

ჰიდროლოგია

ვინაიდან მდინარის ჩამონადენის არსებული მონაცემები განეკუთვნება 1928-1940 და 1953-1990 წლებს და 1990 წლის შემდგომი მონაცემები არ არსებობს, შესწავლილ იქნა მდინარე თერგის ჩამონადენზე კლიმატის ცვლილების შესაძლო გავლენა. კლიმატის ცვლილების საერთაშორისო კვლევების (ლიტერატურული წყარო /3/) მიხედვით საქართველოს ტერიტორიაზე კლიმატის ცვლილების ეფექტები მეტად სუსტია. ზოგადად, ტრენდი ისეთია, რომ ზაფხული იქნება უფრო მშრალი, ხოლო ზამთარი უფრო ნოტიო, რაც დადებითი ფაქტორია ჰიდროენერგეტიკის თვალსაზრისით.

თავი 5-ის დანარჩენი ნაწილი უცვლელადაა გადმოტანილი განხორციელებადობის შესწავლიდან (Feasibility Study).

5.1. წყალშემკრები აუზი

მდინარე თერგი სათავეს იღებს კავკასიონის ქედზე, მთა ზილგახოსის (3856 მ) ჩრდილოეთ კალთებზე 3400 მეტრის სიმაღლეზე და ერთვის კასპიის ზღვას რუსეთის ფედერაციის ტერიტორიაზე აგრახანის ნახევარკუნძულის ჩრდილოეთით.

მდინარის სიგრძე სათავიდან საპროექტო ჰესის სათავე ნაგებობის კვეთამდე 58.2 კმ-ია, საერთო ვარდნა 2537 მ, საშუალო ქანობი 43.6‰, წყალშემკრები აუზის ფართობი კი 900 კმ²-ია. საპროექტო ჰესის სააგრეგატო შენობის კვეთამდე მდინარის სიგრძე 59,6 კმ, საერთო ვარდნა 2598 მ, საშუალო ქანობი აქაც 43.6‰, წყალშემკრები აუზის ფართობი კი 980 კმ²-ია.

სათავიდან საპროექტო ჰესის სააგრეგატო შენობის კვეთამდე მდინარეს ერთვის პირველი რივის 34 შენაკადი საერთო სიგრძით 210 კმ. მათგან მნიშვნელოვანია მდ. სნოსწყალი, ბაიდარა, მნაისი, სუათისი, გიმარა, დესიკამი, ამალი, ჩხერი, ყურო და ქისტურა. მდინარეები მნაისი, სუათისი და დესიკამი დვარცოფული მდინარეებია. ცნობილია, რომ 1953 წლის 17 აგვისტოს და 1967 წლის 6 აგვისტოს მდ. თერგის სხვა შენაკადებზე და აღნიშნულ მდინარეებზე გავლილმა დვარცოფულმა ნაკადმა გადააკეტა მდინარის კალაპოტი, რომლის გარღვევის შემდეგ სერიოზული მატერიალური ზარალი განიცადა ყაზბეგის რაიონმა. განსაკუთრებით აღსანიშნავია მდ. ამალი, რომლის მარჯვენა შენაკადზე (სათავეს იღებს დევდორაკის მყინვარიდან) რამდენჯერმე ადგილი ჰქონდა მყინვარის ენის მოწყვეტას და მის გადაადგილებას მდ.თერგისკენ. თეორიული გაანგარიშებებით დადგენილია, რომ მყინვარის მოწყვეტილ და მდ. ამალის ხეობაში დიდი სიჩქარით დაცურებულ მყინვარის ენას შეუძლია გადააკეტოს მდ. თერგის კალაპოტი, შეტბოროს და შეაგუბოს წყალი. შეტბორვის წარმომქმნელი ყინულის ენის უეცარი გარღვევისა და დაგუბებული წყლის გამოვარდნის შემთხვევაში აუცილებლად მოსალოდნელია კატასტროფული შედეგები.

მდინარე თერგის აუზის გეოლოგიურ აგებულებაში მონაწილეობენ ქვედა, შუა და ზედა იურული ფიქლები, ქვიშაქვები, კირქვები და მერგელები. მნიშვნელოვანი გავრცელება აქვთ ასევე უახლეს (მეოთხეულ) ეოზოენის, წყაროების მიერ დალექილ კირვან ტუფებს, ტრავერტინებს, მყინვარულ და მდინარეულ განფენებს. აღსანიშნავია, რომ აქაური ახალგაზრდა ვულკანები ეროზიული წარმოშობის მქონე მთიან, დანაწევრებულ ზედაპირზე მდებარეობენ.

აუზში ძირითადად გავრცელებულია ალპური და სუბალპური მდელოები. აქ ტყე თითქმის არ არსებობს. ცალკეულ ადგილებში, ძირითადად შენაკადთა ხეობების ქვედა ნაწილებში, გავრცელებულია ფოთლოვანი ბუჩქნარი.

აუზის ნიადაგური საფარი ძირითადად წარმოდგენილია მთა-მდელოს კორდიანი და მთა-ტყე-მდელოს ნიადაგებით, რომელთა გარკვეული ნაწილი ჩამორეცხილია.

აუზში ფართოდ არის გავრცელებული მყინვარები, რომლებსაც მნიშვნელოვანი როლი ენიჭებათ მდინარეთა საზრდოობაში. მყინვარებიდან შედარებით დიდია სუათისი, მნა, ორწყვრი და დევდორაკი.

მდინარის ხეობა სათავიდან სოფ. რესიმდე V-ეს ფორმისაა. ქვემოთ, სოფ. ოქროყანამდე განივრდება და ყუთისმაგვარ ფორმას იძენს. ამ მონაკვეთზე, სადაც ხეობის ფსკერის სიგანე 1-1.3 კმ-ია, მდ. თერგი იტოტება და ქმნის რამდენიმე კუნძულს. სოფელ ოქროყანასთან ხეობა კვლავ ვიწროვდება დაახლოებით 2 კმ-ის სიგრძეზე და შემდეგ ისევ განივრდება.

მდინარის კალაპოტი ზომიერად კლაკნილი და გაგანიერებულ ადგილებში დატოტილია. საპროექტო ჰესის დერივაციის უბანზე მდინარე მიედინება ღრმად ჩაჭრილ ერთ კალაპოტში. ნაკადის სიღრმე სათავეებიდან ქვემოთ იცვლება 0.6-დან 1.5 მ-მდე, სიგანე 13 მ-დან 20 მეტრამდე, ხოლო

სიჩქარე 1.7 მ/წმ-დან 2.4 მ/წმ-მდე. კალაპოტის ფსკერი არასწორი, კლდოვანი და ჩახერგილია დიდი ზომის ლოდებით.

მდინარე საზრდოობს მყინვარების, თოვლის, წვიმის და გრუნტის წყლებით. მისი წყლიანობის რეჟიმი ხასიათდება გაზაფხულ-ზაფხულის წყალდიდობით და არამდგრადი წყალმცირობით წლის სხვა პერიოდებში. გაზაფხულ-ზაფხულის წყალდიდობა, გამოწვეული თოვლისა და მყინვარების დნობითა და წვიმებით, ჩვეულებრივ იწყება აპრილში, მაქსიმუმს აღწევს ივლისში და მთავრდება სექტემბერში. წყლის მინიმალური დონეები აღინიშნება თებერვალში.

საქართველოს ტერიტორიაზე მდ. თერგი სამეურნეო საქმიანობაში არ გამოიყენება.

5.2. კლიმატი

მდინარე თერგის აუზი საპროექტო კვეთამდე მდებარეობს კავკასიონის ქედის ჩრდილოეთ ფერდობზე, რომელიც გახსნილია რუსეთის ბარისკენ, რის გამო აქ დაუბრკოლებლად შემოდის ჩრდილოეთის ცივი არქტიკული ჰაერის მასები. ამიტომ აქ ზამთარი მკაცრია, ზაფხული კი შედარებით გრილი.

რაიონში გაბატონებული კლიმატური პირობების მაფორმირებელი ერთ-ერთი ძირითადი ფაქტორია ჰაერის ტემპერატურა, რომლის საშუალო თვიური და წლიური მნიშვნელობები, საპროექტო კვეთამდე მდინარის აუზში არსებული მეტეოროლოგიური სადგურების მრავალწლიური დაკვირვების მონაცემების მიხედვით, მოცემულია ცხრილში 5.1.

ცხრილი 5.1: ჰაერის საშუალო თვიური და წლიური ტემპერატურები, t°C

მეტეო/სადგ.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	წელი
ყაზბეგი მ/მთ	-15.0	-15.3	-12.2	-8.0	-3.5	-0.3	3.0	3.4	0.0	-4.1	-8.6	-12.3	-6.1
ყაზბეგი	-5.2	-4.7	-1.5	4.0	9.0	11.8	14.4	14.4	10.6	6.6	1.5	-2.6	4.9
კობი	-8.0	-6.6	-2.9	2.7	8.1	11.6	13.8	13.9	9.8	5.2	-0.5	-5.4	3.5
ჯერის უღ/ტ-ი	-11.4	-10.8	-7.2	-1.6	3.8	7.8	10.5	10.6	6.8	2.1	-4.6	-8.7	-0.2

რაიონში ჰაერის აბსოლუტური მაქსიმალური ტემპერატურა დაფიქსირებულია ქ. ყაზბეგში და შეადგენს 32⁰-ს. ქვემოთ, ცხრილში 5.2, მოცემულია ჰაერის აბსოლუტური მაქსიმალური ტემპერატურები იმავე მეტეოსადგურების მრავალწლიური დაკვირვების მონაცემების მიხედვით.

ცხრილი 5.2: ჰაერის აბსოლუტური მაქსიმალური ტემპერატურები t°C

მეტეო/სადგ.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	წელი
ყაზბეგი მ/მთ	1	3	5	9	10	11	16	16	14	12	8	4	16
ყაზბეგი	13	14	20	23	26	29	32	32	30	27	22	18	32
კობი	10	12	16	20	24	26	27	28	27	24	19	16	28
ჯერის უღ/ტ-ი	7	10	14	15	19	23	27	27	27	19	15	8	27

აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურა დაფიქსირებულია ყაზბეგის მაღალმთიან მეტსადგურზე და შეადგენს - 42⁰-ს. ქვემოთ, ცხრილში 5.3, მოცემულია ჰაერის აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურები იმავე მეტეოსადგურების მრავალწლიური დაკვირვების მონაცემების მიხედვით.

ცხრილი 5.3: ჰაერის აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურები t°C

მეტეო/სადგ.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	წელი
ყაზბეგი მ/მთ	-42	-40	-34	-30	-19	-11	-10	-10	-18	-23	-31	-37	-42
ყაზბეგი	-34	-32	-25	-19	-10	-2	0	-1	-8	-16	-20	-28	-34
კობი	-34	-31	-26	-18	-12	-2	0	-2	-10	-19	-23	-30	-34
ჯვრის უღ/ტ-ი	-38	-33	-30	-24	-13	-5	-4	-4	-12	-20	-25	-32	-38

როგორც წარმოდგენილი ცხრილებიდან ჩანს, რაიონში ყველაზე ცხელი თვე აგვისტოა, ყველაზე ცივი კი იანვარი.

რაიონში ნალექების წლიური რაოდენობის სიდიდე დამოკიდებულია მდ. თერგის აუზის ჰიპსომეტრიულ განვითარებაზე, ამიტომ ნალექების უდიდესი რაოდენობა დაფიქსირებულია მაღალ ნიშნულზე არსებულ მეტსადგურებზე. აქვე აღსანიშნავია, რომ ნალექების წლიური მსვლელობა ხასიათდება მაქსიმალური რაოდენობით წლის თბილ (IV–X) პერიოდში და მინიმალური რაოდენობით წლის ცივ (XI–III) პერიოდში.

ნალექების საშუალო თვიური რაოდენობა და წლიური ჯამი იმავე მეტ-სადგურების მრავალწლიური დაკვირვების მონაცემების მიხედვით, მოცემულია ცხრილში 5.4.

ცხრილი 5.4: ნალექების საშუალო თვიური რაოდენობა და წლიური ჯამი მმ-ში

მეტეო/სადგ.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	წელი
ყაზბეგი მ/მთ	63	71	95	147	183	165	150	169	121	99	83	58	1404
ყაზბეგი	22	28	43	73	105	99	87	85	68	51	33	24	718
კობი	39	54	78	101	139	135	122	98	91	77	59	47	1040
ჯვრის უღ/ტ-ი	81	104	119	147	198	177	143	122	110	108	102	92	1503

რაიონში ერთ დღე-ღამეში მოსული ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა საკმაოდ მაღალია. მეტსადგურ კობის მრავალწლიური დაკვირვების მონაცემებით, 1899 წლის 21 ოქტომბერს ერთ დღე-ღამეში მოსული ნალექების რაოდენობამ 115 მმ-ი შეადგინა. ნალექების დღე-ღამური მაქსიმუმების სხვადასხვა უზრუნველყოფის სიდიდეები მეტსადგურ ყაზბეგისა და კობის მრავალწლიური დაკვირვების მონაცემების მიხედვით, მოცემულია ცხრილში 5.5.

ცხრილი 5.5: ნალექების დღე-ღამური მაქსიმუმების სხვადასხვა უზრუნველყოფის სიდიდეები

მეტეოსადგური	საშუალო მაქსიმუმი	უზრუნველყოფა %						დაკვირვებული მაქსიმუმი	
		63	20	10	5	2	1	მმ	თარიღი
ყაზბეგი	48	41	59	70	82	100	114	111	1.11.1965
კობი	57	46	72	86	98	112	120	115	21.10.1899

რაიონში წყლის ორთქლის დრეკადობის (აბსოლუტური სინოტივის) საშუალო წლიური მაჩვენებელი დიდი არ არის. მისი მნიშვნელობა კლებულობს სიმაღლის მატებასთან ერთად. აბსოლუტური სინოტივისა და სინოტივის დეფიციტის წლიური მსვლელობა პრაქტიკულად ემთხვევა ჰაერის ტემპერატურის წლიურ მსვლელობას.

რაიონში ქრის ყველა მიმართულების ქარი, მაგრამ მდ. თერგის ხეობის შედარებით დაბალ ნიშნულზე (მ/ს ყაზბეგი, კობი) გაბატონებულია სამხრეთის მიმართულების, ყაზბეგის მაღალმთიან მეტსადგურზე დასავლეთის, ხოლო ჯვრის უღელტეხილზე ჩრდილო-აღმოსავლეთის მიმართულების ქარები.

ქარების მიმართულებების განმეორებადობა და შტილების რაოდენობა წლიურიდან, იმავე მეტსადგურების მრავალწლიური დაკვირვების მონაცემების მიხედვით, მოცემულია ცხრილ 5.6-ში.

ცხრილი 5.6: ქარის მიმართულებების განმეორებადობა და შტილების რაოდენობა %-ში
წლიურიდან

მეტსადგური	ჩ	ჩა	ა	სა	ს	სდ	დ	ჩდ	შტილი
ყაზბეგი მ/მთ	2	1	2	1	2	6	76	10	38
ყაზბეგი	25	2	1	4	57	9	1	1	30
კობი	11	9	2	10	41	25	2	0	39
ჯვრის უღ/ტ	7	31	1	6	23	23	8	1	38

ქარის საშუალო წლიური სიჩქარის მაქსიმალური სიდიდე აღინიშნება ყაზბეგის მაღალმთიან მეტსადგურზე. ჯვრის უღელტეხილზე და ხეობაში არსებულ მეტეოსადგურებზე ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე 2.0 მ/წმ-ს არ აღემატება. ამასთან, ქარის საშუალო თვიური მაქსიმუმები ფიქსირდება ზამთრის თვეებში, მინიმუმი კი ზაფხულში.

ქარის საშუალო თვიური და წლიური სიჩქარეები იმავე მეტსადგურების მრავალწლიური დაკვირვების მონაცემების მიხედვით, მოცემულია ცხრილში 5.7.

ცხრილი 5.7: ქარის საშუალო თვიური და წლიური სიჩქარე მ/წმ-ში.

მეტსადგური	ფლიუგერის სიმაღლე	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	წელი
ყაზბეგი მ/მთ	11 მ.	7.0	7.5	7.4	7.0	6.1	4.8	5.0	5.4	6.4	7.1	6.6	6.8	6.4
ყაზბეგი	9 მ.	2.6	2.6	2.4	2.0	1.6	1.5	1.4	1.6	1.7	2.0	2.2	2.5	2.0
კობი	10 მ.	1.7	1.9	1.9	1.3	1.4	1.3	1.5	1.4	1.6	1.5	1.9	1.7	1.6
ჯვრის უღ/ტ	11 მ.	2.2	2.4	2.2	1.8	1.9	2.0	1.9	2.0	2.0	2.0	1.9	2.2	2.0

ქარის სხვადასხვა განმეორებადობის მაქსიმალური სიჩქარეები, მოცემულია ქვემოთ, ცხრილში 5.8.

ცხრილი 5.8: ქარის სხვადასხვა განმეორებადობის მაქსიმალური სიჩქარეები

მეტსადგური	ქარის მაქსიმალური სიჩქარე (მ/წმ) შესაძლებელი ერთჯერ				
	1 წელში	5 წელში	10 წელში	15 წელში	20 წელში
ყაზბეგი მ/მთ	49	57	60	63	65
ყაზბეგი	14	17	19	20	21
კობი	21	25	26	27	28

5.3. ჰიდროლოგიური მონაცემები

მდინარე თერგის საშუალო წლიური ხარჯების საანგარიშო სიდიდეების დასადგენად საპროექტო კვეთში, გამოყენებულია ანალოგის მეთოდი. ანალოგად აღებულია ჰიდროლოგიური საგუშაგო ყაზბეგის (სტეფანწმინდას) მრავალწლიური დაკვირვების მონაცემები. აღნიშნული მონაცემები მოიცავენ პერიოდს 1928-დან 1940 წლამდე და 1953-დან 1990 წლის ჩათვლით. 1940 წლიდან 1953 წლამდე გამოტოვებული წლების მონაცემების აღდგენა შეუძლებელია, ვინაიდან 1928 წლიდან 1976 წლამდე, მდ.თერგზე, ჰიდროლოგ/ს ყაზბეგსა და მის ქვემოთ არსებულ ჰიდროლოგიურ საგუშაგოებზე, რომელთა მონაცემებთან კორელაციური კავშირის დამყარებით შესაძლებელია გამოტოვებული წლების მონაცემების აღდგენა, დაკვირვებებს აწარმოებდა ჩრდილოეთ კავკასიის ჰიდრომეთეორიის სამსახური, რომლის მონაცემების მოპოვება დღეისთვის გარკვეულ სიძნელეებს

აღნიშნულის გამო, ჰიდროლოგიური დასაბუთების განმარტებით ბარათში არ არის წარმოდგენილი საშუალო თვიური ხარჯების სიდიდეები დაკვირვების წლების მიხედვით.

მიუხედავად აღნიშნულისა, გასულ წლებში, ჩვენ მიერ 1928 წლიდან 1975 წლამდე მოპოვებული ინფორმაციით საშუალო წლიური ხარჯების შესახებ, მიღებული იქნა 51 წლიანი ვარიაციული რიგი (1928-1940, 1953-1990), რომლის მიხედვით მდ. თერგის საშუალო წლიური ხარჯების სიდიდეები ჰ/ს ყაზბეგის კვეთში მერყეობენ 18.6 მ³/წმ-დან (1934 წ) 38.6 მ³/წმ-მდე (1987 წ).

აღნიშნული 51 წლიანი ვარიაციული რიგის სტატისტიკური დამუშავების შედეგად მომენტების მეთოდით, მიღებულია განაწილების მრუდის შემდეგი პარამეტრები:

$$\text{საშუალო წლიური ხარჯების საშუალო მრავალწლიური სიდიდე } Q_0 = \frac{\sum Q_i}{n} = 24.7 \text{ მ}^3/\text{წმ};$$

$$\text{ვარიაციის კოეფიციენტი } C_v = \sqrt{\frac{\sum (K-1)^2}{n-1}} = 0.14;$$

$$\text{ასიმეტრიის კოეფიციენტი } C_s = 2 \cdot C_v = 0.28.$$

დადგენილია ვარიაციული რიგის რეპრეზენტატიულობის შესაფასებელი პარამეტრები:

საშუალო წლიური ხარჯების საშუალო მრავალწლიური სიდიდის შეფარდებითი საშუალო

$$\text{კვადრატული ცდომილება, რაც ტოლია } \varepsilon_{Q_0} = \frac{C_v}{\sqrt{n}} \cdot 100 = 1.96 \%;$$

ვარიაციის კოეფიციენტის შეფარდებითი საშუალო კვადრატული ცდომილება

$$\varepsilon_{C_v} = \sqrt{\frac{1+C_v^2}{2 \cdot n}} \cdot 100 = 10.0 \%.$$

მიღებული პარამეტრები დამაკმაყოფილებელია, რადგან სამშენებლო ნორმებისა და წესების მოთხოვნების შესაბამისად $\varepsilon_{Q_0} \leq 5\%$ -ზე და $\varepsilon_{C_v} \leq 15\%$ -ზე.

განაწილების მრუდის მიღებული პარამეტრებისა და სამპარამეტრიანი გამა-განაწილების ორდინატების მეშვეობით დადგენილია მდ. თერგის საშუალო წლიური ხარჯების სხვადასხვა უზრუნველყოფის სიდიდეები ჰ/ს ყაზბეგის კვეთში.

გადასვლა ანალოგიდან (ჰ/ს ყაზბეგი) საპროექტო ჰესის დერივაციის სათავე ნაგებობის კვეთში განხორციელებულია გადამყვანი კოეფიციენტის მეშვეობით, რომლის სიდიდე მიიღება გამოსახულებით

$$K = \left(\frac{F_{sapr}}{F_{anal}} \right)^N$$

სადაც F_{sapr} - მდინარე თერგის წყალშემკრები აუხის ფართობია საპროექტო კვეთში, $F_{sapr} = 806$ კმ²-ს;

F_{anal} - მდინარე თერგის წყალშემკრები აუხის ფართობია ანალოგის, ანუ ჰ/ს ყაზბეგის კვეთში, $F_{anal} = 778$ კმ²-ს;

N -რელექციის ხარისხის მაჩვენებელია, რომლის სიდიდე საშუალო წლიური ხარჯების შემთხვევაში მიღებულია 0.8-ის ტოლი.

მოცემული რიცხვითი სიდიდეების შეყვანით ზემოთ მოყვანილ გამოსახულებაში, მიიღება ანალოგიდან საპროექტო კვეთში გადამყვანი კოეფიციენტის სიდიდე, რაც ტოლია 1.029-ის. ჰ/ს ყაზბეგის კვეთში დადგენილი საშუალო წლიური ხარჯების გადამრავლებით გადამყვან კოეფიციენტზე, მიიღება მდ. თერგის საშუალო წლიური ხარჯები საპროექტო ჰესის სათავე ნაგებობის კვეთში.

მდინარე თერგის საშუალო წლიური ხარჯების სხვადასხვა უზრუნველყოფის სიდიდეები ჰ/ს ყაზბეგისა და საპროექტო კვეთებში, მოცემულია ცხრილში 5.9.

ცხრილი 5.9: მდინარე თერგის სხვადასხვა უზრუნველყოფის საშუალო წლიური ხარჯები მ³/წმ-ში

კვეთი	F კმ ²	Q ₀ მ ³ /წმ	C _v	C _s	K	უზრუნველყოფა P %									
						10	25	50	75	80	90	95			

ჰ/ს ყაზბეგი	778	24.7	0.14	0.28	–	32.5	28.4	24.2	20.4	19.7	17.5	15.9
საპროექტო	806	25.4	–	–	1.029	33.4	29.2	24.9	21.0	20.3	18.0	16.4

საანგარიშო უზრუნველყოფის (10%, 50% და 90%) საშუალო წლიური ხარჯების შიდაწლიური განაწილება თვეების მიხედვით საპროექტო ჰესის სათავე ნაგებობის კვეთში, ჩატარებული ჰ/ს ყაზბეგის კვეთში საშუალო თვიური ხარჯების საშუალო მრავალწლიური სიდიდეების სინქრონულად. მიღებული შედეგები მოცემულია ცხრილში 5.10. იქვე მოცემულია მდინარის სანიტარიული ხარჯის სიდიდე (რაც ტოლია წყალაღების კვეთში მდინარის საშუალო მრავალწლიური ხარჯის 10%-ის) და ჰესის მიერ ასაღები წყლის რაოდენობა მდინარეში სანიტარიული ხარჯის დატოვების გათვალისწინებით.

ცხრილი 5.10: მდინარე თერგის საანგარიშო უზრუნველყოფის საშუალო წლიური ხარჯების შიდაწლიური განაწილება საპროექტო ჰესის სათავე ნაგებობის კვეთში.

$$F=806 \text{ კმ}^2, Q_0=25.4 \text{ მ}^3/\text{წმ}, Q_{\text{san.}}=2.54 \text{ მ}^3/\text{წმ}.$$

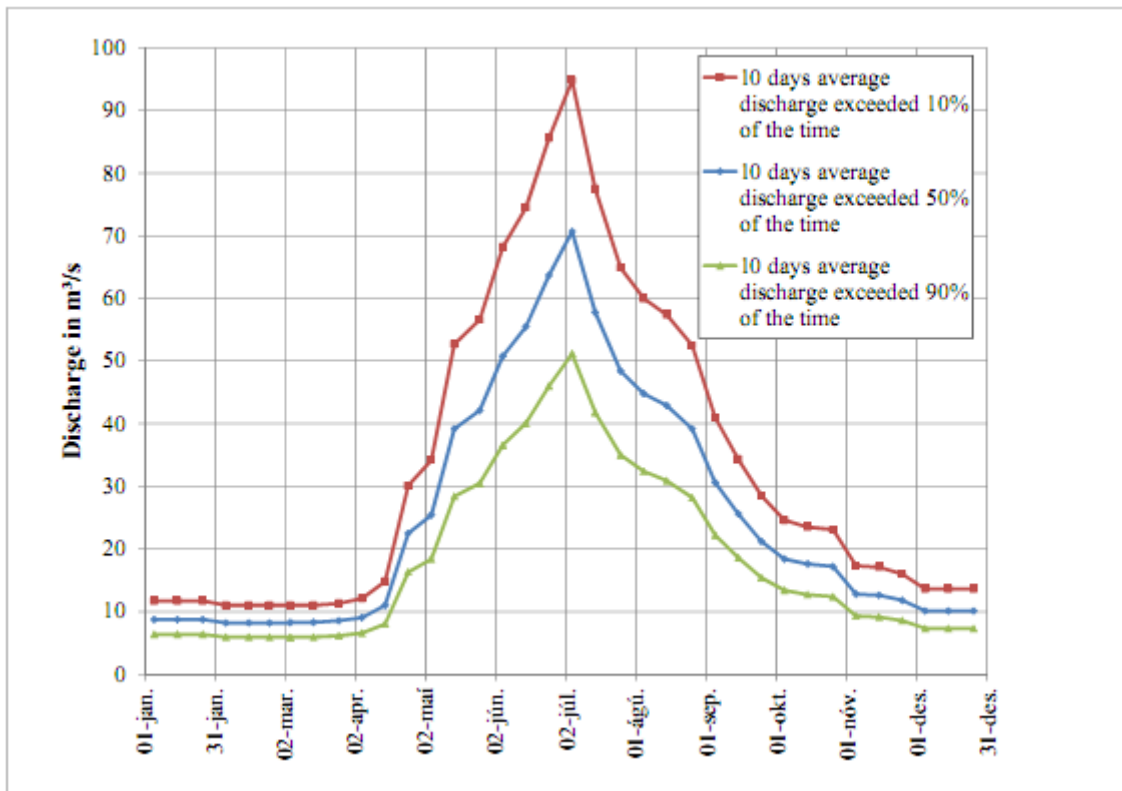
ხარჯი	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	წელი
10 %-იანი უზრუნველყოფის (უხეველიანი)													
საშ. თვიური სათავეზე	11.7	11.0	11.1	19.0	48.1	76.1	78.6	56.5	34.6	23.7	16.8	13.6	33.4
სანიტარიული ხარჯი	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54
ჰესის მიერ ასაღები	9.16	8.46	8.58	16.5	45.5	73.6	76.3	54.0	32.1	21.2	14.3	11.1	30.9
50 %-იანი უზრუნველყოფის (საშუალო წელიანი)													
საშ. თვიური სათავეზე	8.74	8.20	8.36	14.2	35.8	56.7	58.6	42.2	25.8	17.7	12.4	10.1	24.9
სანიტარიული ხარჯი	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54
ჰესის მიერ ასაღები	6.20	5.66	5.82	11.7	33.3	54.2	56.3	39.7	23.3	15.2	9.86	7.56	22.4
90 %-იანი უზრუნველყოფის (მცირე წელიანი)													
საშ. თვიური სათავეზე	6.37	5.92	6.00	10.3	25.9	40.9	42.4	30.4	18.7	12.8	9.00	7.31	18.0
სანიტარიული ხარჯი	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54
ჰესის მიერ ასაღები	3.83	3.38	3.46	7.80	23.4	38.6	39.9	27.9	16.2	10.3	6.46	4.77	15.5

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, მდ. თერგზე ჰ/ს ყაზბეგის კვეთში, 1928 წლიდან 1976 წლამდე დაკვირვებებს აწარმოებდა ჩრდილოეთ კავკასიის ჰიდრომეტეოროლოგიის სამსახური, რომელიც ინფორმაციას მდინარე თერგის ჩამონადენის შესახებ აქვეყნებდა ჩრდილოეთ კავკასიის ჰიდროლოგიურ წელწლიურებში. აღნიშნული ინფორმაციის მოპოვება დღეისთვის გარკვეულ სიძნელეებთან არის დაკავშირებული, რის გამოც ყოველდღიური ხარჯების მოყვანა განმარტებით ბარათში შეუძლებელია. ამიტომ ქვემოთ, ცხრილ 5.11-ში, მოცემულია საანგარიშო უზრუნველყოფის საშუალო წლიური ხარჯების შიდაწლიური განაწილება მხოლოდ დეკადების მიხედვით.

ცხრილი 5.11: მდინარე თერგის საანგარიშო უზრუნველყოფის საშუალო წლიური ხარჯების შიდაწლიური განაწილება საპროექტო ჰესის სათავე ნაგებობის კვეთში დეკადების მიხედვით

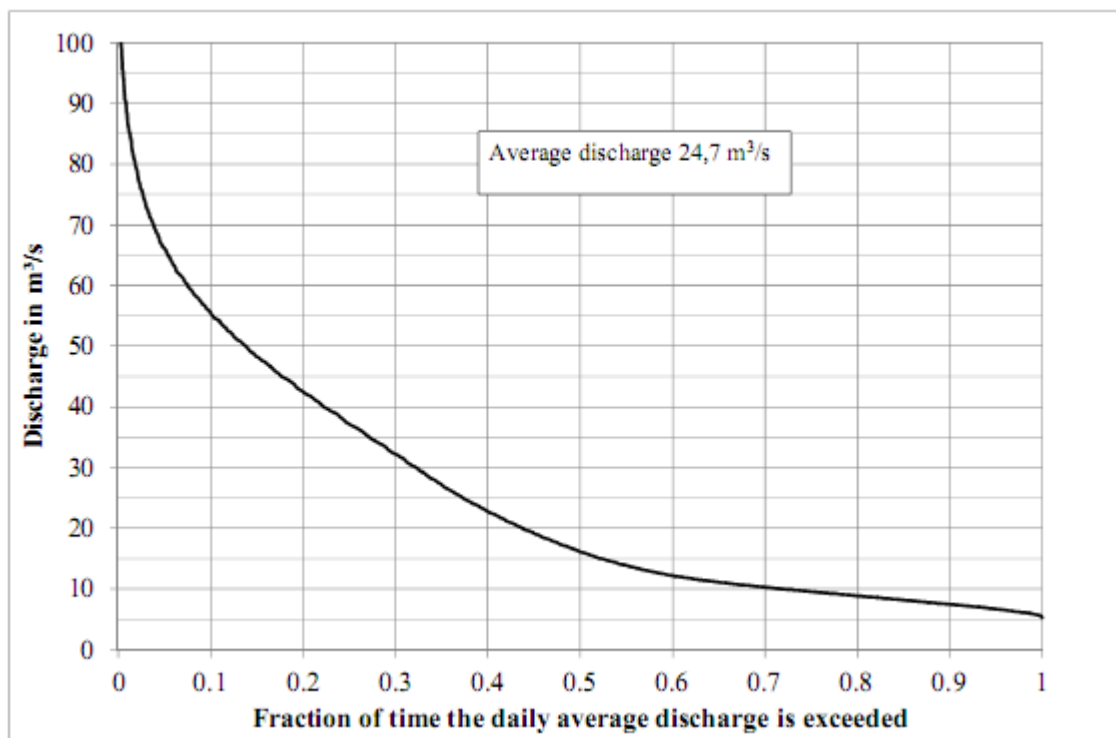
დეკადა	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	წელი
10 %-იანი უზრუნველყოფის (უხეველიანი)													
I	11.7	11.0	11.0	12.1	34.2	68.2	94.8	60.0	41.0	24.6	17.3	13.6	-
II	11.7	11.0	11.0	14.8	52.7	74.5	77.5	57.4	34.3	2.			

III	11.7	11.0	11.3	30.1	56.6	85.6	64.9	52.5	28.5	23.1	16.0	13.6	-
საშ. თვიური	11.7	11.0	11.1	19.0	48.1	76.1	78.6	56.5	34.6	23.7	16.8	13.6	33.4
50 %-იანი უზრუნველყოფის (საშუალო წყლიანი)													
I	8.74	8.20	8.24	9.04	25.4	50.8	70.7	44.8	30.6	18.4	12.8	10.1	-
II	8.74	8.20	8.28	11.0	39.2	55.5	57.8	42.9	25.6	17.6	12.6	10.1	-
III	8.74	8.20	8.55	22.5	42.1	63.7	48.4	39.2	21.2	17.2	11.8	10.1	-
საშ. თვიური	8.74	8.20	8.36	14.2	35.8	56.7	58.6	42.2	25.8	17.7	12.4	10.1	24.9
90 %-იანი უზრუნველყოფის (მცირე წყლიანი)													
I	6.37	5.92	5.91	6.58	18.4	36.6	51.2	32.4	22.2	13.4	9.30	7.31	-
II	6.37	5.92	5.94	8.02	28.4	40.1	41.8	30.9	18.6	12.7	9.14	7.31	-
III	6.37	5.92	6.14	16.3	30.5	46.0	35.0	28.2	15.4	12.4	8.56	7.31	-
საშ. თვიური	6.37	5.92	6.00	10.3	25.9	40.9	42.4	30.4	18.7	12.8	9.00	7.31	18.0



5.

ნახ. 5.1: დარიალის სათავე ნაგებობის კვეთში საშუალო დეკადური ხარჯების შიდაწლიური განაწილება



ნახ. 5.2: დარიალის ჰესის დინების ხანგრძლივობის მრუდი

5.4. მაქსიმალური ხარჯები

მდინარე თერგის წყლის მაქსიმალური ხარჯების საანგარიშო სიდიდეების დასადგენად საპროექტო კვეთში, გამოყენებულია ანალოგის მეთოდი. ანალოგად აღებულია ჰიდროლოგიური საგუშაგო ყაზბეგის მრავალწლიური დაკვირვების მონაცემები. აღნიშნული მონაცემები მოიცავენ პერიოდს 1928-დან 1940 წლამდე და 1953-დან 1990 წლამდე. აღნიშნული 51 წლიანი ვარიაციული რიგის სტატისტიკური დამუშავების შედეგად მომენტების მეთოდით, მიღებულია განაწილების მრუდის შემდეგი პარამეტრები:

მაქსიმალური ხარჯების საშუალო მრავალწლიური სიდიდე $Q_0 = \frac{\sum Q_i}{n} = 130 \text{ მ}^3/\text{წმ};$

ვარიაციის კოეფიციენტი $C_v = \sqrt{\frac{\sum(K-1)^2}{n-1}} = 0.55;$

ასიმეტრიის კოეფიციენტი $C_s = 4 \cdot C_v = 2.20.$

დადგენილია ვარიაციული რიგის რეპრეზენტატიულობის შესაფასებელი პარამეტრები:

მაქსიმალური ხარჯების საშუალო მრავალწლიური სიდიდის შეფარდებითი საშუალო

კვადრატული ცდომილება, რაც ტოლია $\varepsilon_{Q_0} = \frac{C_v}{\sqrt{n}} \cdot 100 = 7.70 \text{ \%};$

ვარიაციის კოეფიციენტის შეფარდებითი საშუალო კვადრატული ცდომილება

$\varepsilon_{C_v} = \sqrt{\frac{1+C_v^2}{2 \cdot n}} \cdot 100 = 11.3 \text{ \%}.$

მიღებული პარამეტრები დამაკმაყოფილებელია, რადგან სამშენებლო ნორმებისა და წესების მოთხოვნების შესაბამისად $\varepsilon_{Q_0} \leq 10\%$ და $\varepsilon_{C_v} \leq 15\%$.

დადგენილია ასევე საშუალო კვადრატული გადახრა, რაც ტოლია $\delta = 71.5$.

მომენტების მეთოდით მიღებული განაწილების მრუდის პარამეტრებისა და სამპარამეტრიანი გამა-განაწილების ორდინატების მეშვეობით დადგენილია მდ. თერგის მაქსიმალური ხარჯების სხვადასხვა უზრუნველყოფის სიდიდეები ჰ/ს ყაზბეგის კვეთში.

ვინაიდან ვარიაციის კოეფიციენტის სიდიდე აღემატება 0.50-ს, განაწილების მრუდის პარამეტრები დადგენილია ასევე გრაფო-ანალიზური მეთოდით, რომლის დროს ასიმეტრიის კოეფიციენტის სიდიდე განისაზღვრება როგორც დამრეცობის კოეფიციენტის S -ის ფუნქცია. მისი სიდიდე იანგარიშება გამოსახულებით

$$S = \frac{Q_{5\%} + Q_{95\%} - 2 \cdot Q_{50\%}}{Q_{5\%} - Q_{95\%}}$$

მაქსიმალური ხარჯების საშუალო მრავალწლიური სიდიდე კი გამოსახულებით

$$Q_0^I = Q_{50\%} - \Phi_{50\%} \cdot \delta$$

საშუალო კვადრატული გადახრა იანგარიშება შემდეგი სახის დამოკიდებულებით

$$\delta = C_v \cdot Q_0^I = \frac{Q_{5\%} - Q_{95\%}}{\Phi_{5\%} - \Phi_{95\%}}$$

სადაც $Q_{5\%}$, $Q_{50\%}$ და $Q_{95\%}$ - წყლის მაქსიმალური ხარჯების 5, 50 და 95 %-იანი უზრუნველყოფის სიდიდეებია, დადგენილი უზრუნველყოფის ემპირიული მრუდიდან;

$\Phi_{5\%}$, $\Phi_{50\%}$ და $\Phi_{95\%}$ - უზრუნველყოფის ბინომიალური მრუდის 5, 50 და 95% -იანი ნორმირებული ორდინატებია.

გრაფო-ანალიზური მეთოდით ჩატარებულმა ანგარიშებმა გამოავლინა განაწილების მრუდის შემდეგი პარამეტრები:

მაქსიმალური ხარჯების საშუალო მრავალწლიური სიდიდე $Q_0^I = 137$ მ³/წმ;

ვარიაციის კოეფიციენტი $C_v = 0.59$;

ასიმეტრიის კოეფიციენტი $C_s = 2.30$;

საშუალო კვადრატული გადახრა $\delta = 80.7$.

გრაფო-ანალიზური მეთოდით მიღებული პარამეტრებისა და განაწილების ბინომიალური მრუდის ნორმირებული ორდინატების მეშვეობით დადგენილია მდ. თერგის მაქსიმალური ხარჯების სხვადასხვა უზრუნველყოფის სიდიდეები ჰ/ს ყაზბეგის კვეთში.

გადასვლა ანალოგიდან (ჰ/ს ყაზბეგი) საპროექტო ჰესის სათავე ნაგებობის კვეთში განხორციელებულია გადაწყვეტილი კოეფიციენტის მეშვეობით, რომლის სიდიდე მიიღება იმავე გამოსახულებით, რომელიც გამოყენებულია საშუალო წლიური ხარჯების შემთხვევაში, ოღონდ რედუქციის ხარისხის მაჩვენებელი მაქსიმალური ხარჯებისას მიღებულია 0.5-ის ტოლი. აქედან, გადაწყვეტილი კოეფიციენტის სიდიდე მაქსიმალური ხარჯების შემთხვევაში ტოლი იქნება 1.018-ის. ჰ/ს ყაზბეგის კვეთში დადგენილი მაქსიმალური ხარჯების გადამრავლებით გადაწყვეტილი კოეფიციენტზე მიიღება მდ. თერგის მაქსიმალური ხარჯები საპროექტო ჰესის სათავე ნაგებობის კვეთში.

ორივე მეთოდით მიღებული მდ. თერგის მაქსიმალური ხარჯების სხვადასხვა უზრუნველყოფის სიდიდეები ჰ/ს ყაზბეგისა და საპროექტო ჰესის სათავე ნაგებობის კვეთში, მოცემულია 5.12 ცხრილში.

ცხრილი 5.12: მდინარე თერგის სხვადასხვა უზრუნველყოფის მაქსიმალური ხარჯები, მ³/წმ-ში

კვეთი	F კმ ²	მეთოდი	Q ₀ მ ³ /წმ	C _v	C _s	δ	უზრუნველყოფა P%						
							0.1	0.5	1	2	3	5	10
ჰ/ს ყაზბეგი	778	მომენტების	130	0.55	2.20	71.5	595	445	385	345	300	260	215
		გრაფო ანალიზ	137	0.59	2.30	80.7	645	505	440	380	345	300	240
საპროექტო K=1.018	806	მომენტების	132	-	-	-	605	455	390	350	305	265	220
		გრაფო ანალიზ	140	-	-	-	660	515	450	390	350	305	245

მდინარე თერგის წყლის მაქსიმალური ხარჯების საანგარიშო სიდიდებად საპროექტო კვეთში მიღებულია გრაფო-ანალიზური მეთოდით დადგენილი ხარჯები.

დერივაციის უბანზე მდ. თერგს მარჯვენა მხრიდან ერთვის რვა შენაკადი, რომელთა გადაკვეთა დაგეგმილია სადერივაციო მილსადენით (არხით), რის გამო დადგენილია მათი წყლის მაქსიმალური ხარჯებიც. აღნიშნული შენაკადები არ არიან შესაწავლილი ჰიდროლოგიური თვალსაზრისით. ამიტომ, მათი წყლის მაქსიმალური ხარჯების საანგარიშო სიდიდეები დადგენილია მეთოდით, რომელიც რეკომენდირებულია მაქსიმალური ხარჯების საანგარიშოდ 300 კმ²-მდე წყალშემკრები აუზის მქონე მდინარეებზე „კავკასიის პირობებში მდინარეთა მაქსიმალური ჩამონადენის საანგარიშო ტექნიკური მითითებით“ და ჰიდროლოგიური ცნობარით „სსრ კავშირის ზედაპირული წყლის რესურსები, ტომი IX, გამოშვება I“.

აღნიშნული მეთოდის თანახმად წყლის მაქსიმალური ხარჯები იანგარიშება შემდეგი ფორმულით

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

სადაც T – საპროექტო კვეთში წყლის მაქსიმალური ჩამონადენის კონცენტრაციის საანგარიშო დროა წუთებში. მისი მნიშვნელობა იანგარიშება ფორმულით

$$T = \left[\frac{L_{day}}{\varphi \cdot \sqrt{i^m_a \cdot \alpha \cdot l_0 \cdot K \cdot \tau^{0,27}}} \right]^{1,53} \text{ წუთი}$$

სადაც L_{day} – ნაკადის „დაყვანილი“ სიგრძეა მეტრებში. მისი მნიშვნელობა იანგარიშება გამოსახულებით

$$L_{day} = \frac{L}{S} + l_0 \text{ მეტრი}$$

აქ L – ნაკადის სიგრძეა მეტრებში მდინარის სათავიდან საპროექტო კვეთამდე.

S – მდინარის კალაპოტში და ხეობის ფერდობებზე ჩამომდინარე ნაკადების სიჩქარეების ფარდობაა.

l_0 – ფერდობის საანგარიშო სიგრძეა მეტრებში. იანგარიშება გამოსახულებით

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

სადაც F – მდინარის წყალშემკრები აუზის ფართობია კმ²-ში;

Σl – შენაკადების ჯამური სიგრძეა კმ-ში.

φ – აუზში არსებული ბალახეული საფარველის სიხშირეა. მისი მნიშვნელობა აიღება სპეციალურად დამუშავებული ცხრილიდან და ჩვენ შემთხვევაში ტოლია 0,34-ის;

i^m_a – წყალშემკრები აუზის ქანობა %-ში, ხოლო $m=0.6$ -ის;

α – მაქსიმალური ჩამონადენის კოეფიციენტი, მისი მნიშვნელობა მიიღება გამოსახულებით

$$\alpha = \xi \cdot (i + 0,1)^{0,345} \cdot T^{0,15}$$

აქ ξ – აუზში გავრცელებული ნიადაგის საფარველის მახასიათებელი კოეფიციენტი. მისი მნიშვნელობა იაღება სპეციალურად დამუშავებული რუკიდან და შესაბამისი ცხრილიდან.

i – აუზში მოსული თავსხმა წვიმის ინტენსივობაა მმ/წთ-ში; $i = \frac{H}{T}$;

აქ H – აუზში მოსული თავსხმა წვიმის საანგარიშო რაოდენობაა მმ-ში. მისი სიდიდე იანგარიშება გამოსახულებით

$$H = K \cdot \tau^{0,27} \cdot T^{0,31} \text{ მმ როდესაც } T \geq 20 \text{ წუთზე და}$$

$$H = 0,637 \cdot K \cdot \tau^{0,27} \cdot T^{0,46} \text{ მმ როდესაც } T \leq 20 \text{ წუთზე}$$

სადაც K – რაიონის კლიმატური კოეფიციენტი.

τ – განმეორებადობაა წლებში;

β – აუზში მოსული თავსხმა წვიმის არათანაბრად განაწილების კოეფიციენტი. მისი სიდიდე იანგარიშება ფორმულით

$$\beta = e^{-0,2 \cdot F^{0,6} \cdot \sqrt[3]{i \cdot T^{-0,25}}}$$

აქ e – ნატურალური ლოგარითმების საფუძველი;

δ – აუზის ფორმის კოეფიციენტი. მისი მნიშვნელობა მიიღება გამოსახულებით

$$\delta = 0,25 \cdot \frac{B_{\max}}{B_{sas}} + 0,75$$

სადაც B_{\max} – აუზის მაქსიმალური სიგანეა კმ-ში;

B_{sas} – აუზის საშუალო სიგანეა კმ-ში. მისი მნიშვნელობა მიიღება გამოსახულებით

$$B_{sas} = \frac{F}{L};$$

საპროექტო კვეთებში მდ. თერგის მარჯვენა შენაკადების წყლის მაქსიმალური ხარჯების საანგარიშოდ საჭირო მორფომეტრიული ელემენტების მნიშვნელობები, დადგენილი 1:25000 მასშტაბის ტოპოგრაფიული რუკიდან, მოცემულია ცხრილში 5.13.

ცხრილი 5.13: მდინარე თერგის მარჯვენა შენაკადების მორფომეტრიული ელემენტები

კვეთი	F კმ ²	L კმ	$i_{კალ}$	i_a %	Σl კმ	ξ	φ	K	δ
ხევი №1	7.95	5.10	0.384	62.0	4.80	0.27	0.34	7	1
ხევი №2	1.51	2.80	0.489	66.0	1.00	0.27	0.34	7	1
ხევი №3	1.09	3.15	0.613	65.5	1.20	0.27	0.34	7	1
ხევი №4	0.21	1.30	0.454	50.7	0.20	0.27	0.34	7	1
ხევი №5	2.02	2.90	0.584	66.0	1.50	0.27	0.34	7	1
ხევი №6	1.73	2.65	0.472	80.0	1.50	0.27	0.34	7	1
ხევი №7	2.02	2.60	0.500	67.5	1.30	0.27	0.34	7	1
ხევი №8	2.50	2.40	0.500	75.0	1.40	0.27	0.34	7	1

მოცემული მორფომეტრიული ელემენტების საფუძველზე დადგენილი წყლის მაქსიმალური ხარჯების საანგარიშოდ საჭირო ყველა აუცილებელი პარამეტრისა და თვით მაქსიმალური ხარჯების სიდიდეები, მოყვანილია ცხრილში 5.14.

ცხრილი 5.14: მდინარე თერგის მარჯვენა შენაკადების წყლის მაქსიმალური ხარჯები, მ³/წმ

კვეთი	τ წელი	P %	T წუთი	H მმ	i მმ/წთ	α	β	$v_{კალ}$ მ/წმ	$v_{შერდ.}$ მ/წმ	Q მ ³ /წმ
ხევი №1	100	1	60.0	86.4	1.44	0.58	0.755	2.13	0.36	83.5
	50	2	64.9	73.5	1.13	0.54	0.775	2.01	0.31	63.0
	20	5	73.1	59.6	0.82	0.50	0.801	1.87	0.25	43.5
	10	10	78.5	50.4	0.64	0.47	0.818	1.76	0.21	32.5
ხევი №2	100	1	37.7	74.8	1.98	0.60	0.878	1.76	0.31	26.5
	50	2	40.6	63.5	1.56	0.56	0.889	1.66	0.26	19.5
	20	5	45.3	51.4	1.14	0.52	0.902	1.54	0.22	13.5
	10	10	50.8	44.0	0.87	0.48	0.912	1.44	0.18	9.55
	100	1	38.3	75.2	1.96	0.60	0.900	1.78	0.24	19.5
	50	2	41.2	63.8	1.55	0.56	0.908	1.66	0.21	14.5

ბევი №3	20	5	45.6	51.5	1.13	0.52	0.919	1.56	0.17	9.80
	10	10	50.3	43.9	0.87	0.48	0.927	1.46	0.14	7.05
ბევი №4	100	1	23.2	64.4	2.78	0.62	0.951	1.28	0.20	5.75
	50	2	24.6	54.4	2.21	0.58	0.955	1.21	0.17	4.30
	20	5	27.9	44.2	1.58	0.53	0.961	1.13	0.14	3.10
ბევი №5	10	10	30.3	37.5	1.24	0.50	0.965	1.05	0.12	2.10
	100	1	35.5	73.4	2.07	0.60	0.853	1.97	0.34	35.5
	50	2	39.8	63.1	1.59	0.56	0.868	1.85	0.29	26.0
	20	5	45.4	51.4	1.13	0.51	0.885	1.71	0.23	17.5
ბევი №6	10	10	50.0	43.8	0.88	0.48	0.896	1.61	0.20	13.0
	100	1	34.7	72.9	2.10	0.60	0.864	1.81	0.34	31.5
	50	2	37.6	62.1	1.65	0.56	0.876	1.71	0.29	23.5
	20	5	42.3	50.3	1.19	0.52	0.891	1.58	0.24	16.0
ბევი №7	10	10	47.1	43.0	0.91	0.48	0.902	1.48	0.20	11.5
	100	1	35.3	73.3	2.08	0.60	0.852	1.89	0.36	36.0
	50	2	38.5	62.5	1.62	0.56	0.866	1.78	0.31	26.5
	20	5	43.6	50.7	1.16	0.52	0.883	1.64	0.25	18.0
ბევი №8	10	10	48.9	43.5	0.89	0.48	0.895	1.54	0.21	13.0
	100	1	33.6	72.2	2.15	0.61	0.830	1.98	0.43	45.5
	50	2	36.4	61.4	1.69	0.57	0.845	1.87	0.37	34.0
	20	5	42.1	50.2	1.19	0.52	0.866	1.72	0.30	22.5
ბევი №8	10	10	47.7	43.1	0.90	0.48	0.880	1.60	0.25	16.0

აღსანიშნავია, რომ მდინარე თერგის მარჯვენა შენაკადების უმეტესობა ღვარცოფული ბუნებისაა. ვინაიდან ისინი ღვარცოფულ მასებს ტოვებენ მდინარე თერგის ჭალაში, სადაც სადერივაციო მილსადენი (არხი) უნდა აშენდეს, და სადაც დანალექი დაგროვება ფსკერის დახრილობის გამო, ასეთი ღვარცოფული მასები არ წარმოადგენს რაიმე საშიშროებას სადერივაციო არხისათვის. ამიტომ არ ჩაითვალოს საჭიროდ ამ შენაკადებისთვის მაქსიმალური ღვარცოფული ნაკადების განსაზღვრა.

მდინარე თერგის წყლის მაქსიმალური ხარჯების შესაბამისი დონეების ნიშნულების დასადგენად საპროექტო უბანზე, გადაღებული იქნა კალაპოტის განივი კვეთები, რომელთა საფუძველზე დადგენილი იქნა მდინარეთა ჰიდრაულიკური ელემენტები. აღნიშნული ჰიდრაულიკური ელემენტების მიხედვით განხორციელდა წყლის მაქსიმალურ ხარჯებსა და დონეებს შორის $Q=f(H)$ დამოკიდებულების მრუდების აგება, რომლებიც ერთმანეთთან შებმულია ორ საანგარიშო კვეთს შორის ნაკადის ჰიდრაულიკური ქანობის შერჩევის გზით.

კვეთში ნაკადის საშუალო სინქარე ნაანგარიშევა ფორმულით, რომელიც გამოიყენება ქვა-ღორღიანი კალაპოტის მქონე მთის მდინარეებისათვის

$$V = 11.6 \cdot t^{0.5 + \frac{0.74}{2.3 + 0.35 \cdot t^2}} \cdot i^{0.36 + 2 \cdot i}$$

სადაც t – ნაკადის საშუალო სიღრმეა კვეთში მ-ში;

i – ნაკადის ჰიდრაულიკური ქანობია ორ საანგარიშო კვეთს შორის.

ცხრილში 5.15 მოცემულია მდ. თერგის წყლის მაქსიმალური ხარჯების შესაბამისი დონეების ნიშნულები.

ცხრილი 5.15: მდინარე თერგის წყლის მაქსიმალური ხარჯების შესაბამისი დონეები

განივის №	მანძილი განივებს შორის მ-ში	წყლის ნაპირის ნიშნული მ.აბს.	ფსკერის უდაბლესი ნიშნული მ.აბს.	წ. მ. დ.				
				$\tau = 200$ წყლს, Q=515 მ³/წმ	$\tau = 100$ წყლს, Q=450 მ³/წმ	$\tau = 50$ წყლს, Q=390 მ³/წმ	$\tau = 20$ წყლს, Q=305 მ³/წმ	$\tau = 10$ წყლს, Q=245 მ³/წმ
1		1728.80	1728.03	1731.20	1731.00	1730		

2-საპრ. კვეთი	30	1726.35	1725.35	1729.20	1729.00	1728.70	1728.40	1728.10
3	90	1722.55	1721.50	1725.40	1725.20	1725.00	1724.60	1724.40
4	90	1719.25	1718.33	1721.90	1721.70	1721.40	1721.10	1720.80
5	135	1710.88	1710.35	1712.60	1712.40	1712.20	1712.00	1711.80
6	75	1705.28	1704.53	1707.50	1707.30	1707.10	1706.80	1706.60
7	90	1697.75	1696.95	1700.00	1699.90	1699.70	1699.40	1699.20

ცხრილი 5.16: მდინარე თერგის ჰიდრავლიკური ელემენტები

ნიშნულები მ.აბს.	კვეთის ელემენტები	კვეთის ფართობი ა მ ²	ნაკადის სიგანე B მ	საშუალო სიღრმე h მ	ნაკადის ქანობი i	საშუალო სიჩქარე v მ/წმ	წყლის ხარჯი Q მ ³ /წმ
განივი №5 L = 75 მ							
1710.88	კალაპორტი	15.8	44.7	0.35	0.075	1.74	27.5
1711.50	კალაპორტი	44.2	47.0	0.94	0.071	3.28	145
1712.00	კალაპორტი	68.1	48.6	1.40	0.070	4.25	289
1712.50	კალაპორტი	92.9	50.6	1.84	0.068	5.03	467
1713.00	კალაპორტი	119	52.5	2.27	0.067	5.75	684
განივი №4 L = 135 მ							
1719.25	კალაპორტი	11.9	19.3	0.62	0.062	2.32	27.6
1720.00	კალაპორტი	28.3	24.4	1.16	0.064	3.58	101
1720.50	კალაპორტი	41.4	28.0	1.48	0.066	4.28	177
1721.00	კალაპორტი	56.2	31.0	1.81	0.067	4.94	278
1721.50	კალაპორტი	72.7	35.0	2.08	0.068	5.46	397
1722.00	კალაპორტი	91.2	39.2	2.33	0.069	5.94	542
განივი №3 L = 90 მ							
1722.55	კალაპორტი	14.1	20.0	0.70	0.037	1.94	27.4
1723.00	კალაპორტი	24.1	24.5	0.98	0.037	2.43	58.6
1723.50	კალაპორტი	37.7	30.0	1.26	0.037	2.88	109
1724.00	კალაპორტი	54.0	35.0	1.54	0.038	3.34	180
1724.50	კალაპორტი	73.0	41.0	1.78	0.039	3.73	272
1725.00	კალაპორტი	94.8	46.0	2.06	0.039	4.11	390
1725.50	კალაპორტი	119	50.0	2.38	0.039	4.53	539
განივი №2 L = 90 მ (საპროექტო კვეთი)							
1726.35	კალაპორტი	13.5	20.2	0.67	0.042	2.01	27.1
1727.00	კალაპორტი	28.7	26.5	1.08	0.042	2.77	79.5
1727.50	კალაპორტი	43.3	32.0	1.35	0.042	3.21	139
1728.00	კალაპორტი	60.8	38.0	1.60	0.042	3.60	219
1728.50	კალაპორტი	81.3	44.0	1.85	0.042	3.97	323
1729.00	კალაპორტი	105	49.0	2.14	0.042	4.37	459
1729.50	კალაპორტი	131	56.0	2.34	0.042	4.64	608
განივი №1 L = 30 მ							
1728.80	კალაპორტი	11.6	22.6	0.51	0.082	2.34	27.1
1729.50	კალაპორტი	29.3	28.0	1.05	0.074	3.60	105
1730.00	კალაპორტი	44.8	34.0	1.32	0.072	4.14	185
1730.50	კალაპორტი	63.2	39.5	1.60	0.072	4.71	298
1731.00	კალაპორტი	84.3	45.0	1.87	0.070	5.16	435
1731.50	კალაპორტი	108	50.0	2.16	0.067	5.56	600

5.5. მინიმალური ხარჯები

მდინარე თერგის უმცირესი მინიმალური ხარჯების საანგარიშო სიდიდეების დასადგენად საპროექტო კვეთში, გამოყენებულია ანალოგის მეთოდი. ანალოგად აღებულია ჰიდროლოგიური საგუშაგო ყაზბეგის მრავალწლიური დაკვირვების მონაცემები. აღნიშნული მონაცემები მოიცავენ პერიოდს 1928-დან 1940 წლამდე და 1953-დან 1990 წლამდე. აღნიშნული 51 წლიანი ვარიაციული რიგის სტატისტიკური დამუშავების შედეგად მომენტების მეთოდით, მიღებულია განაწილების მრუდის შემდეგი პარამეტრები:

$$\text{მინიმალური ხარჯების საშუალო მრავალწლიური სიდიდე } Q_0 = \frac{\sum Q_i}{n} = 7.13 \text{ მ}^3/\text{წმ};$$

$$\text{ვარიაციის კოეფიციენტი } C_v = \sqrt{\frac{\sum(K-1)^2}{n-1}} = 0.21;$$

$$\text{ასიმეტრიის კოეფიციენტი } C_s = 2 \cdot C_v = 0.42.$$

დადგენილია ვარიაციული რიგის რეპრეზენტატიულობის შესაფასებელი პარამეტრები:

მინიმალური ხარჯების საშუალო მრავალწლიური სიდიდის შეფარდებითი საშუალო კვადრატული

$$\text{ცდომილება, რაც ტოლია } \varepsilon_{Q_0} = \frac{C_v}{\sqrt{n}} \cdot 100 = 2.9 \%;$$

ვარიაციის კოეფიციენტის შეფარდებითი საშუალო კვადრატული ცდომილება

$$\varepsilon_{C_v} = \sqrt{\frac{1+C_v^2}{2 \cdot n}} \cdot 100 = 10.1 \%;$$

მიღებული პარამეტრები დამაკმაყოფილებელია, რადგან სამშენებლო ნორმებისა და წესების მოთხოვნების შესაბამისად $\varepsilon_{Q_0} \leq 10\%$ და $\varepsilon_{C_v} \leq 15\%$.

მომენტების მეთოდით მიღებული განაწილების მრუდის პარამეტრებისა და სამპარამეტრიანი განაწილების ორდინატების მეშვეობით დადგენილია მდ. თერგის უმცირესი მინიმალური ხარჯების სხვადასხვა უზრუნველყოფის სიდიდეები ანალოგის, ანუ ჰ/ს ყაზბეგის კვეთში.

გადასვლა ანალოგიდან (ჰ/ს ყაზბეგი) საპროექტო ჰესის სათავე ნაგებობის კვეთში განხორციელებულია გადამყვანი კოეფიციენტის მეშვეობით, რომელიც გამოყენებულია საშუალო წლიური ხარჯების შემთხვევაში. მიღებული შედეგები მოცემულია 5.17 ცხრილში.

ცხრილი 5.17: მდინარე თერგის სხვადასხვა უზრუნველყოფის წყლის უმცირესი მინიმალური ხარჯები მ³/წმ-ში

კვეთი	F კმ ²	Q ₀ მ ³ /წმ	C _v	C _s	δ	უზრუნველყოფა P%					
						75	80	90	95	97	99
ჰ/ს ყაზბეგი	778	7.13	0.21	0.42	1,50	6.07	5.86	5.30	4.87	4.61	4.12
საპროექტო K=1,029	806	7,34	-	-	-	6,24	6,03	5,45	5,01	4,74	4,24

5.6. გაყინვის პირობები

აღსანიშნავია, რომ როდესაც ზოგიერთი წლის ნოემბრიდან მარტის ჩათვლით ჰაერის ტემპერატურა -6.8⁰C-ზე დაბლა ეცემა, მდინარის ფსკერზე შეიძლება წარმოიქმნას ყინული. ამიტომ ზამთრის პერიოდში ექსტრემალურად ცივ დღეებში შეიძლება აუცილებელი გახდეს ფსკერული ყინულის გარეცხვა

5.7. მყარი ხარჯი

მდინარე თერგის მყარი ჩამონადენის საანგარიშო სიდიდეების დასადგენად საპროექტო კვეთში, გამოყენებულია ჰიდროლოგიური საგუშაგო ყაზბეგის დაკვირვების მონაცემები, რომლებიც მოიცავენ პერიოდს 1928-დან 1940 წლამდე.

აღნიშნული, საშუალო წლიური მყარი ხარჯის 12 წლიანი ვარიაციული რიგის სტატისტიკური დამუშავების შედეგად მომენტების მეთოდით, მიღებულია განაწილების მრუდის შემდეგი პარამეტრები:

$$\text{მყარი ხარჯის საშუალო მრავალწლიური სიდიდე } R = \frac{\sum R_i}{n} = 24.1 \text{ კგ/წმ}$$

$$\text{ვარიაციის კოეფიციენტი } C_v = \sqrt{\frac{\sum(K-1)^2}{n-1}} = 0.93;$$

ასიმეტრიის კოეფიციენტი სიდიდე $C_s = 4 \cdot C_v = 3.72$, დადგენილია ალბათობის უჯრედულაზე მყარი ხარჯის ემპირიული წერტილებისა და თეორიული მრუდის თანხვედრით.

განაწილების მრუდის მიღებული პარამეტრებისა და სამპარამეტრიანი გამა-განაწილების ორდინატების მეშვეობით დადგენილია მდ. თერგის სხვადასხვა უზრუნველყოფის მყარი ხარჯის და მისი შესაბამისი ჩამონადენის სიდიდეები ჰ/ს ყაზბეგის კვეთში.

ფსკერული ნატანის ჩამონადენის განსაზღვრის მეთოდები მეტად სუსტად არის დამუშავებული. ამის მთავარი მიზეზია ამჟამად არსებული საზომი ხელსაწყოების არასრულყოფა და ნატანის მოძრაობის შესწავლის სირთულე. ამიტომ, მთის მდინარეებზე ფსკერული ნატანის რაოდენობა თეორიული გათვლებით აიღება მყარი ხარჯის 50%-ის ტოლი.

მდინარე თერგის სხვადასხვა უზრუნველყოფის მყარი ხარჯის, ფსკერული ნატანისა და მათი შესაბამისი მოცულობების სიდიდეები ჰ/ს ყაზბეგის კვეთში, მოცემულია 5.18 ცხრილში.

ცხრილი 5.18: მდ.თერგი – ჰ/ს ყაზბეგი მყარი ხარჯის სხვადასხვა უზრუნველყოფის სიდიდეები

უზრუნველყოფა P%	1	3	5	10	20	50	75	90
მყარი ხარჯი R კგ/წმ-ში	110	78	64	48	34	22	10	7
მყ. ხარჯის ჩამონადენი W ათასი ტონა	3470	2460	2020	1520	1075	695	315	220
ფსკ. ნატანის ხარჯი R _I კგ/წმ-ში	55	39	32	24	17	11	5	3
ფსკ. ნატანის ჩამონადენი W _I ათასი ტონა	1735	1230	1000	755	535	345	155	95
$\Sigma R + R_I$ კგ/წმ-ში	165	117	96	72	51	33	15	10
$\Sigma W + W_I$ ათასი ტონა	5200	3690	3020	2275	1610	1040	470	315

ჰიდროსაგუშაგო ყაზბეგის კვეთში მდ. თერგის სიმღვრივეზე მონაცემები არ არსებობს. ამიტომ, მდინარის საშუალო მრავალწლიური სიმღვრივის მაჩვენებლის სიდიდე დადგენილია დამოკიდებულებით

$$\rho = \frac{1000 \cdot R_0}{Q_0} \text{ გ/მ}^3$$

სადაც ρ – წყლის სიმღვრივის საშუალო მრავალწლიური სიდიდეა გ/მ³-ში;

R_0 – მდ. თერგის მყარი ხარჯის საშუალო მრავალწლიური სიდიდე ჰ/ს ყაზბეგის კვეთში. მისი სიდიდე, დადგენილი 12 წლიანი დაკვირვების მონაცემებით ტოლია 24.1 კგ/წმ-ის;

Q_0 – მდ. თერგის საშუალო წლიური ხარჯების საშუალო მრავალწლიური სიდიდეა, რაც ტოლია 24.7 მ³/წმ-ის.

მოცემული რიცხვითი მნიშვნელობების შეტანით ზემოთ მოყვანილ გამოსახულებაში, მიიღება მდ. თერგის წყლის სიმღვრივის საშუალო მრავალწლიური სიდიდე, რაც ტოლია 975 გ/მ³-ის.

საპროექტო უბანზე მდინარეების თერგის და ქისტურას კალაპოტური პროცესები არ არის შესწავლილი. ამიტომ. მისი კალაპოტის ზოგადი გარეცხვის მაქსიმალური სიღრმე დადგენილია მეთოდით. რომელიც მოცემულია „მთის მდინარეების ალუვიურ კალაპოტებში ჰიდროტექნიკური ნაგებობების პროექტირებისას მდგრადი კალაპოტის საანგარიშო ტექნიკურ მითითებაში“.

აღნიშნული მეთოდის თანახმად. კალაპოტის მოსალოდნელი ზოგადი გარეცხვის საშუალო სიღრმე მდინარის სწორსაზოვან უბანზე იანგარიშება ფორმულით

$$H_s = \frac{K}{i^{0,03}} \cdot \left(\frac{Q_p\%}{\sqrt{g}} \right)^{0,4}$$

სადაც K – კოეფიციენტი. რომელიც ითვალისწინებს წყლის ხარჯისა და მასში შეწონილი მყარი ნატანის არაერთგვაროვნებას. მისი სიდიდე. დამოკიდებული წყალში შეტივტივებული მყარი მასალის რაოდენობაზე (μ გრ/ლ) და ნაკადის საშუალო სიღრმისა და კალაპოტის მომკირწყლავე

ნატანის საშუალო დიამეტრის ფარდობაზე ($\frac{H}{d_{mok}}$). აიღება სპეციალური ცხრილიდან.

წყალში შეტივტივებული მყარი მასალის რაოდენობა იანგარიშება ფორმულით

$$\mu = 7000 \cdot \left(\frac{H}{d_{dan}} \right)^{0,7} \cdot i^{2,2} \text{ გრ/ლ}$$

სადაც H – ნაკადის საშუალო სიღრმე საანგარიშო კვეთში. მისი სიდიდე აღებულია მდ. თერგის №14 განივის (სათავე ნაგებობის კვეთი) ჰიდრაულიკური ელემენტებიდან და ტოლია 2.45 მ-ის, ხოლო მდ. ქისტურასათვის (№3 განივის მიხედვით) 1.50 მ-ის.

d_{dan} – მდინარის კალაპოტის ფსკერზე დალექილი მყარი მასალის საშუალო დიამეტრია. მისი სიდიდე განისაზღვრება ფორმულით

$$d_{dan} = K \cdot i^{0,9} \cdot \left(\frac{Q_{10\%}}{\sqrt{g}} \right)^{0,4} \text{ მ}$$

აქ K – კოეფიციენტი. რომელიც ითვალისწინებს წყლის ხარჯისა და მასში შეწონილი მყარი მასალის არაერთგვაროვნებას. მისი სიდიდე. დამოკიდებული წყალში შეტივტივებული მყარი მასალის რაოდენობაზე (μ გრ/ლ). აიღება შესაბამისი ცხრილიდან და ორივე მდინარისათვის ტოლია 1.6-ის;

i – ორივე ფორმულაში ნაკადის ჰიდრაულიკური ქანობია საპროექტო უბანზე. რაც ტოლია 0.049 თერგისათვის და 0.068 ქისტურასათვის.

$Q_{10\%}$ – 10%-იანი უზრუნველყოფის მაქსიმალური ხარჯია. რაც ტოლია 280 მ³/წმ-ის თერგისათვის (სათავე ნაგებობის კვეთი) და 115 მ³/წმ-ის ქისტურასათვის.

g – ორივე ფორმულაში სიმძიმის ძალის აჩქარება.

მოცემული რიცხვითი სიდიდეების შეტანით ზემოთ მოყვანილ ფორმულაში მიიღება $\mu = 23.0$ გ/ლ-ს და $d_{dan} = 0.64$ მ-ს მდ. თერგისათვის. აქედან $d_{mok} = d_{dan} \cdot 1,8 = 1.15$ მ-ს. ხოლო ფარდობა

$$\frac{H}{d_{mok}} = \frac{2.45}{1.15} = 2.15 \leq 3 \text{ -ზე და რასაც შესაბამისი ცხრილიდან შეეფარდება } K = 0.43;$$

მდ. ქისტურასათვის შესაბამისი მნიშვნელობებია:

$\mu = 35.9$ გ/ლ-ს და $d_{dan} = 0.60$ მ-ს. აქედან $d_{mok} = d_{dan} \cdot 1,8 = 1.08$ მ-ს. ხოლო ფარდობა

$$\frac{H}{d_{mok}} = \frac{1.50}{1.08} = 1.39 \leq 3 \text{ -ზე და რასაც შესაბამისი ცხრილიდან შეეფარდება } K = 0.43;$$

$Q_p\%$ – საანგარიშო უზრუნველყოფის წყლის მაქსიმალური ხარჯია. ჩვენ შემთხვევაში მდ. თერგის 1%-იანი უზრუნველყოფის წყლის მაქსიმალური ხარჯი სათავე ნაგებობის კვეთში ტოლია 510 მ³/წმ-ის, ხოლო მდ. ქისტურასი – 250 მ³/წმ-ის.

მოცემული რიცხვითი სიდიდეების შეტანით ზემოთ მოყვანილ ფორმულაში მიიღება მდ. თერგის კალაპოტის გარეცხვის საშუალო სიღრმე 3.61 მ-ის ტოლი.

კალაპოტის ზოგადი გარეცხვის მაქსიმალური სიღრმე მიიღება დამოკიდებულებით

$$H_{\max} = 1.6 \cdot H_s$$

მოყვანილი გამოსახულების შესაბამისად. მდ. თერგის კალაპოტის ზოგადი გარეცხვის მაქსიმალური სიღრმე სათავე ნაგებობის კვეთში ტოლია 4.35 მ-ის.

კალაპოტის ზოგადი გარეცხვის მიღებული მაქსიმალური სიღრმე უნდა გადაიზომოს 100 წლიანი განმეორებადობის წყლის მაქსიმალური ხარჯის შესაბამისი დონის ნიშნულიდან ქვემოთ.