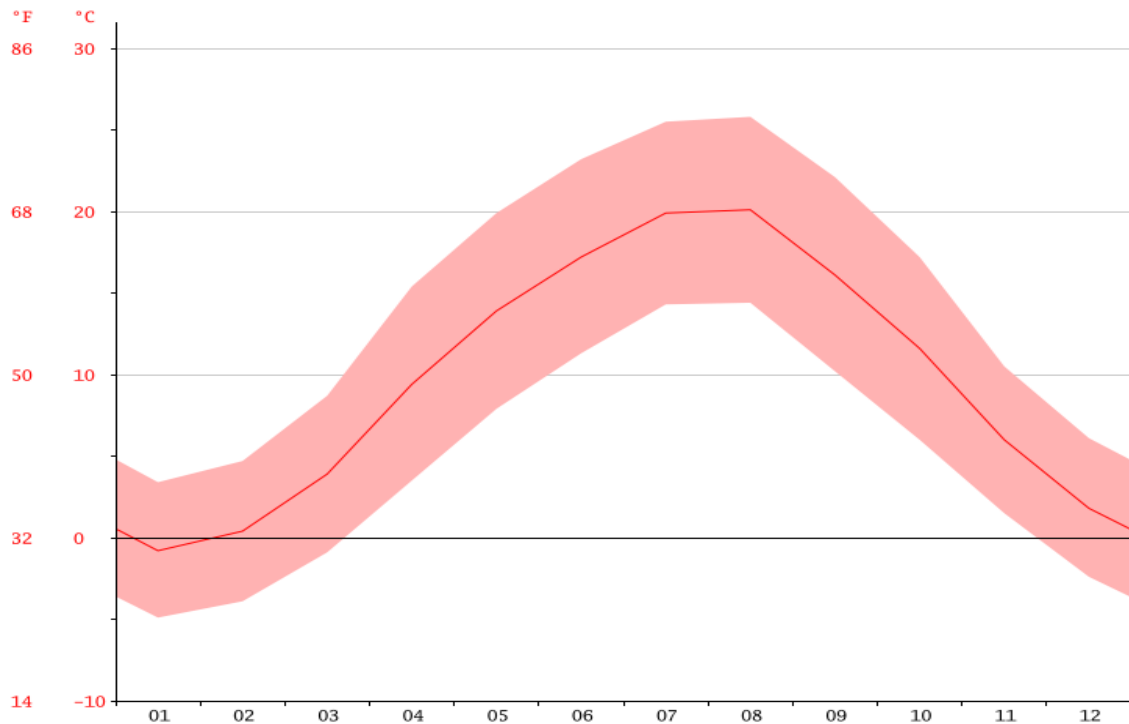
**ცხრილი 2.1 ტემპერატურის დაკვირვებული მონაცემები**

დასახელება/თვე	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
საშ. ტემპერატურა (°C)	-0.8	0.4	3.9	9.4	13.9	17.2	19.9	20.1	16.1	11.6	6	1.8
მინ. ტემპერატურა (°C)	-4.9	-3.9	-0.9	3.5	7.9	11.3	14.3	14.4	10.2	6	1.5	-2.4
მაქს. ტემპერატურა (°C)	3.4	4.7	8.7	15.4	19.9	23.2	25.5	25.8	22.1	17.2	10.5	6.1
საშ. ტემპერატურა (°F)	30.6	32.7	39	48.9	57	63	67.8	68.2	61	52.9	42.8	35.2
მინ. ტემპერატურა (°F)	23.2	25	30.4	38.3	46.2	52.3	57.7	57.9	50.4	42.8	34.7	27.7
მაქს. ტემპერატურა (°F)	38.1	40.5	47.7	59.7	67.8	73.8	77.9	78.4	71.8	63	50.9	43
საშ. ნალექი (მმ)	70	77	86	104	98	122	96	93	101	98	93	101

მშრალ და წვიმიან თვეებს შორის ნალექის ცვალებადობა შეადგენს 52 მმ. წელიწადის განმავლობაში საშუალო ტემპერატურის ცვალებადობაა 20.9°C.

ყოველთვიური საშუალო ტემპერატურის გრაფიკი მოცემულია გრაფიკ 2.1-ზე

## გრაფიკი 2.1 ყოველდღიური საშუალო ტემპერატურის გრაფიკი

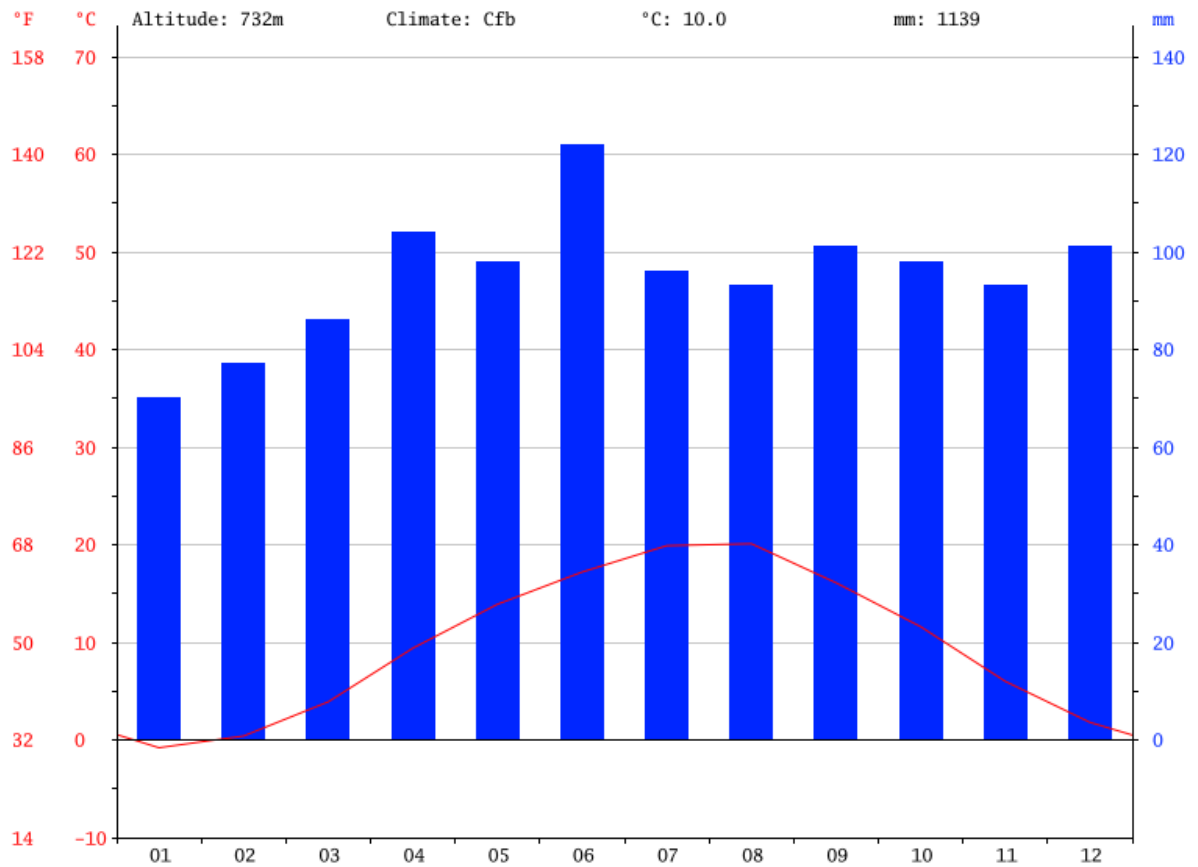


წელიწადის განმავლობაში ყველაზე თბილი აგვისტოს თვეა, საშუალოდ მისი ტემპერატურაა 20.1°C. ყველაზე დაბალი ყოველწლიური საშუალო ტემპერატურა დაფიქსირებულია იანვარში და შეადგენს -0.8°C-ს.

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



## გრაფიკი 2.2 ნალექის დიაგრამა და ტემპერატურის გრაფიკი



ლენტეხში წელიწადის განმავლობაში ყველაზე მშრალი თვეა იანვარი, ნალექების მაქსიმალური რაოდენობა მოდის ივნისში და საშუალოდ შეადგენს 122 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 400 კმ<sup>2</sup>-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, მ<sup>3</sup>/წმ;

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

F - ხევის/მდინარის წყალშემკრები აუზის ფართობი, კმ<sup>2</sup>.

$\bar{J}_g$  - 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:

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

სადაც:

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

$$L_{\varphi} = \frac{L}{S} + l_0$$

$L$ -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:

$\Sigma l$ - მდინარი/ხევის შენაკადების ჯამური სიგრძე, კმ.

$\varphi$ - 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 აუზებისათვის გამოიყენება (საშუალო პირობებში)  $\varphi=0.34$ .

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

$\alpha$  - წყლის ნაკადის კოეფიციენტი, მისი მნიშვნელობა გამოითვლება გამოსახულებით:

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

სადაც,

$\xi$  - 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;

$\lambda$  - წყალშემკრები აუზის ტყიანობის კოეფიციენტი, რომლის სიდიდე გამოითვლება გამოსახულებით:

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

$F_{\phi}$  - წყალშემკრები აუზის ტყით დაფარული ფართობი (%);

$\tau$  - განმეორებადობა წლებში;

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

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

$\sigma$  - წყალშემკრები აუზის ფორმის კოეფიციენტი, რომელიც გამოითვლება გამოსახულებით:

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

სადაც,

$B_{\text{მაქს}}$  - აუზის მაქსიმალური სიგანე, კმ;

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

$$B_{საშ} = \frac{F}{L}$$

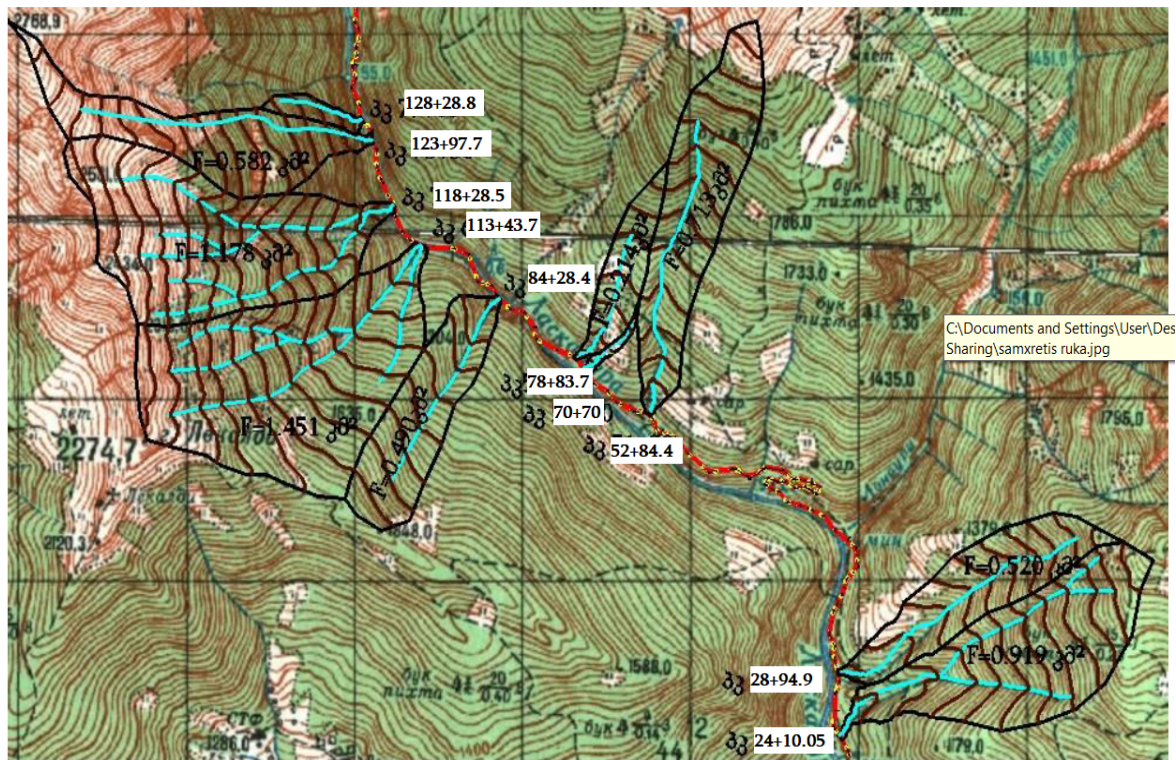
თუ მდინარის/ხევის წყალშემკრები აუზის ფართობი ნაკლებია 5 კმ<sup>2</sup>-ზე, მაშინ გამოყენებულია კოეფიციენტი, რომელიც მოცემულია ცხრილ 3.1-ში.

**ცხრილი 3.1 5 კმ<sup>2</sup>-ზე ნაკლები წყალშემკრები აუზის ფართობის კოეფიციენტები**

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

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 საპროექტო კვეთებზე მდინარეებისა და ხეების წყალშემკრები აუზების ტოპოგრაფიული რუკა**



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



ცხრილი 3.2 წყალშემკრები აუზის მორფომეტრიული პარამეტრები

	ობიექტის დასახელება	ჰიდროგრაფიული ქსელის კოეფიციენტი Z	წიადაგის ხარისხიანობის კოეფიციენტი φ	წყალშემკრები აუზის უმღლესი $\nabla$ , მ.ზ.დ.	მდინარის სათავის $\nabla$ , მ.ზ.დ.	მდინარეზე სათავე ნაგებობის კვეთის $\nabla$ , მ.ზ.დ.	მდინარის წყალშემკრები აუზის ფართობი, კმ <sup>2</sup>	მდინარის სიგრძე, კმ	შენაკადების სიგრძე, კმ	ჰორიზონტალის სიგრძე, კმ	წყალშემკრები აუზის მაქსიმალური სიგანე, კმ	წყალშემკრები აუზის ტყიანობა, %	დაშლილი/დამწვრილი/ გამშლელი, ა%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	პკ 24+10.05	1	1	2000.0	1795.0	817.0	0.919	1.925	1.109	6.912	0.690	98.150	30.0
2	პკ 28+94.9	4	1	1900.0	1720.0	851.0	0.520	1.697	0.000	4.000	0.400	88.846	30.0
3	პკ 52+84.4	4	1	2000.0	1805.0	985.0	0.833	1.389	0.000	5.861	0.703	91.477	30.0
4	პკ 70+70	4	1	2300.0	1900.0	1012.5	0.713	1.728	0.000	4.673	0.463	92.286	30.0
5	პკ 78+83.7	4	1	1400.0	1218.0	1037.5	0.021	0.384	0.000	0.164	0.061	57.143	15.0
6	პკ 84+28.4	4	1	1800.0	1500.0	1038.0	0.214	0.815	0.000	1.375	0.265	76.636	20.0
7	პკ 113+43.7	4	1	1848.0	1700.0	1063.0	0.490	1.205	0.000	3.270	0.421	98.367	10.0
8	პკ 118+28.5	1	1	2316.0	2220.0	1087.5	1.451	1.867	2.664	10.335	1.214	63.405	15.0
9	პკ 123+97.7	1	1	2581.0	2320.0	1097.5	1.178	1.748	3.132	9.999	0.970	51.698	20.0
10	პკ 128+28.8	4	1	2789.0	1700.0	1130.0	0.582	2.884	0.000	4.972	0.497	50.172	35.0
11	პკ 142+99.9	4	1	1680.0	1400.0	1132.5	0.060	0.516	0.000	0.664	0.132	100.000	15.0

აღმოსავლეთ 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 <sup>2</sup>	L, კმ	B <sub>საშ.</sub> კმ	B <sub>მაქს.</sub> კმ	J	τ, წელი	F <sub>ტ%</sub>	σ	λ	$\bar{J}_g$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	პკ 24+10.05	0.919	1.925	0.477	0.690	0.508	100	98.2	1.11	0.84	0.381
2	პკ 28+94.9	0.520	1.697	0.306	0.400	0.512	100	88.8	1.08	0.85	0.384
3	პკ 52+84.4	0.833	1.389	0.600	0.703	0.590	100	91.5	1.04	0.85	0.443
4	პკ 70+70	0.713	1.728	0.413	0.463	0.514	100	92.3	1.03	0.84	0.385
5	პკ 78+83.7	0.021	0.384	0.055	0.061	0.470	100	57.1	1.03	0.90	0.353
6	პკ 84+28.4	0.214	0.815	0.263	0.265	0.567	100	76.6	1.00	0.87	0.425
7	პკ 113+43.7	0.490	1.205	0.407	0.421	0.529	100	98.4	1.01	0.84	0.396
8	პკ 118+28.5	1.451	1.867	0.777	1.214	0.607	100	63.4	1.14	0.89	0.455
9	პკ 123+97.7	1.178	1.748	0.674	0.970	0.699	100	51.7	1.11	0.91	0.525
10	პკ 128+28.8	0.582	2.884	0.202	0.497	0.198	100	50.2	1.37	0.91	0.148
11	პკ 142+99.9	0.060	0.516	0.116	0.132	0.518	100	100.0	1.03	0.83	0.389

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

**ცხრილი 3.4** წყლის მაქსიმალური ხარჯის სხვადასხვა უზრუნველყოფა

N	დასახელება	Q <sub>1%</sub> , მ <sup>3</sup> /წმ	∇H, მზდ	∇H <sub>0</sub> , მზდ	ΔH, მ	J	K <sub>გ</sub>	Q <sub>2%</sub> , მ <sup>3</sup> /წმ	Q <sub>10%</sub> , მ <sup>3</sup> /წმ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	პკ 24+10.05	7.99	1795.0	817.0	978.0	0.381	0.70	6.03	2.92
2	პკ 28+94.9	6.25	1720.0	851.0	869.0	0.384	0.70	4.96	2.40
3	პკ 52+84.4	7.38	1805.0	985.0	820.0	0.443	0.70	5.62	2.72
4	პკ 70+70	7.43	1900.0	1012.5	887.5	0.385	0.70	5.73	2.78
5	პკ 78+83.7	0.69	1218.0	1037.5	180.5	0.353	0.70	0.72	0.35
6	პკ 84+28.4	2.99	1500.0	1038.0	462.0	0.425	0.70	2.56	1.24
7	პკ 113+43.7	5.87	1700.0	1063.0	637.0	0.396	0.70	4.68	2.27
8	პკ 118+28.5	14.51	2220.0	1087.5	1132.5	0.455	0.80	10.53	5.09
9	პკ 123+97.7	12.29	2320.0	1097.5	1222.5	0.525	0.80	9.08	4.40
10	პკ 128+28.8	6.76	1700.0	1130.0	570.0	0.148	0.70	5.31	2.57
11	პკ 142+99.9	1.27	1400.0	1132.5	267.5	0.389	0.70	1.22	0.59



## 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:

$\alpha$  - ჩამონადენი წყლის ნაკადის კოეფიციენტი;

$H$  - თავსხმა წვიმის დროს წარმოქმნილი ნალექის სიდიდე, მმ;

$F$  - წყალშემკრები აუზის ფართობი, კმ<sup>2</sup>.

#### 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, მ<sup>3</sup>.

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

$W_{\theta}$  - ჩამონადენი წყლის ნაკადის მოცულობა წყლის ხარჯის მატების პერიოდში, მ<sup>3</sup>, რომელიც გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

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

გამოთვლების შედეგად მიღებული მნიშვნელობები მოცემულია ცხრილ 4.1-ში.

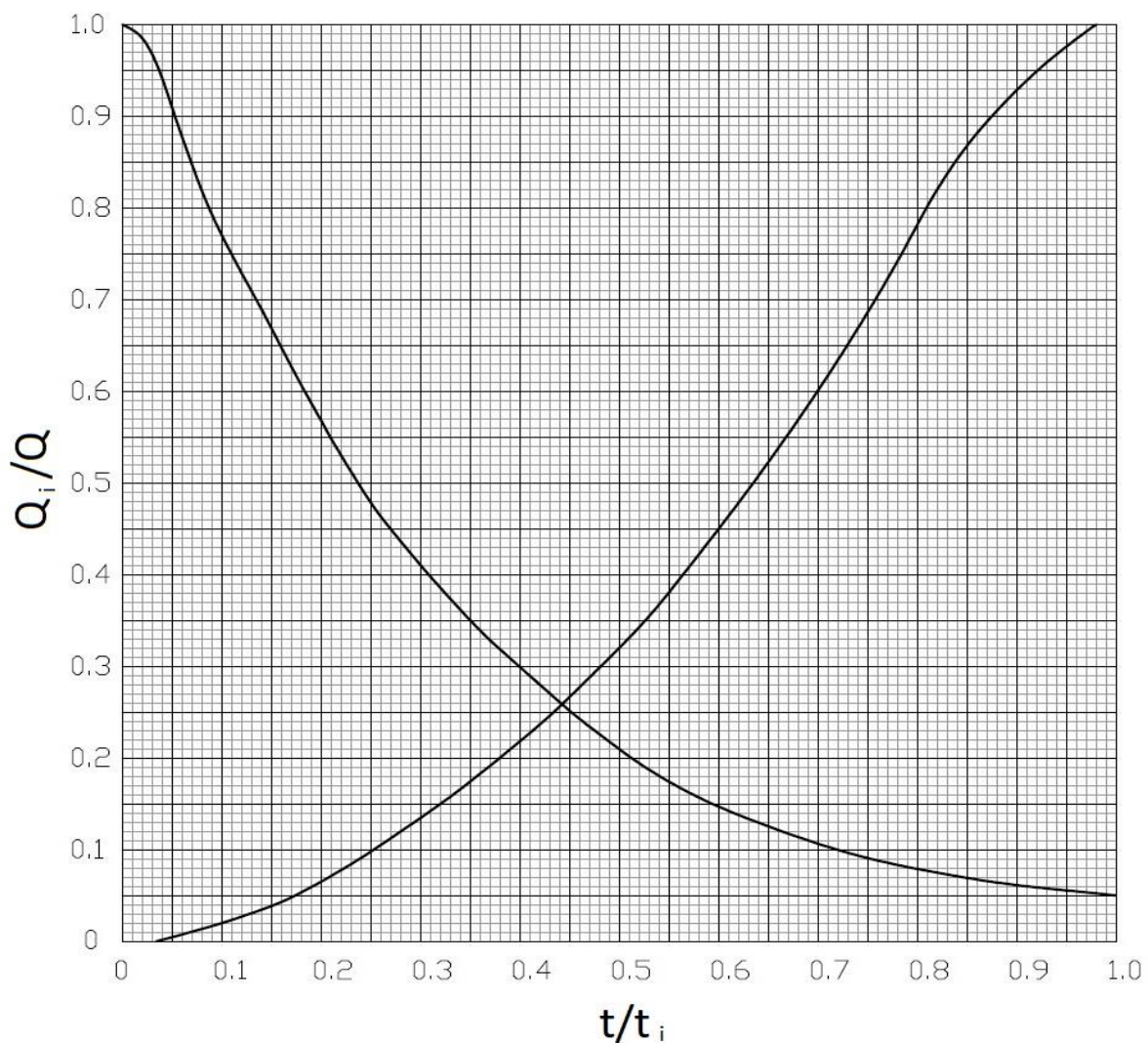
ცხრილი 4.1 ჩამონადენი წყლის ნაკადის ხარჯის მატებისა და კლების ელემენტები

N	დასახელება	$\alpha$	H, მმ	F, კმ <sup>2</sup>	Q, მ <sup>3</sup> /წმ	t <sub>ა</sub> , წთ	W, მ <sup>3</sup>	W <sub>ა</sub> , მ <sup>3</sup>	W <sub>კ</sub> , მ <sup>3</sup>	T <sub>კ</sub> , წთ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	პკ 24+10.05	0.42	62.11	0.92	8.0	34.07	23857.5	6531.31	17326.21	114.24
2	პკ 28+94.9	0.42	59.95	0.52	6.3	30.38	13234.6	4557.52	8677.07	73.12
3	პკ 52+84.4	0.42	58.92	0.83	7.4	28.74	20745.2	5092.01	15653.14	111.66
4	პკ 70+70	0.42	61.05	0.71	7.4	32.23	18373.6	5748.41	12625.17	89.46
5	პკ 78+83.7	0.45	39.87	0.02	0.7	10.96	375.7	181.52	194.16	14.82
6	პკ 84+28.4	0.43	51.26	0.21	3.0	18.93	4755.6	1360.05	3395.55	59.73
7	პკ 113+43.7	0.42	57.09	0.49	5.9	25.95	11687.1	3655.93	8031.14	72.06
8	პკ 118+28.5	0.44	58.52	1.45	14.5	28.11	37679.8	9790.05	27889.75	101.24
9	პკ 123+97.7	0.45	55.50	1.18	12.3	23.69	29625.0	6990.82	22634.13	96.96
10	პკ 128+28.8	0.45	68.10	0.58	6.8	45.85	18011.1	7439.25	10571.88	82.36
11	პკ 142+99.9	0.42	43.14	0.06	1.3	13.01	1078.4	397.44	680.95	28.17

#### 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, მ<sup>3</sup>/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, მ<sup>3</sup>;

$W$  - წყალმოვარდნისას მოსული წყლის ნაკადის მოცულობა, მ<sup>3</sup>.

მისი სიდიდე იანგარიშება გამოსახულებით

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

$\Psi$  - ეროზიის კოეფიციენტი, რომელიც გამოითვლება ფორმულით:

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

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

$\rho$  - სელური წყლის ნაკადის სიმღვრივე და გამოითვლება ფორმულით:

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

სადაც:

$\gamma_H$  - ნატანის ერთეული მოცულობის წონა, ტ/მ<sup>3</sup>

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 სიმღერივე საპროექტო კვეთში, რომელიც მოცემულია ცხრილ 5.1-ში

**ცხრილი 5.1 მყარი ნატანის ელემენტები**

N	დასახელება	ω	α	H, მმ	$\bar{I}_g$	γ, ტ/მ³	γ <sub>წ</sub> , ტ/მ³	γ <sub>წ</sub> , ტ/მ³	ψ	S, მ²	ρ, კგ/მ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	პკ 24+10.05	30.0	0.42	62.1	0.508	1	2.6	2.983	0.55	13139.6	1432.0
2	პკ 28+94.9	30.0	0.42	59.9	0.512	1	2.6	2.993	0.55	7326.6	1439.3
3	პკ 52+84.4	30.0	0.42	58.9	0.590	1	2.6	3.179	0.61	12558.5	1574.0
4	პკ 70+70	30.0	0.42	61.1	0.514	1	2.6	2.997	0.55	10191.1	1442.1
5	პკ 78+83.7	15.0	0.45	39.9	0.470	1	2.6	2.114	0.31	116.2	804.4
6	პკ 84+28.4	20.0	0.43	51.3	0.567	1	2.6	2.615	0.45	2133.2	1166.2
7	პკ 113+43.7	10.0	0.42	57.1	0.529	1	2.6	1.872	0.24	2832.3	630.1
8	პკ 118+28.5	15.0	0.44	58.5	0.607	1	2.6	2.367	0.38	14310.2	987.4
9	პკ 123+97.7	20.0	0.45	55.5	0.699	1	2.6	2.873	0.52	15410.2	1352.5
10	პკ 128+28.8	35.0	0.45	68.1	0.198	1	2.6	2.096	0.30	5484.9	791.8
11	პკ 142+99.9	15.0	0.42	43.1	0.518	1	2.6	2.207	0.34	361.5	871.5

## 5.2 წყლის ნაკადის წყალმოვარდნის ჰიდროგრაფი და მყარი ნატანის გრაფიკი

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

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

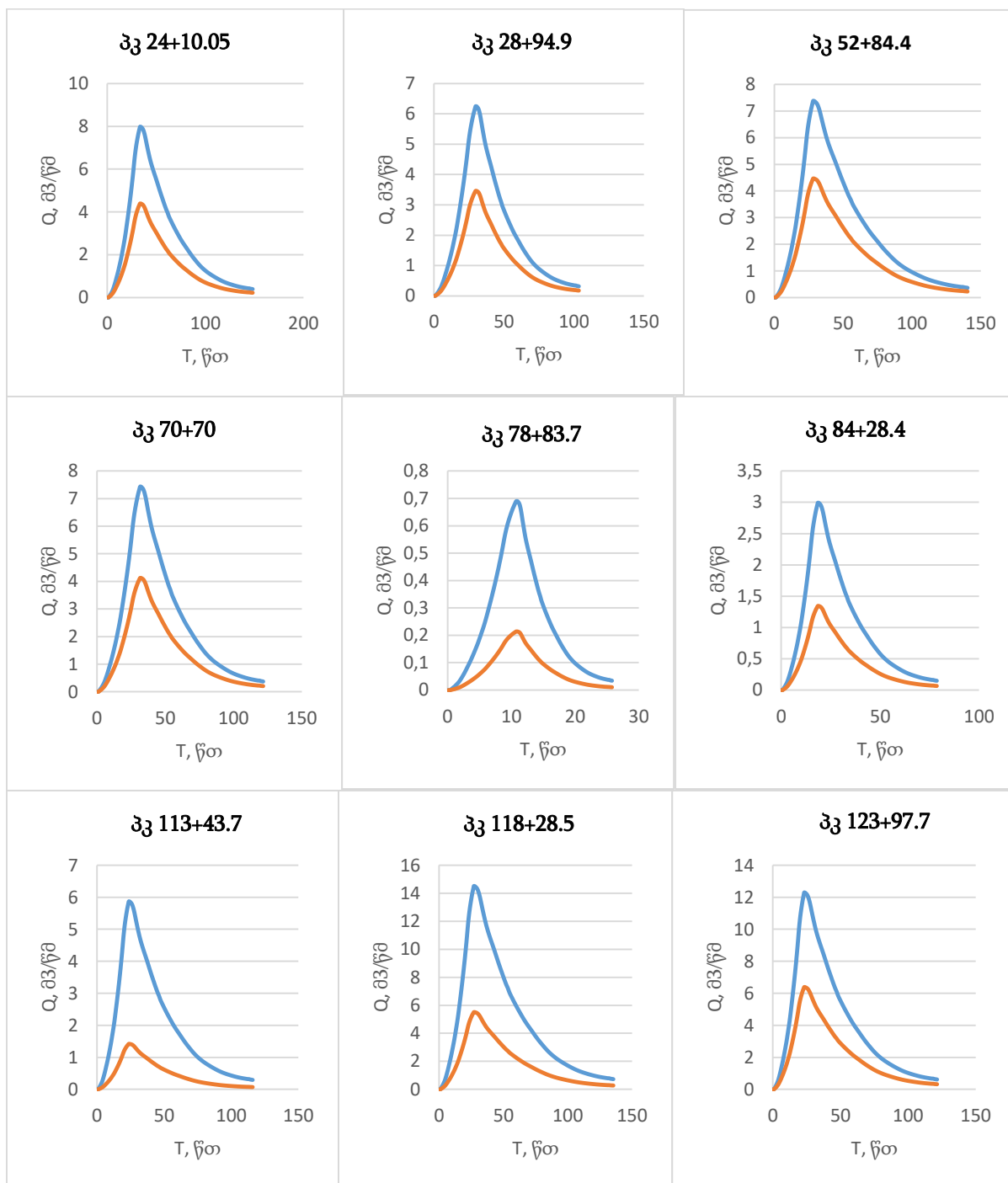
თავსხმა წვიმის დროს, წყლის ნაკადის მაქსიმალური ხარჯის ჰიდროგრაფი და მყარი ნატანის გრაფიკი აგებულია მონაცემებით, რომელიც მოცემულია ცხრილ 5.2-ში და გრაფიკ 5.1-ზე.

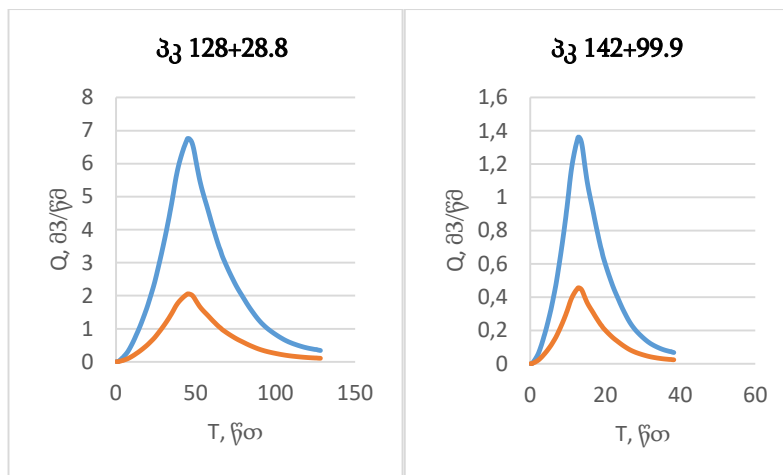


ცხრილი 5.2 წყლის მაქსიმალური ხარჯის ჰიდროგრაფისა და მყარი ნატანის ელემენტები

N	დასახელება	$t_a$ , წთ	$t_b$ , წთ	S, მ³	$\Psi$	$\rho$ , კგ/მ³	Q, მ³/წმ	W, მ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	პკ 24+10.05	34.07	114.24	13139.60	0.55	1431.96	7.99	23857.5
2	პკ 28+94.9	30.38	73.12	7326.59	0.55	1439.34	6.25	13234.6
3	პკ 52+84.4	28.74	111.66	12558.48	0.61	1573.96	7.38	20745.2
4	პკ 70+70	32.23	89.46	10191.11	0.55	1442.12	7.43	18373.6
5	პკ 78+83.7	10.96	14.82	116.23	0.31	804.39	0.69	375.7
6	პკ 84+28.4	18.93	59.73	2133.15	0.45	1166.25	2.99	4755.6
7	პკ 113+43.7	25.95	72.06	2832.34	0.24	630.10	5.87	11687.1
8	პკ 118+28.5	28.11	101.24	14310.20	0.38	987.44	14.51	37679.8
9	პკ 123+97.7	23.69	96.96	15410.24	0.52	1352.46	12.30	29625.0
10	პკ 128+28.8	45.85	82.36	5484.93	0.30	791.78	6.76	18011.1
11	პკ 142+99.9	13.01	28.17	361.46	0.34	871.48	1.27	1078.4

გრაფიკი 5.1 წყლის მაქსიმალური ხარჯის ჰიდროგრაფი და მყარი ნატანის გრაფიკი





ლენტეხისა და მესტიის მუნიციპალიტეტების დამაკავშირებელი საავტომობილო  
გზის მოწყობის სამუშაოების

კონცეპტუალური საპროექტო დოკუმენტაცია ლოტი I გვირაბის სამხრეთ  
პორტალამდე მისასვლელი გზა



განმარტებითი ბარათი  
ჰიდროლოგიური კვლევის ანგარიში ხიდები  
მდ. ლასკადურასა და მის შენაკადებზე

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

კონსულტანტი: Institut IGH d.d.  
ი.ჭავჭავაძის გამ. #33ფ, თბილისი, საქართველო

ქვეკონსულტანტი: შპს „გროს ენერჯი ჯგუფი“  
ლავოვის ქ # 66, თბილისი, საქართველო



ბროს ენერჯი ჯგუფი  
საინჟინრო-საკონსულტაციო კომპანია  
GROSS ENERGY GROUP  
ENGINEERING-CONSULTING COMPANY

## სარჩევი

პირობითი აღნიშვნები.....	3
1 ზოგადი ჰიდროლოგიური დახასიათება.....	5
2 კლიმატი.....	6
3 ხიდის ცოცხალ კვეთში ჩამონადენი წყლის ნაკადის მაქსიმალური ხარჯის ანგარიში თავსხმა წვიმის დროს .....	9
4 ჩამონადენი წყლის ნაკადის მაქსიმალური ხარჯის ჰიდროგრაფის აგება თავსხმა წვიმის დროს .....	15
4.1 ჩამონადენი წყლის ნაკადის ხარჯის მატება და კლება.....	15
4.2 ერთწვერიანი ჰიდროგრაფის ელემენტები .....	15
4.3 ჰიდროგრაფის ელემენტების ანგარიში .....	15
4.4 დრო ჩამონადენი წყლის უდიდესი ხარჯის კლების პერიოდში .....	16
5 ჩამონადენი წყლის ნაკადის მყარი ნატანი თავსხმა წვიმის დროს .....	17
5.1 მყარი ნატანის პარამეტრების ანგარიში.....	17
5.2 წყლის ნაკადის წყალმოვარდნის ჰიდროგრაფი და მყარი ნატანის გრაფიკი .....	19

## პირობითი აღნიშვნები

სიმბოლო	განმარტება	განზომილება
$Q$	წყლის ნაკადის უდიდესი ხარჯი	$მ^3/წმ$
$Q_{\theta}$	წყლის ნაკადის ხარჯი დროის მატების პერიოდში	$მ^3/წმ$
$Q_3$	წყლის ნაკადის ხარჯი დროის კლების პერიოდში	$მ^3/წმ$
$W$	წყლის ნაკადის მოცულობა	$მ^3$
$W_{\theta}$	წყლის მოცულობა ხარჯის მატების პერიოდში	$მ^3$
$W_3$	წყლის მოცულობა ხარჯის კლების პერიოდში	$მ^3$
$F$	ხევის/მდინარის წყალშემკრები აუზის ფართობი	$კმ^2$
$F_{\theta}$	ხევის/მდინარის წყალშემკრები აუზის ტყის ფართობი	%
$T$	თავსხმა წვიმის ხანგრძლივობა	წთ
$t_{\theta}$	წყლის ნაკადის ხარჯის მატების დრო	წთ
$t_3$	წყლის ნაკადის ხარჯის კლების დრო	წთ
$L$	მდინარის/ხევის წყლის ნაკადის სიგრძე კალაპოტში	კმ
$L_{\text{დ}}$	წყლის ნაკადის "დაყვანილი" სიგრძე	მ
$S$	წყლის ნაკადის სიჩქარეების ფარდობის კოეფიციენტი	
$V_3$	წყლის ნაკადის სიჩქარე კალაპოტში	$მ/წმ$
$V_{\text{ფ}}$	წყლის ნაკადის სიჩქარე ფერდზე	$მ/წმ$
$l_0$	წყალშემკრები აუზის ფერდობის სიგრძე	მ
$J_{\text{მდ}}$	მდინარის დახრილობა	
$\bar{J}_{\beta}$	მდინარის კალაპოტის საანგარიშო დახრილობა	
$\varphi$	აუზში არსებული ბალახეული საფარველის სიხშირე	
$i$	წყალშემკრებ აუზში მოსული თავსხმა წვიმის ინტენსიობა	$მმ/წთ$

$H$	წყალშემკრებ აუზში თავსხმა წვიმის დროს წარმოქმნილი ნალექი	მმ
$K$	კლიმატური კოეფიციენტი	
$B_{მაქს.}$	ხევის/მდინარის წყალშემკრები აუზის უდიდესი სიგანე	კმ
$B_{საშ.}$	ხევის/მდინარის წყალშემკრები აუზის საშუალო სიგანე	კმ
$Z$	მდინარისა და ხევის შენაკადების ქსელის სიხშირე	
$\rho$	სელური წყლის ნაკადის სიმღვრივე	გ/მ <sup>3</sup>
$S_5$	მყარი ნატანის მოცულობა	მ <sup>3</sup>
$\omega$	გაშიშვლებული, დამეწყრილი ან სხვა მიზეზებით დაშლილი აუზის უბანი	%
$\Sigma I$	წყალშემკრებ აუზში მდინარის შენაკადების და ხევების სიგრძეთა ჯამი	კმ
$\psi$	ეროზიის კოეფიციენტი	
$\delta$	აუზის ფორმის კოეფიციენტი	
$\alpha$	ჩამონადენი წყლის კოეფიციენტი	
$\xi$	აუზში ნიადაგის საფარველის მახასიათებელი კოეფიციენტი	
$\lambda$	წყალშემკრები აუზის ტყიანობის კოეფიციენტი	
$\beta$	წყალშემკრებ აუზში მოსული თავსხმა წვიმის არათანაბრად განაწილების კოეფიციენტი	
$\tau$	განმეორებადობა წლებში	წელი
$\gamma$	ნატანის ერთეული მოცულობის წონა	ტ/მ <sup>3</sup>



## 1 ზოგადი ჰიდროლოგიური დახასიათება

სამხრეთი პორტალის საპროექტო გზის ნაწილი გადის, როგორც მდინარეებზე, ასევე დროებითი (სეზონური) მოქმედების მშრალ ხეობებსა და ხრამებზე, წვიმის მოსვლისა და თოვლის დნობის დროს ახდენენ გზისპირა ფერდობებზე გაჩენილი ზედაპირული წყლების ნაკადების შეკრებასა და ჩამოდინებას.

საპროექტო გზის მოცემული მონაკვეთი კვეთს მდ. ლასკადურასა (სვანეთის ქედის სამხრეთი კალთა) და მის შენაკადებს ხიდების საშუალებით, რომელთა წყალშემკრები აუზის ფართობი (0.51-108.93) კმ<sup>2</sup>-ია და ჩამონადენი წყალი საბოლოოდ თავს იყრის მდ. ლასკადურაში. სვანეთის ქედის სამხრეთი კალთა (ქვემო სვანეთის ქვაბული-მდინარე ცხენისწყლის აუზი) ლენტეხამდე, გამოირჩევა მთიანი რელიეფით, რის გამოც მოცემულ ტერიტორიაზე აღინიშნება მდინარის დონის სწრაფი ზრდა. მცირე აუზების მქონე, განსახილველი მდინარეების წყლის რეჟიმი, მთელი წლის განმავლობაში ხასიათდება სეზონური წყალმოვარდნითა და წყალდიდობით, რაც გამოწვეულია წვიმის, თოვლისა და ყინულის დნობით. წყალდიდობისა და წყალმოვარდნის მაქსიმალური მაჩვენებლები ფიქსირდება გაზაფხულ-ზაფხულის თვეებში, ხოლო მინიმალური შემოდგომა-ზამთარში.

საპროექტო გზის განსახილველი მონაკვეთი იწყება დაბა ლენტეხიდან და მიუყვება მდ. ლასკადურას საპირისპირო მიმართულებით მდინარის ორივე სანაპიროს, მდინარე ლასკადურასა და მის შენაკადებს კვეთს 11 ხიდის საშუალებით. პკ 24+10.05, პკ 28+94.9, პკ 52+84.4, პკ 70+70, პკ 78+83.3, პკ 84+28.4, პკ 113+43.7, პკ 118+28.5, პკ 123+97.7, პკ 128+28.8, პკ 142+99.9 რომელთა წყალშემკრები აუზის უმაღლესი წერტილის ნიშნული 2300-3750 მ-ის ფარგლებში მერყეობს, უმეტესი ნაწილი ტყიანია, რაც ხელს უწყობს წყლის მაქსიმალური ჩამონადენის შენელებას.

## 2 კლიმატი

ხიდების ცოცხალ კვეთამდე წყალშემკრები აუზი მიეკუთვნება ნოტიო ჰავის ოლქს ცივი ზამთრითა და ხანგრძლივი გრილი ზაფხულით.

სამხრეთ პორტალის ხიდების საპროექტო კვეთების წყალშემკრები აუზებისათვის გამოყენებულია ლენტეხის დაკვირვებული მონაცემები, რომელიც მოცემულია ცხრილ 2.1-ში.

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

ლენტეხში ზომიერად თბილი კლიმატია. წელიწადის ყველაზე მშრალ თვეებშიც კი ნალექის რაოდენობა საკმაოდ დიდია. ეს კლიმატი კეპენ-გეიერის კლიმატის კლასიფიკაციის თანახმად ეკუთვნის Cfb-ს. წლიური საშუალო ტემპერატურა შეადგენს 10.0°C-ს, ხოლო ნალექის საშუალო რაოდენობა წელიწადში 1139 მმ-ს.

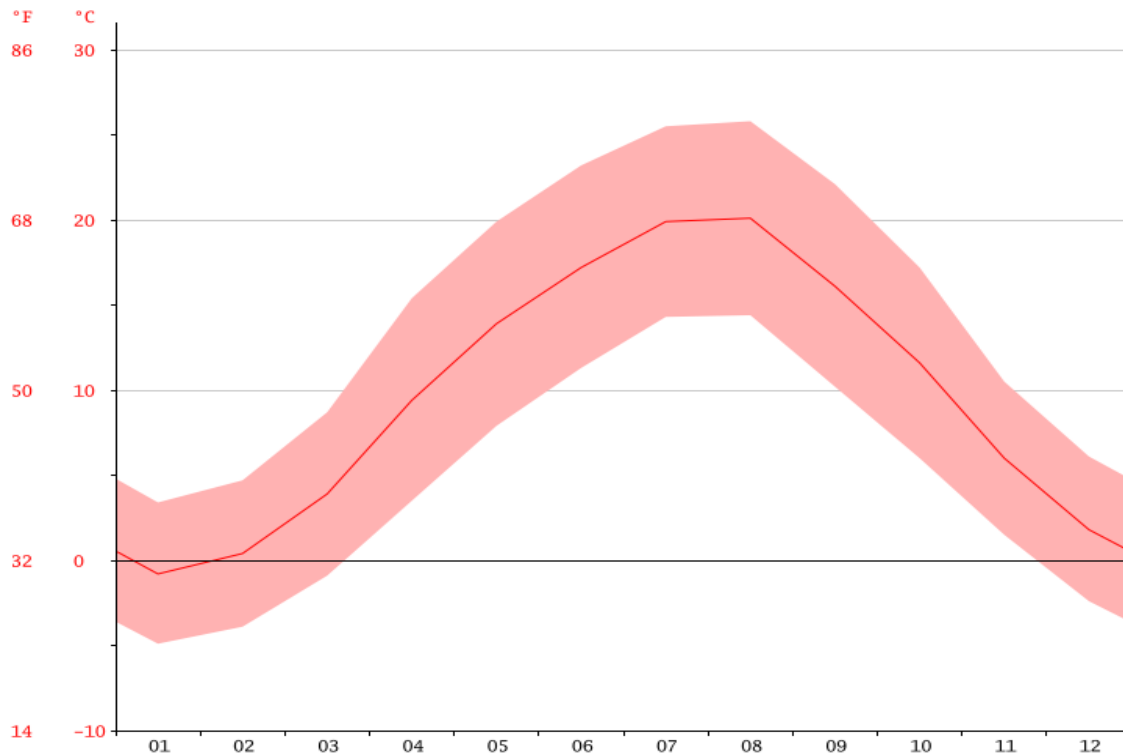
ცხრილი 2.1 კლიმატის დაკვირვებული მონაცემები

დასახელება/თვე	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
საშ. ტემპერატურა (°C)	-0.8	0.4	3.9	9.4	13.9	17.2	19.9	20.1	16.1	11.6	6	1.8
მინ. ტემპერატურა (°C)	-4.9	-3.9	-0.9	3.5	7.9	11.3	14.3	14.4	10.2	6	1.5	-2.4
მაქს. ტემპერატურა (°C)	3.4	4.7	8.7	15.4	19.9	23.2	25.5	25.8	22.1	17.2	10.5	6.1
საშ. ტემპერატურა (°F)	30.6	32.7	39	48.9	57	63	67.8	68.2	61	52.9	42.8	35.2
მინ. ტემპერატურა (°F)	23.2	25	30.4	38.3	46.2	52.3	57.7	57.9	50.4	42.8	34.7	27.7
მაქს. ტემპერატურა (°F)	38.1	40.5	47.7	59.7	67.8	73.8	77.9	78.4	71.8	63	50.9	43
საშ. ნალექი (მმ)	70	77	86	104	98	122	96	93	101	98	93	101

მშრალ და წვიმიან თვეებს შორის ნალექის ცვალებადობა შეადგენს 52 მმ. წელიწადის განმავლობაში საშუალო ტემპერატურის ცვალებადობაა 20.9°C.

ყოველთვიური საშუალო ტემპერატურის გრაფიკი მოცემულია გრაფიკ 2.1-ზე

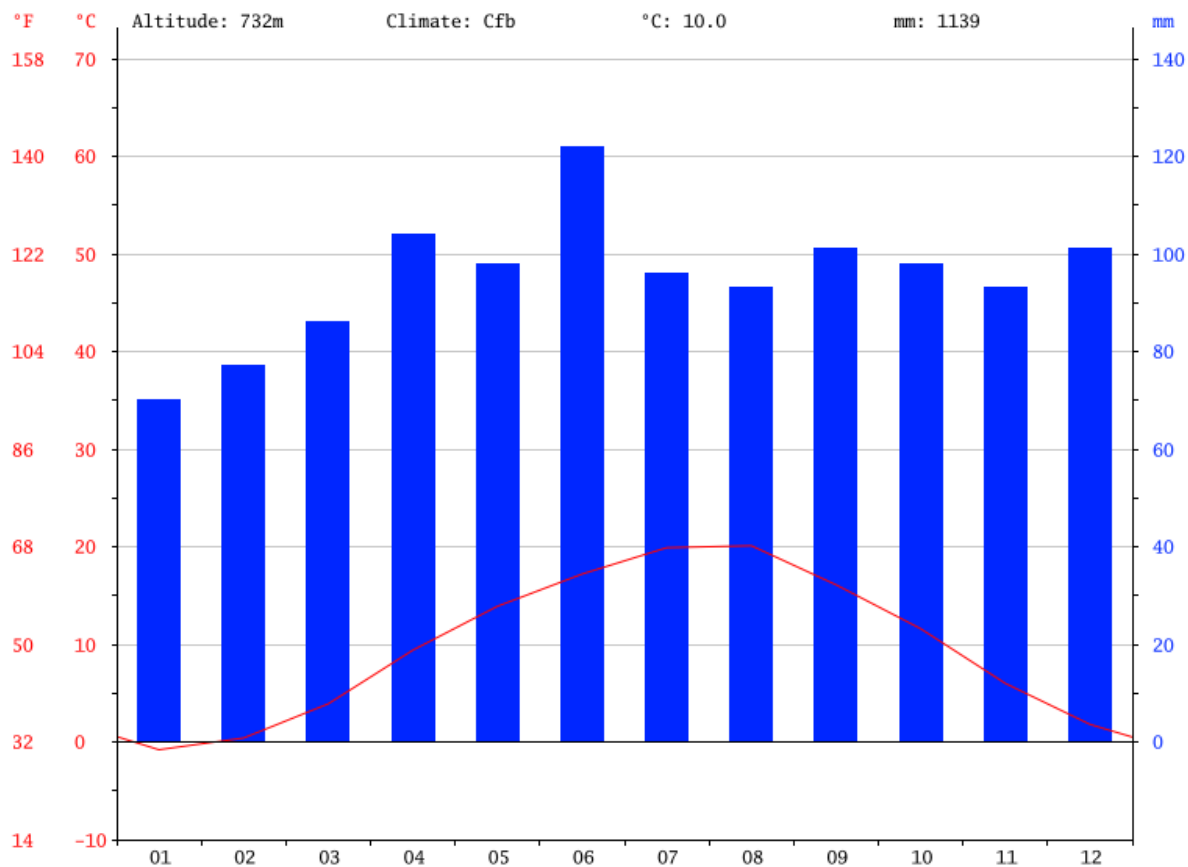
გრაფიკი 2.1 ყოველდღიური საშუალო ტემპერატურის გრაფიკი



წელიწადის განმავლობაში ყველაზე თბილი აგვისტოს თვეა, საშუალოდ მისი ტემპერატურაა 20.1°C. ყველაზე დაბალი ყოველწლიური საშუალო ტემპერატურა დაფიქსირებულია იანვარში და შეადგენს -0.8°C-ს.

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

გრაფიკი 2.2 ნალექის დიაგრამა და ტემპერატურის გრაფიკი



ლენტეხში წელიწადის განმავლობაში ყველაზე მშრალი თვეა იანვარი, ნალექების მაქსიმალური რაოდენობა მოდის ივნისში და საშუალოდ შეადგენს 122 მმ-ს.

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

საპროექტო კვეთში წყლის ნაკადის საანგარიშო ხარჯის სიდიდე გამოთვლილია მეთოდით, რომელიც რეკომენდირებულია უდიდესი ხარჯის საანგარიშოდ 300 კმ<sup>2</sup>-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.

აღნიშნული მეთოდის თანახმად, წყლის ნაკადის უდიდესი ხარჯი გამოთვლება ფორმულით:

$$Q = 16.67 * \alpha * \beta * \delta * F * \frac{H}{T}$$

სადაც:

Q - მოცემული უზრუნველყოფის შესაბამისი წყლის ნაკადის საძიებელი საანგარიშო უდიდესი ხარჯი, მ<sup>3</sup>/წმ;

F - ხევის/მდინარის წყალშემკრები აუზის ფართობი, კმ<sup>2</sup>.

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

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

სადაც:

L<sub>ფ</sub>-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:

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

სადაც:

$\Sigma L$  - მდინარი/ხევის შენაკადების ჯამური სიგრძე, კმ.

$\varphi$  - 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 აუზებისათვის გამოიყენება (საშუალო პირობებში)  $\varphi=0.34$ .

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

$\alpha$  - წყლის ნაკადის კოეფიციენტი, მისი მნიშვნელობა გამოითვლება გამოსახულებით:

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

სადაც,

$\xi$  - 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:

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

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

სადაც,

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

$\lambda$  - წყალშემკრები აუზის ტყიანობის კოეფიციენტი, რომლის სიდიდე გამოითვლება  
გამოსახულებით:

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

$F_{\phi}$  - წყალშემკრები აუზის ტყით დაფარული ფართობია %-ში;

$\tau$  - განმეორებადობა წლებში;

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

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

$\sigma$  - წყალშემკრები აუზის ფორმის კოეფიციენტი, რომელიც გამოითვლება  
გამოსახულებით:

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

სადაც,

$B_{მაქს}$  - აუზის მაქსიმალური სიგანე, კმ;

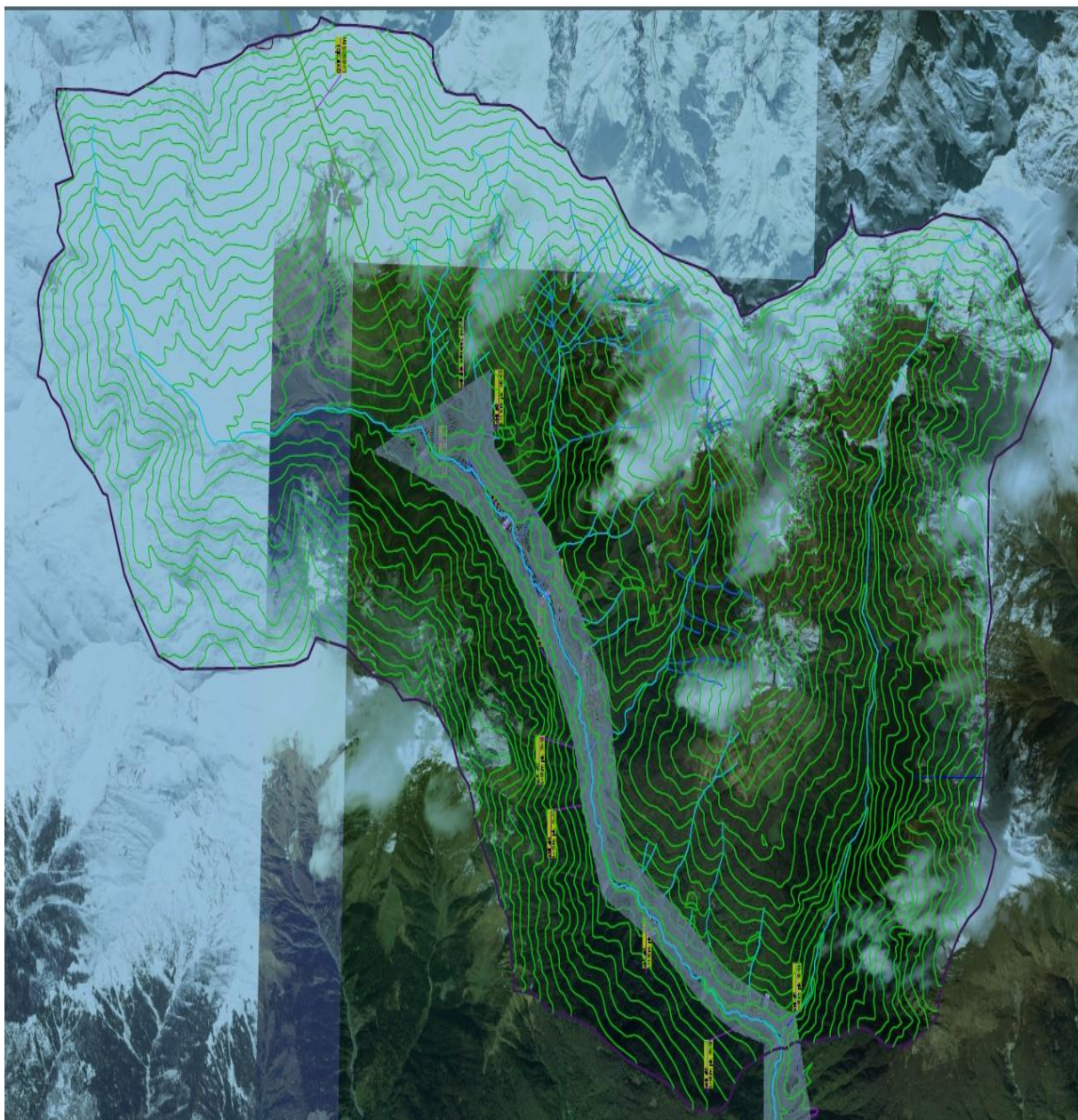
$B_{საშ}$  - აუზის საშუალო სიგანე, კმ, რომლის მნიშვნელობა მიიღება გამოსახულებით

$$B_{საშ} = \frac{F}{L}$$



ხიდების საპროექტო კვეთში 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 მდ. ლასკადურაზე ხიდებისა და მისი შენაკადების წყალშემკრები აუზების ტოპოგრაფიული რუკა**



რუკა 3.1-ის საშუალებით გამოთვლილი მორფომეტრიული პარამეტრები მოცემულია ცხრილ 3.1-ში.

ცხრილი 3.1 წყალშემკრები აუზის მორფომეტრიული პარამეტრები

ობიექტის დასახელება	ჰიდროგრაფიული ქსელის კოეფიციენტი Z	ნიადგის ხარისხიანობის კოეფიციენტი φ	წყალშემკრები აუზის უმღლევი V, მ.ზ.დ.	მდინარის სათავეს V, მ.ზ.დ.	მდინარეზე სათავე ნაგებობის კვეთის V, მ.ზ.დ.	მდინარის წყალშემკრები აუზის ფართობი, კმ <sup>2</sup>	მდინარის სიგრძე, კმ	შენაკადების სიგრძეა ჯამი, კმ	ჰორიზონტალების სიგრძეა ჯამი, კმ	წყალშემკრები აუზის მაქსიმალური სიგანე, კმ	წყალშემკრები აუზის ტყიანობა, %	დამოილი/დამეწყრილი/ გამეწყრილი, ა%
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ხიდი 1 პკ24+10.05	1	0.34	3750.0	3220.0	877.5	108.927	17.589	186.306	768.757	10.775	28.088	60.0
ხიდი 2 პკ28+94.9	1	0.34	3750.0	3220.0	1577.0	35.696	8.033	52.605	221.940	7.671	5.438	60.0
ხიდი 3 პკ 52+84.4	1	0.34	3750.0	3220.0	1038.0	73.470	15.203	128.636	505.299	7.991	24.365	60.0
ხიდი 4 პკ70+70	1	0.34	3750.0	3220.0	1132.0	66.988	13.073	124.619	457.676	7.916	19.060	60.0
ხიდი 5 პკ78+83.7	1	0.34	3750.0	3220.0	1176.0	65.425	12.526	114.667	441.916	7.889	17.515	60.0
ხიდი 6 პკ84+28.4	1	0.34	3750.0	3220.0	1225.0	56.836	12.033	107.927	379.024	7.652	15.450	60.0
ხიდი 7 პკ113+43.7	2.5	0.34	2300.0	1880.0	1420.0	0.506	1.382	0.000	5.396	0.423	48.419	50.0
ხიდი 8 პკ118+28.5	1	0.34	2723.0	2460.0	1445.0	1.335	2.143	1.086	9.181	1.050	40.375	50.0
ხიდი 9 პკ123+97.7	1	0.34	3533.6	3220.0	1448.0	7.427	4.445	20.325	53.869	3.002	16.548	50.0
ხიდი 10 პკ128+28.8	1	0.34	3750.0	3220.0	1508.0	41.647	8.864	62.469	264.583	7.658	7.547	60.0
ხიდი 11 პკ142+99.9	1	0.34	3750.0	3220.0	1600.0	35.696	8.033	52.605	221.940	7.671	5.438	60.0

ანგარიშის შედეგად მიღებული მორფომეტრიული პარამეტრების სიდიდეები და  
კოეფიციენტები მოცემულია ცხრილ 3.2-ში.

**ცხრილი 3.2** მორფომეტრიული პარამეტრები და კოეფიციენტები საპროექტო კვეთში

N	დასახელება	F, კმ²	L, კმ	J <sub>შ</sub>	ia%	ΣI, კმ	ξ	φ	K <sub>კლ</sub>	σ	λ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	ხიდი 1 პკ24+10.05	108.93	17.59	0.133	70.522	186.31	0.27	0.34	6	1.18	0.95
2	ხიდი 2 პკ28+94.9	78.66	17.00	0.136	75.611	132.23	0.27	0.34	6	1.18	0.95
3	ხიდი 3 პკ52+84.4	73.47	15.20	0.144	68.669	128.64	0.27	0.34	6	1.16	0.95
4	ხიდი 4 პკ70+70	66.99	13.07	0.160	68.178	124.62	0.27	0.34	6	1.14	0.96
5	ხიდი 5 პკ78+83.7	65.43	12.53	0.163	67.474	114.67	0.27	0.34	6	1.13	0.97
6	ხიდი 6 პკ84+28.4	56.84	12.03	0.166	66.646	107.93	0.27	0.34	6	1.16	0.97
7	ხიდი 7 პკ113+43.7	0.51	1.38	0.333	105.998	0.00	0.27	0.34	6	1.04	0.91
8	ხიდი 8 პკ118+28.5	1.34	2.14	0.474	68.429	1.09	0.27	0.34	6	1.17	0.93
9	ხიდი 9 პკ123+97.7	7.43	4.45	0.399	72.251	20.33	0.27	0.34	6	1.20	0.97
10	ხიდი 10 პკ128+28.8	41.65	8.86	0.193	63.475	62.47	0.27	0.34	6	1.16	0.99
11	ხიდი 11 პკ142+99.9	35.70	8.03	0.202	62.071	52.61	0.27	0.34	6	1.18	0.99

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

**ცხრილი 3.3** 100 წლიანი უზრუნველყოფის მაქსიმალური ხარჯი

N	დასახელება	τ, წელი	T, წთ	H, მმ	i, მმ/წთ	α	β	Q, მ³/წმ
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	ხიდი 1 პკ24+10.05	100	128.51	93.74	0.73	0.47	0.54	402.55
2	ხიდი 2 პკ28+94.9	100	129.38	93.94	0.73	0.47	0.60	315.62
3	ხიდი 3 პკ52+84.4	100	117.81	91.25	0.77	0.48	0.59	310.60
4	ხიდი 4 პკ70+70	100	103.01	87.53	0.85	0.48	0.58	302.47
5	ხიდი 5 პკ78+83.7	100	100.05	86.74	0.87	0.48	0.58	299.44
6	ხიდი 6 პკ84+28.4	100	96.83	85.87	0.89	0.49	0.60	281.39
7	ხიდი 7 პკ113+43.7	100	26.54	57.49	2.17	0.46	0.91	7.86
8	ხიდი 8 პკ118+28.5	100	34.99	62.63	1.79	0.46	0.87	18.86
9	ხიდი 9 პკ123+97.7	100	46.90	68.58	1.46	0.48	0.76	79.97
10	ხიდი 10 პკ128+28.8	100	78.54	80.47	1.02	0.49	0.61	247.96
11	ხიდი 11 პკ142+99.9	100	73.38	78.79	1.07	0.49	0.62	232.88

## 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:

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

სადაც:

$\alpha$  - ჩამონადენის წყლის ნაკადის კოეფიციენტი;

$H$  - თავსხმა წვიმის დროს წარმოქმნილი ნალექის სიდიდე, მმ;



$F$  - წყალშემკრები აუზის ფართობი, კმ<sup>2</sup>.

#### 4.4 დრო ჩამონადენი წყლის უდიდესი ხარჯის კლების პერიოდში

დროის ხანგრძლივობა უდიდესი ხარჯის კლების პერიოდში, გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

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

სადაც:

$t_3$  - დრო ხარჯის კლების პერიოდში, წთ;

$W_3$  - ჩამონადენი წყლის ნაკადის მოცულობა წყლის ხარჯის კლების პერიოდში, მ<sup>3</sup>.

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

$W_{\theta}$  - ჩამონადენი წყლის ნაკადის მოცულობა წყლის ხარჯის მატების პერიოდში, მ<sup>3</sup>, რომელიც გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

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

გამოთვლების შედეგად მიღებული მნიშვნელობები მოცემულია ცხრილ 4.1-ში.

#### ცხრილი 4.1 ჩამონადენი წყლის ნაკადის ხარჯის მატებისა და კლების პარამეტრები

N	დასახელება	$\alpha$	H, მმ	F, კმ <sup>2</sup>	Q, მ <sup>3</sup> /წმ	$t_{\theta}$ , წთ	W, მ <sup>3</sup>	$W_{\theta}$ , მ <sup>3</sup>	$W_3$ , მ <sup>3</sup>	$T_3$ , წთ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	ხიდი 1 პკ24+10.05	0.47	93.94	78.66	315.6	129.38	3496743.1	980047.19	2516695.88	419.95
2	ხიდი 2 პკ28+94.9	0.48	91.25	73.47	310.6	117.81	3196205.2	878219.14	2317986.02	393.04
3	ხიდი 3 პკ52+84.4	0.48	87.53	66.99	302.5	103.01	2823996.9	747788.27	2076208.64	361.51
4	ხიდი 4 პკ70+70	0.48	86.74	65.43	299.4	100.05	2741420.8	718991.34	2022429.42	355.71
5	ხიდი 5 პკ78+83.7	0.49	85.87	56.84	281.4	96.83	2366987.7	653955.39	1713032.33	320.62
6	ხიდი 6 პკ84+28.4	0.46	57.49	0.51	7.9	26.54	13259.7	5004.59	8255.09	55.33
7	ხიდი 7 პკ113+43.7	0.46	62.63	1.34	18.9	34.99	38682.5	15835.89	22846.61	63.81
8	ხიდი 8 პკ118+28.5	0.48	68.58	7.43	80.0	46.90	246521.5	90012.02	156509.51	103.07
9	ხიდი 9 პკ 123+97.7	0.49	80.47	41.65	248.0	78.54	1650707.8	467374.17	1183333.62	251.34
10	ხიდი 10 პკ128+28.8	0.49	78.79	35.70	232.9	73.38	1391119.3	410113.85	981005.44	221.85
11	ხიდი 11 პკ142+99.9	0.47	93.94	78.66	315.6	129.38	3496743.1	980047.19	2516695.88	419.95

## 5 ჩამონადენი წყლის ნაკადის მყარი ნატანი თავსხმა წვიმის დროს

### 5.1 მყარი ნატანის პარამეტრების 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.

$$S = \Psi * W$$

სადაც,

$S$  - მყარი ჩამონადენის მოცულობა, მ<sup>3</sup>;

$W$  - წყალმოვარდნისას მოსული წყლის ნაკადის მოცულობა, მ<sup>3</sup>.

მისი სიდიდე იანგარიშება გამოსახულებით

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

$\Psi$  - ეროზიის კოეფიციენტი, რომელიც გამოითვლება ფორმულით:

$$\Psi = 1 - e^{(-0,07 * \omega \% * J_{\partial \partial})}$$

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

$\rho$  - სელური წყლის ნაკადის სიმღვრივე და გამოითვლება ფორმულით:

$$\rho = \Psi * \gamma_H$$

სადაც:

$\gamma_H$  - ნატანის ერთეული მოცულობის წონა, ტ/მ<sup>3</sup>

მთლიანად ღვარცოფის დროს წყლის ნაკადის მოცულობითი წონა იანგარიშება ფორმულით:

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

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	ℓ <sub>ფ</sub>	γ, ტ/მ³	γ <sub>წ</sub> , ტ/მ³	γ <sub>წ</sub> , ტ/მ³	Ψ	S, მ²	ρ, კგ/მ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	ხიდი 1 პკ24+10.05	60.0	0.47	93.7	0.133	1	2.6	2.233	0.34	1656259.2	890.9
2	ხიდი 2 პკ28+94.9	60.0	0.47	93.9	0.136	1	2.6	2.255	0.35	1218793.9	906.2
3	ხიდი 3 პკ52+84.4	60.0	0.48	91.2	0.144	1	2.6	2.309	0.36	1162493.2	945.6
4	ხიდი 4 პკ70+70	60.0	0.48	87.5	0.160	1	2.6	2.423	0.40	1116480.5	1027.9
5	ხიდი 5 პკ78+83.7	60.0	0.48	86.7	0.163	1	2.6	2.447	0.40	1101812.3	1045.0
6	ხიდი 6 პკ84+28.4	60.0	0.49	85.9	0.166	1	2.6	2.465	0.41	962929.4	1057.7
7	ხიდი 7 პკ113+43.7	50.0	0.46	57.5	0.333	1	2.6	3.097	0.58	7725.2	1514.8
8	ხიდი 8 პკ118+28.5	50.0	0.46	62.6	0.474	1	2.6	3.562	0.71	27525.2	1850.1
9	ხიდი 9 პკ123+97.7	50.0	0.48	68.6	0.399	1	2.6	3.336	0.65	159948.1	1686.9
10	ხიდი 10 პკ128+28.8	60.0	0.49	80.5	0.193	1	2.6	2.641	0.46	752352.2	1185.0
11	ხიდი 11 პკ142+99.9	60.0	0.49	78.8	0.202	1	2.6	2.693	0.47	654103.5	1222.5



## 5.2 წყლის ნაკადის წყალმოვარდნის ჰიდროგრაფი და მყარი ნატანის გრაფიკი

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

ცხრილი 5.2 წყლის მაქსიმალური ხარჯის ჰიდროგრაფისა და მყარი ნატანის პარამეტრები

N	დასახელება	$t_a$ , წთ	$t_b$ , წთ	$S$ , მ <sup>3</sup>	$\Psi$	$\rho$ , კგ/მ <sup>3</sup>	$Q$ , მ <sup>3</sup> /წმ	$W$ , მ <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	ხიდი 1 პკ24+10.05	128.51	469.98	1656259.19	0.34	890.85	402.55	4833882.4
2	ხიდი 2 პკ28+94.9	129.38	419.95	1218793.88	0.35	906.23	315.62	3496743.1
3	ხიდი 3 პკ52+84.4	117.81	393.04	1162493.23	0.36	945.65	310.60	3196205.2
4	ხიდი 4 პკ70+70	103.01	361.51	1116480.47	0.40	1027.92	302.47	2823996.9
5	ხიდი 5 პკ78+83.7	100.05	355.71	1101812.30	0.40	1044.97	299.44	2741420.8
6	ხიდი 6 პკ84+28.4	96.83	320.62	962929.41	0.41	1057.72	281.39	2366987.7
7	ხიდი 7 პკ113+43.7	26.54	55.33	7725.22	0.58	1514.79	7.86	13259.7
8	ხიდი 8 პკ118+28.5	34.99	63.81	27525.19	0.71	1850.07	18.86	38682.5
9	ხიდი 9 პკ123+97.7	46.90	103.07	159948.12	0.65	1686.93	79.97	246521.5
10	ხიდი 10 პკ128+28.8	78.54	251.34	752352.23	0.46	1185.02	247.96	1650707.8
11	ხიდი 11 პკ142+99.9	73.38	221.85	654103.46	0.47	1222.52	232.88	1391119.3

გრაფიკი 5.1 წყლის მაქსიმალური ხარჯის ჰიდროგრაფი და მყარი ნატანის გრაფიკი

