

## მდინარე ჯრუჭულას აუზის მოკლე ჰიდროგრაფიული დახასიათება

მდინარე ჯრუჭულას აუზი მდებარეობს რაჭის ქედის ცენტრალური ნაწილის სამხრეთ კალთაზე, დასავლეთ საქართველოს აღმოსავლეთ ნაწილის კირქვეულ ზონაში. აუზს გააჩნია მერიდიანული მიმართულება საშუალო სიგანით 13 კმ და რაჭის ქედის სამხრეთით იზრდება 17 კმ-მდე. დასავლეთით და ჩრდილო-დასავლეთით აუზი შემოსაზღვრულია რაჭის ქედის წყალგამყოფით, ჩრდილოეთით - ხიხათას ქედით (2243 მ), ხოლო აღმოსავლეთით აუზს ესაზღვრება მდინარე ჩიხურას აუზი.

მდინარე ჯრუჭულას აუზი კარგად გამოხატული ასიმეტრიულობით ხასიათდება. აუზის ასიმეტრიულობის შედეგად ქსელიც ასიმეტრიულად არის განვითარებული. მდინარე ჯრუჭულას ერთვის სხვადასხვა რიგის 225 შენაკადი საერთო სიგრძით 287 კმ. მარჯვენა მხრიდან მას მრავალი წყალუხვი მდინარე ერთვის. მათ შორის თავიანთი აუზის სიდიდით, სიგრძით და წყალუხვობით გამოირჩევიან მდინარე ფასკნარა (14 კმ), მდინარე მოხვურა (10 კმ), მდინარე სატოპელა (14 კმ) და მდინარე ციხისწყალი (13 კმ).

მდინარე ჯრუჭულა სათავეს იღებს რაჭის ქედის სამხრეთ კალთებზე და უერთდება მდინარე ყვირილას მარჯვენა მხრიდან სოფელ დარკვეთთან, შესართავიდან 94 კილომეტრზე. მდინარის სიგრძე 31 კმ-ია, წყალშემკრები აუზის ფართობი 210 კმ<sup>2</sup>, აუზის საშუალო სიმაღლე 1400 მეტრია.

მდინარე ჯრუჭულა სათავიდან სოფელ ზედა ყვიჩორამდე, დაახლოებით 4 კილომეტრის სიგრძეზე მოედინება ჩრდილო-დასავლეთიდან სამხრეთ-აღმოსავლეთის მიმართულებით. სათავის რაიონში მდინარე კვეთს კირქვებით აგებულ განედურ ქედებს და ღრმა ხეობას ანვითარებს. ზემო წელის მაღალმთიან, მკაცრი მოხაზულობის რელიეფს რამოდენიმედ არბილებენ და წყალგამყოფის კალთებს ნაზ მოხაზულობას სძენენ. დელუვიური შლეიფები, განვითარებული რაჭის ქედის კალთების გასწვრივ, ჯრუჭულასა და მისი შემდინარეების სათავეების რაიონში. სოფელ ზედა ყვიჩორის ქვემოთ მდინარე იხრება დასავლეთისაკენ და სწრაფად შედის ბაიოსის პორფირიტული წყების განედურ ნაკეცებში და ანვითარებს გამკვეთ ეროზიულ ხეობას. ხეობის განვითარების ახალგაზრდობის სტადიაზე მიგვითითებს მდინარის გამოუმუშეებელი პროფილი, რომელიც დიდი ვარდნით და ტეხილობით ხასიათდება განსაკუთრებით ზემოწელში, სადაც ჭორომები და ჩანჩქერები ხშირად იჩენენ თავს. ხეობის ძირის სიგანე 15-20 მეტრს შორის ირყევა, ადგილ-ადგილ კი ისე ვიწროვდება, რომ მისი კალთები უშუალოდ მდინარის კალაპოტის კიდეებს ერწყმიან. ხეობის ასეთი სურათი ტიპურად გამოხატულია ზემო წელში, სათავიდან დაახლოებით 14 კილომეტრის სიგრძეზე, სადაც მდინარე წყალგამყოფების თხემებიდან 400-500 მეტრის სიღრმეზე არის ჩაჭრილი და გაძლიერებულ სიღრმით ეროზიას აწარმოებს. აქ ხეობის კალთებს ამოხნექილი პროფილი აქვთ, ხოლო განივი პროფილი V-ს ფორმისაა. მეტად მიუდგომელ ხასიათს ატარებს ხეობის ის მონაკვეთი, რომელიც რაჭის ქედის პარალელურად გაწოლილ

ქედის გაკვეთის ადგილზეა განვითარებული. აქ ხეობა ხასიათდება ციცაბოდ აღმართული კლდოვანი კალთებით; ვიწრო, ღრმა და ძნელად გასავლელია.

სოფელ ზემო ყვიჩორის ქვემოთ ჯრუჭულა გამოდის საშუალო სიმაღლის მთების ზონაში. აუზი რელიეფის ამ ნაწილში შედარებით ნაზი ფორმებით ხასიათდება. სოფელ ცხომარეთთან მისი ხეობა V-ს ფორმისაა. ხეობის სიგანე მდინარის ზემო და შუა წელში მერყეობს 700 მ-დან 1.8 კმ-მდე, ხოლო ქვემო წელში შეადგენს დაახლოებით 1000 მეტრს 200 მეტრი სიმაღლის ფერდობებით. ხეობის ვიწრო ფსკერი 25 მეტრს აღწევს და ფერდობები ხშირათ მდინარის ნაპირის როლს ასრულებენ (ზემო წელში). ქვემო დინებისაკენ ხეობის ფსკერი თანდათან ფართოვდება 200 მეტრამდე, ხოლო შესართავისაკენ ისევ მცირდება 120 მეტრამდე.

აუზის ძირითად ქანებზე კომპლექსურად განვითარებულია მთა-მდელოს, ნემომპალა-კარბონატული და ეწერი ნიადაგები. მდინარის აუზი დაფარულია ხშირი ფოთლოვანი ტყით, სადაც ძირითადად გვხვდება მუხა, წიფელი და რცხილა. ხეობის ძირისაკენ ტყე მეჩხერდება და თანდათან გადადის ბუჩქნარში.

მდინარეს წყალუხვობა ახასიათებს გაზაფხულზე. წყალდიდობა იწყება მარტში წყლის დონის სწრაფი მატებით, რაც გამოწვეულია წვიმებით. მაქსიმალურ დონეს მდინარე აღწევს მაისში და კლება გრძელდება ივნისის ბოლომდე, თუმცა დამახასიათებელია ხანმოკლე წვიმების პიკებით. გაზაფხულის წყალდიდობის შემდეგ ივლისიდან იწყება წყალმცირობის პერიოდი, რომელსაც არღვევს წვიმის წყალმოვარდნები. ეს წყალმოვარდნები დონის მაღალი ნიშნულებით ზოგჯერ აჭარბებენ გაზაფხულის წყალდიდობის ნიშნულებს. შემოდგომით ხშირია წვიმის წყალმოვარდნები ვიდრე ზაფხულში. იანვრიდან თებერვლის ბოლომდე დგება წყალმცირობის პერიოდი, რომელიც გრძელდება გაზაფხულის წყალდიდობამდე.

მდინარეს გააჩნია შერეული საზრდოობა: მიწისქვეშა, წვიმისა და თოვლის ნადნობი წყლები.

### საშუალო წლიური ხარჯები

მდინარე ჯრუჭულა ჰიდროლოგიური თვალსაზრისით არ არის შესწავლილი. ამიტომ მისი საშუალო წლიური ხარჯების სიდიდეები საპროექტო უზნისათვის დადგენილია მეთოდით, რომელიც მოცემულია მონოგრაფიაში “საქართველოს წყლის ბალანსი”. აღნიშნული მეთოდის თანახმად საკვლევი მდინარის აუზის მდებარეობის რაიონისთვის აგებული აუზის საშუალო სიმაღლეებისა და ჩამონადენის ფენის სიმაღლეებს შორის დამოკიდებულების მრუდიდან განისაზღვრება საკვლევი მდინარის აუზის საშუალო სიმაღლის შესაბამისი ჩამონადენის მოდული, რაც შეადგენს 33 ლ/წმ კმ<sup>2</sup>. საშუალო მრავალწლიური ხარჯი განისაზღვრება დამოკიდებულებით:

$$Q_0 = \frac{F \cdot M}{1000} \text{ მ}^3/\text{წმ}$$

მოყვანილი გამოსახულების შესაბამისად, მდინარე ჯრუჭულას საშუალო მრავალწლიური ხარჯი საპროექტო კვეთში (151 კმ<sup>2</sup>) ტოლი იქნება 4.98 მ<sup>3</sup>/წმ-ის.

### მაქსიმალური ხარჯები

საპროექტო კვეთში წყლის მაქსიმალური ხარჯების გაანგარიშებისათვის გამოყენებულია მეთოდი, რომელიც მოცემულია „კავკასიის პირობებში მდინარეთა მაქსიმალური ჩამონადენის საანგარიშო ტექნიკურ მითითებაში“. აღნიშნული მეთოდით მიღებული შედეგები აპრობირებულია და ფართოდ გამოიყენება ჰიდროლოგიური გაანგარიშების პრაქტიკაში. ამასთან აღნიშნულ მეთოდში გათვალისწინებულია მაქსიმალური ხარჯების განმსაზღვრელი ძირითადი ფაქტორები.

აღნიშნული მეთოდის თანახმად, კავკასიის პირობებში წყლის მაქსიმალური ხარჯების სიდიდეები იმ მდინარეებზე და ხევეებზე, რომელთა წყალშემკრები აუზის ფართობი არ აღემატება 400 კმ<sup>2</sup>-ს, იანგარიშება ფორმულით, რომელსაც შემდეგი სახე გააჩნია:

$$Q = R \cdot \left[ \frac{F^{2/3} \cdot K^{1.35} \cdot \tau^{0.38} \cdot \bar{i}^{0.125}}{(L+10)^{0.44}} \right] \cdot \Pi \cdot \lambda \cdot \delta \text{ მ}^3/\text{წმ}$$

$R$  - რაიონული პარამეტრია და მისი მნიშვნელობა აიღება სპეციალური ცხრილიდან;

$F$  - წყალშემკრები აუზის ფართობია საპროექტო კვეთში კმ<sup>2</sup>-ში;

$K$  - რაიონის კლიმატური კოეფიციენტი, რომლის მნიშვნელობა აიღება სპეციალური რუკიდან;

$\bar{i}$  - მდინარის ქანობია ერთეულებში სათავიდან საპროექტო კვეთამდე;

$L$  - მდინარის სიგრძეა სათავიდან საპროექტო კვეთამდე კმ-ში;

$\Pi$  - მდინარის აუზში არსებული ნიადაგის საფარველის მახასიათებელი კოეფიციენტი, მისი მნიშვნელობა აიღება სპეციალური რუკიდან და შესაბამისი ცხრილიდან.

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

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

აქ,  $F_t$  - აუზის ტყით დაფრული ფართობია %-ში;  $\delta$  - აუზის ფორმის კოეფიციენტი და მისი მნიშვნელობა მიიღება გამოსახულებით:  $\delta = 0.25 \cdot \frac{B_{\text{მაქს.}}}{B_{\text{საშ.}}} + 0.75$ , სადაც  $B_{\text{მაქს.}}$  - აუზის მაქსიმალური სიგანეა კმ-ში;  $B_{\text{საშ.}}$  - აუზის საშუალო სიგანეა კმ-ში. მისი მნიშვნელობა მიიღება დამოკიდებულებით  $B_{\text{საშ.}} = \frac{F}{L}$ .

მოყვანილი მონაცემებით წყლის მაქსიმალური ხარჯისათვის  $\tau = 100$  წლიანი განმეორებადობის პერიოდისათვის (1%-იანი უზრუნველყოფა) მიღებულია შემდეგი სიდიდეები:

მდინარე	$R$	$F$	$K$	$\bar{i}$	$L$	$\Pi$	$\lambda$	$\delta$	$Q_{1\%}$
ჯრუჭულა	1.35	151	5	0.052	26.1	1	0.86	1.68	398

### მაქსიმალური დონეები

მაქსიმალური ხარჯების შესაბამისი დონეების ნიშნულების დასადგენად საპროექტო უბანზე გაზომილ იქნა განივი კვეთი, რომლის საფუძველზე დადგენილი იქნა ჰიდრაულიკური ელემენტები. აღნიშნული ჰიდრაულიკური ელემენტებით მიღებულ იქნა კალაპოტში წყლის სიღრმეები წყლის სხვადასხვა ხარჯისათვის. ხარჯის გამოსათვლელად გამოიყენება ფორმულა  $Q = \omega v$ , სადაც  $\omega$  - განიკვეთის ფართობი მ<sup>2</sup>-ში,  $v$  - სიჩქარე მ/წმ-ში. კვეთში ნაკადის საშუალო სიჩქარე გამოანგარიშებულია შეზის ფორმულის საშუალებით, რომელსაც შემდეგი სახე გააჩნია  $V = C\sqrt{Ri}$ , სადაც  $C$  - შეზის კოეფიციენტი და დამოკიდებულია მქისეობის კოეფიციენტზე, რომელიც აიღება სპეციალური ცხრილიდან,  $R$  - ჰიდრაულიკური რადიუსია, რომელიც ტოლია განიკვეთის ფართობის ფარდობისა სველ პერიმეტრთან,  $i$  - ქანობია. გამოთვლები მოცემულია ცხრილში.

მდინარე	წყლის მაქს. დონე კალაპოტში $\delta$	ნაკადის სიგანე	კვეთის ფართობი	სველი პერიმეტრი	ჰიდრაულიკური რადიუსი	შეზის კოეფიციენტი	საშუალო სიჩქარე	წყლის ხარჯი
	$H$	$B$	$\omega$	$P$	$R$	$C$	$v$	$Q$
ჯრუჭულა	0.50	14	3.64	14.1	0.26	6.31	0.84	3.07
	1.80	29	28.5	29.6	0.96	12.3	3.17	90.3
	2.10	85	70.4	85.9	0.82	14.2	3.38	238
	2.40	104	102	105	0.97	15.2	3.90	398

### კალაპოტის მდგრადობის შეფასება

მდინარე ჯრუჭულა კალაპოტური პროცესების თვალსაზრისით არ არის შესწავლილი. ამიტომ, თავდაპირველად დადგენილ იქნა კალაპოტის მდგრადობის მაჩვენებელი, რომელიც განისაზღვრება ფორმულით:

$$M = \frac{H(g \cdot B)^{0.25}}{Q_{P\%}^{0.5}}$$

სადაც,  $M$  - კალაპოტის ფორმის ლოკალური მახასიათებელია, მისი სიდიდე სტაბილური კალაპოტის პირობებში ტოლია 1.3-ის. 1.3-ზე დაბალი მნიშვნელობისას კალაპოტს ახასიათებს სიღრმითი ეროზია, ხოლო 1.3-ზე მაღალი მნიშვნელობისას კალაპოტებში ხდება მყარი მასალის აკუმულაცია.

$B$  - მდგრადი კალაპოტის სიგანეა მეტრებში წყლის საანგარიშო ხარჯის გავლისას. მისი სიდიდე იანგარიშება გამოსახულებით:

$$B = 0.7 \cdot Q_{P\%}^{0.56} \cdot I_{კალ}^{-0.25}$$

აქ  $Q_{P\%}$  - საანგარიშო უზრუნველყოფის წყლის მაქსიმალური ხარჯია მ<sup>3</sup>/წმ-ში;

$i_{კალ}$  - კალაპოტის საშუალო ქანობი ერთეულ ნაწილებში საპროექტო უბანზე;

$H$  - ნაკადის მდგრადი სიღრმეა კალაპოტში წყლის საანგარიშო ხარჯის გავლისას და იანგარიშება ფორმულით:

$$H = 0.186 \cdot Q_{P\%}^{0.7} \cdot B^{-0.7} \cdot i_{კალ} \exp\left[\frac{-(0.36 + 2i)}{1.43}\right]$$

$g$  - სიმძიმის ძალის აჩქარებაა,  $g = 9.81$  მ/წმ<sup>2</sup>.

შესაბამისი რიცხვითი მნიშვნელობების შეტანით ზემოთ მოყვანილ ფორმულებში მიღებულია მდინარე ჯრუჭულას კალაპოტის მდგრადობის შესაფასებლად საჭირო მაჩვენებლების რიცხვითი სიდიდეები საპროექტო კვეთში, რაც მოცემულია ცხრილში.

$i_{კალ}$	$Q$	$H$	$B$	$M$
0.069	398	2.44	37.3	0.53

როგორც ცხრილიდან ჩანს, საკვლევი მდინარის კალაპოტის ფორმის ლოკალური მახასიათებელი ნაკლებია 1.3-ზე, რაც მიუთითებს კალაპოტის არასტაბილურობაზე და მის მოსალოდნელ სიღრმით ეროზიაზე.

## კალაპოტის ზოგადი გარეცხვის სიღრმეები

კალაპოტის ზოგადი გარეცხვის მოსალოდნელი სიღრმე დადგენილია მეთოდით, რომელიც მოცემულია „მთის მდინარეების ალუვიურ კალაპოტებში ჰიდროტექნიკური ნაგებობების პროექტირებისას მდგრადი კალაპოტის კალაპოტის საანგარიშო მეთოდურ მითითებებში“. აღნიშნული მეთოდის მიხედვით, კალაპოტის გარეცხვის საშუალო სიღრმე იანგარიშება ფორმულით:

$$H_{საშ} = \frac{K}{i^{0.03}} \cdot \left( \frac{Q_{p\%}}{\sqrt{g}} \right)^{0.4}$$

სადაც  $K$  - კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს წყლის ხარჯისა და მასში შეწონილი მყარი ნატანის არაერთგვაროვნებას. მისი სიდიდე დამოკიდებულია

წყალში შეტივტივებული მყარი მასალის რაოდენობაზე ( $\mu = 7000 \cdot \left( \frac{H}{d_{დაბ}} \right)^{0.7} \cdot i^{2.2}$ ),

ნაკადის საშუალო სიღრმისა და კალაპოტის მომკირწყლავი ნატანის საშუალო დიამეტრის ფარდობაზე ( $H/d_{მოშკ}$ ) და აიღება სპეციალური ცხრილიდან.

ვინაიდან  $d_{მოშკ} \approx 1.8 \cdot d_{დაბ}$ , ხოლო  $d_{დაბ}$  - მდინარის კალაპოტის ფსკერზე დალექილი მყარი მასალის საშუალო დიამეტრია. მისი სიდიდე განისაზღვრება ფორმულით:

$$d_{დაბ} = K_0 \cdot i^{0.9} \cdot \left( \frac{Q_{10\%}}{\sqrt{g}} \right)^{0.4}$$

აქ,  $K_0$  - კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს წყლის ხარჯისა და მასში შეწონილი მყარი მასალის არაერთგვაროვნებას. მისი სიდიდე დამოკიდებულია წყალში შეტივტივებული მყარი მასალის რაოდენობაზე ( $\mu_0$ ), აიღება შესაბამისი ცხრილიდან და ჩვენ შემთხვევაში ტოლია 1.6-ის;  $i$  - ნაკადის ჰიდრაულიკური ქანობია საპროექტო უბანზე, რაც ჩვენ შემთხვევაში ტოლია 0.069-ის;  $Q_{10\%}$  - 10%-იანი უზრუნველყოფის წლის მაქსიმალური ხარჯია, რაც ტოლია 166 მ<sup>3</sup>/წმ-ის;  $g$  - ორივე ფორმულაში სიმძიმის ძალის აჩქარებაა. წყალში შეტივტივებული მყარი მასალის რაოდენობა განისაზღვრება შემდეგი გამოსახულებით:  $\mu_0 = \alpha \cdot \sqrt{i_{სუბ}}$  და ტოლია 0.74-ის;  $\alpha$  - მდინარის აუზის ეროზიულობის კოეფიციენტი. მისი მნიშვნელობა აიღება სპეციალურად დამუშავებული რუკიდან და მდინარე ჯრუჭულასათვის ტოლია 1.25-ის;  $i_{სუბ}$  - მდინარის წყალშემკრები აუზის ქანობია, რომლის მნიშვნელობა ტოლია 0.35-ის.

ზემოთ მოყვანილი გამოსახულებიდან  $d_{ღან} = 0.71$  მ-ს,  $d_{გომკ} = 1.28$  მ-ს და  $\mu = 25$  გრ/ლ-ს, ხოლო ფარდობა  $\frac{H}{d_{გომკ}} = \frac{0.98}{1.28} = 0.77 \leq 3$ -ზე და რასაც შესაბამისი ცხრილიდან  $K = 0.43$ ;

მოცემული რიცხვითი სიდიდეების შეტანით ზემოთ მოყვანილ ფორმულაში მიიღება მდინარე ჯრუჭულისათვის კალაპოტის ზოგადი გარეცხვის საშუალო სიღრმე 3.25 მ-ის ტოლი.

კალაპოტის გარეცხვის მაქსიმალური სიღრმე მიიღება დამოკიდებულებით  $H_{გაქს} = 1.6 \cdot H_{საშ}$ . მოყვანილი გამოსახულების შესაბამისად, კალაპოტის ზოგადი გარეცხვის მაქსიმალური სიღრმე ტოლია 5.20 მ-ის.

კალაპოტის ზოგადი გარეცხვის მაქსიმალური სიღრმე ( $H_{გაქს} = 5.20$  მ) უნდა გადაიზომოს მდინარე ჯრუჭულას 100 წლიანი განმეორებადობის წყლის მაქსიმალური ხარჯის შესაბამისი დონის ნიშნულიდან ქვემოთ ან მდინარის კალაპოტის უმცირესი ნიშნულიდან ქვემოთ  $5.20 - 2.40 = 2.80$  მ.

## მდინარე მოხვურას აუზის მოკლე ჰიდროგრაფიული დახასიათება

მდინარე მოხვურა იწყება რაჭის ქედზე ველტყევის მთის სამხრეთ კალთებზე. ჯრუჭულას, ფასკნარას შესართავიდან 3 კილომეტრის დაშორებით ერთვის. მდინარის სიგრძე 9.1 კმ-ია, წყალშემკრები აუზის ფართობი 25 კმ<sup>2</sup>, აუზის საშუალო სიმაღლე 1300 მეტრი.

სათავეში იგი კვეთს ურგონულ კირქვებს, ხოლო სოფელ მოხვამდე ბაიოსის პორფირიტულ წყებებში ვიწროს ჩაჭრილ ხეობაში მოედინება; მდინარის ვიწრობი V-ს ფორმისაა. სოფელ მოხვას მიდამოებში ფართოვდება, რაც კირქვების გამოსავლებთან უნდა იყოს დაკავშირებული. ამ მონაკვეთზე მდინარის ხეობაში გამოედინებიან კარსტული წყაროები.

თავისი კარგად განვითარებული ქსელით მდინარე მოხვურა ღრმად სერავს წყალგამყოფების ფერდობებს. ხეობის ერთფეროვნებას არღვევს სოფელ მოხვის მიდამოებში განვითარებული მეწყრული რელიეფი და სოფლის სათიბების რაიონში არსებული მცირე ზომის და ჯგუფ-ჯგუფად განლაგებული კარსტული ძაბრები.

აუზის ძირითად ქანებზე კომპლექსურად განვითარებულია მთა-მდელოს, ნეშომპალა-კარბონატული და ეწერი ნიადაგები. მდინარის აუზი დაფარულია ხშირი ფოთლოვანი ტყით, სადაც ძირითადად გვხვდება მუხა, წიფელი და რცხილა. ხეობის ძირისაკენ ტყე მეჩხერდება და თანდათან გადადის ბუჩქნარში.

მდინარეს წყალუხვობა ახასიათებს გაზაფხულზე. წყალდიდობა იწყება მარტში წყლის დონის სწრაფი მატებით, რაც გამოწვეულია წვიმებით. მაქსიმალურ დონეს მდინარე აღწევს მაისში და კლება გრძელდება ივნისის ბოლომდე, თუმცა დამახასიათებელია ხანმოკლე წვიმების პიკებით. გაზაფხულის წყალდიდობის შემდეგ ივლისიდან იწყება წყალმცირობის პერიოდი, რომელსაც არღვევს წვიმის წყალმოვარდნები. ეს წყალმოვარდნები დონის მაღალი ნიშნულებით ზოგჯერ აჭარბებენ გაზაფხულის წყალდიდობის ნიშნულებს. შემოდგომით ხშირია წვიმის წყალმოვარდნები ვიდრე ზაფხულში. იანვრიდან თებერვლის ბოლომდე დგება წყალმცირობის პერიოდი, რომელიც გრძელდება გაზაფხულის წყალდიდობამდე.

მდინარეს გააჩნია შერეული საზრდოობა: მიწისქვეშა, წვიმისა და თოვლის ნადნობი წყლები.

## საშუალო წლიური ხარჯები

მდინარე მოხვურა ჰიდროლოგიური თვალსაზრისით არ არის შესწავლილი. ამიტომ მისი საშუალო წლიური ხარჯების სიდიდეები საპროექტო უზნისათვის დადგენილია მეთოდით, რომელიც მოცემულია მონოგრაფიაში “საქართველოს წყლის ბალანსი”. აღნიშნული მეთოდის თანახმად საკვლევი მდინარის აუზის მდებარეობის რაიონისთვის აგებული აუზის საშუალო სიმაღლეებისა და ჩამონადენის ფენის სიმაღლეებს შორის დამოკიდებულების მრუდიდან განისაზღვრება საკვლევი მდინარის აუზის საშუალო სიმაღლის შესაბამისი ჩამონადენის მოდული, რაც



შეადგენს 31 ლ/წმ კმ<sup>2</sup>. საშუალო მრავალწლიური ხარჯი განისაზღვრება დამოკიდებულებით:

$$Q_0 = \frac{F \cdot M}{1000} \text{ მ}^3/\text{წმ}$$

მოყვანილი გამოსახულების შესაბამისად, მდინარე მოხვურას საშუალო მრავალწლიური ხარჯი საპროექტო კვეთში (23.8 კმ<sup>2</sup>) ტოლი იქნება 0.74 მ<sup>3</sup>/წმ-ის.

### მაქსიმალური ხარჯები

საპროექტო კვეთში წყლის მაქსიმალური ხარჯების გაანგარიშებისათვის გამოყენებულია მეთოდი, რომელიც მოცემულია „კავკასიის პირობებში მდინარეთა მაქსიმალური ჩამონადენის საანგარიშო ტექნიკურ მითითებაში“. აღნიშნული მეთოდით მიღებული შედეგები აპრობირებულია და ფართოდ გამოიყენება ჰიდროლოგიური გაანგარიშების პრაქტიკაში. ამასთან აღნიშნულ მეთოდში გათვალისწინებულია მაქსიმალური ხარჯების განმსაზღვრელი ძირითადი ფაქტორები.

აღნიშნული მეთოდის თანახმად, კავკასიის პირობებში წყლის მაქსიმალური ხარჯების სიდიდეები იმ მდინარეებზე და ხევეებზე, რომელთა წყალშემკრები აუზის ფართობი არ აღემატება 400 კმ<sup>2</sup>-ს, იანგარიშება ფორმულით, რომელსაც შემდეგი სახე გააჩნია:

$$Q = R \cdot \left[ \frac{F^{2/3} \cdot K^{1.35} \cdot \tau^{0.38} \cdot \bar{i}^{0.125}}{(L+10)^{0.44}} \right] \cdot \Pi \cdot \lambda \cdot \delta \text{ მ}^3/\text{წმ}$$

$R$  - რაიონული პარამეტრია და მისი მნიშვნელობა აიღება სპეციალური ცხრილიდან;

$F$  - წყალშემკრები აუზის ფართობია საპროექტო კვეთში კმ<sup>2</sup>-ში;

$K$  - რაიონის კლიმატური კოეფიციენტი, რომლის მნიშვნელობა აიღება სპეციალური რუკიდან;

$\bar{i}$  - მდინარის ქანობია ერთეულებში სათავიდან საპროექტო კვეთამდე;

$L$  - მდინარის სიგრძეა სათავიდან საპროექტო კვეთამდე კმ-ში;

$\Pi$  - მდინარის აუზში არსებული ნიადაგის საფარველის მახასიათებელი კოეფიციენტი, მისი მნიშვნელობა აიღება სპეციალური რუკიდან და შესაბამისი ცხრილიდან.

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

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

აქ,  $F_t$  - აუზის ტყით დაფრული ფართობია %-ში;  $\delta$  - აუზის ფორმის კოეფიციენტი და მისი მნიშვნელობა მიიღება გამოსახულებით:  $\delta = 0.25 \cdot \frac{B_{\text{მაქს.}}}{B_{\text{საშ.}}} + 0.75$ , სადაც  $B_{\text{მაქს.}}$  - აუზის მაქსიმალური სიგანეა კმ-ში;  $B_{\text{საშ.}}$  - აუზის საშუალო სიგანეა კმ-ში. მისი მნიშვნელობა მიიღება დამოკიდებულებით  $B_{\text{საშ.}} = \frac{F}{L}$ .

მოყვანილი მონაცემებით წყლის მაქსიმალური ხარჯისათვის  $\tau = 100$  წლიანი განმეორებადობის პერიოდისათვის (1%-იანი უზრუნველყოფა) მიღებულია შემდეგი სიდიდეები:

მდინარე	$R$	$F$	$K$	$\bar{i}$	$L$	$\Pi$	$\lambda$	$\delta$	$Q_{1\%}$
მოხვურა	1.35	23.8	5	0.076	9.0	1	0.85	1.05	100

### მაქსიმალური დონეები

მაქსიმალური ხარჯების შესაბამისი დონეების ნიშნულების დასადგენად საპროექტო უბანზე გაზომილ იქნა განივი კვეთი, რომლის საფუძველზე დადგენილი იქნა ჰიდრავლიკური ელემენტები. აღნიშნული ჰიდრავლიკური ელემენტებით მიღებულ იქნა კალაპოტში წყლის სიღრმეები წყლის სხვადასხვა ხარჯისათვის. ხარჯის გამოსათვლელად გამოიყენება ფორმულა  $Q = \omega v$ , სადაც  $\omega$  - განიკვეთის ფართობი მ<sup>2</sup>-ში,  $v$  - სიჩქარე მ/წმ-ში. კვეთში ნაკადის საშუალო სიჩქარე გამოანგარიშებულია შეზის ფორმულის საშუალებით, რომელსაც შემდეგი სახე გააჩნია  $V = C\sqrt{Ri}$ , სადაც  $C$  - შეზის კოეფიციენტი და დამოკიდებულია მქისეობის კოეფიციენტზე, რომელიც აიღება სპეციალური ცხრილიდან,  $R$  - ჰიდრავლიკური რადიუსია, რომელიც ტოლია განიკვეთის ფართობის ფარდობისა სველ პერიმეტრთან,  $i$  - ქანობია. გამოთვლები მოცემულია ცხრილში.

წყლის მაქს. დონე კალაპოტში მ	ნაკადის სიგანე	კვეთის ფართობი	სველი პერიმეტრი	ჰიდრავლიკური რადიუსი	შეზის კოეფიციენტი	საშუალო სიჩქარე	წყლის ხარჯი
$H$	$B$	$\omega$	$P$	$R$	$C$	$v$	$Q$
0.40	6	1.45	6.1	0.24	6.04	0.94	1.37
1.40	25	15.8	25.4	0.62	10.0	2.52	39.8
1.75	30	27.8	30.8	0.90	11.9	3.60	100

### კალაპოტის მდგრადობის შეფასება

მდინარე მოხვურა კალაპოტური პროცესების თვალსაზრისით არ არის შესწავლილი. ამიტომ, თავდაპირველად დადგენილ იქნა კალაპოტის მდგრადობის მაჩვენებელი, რომელიც განისაზღვრება ფორმულით:

$$M = \frac{H(g \cdot B)^{0.25}}{Q_{P\%}^{0.5}}$$

სადაც,  $M$  - კალაპოტის ფორმის ლოკალური მახასიათებელია, მისი სიდიდე სტაბილური კალაპოტის პირობებში ტოლია 1.3-ის. 1.3-ზე დაბალი მნიშვნელობისას კალაპოტს ახასიათებს სიღრმითი ეროზია, ხოლო 1.3-ზე მაღალი მნიშვნელობისას კალაპოტებში ხდება მყარი მასალის აკუმულაცია.

$B$  - მდგრადი კალაპოტის სიგანეა მეტრებში წყლის საანგარიშო ხარჯის გავლისას. მისი სიდიდე იანგარიშება გამოსახულებით:

$$B = 0.7 \cdot Q_{P\%}^{0.56} \cdot I_{\text{კალ}}^{-0.25}$$

აქ  $Q_{P\%}$  - საანგარიშო უზრუნველყოფის წყლის მაქსიმალური ხარჯია მ<sup>3</sup>/წმ-ში;

$i_{\text{კალ}}$  - კალაპოტის საშუალო ქანობი ერთეულ ნაწილებში საპროექტო უბანზე;

$H$  - ნაკადის მდგრადი სიღრმეა კალაპოტში წყლის საანგარიშო ხარჯის გავლისას და იანგარიშება ფორმულით:

$$H = 0.186 \cdot Q_{P\%}^{0.7} \cdot B^{-0.7} \cdot i_{\text{კალ}} \exp\left[\frac{-(0.36 + 2i)}{1.43}\right]$$

$g$  - სიმძიმის ძალის აჩქარებაა,  $g = 9.81$  მ/წმ<sup>2</sup>.

შესაბამისი რიცხვითი მნიშვნელობების შეტანით ზემოთ მოყვანილ ფორმულებში მიღებულია მდინარე მოხვურას კალაპოტის მდგრადობის შესაფასებლად საჭირო მაჩვენებლების რიცხვითი სიდიდეები საპროექტო კვეთში, რაც მოცემულია ცხრილში.

$i_{\text{კალ}}$	$Q$	$H$	$B$	$M$
0.102	100	1.63	16.3	0.58

როგორც ცხრილიდან ჩანს, საკვლევი მდინარის კალაპოტის ფორმის ლოკალური მახასიათებელი ნაკლებია 1.3-ზე, რაც მიუთითებს კალაპოტის არასტაბილურობაზე და მის მოსალოდნელ სიღრმით ეროზიაზე.

## კალაპოტის გარეცხვის სიღრმეები

კალაპოტის ზოგადი გარეცხვის მოსალოდნელი სიღრმე დადგენილია მეთოდით, რომელიც მოცემულია „მთის მდინარეების ალუვიურ კალაპოტებში ჰიდროტექნიკური ნაგებობების პროექტირებისას მდგრადი კალაპოტის კალაპოტის საანგარიშო მეთოდურ მითითებებში“. აღნიშნული მეთოდის მიხედვით, კალაპოტის გარეცხვის საშუალო სიღრმე იანგარიშება ფორმულით:

$$H_{საშ} = \frac{K}{i^{0.03}} \cdot \left( \frac{Q_{p\%}}{\sqrt{g}} \right)^{0.4}$$

სადაც  $K$  - კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს წყლის ხარჯისა და მასში შეწონილი მყარი ნატანის არაერთგვაროვნებას. მისი სიდიდე დამოკიდებულია

წყალში შეტივტივებული მყარი მასალის რაოდენობაზე ( $\mu = 7000 \cdot \left( \frac{H}{d_{დან}} \right)^{0.7} \cdot i^{2.2}$ ),

ნაკადის საშუალო სიღრმისა და კალაპოტის მომკირწყლავი ნატანის საშუალო დიამეტრის ფარდობაზე ( $H/d_{მომკ}$ ) და აიღება სპეციალური ცხრილიდან.

ვინაიდან  $d_{მომკ} \approx 1.8 \cdot d_{დან}$ , ხოლო  $d_{დან}$  - მდინარის კალაპოტის ფსკერზე დალექილი მყარი მასალის საშუალო დიამეტრია. მისი სიდიდე განისაზღვრება ფორმულით:

$$d_{დან} = K_0 \cdot i^{0.9} \cdot \left( \frac{Q_{10\%}}{\sqrt{g}} \right)^{0.4}$$

აქ,  $K_0$  - კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს წყლის ხარჯისა და მასში შეწონილი მყარი მასალის არაერთგვაროვნებას. მისი სიდიდე დამოკიდებულია წყალში შეტივტივებული მყარი მასალის რაოდენობაზე ( $\mu_0$ ), აიღება შესაბამისი ცხრილიდან და ჩვენ შემთხვევაში ტოლია 1.6-ის;  $i$  - ნაკადის ჰიდრაულიკური ქანობია საპროექტო უბანზე, რაც ჩვენ შემთხვევაში ტოლია 0.102-ის;  $Q_{10\%}$  - 10%-იანი უზრუნველყოფის წლის მაქსიმალური ხარჯია, რაც ტოლია 42 მ<sup>3</sup>/წმ-ის;  $g$  - ორივე ფორმულაში სიმძიმის ძალის აჩქარებაა. წყალში შეტივტივებული მყარი მასალის რაოდენობა განისაზღვრება შემდეგი გამოსახულებით:  $\mu_0 = \alpha \cdot \sqrt{i_{სუზ}}$  და ტოლია 0.71-ის;  $\alpha$  - მდინარის აუზის ეროზიულობის კოეფიციენტი. მისი მნიშვნელობა აიღება სპეციალურად დამუშავებული რუკიდან და მდინარე მოხვურასათვის ტოლია 1.25-ის;  $i_{სუზ}$  - მდინარის წყალშემკრები აუზის ქანობია, რომლის მნიშვნელობა ტოლია 0.32-ის.

ზემოთ მოყვანილი გამოსახულებიდან  $d_{ღან} = 0.58$  მ-ს,  $d_{გომკ} = 1.04$  მ-ს და  $\mu = 67$  გრ/ლ-ს, ხოლო ფარდობა  $\frac{H}{d_{გომკ}} = \frac{0.93}{1.04} = 0.89 \leq 3$ -ზე და რასაც შესაბამისი ცხრილიდან  $K = 0.43$ ;

მოცემული რიცხვითი სიდიდეების შეტანით ზემოთ მოყვანილ ფორმულაში მიიღება მდინარე მოხვურასათვის კალაპოტის ზოგადი გარეცხვის საშუალო სიღრმე 1.84 მ-ის ტოლი.

კალაპოტის გარეცხვის მაქსიმალური სიღრმე მიიღება დამოკიდებულებით  $H_{გაქს} = 1.6 \cdot H_{საშ}$ . მოყვანილი გამოსახულების შესაბამისად, კალაპოტის ზოგადი გარეცხვის მაქსიმალური სიღრმე ტოლია 2.94 მ-ის.

კალაპოტის ზოგადი გარეცხვის მაქსიმალური სიღრმე ( $H_{გაქს} = 2.94$  მ) უნდა გადაიზომოს მდინარე მოხვურას 100 წლიანი განმეორებადობის წყლის მაქსიმალური ხარჯის შესაბამისი დონის ნიშნულიდან ქვემოთ ან მდინარის კალაპოტის უმცირესი ნიშნულიდან ქვემოთ  $2.94 - 1.75 = 1.19$  მ.

## მდინარე ჯრუჭულას მრუდხაზოვანი მონაკვეთის მაქსიმალური ხარჯი

საპროექტო კვეთში წყლის მაქსიმალური ხარჯების გაანგარიშებისათვის გამოყენებულია მეთოდი, რომელიც მოცემულია „კავკასიის პირობებში მდინარეთა მაქსიმალური ჩამონადენის საანგარიშო ტექნიკურ მითითებაში“. აღნიშნული მეთოდით მიღებული შედეგები აპრობირებულია და ფართოდ გამოიყენება ჰიდროლოგიური გაანგარიშების პრაქტიკაში. ამასთან აღნიშნულ მეთოდში გათვალისწინებულია მაქსიმალური ხარჯების განმსაზღვრელი ძირითადი ფაქტორები.

აღნიშნული მეთოდის თანახმად, კავკასიის პირობებში წყლის მაქსიმალური ხარჯების სიდიდეები იმ მდინარეებზე და ხევებზე, რომელთა წყალშემკრები აუზის ფართობი არ აღემატება 400 კმ<sup>2</sup>-ს, იანგარიშება ფორმულით, რომელსაც შემდეგი სახე გააჩნია:

$$Q = R \cdot \left[ \frac{F^{2/3} \cdot K^{1.35} \cdot \tau^{0.38} \cdot \bar{i}^{0.125}}{(L+10)^{0.44}} \right] \cdot \Pi \cdot \lambda \cdot \delta \text{ მ}^3/\text{წმ}$$

$R$  - რაიონული პარამეტრია და მისი მნიშვნელობა აიღება სპეციალური ცხრილიდან;

$F$  - წყალშემკრები აუზის ფართობია საპროექტო კვეთში კმ<sup>2</sup>-ში;

$K$  - რაიონის კლიმატური კოეფიციენტი, რომლის მნიშვნელობა აიღება სპეციალური რუკიდან;

$\bar{i}$  - მდინარის ქანობია ერთეულებში სათავიდან საპროექტო კვეთამდე;

$L$  - მდინარის სიგრძეა სათავიდან საპროექტო კვეთამდე კმ-ში;

$\Pi$  - მდინარის აუზში არსებული ნიადაგის საფარველის მახასიათებელი კოეფიციენტი, მისი მნიშვნელობა აიღება სპეციალური რუკიდან და შესაბამისი ცხრილიდან.

$\lambda$  - 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;  $\delta$  - აუზის ფორმის კოეფიციენტი

და მისი მნიშვნელობა მიიღება გამოსახულებით:  $\delta = 0,25 \cdot \frac{B_{\text{მაქს.}}}{B_{\text{ბაშ.}}} + 0,75$ , სადაც  $B_{\text{მაქს.}}$  -

აუზის მაქსიმალური სიგანეა კმ-ში;  $B_{\text{ბაშ.}}$  - აუზის საშუალო სიგანეა კმ-ში. მისი

მნიშვნელობა მიიღება დამოკიდებულებით  $B_{\text{ბაშ.}} = \frac{F}{L}$ .

მოყვანილი მონაცემებით წყლის მაქსიმალური ხარჯისათვის  $\tau=100$  წლიანი განმეორებადობის პერიოდისათვის (1%-იანი უზრუნველყოფა) მიღებულია შემდეგი სიდიდეები:

მდინარე	$R$	$F$	$K$	$\bar{i}$	$L$	$\Pi$	$\lambda$	$\delta$	$Q_{1\%}$
ჯრუჭულა	1.35	146	5	0.043	23.1	1	0.85	1.60	374

### მაქსიმალური დონეები

მაქსიმალური ხარჯების შესაბამისი დონეების ნიშნულების დასადგენად საპროექტო უბანზე გაზომილ იქნა განივი კვეთი, რომლის საფუძველზე დადგენილი იქნა ჰიდრაულიკური ელემენტები. აღნიშნული ჰიდრაულიკური ელემენტებით მიღებულ იქნა კალაპოტში წყლის სიღრმეები წყლის სხვადასხვა ხარჯისათვის. ხარჯის გამოსათვლელად გამოიყენება ფორმულა  $Q = \omega v$ , სადაც  $\omega$  - განიკვეთის ფართობი  $m^2$ -ში,  $v$  - სიჩქარე  $m/წმ$ -ში. კვეთში ნაკადის საშუალო სიჩქარე გამოანგარიშებულია შეზის ფორმულის საშუალებით, რომელსაც შემდეგი სახე გააჩნია  $V = C\sqrt{Ri}$ , სადაც  $C$  - შეზის კოეფიციენტი და დამოკიდებულია მქისეობის კოეფიციენტზე, რომელიც აიღება სპეციალური ცხრილიდან,  $R$  - ჰიდრაულიკური რადიუსია, რომელიც ტოლია განიკვეთის ფართობის ფარდობისა სველ პერიმეტრთან,  $i$  - ქანობია. გამოთვლები მოცემულია ცხრილში.

მდინარე	წყლის მაქს. დონე კალაპოტში $H$	ნაკადის სიგანე $B$	კვეთის ფართობი $\omega$	სველი პერიმეტრი $P$	ჰიდრაულიკური რადიუსი $R$	შეზის კოეფიციენტი $C$	საშუალო სიჩქარე $v$	წყლის ხარჯი $Q$
ჯრუჭულა	0.80	18.2	5.77	18.7	0.31	6.70	0.91	5.26
	1.30	36.0	20.3	36.8	0.55	9.30	1.69	34.2
	1.80	50.0	42.0	51.3	0.82	11.4	2.53	106
	2.80	90.4	90.7	92.6	0.98	12.4	3.00	272
	3.00	96.0	110	98.3	1.12	13.3	3.39	374

## კალაპოტის ზოგადი გარეცხვის მაქსიმალური სიღრმე

კალაპოტის ზოგადი გარეცხვის მოსალოდნელი სიღრმე დადგენილია მეთოდით, რომელიც მოცემულია „მთის მდინარეების ალუვიურ კალაპოტებში ჰიდროტექნიკური ნაგებობების პროექტირებისას მდგრადი კალაპოტის კალაპოტის საანგარიშო მეთოდურ მითითებებში“. აღნიშნული მეთოდის მიხედვით, კალაპოტის გარეცხვის საშუალო სიღრმე იანგარიშება ფორმულით:

$$H_{საშ} = \frac{K}{i^{0.03}} \cdot \left( \frac{Q_{p\%}}{\sqrt{g}} \right)^{0.4}$$

სადაც  $K$  - კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს წყლის ხარჯისა და მასში შეწონილი მყარი ნატანის არაერთგვაროვნებას. მისი სიდიდე დამოკიდებულია

წყალში შეტივტივებული მყარი მასალის რაოდენობაზე ( $\mu = 7000 \cdot \left( \frac{H}{d_{დან}} \right)^{0.7} \cdot i^{2.2}$ ),

ნაკადის საშუალო სიღრმისა და კალაპოტის მომკირწყლავი ნატანის საშუალო დიამეტრის ფარდობაზე ( $H/d_{მომკ}$ ) და აიღება სპეციალური ცხრილიდან.

ვინაიდან  $d_{მომკ} \approx 1.8 \cdot d_{დან}$ , ხოლო  $d_{დან}$  - მდინარის კალაპოტის ფსკერზე დალექილი მყარი მასალის საშუალო დიამეტრია. მისი სიდიდე განისაზღვრება ფორმულით:

$$d_{დან} = K_0 \cdot i^{0.9} \cdot \left( \frac{Q_{10\%}}{\sqrt{g}} \right)^{0.4}$$

აქ,  $K_0$  - კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს წყლის ხარჯისა და მასში შეწონილი მყარი მასალის არაერთგვაროვნებას. მისი სიდიდე დამოკიდებულია წყალში შეტივტივებული მყარი მასალის რაოდენობაზე ( $\mu_0$ ), აიღება შესაბამისი ცხრილიდან და ჩვენ შემთხვევაში ტოლია 1.6-ის;  $i$  - ნაკადის ჰიდრაულიკური ქანობია საპროექტო უბანზე, რაც ჩვენ შემთხვევაში ტოლია 0.069-ის;  $Q_{10\%}$  - 10%-იანი უზრუნველყოფის წლის მაქსიმალური ხარჯია, რაც ტოლია 156 მ<sup>3</sup>/წმ-ის;  $g$  - ორივე ფორმულაში სიმძიმის ძალის აჩქარებაა. წყალში შეტივტივებული მყარი მასალის რაოდენობა განისაზღვრება შემდეგი გამოსახულებით:  $\mu_0 = \alpha \cdot \sqrt{i_{სუზ}}$  და ტოლია 0.74-ის;  $\alpha$  - მდინარის აუზის ეროზიულობის კოეფიციენტი. მისი მნიშვნელობა აიღება სპეციალურად დამუშავებული რუკიდან და მდინარე ჯრუჭულასათვის ტოლია 1.25-ის;  $i_{სუზ}$  - მდინარის წყალშემკრები აუზის ქანობია, რომლის მნიშვნელობა ტოლია 0.35-ის.



ზემოთ მოყვანილი გამოსახულებიდან  $d_{ღან} = 0.71$  მ-ს,  $d_{გომკ} = 1.28$  მ-ს და  $\mu = 25$  გრ/ლ-ს, ხოლო ფარდობა  $\frac{H}{d_{გომკ}} = \frac{0.98}{1.28} = 0.77 \leq 3$ -ზე და რასაც შესაბამისი ცხრილიდან

$K = 0.43$ ;

მოცემული რიცხვითი სიდიდეების შეტანით ზემოთ მოყვანილ ფორმულაში მიიღება მდინარე ჯრუჭულისათვის კალაპოტის ზოგადი გარეცხვის საშუალო სიღრმე 3.25 მ-ის ტოლი.

კალაპოტის გარეცხვის მაქსიმალური სიღრმე მიიღება დამოკიდებულებით  $H_{გაქს} = 1.6 \cdot H_{საშ}$ . მოყვანილი გამოსახულების შესაბამისად, კალაპოტის ზოგადი გარეცხვის მაქსიმალური სიღრმე ტოლია 5.20 მ-ის.

კალაპოტის ზოგადი გარეცხვის მაქსიმალური სიღრმე ( $H_{გაქს} = 5.20$  მ) უნდა გადაიზომოს მდინარე ჯრუჭულას 100 წლიანი განმეორებადობის წყლის მაქსიმალური ხარჯის შესაბამისი დონის ნიშნულიდან ქვემოთ ან მდინარის კალაპოტის უმცირესი ნიშნულიდან ქვემოთ  $5.20 - 3.00 = 2.20$  მ.

### კალაპოტის ზოგადი გარეცხვის მაქსიმალური სიღრმე მრუდხაზოვან უბანზე

მდინარე ჯრუჭულას მრუდხაზოვან უბანზე კალაპოტის ზოგადი გარეცხვის მაქსიმალური სიღრმე იანგარიშება მეთოდით, რომელიც მოცემულია „მთის მდინარეების ალუვიურ კალაპოტებში ჰიდროტექნიკური ნაგებობების პროექტირებისას მდგრადი კალაპოტის კალაპოტის საანგარიშო მეთოდურ მითითებებში“. თავდაპირველად განისაზღვრება მდინარის მრუდხაზოვნების რადიუსი, რომელიც იანგარიშება ქვემოთ მოყვანილი ფორმულით

$$R = \frac{3}{i^{0.5}} \cdot \left( \frac{Q_{p\%}}{\sqrt{g}} \right)^{0.4}$$

აქ,  $Q_{p\%}$  - მდინარე ჯრუჭულას 10%-იანი უზრუნველყოფის წყლის მაქსიმალური ხარჯია, რომელიც ტოლია 156 მ<sup>3</sup>/წმ-ის;  $i$  - ნაკადის ჰიდრავლიკური ქანობია საპროექტო უბანზე, რაც ჩვენ შემთხვევაში ტოლია 0.069-ის;  $g$  - სიმძიმის ძალის აჩქარებაა. აქედან, კალაპოტის მოხვეულობის რადიუსი მიიღება 54.5 მეტრის ტოლი.

კალაპოტის ზოგადი გარეცხვის საშუალო სიღრმე მრუდხაზოვან უბანზე იანგარიშება გამოსახულებით

$$H_m = H_s \cdot (1 + K_r)$$

სადაც,  $H_s$  - კალაპოტის ზოგადი გარეცხვის საშუალო სიღრმეა სწორხაზოვან უბანზე, რაც ჩვენ შემთხვევაში ტოლია 3.25 მეტრის.

$K_r$  - კოეფიციენტი, რომლის მნიშვნელობა განისაზღვრება სპეციალური ცხრილიდან კალაპოტის სიგანისა და მოხვეულობის რადიუსის ფარდობის შესაბამისად. ჩვენ შემთხვევაში კალაპოტის სიგანისა და მოხვეულობის რადიუსის ფარდობა ტოლია 0.58-ის, რასაც შეესაბამება  $K_r$  -ს მნიშვნელობა 0.65.

მოცემული რიცხვითი მნიშვნელობების შეტანით მოყვანილ გამოსახულებაში, მიიღება კალაპოტის ზოგადი გარეცხვის საშუალო სიღრმე, რაც ტოლია 5.36 მეტრის.

კალაპოტის გარეცხვის მაქსიმალური სიღრმე მრუდხაზოვან უბანზე მიიღება გამოსახულებით

$$H_{\max} = \varepsilon \cdot H_m$$

სადაც,  $\varepsilon$  - კოეფიციენტი, რომლის მნიშვნელობა განისაზღვრება სპეციალური ცხრილიდან და დამოკიდებულია მოხვეული ნაპირების ბუნებრივი გამაგრების კოეფიციენტზე. ჩვენ შემთხვევაში ტოლია 1-1.5-ის, რასაც შეესაბამება  $\varepsilon = 1.8$

დადგენილი რიცხვითი მნიშვნელობების შეტანით მოცემულ გამოსახულებაში, მიიღება კალაპოტის ზოგადი გარეცხვის მაქსიმალური სიღრმე მდინარე ჯრუჭულას მრუდხაზოვან უბანზე, რაც ტოლია 9.65 მეტრის.

მრუდხაზოვან უბანზე კალაპოტის ზოგადი გარეცხვის მაქსიმალური სიღრმე, უნდა გადაიზომოს მდინარე ჯრუჭულის 100 წლიანი განმეორებადობის წყლის მაქსიმალური ხარჯის შესაბამისი დონის ნიშნულიდან ქვემოთ ან მდინარის კალაპოტის უმცირესი ნიშნულიდან ქვემოთ  $9.65 - 3.00 = 6.65$  მ.

## მდინარე ფასკნარას აუზის მოკლე ჰიდროგრაფიული დახასიათება

მდინარე ფასკნარა სათავეს იღებს ხიხათას ქედის დასავლეთ კალთაზე, 2000 მ სიმაღლეზე და ერთვის მდინარე ჯრუჭულას მარჯვენა მხრიდან სოფელ ცხომარეთის პარალელზე. მდინარის სიგრძე 9.8 კმ-ია, წყალშემკრები აუზის ფართობი 38 კმ<sup>2</sup>, აუზის საშუალო სიმაღლე 1550 მეტრი. ქსელის საშუალო სიხშირე 1.6 კმ/კმ<sup>2</sup>-ია.

მდინარეს წყალუხვობა ახასიათებს გაზაფხულზე. წყალდიდობა იწყება მარტში წყლის დონის სწრაფი მატებით, რაც გამოწვეულია წვიმებით. მაქსიმალურ დონეს მდინარე აღწევს მაისში და კლება გრძელდება ივნისის ბოლომდე, თუმცა დამახასიათებელია ხანმოკლე წვიმების პიკებით. გაზაფხულის წყალდიდობის შემდეგ ივლისიდან იწყება წყალმცირობის პერიოდი, რომელსაც არღვევს წვიმის წყალმოვარდნები. ეს წყალმოვარდნები დონის მაღალი ნიშნულებით ზოგჯერ აჭარბებენ გაზაფხულის წყალდიდობის ნიშნულებს. შემოდგომით ხშირია წვიმის წყალმოვარდნები ვიდრე ზაფხულში. იანვრიდან თებერვლის ბოლომდე დგება წყალმცირობის პერიოდი, რომელიც გრძელდება გაზაფხულის წყალდიდობამდე. მდინარეს გააჩნია შერეული საზრდოობა: მიწისქვეშა, წვიმისა და თოვლის ნაღონი წყლები.

სათავეში იგი კვეთს ურგონულ კირქვებს, ხოლო სოფელ უზუნთამდე ბაიოსის პორფირიტულ წყებებში ვიწროს ჩაჭრილ ხეობაში მოედინება; ხეობის ჩაჭრილობა 200-300 მეტრს აღწევს. ხეობის ვიწრო ძირი თითქმის მთლიანად მდინარის ჭორომიან და ჩანჩქერებიან კალაპოტს უჭირავს; ჭალას მდინარე არსად არ ინვითარებს. მდინარის ვიწრობი, რომელიც V-ს ფორმისაა. სოფელ უზუნთას მიდამოებში ოდნავ ფართოვდება, რაც კირქვების გამოსავლებთან უნდა იყოს დაკავშირებული. ამ მონაკვეთზე მდინარის ხეობაში გამოედინებიან კარსტული წყაროები. ქვემო წელში, დაახლოებით ორი კილომეტრის სიგრძეზე, მდინარე კვლავ ბაიოსის წყების ქანებში შედის და ვიწრობში ემწყვდევა.

მდინარის ფასკნარას აუზი ჯრუჭულას ხეობიდან გამოყოფილია თამაზას სერით. წყალგამყოფი თხემამდე შემოსილია საუცხოო ტყით. ქვემო ნაწილში ქედის თხემი მოსწორებულია და პლატოსებური ზედაპირით ხასიათდება, ხოლო კალთები ციცაბოდ ეშვებიან ერთის მხრივ ჯრუჭულას, ხოლო მეორეს მხრივ ფასკნარას ხეობისაკენ.

მდინარე ფასკნარას აუზი მის მარჯვნივ მდებარე მოხვურას აუზიდან გამოიყოფა რაჭის ქედიდან სამხრეთ-აღმოსავლეთისაკენ წამოსული განშტოებით, ე.წ. ბუჯეთის სერით, რომლის ბოლო ტოტები, სოფელ ქვემოხევის მიდამოებში, მდინარე ჯრუჭულას გაფართოებულ ხეობაში ჩამოიკვეთებიან.

ორივე წყალგამყოფის კალთები ძლიერ ღრმადაა დანაწევრებული ფასკნარას შემდინარეების ხეობებით. მათ შორის სიგრძითა და წყალუხვობით აღსანიშნავია მდინარე წყალფეხილა, რომელიც ხიხათას მწვერვალის სამხრეთ კალთებზე იწყება და ფასკნარას, ჯრუჭის მონასტრის ზემოთ, დაახლოებით 0.5 კილომეტრის დაშორებით

მარცხნიდან ერთვის. ამ მდინარის ხეობა თითქმის მთელ სიგრძეზე განვითარებულია ბაიოსის პორფირიტულ წყებაში. მხოლოდ შესართავის რაიონში გვხვდება კირქვების გამოსავლები.

### საშუალო წლიური ხარჯები

მდინარე ფასკნარა ჰიდროლოგიური თვალსაზრისით არ არის შესწავლილი. ამიტომ მისი საშუალო წლიური ხარჯების სიდიდეები საპროექტო უბნისათვის დადგენილია მეთოდით, რომელიც მოცემულია მონოგრაფიაში “საქართველოს წყლის ბალანსი”. აღნიშნული მეთოდის თანახმად საკვლევი მდინარის აუზის მდებარეობის რაიონისთვის აგებული, აუზის საშუალო სიმაღლეებისა და ჩამონადენის ფენის სიმაღლეებს შორის დამოკიდებულების მრუდიდან განისაზღვრება საკვლევი მდინარის აუზის საშუალო სიმაღლის შესაბამისი ჩამონადენის მოდული, რაც შეადგენს 33 ლ/წმ კმ<sup>2</sup>. საშუალო მრავალწლიური ხარჯი განისაზღვრება დამოკიდებულებით:

$$Q_0 = \frac{F \cdot M}{1000} \text{ მ}^3/\text{წმ}$$

მოყვანილი გამოსახულების შესაბამისად, მდინარე ფასკნარას საშუალო მრავალწლიური ხარჯი საპროექტო კვეთში (18.8 კმ<sup>2</sup>) ტოლი იქნება 0.65 მ<sup>3</sup>/წმ-ის.

### წყლის მაქსიმალური ხარჯები

მდინარე ფასკნარას წყლის მაქსიმალური ხარჯების გაანგარიშებისათვის საპროექტო კვეთში გამოყენებულია მეთოდი, რომელიც მოცემულია „კავკასიის პირობებში მდინარეთა მაქსიმალური ჩამონადენის საანგარიშო ტექნიკურ მითითებაში“. აღნიშნული მეთოდით მიღებული შედეგები აპრობირებულია და ფართოდ გამოიყენება ჰიდროლოგიური გაანგარიშების პრაქტიკაში. ამასთან აღნიშნულ მეთოდში გათვალისწინებულია მაქსიმალური ხარჯების განმსაზღვრელი ძირითადი ფაქტორები.

აღნიშნული მეთოდის თანახმად, კავკასიის პირობებში წყლის მაქსიმალური ხარჯების სიდიდეები იმ მდინარეებზე და ხევეებზე, რომელთა წყალშემკრები აუზის ფართობი არ აღემატება 400 კმ<sup>2</sup>-ს, იანგარიშება ფორმულით, რომელსაც შემდეგი სახე გააჩნია:

$$Q = R \cdot \left[ \frac{F^{2/3} \cdot K^{1.35} \cdot \tau^{0.38} \cdot \bar{i}^{0.125}}{(L + 10)^{0.44}} \right] \cdot \Pi \cdot \lambda \cdot \delta \text{ მ}^3/\text{წმ}$$

R - რაიონული პარამეტრია და მისი მნიშვნელობა აიღება სპეციალური ცხრილიდან და ტოლია 1.35-ის;

$F$  - წყალშემკრები აუზის ფართობია საპროექტო კვეთში კმ<sup>2</sup>-ში;

$K$  - რაიონის კლიმატური კოეფიციენტი, რომლის მნიშვნელობა აიღება სპეციალური რუკიდან;

$\bar{i}$  - მდინარის შეწონილი ქანობია ერთეულებში სათავიდან საპროექტო კვეთამდე;

$L$  - მდინარის სიგრძეა სათავიდან საპროექტო კვეთამდე კმ-ში;

$\Pi$  - მდინარის აუზში არსებული ნიადაგის საფარველის მახასიათებელი კოეფიციენტი, მისი მნიშვნელობა აიღება სპეციალური რუკიდან და შესაბამისი ცხრილიდან და ტოლია 1-ის;

$\lambda$  - აუზის ტყიანობის კოეფიციენტი, რომლის სიდიდე იანგარიშება გამოსახულებით:  $\lambda = \frac{1}{1 + 0.2 \cdot \frac{F_t}{F}}$  სადაც,  $F_t$  - აუზის ტყით დაფრული ფართობია %-ში;

$\delta$  - აუზის ფორმის კოეფიციენტი და მისი მნიშვნელობა მიიღება გამოსახულებით:  $\delta = 0.25 \cdot \frac{B_{\text{მ.კ.}}}{B_{\text{ს.შ.}}} + 0.75$ , სადაც  $B_{\text{მ.კ.}}$  - აუზის მაქსიმალური სიგანეა კმ-ში;  $B_{\text{ს.შ.}}$  - აუზის

საშუალო სიგანეა კმ-ში. მისი მნიშვნელობა მიიღება დამოკიდებულებით  $B_{\text{ს.შ.}} = \frac{F}{L}$ .

საპროექტო გზის გადამკვეთი საკვლევი მდინარის წყლის მაქსიმალური ხარჯების საანგარიშოდ საჭირო მორფომეტრიული ელემენტების მნიშვნელობები დადგენილია ტოპოგრაფიული რუკით, ასევე ზემოთ მოყვანილი ფორმულით გაანგარიშებული წყლის მაქსიმალური ხარჯების 100 წლიანი, 50 წლიანი, 20 წლიანი და 10 წლიანი განმეორებადობის წყლის მაქსიმალური ხარჯების სიდიდეები, რომელიც მოცემულია ცხრილში.

$F$	$L$	$\bar{i}$	$\lambda$	$\delta$	$K$	მაქსიმალური ხარჯები			
						$\tau = 100$ წელს	$\tau = 50$ წელს	$\tau = 20$ წელს	$\tau = 10$ წელს
18.8	9.2	0.107	0.84	0.909	5	75.5	58.0	41.0	31.5