

შპს „KMG Consulting“

თბილისი

05/07/2022

მდინარე მაშავერას, კაზრეთულას და უსახელო ხევის მოკლე ჰიდროგრაფიული დახასიათება

მდინარე მაშავერა სათავეს იღებს ჯავახეთის ქედის აღმოსავლეთ კალთებზე მდინარეების ნაზიგკლიჩისა და სარფდერეს შეერთებით 1358 მეტრის სიმაღლეზე სოფ. პანტიანთან და ერთვის მდ. ხრამს მარჯვენა მხრიდან სოფ. არუხლოს სამხრეთით 3,5 კმ-ში. მდინარის სიგრძე ნაზიგკლიჩისა და სარფდერეს შეერთებიდან 66 კმ, საერთო ვარდნა 968 მეტრი, საშუალო ქანობი 14,7 ‰, წყალშემკრები აუზის ფართობი 1390 კმ², აუზის საშუალო სიმაღლე კი 1240 მეტრი. მდინარე მაშავერას ძირითადი შენაკადების სარფდერე (სიგრძით 19 კმ), ნაზიგკლიჩი (12 კმ), ქამარლო (18 კმ), მამუთლი (21 კმ), ყარაკლისკა (13 კმ), მოშევანი (25 კმ), უკანგორი (13 კმ), გეთა (22 კმ), ბოლნისი (42 კმ) და ტალავერჩაი (17 კმ).

მდინარის აუზი გეომორფოლოგიურად იყოფა სამ ზონად: დმანისის მთიანეთი, სომხეთის ქედის წინამთიანეთი და ქვემო ქართლის ვაკე. დმანისის მთიანეთი, რომელიც მდებარეობს 900 მ-დან 1500 მ-მდე, ხასიათდება ტალღისებური რელიეფით. იგი დასერილია მდ. მაშავერას შენაკადების, მშრალი ხეებისა და ნაკადულების ღრმად ჩაჭრილი ხეობებით. წინამთის ზონა ხასიათდება შედარებით გლუვი მოხაზულობებით. იგი შედარებით ნაკლებად არის დასერილი შენაკადების და ხეების ხეობებით. ქვემო ქართლის ვაკე წარმოადგენს მდინარეების ქცია-ხრამის, მაშავერას, ბოლნისისა და ტალავერჩაის აკუმულაციური ზემოქმედების შედეგს.

აუზის გეოლოგიურ აგებულებაში მონაწილეობას იღებენ ბაზალტები, ტუფები, ქვიშაქვები და მერგელები. აუზის ნიადაგური საფარი წარმოდგენილია მთა-მდელოს თიხნარი, შავმიწა და წაბლისფერი ნიადაგებით. მცენარეული საფარი იცვლება აუზის ჰიპსომეტრიის შესაბამისად. აუზის მთიან ზონაში გავრცელებულია ალპური მდელოები, რომელიც ქვემოთ იცვლება ფოთლოვანი ტყით, ქვემო ქართლის ვაკე კი ძირითადად ათვისებულია სასოფლო-სამეურნეო კულტურებით.

მდინარის ხეობა სოფელ დიდ დმანისამდე ყუთისმაგვარია, შემდეგ V-ეს ფორმას იძენს, ხოლო ქვემო ქართლის ვაკეზე არამკაფიოდ არის გამოხატული. ხეობის ფსკერის სიგანე იცვლება 10-დან 100-200 მეტრამდე.

მდინარის კალაპოტი ზომიერად კლაკნილი და ძირითადად დაუტოტავია. ნაკადის სიგანე მერყეობს 2-დან 20 მეტრამდე, სიღრმე 0,4-0,6-დან 0,8-1,2 მეტრამდე, ხოლო სიჩქარე 1,5-2,0 მ/წმ-დან 0,6-0,9 მ/წმ-მდე. ნაკადის ფსკერი სათავეებში ქვიანი, ქვემოთ კი ხრეშიანია.

მდინარე საზრდოობს თოვლის, წვიმისა და გრუნტის წყლებით. მისი წყლიანობის რეჟიმი ხასიათდება გაზაფხულის წყალდიდობით და არამდგრადი წყალმცირობით წლის სხვა პერიოდებში. გაზაფხულზე ჩამოედინება წლიური ჩამონადენის 40,0%, ზაფხულში 30,8%, შემოდგომაზე 16,8% და ზამთარში 12,4%.

მდინარე გამოიყენება ირიგაციული და ენერგეტიკული დანიშნულებით. მასზე არსებობს დმანისი-განთიადის, კაზრეთის, ზედა და იმირასანის მაგისტრალური არხები. კაზრეთის, ზედა არხის და იმირასან არხებზე მოწყობილია მცირე სიმძლავრის ჰესები.

RMG Copper-ის მილსადენის გადაკვეთამდე მდინარის წყალშემკრები აუზის ფართობი 678 კმ²-ია.

მდინარე კაზრეთულა სათავეს იღებს ჯავახეთის ქედის ჩრდილო-აღმოსავლეთ განშტოებაზე მთა დეგურდაგის (1502,2 მ) ჩრდილოეთ კალთაზე 1480 მეტრის სიმაღლეზე და ერთვის მდ. მაშავერას მარჯვენა მხრიდან 620 მეტრის სიმაღლეზე.

მდინარის აუზის მდებარეობს ჯავახეთის ქედის ჩრდილო-აღმოსავლეთ ფერდობზე. მისი შენაკადების ხეობებში მოწყობილია კაზრეთის სამთო-გამადიდრეპელი კომბინატის

კუდსაცავები, რაც არ გამოირიცხავს მდინარეზე მაქსიმალური ხარჯების გაგლის შესაძლებლობას. მდინარის სიგრძე RMG Copper-ის მილსადენის გადაკვეთამდე 7,40 კმ, საერთო ვარდნა 857 მეტრი, საშუალო ქანობი 116%, წყალშემკრები აუზის ფართობი კი 19,7 კმ²-ია.

მდინარე საზრდოობს თოვლის, წვიმისა და გრუნტის წყლებით. მისი წყლიანობის რეჟიმი ხასიათდება გაზაფხულის წყალდიდობით და არამდგრადი წყალმცირობით წლის სხვა პერიოდებში. გასულ წლებში, მდინარის წყალი ძალზე დაბინძურებული იყო კუდსაცავებიდან გამოჟონილი წყლებით. ამჟამად აღნიშნული ჩამდინარე წყლების გასაწმენდად მოწყობილია მძლავრი გამწმენი ნაგებობა, რაც გამოირიცხავს მდ. მაშავერაში მძიმე მეტალებით დაბინძირებული წყლის მოხვედრას. სხვა დანიშნულებით მდინარის წყალი არ გაიყენება.

უსახელო ხევი სათავეს იღებს ჯავახეთის ქედის აღმოსავლეთ მთისწინეთში, სოფ. კაკლიანის ჩრდილო-აღმოსავლეთით 2,0 კმ-ში, 1355 მეტრის სიმაღლეზე და ერთვის მდ. მაშავერას მარცხენა მხრიდან. მდინარის აუზი, რომელსაც გააჩნია დასავლეთიდან აღმოსავლეთის მიმართულება, მდებარეობს ჯავახეთის ქედის აღმოსავლეთ ფერდობის გორაკ-ბორცვიან რელიეფზე. მისი წყალგამყოფის ნიშნულები იცვლება 736 მეტრიდან 1384 მეტრამდე.

ხევის სიგრძე საპროექტო, ანუ RMG Copper-ის მილსადენის გადაკვეთამდე 8,95 კმ, საერთო ვარდნა 685 მეტრი, საშუალო ქანობი 76,0%, წყალშემკრები აუზის ფართობი კი 11,5 კმ²-ია. ამ მონაკვეთზე მდინარეს ერთვის ორი ძირითადი შენაკადი.. საპროექტო კვეთამდე ხევის ხეობა V-ს ფორმისაა. მისი ფერდობები, რომელთა ქანობი დაახლოებით 40%-ია, ერწყმიან მიმდებარე ქედების კალთებს. ფერდობები დაფარულია ხშირი ფოთლოვანი ტყით. აუზის ნიადაგური საფარი წარმოდგენილია თიხნარი და წაბლისფერი ნიადაგებით.

მდინარის კალაპოტი ზომიერად კლაკნილი და ძირითადად დაუტოტავია. ნაკადის სიგანე იცვლება 6 მ-დან 11 მეტრამდე, სიღრმე 0,2-დან 0,4 მეტრამდე, ხოლო სიჩქარე 1,0 მ/წმ-დან 0,8 მ/წმ-მდე.

ხევი საზრდოობს თოვლის, წვიმისა და გრუნტის წყლებით. მისი წყლიანობის რეჟიმი ხასიათდება გაზაფხულის წყალდიდობით და არამდგრადი წყალმცირობით წლის სხვა პერიოდებში.

წყლის მაქსიმალური ხარჯები

ზემოთ დახასიათებული მდინარეებიდან და ხევიდან, ჰიდროლოგიურად შესწავლილია მხოლოდ მდ. მაშავერა. ამიტომ, RMG Copper-ის მილსადენით მიწისქვეშა გადაკვეთაზე მისი წყლის მაქსიმალური ხარჯების სხვადასხვა უზრუნველყოფის სიდიდეები დადგენილია ანალოგის მეთოდით. ანალოგად აღებულია ჰ/ს დიდი დმანისის მონაცემები, რომელიც დაკვირვების 51 წლიან პერიოდს (1941-1992 წწ) მოიცავს. აღნიშნულ პერიოდში მდ. მაშავერას წყლის მაქსიმალური ხარჯები მეყეობდნენ 12,7 მ³/წმ-დან (1970 წ) 314 მ³/წმ-მდე (1963 წ).

ჰიდროლოგიური საგუშაგო დიდი დმანისის კვეთში მდ. მაშავერას მაქსიმალური ხარჯების 51 წლიანი ვარიაციული რიგი სტატისტიკურად დამუშავებულია უდიდესი დამაჯერებლობის მეთოდით, რომლის დროს ვარიაციისა და ასიმეტრიის კოეფიციენტების იდიდეები განისაზღვრება სპეციალური ნომოგრამების მეშვეობით, როგორც სტატისტიკური

$$\lambda_2 \text{ და } \lambda_3 \text{-ის ფუნქცია, როდესაც } \lambda_2 = \frac{\sum \lg K}{n-1} \text{ და } \lambda_3 = \frac{\sum K \lg K}{n-1}$$

აღნიშნული ვარიაციული რიგის დამუშავების შედეგად მიღებულია განაწილების მრუდის შემდეგი პარამეტრები:

წყლის მაქსიმალური ხარჯების საშუალო მრავალწლიური სიდიდე $Q_0 = \frac{\sum Q_i}{n} = 67,1$ მ³/წმ-ს;

ვარიაციის კოეფიციენტი $C_v=0,86$;

ასიმეტრიის კოეფიციენტი $C_s=5C_v=4,30$.

მიღებული პარამეტრებისა და ბინომიალური მრუდის ორდინატების მეშვეობით დადგენილი მდ. მაშავერას წყლის მაქსიმალური ხარჯების სიდიდეები ანალოგის, ანუ ჰ/ს დიდი დმანისის კვეთში. გადასვლა ანალოგის კვეთიდან საპროექტო კვეთში, განხორციელებულია გადამყვანი კოეფიციენტის გამოყენებით, რომლის სიდიდე მიიღება გამოსახულებით

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

სადაც $F_{sapr.}$ —მდინარე მაშავერას წყალშემკრები აუზის ფართობია საპროექტო კვეთში, $F_{sapr.}=678$ კმ²-ს;

$F_{an.}$ —იმავე მდინარის წყალშემკრები აუზის ფართობია ანალოგის, ანუ ჰ/ს დიდი დმანისის კვეთში, სადაც $F_{an.}=570$ კმ²-ს;

N-რედუქციის ხარისხის მაჩვენებელია, რაც მაქსიმალური ხარჯების შემთხვევაში მიღებულია 0,5-ის ტოლი.

აქედან, ჰ/ს დიდი დმანისის კვეთიდან საპროექტო კვეთში გადამყვანი კოეფიციენტი მიიღება 1,091-ის ტოლი. ჰ/ს დიდი დმანისის კვეთში დადგენილი წყლის

მაქსიმალური ხარჯების გადამრავლებით გადამყვან კოეფიციენტზე, მიიღება წყლის მაქსიმალური ხარჯები საპროექტო კვეთში. მიღებული შედეგები მოცემულია №8 ცხრილში.

მდინარე მაშავერას წყლის მაქსიმალური ხარჯები მ³/წმ-ში

ცხრილი №8

კვეთი	F კმ²	Q_0 მ³/წმ	C_v	C_s	K	უზრუნველყოფა $P\%$			
						1	2	5	10
ანალოგი	570	67,1	0,86	4,30	—	320	270	175	120
საპროექტო	678	73,2	—	—	1,091	349	295	191	131

მდინარე მაშავერას წყლის მაქსიმალური ხარჯები, მოცემული №8 ცხრილში, მიღებულია საანგარიშო სიდიდეებად საპროექტო კვეთში.

მდინარე კაზრეთულა და უსახელო ხევი, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, შეუსწავლელია ჰიდროლოგიური თვალსაზრისით. ანალოგის მეთოდის გამოყენება წყლის მაქსიმალური ხარჯების დასადგენად კი დაუშვებელია კ/ს დიდი დამანისის და მდ. კაზრეთულასა თუ უსახელო ხევის საპროექტო კვეთებში წყალშემკრები აუზებს შორის მეტად დიდი განსხვავების მიზეზით. ამიტომ, მდ. კაზრეთულას და უსახელო ხევის წყლის მაქსიმალური ხარჯები საპროექტო კვეთებში, დადგენილია მეთოდით, რომელიც მოცემულია „კავკასიის პირობებში მდინარეთა მაქსიმალური ჩამონადენის საანგარიშო ტექნიკურ მითითებაში“.

აღსანიშნავია, რომ შემოთავაზებული მეთოდი წყლის მაქსიმალური ხარჯების 10-12%-ით მაღალ მნიშვნელობებს იძლევა, ვიდრე СНИПС2.01.14-83–ში („Определение расчетных Гидрологических Характеристик“) მოცემული ზღვრული ინტენსივობის ფორმულა, რომელიც გამოყვანილია ყოფილი სსრ კავშირის მდინარეებისთვის გასული საუკუნის 60-იან წლებში. ზღვრული ინტენსივობის ფორმულა არ ითვალისწინებს ბოლო ათწლეულების განმავლობაში მიმდინარე კლიმატის გლობალურ ცვლილებებს და მასთან დაკავშირებულ ნალექების გაზრდილ ინტენსივობას, რაც შესაბამისად აისახება ზღვრული ინტენსივობის ფორმულით მიღებული ხარჯების დაბალ სიდიდეებზე. კლიმატის გლობალური ცვლილებების ფონზე ნალექების გაზრდილი ინტენსივობისა და შესაბამისად მაქსიმალური ხარჯების გაზრდილი მაჩვენებლების გათვალისწინებით, მიღებული იქნა გადაწყვეტილება წყლის მაქსიმალური ხარჯების საანგარიშო სიდიდეების დადგენის შესახებ ტექნიკურ მითითებაში მოცემული მეთოდით. აღნიშნული მეთოდი კარგად აპრობირებულია კავკასიის პირობებში და პრაქტიკული გამოცდილებიდან გამომდინარე აკამყოფილებს კლიმატის ცვლილებებით გამოწვეულ თანამედროვე პირობებს.

აღნიშნული მეთოდის თანახმად, წყლის მაქსიმალური ხარჯების სიდიდეები აღმოსავლეთ საქართველოს იმ მდინარეებზე და ხეებზე, რომელთა წყალშემკრები აუზის ფართობი 5 კმ²-დან 300 კმ²-მდეა, იანგარიშება ფორმულით, რომელსაც შემდეგი სახე გააჩნია

$$Q = R \cdot \left[\frac{F^{2/3} \cdot K^{1,35} \cdot \tau^{0,38} \cdot \bar{i}^{0,125}}{(L+10)^{0,44}} \right] \cdot \Pi \cdot \lambda \cdot \delta \text{ მ}^3/\text{წმ}$$

სადაც R – რაიონული პარამეტრია. მისი მნიშვნელობა აღმოსავლეთ საქართველოს პირობებში მიღებულია 1,15-ის ტოლი;

F – წყალშემკრები აუზის ფართობია საანგარიშო კვეთში კმ²-ში;

K – რაიონის კლიმატური კოეფიციენტი, რომლის მნიშვნელობა აიღება სპეციალური რუკიდან;

τ – განმეორებადობაა წლებში;

\bar{i} – მდინარის ან ხევის გაწონასწორებული ქანობია ერთეულებში სათავიდან საპროექტო კვეთამდე;

L – მდინარის ან ხევის სიგრძეა სათავიდან საპროექტო კვეთამდე კმ-ში;

Π – მდინარის ან ხევის აუზში არსებული ნიადაგის საფარველის მახასიათებელი კოეფიციენტი, რომლის მნიშვნელობა აიღება სპეციალური რუკიდან;

λ – აუზის ტყიანობის კოეფიციენტი, რომლის სიდიდე იანგარიშება გამოსახულებით

$$\lambda = \frac{1}{1 + 0,2 \cdot \frac{F_t}{F}}$$

აქ F_t – აუზის ტყით დაფარული ფართობია %-ში, რაც საკვლევი მდ. კაზრეთულას და უსახელო ხევის აუზებში 90%-ს შეადგენს;

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

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

მდინარე კაზრეთულასა და უსახელო ხევის მაქსიმალური ხარჯების საანგარიშოდ საჭირო მორფომეტრიული ელემენტების მნიშვნელობები საპროექტო კვეთებში, დადგენილი 1:25000 მასშტაბის ტოპოგრაფიული რუკის მიხედვით, ასევე ზემოთ მოყვანილი ფორმულით გაანგარიშებული საანგარიშო განმეორებადობის წყლის მაქსიმალური ხარჯების სიდიდეები, მოცემულია ქვემოთ, №9 ცხრილში.

მდინარე კაზრეთულას და უსახელო ხევის მაქსიმალური ხარჯები მ³/წმ-ში
საპროექტო კვეთებში

ცხრილი №9

მდინარე – ხევი	F კმ²	L კმ	i კალ	Π	K	λ	δ	მაქსიმალური ხარჯები			
								$\tau = 100$ წელს	$\tau = 50$ წელს	$\tau = 20$ წელს	$\tau = 10$ წელს
კაზრეთულა	19.7	7.40	0.116	1.00	5.00	0.84	1.00	75.4	58.0	40.9	31.5
უსახ. ხევი	11.5	8.95	0.076	1.00	5.00	0.84	1.04	50.0	38.4	27.1	20.8

წყლის მაქსიმალური დონეები

RMG Copper-ის მილსადენით მიწისქვეშა გადაკვეთის უბნებზე მდ. მაშავერას, კაზრეთულას და უსახელო ხევის წყლის მაქსიმალური ხარჯების შესაბამისი დონეების ნიშნულების დადგენის მიზნით, გადაღებული იქნა მდინარეთა და ხევის კალაპოტების განივი კვეთები, რომელთა მიხედვით დადგენილი იქნა მათი ჰიდრაულიკური ელემენტები. ჰიდრაულიკური ელემენტების საფუძველზე აგებული იქნა წყლის მაქსიმალურ ხარჯებსა და დონეებს შორის $Q = f(H)$ დამოკიდებულების მრუდები, რომლებიც ერთმანეთთან შებმულია ორ საანგარიშო კვეთს შორის ნაკადის ჰიდრაულიკური ქანობის შერჩევის გზით. აღნიშნული მრუდები აგებულია არსებულ პირობებში.

კვეთში ნაკადის საშუალო სიჩქარე ნაანგარიშეაა შეზი-მანინგის ცნობილი ფორმულით, რომელსაც შემდეგი სახე გააჩნია

$$V = \frac{h^{2/3} \cdot i^{1/2}}{n}$$

სადაც h – ნაკადის საშუალო სიღრმეა კვეთში მ-ში;

i – ნაკადის ჰიდრაულიკური ქანობა ორ საანგარიშო კვეთს შორის;

n – კალაპოტის სიმქისის კოეფიციენტი, რომლის სიდიდე სპეციალური გათვლებით მდ. მაშავერაზე მიღებულია 0,045-ის, მდ. კაზრეთულაზე 0,055-ის, ხოლო უსახელო ხეზე 0,060-ის ტოლი.

ქვემოთ, №10 – №12 ცხრილებში, მოცემულია მდ. მაშავერას, მდ. კაზრეთულას და უსახელო ხევის სხვადასხვა განმეორებადობის წყლის მაქსიმალური ხარჯების შესაბამისი დონეების ნიშნულები საპროექტო უბნებზე.

მდინარე მაშავერას მაქსიმალური დონეები საპროექტო უბანზე

ცხრილი №10

განივის № და პკ	მანძილი განივებს შორის მ-ში	წყლის ნაპირის ნიშნული მ.აბს.	ფსკერის უდაბლეს ი ნიშნული მ.აბს.	წ. მ. დ.			
				$\tau = 100$ წელს, Q=349 მ³/წმ	$\tau = 50$ წელს , Q=29 5 მ³/წმ	$\tau = 20$ წელს, Q=191 მ³/წმ	$\tau = 10$ წელს, Q=131 მ³/წმ
1 პკ 0+00	40	628.00	627.70	630.40	630.20	629.60	629.30
2 პკ 0+40		626.14	625.69	629.10	628.80	628.20	627.80

მდინარე კაზრეთულას მაქსიმალური დონეები საპროექტო უბანზე

ცხრილი №11

განივის № და პკ	მანძილი განივებს შორის მ-ში	წყლის ნაპირის ნიშნული მ.აბს.	ფსკერის უდაბლეს ი ნიშნული მ.აბს.	წ. მ. დ.			
				$\tau = 100$ წელს, $Q=75,4$ მ³/წმ	$\tau = 50$ წელს, $Q=58,$ 0 მ³/წმ	$\tau = 20$ წელს, $Q=40,$ 9 მ³/წმ	$\tau = 10$ წელს, $Q=31,5$ მ³/წმ
1 პკ 0+00	32	624.02	623.67	626.10	626.00	625.80	625.60
2 პკ 0+32		623.10	622.78	625.50	625.40	625.30	625.10
3 პკ 0+59		623.00	622.70	625.00	624.90	624.80	624.60

უსახელო ხევის მაქსიმალური დონეები საპროექტო უბანზე

ცხრილი №12

განივის № და პკ	მანძილი განივებს შორის მ-ში	წყლის ნაპირის ნიშნული მ.აბს.	ფსკერის უდაბლეს ი ნიშნული მ.აბს.	წ. მ. დ.			
				$\tau = 100$ წელს, $Q=50,0$ მ³/წმ	$\tau = 50$ წელს, $Q=38,$ 4 მ³/წმ	$\tau = 20$ წელს, $Q=27,$ 1 მ³/წმ	$\tau = 10$ წელს, $Q=20,8$ მ³/წმ
1 პკ 0+00	50	676.90	676.72	678.00	677,80	677.60	677.50
2 პკ 0+50		675.07	674.80	676.50	676.30	676.10	675,90
3 პკ 1+00		674.00	673.79	675.00	674,90	674.70	674.60
4 პკ 1+80		669.00	668.75	670.30	670.10	669,90	669,70

ნახაზებზე, მდინარეთა და ხევის კალაპოტების განივ კვეთებზე, დატანილია 100 წლიანი და 10 წლიანი განმეორებადობის წყლის მაქსიმალური ხარჯების შესაბამისი დონეების ნიშნულები.

მდინარეთა და ხევის ჰიდრაულიკური ელემენტები, რომელთა საფუძველზე განხორციელდა წყლის მაქსიმალურ ხარჯებსა და დონეებს შორის $Q = f(H)$ დამოკიდებულების მრუდების აგება, მოცემულია №13 – №15 ცხრილებში.

მდინარე მაშავერას ჰიდრაულიკური ელემენტები

ცხრილი №13

ნიშნულ ი მ.აბს.	კვეთის ელემენტებ ი	კვეთის ფართობ ი ა მ²	ნაკადი ს სიგანე B მ	საშუალ ო სიღრმე h მ	ნაკადი ს ქანობი i	საშუალ ო სიჩქარე v მ/წმ	წყლი ს ხარჯ ი Q მ³/წმ
განივი №2 პკ 0+40							
626.14	კალაპოტი	3.32	11.0	0.30	0.0267	1.62	5.38
627.00	კალაპოტი	14.2	14.2	1.00	0.0267	3.63	51.5
628.00	კალაპოტი	30.7	18.8	1.63	0.0267	5.04	155
629.00	კალაპოტი	51.0	21.8	2.34	0.0267	6.41	327
განივი №1 პკ 0+00 L=40 მ							
628.00	კალაპოტი	3.22	16.0	0.20	0.0465	1.63	5.25

629.00	კალაპოტი	21.0	19.6	1.07	0.0379	4.53	95.1
630.00	კალაპოტი	43.0	24.4	1.76	0.0350	6.07	261
630.50	კალაპოტი	55.6	26.2	2.12	0.0338	6.76	376

მდინარე კაზრეთულას ჰიდრაულიკური ელემენტები

ცხრილი №14

ნიშნულები მ.აბს.	კვეთის ელემენტები	კვეთის ფართობი ა მ²	ნაკადის სიგანე B მ	საშუალო სიღრმე h მ	ნაკადის ქანობი i	საშუალო სიჩქარე v მ/წმ	წყლის ხარჯი Q მ³/წმ
განივი №3 პკ 0+59							
623.00	კალაპოტი	0.50	2.50	0.20	0.0173	0.81	0.40
624.00	კალაპოტი	5.55	7.60	0.73	0.0173	1.94	10.8
625.00	კალაპოტი	19.4	20.0	0.97	0.0173	2.34	45.4
625.00	ჭალა	<u>31.0</u>	<u>32.0</u>	0.97	0.0173	2.34	<u>30.1</u>
	Σ	50.4	52.0				75.5
განივი №1 პკ 0+00 L=59 მ							
624.02	კალაპოტი	0.47	2.00	0.24	0.0173	0.92	0.43
625.00	კალაპოტი	6.15	9.60	0.64	0.0169	1.75	10.8
626.00	კალაპოტი	26.4	31.0	0.85	0.0186	2.22	58.6
626.20	კალაპოტი	32.8	33.0	0.99	0.0200	2.55	83.6

უსახელო ხევის ჰიდრაულიკური ელემენტები

ცხრილი №15

ნიშნულები მ.აბს.	კვეთის ელემენტები	კვეთის ფართობი ა მ²	ნაკადის სიგანე B მ	საშუალო სიღრმე h მ	ნაკადის ქანობი i	საშუალო სიჩქარე v მ/წმ	წყლის ხარჯი Q მ³/წმ
განივი №4 პკ 1+80							
669.00	კალაპოტი	1.00	6.00	0.17	0.0439	1.06	1.06
669.50	კალაპოტი	4.72	8.90	0.53	0.0439	2.28	10.8
670.00	კალაპოტი	9.70	10.8	0.90	0.0439	3.25	31.5
670.50	კალაპოტი	15.7	13.2	1.19	0.0439	3.92	61.5
671.00	კალაპოტი	22.9	15.6	1.47	0.0439	4.52	104
განივი №3 პკ 1+00 L=80 მ							
674.00	კალაპოტი	0.98	7.00	0.14	0.0625	1.12	1.09
674.50	კალაპოტი	5.98	13.0	0.46	0.0610	2.45	14.6

675.00	კალაპოტი	13.9	18.6	0.75	0.0594	3.35	46.6
675.50	კალაპოტი	24.8	25.2	0.98	0.0569	3.92	97.2
განივი №2 პკ 0+50 L=50 მ							
675.07	კალაპოტი	14.5	8.00	0.18	0.0214	0.77	1.12
676.00	კალაპოტი	10.8	12.0	0.90	0.0260	2.50	27.0
676.50	კალაპოტი	17.5	14.8	1.18	0.0280	3.12	54.6
677.00	კალაპოტი	25.6	17.6	1.45	0.0302	3.72	95.2
განივი №1 პკ 0+00 L=50 მ							
676.90	კალაპოტი	14.5	12.0	0.12	0.0366	0.77	1.12
677.50	კალაპოტი	9.55	15.0	0.64	0.0316	2.20	21.0
678.00	კალაპოტი	17.8	18.2	0.98	0.0310	2.89	51.4
678.50	კალაპოტი	28.5	24.6	1.16	0.0304	3.21	91.5

კალაპოტის მოსალოდნელი ზოგადი გარეცხვის სიღრმე

მდინარე მაშავერა, კაზრეთულა და უსახელო ხევი საპროექტო უბნებზე შეუსწავლელია ჰიდროლოგიური თვალსაზრისით. შეუსწავლელია მათი კალაპოტური პროცესებიც. ამიტომ, მათი კალაპოტების მოსალოდნელი ზოგადი გარეცხვის მაქსიმალური სიღრმეები დადგენილია მეთოდით, რომელიც მოცემულია ვ. ლაპშენკოვის მონოგრაფიაში „ჰიდროკვანძების ბიეფებში მდინარეთა კალაპოტების დეფორმაციების პროგნოზირება“ (ლენინგრადი, 1979 წ.).

აღნიშნული მეთოდის თანახმად, თავდაპირველად განისაზღვრება კალაპოტის მოსალოდნელი ზოგადი გარეცხვის საშუალო სიღრმე შემდეგი ფორმულით

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

სადაც $Q_{p\%}$ – წყლის 1%-იანი უზრუნველყოფის მაქსიმალური ხარჯია ;

n – კალაპოტის სიმქისის კოეფიციენტი ;

B – მდგრადი კალაპოტის სიგანეა, რომლის სიდიდე დადგენილია ფორმულით

$$B = A \cdot \frac{Q_{p\%}^{0.5}}{i^{0.2}}$$

სადაც A – განზომილებითი კოეფიციენტი, რომლის სიდიდე მერყეობს 0,75-დან 1,1-მდე. ჩვენ შემთხვევაში მისი სიდიდე მდ. მაშავერასთვის აღებულია 0,90-ის, მდ. კაზრეთულასთვის და უსახელო ხევისთვის კი 1,0-ის ტოლი;

$Q_{p\%}$ – აქაც 1%-იანი უზრუნველყოფის წყლის მაქსიმალური ხარჯია;

i – ნაკადის ჰიდრაულიკური ქანობია საპროექტო უბანზე ;

d_{sash} – კალაპოტის ამგები მყარი მასალის საშუალო დიამეტრია მ-ში. მისი სიდიდე მდ. მაშავერასთვის და უსახელო ხევისთვის განისაზღვრება გამოსახულებით

$$d_{sash} = 5,5 \cdot i^{0.8} \text{ მ}$$

მდინარე კაზრეთულასთვის კი $d_{sash} = 4,5 \cdot i^{0.9} \text{ მ}$

i – აქაც ნაკადის ჰიდრაულიკური ქანობია საპროექტო უბანზე;

y – ნ. პავლოვსკის ფორმულაში შეზის კოეფიციენტის განმსაზღვრელი ხარისხის მაჩვენებელია. მისი სიდიდე იანგარიშება გამოსახულებით

$$y = 2,5 \cdot \sqrt{n} - 0,13 - 0,75 \cdot \sqrt{R} \cdot (\sqrt{n} - 0,1)$$

სადაც R – ჰიდრაულიკური რადიუსია, რაც მდინარეებისთვის საშუალო სიღრმის ტოლია, ე.ი. $R = h$ მ-ს;

n – აქაც კალაპოტის სიმქისის კოეფიციენტი.

კალაპოტის ზოგადი გარეცხვის მაქსიმალური სიღრმე კალაპოტის სწორხაზოვან უბანზე მიიღება დამოკიდებულებით

$$H_{\max} = 1,6 \cdot H_s \text{ მეტრს}$$

ზემოთ მოყვანილი გამოსახულებებით დადგენილი მდინარეთა და ხევის კალაპოტების მოსალოდნელი ზოგადი გარეცხვის საშუალო სიღრმეების საანგარიშოდ მიღებული სიდიდეებისა და თვით გარეცხვის მაქსიმალური სიღრმეები საპროექტო კვეთებში, მოცემულია №16 ცხრილში.

საკვლევი მდინარეებისა და ხევის მდგრადი კალაპოტის სიგანე და ზოგადი გარეცხვის მაქსიმალური სიღრმეები

ცხრილი №16

დინარეები- ხევი	$Q_{1\%}$ მ ³ /წმ	i ქანობი	B მ-ში	n	d_{sash} მ-ში	R მ-ში	y	H_{sash} მ-ში	H_{\max} მ-ში
მაშავერა	349	0.0267	35.0	0.045	0.30	2.27	0.274	3.21	5.15
კაზრეთულა	75.4	0.0173	20.0	0.055	0.12	0.96	0.357	1.98	3.20
უსახელო ხევი	50.0	0.0439	13.0	0.060	0.45	1.00	0.373	1.48	2.40

კალაპოტის მიღებული ზოგადი გარეცხვის მაქსიმალური სიღრმეები უნდა გადაიზომოს მდინარეთა და ხევის 100 წლიანი განმეორებადობის წყლის მაქსიმალური ხარჯების შესაბამისი დონის ნიშნულებიდან ქვემოთ.

აქვე აღსანიშნავია, რომ ზემოთ მოყვანილი მეთოდით კალაპოტის ზოგადი გარეცხვის სიღრმე იანგარიშება მხოლოდ ალუვიურ კალაპოტებში წყლის მაქსიმალური ხარჯების გავლისას. მეთოდი არ ითვალისწინებს მდინარეების სიღრმეული ეროზიის პარამეტრების დადგენას ძირითად, კლდოვან ქანებში, სადაც სიღრმეული ეროზიის განვითარება მეტად ხანგრძლივი პროცესია. ამრიგად, თუ RMG Copper-ის მილსადენით მიწისქვეშა გადასასვლელის კვეთში დაფიქსირდება ძირითადი ქანები გარეცხვის სიღრმეზე მაღლა, მილსადენი უნდა ჩაიმარხოს ძირითად ქანებში 0,5 მეტრის სიღრმეზე.