

## დოქტორანტის სემინარი 2

ხელმძღვანელი: დავით კერესელიძე

ქ. თბილისში, ვარკეთილის მიმდებარე ტერიტორიაზე,  
მდინარე დამპალასხევის წინასწარ შერჩეული  
ტერიტორიის ჰიდროლოგიური კვლევა

2024 წელი

## შესავალი

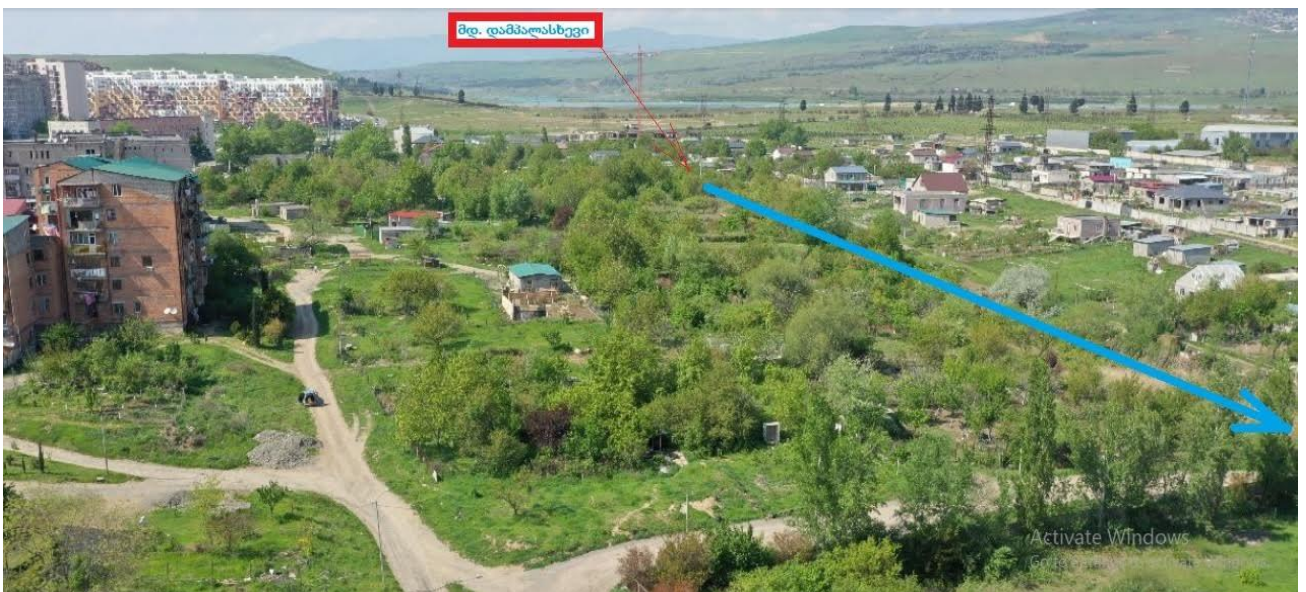
თბილისში მაღალსართულიანი სახლებისა და საცხოვრებელი კომპლექსების მშენებლობა აქტიურად მიმდინარეობს, რაც გარკვეულ პრობლემებთანაა დაკავშირებული, განსაკუთრებით მაშინ როცა ნაგებობის დაპროექტება და მშენებლობა აქტიურად მდინარეთა კალაპოტების მიმდებარედ, ზოგ შემთხვევაში კი აქტიურ კალაპოტში.

საქმიანობის სპეციფიკიდან გამომდინარე, დოქტორანტის სემინარში მოყვანილია კვლევა, რომელიც აჩვენებს თუ რა ჰიდროლოგიური პრინციპებია გასათვალისწინებელი დაპროექტებისა და მშენებლობის დროს.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ კვლევის ავტორის აზრით: წყლადაცვითი ზოლი უნდა გატარდეს 100 წლიანი განმეორებადობის წყალდიდობის ხარჯის გავლის არეალიდან. შესაბამისად უნდა დაკორექტირდეს მთავრობის დადგენილება 440 (წყლადაცვითი ზოლის შესახებ ტექნიკური რეგლამენტის დამტკიცების თაობაზე). ამის თვალსაჩინოებისთვის ქვემოთ მოყვანილია ჰიდროლოგიური კვლევა, სადაც პრაქტიკაშია ნაჩვენები თეორიული ჰიდროლოგიური საკითხები.

ქალაქ თბილისში, ვარკეთილის ტერიტორიაზე, მდინარე დამპალასხევის სათავის მიმდებარე ტერიტორიაზე საპროექტო შენობა-ნაგებობის განთავსების მიზნით ჩატარდა ჰიდროლოგიური კვლევა და მომზადდა შესაბამისი ანგარიში. საპროექტო უბნის გასწვრივ აღებულ იქნა მდ. დამპალასხევის განივი კვეთები (4 ცალი). საქმიანობის სპეციფიკიდან გამომდინარე, ჰიდროლოგიური ანგარიში მოიცავს: ჰიდროგრაფიულ დახასიათებას, მაქსიმალური ხარჯის ანგარიშსა და შესაბამისი დონეების დადგენას.

### სურათი 1. დრონით გადაღებული საპროექტო ტერიტორია



რუკა 1. საპროექტო ტერიტორია და განივი კვეთების ადგილმდებარეობა



საპროექტო ტერიტორიის კოორდინატები: 38T 490522 4617363 UTM, 38T 490566 4617378 UTM, 38T 490596 4617306 UTM, 38T 490581 4617300 UTM.

## ჰიდროგრაფიული დახასიათება

მდინარე დამპალასხევი სათავეს იღებს ქ. თბილისში, ვარკეთილის მიმდებარე ტერიტორიაზე ზღვის დონიდან 540 მ-ზე, თბილისის წყალსაცავიდან დაახლოებით 700 მ-ის დაშორებით, ხოლო ქვედა სამგორის მაგისტრალური არხიდან დაახლოებით 500 მ-ის დაშორებით.

მდინარე საზრდოობს: წვიმის, გრუნტის და თოვლის ნადნობი წლით. მდინარე დამპალასხევის უმეტესი ნაწილი მოთავსებულია კოლექტორში. სათავიდან რამოდენიმე ასეული მეტრის გაყოლებაზე მდინარის ნაკადი მოედინება საკმაოდ მცირე ზომის ხეობაში, რომელშიც ანთროპოგენული ზეგავლენა საკმაოდ შესამჩნევია, რაც გამოიხატება გრუნტისა და სხვადასხვა ტიპის ნარჩენების ჩაყრაში, რაც წარმოადგენს ხელოვნურ ბარიერს მდინარის ნაკადის გადაადგილებისთვის.

წყალშემკრები აუზის ტერიტორია საპროექტო უბნის ფარგლებამდე ძირითადად დასახლებულია. მცენარეული საფარი ძლიერადაა ბალახოვანი ზედაპირითაა წარმოდგენილი, ხოლო მდინარის გაყოლებაზე შესამჩნევია ბუჩქები და დაბალტანიანი საკმაოდ მცირე ზომისა დარაოდენობის ხეები. მდინარის კალაპოტის გაყოლებაზე ასევე ჭარბობს ეკლიანი მცენარეები, რომელიც ხელისშემშლელი ფაქტორია საფეხმავლო გადაადგილებისთვის.

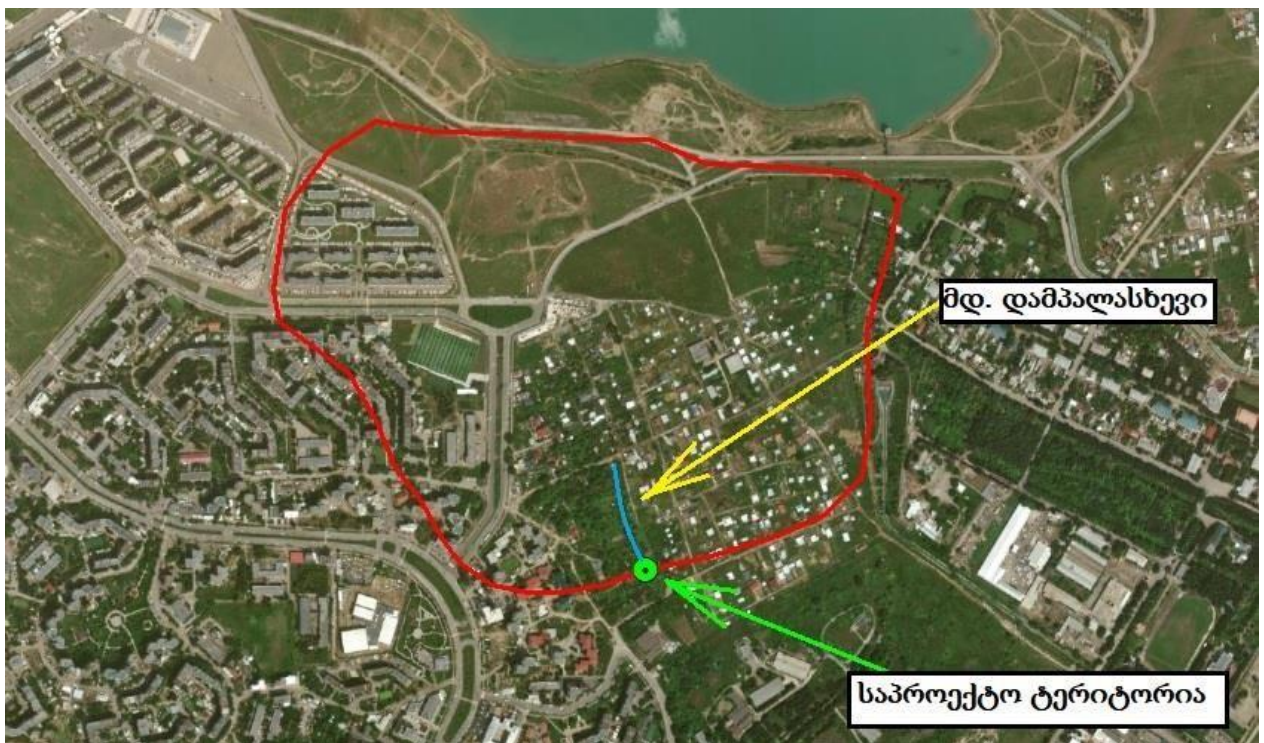
### სურათი 2. ნაყარი გრუნტი და ნარჩენები მდ. დამპალასხევის ტერიტორიაზე



სურათი 3. ხელოვნური ბარიერი და ნარჩენები მდ. დამპალასხევიში



რუკა 2. წყალშემკრები აუზის ადგილდებარეობა და საპროექტო ტერიტორია



საპროექტო ტერიტორიის დაბლა დაახლოებით 30 მ-ში, მდინარის ქვედა ბიეფში, მდინარემოთავსებულია მეტალის მილსადენში, რომლის ზემოთაც გრუნტის გზაა.

**სურათი 4. მეტალის მილსადენი მდ. დამპალასხევზე საპროექტო ტერიტორიის ქვედა ბიეფში**



## მაქსიმალური ხარჯი

საპროექტო უბნისთვის წყლის მაქსიმალური ხარჯის სიდიდე გამოთვლილია გ.როსტომოვის ფორმულით, რომელიც რეკომენდირებულია უდიდესი ხარჯის საანგარიშოდ 300 კმ<sup>2</sup>-მდე ფართობის წყალშემკრები აუზის მქონე შეუსწავლელი მდინარეებისთვის. აღნიშნული მეთოდის მიხედვით, საანგარიშო ფორმულას შემდეგი სახე აქვს:

$$Q = R \times \left( \frac{F^{\frac{2}{3}} \times K^{1.35} \times r^{0.38} \times J_{\beta}^{-0.125}}{(L+10)^{0.44}} \right) \times \Pi \times \lambda \times \sigma$$

სადაც:

R - რაიონული კოეფიციენტი, ჩვენ შემთხვევაში 1.15,

F - მდინარის წყალშემკრები აუზის ფართობი, ჩვენ შემთხვევაში 0.7 კმ<sup>2</sup>.

$J_{\beta}$  - გრძივი პროფილის საანგარიშო საშუალო ქანობი;

L - მდინარის სიგრძე საპროექტო კვეთამდე, ჩვენ შემთხვევაში 110 მ;

K- რაიონის კლიმატური კოეფიციენტი, რომლის სიდიდე აიღება სპეციალურად დამუშავებული რუკიდან, K=5.5;

Π - ნიადაგის კოეფიციენტი, რომელიც აღებულია სპეციალურად დამუშავებული რუკიდან;

λ - წყალშემკრები აუზის ტყიანობის კოეფიციენტი, რომლის სიდიდე გამოითვლება გამოსახულებით:

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

σ - წყალშემკრები აუზის ფორმის კოეფიციენტი, რომელიც გამოითვლება გამოსახულებით:

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

სადაც:

$B_{მაქს.}$  - აუზის მაქსიმალური სიგანე, ჩვენ შემთხვევაში 0.926 კმ;

$B_{საშ.}$  - აუზის საშუალო სიგანე (კმ),

წყალშემკრები აუზის სიდიდისგან გამომდინარე, მაქსიმალური ხარჯის საანგარიშო ფორმულაში დამატებით თანამამრავლად აღებულ იქნა შემამცირებელი τ კოეფიციენტი, რომელიც ჩვენ შემთხვევაში ტოლია 0.7-ის.

წყლის მაქსიმალური ხარჯის განსაზღვრისთვის საჭირო ზემოთ ჩამოთვლილი ჰიდრომორფომეტრული მახასიათებლები მიღებულია გეოინფორმაციული სისტემების (GIS) დახმარებით, რომელშიც დამუშავდა ევროპის კოსმოსური სააგენტოს (ESA) მონაცემი (DEM-ი) და 1:25 000 ტოპოგრაფიული რუკა.

სხვადასხვა უზრუნველყოფის წყლის მაქსიმალური ხარჯი მოცემულია ცხრილ 1-ში.



ცხრილი 1. საპროექტო უბნის მაქსიმალური ხარჯი სხვადასხვა პროცენტული უზრუნველყოფებით(მ<sup>3</sup>/წმ):

დასახელება	F კმ <sup>2</sup>	უზრუნველყოფა, %			
		1	2	5	10
მდ.დამპალასხევი	0.7	<b>5.0</b>	3.8	2.7	2.1

საპროექტო ხარჯად აღებულ უნდა იქნას 1 %-იანი უზრუნველყოფის მაქსიმალური ხარჯი.

## წყლის მაქსიმალური დონეები

საპროექტო ტერიტორიაზე მდ. დამლაპასხევის მაქსიმალური ხარჯების შესაბამისი დონეების ნიშნულების დადგენის მიზნით, გეოდეზიური სამუშაოების ჩატარების შედეგად მოწოდებულ იქნა კალაპოტის განივი კვეთები, რომელთა მიხედვით დადგინდა მდინარის ჰიდრავლიკური ელემენტები. ჰიდრავლიკური ელემენტების საფუძველზე აგებულ იქნა წყლის მაქსიმალურ ხარჯებსა და დონეებს შორის  $Q=f(H)$  დამოკიდებულების მრუდები.

მდინარის ხარჯის  $Q=f(h)$  მრუდის აგება საშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ წყლის დონის ცვალებადობა მდინარის ხარჯის ცვლილების მიხედვით მდინარის შეტბორვამდე.

განგარიშებისათვის ვსარგებლობთ ცნობილი ხარჯის ფორმულით:

$$Q = \omega v$$

$$v = c\sqrt{Ri}$$

სადაც:

$c$  - შეზის კოეფიციენტი და მას ვანგარიშობთ პავლოვსკის ფორმულით:

$$c = \frac{1}{n} R^y$$

სადაც:

$R$  - ჰიდრავლიკური რადიუსია;

$n$  - კალაპოტის ხორკლიანობა (სიმქისის კოეფიციენტი) 0.070;

$y$  - ხარისხის მაჩვენებელი და შეგვიძლია ვიანგარიშოთ შემდეგი ფორმულით:

$$y = 1.5\sqrt{n} \text{ როცა } R < 1.0 \text{ მ.}$$

$$y = 1.3\sqrt{n} \text{ როცა } R > 1.0 \text{ მ.}$$

ან შეგვიძლია დავადგინოთ ცხრილიდან (ОБЩАЯ И РЕЧНАЯ ГИДРАВЛИКА И.П.Спицын, В.А.Соколова, 1990).

ხარჯის მრუდის ასაგებად მდინარეში უნდა დავუშვათ  $h$  სიღრმის მნიშვნელობები და ზემოთმოყვანილი ფორმულების მეშვეობით ვიანგარიშოთ მდინარის სათანადო ჰიდრავლიკური ელემენტები და შესაბამისი ხარჯები.

პირველი კვეთის ანგარიშისთვის საჭირო მონაცემები მოყვანილია N1 ცხრილში.

ცხრილი N1. პირველი კვეთი:

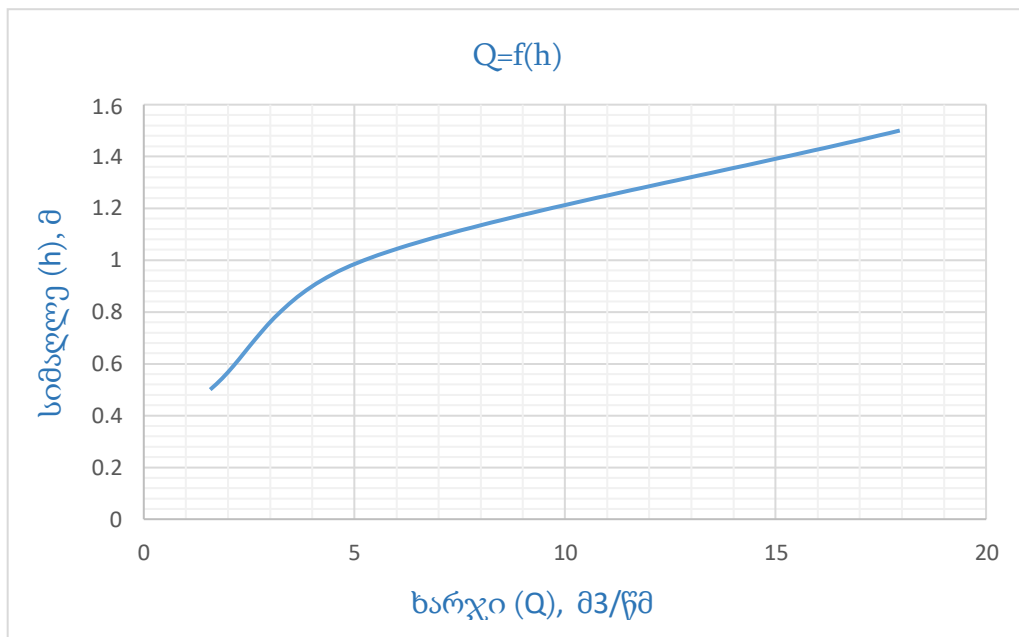
h, მ	B, მ	ω, მ <sup>2</sup>	χ, მ	R=w/χ, მ	i	√ri, მ	c	v=c√Ri, მ/წმ	Q=ωv, მ <sup>3</sup> /წმ
0.5	5.30	1.70	6.75	0.25	0.0500	0.11	8.26	0.93	1.58
1	6.40	3.20	6.75	0.47	0.0500	0.15	10.62	1.64	5.23
1.5	11.70	8.20	12.50	0.66	0.0500	0.18	12.08	2.19	17.95

სადაც:

- h - წინასწარ დაშვებული სიღრმე მ;
- B - მდინარის კალაპოტის სიგანე მ;
- ω - მდინარის კვეთის ფართობი მ<sup>2</sup>;
- χ - სველი პერიმეტრი მ;
- i - მდინარის ქანობი;
- R - ჰიდრაულიკური რადიუსი მ;
- c - შეზის კოეფიციენტი;
- v - წყლის სიჩქარე მ/წმ;
- Q - ხარჯი /წმ

ცხრილის მონაცემების საფუძველზე აიგება პირველი კვეთის ხარჯის მრუდი  $Q=f(h)$ , რომლის მეშვეობით განისაზღვრებ Q1% ხარჯის შესაბამისი დონე (ნახ. 1). ამავე მრუდის საშუალებით შეგვიძლია განვსაზღვროთ მდინარის ნებისმიერი ხარჯის შესაბამისი სიღრმე.

ნახ. 1. პირველი კვეთის ხარჯის მრუდი:



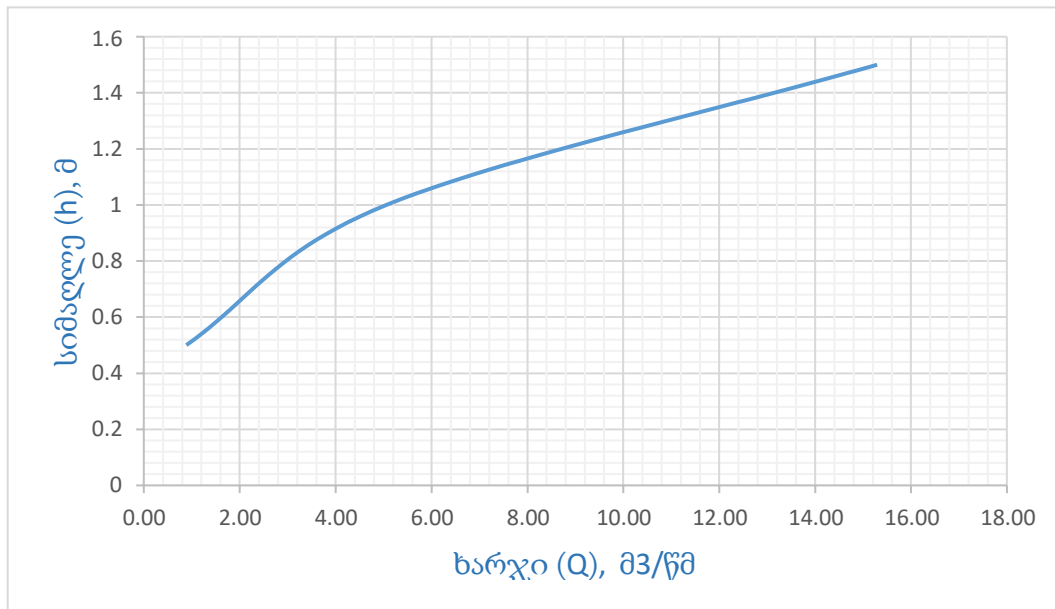
მეორე კვეთის ანგარიშისთვის საჭირო მონაცემები მოყვანილია N2

ცხრილში.ცხრილი N2. მეორე კვეთი:

h, მ	B, მ	ω, მ <sup>2</sup>	χ, მ	R=w/χ, მ	i	√ri, მ	c	v=c√Ri, მ/წმ	Q=ωv, მ <sup>3</sup> /წმ
0.5	3.20	0.92	3.50	0.26	0.0500	0.11	8.41	0.96	0.89
1	6.30	2.95	5.90	0.50	0.0500	0.16	10.85	1.72	5.06
1.5	10.70	7.17	11.25	0.64	0.0500	0.18	11.95	2.13	15.29

ცხრილის მონაცემების საფუძველზე აიგება მეორე კვეთის ხარჯის მრუდი  $Q=f(h)$ , რომლის მეშვეობით განისაზღვრებ Q1% ხარჯის შესაბამისი დონე (ნახ. 2). ამავე მრუდის საშუალებით შეგვიძლია განვსაზღვროთ მდინარის ნებისმიერი ხარჯის შესაბამისი სიღრმე.

ნახ. 2. მეორე კვეთის ხარჯის მრუდი:



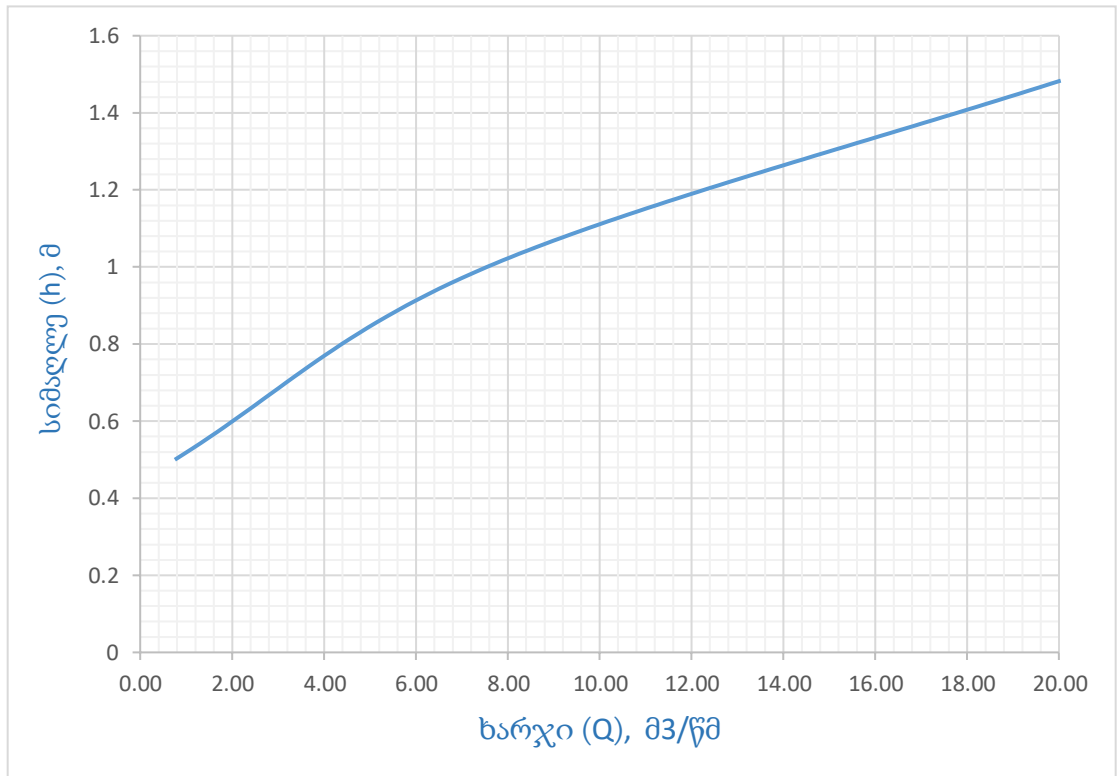
მესამე კვეთის ანგარიშისთვის საჭირო მონაცემები მოყვანილია N3 ცხრილში.

ცხრილი N3. მესამე კვეთი:

h, მ	B, მ	ω, მ <sup>2</sup>	χ, მ	R=w/χ, მ	i	√ri, მ	c	v=c√Ri, მ/წმ	Q=ωv, მ <sup>3</sup> /წმ
0.5	3.42	0.85	3.55	0.24	0.0500	0.11	8.10	0.89	0.75
1	8.45	4.40	8.80	0.50	0.0500	0.16	10.85	1.72	7.55
1.5	13.00	9.05	13.30	0.68	0.0500	0.18	12.26	2.26	20.47

ცხრილის მონაცემების საფუძველზე აიგება მესამე კვეთის ხარჯის მრუდი  $Q=f(h)$ , რომლის მეშვეობით განისაზღვრებ Q1% ხარჯის შესაბამისი დონე (ნახ. 3). ამავე მრუდის საშუალებით შეგვიძლია განვსაზღვროთ მდინარის ნებისმიერი ხარჯის შესაბამისი სიღრმე.

ნახ. 3. მესამე კვეთის ხარჯის მრუდი:



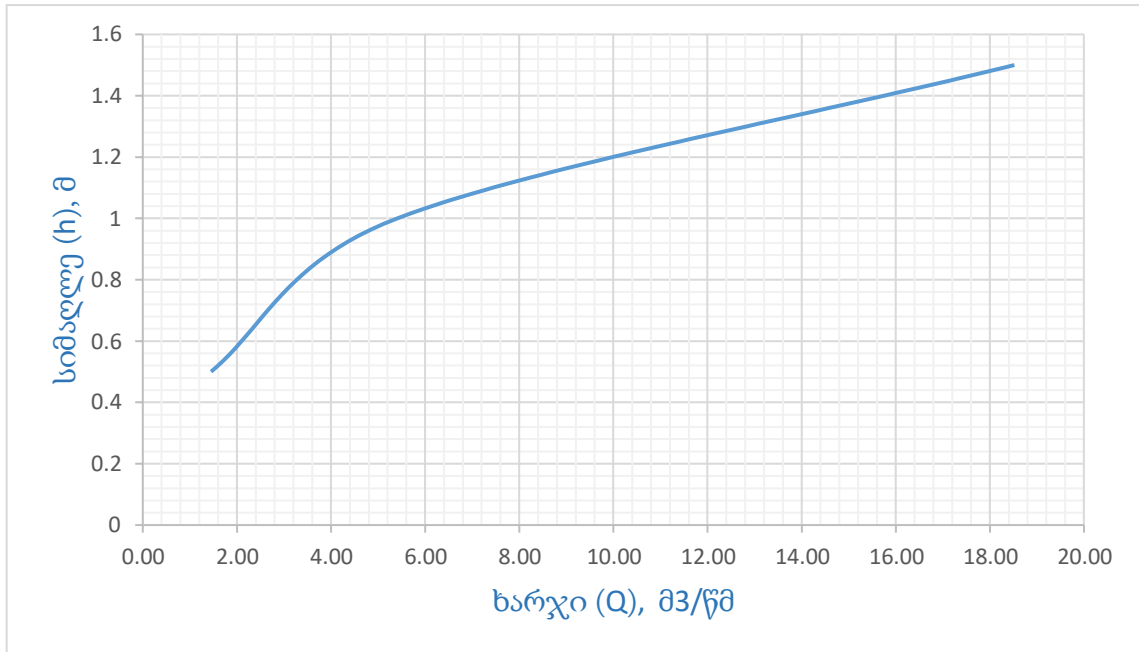
მეოთხე კვეთის ანგარიშისთვის საჭირო მონაცემები მოყვანილია N4

ცხრილში. ცხრილი N4. მეოთხე კვეთი:

h, მ	B, მ	ω, მ <sup>2</sup>	χ, მ	$R=w/\chi$ , მ	i	$\sqrt{ri}$ , მ	c	$v=c\sqrt{Ri}$ , მ/წმ	$Q=\omega v$ , მ <sup>3</sup> /წმ
0.5	2.67	1.10	2.95	0.37	0.0500	0.14	9.66	1.32	1.45
1	6.95	3.40	7.40	0.46	0.0500	0.15	10.49	1.59	5.41
1.5	11.80	8.40	12.70	0.66	0.0500	0.18	12.12	2.20	18.52

ცხრილის მონაცემების საფუძველზე აიგება მეოთხე კვეთის ხარჯის მრუდი  $Q=f(h)$ , რომლის მეშვეობით განისაზღვრებ Q1% ხარჯის შესაბამისი დონე (ნახ. 4). ამავე მრუდის საშუალებით შეგვიძლია განვსაზღვროთ მდინარის ნებისმიერი ხარჯის შესაბამისი სიღრმე.

ნახ. 4. მეოთხე კვეთის ხარჯის მრუდი:



ქვემოთ, ცრილ 5-ში, მოცემულია მდ. დამპალასხევის Q1%-ანი განმეორებადობის წყლის მაქსიმალური ხარჯის შესაბამისი დონის ნიშნულები საპროექტო ტერიტორიაზე.

ცხრილი 5. მდინარე დამპალასხევის მაქსიმალური ხარჯის შესაბამისი დონეები საპროექტო ტერიტორიისთვის:

განვი ო კვეთი	მანძილი კვეთებს შორის (მ)	წყლის ნაკადის სიმაღლე წყალდიდობისა ს (მ)	ფსკერის უმაღლესი ნიშნული მ.ზ.დ	წყლის ნაპირის ნიშნულ ო მ.ზ.დ	Q1% (მ <sup>3</sup> /წმ )
N1	0	1	529.10	530.10	5
N2	30	1	527.08	528.08	5
N3	30	0.9	525.60	526.50	5
N4	33	1	524.05	525.05	5

## დასკვნა და რეკომენდაციები

ჰიდროლოგიური ანგარიშის შედეგად დადგინა მდინარე დამპალასხევის საპროექტო უბნისთვის წყალდიდობის მაქსიმალური ხარჯი ( $Q_{1\%} = 5 \text{ მ}^3/\text{წმ}$ ). საპროექტო უბანზე საპროექტო წყალდიდობის გავლის დროს მდინარის წყლის ნაკადი არ აღემატება 1 მ-ს, ხოლო დაშორება წყალდიდობისას წყლის ნაკადის კიდესა და ნაგებობას შორის შეადგენს:

პირველი კვეთის შემთხვევაში 9.60 მ;

მეორე კვეთის შემთხვევაში - 5.10 მ;

მესამე კვეთის შემთხვევაში - 10.60 მ;

მეოთხე კვეთის შემთხვევაში -14.10 მ.

აღნიშნულის თვალსაჩინოებისთვის დანართში ნაჩვენებია განივი კვეთები საპროექტო შენობა-ნაგებობით, წყალდიდობის შეტბორვითა და დაშორების მანძილების მითითებით.

რეკომენდირებულია მდინარის ხეობა საპროექტო არეალსა და მის მიმდებარედ გასუფთავდეს მდინარის წყლის ნაკადზე არსებული ხელოვნური ბარიერებისგან, ხელოვნურად დაყრილი გრუნტისა და ნარჩენებისგან, რათა წყლის ნაკადს თავისუფლად შეეძლოს გადაადგილება როგორც წყალდიდობის პერიოდში ასევე ჩვეულებრივ რეჟიმში.

გარდა ამისა, რეკომენდირებულია საპროექტო უბნის ქვედა ბიეფში მდ. დამპალასხეზე არსებული მილსადენის ტერიტორიაზე აღდგეს მდინარის ნაკადის გამტარუნარიანობა, რამაც უნდა შეადგინოს მინიმუმ  $5 \text{ მ}^3/\text{წმ}$ -ში. წინააღმდეგ შემთხვევაში წყალდიდობის პერიოდში მოსალოდნელია მიმდებარე ტერიტორიის შეტბორვა.

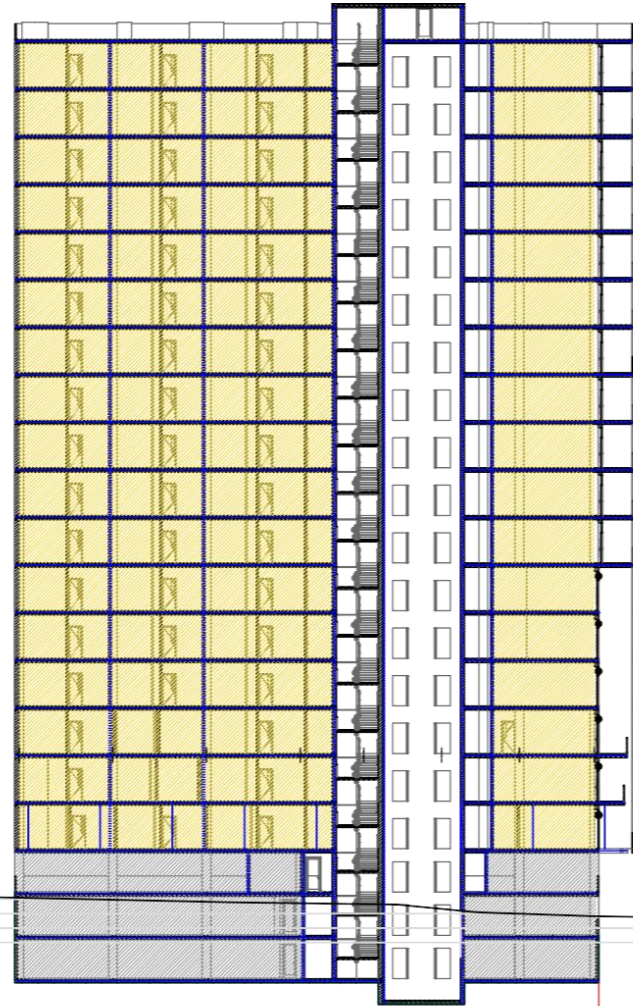
საქართველოს მთავრობის დადგენილება N440-ის მიხედვით (წყალდაცვითი ზოლის შესახებ ტექნიკური რეგლამენტის დამტკიცების თაობაზე), 25 კმ-მდე სიგრძის მდინარეებისთვის წყალდაცვითი ზოლი შეადგენს 10 მ-ს. შესაბამისად, საპროექტო ტერიტორიის ადგილას შენობა-ნაგებობის განთავსებისთვის საჭიროა საპროექტო ნაგებობის მდინარესთან მიმართებაში 4.90 მ-ით დაშორება დაგეგმილ ლოკაციასთან შედარებით.

# დ ა ნ ა რ თ ი

(განივი კვთეუბი)



N1



Q 1%



9.60



533.0  
532.0  
531.0  
530.0  
529.0

—534.0  
—533.0  
—532.0  
—531.0  
—530.0  
—529.0

N2

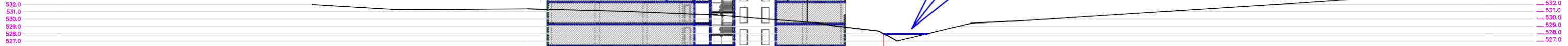


Q 1%

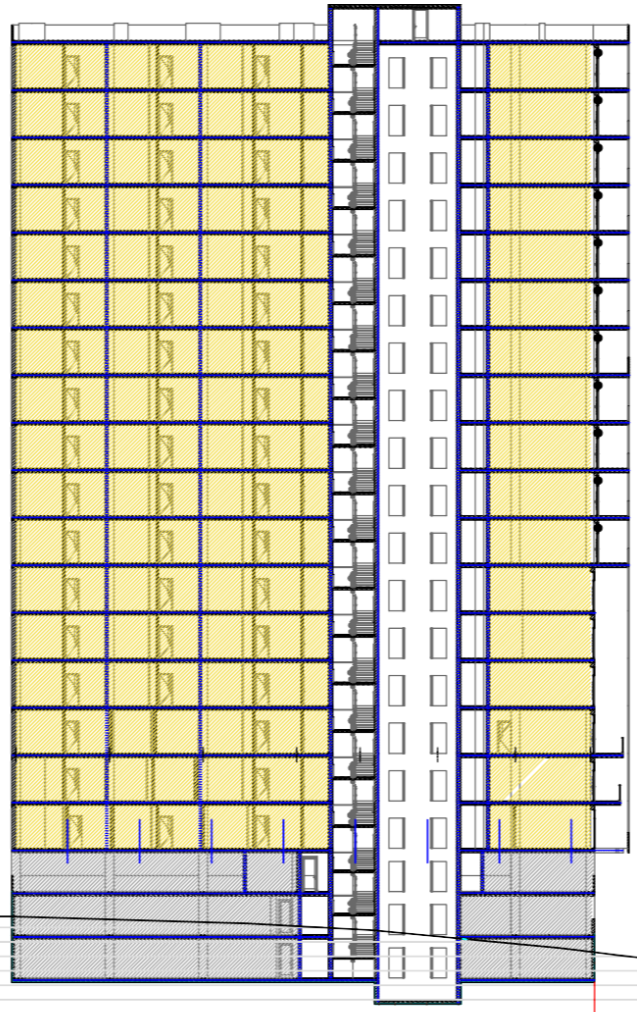
5.10

532.0  
531.0  
530.0  
529.0  
528.0  
527.0

534.0  
533.0  
532.0  
531.0  
530.0  
529.0  
528.0  
527.0



N3



Q 1%



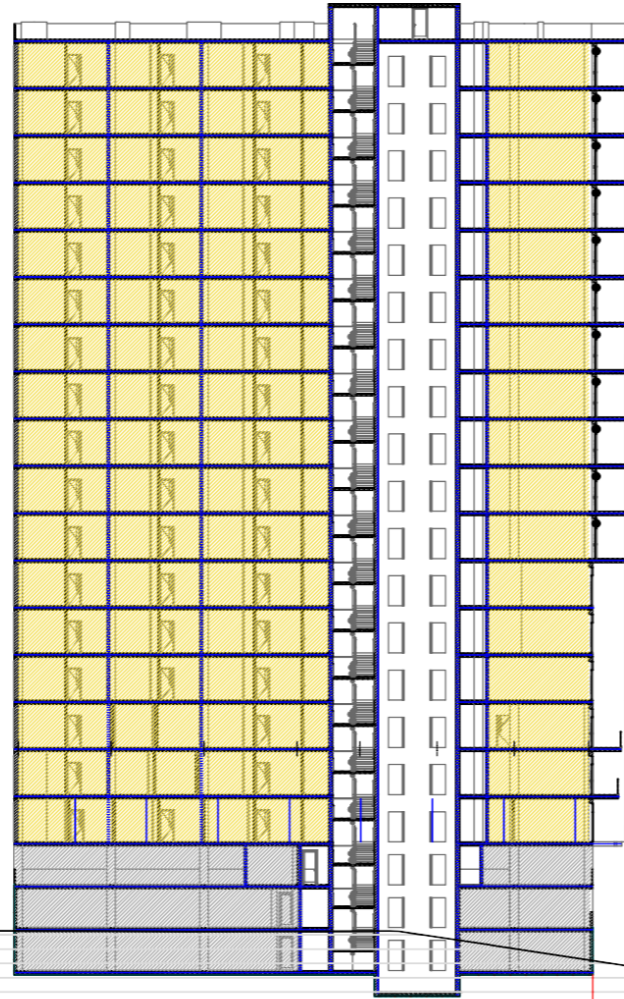
10.60



532.0  
531.0  
530.0  
529.0  
528.0  
527.0  
526.0  
525.0

534.0  
533.0  
532.0  
531.0  
530.0  
529.0  
528.0  
527.0  
526.0  
525.0

N4



Q 1%

14.10

530.0  
529.0  
528.0  
527.0  
526.0  
525.0  
524.0

534.0  
533.0  
532.0  
531.0  
530.0  
529.0  
528.0  
527.0  
526.0  
525.0  
524.0

