

www.gegroup.org

ხევი მდინარე ფოცხოვის მარცხენა ნაპირთან

ჰიდროლოგიური ანგარიში

დამკვეთი: შპს „კავტრანსპროექტი“



შემსრულებელი: შპს «გროს ენერჯი ჯგუფი»



ხევი მდინარე ფოცხოვის მარცხენა ნაპირთან

ჰიდროლოგიური ანგარიში

დამკვეთი

შპს კავტრანსპროექტი

საქართველო, თბილისი, ვ. ბოჭორიშვილის 37ბ

შემსრულებელი

შპს გროს ენერჯი ჯგუფი

ვიქტორ დოლიძის ქ. #24,

თბილისი, საქართველო 0171

ტელ: +995 322 399 160

ელ-ფოსტა: info@geggroup.org

ვებ-გვერდი: www.geggroup.org

შენიშვნა:

წინამდებარე ანგარიში მოამზადა საკონსულტაციო კომპანია "გროს ენერჯი ჯგუფმა" და უნდა იქნეს გამოყენებული, როგორც შეთავაზება საპროექტო სამუშაოსათვის. ეს დოკუმენტი შედგენილია მხოლოდ ამ პროექტის მიზნისთვის.

ჩატარებული კვლევების საფუძველზე მომზადებული წინამდებარე ანგარიშის გამოყენების უფლება არ აქვს სხვა მხარეს, გარდა უფლებამოსილი პირისა. იმ შემთხვევაში თუ, ეს დოკუმენტი გამოყენებული იქნა სხვა მიზნებისთვის, კომპანია პასუხს არ აგებს მასში აღმოჩენილი ხარვეზებისა და შეცდომების გამო.

ამასთან წინამდებარე ანგარიში შეიცავს კონფიდენციალურ ინფორმაციას, რაც წარმოადგენს ინტელექტუალურ საკუთრებას. ამდენად, შემსრულებლის წერილობითი თანხმობის გარეშე, დაუშვებელია ამ დოკუმენტის გადაცემა მესამე მხარისათვის, გარდა უფლებამოსილი პირისა.

რედაქტირებული გამოცემა

გამოცემა	თარიღი	პროექტის მენეჯერი	რედაქცია	დამოწმება	აღწერა
A	ნოემბერი, 2020 წელი	ირაკლი ტყეზუჩავა	მარინე გაბუნია		პირველი გამოცემა

შემსრულებლები:

პროექტის მენეჯერი

ირაკლი ტყეზუჩავა

ჰიდროლოგი

მარინე გაბუნია

ჰიდროლოგი

თორნიკე ხოხონიშვილი

გენერალური დირექტორი

ანგული ტყეზუჩავა

სარჩევი

პირობითი აღნიშვნები	6
1 ხევის ჰიდროგრაფიული დახასიათება	8
2 კლიმატი	8
2.1 ატმოსფერული ნალექი	12
2.2 ჰაერის ტემპერატურა	12
2.3 ქარი	14
2.4 ჰაერის ტენიანობა	15
3 ცოცხალ კვეთში წყლის ნაკადის მაქსიმალური ხარჯის ანგარიში	17
3.1 ჩამონადენი წყლის ნაკადის მაქსიმალური ხარჯის ჰიდროგრაფის აგება თავსხმა წვიმის დროს 23	
3.1.1 ჩამონადენი წყლის ნაკადის ხარჯის მატება და კლება	23
3.1.2 ერთწვერიანი ჰიდროგრაფის ელემენტები და მისი ანგარიში	23
3.1.3 ჩამონადენი წყლის ნაკადის მაქსიმალური ხარჯის ჰიდროგრაფი	25
3.2 ჩამონადენი წყლის ნაკადის მყარი ნატანი თავსხმა წვიმის დროს	26
3.2.1 მყარი ნატანის პარამეტრების ანგარიში	26
3.2.2 მყარი ნატანის გრაფიკის აგება	28
3.2.3 ჩამონადენი წყლის მაქსიმალური ხარჯის ჰიდროგრაფი და მყარი ნატანის გრაფიკი	28
4 გამოყენებული ლიტერატურა და პროგრამული უზრუნველყოფა	30

ფიგურების სია

ფიგურა 2.1 კლიმატის დიაგრამა	10
ფიგურა 2.2 ჰაერის ტემპერატურის გრაფიკი	11
ფიგურა 3.1 ნიადაგის კატეგორია	19
ფიგურა 3.2 კლიმატური კოეფიციენტის რუკა	20
ფიგურა 3.3 <i>tti</i> და <i>QiQ</i> კოორდინატებით აგებული მრუდები	25
ფიგურა 3.4 ხევის წყლის მატებისა და კლების ჰიდროგრაფი	26
ფიგურა 3.5 ხევის წყლის ნაკადის მყარი ნატანის გრაფიკი	28
ფიგურა 3.6 ხევის წყლის 100 წლიანი ხარჯის ჰიდროგრაფი და მყარი ნატანის გრაფიკი	29

ცხრილების სია

ცხრილი 2-1 ჰაერის ტემპერატურა და ატმოსფერული ნალექი	9
ცხრილი 2-2 მეტეოროლოგიური სადგურის მდებარეობა	11
ცხრილი 2-3 ყოველთვიური ატმოსფერული ნალექი, მმ	12
ცხრილი 2-4 ატმოსფერული ნალექის ჯამი, დღედამური მაქსიმალური და ირიბი წვიმის რაოდენობა	12
ცხრილი 2-5 თოვლის საფარის წონა და დღეთა რაოდენობა	12
ცხრილი 2-6 ჰაერის ყოველთვიური და წლიური საშუალო ტემპერატურა, °C.....	13
ცხრილი 2-7 ჰაერის ექსტრემალური ტემპერატურა, °C.....	13
ცხრილი 2-8 ჰაერის ყოველი თვის საშუალო ტემპერატურის ამპლიტუდა, °C	13
ცხრილი 2-9 ჰაერის ყოველი თვის მაქსიმალური ტემპერატურის ამპლიტუდა, °C	13
ცხრილი 2-10 გრუნტის სეზონური გაყინვის სიღრმე, სმ.....	14
ცხრილი 2-11 ქარის მიმართულება და შტილი, (%).....	14
ცხრილი 2-12 იანვრისა და ივლისის თვეში ქარის მიმართულების განმეორებადობა და სიჩქარე	14
ცხრილი 2-13 ქარის სხვადასხვა უზრუნველყოფის უდიდესი სიჩქარე, მ/წმ.....	14
ცხრილი 2-14 ჰაერის ყოველთვიური და წლიური საშუალო აბსოლუტური სინოტივე, ჰჰა	15
ცხრილი 2-15 ჰაერის ყოველთვიური და წლიური საშუალო ფარდობითი ტენიანობა, %	15
ცხრილი 2-16 ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის სიდიდე 13 საათზე და დღედამური საშუალო ამპლიტუდა, %.....	15
ცხრილი 2-17 ყოველთვიური და წლიური საშუალო სინოტივის დეფიციტი, ჰჰა.....	15
ცხრილი 3.1 ნიადაგის კოეფიციენტი კატეგორიების მიხედვით	19
ცხრილი 3-2 მდ. ლერწიანას მორფომეტრიული პარამეტრები	22
ცხრილი 3-3 მორფომეტრიული მახასიათებლები	23
ცხრილი 3-4 სხვადასხვა უზრუნველყოფით წყლის უდიდესი ხარჯი, მ ³ /წმ.....	23
ცხრილი 3-5 ჩამონადენი წყლის ნაკადის ხარჯის მატებისა და კლების ელემენტები.....	25
ცხრილი 3-6 მყარი ნატანის ელემენტები.....	27

პირობითი აღნიშვნები

სიმბოლო	განმარტება	განზომილება
მზდ	მეტრი ზღვის დონიდან	
Q	წყლის ნაკადის უდიდესი ხარჯი	მ ³ /წმ
Q _ა	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 _ა	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 _ა	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 ფერდობზე	მ/წმ
l _ა	წყალშემკრები აუზის ფერდობის სიგრძე	მ
J _{აღ}	მდინარის დახრილობა	
J _ბ	მდინარის კალაპოტის საანგარიშო დახრილობა	
φ	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 _{ა.წ.}	ხევის/მდინარის წყალშემკრები აუზის უდიდესი სიგანე	კმ
B _{ს.შ.}	ხევის/მდინარის წყალშემკრები აუზის საშუალო სიგანე	კმ

Z	მდინარისა და ხევის შენაკადების ქსელის სიხშირე	
ρ	სელური წყლის ნაკადის სიმღვრივე	გ/მ ³
S_6	მყარი ნატანის მოცულობა	მ ³
ω	გამომვლელი, დამეწყრილი ან სხვა მიზეზებით დაშლილი აუზის უბანი	%
ΣI	წყალშემკრებ აუზში მდინარის შენაკადების და ხეების სიგრძეთა ჯამი	კმ
ψ	ეროზიის კოეფიციენტი	
σ	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/მ ³

1 ხევის ჰიდროგრაფიული დახასიათება

ხევი სათავეს იღებს სამცხე-ჯავახეთის მხარის ახალციხის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე ზღვის დონიდან 1130 მ სიმაღლეზე და უერთდება მდ. ფოცხოვს მარცხენა მხრიდან.

ხიდისთვის შერჩეულ კვეთამდე ▼978 მზდ ხევის სიგრძე 2.24 კმ-ია, საშუალო ვარდნა 151.0 მ, ქანობი 67.4 ‰, წყალშემკრები აუზის უმაღლესი ნიშნული 1137 მზდ, ფართობი 0.89 კმ².

ხევის წყალშემკრები აუზს მიმართულება აქვს ჩრდილოეთიდან სამხრეთ-დასავლეთისაკენ. ჩრდილოეთით და სამხრეთ-დასავლეთით ესაზღვრება მდ. ლერწიანას წყალშემკრები აუზს, რომლისგანაც გამოყოფილია ზღვის დონიდან 1153.2 მ სიმაღლით, აღმოსავლეთით ესაზღვრება მდ. ფოცხოვში ჩამდინარე პატარა ხევი.

ხევის წყალშემკრები აუზი მდებარეობს მესხეთის ქედის სამხრეთით და მოიცავს ახალციხის ქვაბულის ნაწილს. აუზის რელიეფი ხევის სათავეში მთიანია, ქვემოთ კი გორაკ-ბორცვიანია, სათავეში დანაწევრებულია პატარა ხევების ღრმად ჩაჭრილი ხეობებით. აუზის დადაბლებული ადგილები ათვისებულია სასოფლო-სამეურნეო კულტურებით.

აუზის გეოლოგიურ აგებულებაში მონაწილეობას იღებენ ანდეზიტო-ბაზალტები, ქვიშაქვები და თიხაფიქლები, რომლებიც გადაფარულია თიხნარი ნიადაგით.

ხევი საზრდოობს თოვლის და წვიმის წყლით.

2 კლიმატი

ახალი ხიდის მშენებლობისთვის შერჩეული კვეთი მდებარეობს ახალციხის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე. წყალშემკრები აუზი მოიცავს ახალციხის ქვაბულის ნაწილს. მას დასავლეთით ეკვრის არსიანის, ჩრდილოეთით-მესხეთის, აღმოსავლეთიდან-თრიალეთის, ხოლო სამხრეთიდან-ერუშეთის ქედი. იმის გამო, რომ ქვაბული ყოველმხრიდან ჩაკეტილია დასახლებული ქედებით, შემოჭრილი ჰაერის მასების მოქმედება შესუსტებულია, ხასიათდება მშრალი კონტინენტური ჰავით.

ხევის წყალშემკრები აუზი მიეკუთვნება ზომიერად ნოტიო სუბტროპიკულიდან წინა აზიის მთიანეთის მშრალ სუბტროპიკულზე გარდამავალი ჰავის ოლქს, სადაც გავრცელებულია მთიანი სტეპების ჰავა, ცივი მცირეთოვლიანი ზამთრით და ხანგრძლივი, თბილი ზაფხულით.

წყალმომკრები აუზის კლიმატის დასახასიათებლად გამოყენებულია ქ. ახალციხის კლიმატური ელემენტების მონაცემები აღებული მსოფლიო კლიმატური ორგანიზაციის ვებ-გვერდიდან (<https://en.climate-data.org>) და მეტეოროლოგიური სადგურ ახალციხის მონაცემები, რომელიც ამოღებულია სამშენებლო კლიმატოლოგია (პნ 01.05-08) და კლიმატური ცნობარიდან (გამომცემა 14, 1970 წ.),

კლიმატი კეპენ-გეიერის კლიმატის კლასიფიკაციის თანახმად ეკუთვნის Dfb-ს (სამხრეთ საქართველო). ქ. ახალციხე მდებარეობს ზღვის დონიდან 989 მ-ზე, კლიმატი ძლიერ ცივია, გამოირჩევა უხვი ნალექით ყველაზე მშრალ თვეშიც კი, ჰაერის წლიური საშუალო ტემპერატურა ახალციხეში 8.0°C-ია, ხოლო ნალექის წლიური მაჩვენებელი 680 მმ.

ჰაერის ტემპერატურისა და ატმოსფერული ნალექის მონაცემები მოცემულია ცხრილ 2.1-ში

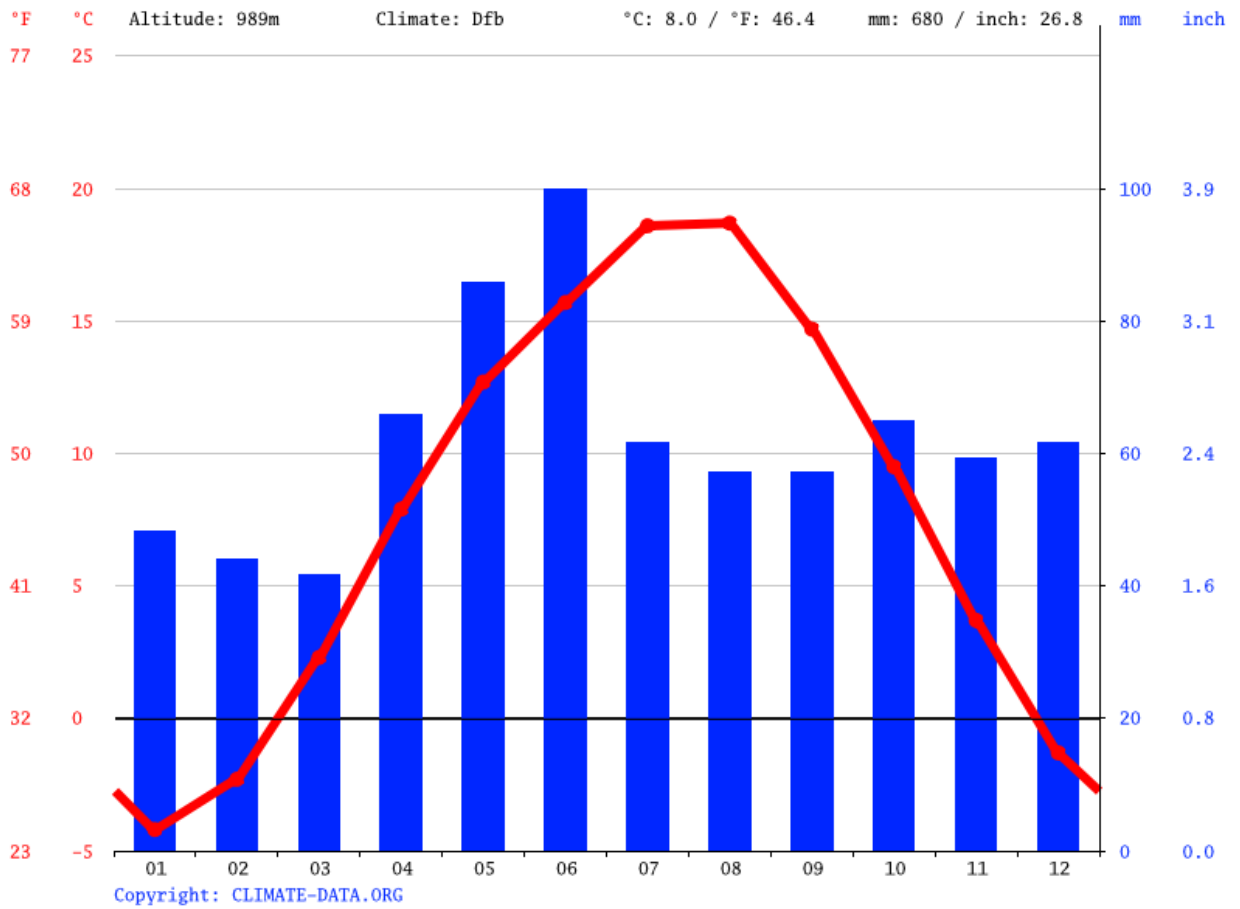
ცხრილი 2-1 ჰაერის ტემპერატურა და ატმოსფერული ნალექი

დასახელება/თვე	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
საშ. ტემპერატურა (°C)	-4.2	-2.3	2.3	7.9	12.7	15.7	18.6	18.7	14.7	9.5	3.7	-1.3
მინ. ტემპერატურა (°C)	-8.6	-6.9	-2.9	1.7	6.4	9.4	12.4	12.4	8.0	3.4	-1.1	-5.5
მაქს. ტემპერატურა (°C)	0.3	2.3	7.5	14.1	19.0	22.1	24.9	25.1	21.5	15.7	8.6	3.0
საშ. ნალექი (მმ)	44	40	38	60	78	91	56	52	52	59	54	56

წლის განმავლობაში ყველაზე ნალექიან და მშრალ თვეებს შორის ნალექის სხვაობა 53 მმ-ია, ხოლო ტემპერატურის ცვალებადობა ყველაზე ცივ და ცხელ თვეებს შორის 22.9°C.

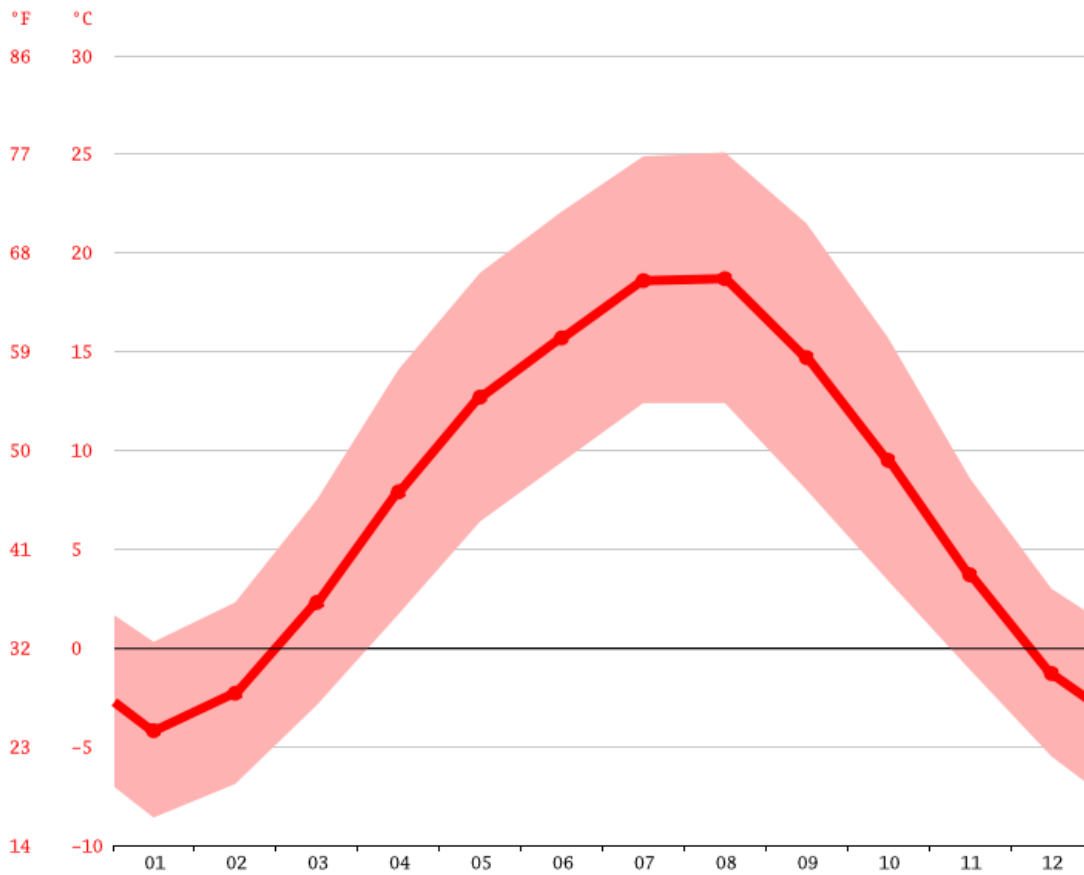
კლიმატური დიაგრამა მოცემულია ფიგურა 2.1-ზე, ხოლო ტემპერატურის გრაფიკი ფიგურა 2.2-ზე.

ფიგურა 2.1 კლიმატის დიაგრამა



ყველაზე მშრალი მარტის თვის ნალექის მინიმალური რაოდენობა 38 მმ-ია. ნალექის ყველაზე დიდი რაოდენობა მოდის ივნისის თვეში 91 მმ.

ფიგურა 2.2 ჰაერის ტემპერატურის გრაფიკი



წლის განმავლობაში ყველაზე ცხელი თვის აგვისტოს ჰაერის ტემპერატურის საშუალო 18.7°C-ია, ხოლო ყველაზე ცივი თვის იანვრის -4.2°C.

მეტეოსადგურ ახალციხის სიმაღლე ზღვის დონიდან და კოორდინატები მოცემულია ცხრილ 2.2-ში.

ცხრილი 2-2 მეტეოროლოგიური სადგურის მდებარეობა

დასახელება	სიმაღლე, მ.ზ.დ.	X, განედი	Y, გრძედი	კლიმატური რაიონი და ქვერაიონი
ახალციხე	980	41° 38'	43° 00'	Iგ

2.1 ატმოსფერული ნალექი

ნალექის ჯამი და მისი განაწილება თვეების მიხედვით ამოწერილია საქართველოს კლიმატური ცნობარებიდან „Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров“ (გამოშვება 14, 1970 წ) და მოცემულია ცხრილ 2.3-ში.

ცხრილი 2-3 ყოველთვიური ატმოსფერული ნალექი, მმ

დასახელება	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ჯამი
ახალციხე	32	32	36	49	70	82	51	46	38	45	40	33	554

წლის განმავლობაში ნალექის დიდი რაოდენობა მოდის ივნისის თვეში, ხოლო შედარებით მცირე იანვარში-თებერვალში.

წლიური ატმოსფერული ნალექის ჯამი, დღელამური მაქსიმალური და ირიბი წვიმის რაოდენობა ამოღებულია სამშენებლო კლიმატოლოგიიდან (პნ 01.05-08) და მოცემულია ცხრილ 2.4-ში.

ცხრილი 2-4 ატმოსფერული ნალექის ჯამი, დღელამური მაქსიმალური და ირიბი წვიმის რაოდენობა

დასახელება	წელიწადში	დღელამური მაქსიმალური	ირიბი წვიმის რაოდენობა,მმ		
			თვის მაქსიმალური	თბილი პერიოდისათვის	წელიწადში
ახალციხე	513	62	24	89	110

თოვლის საფარის წონა და დღეთა რაოდენობა მოცემულია ცხრილ 2.5-ში.

ცხრილი 2-5 თოვლის საფარის წონა და დღეთა რაოდენობა

დასახელება	წონა, კპა	დღეთა რაოდენობა	წყალშემცველობა,მმ
ახალციხე	0.68	63	49

2.2 ჰაერის ტემპერატურა

წყალშემკრები აუზის ჰაერის ტემპერატურის რეჟიმის დასახასიათებლად მოცემულია ჰაერის ყოველი თვის საშუალო და ექსტრემალური ტემპერატურა ცხრილ 2.6-სა და 2.7-ში.

ცხრილი 2-6 ჰაერის ყოველთვიური და წლიური საშუალო ტემპერატურა, °C

დასახელება	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	საშ.
ახალციხე	-3.8	-1.9	3.2	9.0	14.0	17.2	20.4	20.5	16.3	10.4	4.1	-1.2	9.0

დაკვირვებული მრავალწლიური მონაცემების მიხედვით ახალციხეში ცხელი თვეა ივლისი და აგვისტო, ხოლო ყველაზე ცივი – იანვარი.

ცხრილი 2-7 ჰაერის ექსტრემალური ტემპერატურა, °C

დასახელება	ახალციხე
ჰაერის ტემპერატურა, °C	
აბსოლიტური მინიმალური	-32
აბსოლიტური მაქსიმალური	39
ყველაზე ცხელი თვის მაქსიმალურის საშუალო	28.6
ყველაზე ცივი ხუთი დღის საშუალო	-13
ყველაზე ცივი დღის მაქსიმალურის საშუალო	-17
ყველაზე ცივი პერიოდის საშუალო	-3.9
პერიოდი, ყოველთვიური ტემპერატურის საშუალოთი -8°C	
ხანგრძლივობა დღეებში	165
ტემპერატურის საშუალო	0.7
ტემპერატურის საშუალო 13 საათზე	
ყველაზე ცივი თვის	-0.2
ყველაზე ცხელი თვის	25.7

ჰაერის ყოველი თვის საშუალო და მაქსიმალური ტემპერატურის ამპლიტუდა მოცემულია ცხრილ 2.8-სა და 2.9-ში.

ცხრილი 2-8 ჰაერის ყოველი თვის საშუალო ტემპერატურის ამპლიტუდა, °C

დასახელება	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
ახალციხე	10.6	11.3	13.0	14.8	14.2	14.5	13.8	14.3	15.0	14.5	12.0	10.6

ცხრილი 2-9 ჰაერის ყოველი თვის მაქსიმალური ტემპერატურის ამპლიტუდა, °C

დასახელება	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
ახალციხე	22.4	24.1	25.8	27.6	27.4	27.7	27.0	27.5	28.2	27.9	25.2	20.8

ჰაერის მაქსიმალური ტემპერატურის ამპლიტუდა წლის განმავლობაში იცვლება ახალციხეში 20.8-დან 28.2°C-მდე.

გრუნტის სეზონური გაყინვის ნორმატიული სიღრმე მოცემულია ცხრილ 2.10-ში.

ცხრილი 2-10 გრუნტის სეზონური გაყინვის სიღრმე, სმ

დასახელება	თიხოვანი და თიხნარი	წვრილი და მტვრისებრი ქვიშის ქვიშნარი	მსხვილი და საშუალო სიმსხვილის ხრემისებრი ქვიშის	მსხვილნატეხი
ახალციხე	59	71	77	88

2.3 ქარი

ქარის მიმართულება და შტილი, ქარის სიჩქარე შესაბამისად მოცემულია ცხრილ 2.11-სა და 2.12-ში.

ცხრილი 2-11 ქარის მიმართულება და შტილი, (%)

დასახელება	ჩ	ჩა	ა	სა	ს	სდ.	დ	ჩდ	შტილი
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ახალციხე	5	16	17	11	7	18	20	6	42

ცხრილი 2-12 იანვრისა და ივლისის თვეში ქარის მიმართულების განმეორებადობა და სიჩქარე

დასახელება	თვე	ქარის მიმართულების განმეორებადობა (%)								ქარის უდიდესი და უმცირესი საშუალო სიჩქარე, მ/წმ	
		ჩ	ჩა	ა	სა	ს	სდ	დ	ჩდ	იანვარი	ივლისი
ახალციხე	იანვარი	3	5	4	5	6	31	40	6	2.2	3.2
	ივლისი	6	30	24	11	5	8	11	5	0.7	1.0

სხვადასხვა უზრუნველყოფით ქარის უდიდესი სიჩქარე მოცემულია ცხრილ 2.13-ში.

ცხრილი 2-13 ქარის სხვადასხვა უზრუნველყოფის უდიდესი სიჩქარე, მ/წმ

დასახელება	ქარის სიჩქარე შესაძლებელი ერთხელ, (მ/წმ)				
	წელიწადში	5 წ	10 წ	15 წ	20 წ
ახალციხე	19	23	27	28	29

2.4 ჰაერის ტენიანობა

აბსოლუტური სინოტივე (ჰაერის წყლის ორთქლის პარციალური წნევა), ფარდობითი სინოტივე და ფარდობითი ტენიანობის სიდიდე 13 საათზე და დღეღამური საშუალო ამპლიტუდა მოცემულია ცხრილ 2.14, 2.15-სა და 2.16-ში.

ცხრილი 2-14 ჰაერის ყოველთვიური და წლიური საშუალო აბსოლუტური სინოტივე, ჰპა

დასახელება	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	საშ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ახალციხე	3.8	4.2	5.2	7.1	10.3	12.9	15.1	14.5	11.6	8.4	6.4	4.5	8.7

ცხრილი 2-15 ჰაერის ყოველთვიური და წლიური საშუალო ფარდობითი ტენიანობა, %

დასახელება	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	საშ.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ახალციხე	75	74	69	65	66	66	64	63	66	71	76	78	69

ცხრილი 2-16 ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის სიდიდე 13 საათზე და დღეღამური საშუალო ამპლიტუდა, %

დასახელება	ტენიანობა 13 საათზე		დღეღამური საშუალო ამპლიტუდა	
	ცივი თვის	ცხელი თვის	ცივი თვის	ცხელი თვის
ახალციხე	62	43	20	34

სინოტივის დეფიციტი გადმოტანილია საქართველოს კლიმატური ცნობარებიდან „Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров“ (გამომშვება 14), 1970 წ. და მოცემულია ცხრილ 2.17-ში.

ცხრილი 2-17 ყოველთვიური და წლიური საშუალო სინოტივის დეფიციტი, ჰპა

დასახელება	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	საშ
ახალციხე	1.4	1.7	2.6	5.2	6.7	8.0	9.9	10.3	7.6	4.6	2.4	1.6	5.2

ჰაერის სინოტივის ცვალებადობა თანხვედრილია ჰაერის ტემპერატურის წლიურ ცვლილებასთან. ჰაერის სინოტივის დეფიციტის მაქსიმალური მაჩვენებელი დაფიქსირებულია ზაფხულის თვეებში, ხოლო მინიმალური ზამთარში.

3 ცოცხალ კვეთში წყლის ნაკადის მაქსიმალური ხარჯის ანგარიში

ხევის საპროექტო გასწორში გამოყენებულია მეთოდი, რომელიც რეკომენდირებულია უდიდესი ხარჯის საანგარიშოდ 300 კმ²-მდე წყალშემკრები აუზის მქონე მდინარეებზე „კავკასიის პირობებში მდინარეთა უდიდესი ჩამონადენის საანგარიშო ტექნიკური მითითებით“ და ჰიდროლოგიური ცნობარით „ზედაპირული წყლის რესურსები“ ტომი 9, გამოშვება პირველი, 1969 წელი. აღნიშნული მეთოდის თანახმად, წყლის უდიდესი ხარჯი იანგარიშება ფორმულით:

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

სადაც

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

R – რაიონული კოეფიციენტი, დასავლეთ საქართველოს მდინარეებისათვის მიღებულია - 1.35, აღმოსავლეთისათვის კი 1.15

F – ხევის/მდინარის წყალშემკრები აუზის ფართობი, კმ²

\bar{J}_b – გრძივი პროფილის საანგარიშო საშუალო დახრილობა

K – რაიონის კლიმატური კოეფიციენტი, რომლის სიდიდე აიღება სპეციალურად დამუშავებული რუკიდან.

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

σ – წყალშემკრები აუზის ფორმის კოეფიციენტი;

λ – წყალშემკრები აუზის ტყიანობის კოეფიციენტი.

როცა ხევის წყალშემკრები აუზის ფართობი ნაკლებია 1კმ²-ზე, მაშინ ფორმულაში შედის დამატებითი კოეფიციენტი, ამ შემთხვევაში მრავლდება 0.7-ზე.

მაქსიმალური ხარჯის ჰიდროგრაფისა და ნატანის პარამეტრები გამოთვლილია ტოპოგრაფიული რუკისა და შემდეგი ფორმულების გამოყენებით:

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

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

სადაც

L_{φ} - წყლის ნაკადის "დაყვანილი" სიგრძე (მ), რომლის მნიშვნელობა გამოითვლება ფორმულით:

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

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

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

l_0 ფერდობის საანგარიშო სიგრძე (მ), რომელიც გამოითვლება ფორმულით:

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

სადაც:

Σl - მდინარის/ხევის შენაკადების ჯამური სიგრძე, კმ.

φ - აუზში არსებული ბალახეული საფარველის სიხშირე, 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 - წყალშემკრები აუზის ქანობი %-ში, ხოლო $m=0.6$.

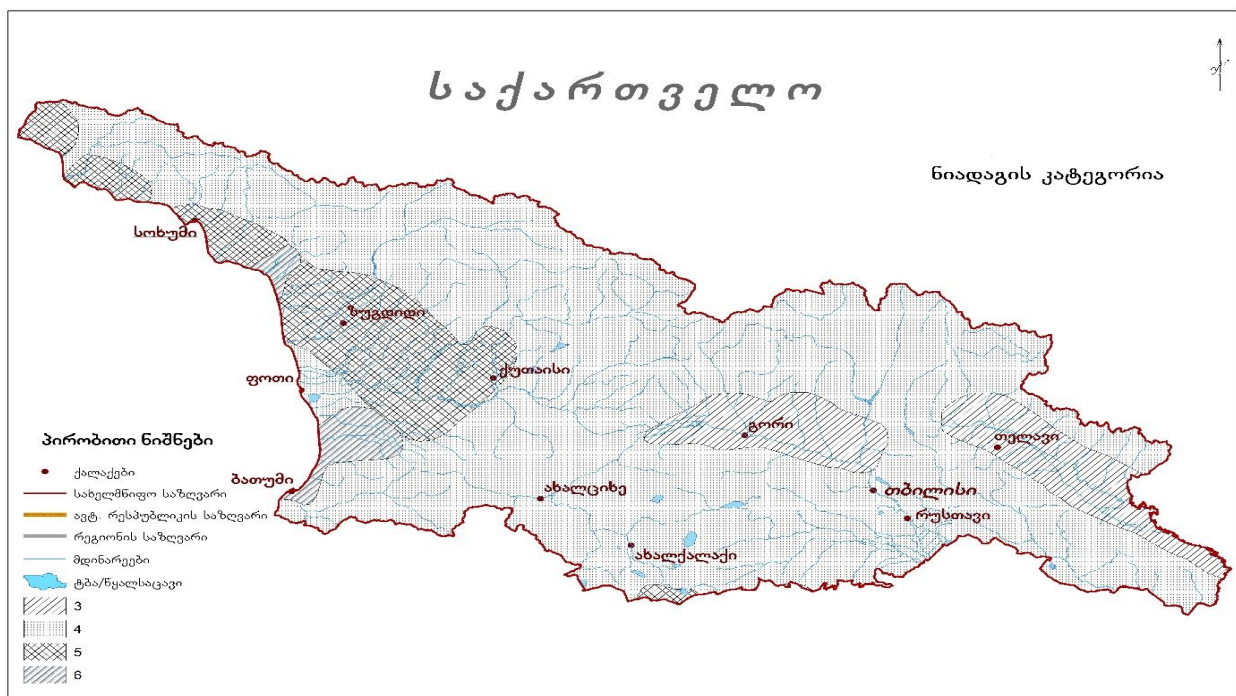
α - წყლის ნაკადის კოეფიციენტი, მისი მნიშვნელობა გამოითვლება ფორმულით:

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

სადაც,

ξ - აუზში გავრცელებული ნიადაგის საფარველის მახასიათებელი კოეფიციენტი. მისი მნიშვნელობა აღებულია „კავკასიის პირობებში მდინარეთა მაქსიმალური ჩამონადენის საანგარიშო ტექნიკური მითითებით“ (გვ.28, სურათი 4) ფიგურა 3.1-ის მიხედვით, ხოლო პარამეტრი (გვ. 41, ცხრილი 4) შესაბამისად ცხრილ 3.1-დან.

ფიგურა 3.1 ნიადაგის კატეგორია



ნიადაგის კოეფიციენტი კატეგორიების მიხედვით მოცემულია ცხრილ 3.1-ში.

ცხრილი 3.1 ნიადაგის კოეფიციენტი კატეგორიების მიხედვით

ნიადაგის კატეგორია	II	III	IV	V	VI
II	0.60	0.82	1.00	1.19	1.50

i – აუზში მოსული თავსხმა წვიმის ინტენსივობა, მმ/წთ:

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

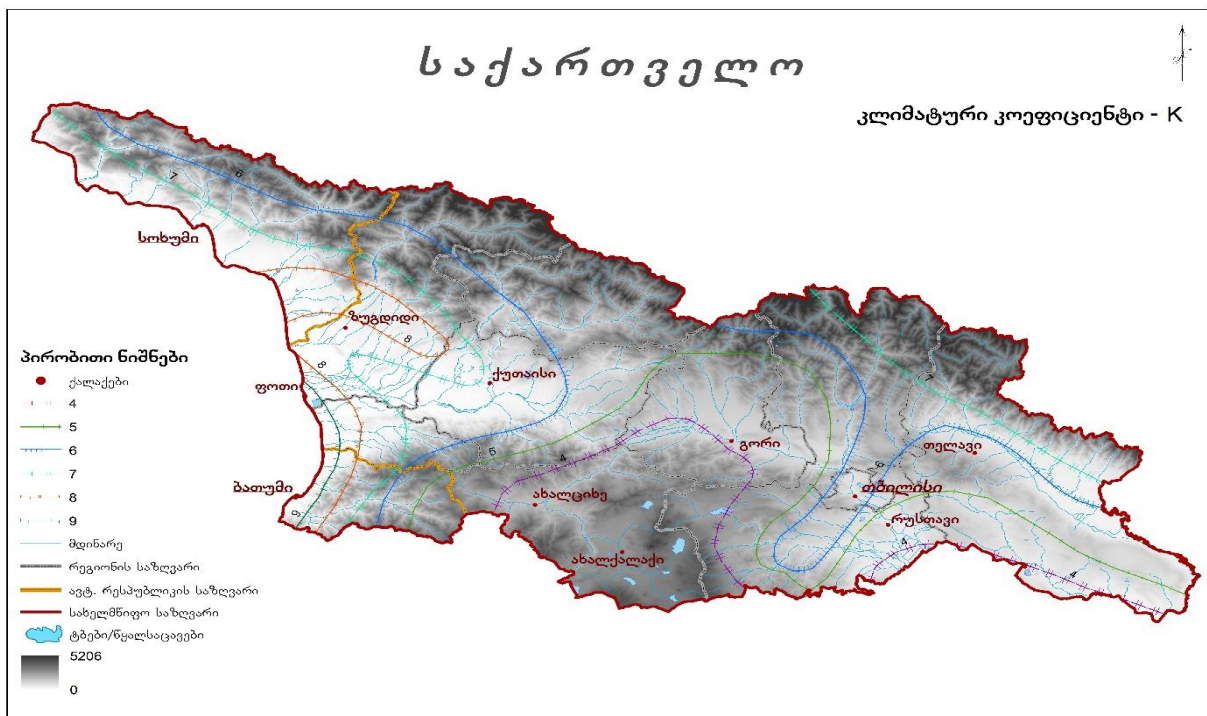
H – აუზში მოსული თავსხმა წვიმის ინტენსივობა, მმ-ში და იანგარიშება ფორმულებით:

$H = K \cdot \tau^{0.27} \cdot T^{0.31}$ მმ, როდესაც $T \geq 20$ წთ – ზე,

$H = K \cdot \tau^{0.27} \cdot T^{0.46}$ მმ, როდესაც $T < 20$ წთ – ზე,

სადაც K -რაიონის კლიმატური კოეფიციენტი, რომლის სიდიდე აიღება სპეციალურად დამუშავებული კლიმატური კოეფიციენტის რუკიდან (გვ.17, სურათი 1) ფიგურა 3.2-ზე.

ფიგურა 3.2 კლიმატური კოეფიციენტის რუკა



λ – წყალშემკრები აუზის ტყიანობის კოეფიციენტი, რომლის სიდიდე გამოითვლება ფორმულით:

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

F_{β} – წყალშემკრები აუზის ტყით დაფარული ფართობი %-ში;

τ – განმეორებადობა წლებში;

β – წყალშემკრებ აუზში მოსული თავსხმა წვიმის არათანაბრად განაწილების კოეფიციენტი, მისი სიდიდე იანგარიშება ფორმულით:

შავი ზღვის აუზის მდინარეებისათვის:

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

კასპიის ზღვის აუზის მდინარეებისათვის:

$$\beta = e^{-0.20 \times F^{0.60} \times \sqrt[3]{i \times T^{-0.25}}}$$

σ – წყალშემკრები აუზის ფორმის კოეფიციენტი, რომელიც გამოითვლება ფორმულით:

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

სადაც,

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

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

$$B_{\text{საშ}} = \frac{F}{L}$$

მთის ნაკადის სიჩქარე კალაპოტში (მაქსიმალური ხარჯის ფორმირების პერიოდში), გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$\bar{V}_g = 2.1 \times Q^{0.2} * \bar{J}_g^{0.24 + 1.6 \times \bar{J}_g}$$

\bar{J}_g – მდინარის კალაპოტის საანგარიშო დახრილობა:

$$\bar{J}_g = J_{\text{მდ}} \times 0.75$$

სადაც,

$J_{\text{მდ}}$ – მდინარის დახრილობა.

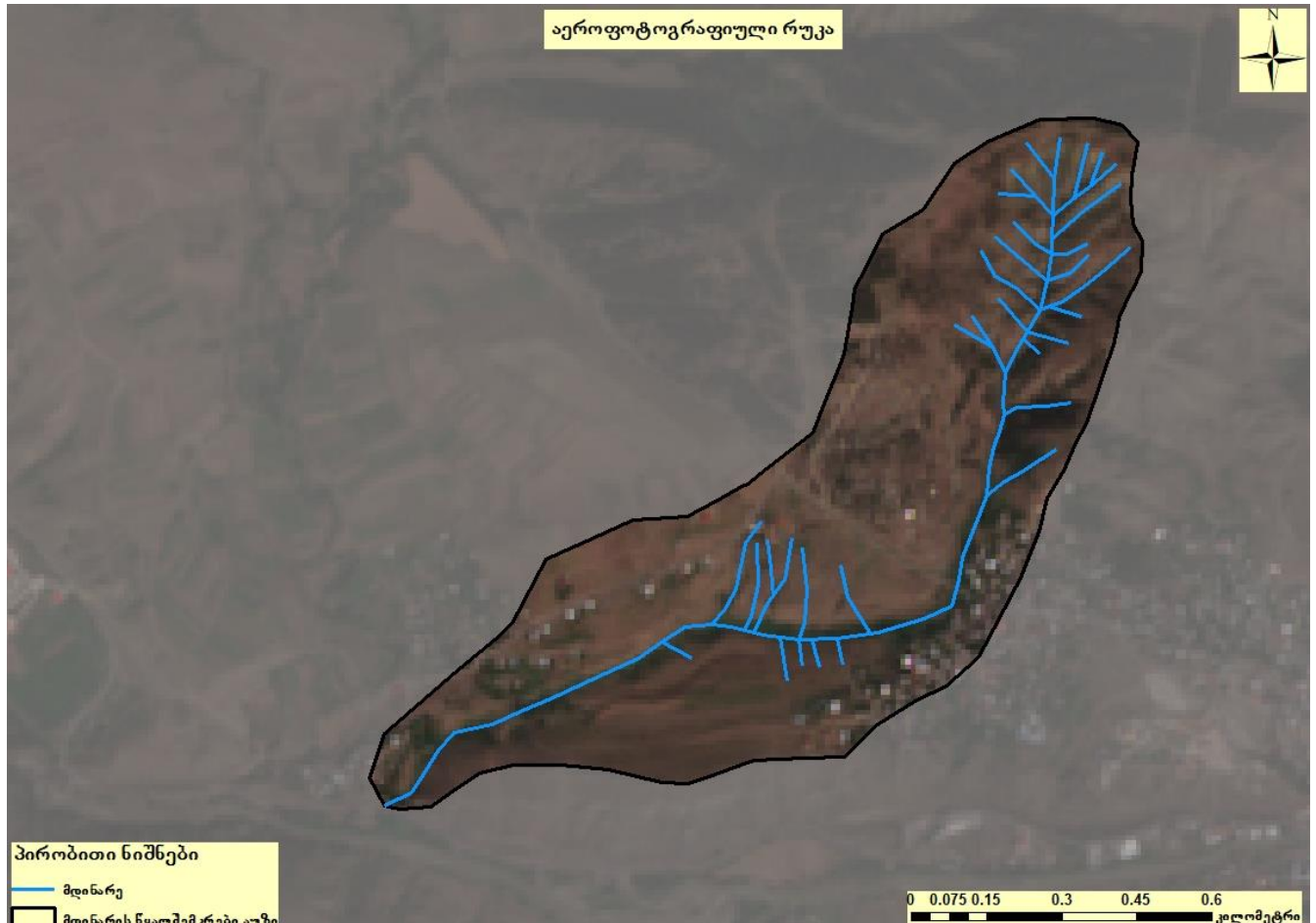
V_g – ფერდობის ნაკადის სიჩქარე (მ/წთ), რომელიც გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$V_g = \varphi \times \sqrt{J^m \times \alpha \times i \times l_0}$$

მდინარის წყალშემკრები აუზის მორფომეტრული პარამეტრების სიდიდეები განსაზღვრულია გეოინფორმაციული სისტემების (GIS) დახმარებით (ცხრილი 3.2), რომელშიც დამუშავდა 1:10

000 მასშტაბის ევროპის კოსმოსური სააგენტოს აეროფოტოგრაფიული რუკა, რომელიც მოცემულია ფიგურა 3.1-ზე.

რუკა 3.1 ხევის წყალშემკრები აუზი



რუკის საშუალებით გამოთვლილი მორფომეტრიული ელემენტები და მოცემულია ცხრილ 3.2-სა და 3.3-ში.

ცხრილი 3-2 მდ. ლერწიანას მორფომეტრიული პარამეტრები

დასახელება	ხევი
აუზი	კასპიის ზღვის
რაიონის კლიმატური კოეფიციენტი, $K_{კლ}= 3-8$	4
ნიადაგის კატეგორია, $\xi=K_{ნიადაგი}=2-6$	4
წყალშემკრები აუზის უმაღლესი ∇ , მ.ზ.დ.	1137.0
მდინარის სათავის ∇ , მ.ზ.დ.	1130.0
წყალშემკრები აუზის ფართობი F , კმ ²	0.89
მდინარის სიგრძე L , კმ	2.24
წყალშემკრები აუზის მაქს. სიგანე $B_{მაქს}$, კმ	0.65

დამლილი/დამეწყრილი/გამიმზღვლებული, ა%	2.0
წყალშემკრები აუზის საშუალო დახრილობა, %	18.0
შენაკადების სიგრძეთა ჯამი Σl , კმ	3.83
წყალშემკრები აუზის ტყის ფართობი F_{ϕ} , კმ ²	0.22
სათავე ნაგებობის კვეთის ∇ , მ.ზ.დ.	978.0

ცხრილი 3-3 მორფომეტრიული მახასიათებლები

დასახელება	$J_{\text{მდ.}}$	$i_a\%$	ξ	ρ	K	σ	l
ხევი	0.067	18	0.27	0.34	4	1.16	0.95

განსაზღვრული მორფომეტრიული მახასიათებლების გამოყენებით გამოთვლილია ხევის წყლის უდიდესი ხარჯი სხვადასხვა უზრუნველყოფით.

წყლის უდიდესი ხარჯი სხვადასხვა უზრუნველყოფით მოცემულია ცხრილ 3.4-ში.

ცხრილი 3-4 სხვადასხვა უზრუნველყოფით წყლის უდიდესი ხარჯი, მ³/წმ

დასახელება	F, კმ ²	უზრუნველყოფა, %											
		Q _{0.1%}	Q _{0.2%}	Q _{0.5%}	Q _{1%}	Q _{2%}	Q _{3%}	Q _{4%}	Q _{5%}	Q _{10%}	Q _{20%}	Q _{25%}	Q _{50%}
ხევი	0.89	16.9	13	9.15	7.03	5.4	4.63	4.15	3.82	2.92	2.25	2.07	1.59

3.1 ჩამონადენი წყლის ნაკადის მაქსიმალური ხარჯის ჰიდროგრაფის აგება თავსხმა წვიმის დროს

3.1.1 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.

3.1.2 ერთწვერიანი ჰიდროგრაფის ელემენტები და მისი ანგარიში

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.

ჩამონადენი წყლის ნაკადის მოცულობა (W) ტოლია:

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

სადაც:

α - ჩამონადენის წყლის ნაკადის კოეფიციენტი;

H - თავსხმა წვიმის დროს წარმოქმნილი ნალექის სიდიდე, მმ;

F - წყალშემკრები აუზის ფართობი, კმ².

$$W_{\text{ბევი}} = 17967.40 \text{ მ}^3$$

დრო ჩამონადენი წყლის მაქსიმალური ხარჯის კლების პერიოდში

დროის ხანგრძლივობა მაქსიმალური ხარჯის კლების პერიოდში, გამოითვლება შემდეგი

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

სადაც:

t_3 - დრო ხარჯის კლების პერიოდში, წთ;

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

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

W_a - 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 3.6-ში.

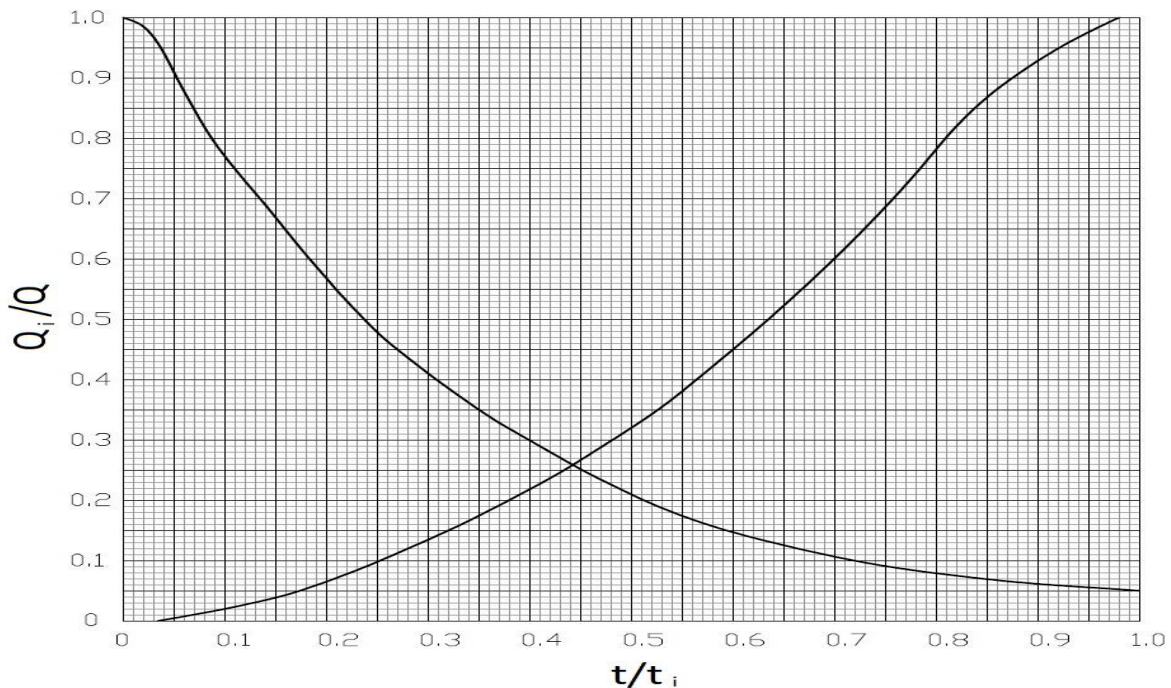
ცხრილი 3-5 ჩამონადენი წყლის ნაკადის ხარჯის მატებისა და კლების ელემენტები

წყლის სიმღვრივე და მყარი ნატანი	ხვეი
t_a - ჩამონადენი წყლის ხარჯის მატების დრო, წთ	48.02
t_3 - ჩამონადენი წყლის ხარჯის კლების დრო, წთ	73.91
W - ჩამონადენი წყლის მოცულობა, მ ³	17967.40
W_a - ჩამონადენი წყლის მოცულობა ხარჯის მატებისას, მ ³	8101.54
W_3 - ჩამონადენი წყლის მოცულობა ხარჯის კლებისას, მ ³	9865.86
S - მყარი ჩამონადენის მოცულობა, მ ³	127.56
Ψ - ეროზიის კოეფიციენტი	0.007
ρ - სელური წყლის ნაკადის სიმღვრივე, კგ/მ ³	18.46
γ -წყლის ნაკადისა და ნატანის მოცულობითი წონა, კგ/მ ³	1025.56

3.1.3 ჩამონადენი წყლის ნაკადის მაქსიმალური ხარჯის ჰიდროგრაფი

წყლის ნაკადის ხარჯის ჰიდროგრაფი აგებულია გრაფიკულ-ანალიტიკური წესით, ანუ იმ მრუდების დახმარებით, რომელთა კოორდინატების შეფარდებითი მნიშვნელობები მიღებულია მთის მდინარეებზე მრავალი დაკვირვებით განსაზღვრული ჰიდროგრაფების აგებით, რომელიც მოცემულია ფიგურა 3.3-ზე.

ფიგურა 3.3 $\frac{t}{t_i}$ და $\frac{Q_t}{Q}$ კოორდინატებით აგებული მრუდები



ჰიდროგრაფი აგებულია სპეციალურად დაწერილი პროგრამით, ჩამონადენი წყლის ნაკადის ხარჯის მატებისა და კლების დროს ას ნაწილად დაყოფილ მნიშვნელობითა და შესაბამისი წყლის ხარჯის სიდიდეებით, სადაც გამოყენებულია $\frac{t}{t_0}$, $\frac{Q}{Q_0}$, $\frac{t}{t_3}$ და $\frac{Q}{Q_3}$ კოეფიციენტები.

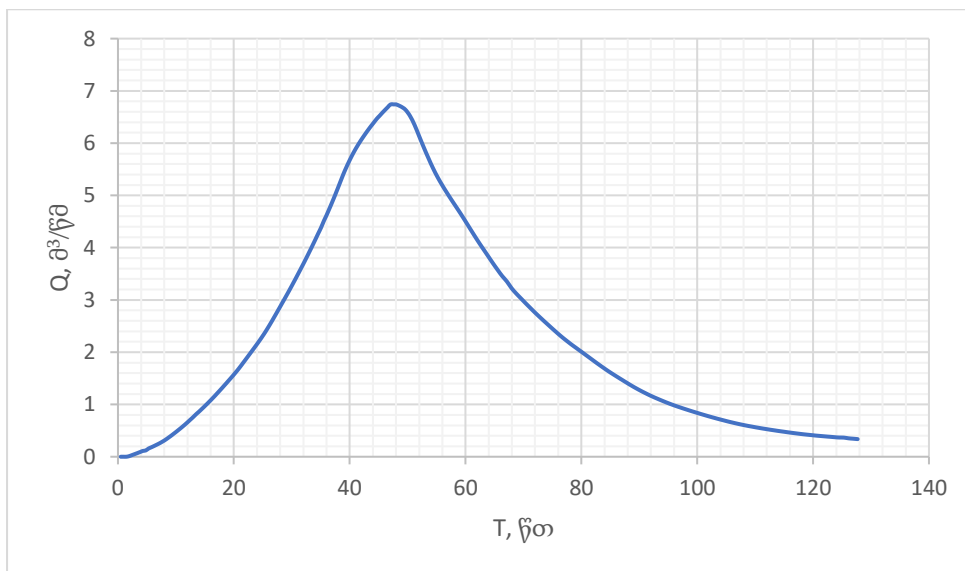
Q – ჩამონადენი წყლის ნაკადის უდიდესი ხარჯი, მ³/წმ;

t_0-t_1 - კალაპოტში წყლის ნაკადის მატების დრო, წთ;

t_3-t_1 - წყლის ნაკადის კლების დრო, წთ.

წყალმოვარდნის დროს ჩამოდენილი წყლის ნაკადის მატებისა და კლების ჰიდროგრაფები მოცემულია ფიგურა 3.4-ზე.

ფიგურა 3.4 ხევის წყლის მატებისა და კლების ჰიდროგრაფი



3.2 ჩამონადენი წყლის ნაკადის მყარი ნატანი თავსხმა წვიმის დროს

3.2.1 მყარი ნატანის პარამეტრების ანგარიში

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“ ავტორი გ. დ. როსტომოვი.

აღნიშნული მეთოდის თანახმად, თავსხმა წვიმით გამოწვეული წყალმოვარდნის 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:

$$\Psi = 1 - e^{-0,07 \times \omega \% \times i_{კალ}}$$

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

ρ - წყლის ნაკადის სიმღვრივე და გამოითვლება ფორმულით:

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

სადაც:

γ_H - ნატანის ერთეული მოცულობის წონა, ტ/მ³

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.

მყარი ნატანის ელემენტები და სიდიდე მოცემულია ცხრილ 3.7-ში.

ცხრილი 3-6 მყარი ნატანის ელემენტები

დასახელება	$\omega, \%$	α	H, მმ	$i_{კალ}$	$\gamma, \text{ტ/მ}^3$	$\gamma_B, \text{ტ/მ}^3$	$\gamma_B, \text{ტ/მ}^3$	Ψ	S, მ ³	$\rho, \text{კგ/მ}^3$
ხვი	2.0	0.44	46.1	0.96	1	2.6	1.02	0.007	127.6	18.5

3.2.2 მყარი ნატანის გრაფიკის აგება

მყარი ნატანის გრაფიკის ასაგებად უდიდესი ხარჯის სიდიდე მრავლდება K კოეფიციენტზე,

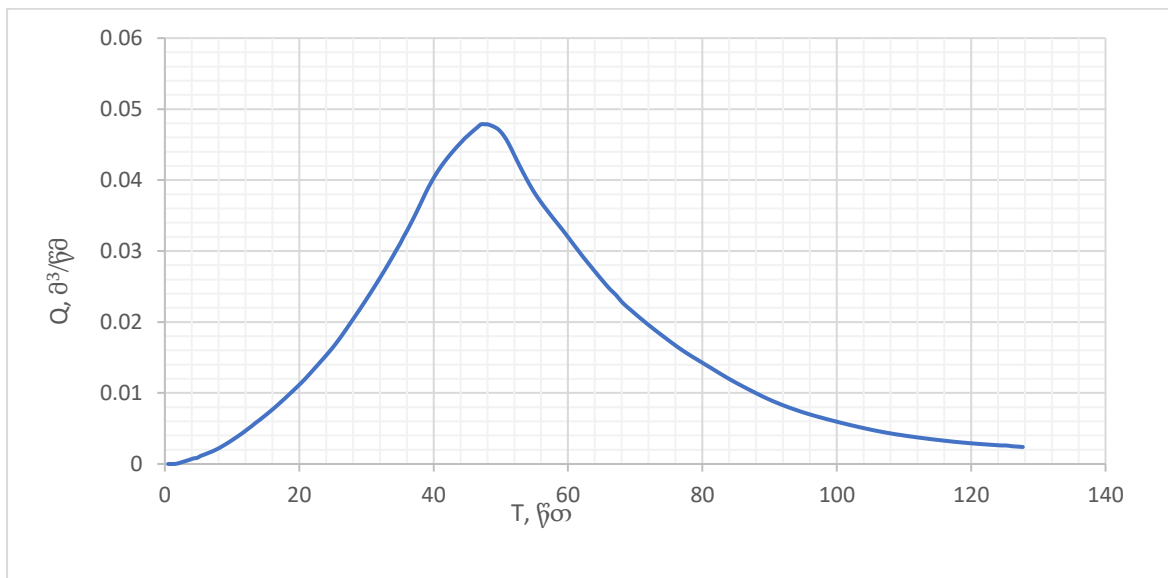
სადაც

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

$K_{ხევი} = 0.0071$

წყლის ნაკადის თავსხმა წვიმის დროს მყარი ნატანის გრაფიკი მოცემულია ფიგურა 3.5-ზე.

ფიგურა 3.5 ხევის წყლის ნაკადის მყარი ნატანის გრაფიკი



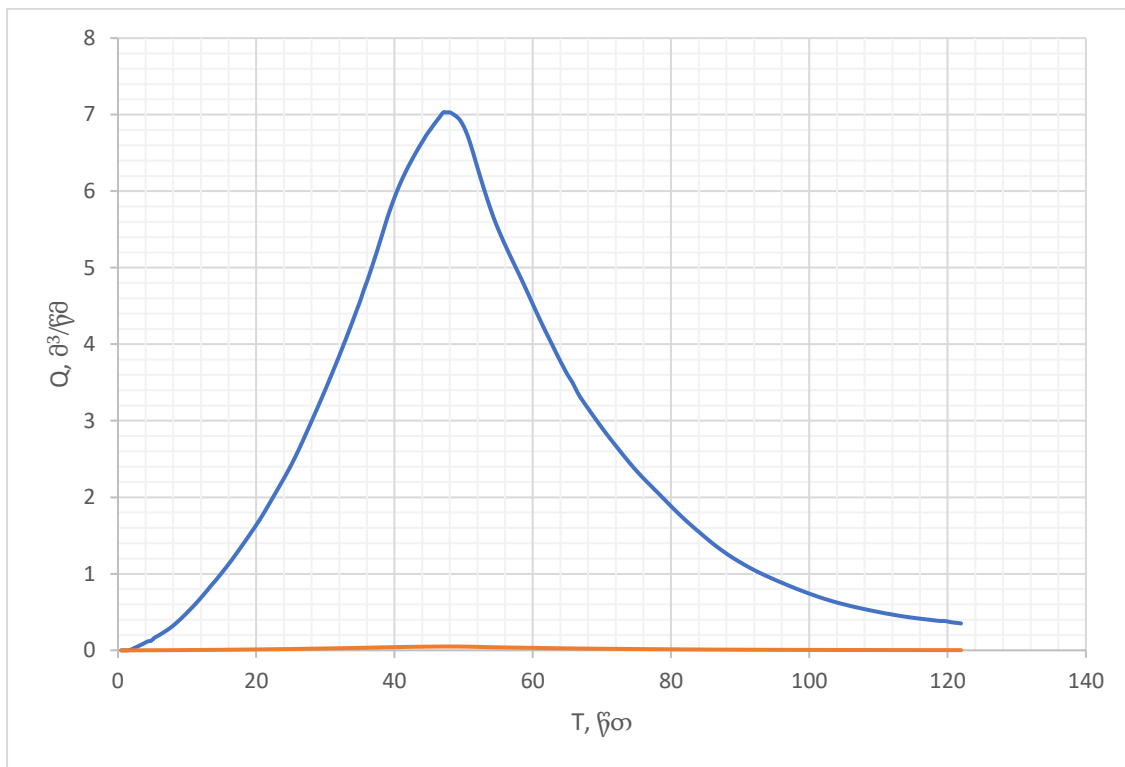
3.2.3 ჩამონადენი წყლის მაქსიმალური ხარჯის ჰიდროგრაფი და მყარი ნატანის გრაფიკი

თავსხმა წვიმის დროს, წყლის ნაკადის მაქსიმალური ხარჯის ჰიდროგრაფი და მყარი ნატანის გრაფიკი აგებულია მონაცემებით, რომელიც მოცემულია ცხრილ 3.6-ში, ხოლო ჰიდროგრაფი და გრაფიკი ფიგურა 3.6-ზე.

ცხრილი 3.6 წყლის მაქსიმალური ხარჯის ჰიდროგრაფისა და მყარი ნატანის პარამეტრები

დასახელება	t_a , წთ	t_s , წთ	S, მ ³	Ψ	ρ , კგ/მ ³	Q, მ ³ /წმ	W, მ ³
ხევი	48.02	73.91	127.56	0.007	18.46	7.03	17967.4

ფიგურა 3.6 ხევის წყლის 100 წლიანი ხარჯის ჰიდროგრაფი და მყარი ნატანის გრაფიკი



4 გამოყენებული ლიტერატურა და პროგრამული უზრუნველყოფა

1. მსოფლიო კლიმატური ორგანიზაციის ვებ-გვერდი (<https://en.climate-data.org>)
2. Технические указания по расчету максимального стока рек в условиях кавказа, Тбилиси 1980
3. "Ресурсы поверхност вод СССР" Том 9 Ленинград 1969 გ. ნ. ხმალამის რედაქციით;
4. ESA-ს (ევროპის კოსმოსური სააგენტო) აეროფოტოსურათი;
5. გეოინფორმაციული სისტემა GIS;