

# საქართველოს განათლების, მეცნიერების, კულტურისა და სპორტის სამინისტრო

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ცოტნე მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის  
ინსტიტუტი



**მოწყვლადი ინფრასტრუქტურის უსაფრთხოების  
რისკების შეფასება ჟინვალის მიწის კაშხლის  
მოსალოდნელი კატასტროფის ფორმირებისას და  
სარისკო ზონებში მცხოვრები მოსახლეობის  
ეკოლოგიური განათლების ამაღლება**

საგრანტო პროექტის სამეცნიერო ხელმძღვანელი:  
გივი გავარდაშვილი  
*ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი*



თბილისი  
2020

მასალა გამოიცა შოთა რუსთაველის საქართველოს  
 ეროვნული სამეცნიერო ფონდის საგრანტო პროექტის  
 #FR17\_615 „მოწყვლადი ინფრასტრუქტურის  
 უსაფრთხოების რისკების შეფასება მოსალოდნელი  
 კატასტროფების ფორმირებისას” ფინანსური  
 მხარდაჭერით

საგრანტო პროექტის ხელმძღვანელი:

გივი გავარდაშვილი  
*ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი*

პროექტის შემსრულებლები

#	სახელი, გვარი	სამეცნიერო ხარისხი	როლი პროექტის შესრულებაში
1	გივი გავარდაშვილი	ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი	პროექტის ხელმძღვანელი
2	თამრიკო სუპატაშვილი	აკადემიური დოქტორი, პროფესორი	პროექტის კოორდინატორი
3	ედუარდ კუხალაშვილი	ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი	ძირითადი შემსრულებელი
4	გიორგი ნატროშვილი	აკადემიური დოქტორი, უფრ. მეცნ. თანამშრ.	ძირითადი შემსრულებელი
5	ირმა ქუფარაშვილი	აკადემიური დოქტორი, მეცნიერი თანამშრომელი	ძირითადი შემსრულებელი
6	ინგა ირემაშვილი	ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი (აკადემიური დოქტორი), პროფესორი	დამხმარე პერსონალი
7	კონსტანტინე ბზიავა	ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი (აკადემიური დოქტორი), პროფესორი	დამხმარე პერსონალი

© საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ცოტნე  
 მირცხულავას სახელობის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი

© გივი გავარდაშვილი

ISBN 978-9941-9678-0-1

## შინაარსი

№	სამეცნიერო სამუშაოს დასახელება	გვ.
1.	შესავალი .....	4
2.	კაშხლის გამანგრეველი ტალღის ჰიდროდინამიკური ანგარიში და ანალიზი .....	8
3.	ჟინვალის მიწის კაშხლის ავარიის შედეგად დატბორილი ტერიტორიების კონტურების დაფიქსირება.....	44
4.	სტიქიის შედეგად მიყენებული ზარალის შეფასება, აღრიცხვა და დააზარებული მოსახლეობის სარეაბილიტაციო გეგმის დამუშავება- ანალიზი და მდგრადობა .....	49
5.	წყალდიდობის სარისკო ზონებში მცხოვრები მოსახლეობის ეკოლოგიური განათლების ამაღლება .....	57
6.	ძირითადი დასკვნები .....	62
7.	ლიტერატურა .....	65

# 1. შესავალი

XXI საუკუნის დასაწყისში კლიმატის ცვლილების გავლენით მნიშვნელოვნად შეიცვალა გარემოს მდგრადობა და ნათლად გამოხატული სახე მიიღო არსებული ინფრასტრუქტურის დეცენტრალიზაციამ.

განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია გარემოს ეკოლოგიურ წონასწორობაზე მოქმედი ბუნებრივი ანომალიების, კერძოდ, ეროზიულ-მეწყურულ-ღვარცოფული და წყალდიდობების მოვლენების განმეორადობის სიხშირის ზრდის სურათი, ზღვის სანაპირო ზოლისა და წყალსაცავების განლაგების ზონაში დენიველაციური მოვლენები, სანაპირო ზოლის განმაპირობებელი მდინარეებით ნატანის ტრანსპორტირების შესაძლებლობები, მიწისქვეშა წყლების დონეების რყევის დინამიკა და ინტენსიურობა, ხელოვნურ ნაგებობებზე სხვადასხვა ბუნებისა და ძალური ზემოქმედების შესაძლებლობები.

ზემოთ მოყვანილი გარემოებები იმის წინაპირობაა, რომ მოსალოდნელი გაძლიერებული ზემოქმედების ქვეშ შეიძლება აღმოჩნდეს როგორც გარემოს არსებული ლანდშაფტური ინფრასტრუქტურა, ისე სტრატეგიული დანიშნულების ობიექტები და დასახლებული პუნქტები.

განსაკუთრებით ყურადღებას იპყრობს წყალსაცავების ზემოქმედება არსებულ ეკოლოგიურ წონასწორობაზე. მათმა არამდგრადმა ფუნქციონირებამ შეიძლება განსაზღვრული როლი შეასრულოს ლანდშაფტური ინფრასტრუქტურის ცვლილებასა და ჩამოყალიბებაზე. აქედან გამომდინარე, ეკოლოგიური სტაბილურობის მიზნით, სხვა პრობლემებთან ერთად, მნიშვნელოვანი ყურადღება უნდა დაეთმოს მათ მდგრად ფუნქციონირებას, მასში მიმდინარე დინებებს,

ტალღურ რეჟიმს, მათი განთავსების ადგილზე წყლის დონეთა ცვალებადობასა და ფილტრაციის შესაძლებლობებს.

განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მაღლივი კაშხლებით შექმნილი წყალსაცავები, რომელთა ფუნქციონალური დანიშნულება მრავალდარგობრივია და ქვეყნის ეკონომიკის სტაბილურ განვითარებაში განსაკუთრებული ადგილი უჭირავს. სასიცოცხლო მნიშვნელობას იძენს არსებული მაღლივი ჰიდროკვანძების საექსპლუატაციო მაჩვენებლების განხორციელების ღონისძიებების შემუშავება. საკითხი იმდენად აქტუალურია, რომ მსოფლიოში შექმნილია მაღლივი კაშხლების კომიტეტი, რომლის ფუნქციას მაღლივი კაშხლებით შექმნილი მთელი ინფრასტრუქტურის შემადგენელი ობიექტების დაპროექტების, მშენებლობისა და ექსპლუატაციის ინსპექტირება წარმოადგენს.

მაღლივი კაშხლებით შექმნილი წყალსაცავების მდგრადი ფუნქციონირება და საავარიო სიტუაციებით მათი მდგრადობის დაკარგვის შესაძლებლობები გამომწვევ მიზეზთა მრავალფეროვნებისა და დროის სხვადასხვა მომენტში წარმოქმნის გამო ძალზე რთულია. მისი შეფასება და კვლევა სხვადასხვა თანამედროვე ნოვატორულ საშუალებებსა და ტექნოლოგიურ გამოყენებასთან არის დაკავშირებული. განსაკუთრებით საკითხი აქტუალობას იმ შემთხვევაში იძენს, როცა ხდება კაშხლის გარღვევა, მის საფუძველზე წყალდიდობებისა და ღვარცოფების ფორმირება.

საერთოდ მაღლივი კაშხლები რთული საინჟინრო კვანძებია და ნაგებობებით არის წარმოდგენილი და ერთ-ერთის დაზიანებაც კი შეიძლება უმძიმესი შეგედის გამომწვევი მიზეზიც გახდეს. როგორც კვლევებით არის დადასტურებული, ჰიდროკვანძის შემადგენელ ნაგებობათა

მწყობრიდან გამოსვლის მიზეზებად მიჩნეულია როგორც მათი დაძველება, ისე გარედან მოქმედი ფაქტორები. მოქმედ ფაქტორთა შორის ყურადღებას იპყრობს მიწისქვეშა წყლები, წყალდიდობები, ინტენსიური ეროზიული პროცესები, ტალღური ზემოქმედებები და ფილტრაცია.

მსოფლიოს 4000 კაშხლის მწყობრიდან გამოსვლის მიზეზების შესწავლის ანალიზის საფუძველზე დადგენილია, რომ უმეტეს შემთხვევაში კაშხლების მდგრადობის დაკარგვა სუფოზიური პროცესებით, მათზე წყლის გადადინებით, წყალდიდობებით, კაშხლის ჯდომით და ტალღური პროცესებით არის განპირობებული. ზემოთ ჩამოთვლილი ფაქტორებიდან მიწის კაშხლების მწყობრიდან გამოსვლის გამომწვევ მიზეზთა შორის განსაკუთრებული ადგილი ფილტრაციასა და მის თხემზე ნაკადის გადადინებას უკავია. ამის ნათელ მაგალითს წარმოადგენს საქართველოში დაბა წყნეთში 1980 წლის 14 მაისს მიწის კაშხლის გარღვევის შედეგად მომხდარი კატასტროფა.

მიწის კაშხლების მდგრადობის რღვევის გამომწვევ მიზეზთა შორის განსაკუთრებით აღსანიშნავია: წყალსაცავის შევსება და დაცლა, მაღალი ინტენსივობის წვიმების ზემოქმედება ქვედა ბიეფის ფერდის გამორეცხვაზე, ფილტრაციის გზის შემცირება, წყლის დონეების ცვალებადობით ფილტრაციული ხარჯის ცვლილება, ტალღური ზემოქმედება და სხვა.

მაღლივი მიწის კაშხლების მშენებლობა ზედა და ქვედა ბიეფში, როგორც წესი, მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მდინარის ჰიდრაულიკურ და ჰიდროლოგიურ რეჟიმზე.

მძიმე მდგომარეობის შექმნის განმსაზღვრელ ფაქტორს წყალსაცავებში დიდი რაოდენობით ინერტული მარაგის

დაგროვება და მის შესართავ ადგილებში მდინარეთა უკუსვლის შესაძლებლობა წარმოადგენს. ზემოთ აღნიშნულთან ერთად, აორთქლების ფართობის გაზრდის გამო მნიშვნელოვნად იცვლება ტერიტორიის მიკროკლიმატი და წყალსაცავის მდგრადი ფუნქციონირების შესაძლებლობა.

კლიმატური პირობებისა და მეტეოროლოგიური მახასიათებლების მრავალწლიური რეჟიმიდან გადახრის გამო მნიშვნელოვნად იცვლება გეოლოგიური პროცესები დროსა და სივრცეში. ზემოთ აღნიშნული განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მაღალი ენერგიების გეოლოგიურად მგრძობიარე ქანებისათვის, სადაც ეროზიული და ღვარცოფული პროცესები მაღალი ინტენსივობით არის მოსალოდნელი.

წყალსაცავის შევსების შედეგად იცვლება როგორც მიკროკლიმატი, ასევე ადგილი აქვს გრუნტის წყლის დონეების აწევას. წყლის ცვლის შევსების პროცესი მნიშვნელოვნად მოქმედებს მდინარის ხეობის სანაპირო ფერდობების გეოლოგიური პროცესების სენსიტიურობაზე, რასაც შეიძლება მეწყრული პროცესების განვითარება მოჰყვეს.

ამასთან ერთად, აღსანიშნავია წყლის დონეების ცვლადობადობა წყალსაცავებში. წყალსაცავის ფერდობების შემადგენელი გრუნტების დასველება - გამოშრობა მნიშვნელოვნად ცვლის მის მდგომარეობას და მოქმედებს მეწყრული პროცესების განვითარებაზე. წყალსაცავის ფერდების შემადგენელი გრუნტების ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლების ცვლილებით და შეჭიდულობის ძალების შესუსტებით წარმოდგენილი სურათი ფერდობის დაცურების შესაძლებლობის განმსაზღვრელს წარმოადგენს.

ხშირად, გარდა ძირითადი მდინარისა, წყალსაცავს უერთდება პატარა ღელეები, რომლებიც არახელსაყრელი

მეტეოროლოგიური პირობების შემთხვევაში (თავსხმა წვიმა, თოვლის ინტენსიური დნობა), მიუხედავად წყლის ხარჯების მცირე სიდიდეებისა, შეფასებას საჭიროებს მათი მყარი ნატანის გამოტანის შესაძლებლობები. აღნიშნული შემთხვევა ხშირად ისეთი საინჟინრო კონსტრუქციების მწყობრიდან გამოყვანის საშიშროებას წარმოადგენს, როგორებიცაა: გზები, ხიდები, ბაგირები და სხვ.

წყალსაცავების უსაფრთხო ფუნქციონირებიდან გამომდინარე, განსაკუთრებულად მნიშვნელოვანია ადგილმდებარეობის სეისმურობა და კაშხლის ნგრევის შემთხვევაში წყლის დონის ან ღვარცოვის წარმოქმნის შედეგად ქვედა ბიეფში დატბორვის ზონების გავრცელების შესაძლებლობები და წარმოქმნილი ნაკადის ჰიდრაულიკური პარამეტრების ცვლილების ხასიათი. ასეთ შემთხვევაში ავარიის გამომწვევ მიზეზებად შესაძლებელია მიღებული იქნას დაშვებები, ხოლო მათი შეფასება და მათემატიკური გადაწყვეტები შეიძლება სხვადასხვა მოდელზე დაყრდნობით განხორციელდეს.

## **2. კაშხლის გამანგრეველი ტალღის ჰიდროდინამიკური ანგარიში და ანალიზი**

ჟინვალის მიწის კაშხლის შესაძლო ტექნოგენური კატასტროფების კომპიუტერული იმიტაციის მიზნით დახვეწილ იქნა არსებული ალგორითმი და განხორციელდა საველე კვლევები (სურ. 1 და 2), რომელიც საშუალებას გვაძლევს კაშხლის შესაძლო ნგრევის შემთხვევაში ვიანგარიშოთ კაშხლის გამანგრეველი ტალღის ჰიდროდინამიკური



პარამეტრები, კერძო - ტალღის სიჩქარე, გარბენილი მანძილი და, რაც მთავარია, დატბორილი ტერიტორიის გეომეტრიული ზომები.

საწყისი მონაცემები ჩვენ მიერ დაყოფილი იყო ორ ნაწილად: პირველი - მუდმივი სიდიდეები და მეორე - ცვლადი; მუდმივ სიდიდეებში გათვალისწინებულია ის პარამეტრები, რომელიც დამოკიდებული არ არის რომელიმე პირობაზე; რაც შეეხება ცვლად სიდიდეებს, ისინი დამოკიდებულია წყალდიდობაზე, კაშხლის ნგრევის ხარისხზე და ა. შ.

ჟინვალის კაშხლის სამშენებლო სიმაღლე 102 მ-ია, ხოლო მუშა სიმაღლე (წყლის შეტბორვის სიმაღლე) კი - 96 მ. კაშხლის სიგანე ზღურბლზე 415 მ-ის ფარგლებშია ჟინვალის წყალსა-ცავის მოცულობა 520 მლნ მ<sup>3</sup>-ის, ხოლო სარკის ზედაპირის ფართობი კი 733 მლნ მ<sup>3</sup>-ის ტოლია.

საკვლევი ჰიდროდინამიკური ობიექტის ჩვენ შემთხვევაში ჟინვალის მიწის კაშხლის გარღვევის შემთხვევაში პოტენციურად წარმოიქმნება დამანგრეველი ცუნამის ტიპის ტალღები. ტალღების სიმძლავრე დამოკიდებულია წყლის რაოდენობასა და მის სიჩქარეზე. ამის გამო საშიშია ისეთი ჰიდროდინამიკური ობიექტები, რომლებთა რეზერვუარები შეიცავენ დიდი რაოდენობის წყალს, აქვთ ზედა და ქვედა ბიეფებს შორის მნიშვნელოვანი სიმაღლეთა სხვაობა (დიდი დაწნევა).

გარღვევის ტალღას და წყლის უზარმაზარ მასას შეუძლია წალეკოს თავის გზაზე ყველაფერი - შენობა-ნაგებობები, სასოფლო-სამეურნეო სავარგულები, გამოიწვიოს მსხვერპლი და დიდი მატერიალური ზარალი.

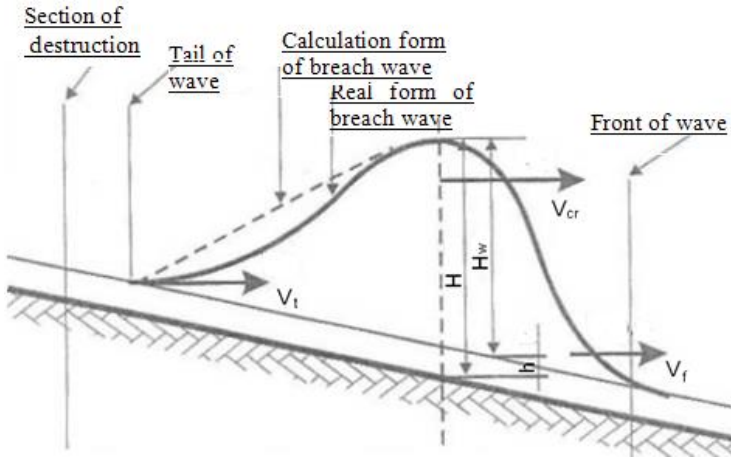


სურ. 1. ჟინვალის რეზერვუარში კატერით საველე კვლევებისას



**სურ. 2. ჟინვალის რეზერვუარში დალექილი კოლოიდური და ქვიშა-სილა მასალის საერთო ხედი**

სურათზე 3 მოცემულია ჟინვალის მიწის კაშხლის განგრევის შემთხვევაში წარმოშობილი ცუნამის ტიპის ტალღის გრძივი პროფილი.



სურ. 3. ცუნამის ტიპის ტალღის გრძივი პროფილი

წყალსაცავში არსებული წყლის მოცულობა ( $W_0$ ) განაგარიშებულ იყო შემდეგი დამოკიდებულებით:

$$W = \frac{H_B S_B}{3} \quad (\text{მლნ მ}^3) \quad (1)$$

სადაც,  $H_B$  არის წყლის სიღრმე კაშხლის ნორმალური შეტბორვის სიმაღლეზე (მ);  $S_B$  – წყალსაცავის სარკის ზედაპირის ფართობი (მლნ მ<sup>3</sup>);

მდინარის სიგანე აიღება ტოპოგრაფიული რუკებიდან, რაც შეეხება წერტილთა რაოდენობას, იგი არ უნდა აღემატებოდეს მდინარის ღერძიდან ერთ მხარეს 3 წერტილს, სულ 6 წერტილს და უნდა მოიცავდეს მთლიანად წყალშემკრებ ტერიტორიას. დატბორილი ტერიტორიის ფართობის განსაზღვრისათვის კაშხლიდან კვეთების რაოდენობა არ

უნდა აღმატებოდეს 8 კვეთს, რომელთა შორის მანძილი წინასწარ უნდა იყოს დატანილი ტოპოგრაფიულ რუკაზე.

წყალდიდობის დროს ტალღის სიჩქარე ( $V$ ) ნაგებობის ქვედა ბიეფში გამოითვლება შემდეგი ფორმულით :

$$V = V_0 (H_1 / H_0)^{2/3}, \quad (\text{მ/წმ}) \quad (2)$$

კაშხლის ნგრევის ხარისხი ( $E_p$ ) დადგენილია შემდეგი დამოკიდებულებით:

$$E_p = \frac{F_B}{F_0}, \quad (3)$$

სადაც,  $F_B$  არის ნაპირის რღვეულის ფართობი ( $\text{მ}^2$ );  $F_0$  - ზედაპირის ფართობი ( $\text{მ}^2$ ).

გარდა ზემოთ აღნიშნულისა, ალგორითმში გათვალისწინებულია: მდინარის ნაპირის ზღურბლის სიმაღლე ( $\text{მ}$ ), მდინარის სიგრძეზე კვეთების რაოდენობა, კვეთებს შორის დაშორება ( $\text{კმ}$ ), მდინარის კალაპოტის სიგანე ( $\text{მ}$ ), წყლის ნაკადის სიჩქარე მდინარის კალაპოტში ( $\text{მ/წმ}$ ), მდინარის ნოღა კალაპოტის სიგანე ( $\text{მ}$ ), მდინარის კალაპოტის ნიშნულების სიდიდეები ( $\text{მ}$ ) და ა. შ.

ჟინვალის წყალსაცავი, რომლის კაშხალიც წარმოადგენს მიწის ნაყარ თიხის გულიან ნაგებობას, მდებარეობს დუშეთის რაიონის სოფელ ჟინვალში. კაშხლის სამშენებლო სიმაღლე 102 მ-ია, ხოლო მუშა სიმაღლე (წყლის შეტბორვის სიმაღლე) კი – 96 მ. კაშხლის სიგანე ზღურბლზე 415 მ-ის ფარგლებშია. ჟინვალის წყალსაცავის მოცულობა 520 მლნ მ<sup>3</sup>-ის, ხოლო სარკის ზედაპირის ფართობი კი 733 მლნ მ<sup>3</sup>-ის ტოლია (იხ. სურ 4.).

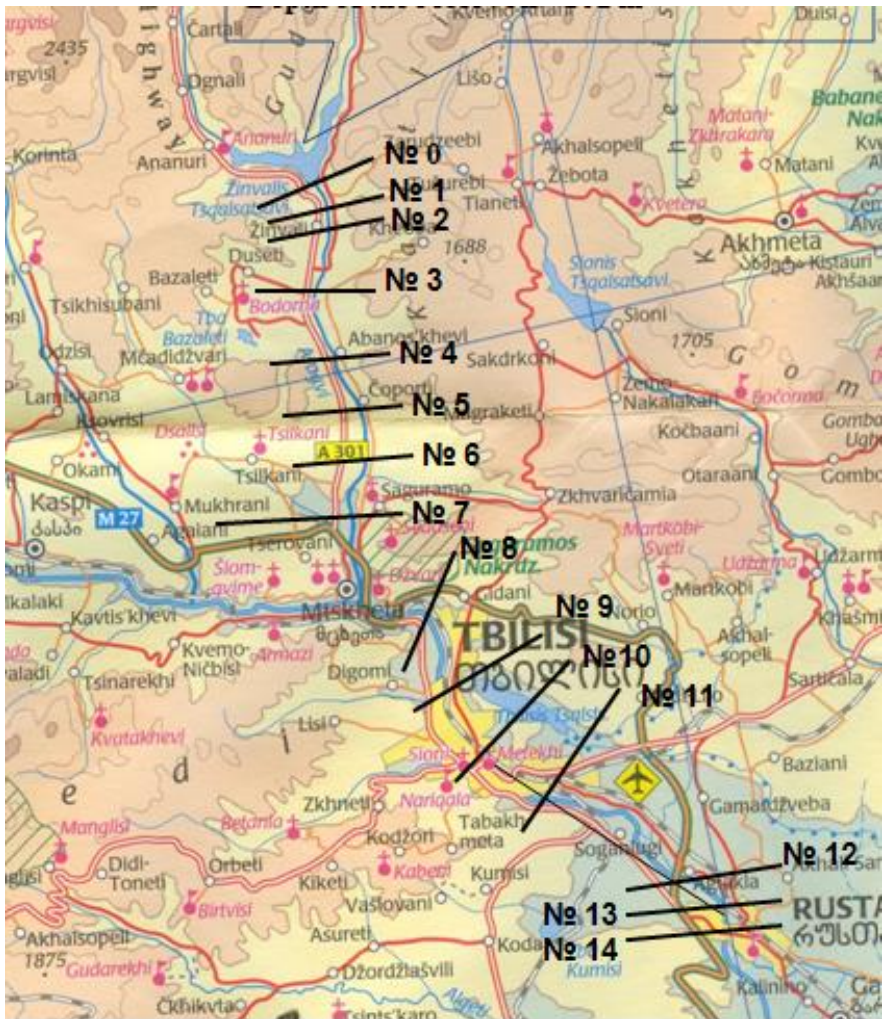


**სურ. 4. ჟინვალის მიწის კაშხლის ზედა ბიევი  
წყალმიმღებ ნაგებობასთან ერთად**

ჟინვალის კაშხლის კატასტროფის პროგნოზირების მიზნით, მდ. არაგვსა და მდ. მტკვარზე ქ. რუსთავამდე კვეთების რაოდენობა შეადგენს 8 ერთეულს (სურ. 5).

კვეთები აღებული იყო შემდეგ დასახლებულ პუნქტებში, რომლებიც კაშხლიდან სხვადასხვა მანძილითაა დაშორებული, კერძოდ კი:

1. სოფელი მისაქციელი - 30,0 კმ;
2. ავჭალის დასახლება - 35,0 კმ;
3. დიდმის (შალიკაშვილის) ხიდი - 44,5 კმ;
4. თამარ მეფის (ჩელუსკინელების) ხიდი - 48,0 კმ;
5. ორთაჭალის ხიდი - 54,2 კმ;
6. ქ. რუსთავის ახალი დასახლება - 74,0 კმ;
7. ქ. რუსთავის ცენტრი - 77,0 კმ;
8. ქ. რუსთავის ბოლო - 80,0 კმ.



სურ. 5. საანგარიშო კვებების განლაგების სქემა

ქინვალის კამხლის ავარის შემდეგ წყლის ტალღის პირველი ნაკადი შესაბამის კვებებში ჩამოედინება შემდეგ დროში:

1. სოფელი მისაქციელი - 47,1 წთ;
2. ავჭალის დასახლება - 57,74 წთ;
3. დიღმის (შალიკაშვილის) ხიდი - 76,34 წთ;
4. თამარ მეფის (ჩელუსკინელების) ხიდი - 90,1 წთ;
5. ორთაჭალის ხიდი - 107,0 წთ;
6. ქ. რუსთავის ახალი დასახლება - 172,6 წთ;
7. ქ. რუსთავის ცენტრი - 183,3 წთ;
8. ქ. რუსთავის ბოლო - 197,3 წთ.

რაც შეეხება ჟინვალის წყალსაცავით დატბორილი ტერიტორიის გეომეტრიულ ზომებს მდინარის ღერძიდან მარცხნივ და მარჯვნივ, ასეთია:

1. სოფელი მისაქციელი  
მარცხნივ - 319 მ, მარჯვნივ - 322 მ,  
წყლის სიღრმე - 21 მ, ტალღის სიჩქარე - 11 მ/წმ;
2. ავჭალის დასახლება  
კანიონში იტბორება ორივე მხარე;
3. დიღმის (შალიკაშვილის) ხიდი  
მარცხნივ - 649 მ, მარჯვნივ - 1603 მ,  
წყლის სიღრმე - 9 მ, ტალღის სიჩქარე - 5 მ/წმ;
4. თამარ მეფის (ჩელუსკინელების) ხიდი  
მარცხნივ - 88 მ, მარჯვნივ - 715 მ,  
წყლის სიღრმე - 18 მ, ტალღის სიჩქარე - 10 მ/წმ;
5. ორთაჭალის ხიდი  
მარცხნივ - 239 მ, მარჯვნივ - 629 მ,  
წყლის სიღრმე - 10 მ, ტალღის სიჩქარე - 7 მ/წმ;
6. ქ. რუსთავის ახალი დასახლება  
მარცხნივ - 115 მ, მარჯვნივ - 570 მ,  
წყლის სიღრმე - 11 მ, ტალღის სიჩქარე - 7 მ/წმ;
7. ქ. რუსთავის ცენტრი



მარცხნივ - 293 მ, მარჯვნივ - 786 მ,  
 წყლის სიღრმე - 6 მ, ტალღის სიჩქარე - 5 მ/წმ;  
 8. ქ. რუსთავის ბოლო  
 მარცხნივ - 1055 მ, მარჯვნივ - 110 მ,  
 წყლის სიღრმე - 7 მ, ტალღის სიჩქარე - 5 მ/წმ.

ჟინვალის კაშხლის ამსახველი დეტალური მასალა მოცემულია ცხრილებში (ცხრ. 1 - 12), ხოლო მდინარის კალაპოტში და მიმდებარე ტერიტორიაზე დატბორილი ტერიტორიების გეომეტრიული ზომები მოცემულია ნახაზებზე 1-36.

**ცხრილი 1**  
**სამუშაოს ანგარიში**  
**დრო: 27.09.2019, 18:24:00**

**დასახელება: ჟინვალის კაშხალი (ნგრევის ხარისხით  $E_3 = 1,0$ );**

ჰიდროკვანძის საწყისი მონაცემები:	განზ. ერთ.	რაოდ.
1. წყალსაცავის მოცულობა ნორმალური შეტბორვის დონეზე (ნშ)	მლნ მ <sup>3</sup>	520
2. წყალსაცავის სიღრმე კაშხალთან ნშდ-ზე	მ	96
3. სარკის ზედაპირის ფართობი ნშდ-ზე	მლნ მ <sup>3</sup>	7,33
4. კაშხლის სიგანე ნშდ-ზე	მ	415
5. მდინარის სიღრმე კაშხლის ქვედა ბიეფში	მ	1
6. მდინარის სიგანე კაშხლის ქვედა ბიეფში	მ	25
7. მდინარის სიჩქარე კაშხლის ქვედა ბიეფში	მ/წმ	1
8. წყალსაცავის სიღრმე კაშხლის ავარიის მომენტში	მ	96
9. კაშხლის ნგრევის ხარისხი	მ	1
10. მდინარის კალაპოტის ნაპირის რღვეულის სიმაღლე	მ	1
11. წყალსაცავში წყლის ნორმალური შეტბორვის ნიშნული	მ	816
12. მდინარის კალაპოტში განივი პროფილების რაოდენობა	ც	8

<b>ხვედრითი ნაკადი:</b>									
წყლის შეტბორვის ნიშნული	მ	480	425	398	393	375	327	322,7	313
სიღრმე	მ	1	3	2	2	1	2	1	1
სიგანე	მ	70	60	80	82	80	150	100	93
ნაკადის სიჩქარე	მ/წმ	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>მარცხენა ნაპირი</b>									
მდინარის ნაპირის რღვეულის სიმაღლე	მ	7	2	3	5	4	2,5	3	0,5
მდინარის ნოლა კალაპოტის სიგანე	მ	50	10	50	20	20	5	5	40
ნიშნული #1	მ	490	435	402,5	400	383	330	327,5	315
მანძილი მდინარის ღერძიდან #1 ნიშნულამდე	მ	137	50	440	71	180	100	60	225
ნიშნული #2	მ	520	440	405	405	385	340	330	320
მანძილი მდინარის ღერძიდან #2 ნიშნულამდე	მ	687	70	670	371	280	125	1310	1295
ნიშნული #3	მ	680	490	410	415	388	350	332,5	322,5
მანძილი მდინარის ღერძიდან #3 ნიშნულამდე	მ	2437	340	970	800	720	265	1610	1345
<b>მარჯვენა ნაპირი</b>									
მდინარის ნაპირის რღვეულის სიმაღლე	მ	15	8	3	5	4	1	1	5

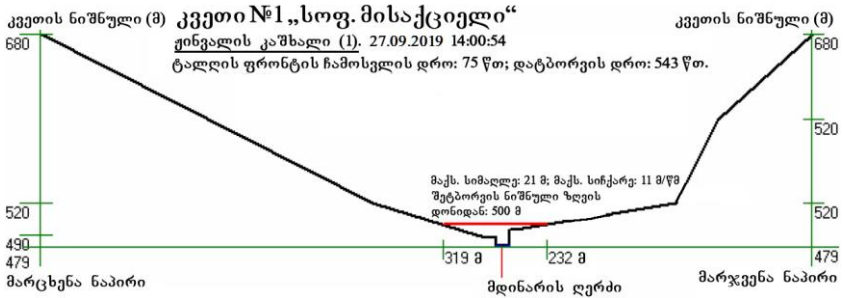
ცხრილი 3

კაშხლის განგრევის პარამეტრები	გან. ერთ	კვეთი №0	კვეთი №1	კვეთი №2	კვეთი №3	კვეთი №4	კვეთი №5	კვეთი №6	კვეთი №7	კვეთი №8
კვეთის დაშორება ჰიდროკვანძიდან	კმ	0	30	35	44,5	48	54,2	74	77	80
კვეთში წყლის მაქსიმალური ხარჯი	ათ. მ <sup>3</sup> /წმ	137	31,9	28,18	22,98	21,7	19,6	15,19	14,59	14,16
<b>დრო:</b>										
ტალღის ფრონტის დაწევის	წთ	0	47,1	57,74	76,34	90,1	107	172,6	183,3	197,3
ტალღის დაწევის	წთ	0	75,3	93,07	135,6	149	171	273	285,7	297,3
ტალღის კუდის დაწევის	წთ	90,3	590	673,7	832	890	994	1324	1374	1424
დატბორვის	წთ	90,3	543	615,9	755,7	800	886	1151	1190	1226
დინების მაქსიმალური სიჩქარე	მ/წმ	18,7	11,5	14,52	5,25	9,78	6,99	7,33	5,06	5,45
ტალღის სიმაღლე	მ	56,6	19,9	32,32	6,77	16	8,98	9,01	5,27	5,88
დატბორვის მაქსიმალური სიღრმე	მ	57,6	20,9	35,32	8,77	18	9,98	11,01	6,27	6,88
დატბორვის მაქსიმალური ნიშნული	მ	778	500	457,3	404,8	409	384	336	328	318,9
დინების მაქსიმალური სიმაღლე:										

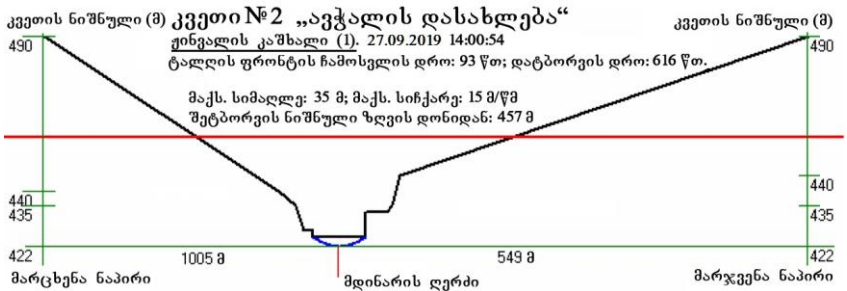
მდინარის მარცხენა ნაპირზე	მ	152	319	1005	649	715	239	115	293	1055
მდინარის მარჯვენა ნაპირზე	მ	152	232	648,9	1603	87,6	629	570	785,6	110,3



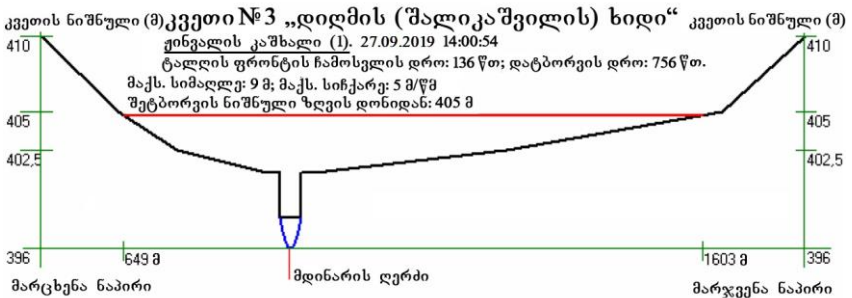
ნახ. 1. ჟინვალის ჰიდროკვანძი



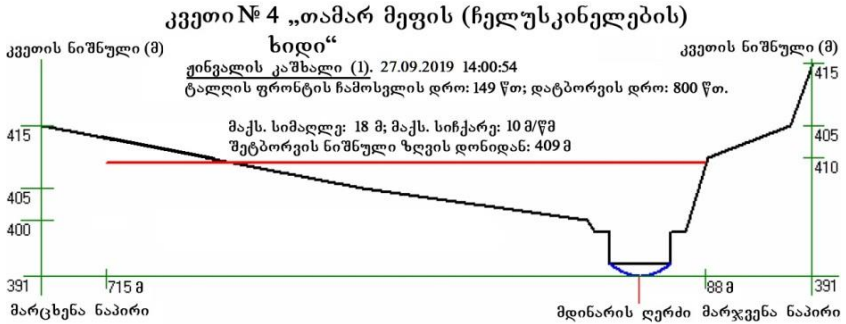
ნახ. 2. კვეთი - #1



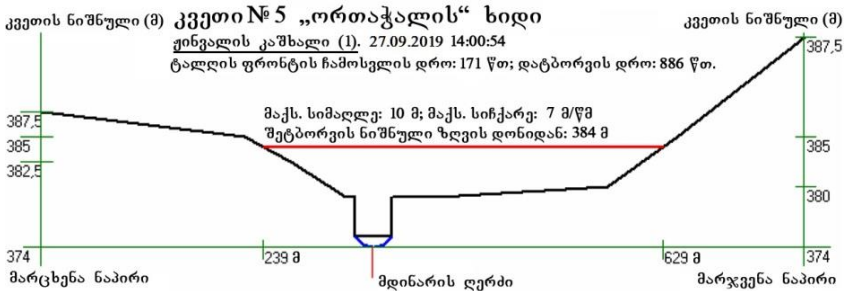
ნახ. 3. კვეთი - #2



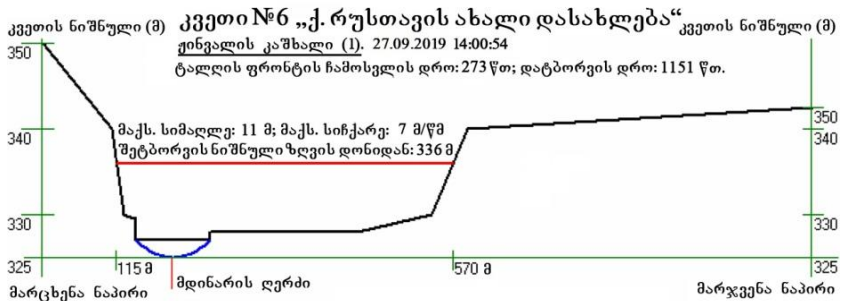
ნახ. 4. კვეთი #3



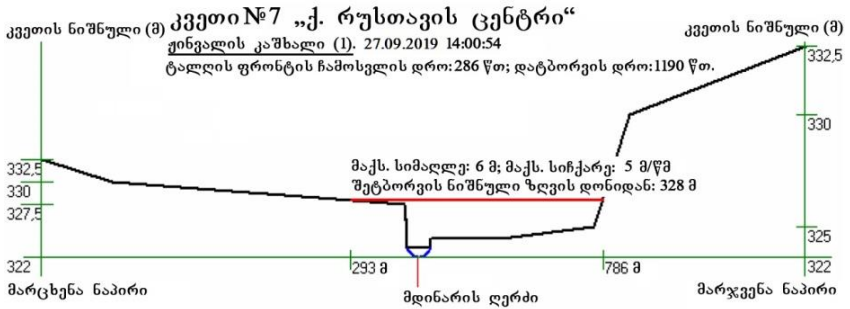
**ნახ. 5. კვეთი - #4**



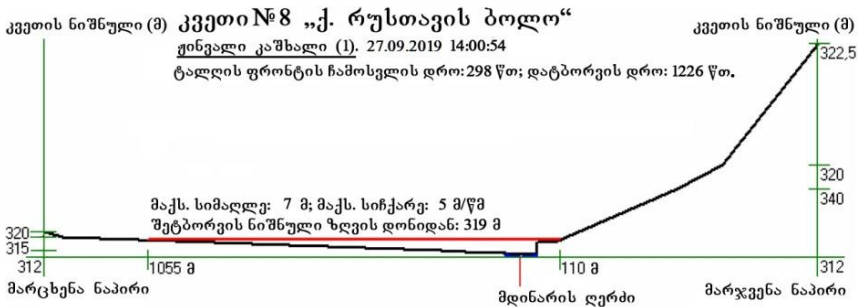
**ნახ. 6. კვეთი - #5**



**ნახ. 7. კვეთი #6**



ნახ. 8. კვეთი - #7



ნახ. 9. კვეთი - #8

**ცხრილი 4**  
**სამუშაოს ანგარიში**  
**დრო: 27.09.2019, 18:02:40**

დასახელება: **ქინვალის კაშხალი (ნგრევის ხარისხით  $E_3 = 0,75$ )**

ჰიდროკვანძის საწყისი მონაცემები:	განზ. ერთ.	რაოდ.
1. წყალსაცავის მოცულობა ნორმალური შეტბორვის დონეზე (ნშდ)	მლნ მ <sup>3</sup>	520
2. წყალსაცავის სიღრმე კაშხალთან ნშდ-ზე	მ	96
3. სარკის ზედაპირის ფართობი ნშდ-ზე	მლნ მ <sup>3</sup>	7,33
4. კაშხლის სიგანე ნშდ-ზე	მ	415
5. მდინარის სიღრმე კაშხლის ქვედა ბიეფში	მ	1
6. მდინარის სიგანე კაშხლის ქვედა ბიეფში	მ	25
7. მდინარის სიჩქარე კაშხლის ქვედა ბიეფში	მ/წმ	1
8. წყალსაცავის სიღრმე კაშხლის ავარიის მომენტში	მ	96
9. კაშხლის ნგრევის ხარისხი	მ	0,75
10. მდინარის კალაპოტის ნაპირის რღვეულის სიმაღლე	მ	24
11. წყალსაცავში წყლის ნორმალური შეტბორვის ნიშნული	მ	816
12. მდინარის კალაპოტში განივი პროფილების რაოდენობა	ც	8



ცხრილი 5

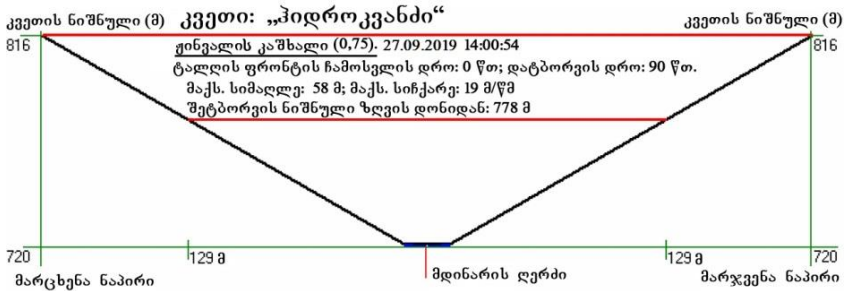
განივი კვეთების დახასიათება	გან. ერთ	კვეთი #1	კვეთი #2	კვეთი #3	კვეთი #4	კვეთი #5	კვეთი #6	კვეთი #7	კვეთი #8
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
i-ური კვეთის დაცელება კაშხლიდან	კმ	30	35	44,5	48	54,2	74	77	80
<b>ხვედრითი ნაკადი:</b>									
წყლის შეტბორვის ნიშნული	მ	480	425	398	393	375	327	322,7	313
სიღრმე	მ	1	3	2	2	1	2	1	1
სიგანე	მ	70	60	80	82	80	150	100	93
ნაკადის სიჩქარე	მ/წმ	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>მარცხენა ნაპირი</b>									
მდინარის ნაპირის რღვეულის სიმაღლე	მ	7	2	3	5	4	2,5	3	0,5
მდინარის ნოღა კალაპოტის სიგანე	მ	50	10	50	20	20	5	5	40
ნიშნული #1	მ	490	435	402,5	400	383	330	327,5	315
მანძილი მდინარის ღერძიდან #1 ნიშნულამდე	მ	137	50	440	71	180	100	60	225
ნიშნული #2	მ	520	440	405	405	385	340	330	320
მანძილი მდინარის ღერძიდან #2 ნიშნულამდე	მ	687	70	670	371	280	125	1310	1295
ნიშნული #3	მ	680	490	410	415	388	350	332,5	322,5
მანძილი მდინარის ღერძიდან #3 ნიშნულამდე	მ	2437	340	970	800	720	265	1610	1345

ცხრილი 5 ის გაგრძელება

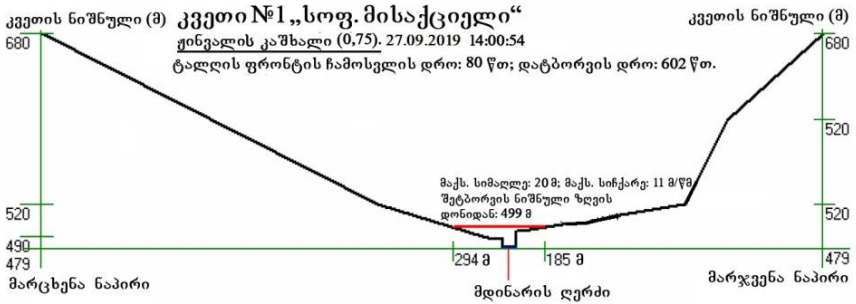
განივი კვეთების დახასიათება	გან. ერთ	კვეთი #1	კვეთი #2	კვეთი #3	კვეთი #4	კვეთი #5	კვეთი #6	კვეთი #7	კვეთი #8
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>მარჯვენა ნაპირი</b>									
მდინარის ნაპირის რღვეულის სიმაღლე	მ	15	8	3	5	4	1	1	5
მდინარის ნოღა კალაპოტის სიგანე	მ	30	25	50	20	100	300	300	50
ნიშნული #1	მ	520	435	402,5	410	380	330	325	340
მანძილი მდინარის ღერძიდან #1 ნიშნულამდე	მ	912	60	840	90	510	525	750	440
ნიშნული #2	მ	600	445	405	415	385	340	337,5	350
მანძილი მდინარის ღერძიდან #2 ნიშნულამდე	მ	1137	70	1680	200	660	600	900	570
ნიშნული #3	მ	680	490	410	425	395	343	345	400
მანძილი მდინარის ღერძიდან #3 ნიშნულამდე	მ	1637	540	2000	230	940	1300	1650	840

ცხრილი 6

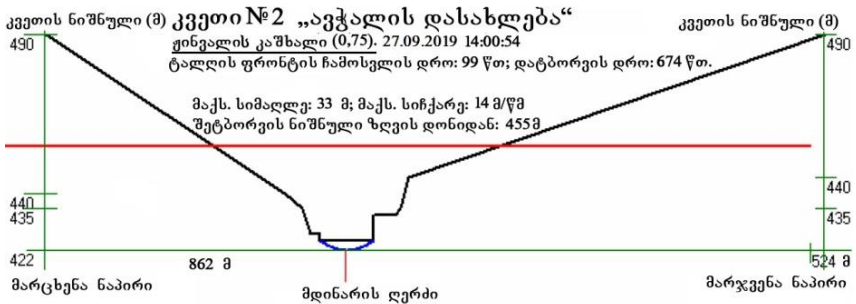
კაშხლის განგრევის პარამეტრები	გან. ერთ	კვეთი #0	კვეთი #1	კვეთი #2	კვეთი #3	კვეთი #4	კვეთი #5	კვეთი #6	კვეთი #7	კვეთი #8
კვეთის დაშორება ჰიდროკვანძიდან	კმ	0	30	35	44,5	48	54,2	74	77	80
კვეთში წყლის მაქსიმალური ხარჯი	ათ. მ <sup>3</sup> /წმ	137	24,4	21,9	18,12	17,2	15,59	12,32	11,84	11,5
<b>დრო:</b>										
ტალღის ფრონტის დაწევის	წთ	0	47,1	57,8	76,9	90,9	108,5	175,5	186,7	201
ტალღის დაწევის	წთ	0	80,2	99,1	143,4	158	180,7	288,7	301,9	314,8
ტალღის კუდის დაწევის	წთ	149	649	732	890,4	949	1052	1382	1432	1482
დატბორვის	წთ	149	602	674	813,5	858	943,6	1207	1245	1281
დინების მაქსიმალური სიჩქარე	მ/წმ	18,7	11,2	14,1	5,03	9,53	6,77	6,86	4,91	5,26
ტალღის სიმაღლე	მ	56,6	18,6	29,7	6,15	14,8	8,29	7,88	4,88	5,41
დატბორვის მაქსიმალური სიღრმე	მ	57,6	19,6	32,7	8,15	16,8	9,29	9,88	5,88	6,41
დატბორვის მაქსიმალური ნიშნული	მ	778	499	455	404,2	408	383,3	334,9	327,6	318,4
<b>დინების მაქსიმალური სიმაღლე:</b>										
მდინარის მარცხენა ნაპირზე	მ	152	294	862	591,6	614	211,7	112,2	97,83	955,8
მდინარის მარჯვენა ნაპირზე	მ	152	185	524	1394	84,8	608,8	561,6	780,9	103



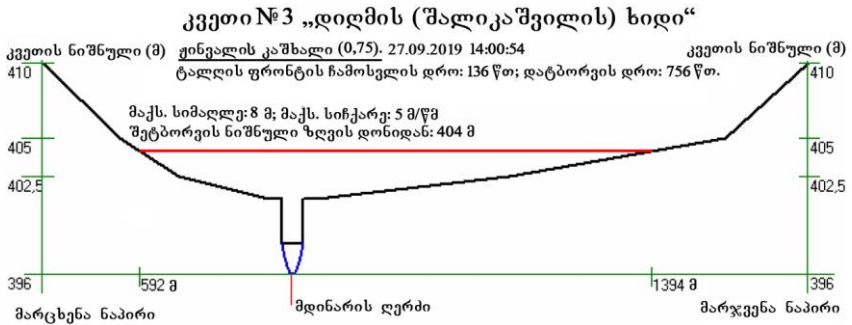
ნახ. 10. ქინვალის ჰიდროკვანძი



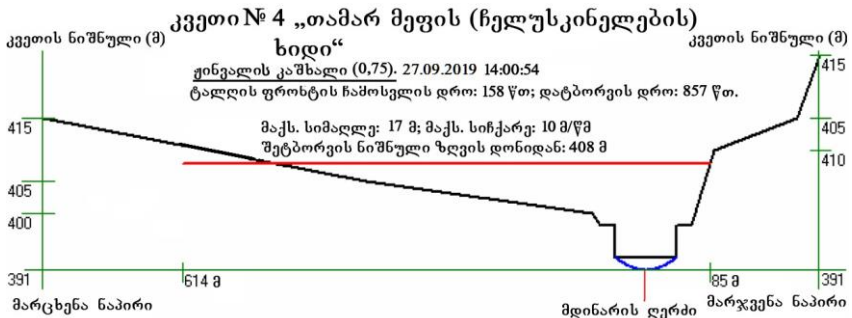
ნახ. 11. კვეთი - #1



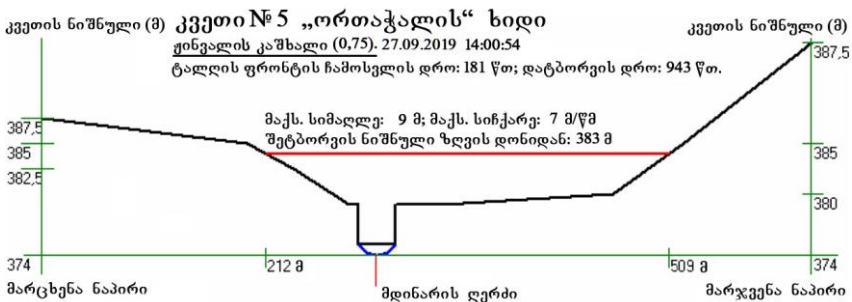
ნახ. 12. კვეთი - #2



**ნახ. 13. კვეთი - #3**



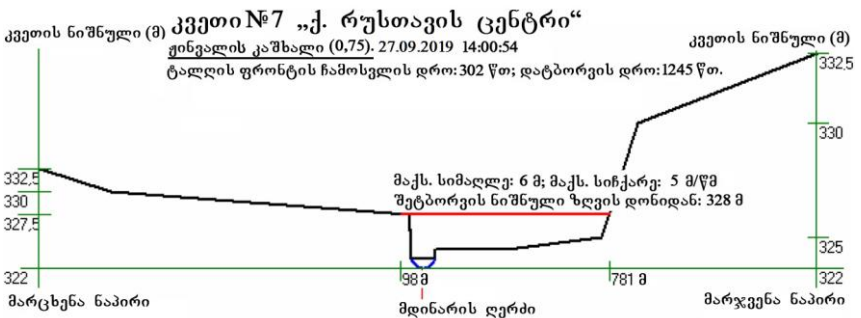
**ნახ. 14. კვეთი - #4**



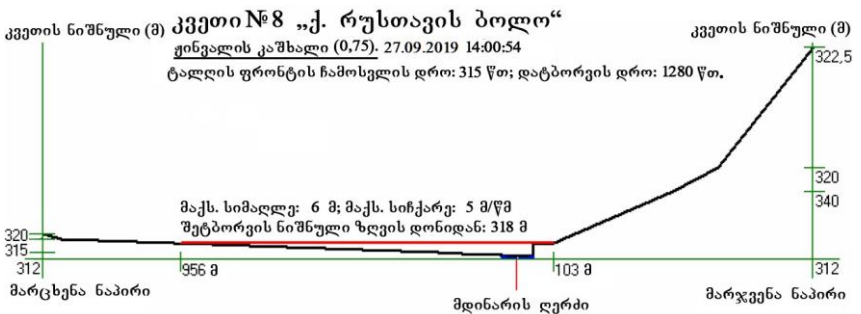
**ნახ. 15. კვეთი - #5**



ნახ. 16. კვეთი - #6



ნახ. 17. კვეთი - #7



ნახ. 18. კვეთი - #8

სამუშაოს ანგარიში

დრო: 27.09.2019, 18:28:04

დასახელება: ქინვალის კაშხალი (ნგრევის ხარისხით  $E_3 = 0,5$ )

ჰიდროკვანძის საწყისი მონაცემები:	განზ. ერთ.	რაოდ.
1. წყალსაცავის მოცულობა ნორმალური შეტბორვის დონეზე (ნშდ)	მლნ მ <sup>3</sup>	520
2. წყალსაცავის სიღრმე კაშხალთან ნშდ-ზე	მ	96
3. სარკის ზედაპირის ფართობი ნშდ-ზე	მლნ მ <sup>2</sup>	7,33
4. კაშხლის სიგანე ნშდ-ზე	მ	415
5. მდინარის სიღრმე კაშხლის ქვედა ბიეფში	მ	1
6. მდინარის სიგანე კაშხლის ქვედა ბიეფში	მ	25
7. მდინარის სიჩქარე კაშხლის ქვედა ბიეფში	მ/წმ	1
8. წყალსაცავის სიღრმე კაშხლის ავარიის მომენტში	მ	96
9. კაშხლის ნგრევის ხარისხი	მ	0,5
10. მდინარის კალაპოტის ნაპირის რღვეულის სიმაღლე	მ	48
11. წყალსაცავში წყლის ნორმალური შეტბორვის ნიშნული	მ	816
12. მდინარის კალაპოტში განივი პროფილების რაოდენობა	ც	8

ცხრილი 8

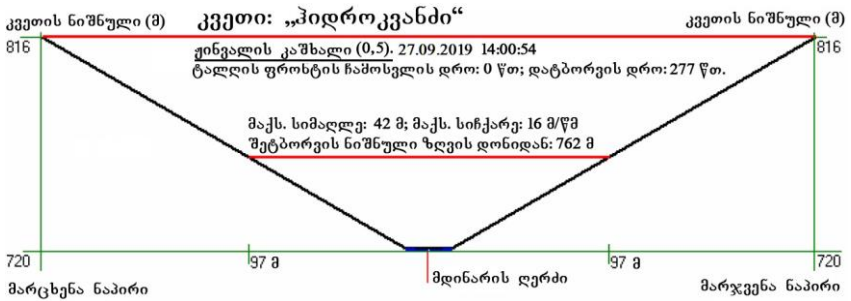
განივი კვეთების დახასიათება	გან. ერთ	კვეთი #1	კვეთი #2	კვეთი #3	კვეთი #4	კვეთი #5	კვეთი #6	კვეთი #7	კვეთი #8
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ქ-ური კვეთის დაცილება კაშხლიდან	კმ	30	35	44,5	48	54,2	74	77	80
<b>ხვედრითი ნაკადი:</b>									
წყლის შეტბორვის ნიშნული	მ	480	425	398	393	375	327	322,7	313
სიღრმე	მ	1	3	2	2	1	2	1	1
სიგანე	მ	70	60	80	82	80	150	100	93
ნაკადის სიჩქარე	მ/წმ	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>მარცხენა ნაპირი</b>									
მდინარის ნაპირის რღვეულის სიმაღლე	მ	7	2	3	5	4	2,5	3	0,5
მდინარის ნოღა კალაპოტის სიგანე	მ	50	10	50	20	20	5	5	40
ნიშნული #1	მ	490	435	402,5	400	383	330	327,5	315
მანძილი მდინარის ღერმიდან #1 ნიშნულამდე	მ	137	50	440	71	180	100	60	225
ნიშნული #2	მ	520	440	405	405	385	340	330	320
მანძილი მდინარის ღერმიდან #2 ნიშნულამდე	მ	687	70	670	371	280	125	1310	1295
ნიშნული #3	მ	680	490	410	415	388	350	332,5	322,5
მანძილი მდინარის ღერმიდან #3 ნიშნულამდე	მ	2437	340	970	800	720	265	1610	1345
<b>მარჯვენა ნაპირი</b>									
მდინარის ნაპირის რღვეულის სიმაღლე	მ	15	8	3	5	4	1	1	5
მდინარის ნოღა კალაპოტის სიგანე	მ	30	25	50	20	100	300	300	50
ნიშნული #1	მ	520	435	402,5	410	380	330	325	340
მანძილი მდინარის ღერმიდან #1 ნიშნულამდე	მ	912	60	840	90	510	525	750	440
ნიშნული #2	მ	600	445	405	415	385	340	337,5	350



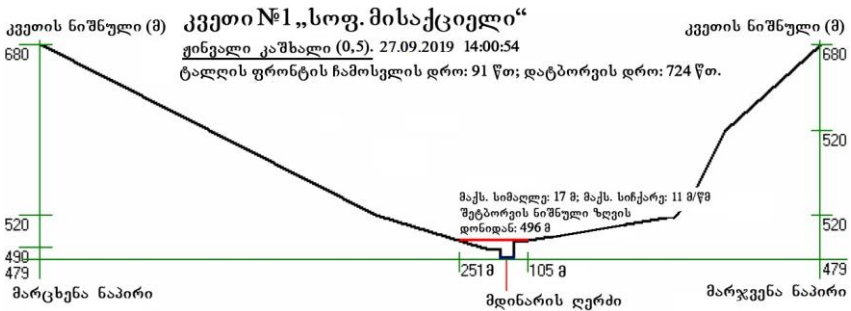
მანძილი მდინარის ღერძიდან #2 ნიშნულამდე	მ	1137	70	1680	200	660	600	900	570
ნიშნული #3	მ	680	490	410	425	395	343	345	400
მანძილი მდინარის ღერძიდან #3 ნიშნულამდე	მ	1637	540	2000	230	940	1300	1650	840

## ცხრილი 9

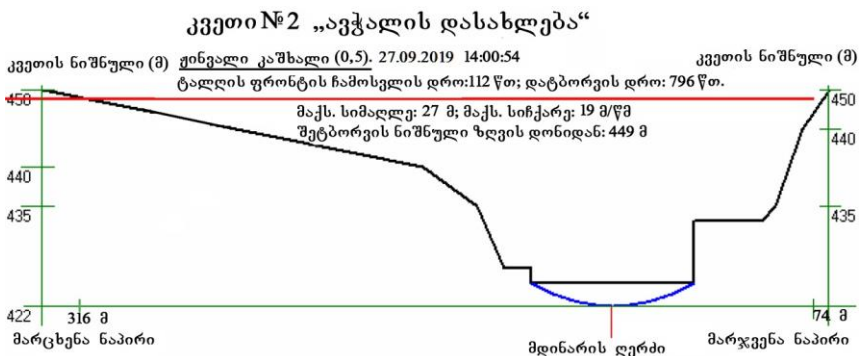
კაშხლის განგრევის პარამეტრები	გან. ერთ	კვეთი #0	კვეთი #1	კვეთი #2	კვეთი #3	კვეთი #4	კვეთი #5	კვეთი #6	კვეთი #7	კვეთი #8
კვეთის დაშორება ჰიდროუკვანძიდან	კმ	0	30	35	44,5	48	54,2	74	77	80
კვეთში წყლის მაქსიმალური ხარჯი	ათ. მ <sup>3</sup> /წმ	67,2	14,6	13,3	11,38	10,87	9,97	8,13	7,81	7,61
<b>დრო:</b>										
ტალღის ფრონტის დაწევის	წთ	0	53,7	64,8	85,4	99,92	118,2	188,9	201,4	216,3
ტალღის დაწევის	წთ	0	90,6	112	160,5	176,8	202,1	322	366,5	350,6
ტალღის კუდის დაწევის	წთ	277	777	861	1019	1077	1181	1511	1561	1611
დატბორვის	წთ	277	724	796	933,7	977,5	1063	1322	1359	1394
დინების მაქსიმალური სიჩქარე	მ/წმ	16	10,8	12,9	4,69	9,08	6,33	6,01	4,58	4,95
ტალღის სიმაღლე	მ	41,1	16,2	23,8	5,15	12,74	7,01	6,01	4,13	4,64
დატბორვის მაქსიმალური სიღრმე	მ	42,1	17,2	26,8	7,15	14,74	8,01	8,01	5,12	5,64
დატბორვის მაქსიმალური ნიშნული	მ	762	496	449	403,2	405,7	382	333	326,8	317,6
დატბორვის მაქსიმალური სიმაღლე:										
მდინარის მარცხენა ნაპირზე	მ	125	251	316	500	434,1	163,2	107,5	58,12	788,9
მდინარის მარჯვენა ნაპირზე	მ	125	105	73,8	1059	79,69	570,3	547,9	771,9	46,5



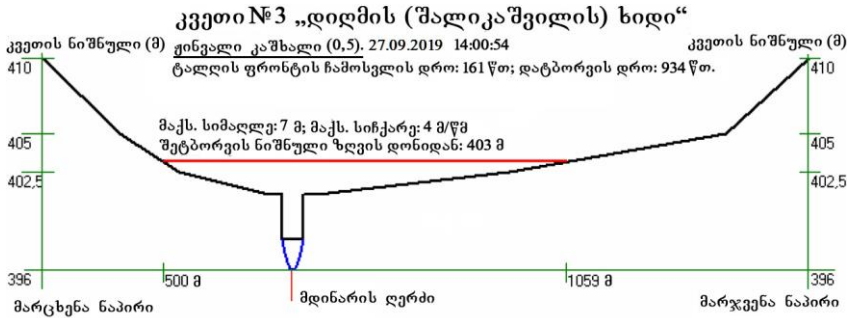
**ნახ. 19. ქინვალის ჰიდროკვანძი**



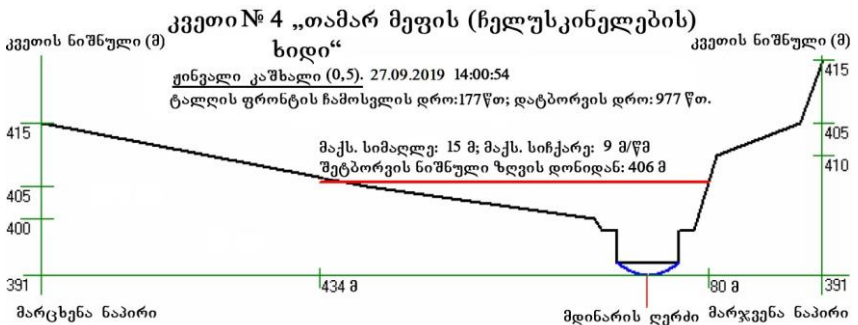
**ნახ. 20. კვეთი - #1**



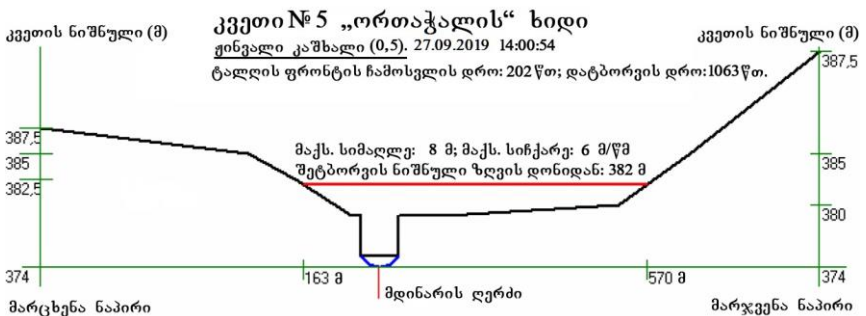
**ნახ. 21. კვეთი - #2**



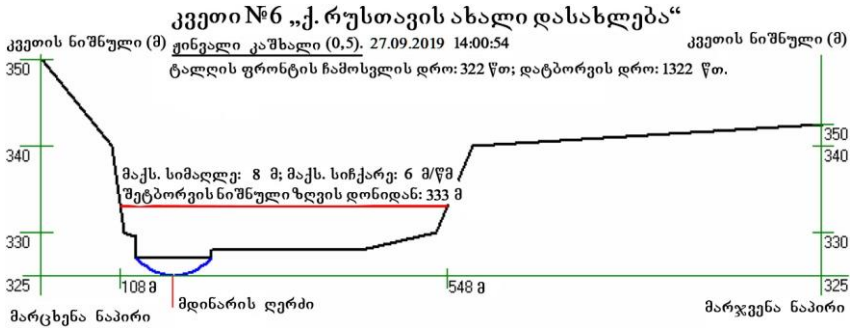
**ნახ. 22. კვეთი - #3**



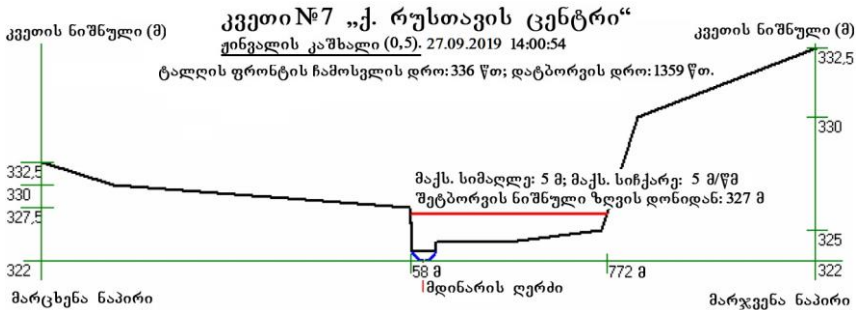
**ნახ. 23. კვეთი - #4**



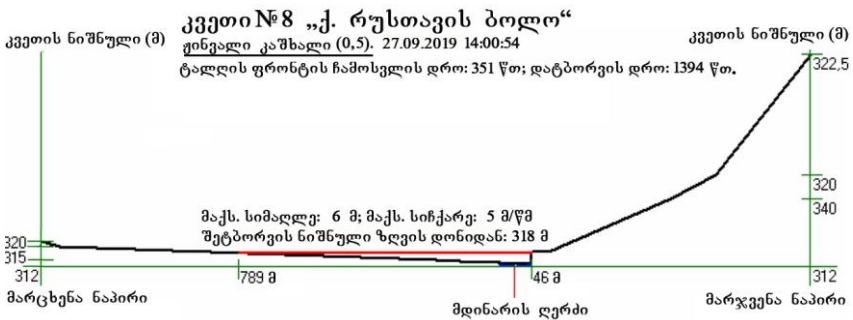
**ნახ. 24. კვეთი - #5**



**ნახ. 25. კვეთი - #6**



**ნახ. 26. კვეთი - #7**



**ნახ. 27. კვეთი - #8**

## ცხრილი 10

სამუშაოს ანგარიში

დრო: 27.09.2019, 18:28:04

დასახელება: ჟინვალის კაშხალი (ნგრევის ხარისხით  $E_a = 0,25$ )

ჰიდროკვანძის საწყისი მონაცემები:	განზ. ერთ.	რად.
1. წყალსაცავის მოცულობა ნორმალური შეტბორვის დონეზე (ნშდ)	მლნ მ <sup>3</sup>	520
2. წყალსაცავის სიღრმე კაშხალთან ნშდ-ზე	მ	96
3. სარკის ზედაპირის ფართობი ნშდ-ზე	მლნ მ <sup>3</sup>	7,33
4. კაშხლის სიგანე ნშდ-ზე	მ	415
5. მდინარის სიღრმე კაშხლის ქვედა ბიეფში	მ	1
6. მდინარის სიგანე კაშხლის ქვედა ბიეფში	მ	25
7. მდინარის სიჩქარე კაშხლის ქვედა ბიეფში	მ/წმ	1
8. წყალსაცავის სიღრმე კაშხლის ავარიის მომენტში	მ	96
9. კაშხლის ნგრევის ხარისხი	მ	0,25
10. მდინარის კალაპოტის ნაპირის რღვეულის სიმაღლე	მ	72
11. წყალსაცავში წყლის ნორმალური შეტბორვის ნიშნული	მ	816
12. მდინარის კალაპოტში განივი პროფილების რაოდენობა	ც	8

ცხრილი 11

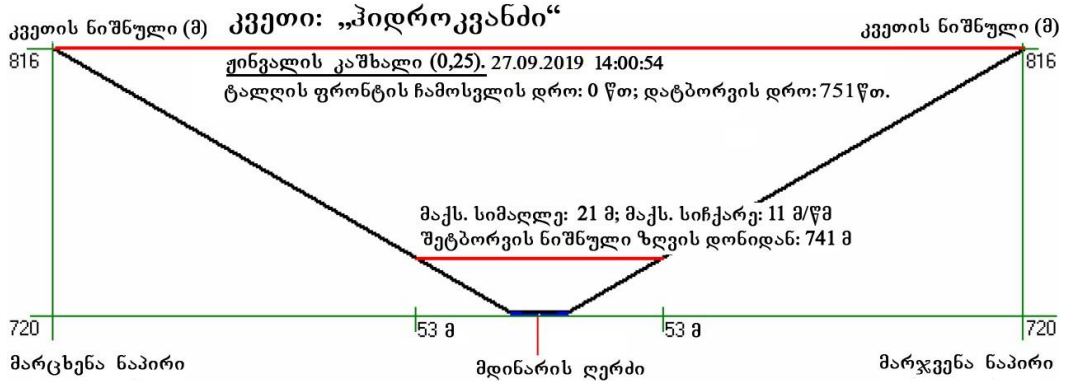
განივი კვეთების დახასიათება	გან. ერთ	კვეთი #1	კვეთი #2	კვეთი #3	კვეთი #4	კვეთი #5	კვეთი #6	კვეთი #7	კვეთი #8
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1-ური კვეთის დაცილება კაშხლიდან	კმ	30	35	44,5	48	54,2	74	77	80
<b>ხედრითი ნაკადი:</b>									
წყლის შეტბორვის ნიშნული	მ	480	425	398	393	375	327	322,7	313
სიღრმე	მ	1	3	2	2	1	2	1	1
სიგანე	მ	70	60	80	82	80	150	100	93
ნაკადის სიჩქარე	მ/წმ	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>მარცხენა ნაპირი</b>									
მდინარის ნაპირის რღვეულის სიმაღლე	მ	7	2	3	5	4	2,5	3	0,5
მდინარის ნოღა კალაპოტის სიგანე	მ	50	10	50	20	20	5	5	40
ნიშნული #1	მ	490	435	402,5	400	383	330	327,5	315
მანძილი მდინარის ღერძიდან #1 ნიშნულამდე	მ	137	50	440	71	180	100	60	225
ნიშნული #2	მ	520	440	405	405	385	340	330	320
მანძილი მდინარის ღერძიდან #2 ნიშნულამდე	მ	687	70	670	371	280	125	1310	1295
ნიშნული #3	მ	680	490	410	415	388	350	332,5	322,5
მანძილი მდინარის ღერძიდან #3 ნიშნულამდე	მ	2437	340	970	800	720	265	1610	1345
<b>მარჯვენა ნაპირი</b>									

მდინარის ნაპირის რღვეულის სიმაღლე	მ	15	8	3	5	4	1	1	5
მდინარის ნოღა კალაპოტის სიგანე	მ	30	25	50	20	100	300	300	50
ნიშნული #1	მ	520	435	402,5	410	380	330	325	340
მანძილი მდინარის ღერძიდან #1 ნიშნულამდე	მ	912	60	840	90	510	525	750	440
ნიშნული #2	მ	600	445	405	415	385	340	337,5	350
მანძილი მდინარის ღერძიდან #2 ნიშნულამდე	მ	1137	70	1680	200	660	600	900	570
ნიშნული #3	მ	680	490	410	425	395	343	345	400
მანძილი მდინარის ღერძიდან #3 ნიშნულამდე	მ	1637	540	2000	230	940	1300	1650	840

## ცხრილი 12

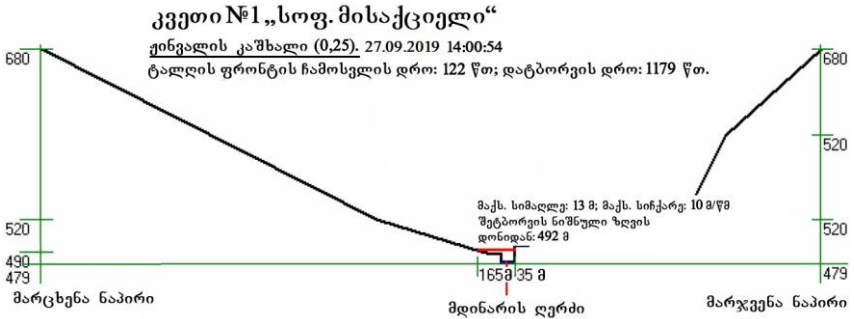
კაშხლის განგრევის პარამეტრები	გან. ერთ	კვეთი #0	კვეთი #1	კვეთი #2	კვეთი #3	კვეთი #4	კვეთი #5	კვეთი #6	კვეთი #7	კვეთი #8
კვეთის დაშორება ჰიდროკვანძიდან	კმ	0	30	35	44,5	48	54,2	74	77	80
კვეთში წყლის მაქსიმალური ხარჯი	ათ. მ <sup>3</sup> /წმ	13,2	4,78	4,56	4,11	3,99	3,73	3,32	3,15	3,10
<b>დრო:</b>										
ტალღის ფრონტის დაწვევის	წთ	0	71,51	83,09	105,8	120,7	139,8	217,5	232,9	250,2
ტალღის დაწვევის	წთ	0	122,4	151,8	209,4	230,6	262,6	407,7	425,4	442,2

ტალღის კუდის დაწვევის	წთ	751	1251	1334	1492	1551	1654	1984	2034	2084
დატბორვის	წთ	751	1179	1251	1386	1430	1514	1766	1801	1834
დინების მაქსიმალური სიჩქარე	მ/წმ	11,2	9,78	11,38	4,28	8,52	5,68	4,54	3,66	4,39
ტალღის სიმაღლე	მ	19,6	11,51	15,96	3,7	9,38	5,03	3,24	2,52	3,29
დატბორვის მაქსიმალური სიღრმე	მ	20,6	12,51	18,96	5,7	11,38	6,03	5,24	3,52	4,29
დატბორვის მაქსიმალური ნიშნული	მ	741	491,5	441	401,7	402,4	380	330,2	325,2	316,3
<b>დინების მაქსიმალური სიმაღლე:</b>										
მდინარის მარცხენა ნაპირზე	მ	80,5	164,7	87,19	252,4	213,9	95,22	100,6	50	500,3
მდინარის მარჯვენა ნაპირზე	მ	80,5	35	65,96	438	71,59	510,8	526,8	752,7	46,5

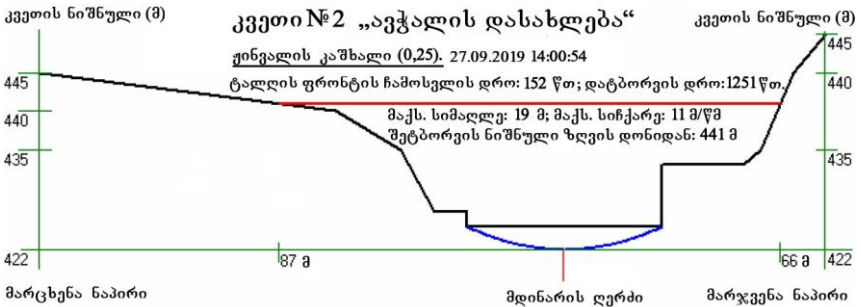


ნახ. 28. ქინვალის ჰიდროკვანძი

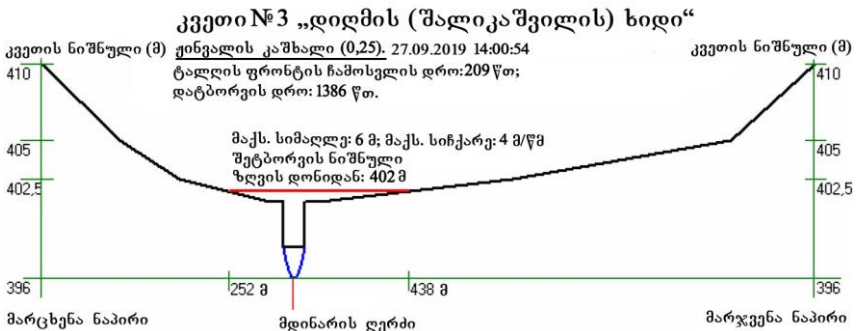




**ნახ. 29. კვეთი - #1**

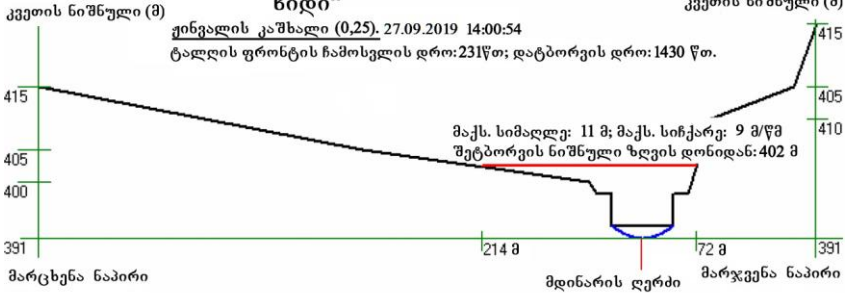


**ნახ. 30. კვეთი - #2**



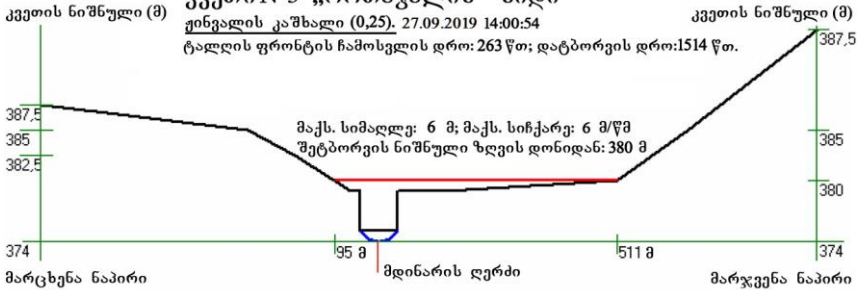
**ნახ. 31. კვეთი - #3**

**კვეთი № 4 „თამარ მეფის (ჩელუსკინელების) ხიდი“**



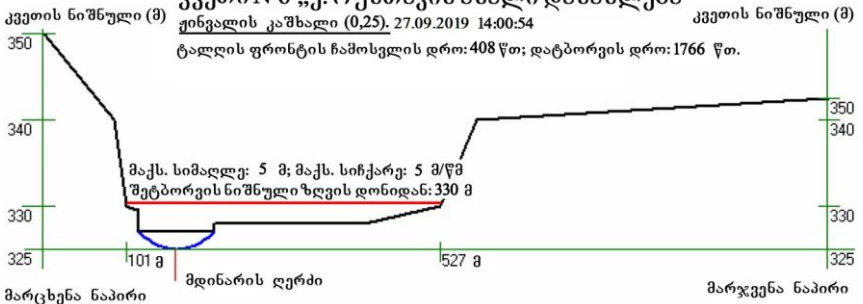
**ნახ. 32. კვეთი - #4**

**კვეთი № 5 „ორთაჭალის“ ხიდი**

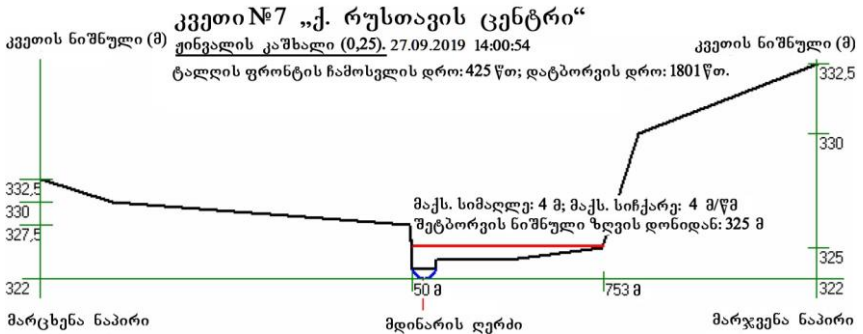


**ნახ. 33. კვეთი - #5**

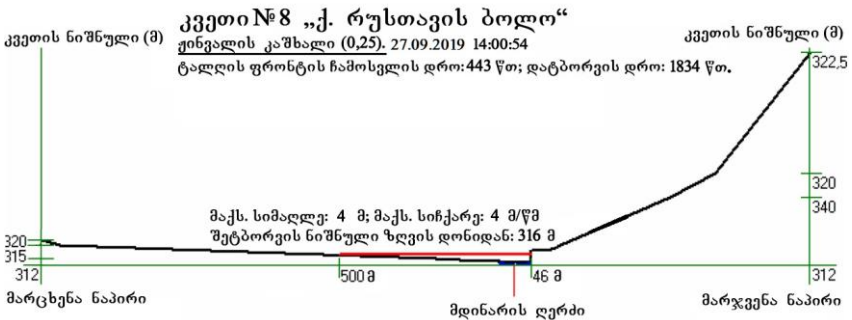
**კვეთი № 6 „ქ. რუსთავის ახალი დასახლება“**



**ნახ. 34. კვეთი - #6**



**ნახ. 35. კვეთი - #7**



**ნახ. 36. კვეთი - #8**

ამრიგად, ჩვენს მიერ შემოთავაზებულია ყივალის მიწის კაშხლის სხვადასხვა ნგრევის ხარისხით ( $E_3 = 1,0; 0,75; 0,50; 0,25$ ) შესაძლო ავარიის შემთხვევაში წარმოშობილი ცუნამის ტიპის ტალღის ჰიდროდინამიკური პარამეტრების პროგნოზირების მეთოდოლოგია და დადგენილია დატბორილი ტერიტორიების კონტურები (დუშეთისა და მცხეთის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიები, ქ. თბილისისა და ქ. რუსთავის ტერიტორიები) შესაბამისი რისკ-ფაქტორების გათვალისწინებით.

### 3. ჟინვალის მიწის კაშხლის აგარიის შედეგად დატბორილი ტერიტორიების კონტურების დაფიქსირება

სამეცნიერო ანგარიშის წინა პარაგრაფში განხილულ იქნა სტიქიის შედეგად მიყენებული ზარალის შეფასება, აღრიცხვა და დაზარებული მოსახლეობის სარეაბილიტაციო გეგმის დამუშავება-ანალიზი და მდგრადობა. რაც შეეხება ჟინვალის მიწის კაშხლის აგარიის შედეგად დატბორილი ტერიტორიების კონტურების დაფიქსირებას ამ მიზნით განხორციელდა ექსპედიციური კვლევები ჟინვალის წყალსაცავის ზედა და ქვედა ბიუფებში, რომლის ამსახველი ფოტო მასალა მოყვანილია სურათებზე 6 და 7.



სურ. 6. ჟინვალის რეზერვუარის საერთო ხედი წყალმიმღებთან



**სურ. 7. ჟინვალის მიწის კაშხლის ზედა ბიეფში საველე კვლევებისას**

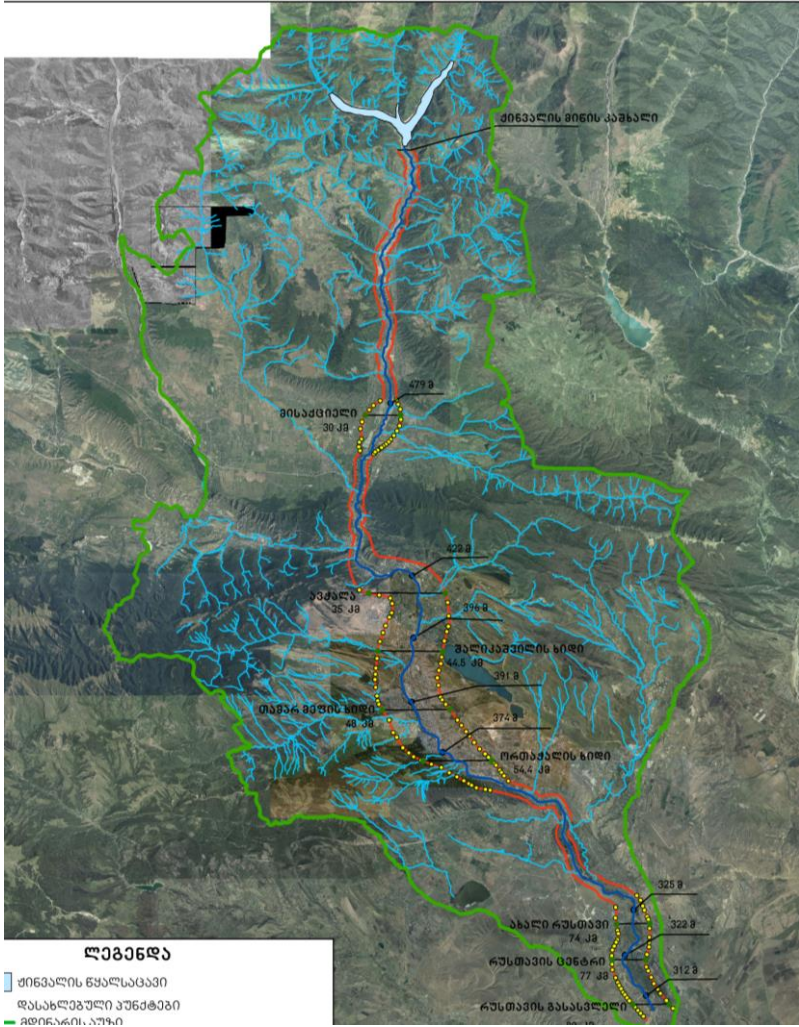
ნაშრომის წინა პარაგრაფში განხილული კაშხლების შესაძლო ავარიის პროგნოზირების მეთოდოლოგიისა და გლობალური ადგილმდებარეობის ხელსაწყოთი (GPS) -ის გამოყენებით ჟინვალის მიწის კაშხლის ზედა ბიეფში დაფიქსირებულ იქნა მდ. არაგვის კალაპოტის აბსოლუტური ნიშნულები და შესაბამისი ნოლა კალაპოტის კოორდინატები, აქვე გაიზომა კაშხლის კვეთში ზღურბლზე და მის ძირში აბსოლუტური ნიშნულები, რომლებმაც შეადგინა შესაბამისად 816 მ და 714 მ.

ჟინვალის მიწის კაშხლის შესაძლო გარღვევისას მდინარე არაგვის კალაპოტში, აღიძვრება ცუნამის ტიპის ტალღები, მოსახლეობის დასაცავად ერთადერთ საშუალებას ორგანიზებული ევაკუაცია წარმოადგენს. თუმცა ჟინვალის მიწის კაშხლის გარღვევა უეცრად არ ხდება, მას წინ უსწრებს დეფექტების დაგროვება ნაგებობაში, რომელიც საპროგნოზო მაჩვენებელია. ასევე კაშხლის ტექნიკური პარამეტრები, წყალსაცავის ჰიდროლოგიური მაჩვენებლები და მდინარე არაგვის ტოპოგრაფიული მახასიათებლები, რომლებიც ჟინვალის კაშხ-

ლის ავარიის შედეგად დატბორილი ტერიტორიის ფართობის პროგნოზირების საშუალებას იძლევა.

საველე კვლევების, GPS -ისა, გეოგრაფიული საინფორმაციო სისტემების GIS-ის და კომპიუტერული პროგრამული უზრუნველყოფის გამოყენებით დადგენილ იქნა მდინარე არაგვის კალაპოტში ის მაქსიმალური სიგანეები, სადაც ჟინვალის კაშხლის შესაძლო ავარიის შემთხვევაში წყალდიდობის შედეგად შესაძლებელია ტერიტორიების დატბორვა, რაც დიდ ზარალს მოუტანს ჩვენს ქვეყანას, მათ შორის ადგილი ექნება ადამიანთა და ცხოველთა დიდ მსხვერპლს. ანგარიშის შედეგები მოცემულია ცხრილის სახით, ხოლო დატბორვის კონტურები კი დატანილია ციფრულ რუკებზე (იხ. სურ. 8).

ჩატარებული კვლების ანალიზის შედეგად დადგინდა რომ ჟინვალის მიწის კაშხალის შესაძლო ავარიის შედეგად საქართველოს დედაქალაქ ქ. თბილისამდე წყალდიდობის მაღალი რისკის ზონაში ექცევა დუშეთისა და მცხეთის მუნიციპალიტეტის შემდეგი დასახელების სოფლები, რომელთა მოსახლეობის საერთო რაოდენობა შეადგენს 14 823 ადამიანი, ამას დამატება ქ. თბილისისა, და ქ. რუსთავის მოსახლეობის ის რაოდენობა, რომლებიც ცხოვრობენ წყალდიდობის მაღალი რისკის ზონაში (იხ. ცრ. 13).



სურ. 8. დატბორილი ტერიტორიის ციფრული რუკა GIS სისტემა

**ცხრილი 13**

**ჟინვალის მიწის კაშხლის ავარიის შემთხვევაში წყლით დატბორილი დიდი რისკის ქვეშ მყოფი სოფლები**

#	დასახლებული პუნქტის დასახელება	მოსახლების დასახელება (ადამიანი)
1	ჩინთი	188
2	ჟინვალი	121
3	ბიჩიგნაური	424
4	არაგვისპირი	907
5	ბოდორნა	140
6	წითელი სოფელი	546
7	ნავაზი	677
8	მისაქციელი	2100
10	ნატახტარი	1234
11	მცხეთა	7 940
12	ზაჰესი	546
	სულ:	14 823

ამრიგად, პირველი საპროგნოზო მონაცემების მიხედვით დადგენილია ჟინვალის მიწის კაშხლის შესაძლო ავარიის შედეგად წყალდიდობით დატბორილი მაღალი რისკის ზონის ფართობი და იქ განთავსებული მოსახლეობის ის რაოდენობა, რომელთაც დიდი საშიშროება ემუქრებათ.



#### 4. სტიქიის შედეგად მიყენებული ზარალის შეფასება, აღრიცხვა და დაზარებული მოსახლეობის სარეაბილიტაციო გეგმის დამუშავება- ანალიზი და მდგრადობა

წყალსაცავების მშენებლობის ეკონომიკური ეფექტიანობის და მიზანშეწონილობის განსაზღვრის დროს აუცილებელია განისაზღვროს შესაძლო ზარალის საპროგნოზო სიდიდე წყალსაცავის კაშხლის დანგრევის (ავარიის) შედეგად. ამ შემთხვევაში დანაკარგები შეიძლება წარმოვადგინოთ როგორც უშუალოდ ჰიდროტექნიკური ობიექტისადმი მიყენებული ზარალის, მრეწველობის, სოფლის, სატყეო, კომუნალური მეურნეობების და ადამიანური მსხვერპლით გამოწვეული ზარალების ჯამი.

ზემოთ აღნიშნულ ტექნიკურ მოთხოვნებს, ასევე უნდა პასუხობდეს ჟინვალის მიწის კაშხლის არსებული მდგომარეობა, რადგან კაშხლის ქვედა ბიეფში განთავსებულია ჩვენ მიერ აღნიშნული სხვადასხვა დანიშნულების ობიექტები და მათი რისკების შეფასებისას აუცილებელია მხედველობაში იქნას მიღებული ყველა იმ ობიექტის ზარალი, რომელიც შესაძლებელია დაზიანდეს ან მთლიანად გამოვიდეს მწყობრიდან ჟინვალის მიწის კაშხლის შესაძლო ავარიის შედეგად.

განვიხილოთ ზარალის შეფასების მეთოდოლოგია თითოეული პუნქტის მიხედვით.

##### 4.1. ჰიდროტექნიკური ობიექტის ნგრევით გამოწვეული ზარალი განისაზღვრება ფორმულით:

$$D_h = \sum_1^3 K_i = K_1 + K_2 + K_3 \quad (4)$$

სადაც:  $K_1$  არის ჰიდროტექნიკური ნაგებობის დანგრეული ნაწილის საბალანსო ღირებულება;  $K_2$  - ჰიდროტექნიკური ნაგებობის დანგრეული ნაწილის აღდგენის კაპიტალური ხარჯები;  $K_3$  - ჰიდროტექნიკური ნაგებობის დაზიანებული ნაწილის რემონტის ხარჯები.

**4.2. მრეწველობის დარგისათვის ზარალი განისაზღვრება ფორმულით:**

$$D_m = \sum_{i=1}^7 d_i = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 + d_7, \quad (5)$$

სადაც,  $d_1$  - საწარმოო დანადგარების დაკარგვით გამოწვეული ზარალი;  $d_2$  - საწარმოო და არასაწარმოო შენობა-ნაგებობების დანგრევით გამოწვეული ზარალი;  $d_3$  - ხარჯები, დაკავშირებული დაზიანებული საწარმოო დანადგარების და შენობა-ნაგებობების რემონტთან;  $d_4$  - ხარჯები, დაკავშირებული დაზიანებული არასაწარმოო დანადგარების და შენობა-ნაგებობების რემონტთან;  $d_5$  - ნედლეულისა და მასალების, აგრეთვე დასაწყობებული მზა პროდუქციის განადგურებით გამოწვეული ზარალი;  $d_6$  - შრომის მწარმოებლობის შემცირებასთან დაკავშირებული დანაკარგები;  $d_7$  - ზარალი გამოწვეული პროდუქციის შემცირებით, განისაზღვრება ფორმულით:

$$d_7 = \sum_{i=1}^t \frac{d_{i7}}{(1 + \alpha)^i} \quad (6)$$

სადაც  $(1 + \alpha)^t$  დისკონტირების კოეფიციენტი,  $t$  - აღდგენითი პერიოდის ხანგრძლივობა (წელი)

**4.3. სოფლისა და სატყეო მეურნეობებისათვის**

ზარალი მოიცავს სასოფლო-სამეურნეო და ტყის სავარგულების განადგურებას, პირუტყვის დაღუპვას, საწარმოო და

არასაწარმოო შენობა-ნაგებობების დანგრევას, სასოფლო-სამეურნეო მანქანა-მოწყობილობის განადგურებას, დაზიანებას და ა.შ. ეს ზარალი განისაზღვრება ფორმულით:

$$D_{sm} = D_{mc} + D_{mx} + D_{tk} , \quad (7)$$

სადაც  $D_{mc}$  - არის მემცენარეობის ზარალი;  $D_{mx}$  - მეცხოველეობის ზარალი, სატბორე მეურნეობის ჩათვლით;  $D_{tk}$  - სატყეო მეურნეობის ზარალი.

მემცენარეობის ზარალში შედის როგორც ერთწლიანი, ასევე მრავალწლიანი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების დანაკარგები, ხარჯები სასოფლო-სამეურნეო.

#### 4.4. სავარგულების ნაყოფიერების აღდგენაზე ხარჯები

სავარგულების ნაყოფიერების აღდგენაზე ხარჯები მემცენარეობის საწარმოო ფონდების აღდგენასა და რემონტზე. მემცენარეობის ზარალი გამოითვლება ფორმულით:

$$D_{mc} = \frac{d_{mc1} + d_{mc2} + \dots + d_{mck}}{(1 + \alpha)^1} + \frac{d_{mc1} + d_{mc2} + \dots + d_{mck}}{(1 + \alpha)^2} + \dots + \frac{d_{mc1} + d_{mc2} + \dots + d_{mck}}{(1 + \alpha)^t} \quad (8)$$

სადაც:  $d_{mck}$  არის  $k$  ტიპის ზარალი მემცენარეობაში;  $(1 + \alpha)^t$  - დისკონტირების კოეფიციენტი ( $t$  სოფლის მეურნეობის აღდგენის პერიოდი, წლები)

#### 4.5. მეცხოველეობისათვის

ზარალი გულისხმობს პირუტყვის დაღუპვასთან დაკავშირებულ დანაკარგებს, ხარჯებს მათი სულადობის აღდგენაზე, ხარჯებს მეცხოველეობის კომპლექსების შენობა-ნაგებობებისა

და მოწყობილობის რემონტსა და აღდგენაზე, სატბორე მეურნეობის ტბორების და შენობა-ნაგებობების რემონტისა და აღდგენის ხარჯებს, ხარჯებს სანიტარულ-ეპიდემიოლოგიური ღონისძიებების გატარებაზე. მეცხოველეობაში ზარალი გამოითვლება ფორმულით:

$$D_{mx} = \frac{d_{mx1} + d_{mx2} + \dots + d_{mxk}}{(1 + \alpha)^1} + \frac{d_{mx1} + d_{mx2} + \dots + d_{mxk}}{(1 + \alpha)^2} + \dots + \frac{d_{mx1} + d_{mx2} + \dots + d_{mxk}}{(1 + \alpha)^t}, \quad (9)$$

სადაც,  $d_{mxk}$  - არის  $k$  ტიპის ზარალი მეცხოველეობაში;  $(1 + \alpha)^t$  - დისკონტირების კოეფიციენტი ( $t$  - სოფლის მეურნეობის აღდგენის პერიოდი, წლები).

#### 4.6. სატყეო მეურნეობისათვის

ზარალი წარმოიშობა ტყის მასივების განადგურების, მათი პროდუქტიულობის დაცემის და განადგურებული ტყის აღდგენის ხარჯების გამო. სატყეო მეურნეობაში ზარალი გამოითვლება ფორმულით:

$$D_{tk} = \frac{d_{tk1} + d_{tk2} + \dots + d_{tkk}}{(1 + \alpha)^1} + \frac{d_{tk1} + d_{tk2} + \dots + d_{tkk}}{(1 + \alpha)^2} + \dots + \frac{d_{tk1} + d_{tk2} + \dots + d_{tkk}}{(1 + \alpha)^t}, \quad (10)$$

სადაც,  $d_{tkk}$  არის  $k$  ტიპის ზარალი სარეო მეურნეობაში;  $(1 + \alpha)^t$  - დისკონტირების კოეფიციენტი ( $t$  - სატყეო მეურნეობის აღდგენის პერიოდი, წლები).

#### 4.7. კომუნალური მეურნეობისათვის

ზარალი ( $D_{km}$ ) არის ხარჯების ჯამი დატბორილი ტერიტორიის დასუფთავებასა და ინფრასტრუქტურის

აღდგენაზე ( $d_{kmi}$ ), განადგურებული წყალმომარაგების ობიექტების აღდგენაზე ( $d_{km2}$ ), საზოგადოებრივი ტრანსპორტის აღდგენასა და რემონტზე ( $d_{km3}$ ), დანგრეული და დაზიანებული საცხოვრებელი და საზოგადოებრივი შენობა-ნაგებობების აღდგენა-შეკეთებაზე ( $d_{km4}$ ), განადგურებული მწვანე ნარგავების აღდგენაზე ( $d_{km5}$ ):

$$D_{km} = \sum_{i=1}^n d_{kmi} \quad (11)$$

სადაც  $d_{kmi}$  - არის კომუნალური მეურნეობის  $i$  - იური ტიპის ზარალი.

#### 4.8. ადამიანური მსხვერპლით

ზოგადად ადამიანის სიცოცხლე შეუფასებელია, მაგრამ ამ კონტექსტში ადამიანური მსხვერპლით გამოწვეული ზარალი მიახლოებით შეიძლება განისაზღვროს სადაზღვევო სახსრების შემჯობვრით:

$$D_a = n * C, \quad (12)$$

სადაც,  $n$  არის მსხვერპლის რაოდენობა;  $C$  - ადამიანის სიცოცხლის მაქსიმალური სადაზღვევო თანხა.

ამრიგად, პირველი მიახლოებითი გაანგარიშებისას კაშხლის შესაძლო ავარიის შედეგად ცუნამის ტიპის ტალღით გამოწვეული ზარალი შეიძლება დავადგინოთ ადამიანური მსხვერპლით გამოწვეული, ჰიდროტექნიკური ობიექტის ნგრევის, მრეწველობის ობიექტების, სოფლის, სატბორე მეურნეობის, სატყეო და კომუნალური მეურნეობის ზარალების ჯამი.

დაზარალებული მოსახლეობის სარეაბილიტაციო გეგმის დამუშავება-ანალიზი და მდგრადობა განხილული უნდა იქნას საგანგებო მდგომარეობაში მოსახლეობის ქცევის წესების შესაბამისად.

კაშხლის მესაკუთრეს დამუშავებული უნდა ჰქონდეს მიმდებარე ტერიტორიისა და ნაგებობის გავლენის სფეროში არსებული ტერიტორიის დაცვის პრინციპები. ყველა შემთხვევაში ჰიდროტექნიკურ ნაგებობას ესაჭიროება მიმდინარე და კაპიტალური რემონტი, ხოლო მესაკუთრეს განსაზღვრული უნდა ჰქონდეს მისი პერიოდულობა.

ჰიდროტექნიკური ნაგებობის, როგორც წყალსამეურნეო კომპლექსის, უსაფრთხოება არის მისი თვისება დაიცვას გარემო, სამეურნეო ობიექტები, ადამიანის სიცოცხლე, ჯანმრთელობა და კანონიერი ინტერესები, ხოლო ნაგებობის საექსპლუატაციო მდგომარეობა უნდა შეეფერებოდეს და აკმაყოფილებდეს თანამედროვე მოთხოვნებს.

აქედან გამომდინარე, ყველა ჰიდროტექნიკურ ნაგებობას უნდა ჰყავდეს ისეთი პატრონი, რომელიც გამორიცხავს არასანქცირებულ შეღწევას ობიექტზე. გარდა ამისა, ჰიდროტექნიკური ნაგებობის მესაკუთრეს შედგენილი უნდა ჰქონდეს ნაგებობის უსაფრთხოების დეკლარაცია, რომელშიც გათვალისწინებული იქნება მისი ყველა ტექნიკური პარამეტრი და მონაცემებზე დაკვირვების წესი ნაგებობის ექსპლუატაციის პროცესში. იგი აგრეთვე უნდა ითვალისწინებდეს ყველა დამხმარე ნაგებობის, შენობისა და მოწყობილობის უსაფრთხო ექსპლუატაციის პირობებს და მათი ნორმალური ექსპლუატაციის პირობების შემოწმების პერიოდულობას.

მოსახლეობის დაცვის მიზნით აკრძალულია დასახლება ჰიდროტექნიკური ნაგებობის ან ბუნებრივი წყალსატევის გარღვევის შემთხვევაში აღძრული ტალღების მოქმედების ზონაში, ხოლო სავარგულების გამოყენება შესაძლებელია ერთწლიანი ნათესებისათვის.

ოპერატიული ღონისძიებებიდან მოსახლეობისა და ტერიტორიის დაცვის მიზნით აღსანიშნავია ნაგებობების სიმტკიცეზე უწყვეტი დაკვირვება და შემჩნეული ხარვეზების აღმოფხვრა, გეგმიური სარემონტო სამუშაოების დროული და ხარისხიანი შესრულება, მოსალოდნელი წყალდიდობის პროგნოზი, რისკის შეფასება, მომუშავე პერსონალის კვალიფიკაციის ამაღლება, უსაფრთხოების წესების განუხრელი დაცვა და სხვ.

ზემოაღნიშნულის მიუხედავად, თუ მაინც დადგა საგანგებო სიტუაციის წარმოქმნის მაღალი რისკი, ამის შესახებ უნდა გაფრთხილდეს მოსახლეობა და უნდა დაიწყოს ევაკუაციისათვის მზადება. იმ შემთხვევაში, როდესაც ხდება კაშხლის არაპროგნოზირებადი უეცარი გარღვევა, საჭიროა განგაშის გამოცხადება ყველა საშუალებით, ხოლო მოსახლეობის ევაკუაცია, ვითარებიდან გამომდინარე, უნდა მოხდეს ძალზე შემჭიდროებულ ვადებში.

საზოგადოდ, როგორც აღინიშნა, ტექნოგენური ხასიათის ყველა ავარიას წინ უსწრებს დეფექტების დაგროვება შენობა-ნაგებობაში, მოწყობილობაში, საწარმოო ხაზში, გადახრა ტექნოლოგიური პროცესების ნორმალური მიმდინარეობიდან და ა.შ., რომლებიც თავისთავად არ შეიძლება გახდნენ ავარიის მიზეზი, მაგრამ ხელს შეუწყობენ ავარიის განვითარებას მისი ინიცირების შემთხვევაში. აღნიშნული ეტაპი, რომელსაც პირობითად შესაძლებელია დეფექტების დაგროვების ეტაპი ვუწოდოთ, ძალზე მნიშვნელოვანია, რადგან ამ ეტაპზე შესაძლებელია ავარიის ხელშემწყობი მიზეზების აღმოფხვრა და, უმეტეს შემთხვევაში ავარიის აცილება.

ავარიის მეორე ეტაპზე აღიძვრება რაიმე მაინიცირებელი მოვლენა, რომელიც ყოველთვის მოულოდნელია, მის ასაცი-

ლებლად ადამიანს აღარ რჩება დრო და ავარია გადადის მესამე სტადიაზე, ანუ ხდება პირველი ორი სტადიის ნეგატიური შედეგების რეალიზება. აქედან გამომდინარე, ცხადია, რომ მხოლოდ პირველ ეტაპზეა შესაძლებელი ადამიანის პროფილაქტიკური ჩარევა ხელშესახები მდგრადი შედეგის მიღების მიზნით.

მოსახლეობის მოქმედება წყალდიდობის დროს დიდი წყალსაცავების გარღვევისას ხეობაში აღიმგრება ცუნამის ტიპის ტალღები, რომელთაგან დაცვის ერთადერთი საშუალება მოსახლეობის ორგანიზებული ევაკუაციაა. ამასთან ერთად, გარღვევა უეცრად არ ხდება, მას წინ უსწრებს დეფექტების დაგროვება ნაგებობაში, რომელიც საპროგნოზო მაჩვენებელია.

ამრიგად, დაზარალებული მოსახლეობის სარეაბილიტაციო გეგმის დამუშავება-ანალიზი და მდგრადობა უნდა შეფასდეს იყოს ზემოგანხილული ფაქტორების მხედველობაში მიღებით.



## 5. წყალდიდობით სარისკო ზონებში მცხოვრები მოსახლეობის ეკოლოგიური განათლების ამაღლება

საგანგებო სიტუაციებში, მათ შორის, წყალდიდობების დროს მოსახლეობის ქცევისა და მოქმედების წესების ცოდნა თითოეული მოსახლისათვის, რომელიც ცხოვრობს სტიქიის მაღალი რისკის ზონაში, გარდა იმისა, რომ კონკრეტული ხერხების ცოდნისა და რაციონალური ქმედებების განმსაზღვრელია, იგი ამავე დროს განაპირობებს ექსტრემალურ პირობებში ადამიანის ფსიქოლოგიურ მედეგობას და თვითრწმენის განმტკიცებას.

თუ მოსახლეობა ცხოვრობს კაშხლის ქვედა ბიეფში, მაშინ იგი განეკუთვნება მაღალი რისკის ზონას, და მან აუცილებრივ უნდა იცოდეს:

- წყლით დატბორვის შესაძლო საზღვრები, აგრეთვე საცხოვრებელ ადგილთან უშუალო სიახლოვეში მდებარე ამაღლებული ადგილები, რომლებიც იშვიათად იტბორება და მათთან მისასვლელი უმოკლესი გზები. პრაქტიკამ გვაჩვენა, რომ დიდი წყალსაცავების გარღვევისას ხეობაში აღიმკვრება ცუნამის ტიპის ტალღები, რომელთაგან დაცვის ერთადერთ საშუალებას წარმოადგენს მოსახლეობის ორგანიზებული ევაკუაცია (იხ. სურ. 9).
- თითოეული ოჯახის წევრმა უნდა იცოდეს ევაკუაციის, გეგმა, აგრეთვე უეცრად მოვარდნილი და სწრაფად მიმდინარე წყალდიდობის შემთხვევაში ქცევის წესები. დაიმახსოვრონ ნავების, ტივებისა და მათი დამზადებისათვის საჭირო სამშენებლო მასალების შენახვის ადგილები.
- წინასწარ შეადგინონ ევაკუაციის დროს თან წასაღები საჭირო საბუთების, ნივთების და მედიკამენტების ჩამონათვალი.

ჩააწყონ სპეციალურ ჩემოდანში ან ზურგჩანთაში საჭირო თბილი ტანსაცმელი, პროდუქტების, წყლისა და მედიკამენტების მარაგი.



**სურ. 9. ცუნამის ტიპის ტალღის წარმოშობა**

- წყალდიდობის საშიშროებისა (სურ. 10) და ევაკუაციის შესახებ შეტყობინების სიგნალის მიღებისთანავე დადგენილი წესით დაუყოვნებლივ დატოვონ შესაძლო კატასტროფული დატბორვის საშიში ზონა და გადადავიდნენ უსაფრთხო რაიონში ან ამალღებულ ადგილას, თან წაიღონ საბუთები, ძვირფასეულობა, საჭირო ნივთები და კვების პროდუქტების ორდღიანი მარაგი. გატარდნენ რეგისტრაციაში საევაკუაციო პუნქტში. ევაკუაციას ექვემდებარება შინაური ცხოველებიც.
- სახლიდან გასვლისას გამორთონ ელექტროდენი და გაზი, ჩააქრონ ცეცხლი ღუმელში, შენობის გარეთ მდებარე ყველა მცურავი საგანი დაამაგრონ ან მოათავსონ დამხმარე სათავსებში. თუ დრო საშუალებას იძლევა, ძვირფასი საოჯახო ნივთები გადაიტანონ სახლის ზედა სართულებზე, ან სხვენზე. დახურეთ კარ-ფანჯრები, საჭიროების და დროის

არსებობის შემთხვევაში, პირველი სართულის ფანჯრები და კარები ამოჭედონ გარედან ფიცრებით.



**სურ. 10. წყალდიდობა მდინარის კალაპოტში**

- კატასტროფული დატბორვის მოულოდნელი განვითარების დროს გარღვევის ტალღის დარტყმისაგან თავდასაცავად საჭიროა სწრაფად დაიკავონ ამაღლებული ადგილი, ავიდნენ მსხვილ ხეზე, მყარი ნაგებობების ზედა იარუსებზე (სურ. 11), თუ იმყოფებიან წყალში, ტალღის მოახლოებისას, არ დაიბნენ და არ შეშინდნენ, ჩაყვინთონ მის ფუძესთან ღრმად წყალში გარკვეული დაყოვნების შემდეგ კი (წყალქვეშა ცურვით) ამოყვინთონ წყლის ზედაპირზე. წყალში მოხვედრისას ცურვით ან მოცურავე საშუალებების გამოყენებით გამოვიდნენ მშრალ ადგილას, უკეთესია გზის მიწაყრილზე ან დამბაზე რაც დაუტბორავ ტერიტორიამდე ადვილად მიღწევის საშუალებას იძლევა.

ადამიანთა თვითივეაკუაცია ფეხით ან ხელმისაწვდომი საცურაო საშუალებებით დასაშვებია შემდეგ შემთხვევებში: თუ პირდაპირ ჩანს დაუტბორავი ტერიტორია, დაუმთავრდათ

კვების პროდუქტები, გარედან დახმარების მიღება უპერსპექტივო ხდება ან ესაჭიროებათ გადაუდებელი სამედიცინო დახმარება.



**სურ. 11. წყალდიდობის პირველადი თავდაცვითი ღონისძიებები**

წყალდიდობის დროს გამოიჩინონ თავშეკავება და არ აჰყვნენ პანიკას. წესრიგში უნდა მოიყვანონ სანაოსნო საშუალებები, ხოლო მათი უქონლობის შემთხვევაში, უზრუნველყონ ადგილობრივი მასალებისაგან. თუ აღმოჩნდნენ წყალში, ეცადონ თავიდან მოცილონ მძიმე ტანსაცმელი და ფეხსაცმელი, გაცურონ დაუტბორავი ადგილებისაკენ. ფრთხილად იყავნენ წყლის ზედაპირზე მოცურავე საგნების მიმართ, რათა თავიდან აიცილონ შესაძლო ტრამვა.

თუ არ ტარდება ორგანიზებული ევაკუაცია, მაშველების მოსვლამდე ან წყლის დონის დაწევამდე ავიდნენ შენობის ზედა სართულებზე, სახურავებზე, ხეებზე ან სხვა ამალღებულ საგნებზე. ამავე დროს განუწყვეტლივ გადასცენ სიგნალი უბედურების შესახებ: დღისით - ჯოხზე დამაგრებული კარგად

ხილვადი ქსოვილის ნაჭრის გამოფენით ან მისი ქნევით, ხოლო დაბნელებისას შუქსიგნალით და პერიოდული შეხმიანებით. მაშველების მოახლოებისას წყნარად, პანიკის გარეშე, ფრთხილად გადავიდნენ საცურაო საშუალებაში. ამასთანავე, განუხრელად შეასრულონ მაშველების მოთხოვნები, არ დაუშვან საცურაო საშუალების გადატვირთვა. მგზავრობის დროს არ დატოვონ თავისი ადგილი, არ ჩამოჯდნენ გარე ზღუდარაზე, ზუსტად შეასრულ ეკნიპაჟის მითითებები.

წყალდიდობის დროს, იმის გარდა, რომ უბედურების რაიონში იშლება არსებული სამედიცინო მომსახურების სისტემა, წარმოიქმნება მთელი რიგი სხვა სერიოზული პრობლემებიც. ნაგებობათა ნგრევის შედეგად მწყობრიდან გამოდის ისეთი საარსებო მნიშვნელობის მქონე ობიექტები, როგორიცაა ელექტრომომარაგება და სასმელი წყლის მომარაგებელი ნაგებობები. შეიძლება შეიქმნას ანტისანიტარული პირობები, რასაც თან სდევს ინფექციურ დაავადებათა გავრცელების საშიშროება. ამიტომ ეს საკითხები შესაბამისი რაიონების ჯანმრთელობის დაცვის სამსახურთა მუდმივი ყურადღების ქვეშ უნდა იყოს.

## 6. ძირითადი დასკვნები

შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის საგრანტო პროექტის #FR17\_615 „მოწყვლადი ინფრასტრუქტურის უსაფრთხოების რისკების შეფასება მოსალოდნელი კატასტროფების ფორმირებისას” ფინანსური მხარდაჭერით და პროექტის გეგმა-გრაფიკის თანახმად, 2020 წლის პერიოდში დუშეთის რაიონში ჟინვალის მიწის კაშხალზე განხორციელებული ექსპედიციების დროს ჩატარებული საველე-მეცნიერული კვლევების თანახმად, შეიძლება გაკეთდეს შემდეგი სახის ზოგადი და ძირითადი დასკვნები:

- შესავალ ნაწილში წარმოდგენილი და შეფასებულია მაღლივი კაშხლების როლი წყალდიდობების რეგულირების საქმეში და მათი ექსპლუატაციის დროს მუშაობის საიმედოობისა და რისკის განსაზღვრის აუცილებლობა;
- გადამუშავებული და დაზუსტებულია კომპიუტერული პროგრამების (Volna-4 და MIKE-21) ალგორითმები და GIS ტექნოლოგიების გამოყენებით შემოთავაზებულია ჟინვალის მიწის კაშხლის სხვადასხვა ნგრევის ხარისხით ( $E_3 = 1,0; 0,75, 0,50; 0,25$ ) შესაძლო ავარიის შემთხვევაში წარმოშობილი ცუნამის ტიპის ტალღის ჰიდროდინამიკური პარამეტრების პროგნოზირების მეთოდოლოგია დროის ფაქტორის გათვალისწინებით და დადგენილია დატბორილი ტერიტორიების კონტურები (დუშეთისა და მცხეთის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიები, ქ. თბილისისა და ქ. რუსთავის ტერიტორიები) შესაბამისი რისკ-ფაქტორების მხედველობაში მიღებით.
- დადგენილია ცუნამის ტიპის ტალღის მოძრაობის სიქარე, დატბორილ ტერიტორიებზე წყალდიდობის სიღრმეები და მათი განშლადობის გეომეტრიული ზომები მდინარის კალაპოტის სიმეტრიის ღერძიდან მარცხენა და მარჯვენა

ნაპირებზე; მონაცემები GIS ტექნოლოგიების გამოყენებით დატანილია ციფრულ რუკაზე;

- ჟინვალის წყალსაცავზე 2020 წლის ექსპედიციის პერიოდში განხორციელებული საველე სამეცნიერო და თეორიული კვლევების ანალიზის საფუძველზე ჟინვალის მიწის კაშხლის შესაძლო ავარიის შემთხვევაში დადგენილია წყლით დატბორილი ტერიტორიების მაღალი რისკის მქონე ფართობები და მოსახლეობის რაოდენობა, რომელიც დუშეთისა და მცხეთის რაიონის მუნიციპალიტეტებში პირველი მიახლოებით შეადგენს 14 823 ადგილობრივ მოსახლეს;
- სამეცნიერო ნაშრომში პირველად დამუშავებულია მეთოდოლოგია, სადაც ყურადღება გამახვილებულია სტიქიის შედეგად მიყენებული ზარალის შეფასებაზე, აღრიცხვასა და დაზარალებული მოსახლეობის სარეაბილიტაციო გეგმის დამუშავებაზე, ანალიზსა და მდგრადობაზე;
- ჟინვალის მიწის კაშხლის შესაძლო ავარიის შემთხვევაში მიყენებული ზარალი პირველი მიახლოებით წარმოდგენილია, როგორც უშუალოდ ჰიდროტექნიკური ობიექტისადმი მიყენებული ზარალის, მრეწველობის, სოფლის, სატყეო, კომუნალური მეურნეობების და ადამიანური მსხვერპლით გამოწვეული ზარალის ჯამი;
- წყალდიდობის სარისკო ზონებში მცხოვრები მოსახლეობის ეკოლოგიური განათლების ამაღლების მიზნით განხილული და შეფასებულია საგანგებო სიტუაციებში, მათ შორის, წყალდიდობის დროს ქცევისა და მოქმედების წესების ცოდნა მოსახლეობისათვის, რომელიც ცხოვრობს სტიქიის მაღალი რისკის ზონაში;
- წარმოდგენილია კონკრეტული ხერხების ცოდნისა და რაციონალური ქმედებების განმსაზღვრელი ცოდნის

მიმართულებები, რომლებიც ამავე დროს განაპირობებს ექსტრემალურ პირობებში ადამიანის ფსიქოლოგიურ მედეგობას და თვითრწმენის განმტკიცებას. აღნიშნულია, რომ თუ მოსახლეობა ცხოვრობს კაშლის ქვედა ბიეფში, მაშინ იგი განეკუთვნება მაღალი რისკის ზონას და მოსახლეობამ უნდა იცოდეს წყლით დატბორვის შესაძლო საზღვრები, აგრეთვე საცხოვრებელ ადგილთან უშუალო სიახლოვეში მდებარე ამაღლებული ადგილები, რომლებიც იშვიათად იტბორება და მათთან მისასვლელი უმოკლესი გზები.

- კაშლის ქვედა ბიეფში ე.ი. წყალდიდობის მაღალი რისკის ზონაში მცხოვრებმა ადგილობრივმა მოსახლეობამ, ოჯახის თითოეულმა წევრმა უნდა იცოდეს ევაკუაციის გეგმა, სამედიცინო მომსახურების სისტემის მდებარეობა, ასევე უცრად მოვარდნილი და სწრაფად ფორმირებული წყალდიდობის შემთხვევაში ქცევის წესები და მისი განხორციელების გზები.



## 7. ლიტერატურა

1. Checklist for contingency planning for accidents affecting transboundary waters, with introductory guidance. UNICE, UNITED NATIONS, New York and Geneva, 2016, 51 p.
2. **Gavardashvili G.V., Ayyub B. M., Sobota J., Bournaski E., Arabidze V.** – Simulation of Flood and Mud Flow Scenarios in Case of Failure of the Zhinvali Earth Dam International Symposium (With the support of UNESCO) on FLOODS AND MODERN METHODS OF CONTROL MEASURES. 23-28 September 2009, Tbilisi, Georgia, pp.148-163.
3. **Gavardashvili G.V.** - Forecasting of Erosion and Debris Flow Processes for the Energy Supply and Transport Corridors of Georgia Using the Theory of Reliability and Risk. First International Conference on Vulnerability and Risk Analysis and Management (ICVRAM), April 11-13, 2011, University of Maryland, USA, pp. 813-820 (publishing ASCE).
4. **Гавардашвили Г.В.** - Компьютерная имитация наводнения в случае разрушения ингурской плотины. Сборник Научных Трудов Института Водного Хозяйства Грузии, №65, Тбилиси, 2010, с. 42 – 52.
5. **Gavardashvili G.V.** - Forecast of Flooded Territories By Flooding In Case of Possible Accident of Shaori Rockfill Dam. The International Conference on “Protection of Agrobiodiversity and Sustainable Development of Agriculture. November 24-25, 2010, Tbilisi, Georgia, pp. 295-299.
6. **Gavardashvili G.V.** - Forecasting of Erosion and Debris Flow Processes for the Energy Supply and Transport Corridors of Georgia Using the Theory of Reliability and Risk. First International Conference on Vulnerability and Risk Analysis and Management. (ICVRAM) April 11-13, 2011, University of Maryland, USA, pp. 813-820, (publishing ASCE).

7. **Gavardashvili G.V.** - Prediction of Flooded Territories in Case of Possible Breakdown of the Sioni Earth Dam. International Conference on VAIONT – 1963-2013, Thoughts and analyses after 50 years since the catastrophic landslide. Padua, ITALY, 8-10 October, 2013, pp. 417-423.
8. **გავარდაშვილი გ.ვ.** - ბუნებრივი და ტექნოგენური კატასტროფებისას მთის ლანდშაფტების უსაფრთხოების ღონისძიებები. თბილისი, გამომცემლობა „უნივერსალი“, 2011, 237 გვ.
9. **Gavardashvili G.V., Ayyub B. M.** - The Field Investigation of Erosion and Debris Flow Processes in Catchment Basin of the Duruji River. 5<sup>th</sup> International Conference on Debris-Flow Hazards Mitigation, Mechanics, Prediction and Assessment. Padua, ITALY - 14-17 June 2011. pp. 63-71.
10. **Gavardashvili G.V., Kukhalashvili E., Supatashvili T., Kuparashvili I., Bziava K., Natroshvili G.** – Field Survey and Assessment of Ecological Processes Occurring in the Water Area of Zhinvali Reservoir. 8<sup>th</sup> International Scientific and Technical Conference, Modern Problems of Water Management, Environmental Protection, Architecture and Construction”. Tbilisi, 2018, pp. 27-34.
11. **Gavardashvili G.V., Kukhalashvili E., Supatashvili T., Natroshvili G., Qufarashvili I.** - The Research of Water Levels in the Zhinvali Water Reservoir and Results of Field Research on the Debris Flow Tributaries of the River Tetri Aragvi flowing in it. International Conference on Engineering and Technology. WASET, Rome, Italy, January 17, 2019, pp. 702- 705.
12. **Gavardashvili G.V., Kukhalashvili E., Supatashvili T., Iremashvili I., Bziava K., Natroshvili G.** –Mathematical Modeling of Hydrodynamic Processes of Overflow Wave on the Zhinvali Land Dam (Georgia) International Conference on Ecological and

Environmental Engineering. WASET, Paris, France, May, 16-17, 2019, pp. 1029- 1032.

13. **Gavardashvili G.V., Kukhalashvili E., Supatashvili T., Iremashvili I., Bziava K., Natroshvili G.** - The Calculation of Maximal and Average Speed of Debris Flow Formed as a Result of Outstretched Water Wave on the Land Dam of Zhinvali. International Conference on Construction and Environmental Engineering. WASET, Barcelona, Spain, June 11-12, 2019, pp. 1029- 1032.
14. **Gavardashvili G.V., Kukhalashvili E., Supatashvili T., Iremashvili I., Bziava K., Natroshvili G.** - The Ecological Awareness Level Arising of the Population Living in the Flood Risk Zone in case of Possible Accident of Zhinvali Land Dam and Designing Precautionary Measures. XIII International Conference on Environmental, Biological, Ecological Sciences and Engineering. WASET, Rome, Italy, December, 12-13, 2019, pp. 755- 758.
15. **Gavardashvili G.V.** - Climate Change and Risk of Land Reclamation in Georgia. Materials of the International Anniversary Scientific and Practical Conference - Problems of the development of agricultural land reclamation and water management complex based on digital technology. Moscow, Russia, October 23-24, 2019, pp 261-269.
16. **გავარდაშვილი გ.ვ., სუპატაშვილი თ., კუხალაშვილი ე., ნატროშვილი გ., ქუფარაშვილი ., ირემაშვილი ი. ბზიავა კ.** - ჟინვალის მიწის კაშხლის შესაძლო ავარიის შემთხვევაში წყლით დატბორილი ტერიტორიების რისკის ზონების დადგენა და საგანგებო სიტუაციაში მოსახლეობის ქცევის წესების შეფასება. ბუკლეტი გამოიცა შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის საგრანტო პროექტის #FR17\_615 „მოწყვლადი ინფრასტრუქტურის უსაფრთხოების რისკების შეფასება მოსალოდნელი კატასტროფების ფორმირებისას” ფინანსური მხარდაჭე-

- რით. თბილისი, გამომცემლობა - „საჩინო“, 2019, 63 გვ.
17. **გავარდაშვილი ნ.გ.** - თბილისის მოსახლეობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფა მდინარე ვერეს წყალშემკრებ აუზში ეროზიულ-ღვარცოფული პროცესების რეგულირების გათვალისწინებით. თბილისი, 2017, 42 გვ.
  18. Hydroelectric Stations of Georgia - Energomashexport, Moscow, 1989, 50 p.
  19. **Kukhalashvili E, Gavardashvili G.V., Kupreishvili Sh.** - Expected Risk of Cohesive Debris Flows and Fighting Against Them. Lambert, Academic Publishing, GmbH, Norderstedt, Germany, 2018, 87 p.
  20. **Namgaladze D., Gurgenidze D.** - Ecological protection of Energetical object. Monography “Technical University” Tbilisi, 2006.
  21. **Natishvili O.G., Gavardashvili G.V.** - Calculation of Impact Action of a Coherent Mudflow Current in the Wave Motion Mode on a Transverse Structure. 9<sup>th</sup> International Scientific and Technical Conference, Modern Problems of Water Management, Environmental Protection, Architecture and Construction”. Tbilisi, 2019, pp. 210-214.
  22. **Natishvili O.G., Gavardashvili G. V.** - Dynamics of Gully-Formation by Considering the Wave Motion of Flow. American Scientific Research Journal for Engineering, Technology and Sciences. (ASRJEST). Vol 55, #1, 2019, pp. 17-26. [http:// asrjtsjournal.org/index.php/American\\_Scientific\\_Journal/issue/view/81](http://asrjtsjournal.org/index.php/American_Scientific_Journal/issue/view/81).
  23. **Натишвили О.Г., Урушадзе Т.Ф., Гавардашвили Г.В.** – Влияние Волнообразного Движения Склонового Стока на Интенсивность Эрозии Почв. Сборник Научных Трудов Института Водного Хозяйства, Грузии, №69, Тбилиси, 2014, 8 с.
  24. **მელქაძე თ., კაპანაძე თ.** - საგანგებო სიტუაციებში მოსახლეობის მოქმედების წესები. გამომცემლობა „აწმყო“, თბილისი, 2004, 44 გვ.

25. **Mirtskhoulava Ts.E.** - Hazards and Risk (at some water and other systems. Types, Analysis, Assessment). 2 Books. Tbilisi, "Metsniereba", 2003, 807 p. (in Russian).
26. **Mirtskhoulava Ts.E.** - Ecological breakdowns (prediction of risk of breakdown, measures for lowering the hazard), Tbilisi, 1993, 432 p.
27. მირცხულავა ც., თევზაძე ვ., მახათაძე ლ., დოხნაძე დ., მირცხულავა ზ., გავარდაშვილი გ., გვიშიანი ზ. - სტიქიური უბედურებანი (სამახსოვრო), მეცნიერება, თბილისი, 1992, გვ 19.
28. მირცხულავა ც. - წყალდიდობა და მასთან ბრძოლა. თბილისი, 1987, 32 გვ.
29. Mike 21 Flow Model. Hints and recommendations in applications with significant flooding and drying [interaktyvus] [žiūrėta 2012-12-10]. Prieiga per internetą: <<http://www.dhigroup.com/upload/dhisoftwarearchive/papersanddocs/hydrodynamics/ MIKE21 Significant Flodry Guidelines>.
30. საქართველოს კანონი საგანგებო სიტუაციების შესახებ. 2018 წლის 31 ოქტომბრის კანონი #3576. თბილისის, 2018.
31. ფრანგიშვილი ა., ბოჭორიშვილი ნ., ლანჩავა ო. - სიცოცხლის უსაფრთხოება (საგანგებო სიტუაციების მართვა და სამოქალაქო თავდაცვა). გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, 2011, 636 გვ.
32. Шофры С.К. – Оперативное прогнозирование инженерной обстановки в чрезвычайных ситуациях (книга 2), М.:1998, 176 с.
33. **Urbanavičius V.** - Kaunas's Impact on Hydrodynamics of the Ne-man River. Alexander Stulginski University. Kaunas, Lithuania, 2013, 54 p.

**MINISTRY OF EDUCATION, SCIENCE,  
CULTURE AND SPORT OF GEORGIA**

**SHOTA RUSTAVELI NATIONAL SCIENCE  
FOUNDATION OF GEORGIA**

**TSOTNE MIRTSKHULAVA WATER  
MANAGEMENT INSTITUTE OF GEORGIAN  
TECHNICAL UNIVERSITY**

**Assessment of Vulnerable Infrastructure  
Security Risks during Formation of  
Expected Disaster of Zhinvali Earth Dam  
and Upgrading the Ecological Awareness  
for Residents in Risk Areas**

The booklet was published with the financial support of Shota Rustaveli National Science Foundation of Georgia [Grant Project # FR17\_615 “Theoretical Research of Vulnerable Infrastructure Security Risk During Formation of Predictable Disasters”]

**Grant Project Leader: GIVI GAVARDASHVILI  
Doctor of Technical Sciences, Professor**