

გივი გავარდაშვილი, ედუარდ კუხალაშვილი,
თამრიკო სუპატაშვილი, ინგა ირემაშვილი,
კონსტანტინე ბზიავა, გიორგი ნატროშვილი,
ირმა ქუფარაშვილი

მოწყვლადი ინფრასტრუქტურის უსაფრთხოების რისკების შეფასება მოსალოდნელი კატასტროფების ფორმირებისას



თბილისი
2022

საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების
სამინისტრო
შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული
სამეცნიერო ფონდი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ცოტნე მირცხულავას სახელობის
წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი



მონოგრაფია 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

უაკ (UDK)

მონოგრაფიაში დამუშავებულია ეროვნული უსაფრთხოების სტატეგიისა და რისკების მართვის სამოქმედო გეგმა, შეფასებულია მოწყვლადი ინფრასტრუქტურის რისკები მოსალოდნელი ბუნებრივი და ანტროპოგენური (მათ შორის, ტერორისტული აქტები) კატასტროფებით გამოწვეული საფრთხეების გათვალისწინებით. წარმოდგენილია სამთავრობო და არასამთავრობო ორგანიზაციების აქტიური თანამშრომლობა რისკების თანამედროვე დონეზე მართვასა და რეალიზაციაში, რომელიც საშუალებას მოგვცემს ბუნებრივი და ანტროპოგენური კატასტროფების პრევენციის და გაუვნებელყოფის მიზნით შეიქმნას ეფექტური, ინტეგრირებული და თანმიმდევრული რისკების მართვის ეროვნული პლატფორმა.

მონოგრაფიაში განხილულია შემდეგი ამოცანები: საქართველოს მაღლივი - ჟინვალის მიწის კაშხლის მაგალითზე ბუნებრივი, ანტროპოგენური ან ტერორისტული აქტის შედეგად შესაძლო ავარიის შემთხვევაში მოსალოდნელი საფრთხეების ანალიზი და შეფასება; მდგრადობისა და მართვის რისკების ჩარჩოს - აშშ-ს მერილენდის უნივერსიტეტთან ურთიერთთანამშრომლობის მემორანდუმის (2011 წ.) საფუძველზე, კრიტიკული მდგომარეობისა და რისკების პორტფოლიოს ანალიზის (CAPRA) მოდელის ჩამოყალიბება, რომელიც ითვალისწინებს ყველა მოსალოდნელი რისკის რაოდენობრივ შეფასებას, გამოცდასა და დანერგვას.

მცირე ამპლიტუდიანი ტალღების თეორიის საფუძველზე ჟინვალის წყალსაცავში ფორმირებული ექსტრემალური ტალღების შესწავლისა და რისკების პროგნოზირების მიზნით განხილულია არასტაციონარული ტალღური სასაზღვრო ამოცანების ორ- და სამგანზომილებიანი მათემატიკური მოდელების რიცხვითი ფორმულირება.

გლობალური ადგილმდებარეობის (GPS) და გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების (GIS) პროგრამული უზრუნველყოფის გამოყენებით შექმნილია წყალდიდობები-

სა და ღვარცოფების ზემოქმედების შედეგად დასახლებული პუნქტებითა და ინფრასტრუქტურით დაკავებული დატბორილი ტერიტორიების ციფრული რუკები.

შემუშავებული და შეფასებულია რისკის ზონაში მცხოვრებ მოსახლეობაზე მოსალოდნელი კატასტროფის ზემოქმედების შედეგები, ასევე დამუშავებულია რეკომენდაციები ადგილობრივი მოსახლეობის ეკოლოგიური განათლების ამაღლებისა და წინასწარ გამაფრთხილებელი ღონისძიებების დასახვა-შემუშავებისათვის. შემოთავაზებულია ახალი მეთოდი სტიქიის შედეგად მიყენებული ზარალის შეფასების, აღრიცხვისა და დაზარალებული მოსახლეობის სარეაბილიტაციო გეგმის განსაზღვრისა და განხორციელებისათვის.

გაეროს სტანდარტების მიხედვით, სახელმწიფო და კომპეტენტურ ადგილობრივ თვითმმართველობაში მომუშავე პირებისათვის შემუშავებულია საკონტროლო კითხვები მოქმედებების დაგეგმვისათვის საგანგებო მდგომარეობის წარმოშობის შემთხვევაში. ჟინვალის მაღლივი კაშხლის შესაძლო ავარიის მაგალითზე დამუშავებულია მეთოდოლოგია რისკების შემცირებისა და მდგრადობის მართვის სტრატეგიის განსაზღვრისათვის.

მეცნიერ-კონსულტანტი:

ბილალ აიუბი

მერილენდის (აშშ) უნივერსიტეტის
პროფესორი

შინაარსი

შესავალი	9
თავი I. მალღივი ჰიდროკვანძები და მათი ავარიის გამომწვევი მიზეზები	11
1.1. მსოფლიოში კაშხლების ავარიების მოკლე მიმოხილვა	11
1.2. ჰიდრონაგებობების დაბერების პროცესების მიმოხილვა და ანალიზი	14
1.3. ზოგიერთი შესაძლებლობანი ობიექტების მომსახურების დროის გაზრდის შესახებ	16
1.4. ავარია ჰიდროდინამიკურ ობიექტებზე	22
თავი 2. ჟინვალის მიწის კაშხლის შესაძლო ავარიის შემთხვევაში პროგნოზირების მეთოდოლოგია	30
2.1. მიწის კაშხლის ავარიის შემთხვევაში ზარალის შეფასების მეთოდი	30
2.2. ჟინვალის კაშხლის ნგრევის შეთხვევაში წყალდიდობის ტალღის გაანგარიშების მიმდევრობა	34
2.3. კაშხლის დამანგრეველი ტალღის ჰიდროდინამიკური ანგარიში და ანალიზი	36
2.4. ჟინვალის მიწის კაშხლის ავარიის შედეგად დატბორილი ტერიტორიების კონტურების დაფიქსირება	71
თავი 3. ცუნამის ტიპის ტალღების მათემატიკური მოდელირება	75
3.1. წყალსაცავში ფორმირებული მცირე ამპლიტუდიანი ტალღების 2D და 3D მათემატიკური მოდელირება	75
თავი 4. ჟინვალის მიწის კაშხლის შესაძლო ავარიის შემთხვევაში წყალდიდობის რისკის ზონის დადგენა რისკების პორტფოლიოს ანალიზის (CAPRA) მოდელის მიხედვით	88

4.1.	რისკის არსი და მისი განსაზღვრება	88
4.2.	რისკის მართვა	90
4.3.	რისკის იდენტიფიკაცია	93
4.4.	რისკის ანალიზი	97
4.5.	რისკის გაზომვა	101
4.6.	საპასუხო ღონისძიებები	103
თავი 5.	სტიქიის შედეგად მიყენებული ზარალის შეფასება, აღრიცხვა და დაზარალებული მოსახლეობის სარეაბილიტაციო გეგმის დამუშავება-ანალიზი და მდგრადობა	107
5.1.	ჰიდროტექნიკური ობიექტის ნგრევით გამოწვეული ზარალი	108
5.2.	მრეწველობის დარგისათვის მიყენებული ზარალი ..	108
5.3.	სოფლისა და სატყეო მეურნეობებისათვის მიყენებული ზარალი	109
5.4.	სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების ნაყოფიერების აღდგენაზე გაწეული ხარჯები	110
5.5.	სატყეო მეურნეობისათვის მიყენებული ზარალი ...	110
5.6.	მცხოვრებლებზე მიყენებული ზარალი	111
5.7.	კომუნალური მეურნეობისათვის მიყენებული ზარალი	112
5.8.	ადამიანური მსხვერპლით მიყენებული ზარალი ...	112
თავი 6.	ჟინვალის მიწის კაშხლის შესაძლო ავარიის შედეგად წყალდიდობის რისკის ზონაში მცხოვრები მოსახლეობის ქცევის წესების შეფასება	115
6.1.	წყალდიდობასთან ბრძოლის ზოგადი ღონისძიებები	122
6.2.	საორგანიზაციო - ტექნიკური პროფილაქტიკური ღონისძიებანი და წყალდიდობის საწინააღმდეგო სამსახურის ორგანიზაცია	126
6.3.	წყალდიდობის საწინააღმდეგო ღონისძიებების შერჩევა	137

თავი 7. გაეროს სტანდარტების მიხედვით აუცილებელი საკონტროლო კითხვები კომპეტენტურ სახელმწიფო და ადგილობრივ თვითმმართველობაში მომუშავე პირებისათვის საგანგებო მდგომარეობის წარმოშობის შემთხვევაში მოქმედებების დაგეგმვისას	140
თავი 8. წყალდიდობით სარისკო ზონებში მცხოვრები მოსახლეობის ეკოლოგიური განათლების ამაღლება	152
ძირითადი დასკვნები	158
ლიტერატურა.....	162

შესავალი

ჰიდროტექნიკური ნაგებობების გარღვევის მიზეზი შესაძლებელია იყოს ბუნებრივი სტიქიური მოვლენები (მიწისძვრა, მეწყერი, გრიგალი, ღვარცოფი და სხვ.), ტექნოგენური ფაქტორები (ნაგებობათა კონსტრუქციების კოროზია და რღვევა, წყლის აღების რეჟიმის დარღვევა, ფილტრაციული ნაკადები და სხვ.), აგრეთვე დივერსიულ-ტერორისტული თავდასხმა და ომიანობის პერიოდში კაშხლის დამანგრეველი იარაღის გამოყენება.

ჟინვალის მიწის კაშხლის ძირითად ფუნქციას წარმოადგენს დაიცვას გარემო, სამეურნეო ობიექტები, ადამიანის სიცოცხლე მდ. არაგვის კალაპოტში ფორმირებული წყალდიდობებისა და ღვარცოფებისაგან, თუმცა არასწორი ექსპლუატაციისა და ბუნების ექსტრემალური მოვლენების (მიწისძვრა, კატასტროფული წყალმოვარდნები და სხვ.) პირობებში თვით ჟინვალის მიწის კაშხალი შესაძლებელია გახდეს დიდი კატასტროფის მიზეზი.

საკვლევი ჰიდროდინამიკური ობიექტის, ჩვენ შემთხვევაში 102 მეტრი სიმაღლის ჟინვალის მიწის კაშხლის გარღვევისას პოტენციურად წარმოიქმნება დამანგრეველი ცუნამის ტიპის ტალღები. მათი სიმძლავრე დამოკიდებულია წყლის რაოდენობასა და სიჩქარეზე. სწორედ ამის გამო არიან საშიშნი ისეთი ჰიდროდინამიკური ობიექტები,

რომელთა რეზერვუარები შეიცავენ დიდი რაოდენობის წყალს, აქვთ ზედა და ქვედა ბიეფებს შორის სიმაღლეთა მნიშვნელოვანი სხვაობა - დიდი დაწნევა.

გარღვევის ტალღასა და წყლის უზარმაზარ მასას შეუძლია წალეკოს თავის გზაზე ყველაფერი - შენობა-ნაგებობები, სასოფლო-სამეურნეო სავარგულები, გამოიწვიოს ადამიანთა მსხვერპლი და დიდი მატერიალური ზარალი [4,10].

ჰიდროტექნიკური ნაგებობის უსაფრთხოების რისკის კატეგორიიდან გამომდინარე (ტექნოლოგიური, ეკოლოგიური და სოციალური) და ნაგებობის მესაკუთრის უსაფრთხოების დეკლარაციის მიხედვით დაცული უნდა იყოს კაშხლის ექსპლუატაციის პირობები ნაგებობის კვანძებისა და ყველა დამხმარე ნაგებობის, შენობის, მოწყობილობის უსაფრთხო ექსპლუატაციისა და მათი ნორმალური მუშაობის პირობების შემოწმების გათვალისწინებით.

საქართველოში წყალდიდობების რისკების შეფასების ევროკავშირის დირექტივის საფუძველზე (1 იანვარი, 2012, <http://www.slovakaid.sk/>) აუცილებელია ქვეყნის კანონმდებლობაში ევროკავშირის წყალდიდობების რისკების შეფასების დირექტივის ჰარმონიზაციისა [10] და იმპლემენტაციის მექანიზმის განვითარება, რაც გულისხმობს:

- საქართველოს კანონმდებლობაში ევროკავშირის წყალდიდობების რისკების შეფასებისა და მართვის დირექტი-

ტივის ჰარმონიზაციის და იმპლემენტაციის საგზაო რუკის დამუშავებას;

- პასუხისმგებლობისა და ქმედებების დირექტივის პროექტის მომზადებას წყალდიდობების პროგნოზირებისა და ადრეული გაფრთხილების დარგში შესაბამისი სამინისტროებისათვის, რაც გულისხმობს:
 - ✓ წყალდიდობების რისკების არეალში სტიქიის საწინააღმდეგო მეთოდოლოგიების შემუშავებას და ჰიდროლოგიურ მონიტორინგს;
 - ✓ წყალდიდობების რისკების არეალის განსაზღვრისათვის მეთოდოლოგიის მომზადებას;
 - ✓ მთელი ქვეყნისათვის მდინარეთა აუზებში წყალდიდობების რისკის ზონების რუკის მომზადებას GIS-ის ფორმატში;
 - ✓ წყალდიდობების პროგნოზირებისათვის თანამედროვე ჰიდროლოგიური მოდელების დანერგვას;
 - ✓ მდინარეთა წყალშემკრებ აუზებში ავტომატური ჰიდროლოგიური სადგურების მოწყობას;
 - ✓ წყალდიდობების პროგნოზირების საკითხებში ახალგაზრდა ექსპერტების მომზადებას და სხვ.

თავი 1.

მაღლივი ჰიდროკვანძები და მათი ავარიის გამომწვევი მიზეზები

1.1. მსოფლიოში კაშხლების ავარიების მოკლე მიმოხილვა

პრაქტიკაში, სხვადასხვა დანიშნულების კაშხლების საიმედოობა კაცობრიობას ჯერ კიდევ უძველესი დროიდან აინტერესებს, როდესაც ჩვენს წელთაღრიცხვამდე რამოდენიმე ათასი წლის წინათ ბაბილონში, ჩინეთში, ეგვიპტესა და იტალიაში აშენებული იყო სხვადასხვა სიმაღლის წყალგადამღობი ნაგებობები.

კაშხლების ავარიის ძირითად მიზეზად ყველაზე ხშირად სპეციალისტები თვლიდნენ საძირკველში ჩაწყობილი მასალის ნაკლებ სიღრმეს, შემდეგ მიზეზად კი - გრუნტის კაშხლებისათვის დასაშვებზე მეტ დატვირთვას და ა.შ. [10].

ქვემოთ განხილულია მსოფლიოში მომხდარი ტექნოგენური კატასტროფების ის შემთხვევები, როდესაც ადგილი ჰქონდა ადამიანთა დიდი რაოდენობით მსხვერპლს [4-7]:

- 1864 წელს ამერიკის შეერთებულ შტატებში დაინგრა ბრედფილდის მიწის კაშხალი. კაშხლის ზედა ბიეფი მოპირკეთებული იყო ბეტონის ფილებით, ხოლო კაშხლის გულში მოთავსებული იყო თიხა-თიხნარის გრუნტი. კაშხლის ავარიამ 239 ადამიანის სიცოცხლე შეიწირა;

- 1889 წლის 31 მაისს აშშ-ში დაინგრა საუტ ფორკის (პენსილვანიის შტატი) 92 მ სიმაღლის მიწის კაშხალი, კატასტროფამ 2500 ადამიანის სიცოცხლე შეიწირა;
- 1890 წლის 22 თებერვალს არიზონას შტატში (აშშ) დაინგრა 33,6 მ სიმაღლის ქვაყრილი კაშხალი, რის შედეგადაც დაიღუპა 129 ადამიანი;
- 1895 წლის 27 აპრილს საფრანგეთში დაინგრა ბუზეისკის 22 მ სიმაღლის ქვაყრილი კაშხალი, დაიღუპა 156 ადამიანი;
- 1911 წლის 30 სექტემბერს ქალაქ აუსტინის მახლობლად (პენსილვანიის შტატი) დაინგრა ბეტონის კაშხალი. კატასტროფამ შეიწირა 100 ადამიანის სიცოცხლე;
- 1935 წლის 13 აგვისტოს სოფელ ზერბინოში (იტალია) დაინგრა ბეტონის 16,5 მ სიმაღლის კაშხალი, ადამიანთა მსხვერპლმა 100-ს გადააჭარბა.

კაშხლების ავარიას ადგილი ჰქონდა ასევე ყოფილი საბჭოთა კავშირის რესპუბლიკებშიც, მაგრამ ცნობილი პოლიტიკის გამო ეს ინფორმაცია საზოგადოებისათვის დახურული იყო. შესაბამისად, უცნობია ინფორმაცია მსხვერპლის შესახებაც:

- 1955 წელს ავარია იყო გორკის ჰიდროელექტროსადგურის კაშხალზე;
- 1956 წელს ლუჟსკის კაშხალზე (ლენინგრადის ოლქი);

- 1958 წელს ირკუტსკის კაშხალზე;
- 1960 წელს კი საქართველოში, ცაგერის წყალსაცავზე;
- 1989 წელს დაბა წყნეთში - 10 მ სიმაღლის მიწის კაშხალზე, კატასტროფამ 3 ადამიანის სიცოცხლე შეიწირა;
- 2009 წლის 17 აგვისტოს რუსეთში, საინო-შუმენსკის კაშხალზე მოხდა ავარია, რომელმაც 12 ადამიანის სიცოცხლე შეიწირა (გაზეთი "Взгляд") და ა.შ.
- 2019 წლის იანვარში ბრაზილიაში, ე. ბრუნმანდინიუს მახლობლად დაუდგენელი მიზეზების გამო მოხდა მიწის კაშხლის ნგრევა, რომელმაც გამოიწვია 58 ადამიანის სიკვდილი, ხოლო 300 ადამიანი დაიკარგა უგზო-უკვლოდ. მიმოსვლა ზოგიერთ რაიონებში შეუძლებელი გახდა, რადგან ზოგიერთ ადგილებში ღვარცოფით ტრანსპორტირებული ქვიშისა და ქვა-ღორღის სიმაღლემ 15 მ-ს მიაღწია.
- 2019 წლის 19 ოქტომბერს რუსეთში კრასნოიარსკის ოლქში მდინარე საიბაზე მოხდა 5 კაშხლის გარღვევა, რომლის დროსაც დაიღუპა სულ მცირე 15 ადამიანი. სოფელ შოტკინოში 5 ადამიანი ახლაც ითვლება უგზო-უკვლოდ დაკარგულად. კაშხლის გარღვევის შემდეგ ფორმირებულ იქნა ღვარცოფი, რომლის სიღრმემაც მიაღწია 4-5 მეტრი და სოფლები ქვიშითა და ქვა-ღორღით ამოავსო.

1.2. ჰიდრონაგებობების დაბერების პროცესების მიმოხილვა და ანალიზი

ქვეყნის ეკონომიკის გაძლიერების მიზნით, მათ შორის ისეთი განვითარებადი ქვეყნებისათვის, როგორც საქართველოა, სასიცოცხლო მნიშვნელობას იძენს საერთოდ ნაგებობების და განსაკუთრებით ჰიდრონაგებობის საექსპლუატაციო ვადების გახანგრძლივების ღონისძიებები. პრაქტიკულად არ მოიძებნება ისეთი სახელმწიფო - ეკონომიურად უძლიერესიც კი, რომელიც დაძველებული ნაგებობის შეკეთებას, როგორ მძიმე მდგომარეობაშიც არ უნდა იმყოფებოდნენ ისინი, ამჯობინებდეს მათ სანაცვლოდ ახალი ნაგებობის აგებას. ამის დასტურია ისიც, რომ ამჟამად მსოფლიო მასშტაბით შექმნილია და წარმატებით ფუნქციონირებს კაშხლებისა და წყალსაცავების დაზიანების საერთაშორისო კომიტეტი (იგი ამავდროულად მოიცავს აღნიშნული ობიექტების მთელ ინფრასტრუქტურას), რომელიც მაღალ მეცნიერულ დონეზე ახორციელებს ამ ობიექტების მდგომარეობას დაწყებული მათი პროექტებიდან, მშენებლობაზე მეთვალყურეობით და საექსპლუატაციო პირობებით; ახორციელებს მიღებული შედეგების ანალიზსა და შეფასებას, ახდენს მათ განზოგადებას და იძლევა სათანადო რეკომენდაციებს.

ამ კომიტეტის მიერ შეგროვებული მასალებიდან, რომელიც მოიცავს 1150 დაზიანების შემთხვევას, დასტურდება, რომ დაზიანებულია ბეტონის კაშხლები და მათი საძირკვლები; ქვისწყობიანი კაშხლები და მათი საძირკვლები; მიწაყრილი კაშხლები და მათი საძირკვლები; წყალსაცავის ზონაში არსებული დაზიანებები ნაგებობათა ქვედა ბიეფში. ამ და სხვა მონაცემების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ავარიების ყველაზე დიდი რიცხვი მოდიოდა მიწაყრილების კაშხლებზე 1900-1919 წლების პერიოდში. ამ სახის კაშხლებისათვის ყველაზე მეტ საშიშროებას წარმოადგენს სუფოზიური პროცესები. დიდ ბრიტანეთში 200 წლის მანძილზე ჩატარებულმა დაკვირვებებმა 2000-ზე მეტ მიწაყრილ კაშხლებზე დაადასტურა, რომ აქაც მიმდინარეობს სუფოზიური პროცესები, რაც განპირობებულია დაძველებით და ეს არის ავარიების ძირითადი მიზეზი. ავარიის გამომწვევი მიზეზები ნაწილდება შემდეგი სახით: სუფოზია - 55%; წყლის ნაკადის გადადინება - 14%; სხვა ფაქტორები - 31%; დასაძლევია პროცესები, რომლებიც დაკავშირებულნი არიან დაძველებასთან [10, 22, 28, 32].

მდ. არაგვის შენაკადებზე საქართველოს სამხედრო გზის გასწვრივ არსებულ ჰიდრონაგებობებზე განხორციელდა საველე დაკვირვებები ამ ნაგებობათა თანამედროვე მდგომარეობის ფიქსირების მიზნით. ნიშანდობლივია, რომ ამ

ხეობაში არსებული ჰიდრონაგებობებიც არც თუ მშვიდ საესპლუატაციო პირობებში იმყოფებიან. მათი მდგომარეობა განსაკუთრებით მძიმდება წყალდიდობების გავლის დროს, როგორც ჟინვალის წყალსაცავის ზევით, ისე მის ქვევით, ვინაიდან მდინარის ეს უკანასკნელი უბანი ხასიათდება საკმაოდ ძლიერი მარცხენა და მარჯვენა შენაკადებით, რომლებიც წყალდიდობების დროს გამოირჩევიან დიდი დამანგრეველი ძალით.

ჟინვალის წყალსაცავი - კაშხლის ზედა და ქვედა ფერდები ნორმალურ მდგომარეობაშია, შეკეთებულია ადრე დაზიანებული წყალგადამცემები დარული ნაგებობა. წყალსაცავის დონის მერყეობის საზღვრებში მოცემული სანაპირო ზოლი განიცდის დეფორმაციას, რის შედეგადაც ჩქარდება მკვდარი მოცულობის მატება.

1.3. ზოგიერთი შესაძლებლობანი ობიექტების მომსახურების დროის გაზრდის შესახებ

ეკოლოგიური გაგებით ადამიანისათვის, მოსახლეობისა და გარემოსათვის ყველაზე საშიშ ნაგებობას წარმოადგენს კაშხლები. მშენებლობის არც ერთი სხვა დარგი არ იღებს ისეთ დიდ ვალდებულებებს ხალხის წინაშე, როგორც კაშხლების მშენებლობა. საზღვარგარეთის ლიტერატურაში

კაშხლების საფრთხე და, განსაკუთრებით, დიდი კაშხლების, მოხსენებულია როგორც „ჰიდროლოგიური ბომბი“ და ამიტომაცაა გამახვილებული ყურადღება ამ ნაგებობების ექსპლუატაციის უსაფრთხოებაზე. ამ საშიში ობიექტების (ხშირ შემთხვევაში საკმაოდ საიმედოსიც) აბსოლუტური საიმედოობის დეკლარირება უკვე დიდი ხანია მიღებულია მითად და შეიძლება მიგვიყვანოს მომსახურე პერსონალისა და მთელი მოსახლეობის დეზორიენტაციამდე. უსაფრთხო ექსპლუატაცია აღინიშნება ნაგებობისა, რომელთა ნაწილები მოყვანილია რთულ საინჟინრო-გეოლოგიურ, ჰიდროლოგიურ, კლიმატურ და სხვა პირობებში. მაღალ სეისმოლოგიურ რაიონებში მოითხოვენ კვლევებს, რათა შემუშავდეს მეთოდოლოგია მათი ექსპლუატაციის რაციონალური რეჟიმისათვის.

მოსახლეობას, რომელიც განსახლებულია კაშხლის ზემოქმედების ზონებში როგორც განვითარებულ, ასევე განვითარებად ქვეყნებში, აწუხებს პასუხი კითხვაზე: როგორია მოცემულ წერტილში, მოცემულ დროში საშიში ობიექტების მწყობრიდან გამოსვლის ალბათობა? მასზე პასუხის გაცემა არც ისე ადვილია, მაგრამ ერთი უტყუარია; უინციდენტო, უღრუბლო პერიოდის ზრდასთან ერთად შეუმჩნევლად იზრდება ობიექტის ასაკი, რითაც იზრდება საფრთხე მისი დანგრევისა და მწყობრიდან გამოსვლისა. ეს

პრობლემა განსაკუთრებით გამწვავდა საბჭოთა კავშირის ქვეყნებში. ობიექტების ნორმალური ექსპლუატაციისა და ავარიის არ დაშვებისთვის სათანადო დაფინანსების შემცირების გამო. მტყუნებების ინტენსიური ზრდა კი გამოწვეულია სხვადასხვა ნაწილების დაზიანებებით, გაუმართაობით და მოითხოვს მათ შეკეთებას.

აღსანიშნავია, რომ კატასტროფები ხდება არა მარტო განვითარებად ქვეყნებში, არამედ ისეთ სახელმწიფოებშიც, სადაც პროექტების, მშენებლობისა და ექსპლუატაციის ხარისხის დონე მაღალია. მოპოვებული მონაცემებით [28, 37, 39] ბევრ ქვეყანაში ავარიებისა და ავარიული სიტუაციების რიცხვმა იკლო, თუმცა ჯერჯერობით ეკონომიკურად მაღალგანვითარებულ არც ერთ ქვეყანაში არაა მიღწეული ავარიების სრულიად ხელყოფა.

➤ ობიექტების უსაფრთხო ფუნქციონირების რაოდენობრივი შეფასება

ტექნოლოგიური სისტემების უსაფრთხო ფუნქციონირების ანალიზისას აუცილებელია განისაზღვროს არა მარტო უსაფრთხოების რიცხობრივი მაჩვენებელი, არამედ საჭიროა ასევე ვიცოდეთ მისი შესატყვისი უსაფრთხოების დონე.

უსაფრთხოების დონედ ვღებულობთ უსაფრთხოების შესაბამის მახასიათებელს, რომელიც ეფუძნება უსაფრთხო-

ების მაჩვენებლისა და ბაზური მახასიათებლების თვითღირებულებას.

უსაფრთხოების დონის შეფასებისას მიზანშეწონილია ანალოგების მეთოდების გამოყენება. ამ შემთხვევაში თავიდან ფორმირდება ასეთი შეფასების მიზანი და ირჩევა შესაბამისი ნომენკლატურა უსაფრთხოების მაჩვენებლისა. შემდეგში ირჩევა ანალოგი – „ბაზური ნიმუში“, რომელთაც აქვთ უსაფრთხოების ერთი და იგივე მაჩვენებელი და ინიშნება შედარების მეთოდი – უსაფრთხოების მაჩვენებლების მნიშვნელობებისა. განსახილავი ობიექტისათვის ტარდება ანალოგების შედარება და ამ შედარების შედეგად ხდება მოცემული საკითხის გადაჭრა უსაფრთხოების მიღწეულ დონემდე.

შეიძლება გამოიყოს უსაფრთხოების დონის შეფასების დიფერენციალური, კომპლექსური და შერეული მეთოდები უსაფრთხოების ინდექსის მოშველიებით და უსაფრთხოების დონის დროული შეფასებით.

დიფერენციალური მეთოდის შემთხვევაში დგინდება როგორც უსაფრთხოების, ასევე შესაბამისი ანალოგების ერთეულოვანი მახასიათებლები და გამოითვლება ფარდობითი მაჩვენებლები:

$$q_i = \frac{P_i}{P_{ia}} \quad (1.1)$$

$$q_i = \frac{P_{ia}}{P_i} \quad (1.2)$$

სადაც P_i შესაფასებელი ტექნიკური სისტემის i -ური უსაფრთხოების მაჩვენებელია; P_{ia} – ბაზური მაჩვენებელია, $i=1...n$ (n – სტატისტიკური მაჩვენებლების რიცხვია). ამ 2 განტოლებიდან ირჩევენ იმას, რომელიც ობიექტის მეტი უსაფრთხოების გარანტიას იძლევა. დიფერენციალური მეთოდების გამოყენებისას შეზღუდვა მდგომარეობს იმაში, რომ ძნელია ამ დროს მივიღოთ გადაწყვეტილება მრავალი ერთეულოვანი უსაფრთხოების მაჩვენებლების შესახებ.

კომპლექსური მეთოდი შეიძლება გამოვიყენოთ მაშინ, როცა უსაფრთხოება შეიძლება დავახასიათოთ ერთი სიდიდით – უსაფრთხოების მაჩვენებლის განზოგადებული მნიშვნელობით. არსებობს ამ მეთოდის სხვადასხვა ვარიანტი:

1. თუ შეგვიძლია გამოვყოთ უსაფრთხოების მთავარი მაჩვენებელი. ამ შემთხვევაში შესაძლებელი ხდება ავსაგოთ ფუნქციონალური დამოკიდებულება W უსაფრთხოების განზოგადებულ მაჩვენებლებსა და ერთეულოვან $P_1 \dots P_n$ მაჩვენებლებს შორის, რომელსაც შემდეგი სახე აქვს:

$$W = \varphi(P_1, P_2 \dots P_n) \quad (1.3)$$

გამოითვლება განზოგადებული W უსაფრთხოების მაჩვენებელი და უთანაბრდება ანალოგების შესატყვის მნიშვნელობებს.

2. თუ არ ხერხდება მთავარი უსაფრთხოების მაჩვენებლის გამოყოფა, მაშინ ვიყენებთ შეტივტივებულ საშუალო არითმეტიკულ მეთოდს. ამ შემთხვევაში განზოგადებული ფარდობითი მახასიათებელი $q_{ფ.მ.}$ გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$q_{ფ.მ.} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_i q_i; \sum_{i=1}^n v_i = 1 \quad (1.4)$$

სადაც v_i – შესაბამისი q_i – ფარდობითი მახასიათებლის ერთეულოვანი მახასიათებლის წონითი კოეფიციენტია; n – ერთეულოვანი მახასიათებლის რიცხვია, რომელიც მოიცავს უსაფრთხოების განზოგადებულ მაჩვენებელს.

კომპლექსური მეთოდის ეს ვარიანტი მიზანმიმართულია გამოვიყენოთ P_i და P_{ia} – მცირე გადახრების დროს, როცა ყველა მახასიათებლის უსაფრთხოება იმყოფება მიზანმიმართულ ზღვრებში. ბაზური მაჩვენებლების დიდი გადახრების შემთხვევაში შესაძლებელია ისეთი შემთხვევები, როცა განზოგადებული მნიშვნელობები უსაფრთხოების მაჩვენებლებისა მაღალია ცალკეული მნიშვნელოვანი მცირე მაჩვენებლების შემთხვევაშიც.

1.4. ავარია ჰიდროდინამიკურ ობიექტებზე

ჰიდროტექნიკური ნაგებობები. სხვადასხვა დანიშნულების ჰიდროტექნიკური ნაგებობებიდან იმ სახეობებს განვიხილავთ, რომლებშიც უფრო ალბათურია საშიში ჰიდროდინამიკური მოვლენის აღძვრა და საგანგებო სიტუაციის წარმოქმნა.

აღნიშნული სახეებია: ა) კაშხლები, ჯებირები, რაბები, რომელთა დანიშნულებაა წყლის შეტბორვა და მისი დონეების შესაბამისი ჰიდროსტატიკური წნევის შექმნა. 2) აკვედუკები, არხები, ჰიდროტექნიკური გვირაბები, რომლებიც ბუნებრივი დაწნევის ხარჯზე ერთი პუნქტიდან მეორეს აწვდიან წყალს. საგანგებო სიტუაციების წარმოქმნის თვალსაზრისით წყალსაგდები და წყალმიმღები ჰიდროტექნიკური ნაგებობები უნდა განვიხილოთ შემარბილებელ ელემენტებად, ხოლო მთებში განლაგებული ბუნებრივი წყალსატევები - როგორც მომატებული საფრთხის შემცველი გარღვევის შემთხვევაში მაღალი დაწნევის გამო. ამრიგად, საშიში ჰიდროდინამიკური ობიექტია ხელოვნური ჰიდროტექნიკური ნაგებობა ან ბუნებრივი წყალსატევი, რომელსაც გარღვევის შემთხვევაში პოტენციურად შეუძლია წარმოქმნას დამანგრეველი ცუნამის ტიპის ტალღები.

ტალღების სიძლიერე დამოკიდებულია წყლის რაოდენობასა და მის სიჩქარეზე. ამის გამო საშიშია ისეთი ჰიდრო-

დინამიკური ობიექტები, რომლებიც შეიცავენ დიდი რაოდენობის წყლის მოცულობას, აქვთ ზედა და ქვედა ბიეფებს შორის მნიშვნელოვანი სიმაღლეთა სხვაობა (დიდი დაწნევა) და კაშხლის ან ბუნებრივი წინაღობის არასაკმარისი სიმტკიცე ან არ ხდება ამ უკანასკნელის პერიოდული შემოწმება.

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

ჰიდროტექნიკური ნაგებობის ან ბუნებრივი წყალსატევის გარღვევის მიზეზი შესაძლებელია იყოს ბუნებრივი მოვლენები (მიწისძვრა, გრიგალი, ღვარცოფი და სხვ.), ტექნოგენური ფაქტორები (ნაგებობათა კონსტრუქციების კოროზია და რღვევა, წყლის აღების რეჟიმის დარღვევა და სხვ.), აგრეთვე დივერსიულ-ტერორისტული თავდასხმა და ომიანობის პერიოდში კაშხლის დამანგრეველი იარაღის გამოყენება.

ჰიდროტექნიკური ნაგებობები მსოფლიოსა და, მათ შორის, ჩვენს ქვეყანაში მოქმედი სამშენებლო ნორმების შესაბამისად იყოფა 4 კლასად. ყველაზე უფრო მნიშვნელოვანი ობიექტები, მაგალითად ენგურჰესის კაშხალი მიეკუთვნება 1-ელ კლასს, ხოლო დროებითი ნაგებობები - მე-4 კლასს.

ძირითადად კაშხლების 4 ჯგუფია გავრცელებული: გრავიტაციული, თაღოვანი, კონტრფორსული და ჩაანკერებული.

კაშლების აღნიშნული ჯგუფების კონსტრუქციები გამოსახულია 1.1 – 1.4 ნახაზებზე.



გრავიტაციული კაშლები

1.1. გრავიტაციული
(ტბა ფედაია, ტრენტინო,
იტალია)

1.2. გრავიტაციული თაღო-
ვანი კაშხალი (კურობო,
იაპონია)



კონტრფორსული კაშლები

1.3. ანჰიზა, იტალია

1.4. კიროვის კაშხალი,
ყირგიზეთი

რაც შეეხება კაშლის ასაგებად გამოყენებულ სამშენებლო მასალას: ბეტონი, რკინაბეტონი, ხე, ქვა, გრუნტი, მასა-

ლის შერჩევა ხდება კაშხლის კლასის მიხედვით. კაშხლების კონსტრუქცია განსხვავებულია მუშაობის პრინციპის მიხედვით.

ჩაანკერებული კაშხალი ძვრას ეწინააღმდეგება ჩაანკერებული ფუძით. კაშხალში შეტბორვის მხრიდან წყლის დონეს ზედა ბიეფი ეწოდება, მეორე მხრიდან წყლის უდაბლეს დონეს ქვედა ბიეფი, ხოლო ბიეფებს შორის ვერტიკალური მანძილის სხვაობას - კაშხლის დაწნევა. დაწნევა შესაძლებელია გაიზომოს წყლის სვეტის სიმაღლით (მ) ან წნევის სხვა ნებისმიერი ერთეულით.

დაწნევის მიხედვით კაშხლები, ისევე როგორც სხვა ჰიდრონაგებობები, კვლავ 4 ჯგუფად იყოფა: დაბალდაწნევიანი (10 მ-მდე), საშუალოდაწნევიანი (40 მ-მდე), მაღალდაწნევიანი (100-150 მ-მდე) და ზემალდაწნევიანი (150 მ-ზე მეტი).

გრუნტის კაშხლები ყველაზე გავრცელებული და ძველი სახეობაა. კაშხლების საერთო რაოდენობის დაახლოებით 60% გრუნტის კაშხლებია. უდიდესი დაწნევების მქონე გრუნტის კაშხლებია: ნურეკის (305 მ) და ჩირვაკის (168 მ) - ყოფილ საბჭოთა კავშირში და ოროვილის (235 მ) - კანადაში.

ჰიდროტექნიკური ნაგებობის უსაფრთხოება. ჰიდროტექნიკური ნაგებობის უსაფრთხოება არის მისი თვისება, დაიცვას გარემო, სამეურნეო ობიექტები, ადამიანის სიცოცხლე, ჯანმრთელობა და კანონიერი ინტერესები, ხოლო

ნაგებობის საექსპლუატაციო მდგომარეობა უნდა შეეფერებოდეს და აკმაყოფილებდეს აღნიშნულ თვისებას.

ჰიდროტექნიკური ნაგებობის უსაფრთხოებას რისკის სამი ძირითადი კატეგორია ახასიათებს, რომლებსაც მიეკუთვნება: ტექნოლოგიური, ბუნებრივი (ეკოლოგიურის ჩათვლით) და სოციალური საშიშროებები. ეს უკანასკნელი განპირობებულია საბოტაჟის მსგავსი შიგა და ტერაქტის მსგავსი - გარე თავდასხმებით. 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, აგრეთვე ყველა დამხმარე ნაგებობის, შენობისა და მოწყობილობის უსაფრთხო ექსპლუატაციის პირობები და მათი ნორმალური ექსპლუატაციის პირობების შემოწმების პერიოდულობა. ასევე დამუშავებული უნდა ჰქონდეს მიმდებარე ტერიტორიისა და ნაგებობის გავლენის სფეროში არსებული ტერიტორიის დაცვის პრინციპები.

ყველა შემთხვევაში ჰიდროტექნიკურ ნაგებობას ესაჭიროება მიმდინარე და კაპიტალური რემონტი მესაკუთრის მიერ განსაზღვრული პერიოდულობით.

მოსახლეობის დაცვის მიზნით აკრძალულია დასახლება ჰიდროტექნიკური ნაგებობის ან ბუნებრივი წყალსატევების 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, გეგმური სარემონტო სამუშაოების დროული და ხარისხიანი შესრულება, თოვლის დნობისა და 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 არაპროგნოზებადი უეცარი გარღვევა, საჭიროა განგაშის გამოცხადება ყველა საშუალებით, ხოლო მოსახ-

ლეობის 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 და მის ასაცილებლად ადამიანს აღარ რჩება გარიდების 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 აღიძვრება 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.

შესაბამისად, სათანადო შტაბს საკმარისი დრო აქვს იმისათვის, რომ მოასწროს შეტყობინება და ადამიანთა ევაკუაცია. ერთ-ერთი საპროგნოზო მაჩვენებელია აგრეთვე პირობები (ხანგრძლივი წვიმები, მთებში დიდთოვლიანობა), რომლის გათვალისწინება უნდა მოხდეს წყალდიდობის რისკის შესაფასებლად. განსაკუთრებით ეს საჭიროა მდინარეთა შემთხვევაში.

მდინარის ხეობაში კარგ შედეგს იძლევა წყლის დინების რეგულირება, რაც გამოიხატება კალაპოტის გაწმენდით, ზოგ შემთხვევაში ნატანის მოცილებით, ხოლო ზოგჯერ - კალაპოტის შესწორებით. აღნიშნული ღონისძიებები ხელს უწყობს კალაპოტში წყლის სიჩქარისა და ხარჯის მატებას და დატბორვის ნეგატიური შედეგების თავიდან აცილებას.

თავი 2.

ჟინგალის მიწის კაშხლის შესაძლო ავარიის შემთხვევაში პროგნოზირების მეთოდოლოგია

2.1. მიწის კაშხლის ავარიის შემთხვევაში ზარალის შეფასების მეთოდი

საქართველოში ენერგეტიკისა და მელიორაციის განვითარებისათვის აუცილებელი გახდა სხვადასხვა სიმაღლის წყალსამეურნეო კაშხლების მშენებლობა. დასახული ამოცანის გადაწყვეტის მიზნით მე-20 საუკუნეში ინტენსიურად დაიწყო სხვადასხვა დანიშნულებისა და ტიპის კაშხლების მშენებლობა, რომელთა სიმაღლაც იცვლება 10-დან 274 მეტრამდე. რაც შეეხება წყალსაცავების მოცულობას, მათი სიდიდეები აღემატებოდა რამდენიმე ათეულ მლნ მ³-ს [4-8].

მე-20 საუკუნის 60-80-იან წლებში ჩატარებული აღრიცხვით ცნობილია, რომ საქართველოში მთლიანად დაფიქსირდა 64 დიდი და პატარა წყალსაცავი, რომლებიც განთავსებულია მთისა და მთისწინა ლანდშაფტებში.

მაღლივ კაშხლებს, რომლებიც ქმნიან დიდი მოცულობის წყალსაცავებს, ძირითად სამეურნეო დანიშნულებასთან ერთად, განსაკუთრებული როლი ენიჭება როგორც ბუნების სტიქიური მოვლენების (წყალდიდობებისა და წყალმოვარდნების) რეგულირების, ასევე ენერგეტიკის მიმართულებით [6,15].

საქართველოში სწორედ მაღლივ კაშხლებს გააჩნიათ კომპლექსური დანიშნულება და მათ მინიმუმამდე დაჰყავთ მოსახლეობისა და მიმდებარე ტერიტორიების დატბორვის რისკი.

მეცნიერების დაკვირვებებმა კლიმატზე ნათელი გახადა, რომ ჩვენ პლანეტაზე შეიმჩნევა ტემპერატურის მატება, რაც ხელს უწყობს თოვლის საფარისა და მყინვარების ინტენსიურ დნობას, ეს კი წყალდიდობების, წყალმოვარდნებისა და ღვარცოფების ფორმირების ერთ-ერთი ძირითადი კომპონენტია.

ყოველივე ზემოთ აღნიშნულის გათვალისწინებით, წყალმოვარდნებისა და წყალდიდობების პერიოდში წყალსამეურნეო ობიექტებზე, მათ შორის კაშხლებზე, იზრდება დატვირთვა. ასევე უნდა გავითვალისწინოთ აკადემიკოს ცოტნე მირცხულავას გამოკვლევა [21,22], რომელიც დაკავშირებულია კაშხლების ე.წ. „სიბერესთან“, რაც მეტად ამცირებს კაშხლების ექსპლუატაციის საიმედოობას და ზრდის ტექნოგენური კატასტროფის წარმოშობის ალბათობას.

სამეცნიერო ლიტერატურის [4-19] ანალიზისა და ჩატარებული თეორიული და საველე კვლევების საფუძველზე შესაძლებელი გახდა დაგვედგინა ჟინვალის მიწის კაშხლის ტექნოგენური კატასტროფის შემთხვევაში მოსახლეობისა და ტერიტორიის დატბორვის რისკები.

ჟინვალის მიწის კაშხლის შესაძლო ტექნოგენური კატასტროფების კომპიუტერული იმიტაციის მიზნით დაიხვეწა

არსებული ალგორითმი [26], რომელიც საშუალებას გვაძლევს კაშხლის შესაძლო ნგრევის შემთხვევაში ვიანგარიშოთ ტალღის სიჩქარე, გარბენილი მანძილი და, რაც მთავარია, დატბორილი ტერიტორიის გეომეტრიული ზომები.

საწყისი მონაცემები ჩვენ მიერ დაიყო ორ ნაწილად: პირველი - მუდმივი, 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.

წყალსაცავში არსებული წყლის მოცულობა (W_0) გაანგარიშებული იყო შემდეგი დამოკიდებულებით [26]:

$$W = \frac{H_B S_B}{3}, \text{ (მლნ მ}^3\text{)} \quad (2.1)$$

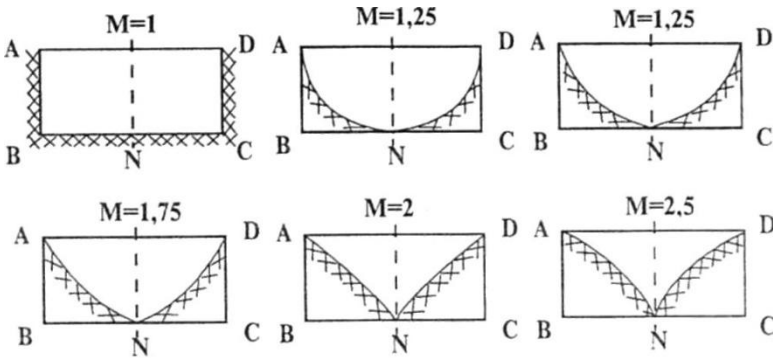
სადაც H_B არის წყლის სიღრმე კაშხლის ნორმალური შეტბორვის სიმაღლეზე (m); S_B წყალსაცავის სარკის ზედაპირის ფართობი (მლნ მ³).

მდინარე არაგვის კალაპოტის ქანობი იანგარიშება შემდეგი დამოკიდებულებით:

$$i = \frac{B_w h_G^2}{W_R M (M + 1)}, \quad (2.2)$$

სადაც H_R არის ჟინვალის წყალსაცავის ზედა ბიეფში წყლის სიღრმე (m), h_G - წყლის სიღრმე კაშხლის ქვედა ბიეფში, W_R - ჟინვალის წყალსაცავის სარკის ზედაპირის ფართობი (m^2),

წყალსაცავის სიგანე კაშხლის საანგარიშო კვეთში (m), M – მდინარის განივი კვეთის ფორმის კოეფიციენტი, რომლის მნიშვნელობაც მოცემულია მე-2 ნახაზზე, B_w – მდინარის კალაპოტის საშუალო სიგანე h_G - სიღრმეზე (m).



სურ. 2.1. მდინარე არაგვის განივი კვეთის ფორმები

მდინარის სიგანე აიღება ტოპოგრაფიული რუკებიდან, ხოლო, რაც შეეხება წერტილთა რაოდენობას, არსებული მეთოდოლოგიის მიხედვით, იგი არ უნდა აღემატებოდეს მდინარის ღერძიდან ორივე მხარეს 3-3 წერტილს, სულ 6 წერტილს და უნდა მოიცავდეს მთლიანად წყალშემკრებ ტერიტორიას. დატბორილი ტერიტორიის ფართობის განსაზღვრისათვის კაშხლიდან კვეთების რაოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს 8 კვეთს, რომელთა შორის მანძილი წინასწარ უნდა იყოს დატანილი ტოპოგრაფიულ რუკაზე.

წყალდიდობის დროს ტალღის სიჩქარე (V) ნაგებობის ქვედა ბიეფში გამოითვლება შემდეგი ფორმულით [26]:

$$V = V_0(H_1 / H_0)^{2/3}, \quad (2.2)$$

სადაც V_0 არის მდინარეში წყლის სიჩქარე ნაგებობის ქვედა ბიეფში (მ/წმ); H_1 - მდინარეში წყლის სიმაღლე კაშხლის ქვედა ბიეფში (მ); H_0 - მდინარეში წყლის სიმაღლე წყალდიდობის დროს (მ).

კაშხლის ნგრევის ხარისხი (E_p) დადგენილია შემდეგი დამოკიდებულებით [26]:

$$E_p = \frac{F_B}{F_0}, \quad (2.3)$$

სადაც F_B არის ნაპირის რღვეულის ფართობი ($მ^2$); F_0 - ზედაპირის ფართობი ($მ^2$).

2.2. ჟინვალის კაშხლის ნგრევის შეთხვევაში წყალდიდობის ტალღის გაანგარიშების მიმდევრობა

ჟინვალის კაშხლის ნგრევის შეთხვევაში წყალდიდობის სიმაღლე კვეთებში იანგარიშება შემდეგი დამოკიდებულებით:

$$H_{BI} = 0.6H - h_G \quad (მ), \quad (2.4)$$

სადაც H არის წყალსაცავის სიღრმე კაშხლის ტანთან ზედა ბიეფში (მ), h_G - წყლის სიღრმე კაშხლის ქვედა ბიეფში (მ), ჟინვალის კაშხლის ნგრევის შემთხვევაში დამანგრეველი ტალღის მოძრაობის დრო იანგარიშება შემდეგი დამოკიდებულებით (ჟინვალის რეზერვუარის სრული დაცლის დრო):

$$T_1 = \frac{W_R A}{3600 \mu B_i H \sqrt{H}} \text{ (სთ)}, \quad (2.5)$$

სადაც, W_R არის ჟინვალის რეზერვუარის მაქსიმალური მოცულობა (მლნ. მ³), A - ჟინვალის წყალსაცავის სიმრუდის კოეფიციენტი, წინასწარი გაანგარიშებით ის უტოლდება 2-ს, μ - არის მდინარის კალაპოტის ფორმის დამახასიათებელი პარამეტრი; B_i - ჟინვალის კაშხალზე ნგრევის სიგანე (მ), H - წყალსაცავის სიღრმე კაშხლის ტანთან ზედა ბიეფში (მ).

ჟინვალის კაშხლის ნგრევისას პირველ საანგარიშო კვეთში დამანგრეველი ტალღის ჩამოსვლის დრო იანგარიშება შემდეგი დამოკიდებულებით:

$$t_1 = \frac{L_1}{V_1} \text{ (სთ)}, \quad (2.6)$$

სადაც L_1 არის ჟინვალის კაშხლიდან პირველ საანგარიშო კვეთამდე მანძილი (კმ), ხოლო V_1 კი ჟინვალის კაშხლიდან პირველ საანგარიშო კვეთამდე ტალღის მაქსიმალური სიჩქარე (კმ/სთ).

დამანგრეველი ტალღის მე-2 კვეთში ჩამოსვლის დრო იანგარიშება შემდეგი დამოკიდებულებით:

$$t_2 = \frac{L_2}{V_2} + t_1 \text{ (სთ)}, \quad (2.7)$$

სადაც L_2 არის მეორე კვეთის მანძილი (კმ), ე.ი. მანძილი 1 კვეთიდან და მე-2 კვეთამდე (კმ); V_2 - დამანგრეველი ტალღის სიჩქარე მე-2 კვეთში (კმ/სთ).

დანარჩენ საანგარიშო კვეთებში დამანგრეველი ტალღის სიჩქარე და ტალღის მოძრაობის დრო იანგარიშება ზემოთ განხილული ანალოგიური მიდგომით.

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

2. 3. კაშხლის დამანგრეველი ტალღის ჰიდროდინამიკური ანგარიში და ანალიზი

ჟინვალის მიწის კაშხლის შესაძლო ტექნოგენური კატასტროფების კომპიუტერული იმიტაციის მიზნით დაიხვეწა არსებული ალგორითმი და განხორციელდა საველე კვლევები (სურ. 1 და 2), რომელიც საშუალებას გვაძლევს კაშხლის შესაძლო ნგრევის შემთხვევაში ვიანგარიშოთ კაშხლის დამანგრეველი ტალღის ჰიდროდინამიკური პარამეტრები, კერძო - ტალღის სიჩქარე, გარბენილი მანძილი და, რაც მთავარია, დატბორილი ტერიტორიის გეომეტრიული ზომები.

საწყისი მონაცემები ჩვენ მიერ დაიყო 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 (წყლის შეტბორვის) სიმაღლე კი - 96 მ. კაშხლის სიგანე ზღურბლზე 415 მ-ის ფარგლებშია. ჟინვალის წყალსაცავის მოცულობა 520 მლნ მ³-ის, ხოლო სარკის ზედაპირის ფართობი კი 733 მლნ მ³-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, რომელთა 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.

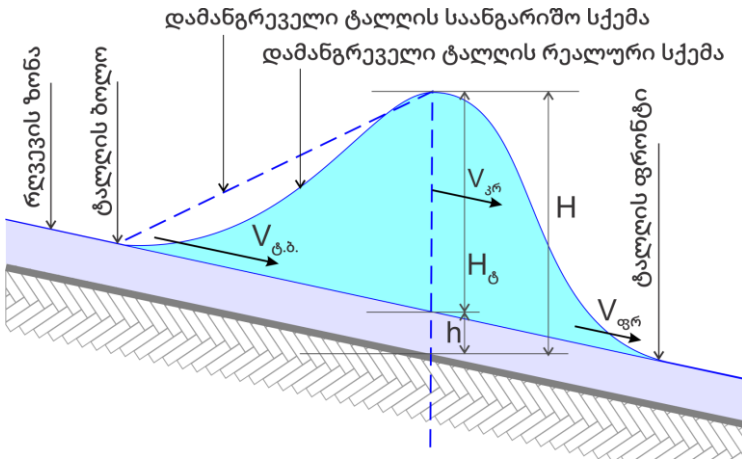


სურ. 2.2. ჟინვალის რეზერვუარში კატერით
საველე კვლევებისას



სურ. 2.3. ჟინვალის რეზერვუარში დაღეკილი კოლოიდური და ქვიშა-სილა მასალის საერთო ხედი

სურათზე 2.4 მოცემულია ჟინვალის მიწის კაშხლის ნგრევის შემთხვევაში წარმოშობილი ცუნამის ტიპის ტალღის გრძივი პროფილი.



სურ. 2.4. ცუნამის ტიპის ტალღის გრძივი პროფილი

წყალსაცავში არსებული წყლის მოცულობა (W_0) გაანგარიშდა შემდეგი დამოკიდებულებით:

$$W = \frac{H_B S_B}{3} \quad (\text{მლნ მ}^3) \quad (2.8)$$

სადაც H_B არის წყლის სიღრმე კაშხლის ნორმალური შეტბორვის სიმაღლეზე (მ); S_B - წყალსაცავის სარკის ზედაპირის ფართობი (მლნ მ³);

მდინარის სიგანე აიღება ტოპოგრაფიული რუკებიდან, რაც შეეხება წერტილთა რაოდენობას, იგი არ უნდა აღემატებოდეს მდინარის ღერძიდან ერთ მხარეს 3 წერტილს, სულ, ორივე მხარეს - 6 წერტილს და უნდა მოიცავდეს მთლიანად წყალშემკრებ ტერიტორიას. დატბორილი ტერიტორიის ფართობის განსაზღვრისათვის კაშხლიდან კვეთების რაოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს 8 კვეთს,

რომელთა შორის მანძილი წინასწარ უნდა იყოს დატანილი ტოპოგრაფიულ რუკაზე.

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

$$V = V_0 (H_1 / H_0)^{2/3}, \quad (\text{მ/წმ}) \quad (2.9)$$

კაშხლის ნგრევის ხარისხი (E_p) დადგენილია შემდეგი დამოკიდებულებით:

$$E_p = \frac{F_B}{F_0}, \quad (2.10)$$

სადაც, F_B არის ნაპირის რღვეულის ფართობი (მ^2); F_0 - ზედაპირის ფართობი (მ^2).

გარდა ზემოთ აღნიშნულისა, ალგორითმში გათვალისწინებულია: მდინარის ნაპირის ზღურბლის სიმაღლე (მ), მდინარის სიგრძეზე კვეთების რაოდენობა, კვეთებს შორის დაშორება (კმ), მდინარის კალაპოტის სიგანე (მ), წყლის ნაკადის სიჩქარე მდინარის კალაპოტში (მ/წმ), მდინარის ნოღა კალაპოტის სიგანე (მ), მდინარის კალაპოტის ნიშნულების სიდიდეები (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 მ³-ის, ხოლო სარკის ზედაპირის ფართობი კი 733 მლნ მ³-ის ტოლია) (იხ. სურ 4.).



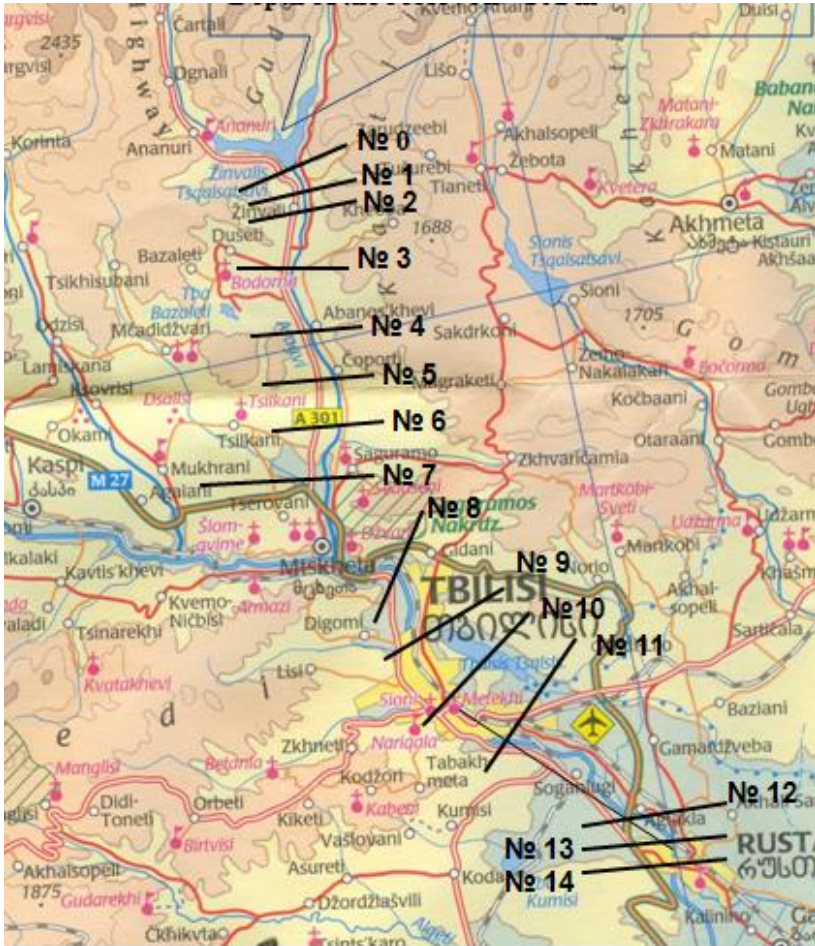
სურ. 2.5. ჟინვალის მიწის კაშხლის ზედა ბიეფი წყალმიმღებ ნაგებობასთან ერთად

ჟინვალის კაშხლის კატასტროფის შედეგების პროგნოზირების მიზნით, მდ. არაგვსა და მდ. მტკვარზე ქ. რუსთა-ვამდე კვეთების რაოდენობა შეადგენს 8 ერთეულს (სურ. 2.6).

კვეთები აღებულია 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. 2.6. საანგარიშო კვებების განლაგების სქემა

ჟინვალის კაშხლის ავარიის შემდეგ წყლის ტალღის პირველი ნაკადი შესაბამის კვეთებში 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. 2.1 – 2.12), ხოლო მდინარის კალაპოტში და მიმდებარე ტერიტორიაზე დატბორილი ტერიტორიების გეომეტრიული ზომები მოცემულია ნახაზებზე 2.7-2.42.

სამუშაოს ანგარიში

დრო: 27.09.2019, 18:24:00

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

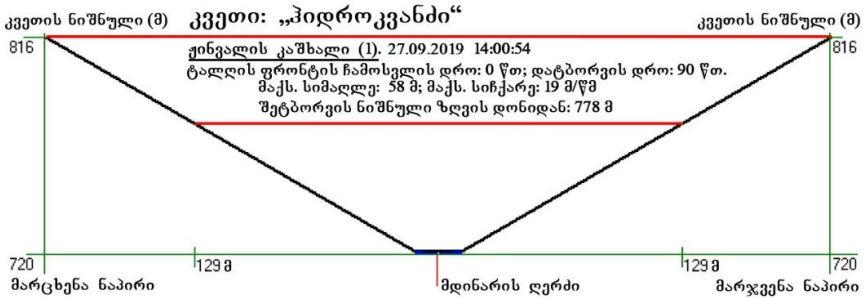
ჰიდროკვანძის საწყისი მონაცემები:	განზ. ერთ.	რაოდ.
1. წყალსაცავის მოცულობა ნორმალური შეტბორვის დონეზე (ნმდ)	მლნ მ ³	520
2. წყალსაცავის სიღრმე კაშხალთან ნმდ-ზე	მ	96
3. სარკის ზედაპირის ფართობი ნმდ-ზე	მლნ მ ³	7,33
4. კაშხლის სიგანე ნმდ-ზე	მ	415
5. მდინარის სიღრმე კაშხლის ქვედა ბიეფში	მ	1
6. მდინარის სიგანე 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

ცხრილი 2.2

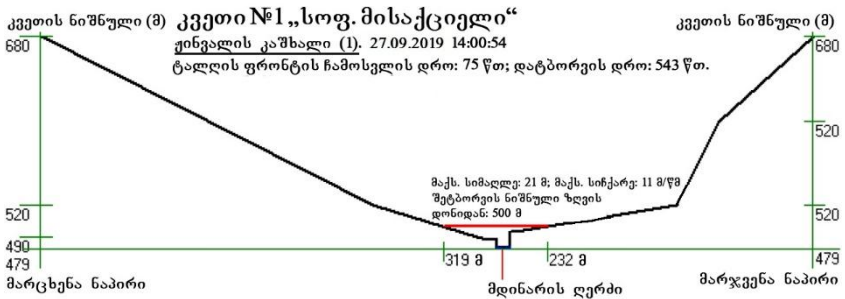
განივი კვეთების დახასიათება	გან. ერთ	კვეთი #1	კვეთი #2	კვეთი #3	კვეთი #4	კვეთი #5	კვეთი #6	კვეთი #7	კვეთი #8
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1-ური კვეთის დაცილება კაშხლიდან	კმ	30	35	44,5	48	54,2	74	77	80
ხვედრითი ნაკადი:									
წყლის შეტბორვის ნიშნული	მ	480	425	398	393	375	327	322,7	313
სიღრმე	მ	1	3	2	2	1	2	1	1
სიგანე	მ	70	60	80	82	80	150	100	93
ნაკადის სიჩქარე	მ/წმ	1	1	1	1	1	1	1	1
მარცხენა ნაპირი									
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
მარჯვენა ნაპირი									
მდინარის ნაპირის რღვეულის სიმაღლე	მ	15	8	3	5	4	1	1	5

ცხრილი 2.3

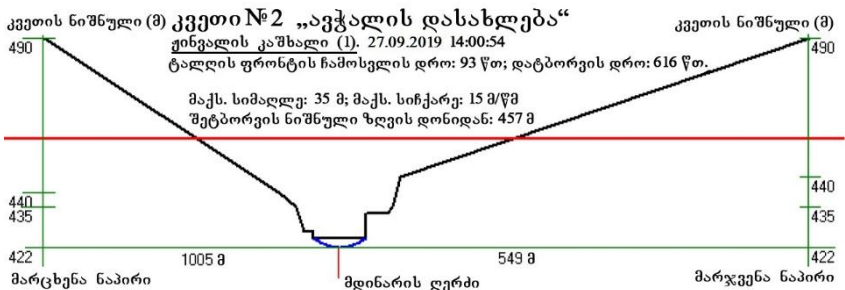
კაშხლის განგრევის პარამეტრები	გან. ერთ.	კვეთი №0	კვეთი №1	კვეთი №2	კვეთი №3	კვეთი №4	კვეთი №5	კვეთი №6	კვეთი №7	კვეთი №8
კვეთის დაშორება ჰიდროკვანძიდან	კმ	0	30	35	44,5	48	54,2	74	77	80
კვეთში წყლის მაქსიმალური ხარჯი	ათ. მ ³ /წმ	137	31,9	28,18	22,98	21,7	19,6	15,19	14,59	14,16
დრო:										
ტალღის ფრონტის 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



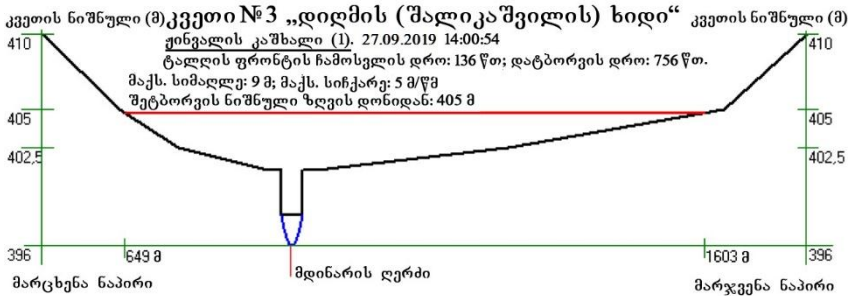
ნახ. 2.7. ჟინვალის ჰიდროკვანძი



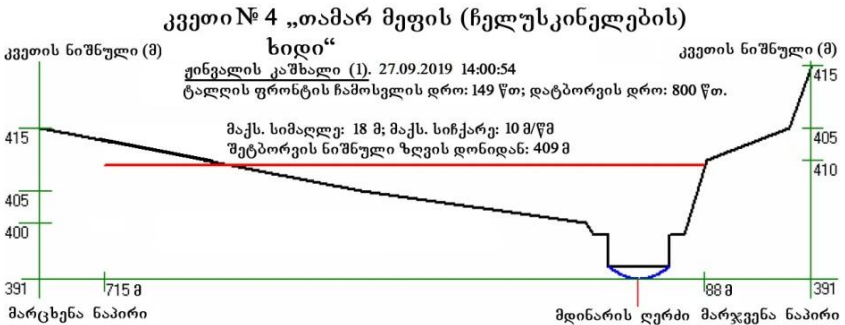
ნახ. 2.8. საანგარიშო კვეთი №1



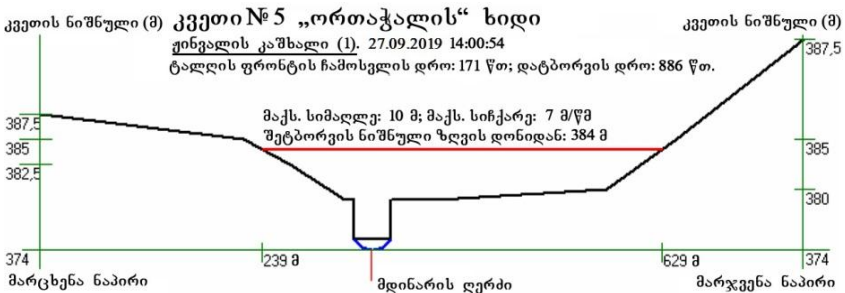
ნახ. 2.9. საანგარიშო კვეთი №2



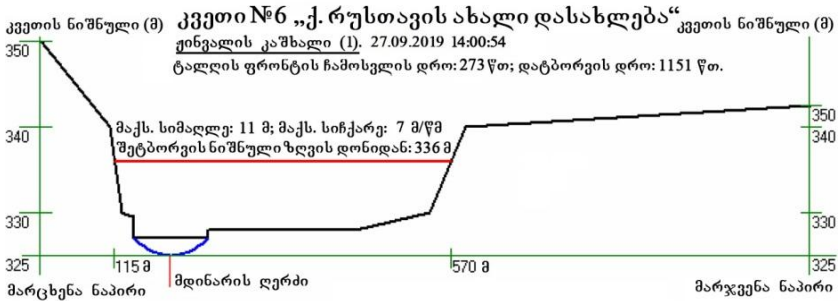
ნახ. 2.10. საანგარიშო კვეთი №3



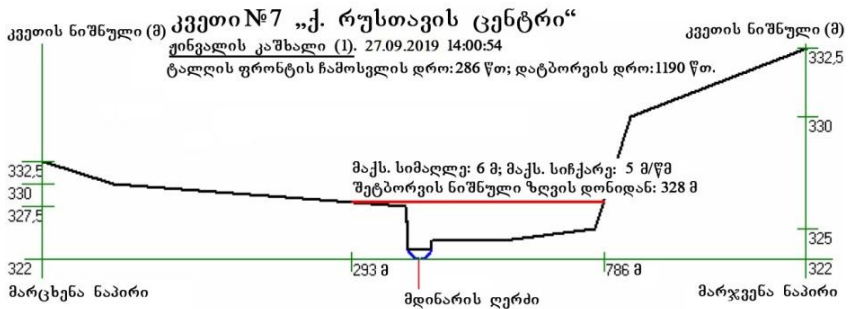
ნახ. 2.11. საანგარიშო კვეთი №4



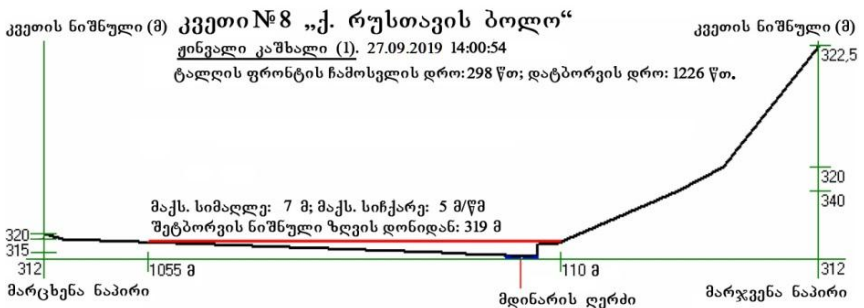
ნახ. 2.12. საანგარიშო კვეთი №5



ნახ. 2.13. საანგარიშო კვეთი №6



ნახ. 2.14. საანგარიშო კვეთი №7



ნახ. 2.15. საანგარიშო კვეთი №8

ცხრილი 2.4

სამუშაოს ანგარიში

დრო: 27.09.2019, 18:02:40

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

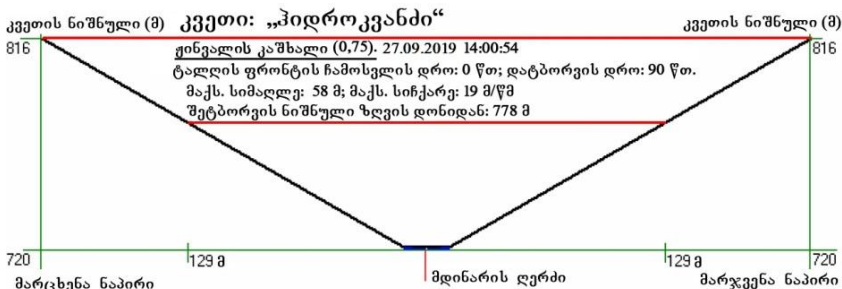
ჰიდროკვანძის საწყისი მონაცემები:	განზ. ერთ.	რაოდ.
1. წყალსაცავის მოცულობა ნორმალური შეტბორვის დონეზე (ნშდ)	მლნ მ ³	520
2. წყალსაცავის სიღრმე კაშხალთან ნშდ-ზე	მ	96
3. სარკის ზედაპირის ფართობი ნშდ-ზე	მლნ მ ³	7,33
4. კაშხლის სიგანე ნშდ-ზე	მ	415
5. მდინარის სიღრმე კაშხლის ქვედა ბიეფში	მ	1
6. მდინარის სიგანე 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 2.5

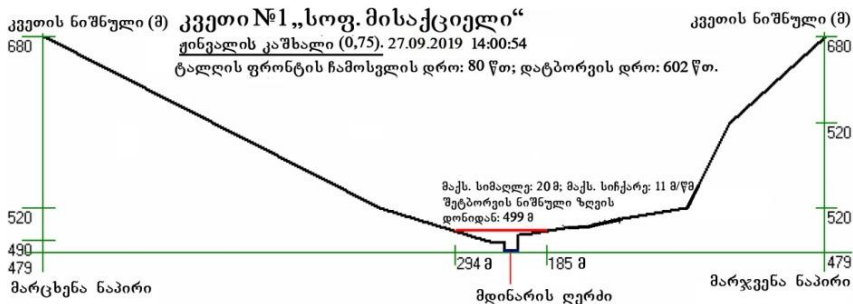
განივი კვეთების დახასიათება	განკვეთი	კვეთი #1	კვეთი #2	კვეთი #3	კვეთი #4	კვეთი #5	კვეთი #6	კვეთი #7	კვეთი #8
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ქ-ური კვეთის დაცილება კაშხლიდან	კმ	30	35	44,5	48	54,2	74	77	80
ხედრითი ნაკადი:									
წყლის შეტბორვის ნიშნული	მ	480	425	398	393	375	327	322,7	313
სიღრმე	მ	1	3	2	2	1	2	1	1
სიგანე	მ	70	60	80	82	80	150	100	93
ნაკადის სიჩქარე	მ/წმ	1	1	1	1	1	1	1	1
მარცხენა ნაპირი									
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
მარჯვენა ნაპირი									
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 2. 6

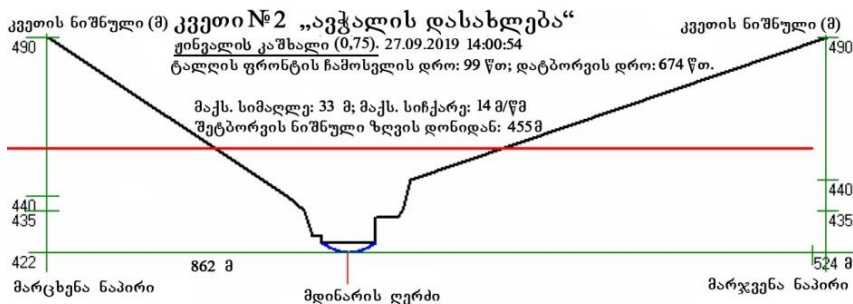
კაშხლის ნგრევის პარამეტრები	გან. ერთ	კვეთი #0	კვეთი #1	კვეთი #2	კვეთი #3	კვეთი #4	კვეთი #5	კვეთი #6	კვეთი #7	კვეთი #8
კვეთის დაშორება ჰიდროკვანძიდან	კმ	0	30	35	44,5	48	54,2	74	77	80
კვეთში წყლის მაქსიმალური ხარჯი	ათ. მ ³ /წმ	137	24,4	21,9	18,12	17,2	15,59	12,32	11,84	11,5
დრო:										
ტალღის ფრონტის 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
დინების მაქსიმალური სიმაღლე:										
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



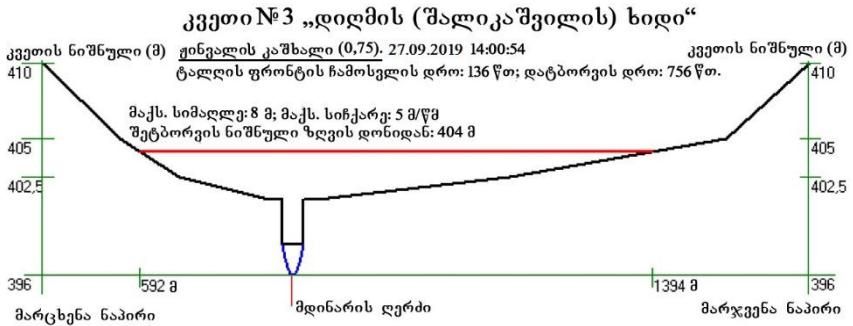
ნახ. 2.16. ჟინვალის ჰიდროკვანძი



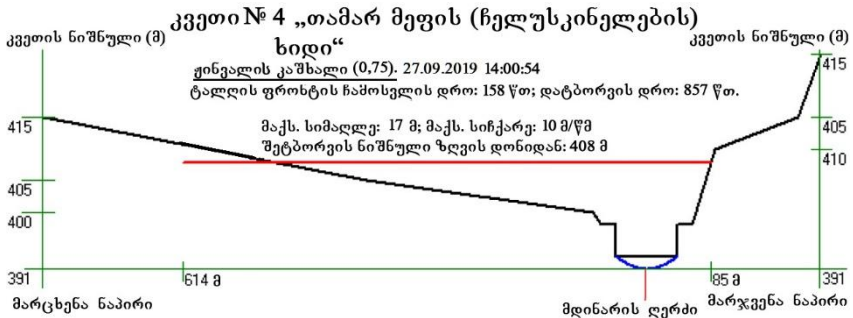
ნახ. 2.17. საანგარიშო კვეთი №1



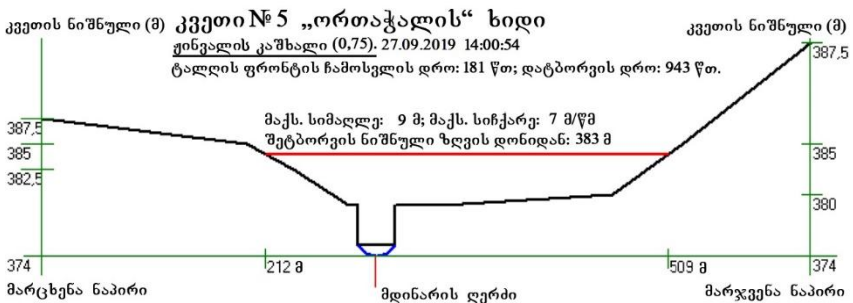
ნახ. 2.18. საანგარიშო კვეთი №2



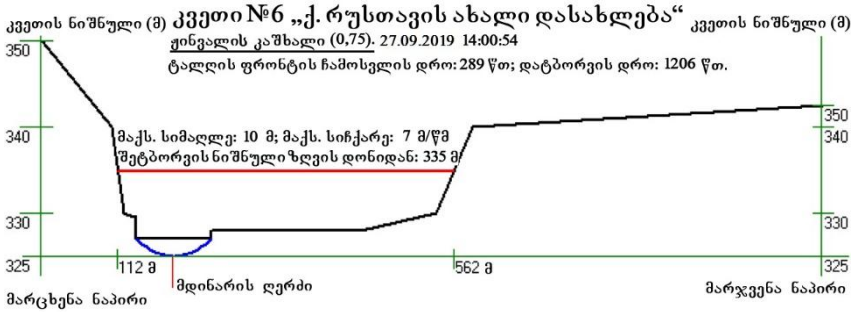
ნახ. 2.19. საანგარიშო კვეთი №3



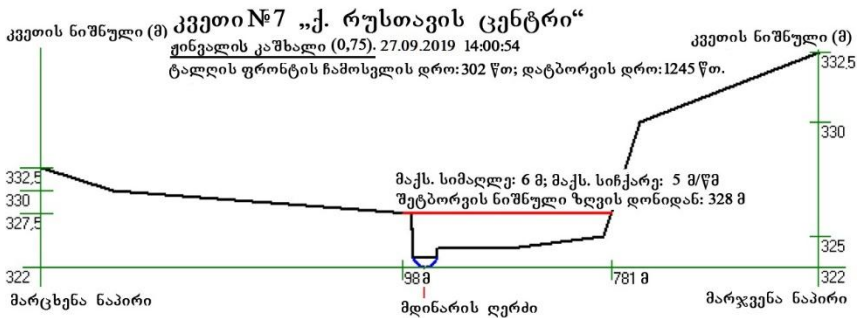
ნახ. 2.20. საანგარიშო კვეთი №4



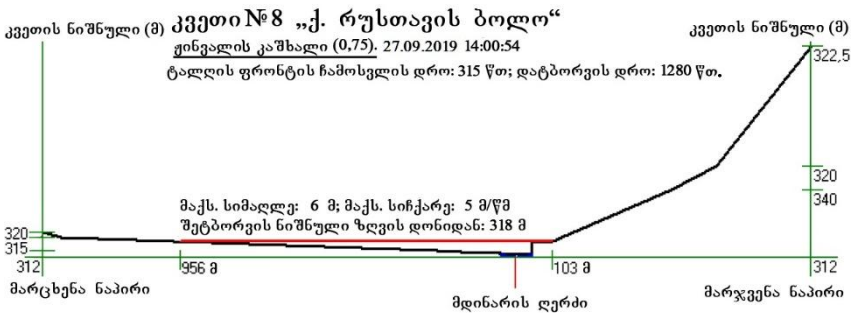
ნახ. 2.21. საანგარიშო კვეთი №5



ნახ. 2.22. საანგარიშო კვეთი №6



ნახ. 2.23. საანგარიშო კვეთი №7



ნახ. 2.24. საანგარიშო კვეთი №8

სამუშაოს ანგარიში

დრო: 27.09.2019, 18:28:04

დასახელება: ჟინვალის კაშხალი (ნგრევის ხარისხით $E_a = 0,5$)

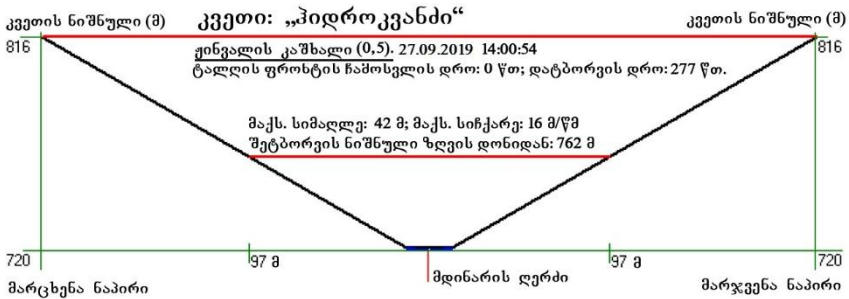
ჰიდროკვანძის საწყისი მონაცემები:	განზ. ერთ.	რაოდ.
1. წყალსაცავის მოცულობა ნორმალური შეტბორვის დონეზე (ნშდ)	მლნ მ ³	520
2. წყალსაცავის სიღრმე კაშხალთან ნშდ-ზე	მ	96
3. სარკის ზედაპირის ფართობი ნშდ-ზე	მლნ მ ³	7,33
4. კაშხლის სიგანე ნშდ-ზე	მ	415
5. მდინარის სიღრმე კაშხლის ქვედა ბიეფში	მ	1
6. მდინარის სიგანე 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 2.8

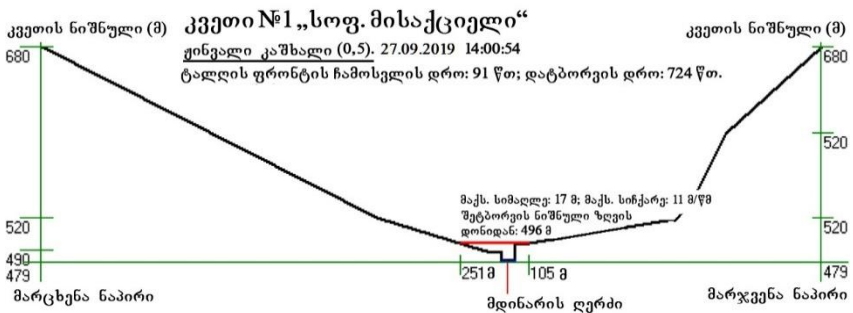
განივი კვეთების დახასიათება	გან. ერთ	კვეთი #1	კვეთი #2	კვეთი #3	კვეთი #4	კვეთი #5	კვეთი #6	კვეთი #7	კვეთი #8
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F-ური კვეთის დაცილება კაშხლიდან	კმ	30	35	44,5	48	54,2	74	77	80
სვედრითი ნაკადი:									
წყლის შეტბორვის ნიშნული	მ	480	425	398	393	375	327	322,7	313
სიღრმე	მ	1	3	2	2	1	2	1	1
სიგანე	მ	70	60	80	82	80	150	100	93
ნაკადის სიჩქარე	მ/წმ	1	1	1	1	1	1	1	1
მარჯვენა ნაპირი									
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
მარჯვენა ნაპირი									
მდინარის ნაპირის რღვეულის სიმაღლე	მ	15	8	3	5	4	1	1	5
მდინარის ნოლა 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 2.9

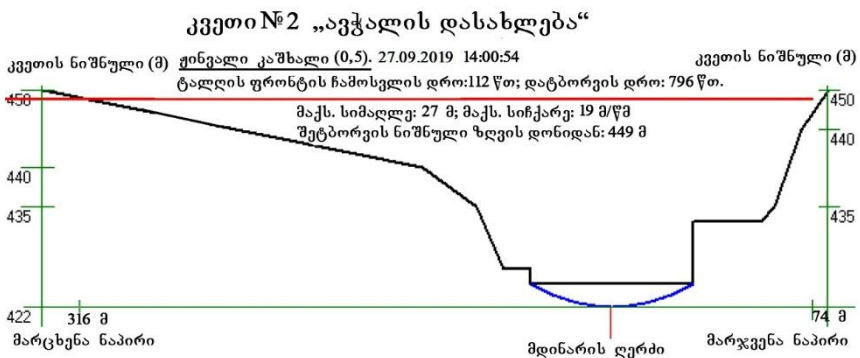
კაშხლის ნგრევის პარამეტრები	გან. ერთ	კვეთი #0	კვეთი #1	კვეთი #2	კვეთი #3	კვეთი #4	კვეთი #5	კვეთი #6	კვეთი #7	კვეთი #8
კვეთის დაშორება ჰიდროკვანძიდან	კმ	0	30	35	44,5	48	54,2	74	77	80
კვეთში წყლის მაქსიმალური ხარჯი	ათ. მ ³ /წმ	67,2	14,6	13,3	11,38	10,87	9,97	8,13	7,81	7,61
დრო:										
ტალღის ფრონტის 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



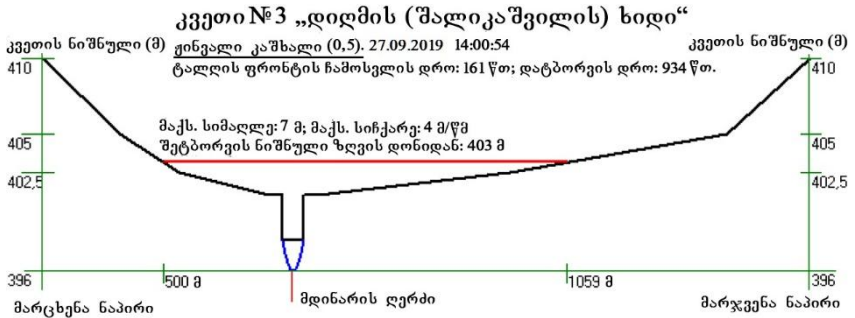
ნახ. 2.25. ჟინვალის ჰიდროკვანძი



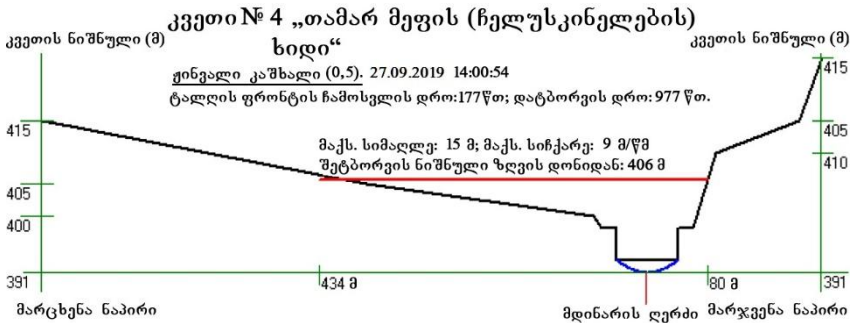
ნახ. 2.26. საანგარიშო კვეთი №1



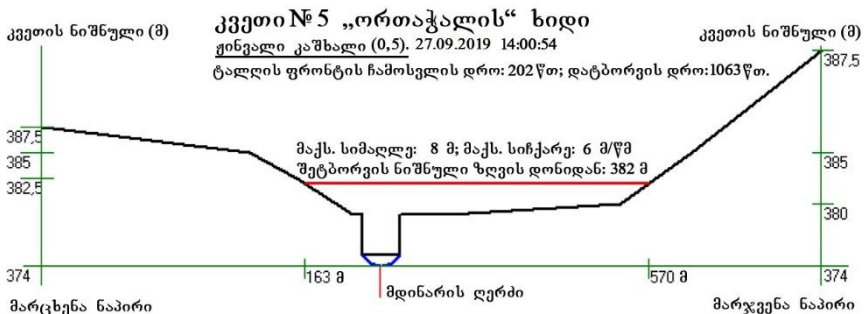
ნახ. 2.27. საანგარიშო კვეთი №2



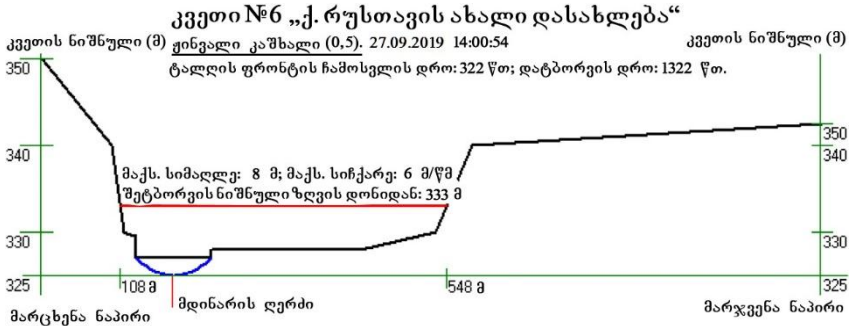
ნახ. 2.28. საანგარიშო კვეთი №3



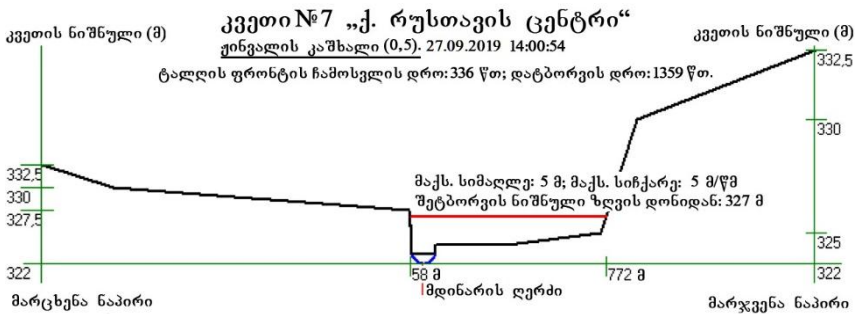
ნახ. 2.29. საანგარიშო კვეთი №4



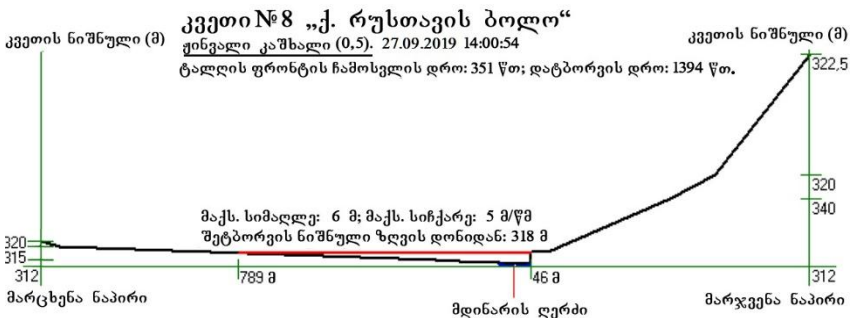
ნახ. 2.30. საანგარიშო კვეთი №5



ნახ. 2.31. საანგარიშო კვეთი №6



ნახ. 2.32. საანგარიშო კვეთი №7



ნახ. 2.33. საანგარიშო კვეთი №8

ცხრილი 2.10

სამუშაოს ანგარიში

დრო: 27.09.2019, 18:28:04

დასახელება: ჟინვალის კაშხალი (ნგრევის ხარისხით $E_3 = 0,25$)

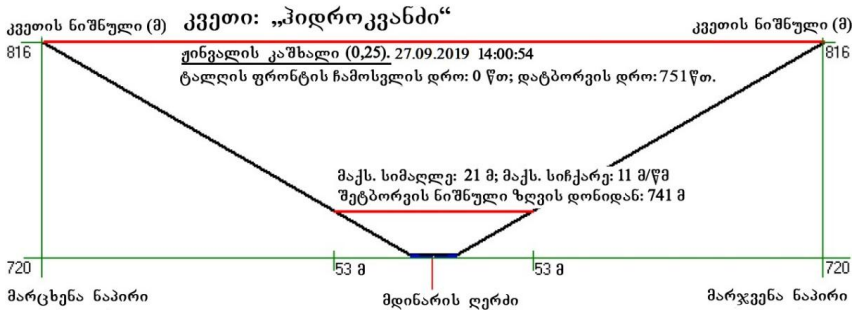
ჰიდროკვანძის საწყისი მონაცემები	განზ. ერთ.	რაოდ.
1. წყალსაცავის მოცულობა ნორმალური შეტბორვის დონეზე (ნშდ)	მლნ მ ³	520
2. წყალსაცავის სიღრმე კაშხალთან ნშდ-ზე	მ	96
3. სარკის ზედაპირის ფართობი ნშდ-ზე	მლნ მ ³	7,33
4. კაშხლის სიგანე ნშდ-ზე	მ	415
5. მდინარის სიღრმე კაშხლის ქვედა ბიეფში	მ	1
6. მდინარის სიგანე 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 2.11

განივი კვეთების დახასიათება	განზ. 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 დაცილება კაშხლიდან	კმ	30	35	44,5	48	54,2	74	77	80
ხვედრითი ნაკადი:									
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
მარცხენა ნაპირი									
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
მარჯვენა ნაპირი									
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 2.12

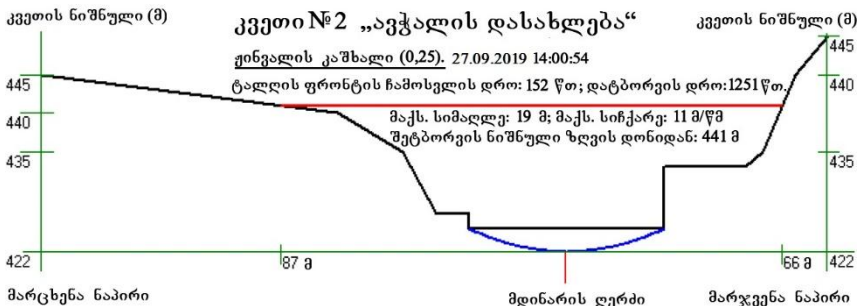
კაშხლის ნგრევის პარამეტრები	გან. ერთ	კვეთი #0	კვეთი #1	კვეთი #2	კვეთი #3	კვეთი #4	კვეთი #5	კვეთი #6	კვეთი #7	კვეთი #8
კვეთის დაშორება ჰიდროკვანძიდან	კმ	0	30	35	44,5	48	54,2	74	77	80
კვეთში წყლის მაქსიმალური ხარჯი	ათ. მ ³ /წმ	13,2	4,78	4,56	4,11	3,99	3,73	3,32	3,15	3,10
დრო:										
ტალღის ფრონტის დაწევის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



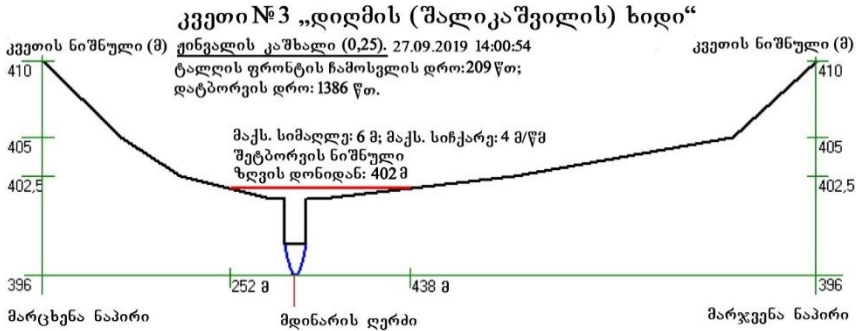
ნახ. 2.34. ჟინვალის ჰიდროკვანძი



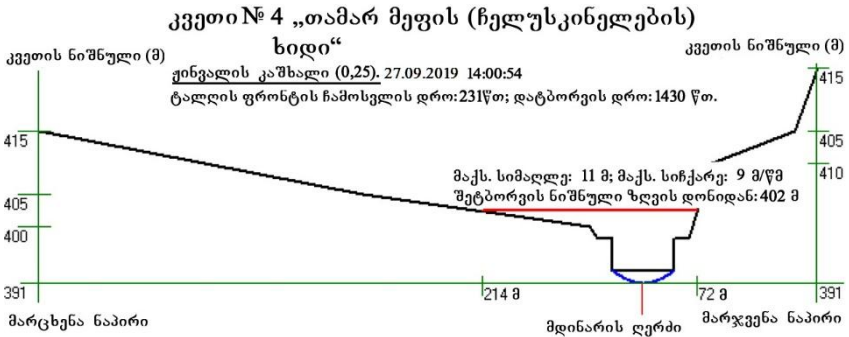
ნახ. 2.35. საანგარიშო კვეთი №1



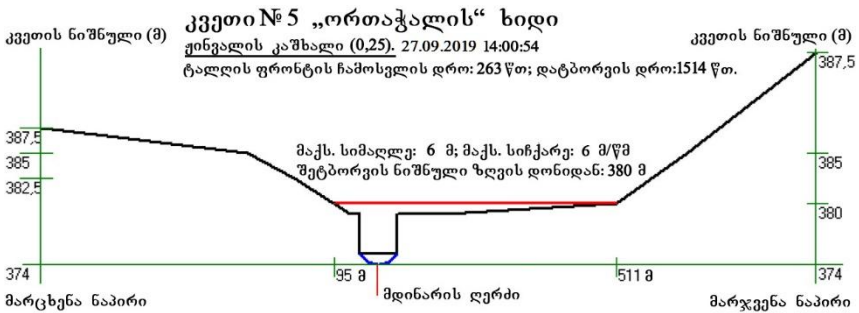
ნახ. 2.36. საანგარიშო კვეთი №2



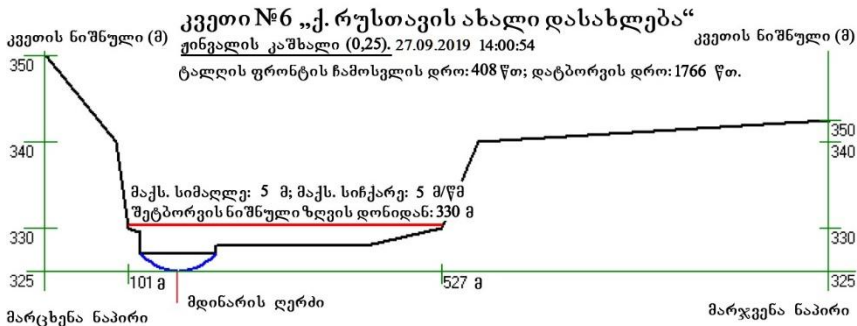
ნახ. 2.37. საანგარიშო კვეთი №3



ნახ. 2.38. საანგარიშო კვეთი №4



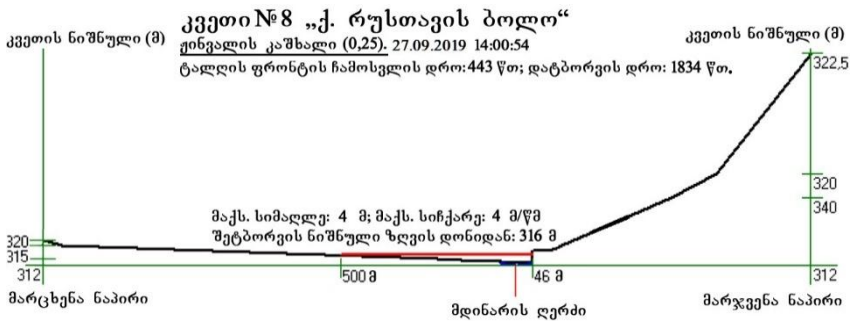
ნახ. 2.39. საანგარიშო კვეთი №5



ნახ. 2.40. საანგარიშო კვეთი №6



ნახ. 2.41. საანგარიშო კვეთი №7



ნახ. 2.42. საანგარიშო კვეთი №8

ამრიგად, ჩვენ მიერ 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 და დადგენილია დატბორილი ტერიტორიების კონტურები (დუშეთისა და მცხეთის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიები, ქ. თბილისისა და ქ. რუსთავის ტერიტორიები) შესაბამისი რისკ-ფაქტორების გათვალისწინებით.

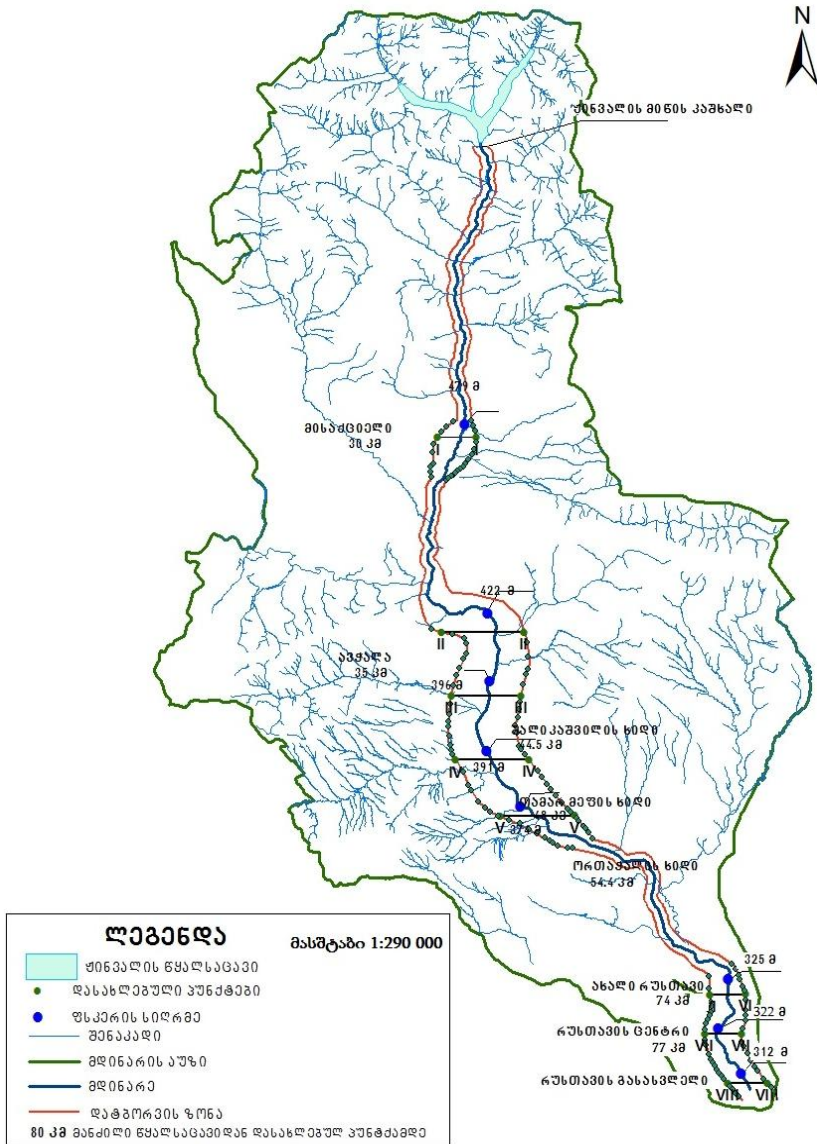
2.4. ჟინვალის მიწის კაშხლის ავარიის შედეგად დატბორილი ტერიტორიების კონტურების დაფიქსირება

მონოგრაფიის წინა პარაგრაფებში განხილული კაშხლების შესაძლო ავარიის პროგნოზირების მეთოდოლოგიისა და გლობალური ადგილმდებარეობის ხელსაწყო (GPS) გამოყენებით ჟინვალის მიწის კაშხლის ზედა ბიეფში დაფიქსირდამდ. არაგვის კალაპოტის აბსოლუტური ნიშნულები და ნოლა კალაპოტის შესაბამისი კოორდინატები [4], აქვე გაიზომა აბსოლუტური ნიშნულები კაშხლის კვეთში ზღურბლსა და მის ძირში, 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 კაშხლის ავარიის შედეგად დატბორილი ტერიტორიის ფართობის პროგნოზირების საშუალებას იძლევა.

საველე კვლევების, GPS-ის, გეოგრაფიული საინფორმაციო სისტემებისა (GIS) და კომპიუტერული პროგრამული უზრუნველყოფის გამოყენებით მდინარე არაგვის კალაპოტში დადგინდა 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 რუკაზე.

ჩატარებული კვლევების ანალიზის შედეგად დადგინდა, რომ ჟინვალის მიწის კაშხლის შესაძლო ავარიის შედეგად საქართველოს დედაქალაქ თბილისამდე წყალდიდობის მაღალი რისკის ზონაში ექცევა დუშეთისა და მცხეთის მუნიციპალიტეტის ცხრილ 2.13-ში მოყვანილი შემდეგი დასახელების სოფლები, რომელთა მოსახლეობის საერთო რაოდენობა შეადგენს 14 823 ადამიანს, ამას დაემატება ქ. თბილისის და ქ. რუსთავის მოსახლეობის ის რაოდენობა, რომლებიც ცხოვრობენ წყალდიდობის მაღალი რისკის ზონაში (იხ. სურ. 2.42).



სურ. 2.42. დატბორილი ტერიტორიის ციფრული რუკა GIS სისტემით

ცხრილი 2.13

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	ნატახარი	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.

თავი 3.

ცუნამის ტიპის ტალღების მათემატიკური მოდელობა

3.1. წყალსაცავში ფორმირებული მცირე ამპლიტუდიანი ტალღების 2D და 3D მათემატიკური მოდელობა

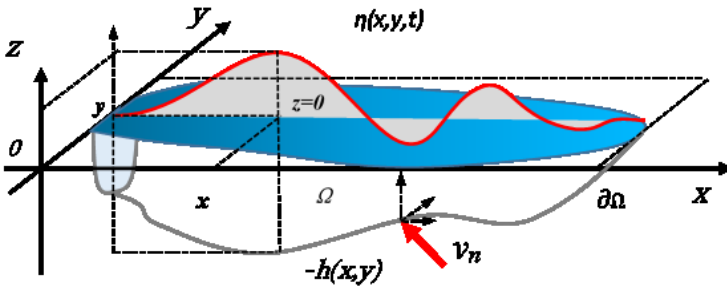
ჟინვალის კაშხალზე ჩატარებული სამეცნიერო-კვლევითი, სამუშაოების ანალიზის საფუძველზე დადგინდა, რომ მდინარე არავის წყალშემკრებ აუზში გააქტიურებულია ეროზიულ-ღვარცოფული და მეწყრული პროცესები, რაც კიდევ ამცირებს ჟინვალის წყალსაცავის სასარგებლო მოცულობას და, აქედან გამომდინარე, მისი ექსპლუატაციის ხანგრძლივობას.

ზემოთ აღნიშნულის გათვალისწინებით ყურადღება ასევე გამახვილდა ჟინვალის წყალსაცავის აკვატორიაში ღვარცოფის შესვლის ან მეწყრული პროცესების გააქტიურების შედეგად (მეწყრული პროცესების გააქტიურებით დიდ კატასტროფას ადგილი ჰქონდა იტალიაში, ვაიონტის თაღვან რკინა-ბეტონის კაშხალზე 1963 წელს, რის შედეგადაც კაშხალზე წყლის გადადინებისას დაიღუპა 2000 ზე მეტი ადამიანი), ასევე მიწის კაშხალზე ტერორისტული შეტევით გენერირებული ტალღის ჰიდროდინამიკური მახასიათებლების დადგენის მიზნით მათემატიკური

მოდელის დამუშავებაზე, სადაც კაშხალზე ნაკადის გადადინება განიხილება ტალღური რეჟიმით.

ამ შემთხვევაში ჰიდროდინამიკურ მოდელში განვიხილავთ შემდეგ შემთხვევებს: 1. ერთგანზომილებიანი (1D) სითხის მოძრაობის მოდელით, მარჩხი წყლის არაწრფივი თეორიის გამოყენებით; 2. ორგანზომილებიანი (2D) (ვერტიკალურ სიბრტყეში) მოძრაობის მოდელით, წრფივი მცირე ამპლიტუდიანი ტალღების თეორიის გამოყენებით; 3. ორგანზომილებიანი (2D) მოძრაობის მოდელით, მარჩხი წყლის არაწრფივი თეორიის გამოყენებით; 4. სამგანზომილებიანი (3D) მოძრაობის მოდელით [2, 3, 12, 13].

კაშხალზე გადადინებული ტალღის შემთხვევაში სავსებით მისაღებია დავუშვათ, რომ მოძრაობა არის არაგრავიტაციული. ასეთი მოძრაობის დახასიათება შეიძლება $\varphi = \varphi(x, y, z, t)$ სიჩქარის პოტენციალის შემოღებით. მცირე ამპლიტუდიანი ტალღების თეორიის თანახმად, თუ წარმოქმნილი ტალღების შესაბამისი ამპლიტუდა $\eta = \eta(x, y, z, t)$ რიცხობრივად მცირეა სხვა შესაბამის მახასიათებლებთან, მაგ. ტალღის სიგრძეს ან საშუალო სიღრმესთან, მაშინ η -ს წარმოებულები და მათი ნამრავლები წარმოადგენენ ასევე მეორე რიგის მცირე სიდიდეებს, რომელთა უგულებელყოფა განტოლებებში შესაძლებელია (ნახ. 3.1).

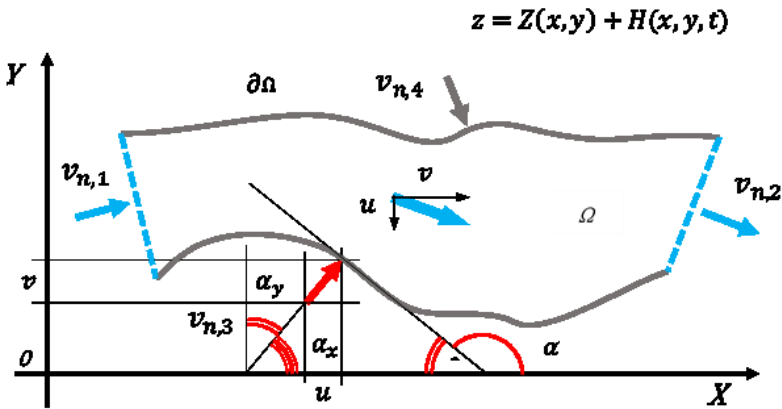


ნახ. 3.1. მცირე ამპლიტუდიანი ტალღების თეორიის გამოყენებით შემოსაზღვრულ არეზე ტალღური სამგანზომილებიანი (3D) ამოცანის შესწავლის საანგარიშო სქემა

მეორე შემთხვევაში, კაშხალზე ნაკადის ტალღის გადადინებისას, შეიძლება დავუშვათ, რომ ვერტიკალური სიჩქარეები ჰორიზონტალურ სიჩქარეებთან მიმართებაში საკმარისად მცირეა $w \ll u, v$ და ჰორიზონტალური სიჩქარეები პრაქტიკულად არ არის დამოკიდებული ვერტიკალურ კოორდინატზე $u = u(x, y, t), v = v(x, y, t)$. დამატებით თუ ჩავთვლით, რომ \vec{F} ვექტორის ვერტიკალური მდგენელია მხოლოდ სიმძიმის ძალის ტოლქმედი $f_w = -\rho g$, ხოლო ჰორიზონტალური მდგენელებია მხოლოდ ხახუნის ძალები, რომლებიც ასევე არაა დამოკიდებული ვერტიკალურ კოორდინატზე, მაშინ ნაკადის მოძრაობა შესაძლებელია განვიხილოთ $X \cdot Y$ სიბრტყეზე (ნახ.2).

ჟინვალის მიწის კაშხალზე გადადინებული წყალდიდობის ან ბმული ღვარცოფის ტალღის მათემატიკური მოდე-

ლი, რომელიც ძირითადად დაკავშირებულია ნაკადის დაუმყარებელ მოძრაობასთან ტალღის მოძრაობისას მისი ჰიდრავლიკური ელემენტები დროის ნებისმიერ მომენტში ცვლადი სიდიდეებია. ჟინვალის კაშხლის ქვედა ბიეფში ბმული ღვარცოფის ფორმირების დროს და მისი დაუმყარებელი მოძრაობისას ღვარცოფსადინარის ქვედა უბნებისაკენ, ნაკადი სისტემატურად იცვლის თავის ჰიდრავლიკურ სიდიდეებს, რაც ნაკადის ანგარიშისას აუცილებლად მხედველობაში უნდა იყოს მიღებული [1,2,3].



ნახ. 3.2. მარჩხი წყლის თეორიის გამოყენებით ორგანოზომილებიანი (2D) ბრტყელი სასაზღვრო ამოცანის შესწავლის საანგარიშო სქემა

ბმული ღვარცოფის დაუმყარებელი მოძრაობისას ანგარიშის რიცხვითი მეთოდები ემყარება სენ-ვენანის განტოლებათა სისტემის ამოხსნას [1-10], რომლის რეალიზაცია კომპიუტერზე ეფუძნება სასაზღვრო პირობების ზუსტ

შერჩევას; ამ მონაცემებს უნდა ჰქონდეთ ფიქსირებული საზღვრები, რომლის გათვალისწინების გარეშე დასახული ამოცანა სასურველი სიზუსტით არ ამოიხსნება.

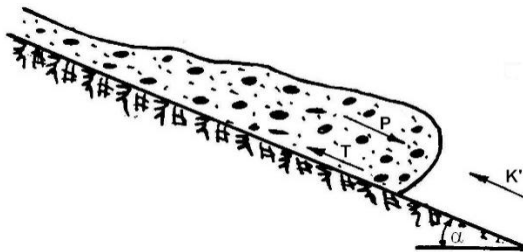
ჟინვალის კაშხლის ქვედა ბიეფში მდინარე არაგვის კალაპოტში ბმული ღვარცოფის მოძრაობა ზოგადად შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგი სქემით: მოძრაობის დაწყება, მოძრაობა ტრანზიტულ ზონაში და გაჩერება მდინარის კალაპოტში კინეტიკური ენერჯის შემცირებისას.

კერძო შემთხვევაში, ბმული ღვარცოფის ფიზიკურ-მექანიკური და რეოლოგიური თვისებებიდან გამომდინარე, შესაძლებელია ნაკადის გაჩერება მდინარის ტრანზიტულ უბნებზეც. თითოეულ ამ ფაზას აქვს თავისი განსაკუთრებული თავისებურება, გამომდინარე ამოცანის ამოხსნის მათემატიკური თვალსაზრისიდან. კერძოდ, ალგორითმის შედგენაში, პროგრამის დამუშავებაში და ა.შ., ყველა ამ ფაზების გათვალისწინებით ამოცანის ამოხსნის დროს, მხედველობაში უნდა იყოს მიღებული სასაზღვრო პირობების ისეთი მნიშვნელობები, რომელიც საშუალებას მოგვცემს ამ ფაზებში ჰიდრავლიკური ხახუნისა (K_1) და ჰაერის შუბლური წინაღობის კოეფიციენტების (K_2) გათვალისწინებით გავიანგარიშოთ ბმული ღვარცოფის ძირითადი მაჩვენებლები.

რაც შეეხება ბმული ღვარცოფის მოძრაობას ცვალებადი ხარჯის გათვალისწინებით, ჰიდრავლიკური ხახუნისა და ჰაერის წინაღობების კოეფიციენტის მხედველობაში მიღებით, ჯერ კიდევ ნაკლებად შესწავლილია და მოითხოვს ამ მეთოდების დახვეწას [2-13].

კვლევის მიზანს წარმოადგენს ბმული ღვარცოფის დაუმყარებელი მოძრაობის შესწავლა მდინარე არაგვის კალაპოტის ნებისმიერ უბანზე, როდესაც ნაკადის საშუალო სიჩქარე $V > 5,0$ (მ/წმ).

როგორც ცნობილია, მდინარის კალაპოტში ფორმირებული ბმული ღვარცოფი ღვარცოფსადინარში ნელ-ნელა იკრებს სიჩქარეს და გადადის „მოძრაობის“ ფაზაში, რომელიც კალაპოტში იღებს ერთჯერადი ტალღის სახეს. ტალღა მოძრაობს კალაპოტის ტრანზიტული უბნისაკენ ზევით განხილული სქემის მიხედვით, მისი სიჩქარე მატულობს და ნაკადის საწინააღმდეგოდ ყალიბდება ჰიდრავლიკური ხახუნისა და ჰაერის წინაღობის ძალები (ნახ. 3.3).



ნახ. 3.3. ბმული ღვარცოფის მოძრაობის საანგარიშო სქემა

ქინვალის კაშხალზე წყლის მასის გადადინების დროს წარმოშობილი ბმული ღვარცოფის შემთხვევაში განვიხილოთ ნაკადის დაუმყარებელი მოძრაობა ცვლადი ხარჯის შემთხვევაში მდინარე არაგვის α კუთხით დახრილ კალაპოტში, რომლის მოძრაობის დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემას აქვს შემდეგი სახე [2,3]:

$$\begin{cases} B \frac{\partial h}{\partial t} + B \frac{\partial (hV)}{\partial x} = q_* \\ \frac{\partial V}{\partial t} + V \frac{\partial V}{\partial x} = g \sin \alpha - g \cos \alpha \frac{\partial h}{\partial x} - V^2 \left(\frac{K_b}{h} + \frac{K_s}{l} \right) - \frac{q_* V}{\omega} \end{cases} \quad (3.1)$$

სადაც B მდინარის სიგანეა (მ), h - ღვარცოფის სიღრმე (მ), V - ღვარცოფის საშუალო სიჩქარე (მ/წმ), x - მდინარის კალაპოტის უბნის სიგრძე (მ), q_* - ღვარცოფის ხარჯის ცვლის ინტენსივობა, რომელიც განპირობებულია მდინარის სიგრძეზე ფაზების შედინება-გადინებით; g - თავისუფალი ვარდნის აჩქარება (მ/წმ²), i - მდინარის კალაპოტის ქანობი, K_1 - ჰიდრავლიკური ხახუნის კოეფიციენტი, K_2 - ჰაერის შუბლური წინაღობის კოეფიციენტი, l - ნაკადის მოძრაობის სიგრძე (მ), ω - ღვარცოფის ცოცხალი კვეთის ფართობი (მ²).

(3.1) განტოლებათა სისტემის ამოსახსნელად ვიყენებთ დიფერენციალური განტოლების ამოხსნის რიცხვით მეთოდს, კერძოდ - „ნაკადის ვექტორის გახლეჩის სქემას“ [2,

15-17]. ნაკადის ვექტორი, გამომდინარე განტოლებათა სისტემიდან, განსხვავდება ეილერისა და აეროდინამიკის ვექტორისაგან, იგი არ ითვლება ერთჯერად ფუნქციად. ამ შემთხვევაში იგი დაფუძნებულია ჰიპერბოლური განტოლებების თვისებების გამოყენებაზე, რომლის დახმარებით შესაძლებელია ვექტორის გახლეჩის სქემის აგება, რაც დიდი სიზუსტით ანგარიშის ჩატარების საშუალებას იძლევა.

როდესაც მიმდინარეობს ბმული ღვარცოფის სიჩქარის დადგენა ჰაერისა და ხახუნის წინაღობის კოეფიციენტების გათვალისწინებით, ერთ-ერთ ძირითად პრობლემას წარმოადგენს „ნაკადის ვექტორის გახლეჩის სქემის“ აგება. სტეიჯერმა და უორმინგმა [2] გამოიყენეს ის ფაქტორი, რომ ნაკადის ვექტორი $f(G)$ განტოლებათა სისტემის (3.1) დამოკიდებულებისათვის ჩათვალეს G -ს ერთადერთ ვექტორ-ფუნქციად.

ყოველივე ზემოთ აღნიშნულის გათვალისწინებით, (3.1) განტოლებათა სისტემა ჩავწეროთ დივერგენციური ფორმით კონსერვატიული ცვლადებისათვის (J - იმპულსი, h - ნაკადის სიღრმე) ვექტორული ფორმით,

$$\frac{\partial G}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} f(G) = W(G), \quad f(G) = W(G), \quad (3.2)$$

სადაც $Q = (J, h)^T$, $J = hV$

$$\begin{cases} f(G) = (\bar{J}^2/h + gh^2/2; \bar{J})^T; \\ W(G) = \left[\frac{1}{h} \left\{ g \sin \alpha - V^2 \left(\frac{K_b}{h} + \frac{K_d}{\ell} \right) - \frac{qV}{\omega} \right\}; q_* B \right]^T. \end{cases} \quad (3.3)$$

ბმული ღვარცოფის ფორმირების პროცესს განვიხილავთ, როგორც ბუნებრივი ზღუდარის ან მიწის კაშხლის ნგრევის შემთხვევას, როდესაც სასაზღვრო პირობებს აქვს შემდეგი მნიშვნელობები:

ა) ნაკადის სიღრმისათვის:

$$\begin{cases} 1; & t < 0,12 \\ 1 + \frac{(t-0,12)}{0,3}; & 0,12 \leq t \leq 0,72 \\ 3,0; & 0,90 < t < 2,40; \\ 1,0; & t \geq 2,40. \end{cases} \quad (3.4)$$

ბ) ნაკადის სიჩქარისათვის:

$$V_0(x) = 0,2; h_0(x) = 1,0; \quad (3.5)$$

ამოცანის რეალიზაციის პროცესში მხედველობაშია მიღებული როგორც ღვარცოფული მასის ძირითადი ჰიდროლოგიური, ჰიდრაგლიკური თვისებები, ასევე მდინარის კალაპოტის გეოლოგიურ-ტოპოგრაფიული მახასიათებლები.

ამისათვის ვიყენებთ მატრიცის $\nabla F = \frac{\partial F}{\partial Q}$ საკუთრივ

მნიშვნელობებს, რომლებსაც აქვს შემდეგი სახე:

$$\lambda_1 = V + \sqrt{gh \cos \alpha} ; \lambda_2 = V - \sqrt{gh \cos \alpha} . \quad (3.6)$$

შემოვიტანოთ აღნიშვნა $C_0 \equiv \sqrt{gh \cos \alpha}$, რომელიც ბმულ ღვარცოფში სიჩქარის იმპულსის სიდიდეს აღნიშნავს. ყოველივე ზემოთ აღნიშნულის გათვალისწინებით ღვარცოფი შეიძლება წარმოდგენილი იყოს შემდეგი სახით:

$$f(G) = \frac{h}{2} \begin{bmatrix} V(\lambda_1 + \lambda_2) + C_0(\lambda_1 - \lambda_2) / 2; \\ \lambda_1 + \lambda_2 \end{bmatrix}, \quad (3.7)$$

ხოლო საკუთრივი რიცხვითი მნიშვნელობები λ_1 და λ_2 კი წარმოვიდგინოთ:

$$\lambda_1 = \lambda_1^+ + \lambda_1^- ; \lambda_2 = \lambda_2^+ + \lambda_2^- . \quad (3.8)$$

სიდიდეები λ_1 და λ_2 შეიძლება შევარჩიოთ სხვადასხვა სახით, მაგალითად:

$$\begin{aligned} \lambda_1^+ &= 0,5(V + |V|) + C_0; \\ \lambda_1^- &= 0,5(V - |V|) + C_0; \\ \lambda_2^+ &= 0,5(V + |V|); \\ \lambda_2^- &= 0,5(V - |V|). \end{aligned} \quad (3.9)$$

თუ (3.8) გამოსახულების მნიშვნელობებს შევიტანთ (3.7) გამოსახულებაში, მივიღებთ:

$$\tilde{f}(\Pi) = a^+(\Pi) - a^-(\Pi) = p \begin{bmatrix} V(|V| + C_0); \\ |V| + C_0 \end{bmatrix} \quad (3.10)$$

ჩავწეროთ მთლიანად კონსერვატიული სხვაობითი სქემა არაწრფივი რეგულატორით და, თუ გავითვალისწინებთ (3.1) განტოლებათა სისტემის მარჯვენა მხარეს, მივიღებთ:

$$G_t + f(G, \alpha, \sigma) = R_{xx}(G) + W(G) \quad (3.11)$$

სადაც, $G = (j^-, h)^T$; $j^- = hV$. ე. ი.

$$\left\{ \begin{array}{l} f(G, \alpha, \sigma) = \left(\bar{J}^{(\alpha)} \cdot V^{(\sigma)} + 0,5 \cos \alpha (h^2)^\alpha; \bar{J}^{(\alpha)} \cdot V^\sigma \right)^T \\ R(G) = \frac{h\Delta x}{4} \begin{bmatrix} (|V + C_0| + |V - C_0|) \cdot V + 0,5 C_0 h |V + C_0| - |V - C_0|; \\ |V + C_0| - |V - C_0| \end{bmatrix}^T \\ W(G) = \left[\frac{1}{h} \left\{ g \sin \alpha - V^2 \left(\frac{K_x}{h} + \frac{K^h}{\ell} \right) - \frac{g_* V}{\omega} \right\}; g_* B \right] \end{array} \right\} \quad (3.12)$$

როდესაც $\alpha = 0$ და $\sigma = 0$, სხვაობითი სქემა (11) იცვლის სახეს და მიიღება ბმული ღვარცოფის „ვექტორის გახლეჩის სქემა“, ე.ი.

$$G^{n+1} = G^n - \tau' \left[f(G)_x + 0,5 \Delta x f(G_{xx}) \right] + \tilde{W} \quad (3.13)$$

სადაც, τ' დროის ცვალებადობის ბიჯია; X - თანაბარი სივრცით ბადის ბიჯი, n - დროებითი ფენის ნომერი, ხოლო

\tilde{W} - განტოლების სისტემის მარჯვენა ნაწილის დისკრეტული ანალოგია.

სქემის რეალიზაციისათვის საჭიროა შესრულდეს კურანტ-ფრიდრიხ-ლევის მდგრადობის პირობა [7]:

$$\tau' \leq \frac{Cr \cdot \min \Delta x}{\max(|V| + C_0)} \quad (3.14)$$

სადაც Cr კურანტის რიცხვია.

დამოკიდებულება (11) გამოვსახოთ გამლილი სახით, მივიღებთ:

$$(hV)_i^{n+1} = (hV)_i^n - \tau' \left[\frac{1}{2\Delta x} \left\{ \left(hV^2 + \frac{gh^2 \cos \alpha}{2} \right)_{i+1}^n - \left(hV^2 + \frac{gh^2 \cos \alpha}{2} \right)_{i-1}^n \right\} - \frac{1}{2\Delta x} \left\{ [hV(|V| + C_0)]_{i+1}^n - 2[hV(|V| + C_0)]_{i-1}^n \right\} + \right. \quad (3.15)$$

$$\left. + \frac{1}{h_i^n} \left[g \sin \alpha - (V_i^n)^2 \left(\frac{K_x}{h} + \frac{K_h}{\ell} \right) - \frac{q_* V_i^n}{\omega} \right];$$

$$h_i^{n+1} = h_i - \tau' \left[\frac{1}{2\Delta x} \left\{ \left((hV)_{i+1}^n - (hV)_{i-1}^n \right)_{n+1} \right\} - \frac{1}{2\Delta x} \left\{ [h(|V| + C_0)]_{i+1}^n - 2[h(|V| + C_0)]_i^n + [h(|V| + C_0)]_i^n \right\} + q_* B \right]. \quad (3.16)$$

ბმული ღვარცოვის დაუმყარებელი მოძრაობის ანგარიში ჰაერისა და ჰიდრავლიკური ხახუნის წინააღმდეგობის კოეფიციენტების გათვალისწინებით რეალიზებულია კომპიუტერზე.

საწყისი მონაცემების მნიშვნელობები იცვლებოდა შემდეგ საზღვრებში: მდინარე არაგვის კალაპოტის ქანობი $i = 0,01...0,12$; მდინარის ნოლა კალაპოტის სიგანე $B=20,0...300,0$ (მ); წყალდიდობის ან ბმული ღვარცოფის ხარჯის ცვლის ინტენსივობა $q=38,0...457,0$ (მ³/წმ); ჰიდრაულიკური ხახუნის კოეფიციენტი $K_1=0,1...0,05$; ჰაერის შუბლური წინაღობის კოეფიციენტი $K_2 = 0,01...0,05$.

თავი 4.

ჟინვალის მიწის კაშხლის შესაძლო ავარიის შემთხვევაში წყალდიდობის რისკის ზონის დადგენა რისკების პორტფოლიოს ანალიზის (CAPRA) მოდელის მიხედვით

4.1. რისკის არსი და მისი განსაზღვრება

რისკი არის იმ შედეგის დადგომის ალბათობა, რომელიც წარმოადგენს გადახრას დაგეგმილი/მოსალოდნელი შედეგიდან და უარყოფითად მოქმედებს საკვლევი ობიექტის მიზნების მიღწევაზე.

რისკი განისაზღვრება შემდეგი მახასიათებლების კომბინაციით:

ა) მოხდენის ალბათობა;

- მოხდენის ალბათობა არის კონკრეტული შედეგის დადგომის შესაძლებლობა, სადაც გასათვალისწინებელია შედეგის დადგომის სიხშირე.

ბ) გავლენა (მოხდენის შემთხვევაში).

- გავლენა არის მიღებული ეფექტი კონკრეტული შედეგის დადგომის შემთხვევაში. გავლენა ითვალისწინებს ოთხ ელემენტს:

- დრო;
- ხარისხი;

- სარგებელი;
- ადამიანური და სხვა რესურსები.

მოხდენის ალბათობისა და გავლენის კომბინაცია განსაზღვრავს კონკრეტული რისკის მნიშვნელობის დონეს და დაწესებულების მიზნებიდან გამომდინარე, პრიორიტეტების მიხედვით, იძლევა რისკის დახარისხების საშუალებას.

პირველ რიგში, უნდა განიხილებოდეს და იმართებოდეს რისკები, რომელთა მოხდენის ალბათობა და გავლენა ყველაზე მაღალია. რიგითობით ყოველი შემდეგი რისკი უნდა იყოს ნაკლები მოხდენის ალბათობითა და გავლენით. პრაქტიკაში ეს პროცესი გაცილებით რთულია, რადგან არსებობენ რისკები, რომელთა მოხდენის ალბათობა არის მაღალი, მაგრამ დაბალია გავლენა და/ან პირიქით. ასეთ შემთხვევებში უნდა განხორციელდეს რისკების პრიორიტეტებად დალაგება დაწესებულების მიზნებისა და ამოცანებიდან გამომდინარე, რათა არ მოხდეს შეცდომის დაშვება (იხ. ცხრილი 4.1).

ცხრილი 4.1

ალბათობა	მაღალი	პრიორიტეტულია
გავლენა	მაღალი	
ალბათობა	მაღალი	რიგითობის განსაზღვრა უნდა მოხდეს დაწესებულების მიზნებისა და სტრატეგიიდან გამომდინარე
გავლენა	დაბალი	
ალბათობა	დაბალი	რიგითობის განსაზღვრა უნდა მოხდეს დაწესებულების მიზნებისა და სტრატეგიიდან გამომდინარე
გავლენა	მაღალი	
ალბათობა	დაბალი	ნაკლებად პრიორიტეტულია
გავლენა	დაბალი	

4.2. რისკის მართვა

რისკის მართვა წარმოადგენს რისკის განსაზღვრის, შეფასების, მონიტორინგის და რისკის მისაღებ დონეზე შენარჩუნების მიზნით საჭირო კონტროლის ღონისძიებების გატარების პროცესს, რომელიც გავლენას ახდენს დაწესებულების მიზნებისა და ამოცანების მიღწევაზე და გულისხმობს საჭირო ღონისძიებების განხორციელებას რისკის შემცირების მიზნით.

რისკის მართვა წარმოადგენს ერთიან, უწყვეტ და განვითარებად პროცესს, რომელშიც თავისი უფლებამოსილების

ფარგლებში მონაწილეობას იღებს დაწესებულების თითო-
ეული თანამშრომელი.

რისკის მართვა წარმოადგენს დაწესებულების სტრატე-
გიული მართვის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან კომპონენტს.

რისკის მართვის მთავარი ამოცანაა მოახდინოს რისკების
იდენტიფიკაცია და საპასუხო ღონისძიებების გატარება.
რისკის მართვის საშუალებით შესაძლებელია გამოვლინდეს
პოტენციური დადებითი თუ უარყოფითი ფაქტორები, რაც
გავლენას ახდენს საკვლევი ობიექტის საქმიანობაზე.

რისკის მართვა მოიცავს პრაქტიკულად ყველა რისკს,
რომელიც ეხება საკვლევი ობიექტის საქმიანობას წარსულში,
აწმყოსა და მომავალში.

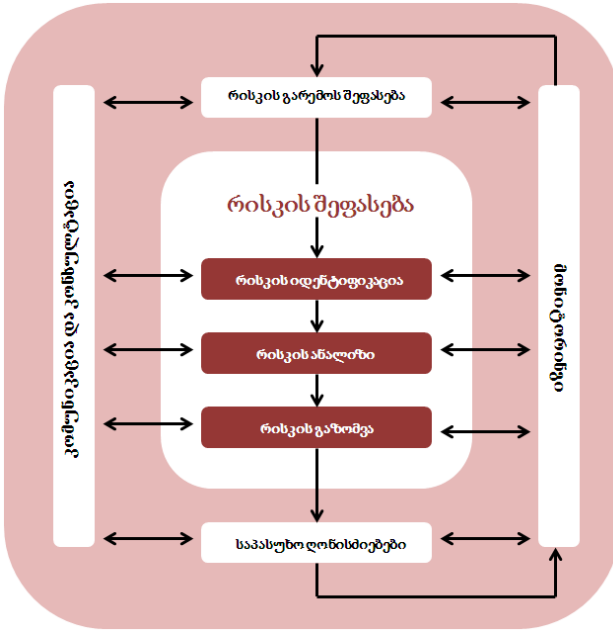
ხელმძღვანელობა უზრუნველყოფს საკვლევი ობიექტის
რისკის მართვის გამართული სისტემის ჩამოყალიბებას და
ფუნქციონირებას, ხოლო საკვლევ ობიექტში შექმნილი შიდა
აუდიტის სუბიექტის მოვალეობაა არსებული რისკის
მართვის სისტემის შეფასება და მის გასაუმჯობესებლად
შესაბამისი რეკომენდაციების გაცემა. რისკის მართვა უნდა
ატარებდეს პერმანენტულ ხასიათს და ხორციელდებოდეს
საკვლევი ობიექტის ხელმძღვანელის მიერ ყოველწლიურად
დამტკიცებული რისკის მართვის სტრატეგიის შესაბამისად.

რისკის მართვა ეხმარება და აძლიერებს საკვლევ ობიექტს, უზრუნველყოფს რა მისი ამოცანების ეფექტურად შესრულებას, მათ შორის:

- საკვლევ ობიექტის ზოგადი მიმართულებების ჩამოყალიბებას, რომელიც საშუალებას იძლევა მომავალი საქმიანობა გამართული და კონტროლირებადი ფორმით წარიმართოს;
- რიგი პროცესების გაუმჯობესებას - გადაწყვეტილების მიღება, დაგეგმვა და პრიორიტეტების მინიჭება;
- საკვლევ ობიექტის არსებული ქონებისა და რესურსების პროდუქტიული განაწილებისა და გამოყენების ხელშეწყობას;
- საკვლევ ობიექტის რეპუტაციისა და აქტივების დაცვას და გაძლიერებას;
- ადამიანური რესურსებისა და ინსტიტუციონალური ცოდნის ბაზის განვითარებას და გაძლიერებას;
- ოპერაციების ოპტიმიზაციას და სხვ.

რისკის მართვის პროცესი არის კოორდინირებული და თანამიმდევრული უწყვეტი ქმედებების ერთობლიობა.

რისკის მართვის პროცესი (ISO 31000-ის მიხედვით)



4.3. რისკის იდენტიფიკაცია

რისკის იდენტიფიკაცია არის პროცესი, რომლის დროსაც ხდება რისკის მოძიება და დეტალური აღწერა (მაგალითისათვის იხ. ცხრილი 4.3). მნიშვნელოვანია, რომ იდენტიფიკაცია იყოს კარგად ჩამოყალიბებული და მაქსიმალურად ყველა რისკის მომცველი უწყვეტი პროცესი. წინააღმდეგ შემთხვევაში, არაიდენტიფიცირებული ე.წ. „გამორჩენილი“ რისკი ვეღარ დაექვემდებარება რისკის მართვის პროცესს და

შესაძლებელია უარყოფითად იმოქმედოს საკვლევი ობიექტის მიზნების მიღწევაზე.

ცხრილი 4.3	
რისკის კატეგორიები	
სტრატეგიული რისკები	ეს კატეგორია ეხება უწყების გრძელვადიან სტრატეგიულ მიზნებს, რომლებიც შეიძლება „დაზარალდნენ“ შემდეგი რისკებით, როგორცაა პოლიტიკური, საკანონმდებლო და მარეგულირებელი ცვლილებები და დაწესებულების რეპუტაციის რისკები.
ოპერაციული რისკები	ამ კატეგორიაში ერთიანდება ის ყოველდღიური რისკები, რასაც უწყება აწყდება თავისი ამოცანებისა და ფუნქციების განხორციელებისას.
ფინანსური რისკები	ამ კატეგორიას მიეკუთვნება ფინანსების ეფექტურ მართვასა და კონტროლთან დაკავშირებული რისკები და, ასევე, გარე ფაქტორები: საკრედიტო ხელმისაწვდომობა, სავალუტო კურსი, საპროცენტო განაკვეთის მოძრაობა და სხვა მიმდინარე პროცესები.
ცოდნის მართვა	ამ კატეგორიაში შედის ცოდნითი რესურსების ეფექტურ მართვასა და კონტროლთან დაკავშირებული რისკები. ამ კატეგორიაში გარე ფაქტორები შეიძლება იყოს ინტელექტუალური საკუთრების უნებართვოდ ან ბოროტად გამოყენება, კონკურენტული ტექნოლოგიები. შიდა ფაქტორები - შეიძლება იყოს სისტემის არასწორი მუშაობა ან საჭირო პერსონალის გადინება.
შესაბამისობა	ეს კატეგორია მოიცავს ისეთ საკითხებს, როგორცაა ჯანმრთელობა და უსაფრთხოება, მონაცემთა ბაზის ხელმისაწვდომობა, საქმიანობის მარეგულირებელი საკითხები.

თითოეულმა უწყებამ უნდა მოახდინოს თავისი სპეციფიკისა და მიზნებიდან გამომდინარე რისკების დაყოფა კატეგორიებად, საიდანაც ნათლად გამოჩნდება რისკის წარმოშობის წყარო (მაგალითისთვის იხ. ცხრილი 4.4).

ცხრილი 4.4

რისკის დეტალური აღწერა		
1	რისკის დასახელება	<ul style="list-style-type: none"> • უნიკალური იდენტიფიკატორი ან რისკის ინდექსი.
2	რისკის ფარგლები	<ul style="list-style-type: none"> • მოვლენების თვისობრივი აღწერა, მათი ზომა, ტიპი, ნომერი და სხვ.
3	რისკის კატეგორია	<ul style="list-style-type: none"> • სტრატეგიული, ოპერაციული, ფინანსური, ცოდნის მართვა, შესაბამისობა და სხვ.
4	დაინტერესებული პირები	<ul style="list-style-type: none"> • როგორც შიდა, ისე გარეშე დაინტერესებული პირები და მათი მოლოდინი.
5	რისკის პირობა	<ul style="list-style-type: none"> • მნიშვნელობა და ალბათობა.
6	დანაკარგის გამოცდილება	<ul style="list-style-type: none"> • ადრე მომხდარი მსგავსი ინციდენტები და რისკთან დაკავშირებული დანაკარგის გამოცდილება.
7	რისკის „მადა“/ ტოლერანტობა	<ul style="list-style-type: none"> • პოტენციური ზარალი და რისკის ზემოქმედების ფინანსური შედეგი • პოტენციური დანაკარგების ალბათობა • რისკის კონტროლის მიზანი
8	საპასუხო ღონისძიებები და კონტროლის მექანიზმები	<ul style="list-style-type: none"> • რისი საშუალებითაც ხდება რისკთან გამკლავება • არსებული კონტროლის სანდოობის ხარისხი • პროცედურების ჩამოყალიბება მონიტორინგისა და ანალიზისთვის

9	გაუმჯობესების პოტენციური გზები	<ul style="list-style-type: none"> რეკომენდაციები რისკის შესამცირებლად
10	სტრატეგიისა და პოლიტიკის შემუშავება	<ul style="list-style-type: none"> რისკებთან დაკავშირებული სტრატეგიისა და პოლიტიკის შემუშავებაზე პასუხისმგებელი პირის განსაზღვრა

რისკის იდენტიფიკაცია გულისხმობს ზემოქმედების შედეგების განსაზღვრას, რათა მაქსიმალურად იქნას თავიდან აცილებული მოსალოდნელი უარყოფითი შედეგები.

რისკის იდენტიფიკაციის მეთოდებია:

- ✓ გასაუბრება და დისკუსია განსხვავებული სპეციალიზაციის მქონე პირთა ჯგუფებთან;
- ✓ კითხვარების შევსება;
- ✓ წინა პერიოდის მოვლენების ანალიზი;
- ✓ რისკის არსებული მონაცემთა ბაზის ანალიზი;
- ✓ მოვლენათა სხვადასხვა პოტენციური განვითარების ანალიზი;
- ✓ დაწესებულებაში სხვადასხვა სტრუქტურის ან/და პირების მიერ განხორციელებული ფუნქციის სისტემიზაცია და სტრუქტურული ანალიზი;
- ✓ ოპერაციული მოდელირება.

4.4. რისკის ანალიზი

რისკის ანალიზი ხორციელდება იდენტიფიცირებული რისკების ალბათობისა და გავლენის შესწავლის მიხედვით, რათა განისაზღვროს, თუ როგორ უნდა იმართონ ისინი. შედეგად, რისკის ანალიზი გულისხმობს იმ ფაქტორების იდენტიფიკაციას, რომლებმაც შეიძლება გავლენა მოახდინონ რისკის მოხდენის ალბათობასა და შედეგებზე.

საწყის ეტაპზე ხორციელდება წინასწარი ანალიზი, რომელიც გულისხმობს მსგავსი რისკების დაჯგუფებას, გაერთიანებასა და დაბალი გავლენის მქონე რისკების გამორიცხვას (აღსანიშნავია, რომ გამორიცხვა არ გულისხმობს უგულებელყოფას, ვინაიდან მათი აღრიცხვა განხორციელდა რისკების იდენტიფიკაციის ეტაპზე).

შემდეგი ეტაპია რისკის დონის განსაზღვრა მისი მასშტაბებიდან გამომდინარე. რისკის დონის განსაზღვრა ხდება არამართო რისკის მოხდენის ალბათობისა და გავლენის შესწავლით, არამედ ასევე რისკების ურთიერთდამოკიდებულებებისა და სხვა ფაქტორების გათვალისწინებით.

რისკის დონე შესაძლებელია მისაღები იყოს უწყებებისთვის და მას რისკის „მადა“ ეწოდება.

შესაძლებელია ასევე მოხდეს არა რომელიმე კონკრეტული რისკის, არამედ კომბინირებული რისკების განსაზღვრა.

რისკის ანალიზი შეიძლება განხორციელდეს სხვადასხვა გზით, რაც დამოკიდებულია კონკრეტულ რისკზე, ანალიზის მიზანზე, ხელმისაწვდომ ინფორმაციაზე, მონაცემებზე, რესურსებზე და სხვ.

რისკის ანალიზი შეიძლება იყოს:

- რაოდენობრივი;
- ხარისხობრივი;
- კომბინირებული.

❖ *რაოდენობრივი ანალიზი*

იმ შემთხვევაში, როდესაც არსებობს რაოდენობრივი მონაცემები რისკის მოხდენის ალბათობისა და გავლენის შესახებ, მაშინ საუკეთესო გზას წარმოადგენს რისკის რაოდენობრივი ანალიზის განხორციელება. არარაოდენობრივი შეფასება ნაკლებად საიმედოა, განსაკუთრებით რისკის მოხდენის ალბათობის შეფასებისას.

რაოდენობრივი ანალიზის დროს შესაძლოა, გამოყენებული იქნას შემდეგი მეთოდები:

- ალბათობის ანალიზი;
- გავლენის ანალიზი;
- კომპიუტერული მოდელირება;
- სტატისტიკური ანალიზი და სხვ.

❖ ხარისხობრივი ანალიზი

ხარისხობრივი ანალიზი ფართოდ არის გავრცელებული სახელმწიფო სექტორში, სადაც ანგარიშვალდებულებისა და საზოგადოებაზე გავლენის შედეგი მეტად მნიშვნელოვანია, რაც ხშირ შემთხვევაში შეუძლებელს ან მეტად ხარჯიანს ხდის რისკების რაოდენობრივი სახით გამოსახვას. ასეთი ანალიზი ეყრდნობა სუბიექტურ შეფასებას და ასეთ დროს გადაწყვეტილებები მიიღება ხელმძღვანელთა გამოცდილების, ცოდნის, განსჯის და ინტუიციის საფუძველზე. ანალიზის ეს ტიპი სიტყვიერად აღწერს რისკის მოხდენის ალბათობას და გავლენის მასშტაბს (იხ. დანართი 2).

ხარისხობრივი ანალიზი გამოიყენება:

- როდესაც არ არსებობს რაოდენობრივი ანალიზისათვის აუცილებელი მონაცემები და რესურსები;
- რისკების ანალიზის საწყის ეტაპზე, როგორც რისკის მოკვლევის საშუალება;
- როდესაც ამ ტიპის ანალიზი საკმარისია სათანადო ანალიზის განსახორციელებლად და გადაწყვეტილებების მისაღებად.

გავრცელებულ პრაქტიკას რისკის ანალიზის პროცესში წარმოადგენს რისკის მატრიცის შემუშავება, რაც გვამლევს რისკის რანჟირებისა და გამოვლენის საშუალებას. მატრიცა

დგება რისკის ალბათობისა და გავლენის ურთიერთკავშირით, რის მიხედვითაც ვიღებთ რისკის რეიტინგს და ვახდენთ მის კატეგორიზაციას (მაგალითისათვის იხ. ცხრილი 4.5).

ცხრილი 4.5

რისკის მატრიცის მაგალითი

ალბათობა	მაღალი	3	6	9
	საშუალო	2	4	6
	დაბალი	1	2	3
		დაბალი	საშუალო	მაღალი
		გავლენა		

სადაც,

მაღალი	<ul style="list-style-type: none"> • ფინანსური გავლენა არის მაღალი; • მნიშვნელოვანია გავლენა საკვლევი ობიექტის სტრატეგიასა და ოპერაციებზე; • მნიშვნელოვანია დაინტერესება მხარეების მიერ.
საშუალო	<ul style="list-style-type: none"> • ფინანსური გავლენა არის საშუალო; • ზომიერია გავლენა საკვლევი ობიექტის სტრატეგიასა და ოპერაციებზე; • ზომიერია დაინტერესება მხარეების მიერ.
დაბალი	<ul style="list-style-type: none"> • ფინანსური გავლენა არის დაბალი; • დაბალია გავლენა დაწესებულების სტრატეგიასა და ოპერაციებზე; • დაბალია დაინტერესება მხარეების მიერ.

რისკის მატრიცის მაგალითში გამუქებულია ისეთი რისკები, რომელთა რეიტინგიც მიუღებელია და ზომები უნდა იქნას მიღებული მათ შესამცირებლად ან თავიდან ასაცილებლად.

4.5. რისკის გაზომვა

რისკის გაზომვა წარმოადგენს პროცესს, რომლის დროსაც ხდება მისი ანალიზის შედეგებისა და კრიტერიუმების შედარება.

რისკის გაზომვა ითვალისწინებს შეფასებული ანუ რეიტინგმინიჭებული რისკის დამოკიდებულებას არსებულ კონტროლის მექანიზმებთან და დაწესებულებისთვის რისკის მისაღებ დონესთან. რისკის გაზომვის მიზანია, შესაბამისი ზომები იქნას მიღებული კონკრეტული კრიტერიუმებიდან, დაწესებულების მიზნებიდან და ამოცანებიდან გამომდინარე. რისკის გაზომვა მოიცავს შემდეგ სამ ეტაპს:

- **დაწესებულებაში არსებული კონტროლის მექანიზმების ხარისხობრივი დახასიათება**, კერძოდ, თუ როგორია ის პროცესები, პოლიტიკა და სხვა არსებული ფაქტორები, რომელთა მიზანია რისკის განეიტრალება. დაწესებულებაში არსებული კონტროლის მექანიზმების ხარისხის შეფასება ხდება შემდეგი ტერმინების გამოყენებით:

- ა) არარსებული;
- ბ) არაადეკვატური;
- გ) ადეკვატური;
- დ) ძლიერი;

ე) გადაჭარბებული (გულისხმობს ზედმეტად ძლიერი კონტროლის მექანიზმების არსებობას, რაც თავისთავად გამოიწვევს როგორც მატერიალური, ასევე სხვა რესურსების გადახარჯვას).

- **რისკის დახასიათება დაწესებულებაში რისკის მისაღებ დონესთან მიმართებაში**, კერძოდ, შესაძლებელია რისკის დახასიათება შემდეგნაირად: მიუღებელი, მისაღები, მაგრამ შესაბამისი საპასუხო ღონისძიებების გამოყენების აუცილებლობით და მისაღები. შესაძლებელია ასევე რისკის მისაღები ნულოვანი დონის არსებობაც (იმ შემთხვევაში, როცა მისგან თავის არიდება შესაძლებელია). რისკი იმ შემთხვევაშია მისაღები, როცა საპასუხო ღონისძიებების განხორციელება შეუძლებელია ან თავად რისკი არამატერიალური და უმნიშვნელოა, ასეთ შემთხვევაში საპასუხო ღონისძიებებზე რესურსების ხარჯვა არ არის მიზანშეწონილი.

უწყებებში, შეიძლება ჩამოყალიბდეს რისკის კრიტერიუმები, რისკის მისაღები დონის საზომები და რისკთან დაკავშირებული სხვა პარამეტრები (მაგალითად, მოულოდნელი ზარალის მისაღები დონის დაწესება, რომლის მიღმაც ზარალი ჩაითვლება მიუღებლად, ხოლო ფარგლებში - მისაღებად).

საკასუხო ღონისძიებებთან დაკავშირებით გადაწყვეტილების მიღება ემყარება რისკის გაზომვის ზემოთ მოცემულ პირველ და მე-2 ეტაპებს, კერძოდ, საკასუხო ღონისძიებებია: თავის არიდება (მაგ. თუ რისკი არის მიუღებელი, შესაძლებელია მისი თავიდან არიდება, იმ გადაწყვეტილების არმიღების და იმ ღონისძიების არგანხორციელების გზით, რაც იწვევს რისკის წარმოქმნას), კონკრეტული საკასუხო ქმედებების განხორციელება, შეგუება და მონიტორინგი (მაგ. რისკი მისაღებია და ხდება მასთან შეგუება და მონიტორინგი იმ შემთხვევაში, როცა კონკრეტული საკასუხო ქმედებების განხორციელება არაპრაქტიკული ან შეუძლებელია. ასევე შეგუებას და მონიტორინგს ვახდენთ ისეთ რისკებზე, რომელთა ზემოქმედების დონე უმნიშვნელოა, მაგრამ რომელთა მახასიათებლები შესაძლებელია მომავალში შეიცვალოს) და ა.შ.

4.6. საკასუხო ღონისძიებები

რისკის შეფასების შედეგად, მიიღება გადაწყვეტილება, თუ რა სახის ღონისძიებები უნდა განხორციელდეს გამოვლენილი რისკების საკასუხოდ და როგორია ყველაზე უფრო ეფექტიანი საკასუხო ღონისძიებების სტრატეგია.

საპასუხო ღონისძიებათა მიზანია უწყებების წინაშე არსებული რისკების უარყოფითი ზეგავლენის შემცირება, რაც აისახება საფრთხის შემცირებასა და დაწესებულების მიერ დასახული მიზნების სრულყოფილად მიღწევაში. საპასუხო ღონისძიებები ძირითადად მოიცავს რისკის კონტროლს, თუმცა ამასთან ერთად გვხვდება ისეთი ღონისძიებები, როგორცაა რისკის თავიდან აცილება, რისკის გაზიარება, რისკის დაფინანსება და სხვა.

საპასუხო ღონისძიებებს შორის საუკეთესოს შერჩევა მოიცავს ყოველი სახის ღონისძიების ხარჯისა და სარგებლის შედარებას. რისკის მართვის ღირებულება უნდა იყოს შესაბამისი იმ სარგებლისა, რაც მიიღება ამ მართვის შედეგად. როდესაც ხორციელდება ხარჯის სარგებელთან შედარება, გათვალისწინებულ უნდა იქნას კონკრეტული გარემო და ვითარება. მნიშვნელოვანია, მხედველებაში მიღებულ იქნას ყველა პირდაპირი და ირიბი ხარჯი და სარგებელი (როგორც მატერიალური, ასევე არამატერიალური), მოხდეს მათი შეფასება ფინანსური ან სხვა მეთოდით. საპასუხო ღონისძიებების შერჩევის დროს მხედველობაში უნდა იქნას მიღებული ისეთი ფაქტორები, როგორცაა პოლიტიკური და სოციალური.

იმ შემთხვევაში, თუ საპასუხო ღონისძიებების ბიუჯეტი არის შეზღუდული, რისკის საპასუხო ღონისძიებების გეგმამ ზუსტად უნდა ასახოს ის პრიორიტეტები, რომელსაც დაეფუძნება რისკის საპასუხო ღონისძიებების გეგმა. მნიშვნელოვანია, რომ აუცილებლად უნდა განხორციელდეს საპასუხო ღონისძიების სრული ღირებულების შედარება მის შედეგად მიღებულ სარგებელთან.

ქვემოთ მოყვანილია უარყოფითი პოტენციური შედეგის მქონე რისკების საპასუხო ღონისძიებათა სახეობები. ისინი ასევე შესაძლებელია გამოყენებულ იქნან კომბინაციაში.

რისკების უდიდესი ნაწილის მიმართ ხორციელდება ქვემოთ მოყვანილი ოთხი ძირითადი ტიპის კონტროლის ღონისძიება, რომელთა მიზანს წარმოადგენს წარმოშობილი რისკების მისაღებ დონეზე დაყვანა:

- პრევენციული კონტროლი
- მაკორექტირებელი კონტროლი
- მიმართული კონტროლი
- აღმოჩენითი კონტროლი.

საპასუხო ღონისძიებების გეგმა

საპასუხო ღონისძიებების გეგმის მიზანია შერჩეული გეგმის დოკუმენტურად ასახვა, რომელიც უნდა მოიცავდეს:

- რისკის დონის მინიმიზაციისათვის საჭირო კონტროლის ღონისძიებებს (ღონისძიებების დაგეგმვას);
- რისკის დონის მონიტორინგის, კონტროლის სისტემათა შეფასების და საპასუხო ღონისძიებების გატარებისათვის საჭირო მაჩვენებლებს;
- გეგმის განხორციელებაზე პასუხისმგებელ პირებს;
- საჭირო რესურსების სახეობის განსაზღვრას (ფინანსური, ადამიანური რესურსის, ინფორმაციული, ტექნოლოგიური და სხვ.);
- საპასუხო ღონისძიებების განხორციელების შედეგის განსაზღვრას;
- შესრულების ვადებს;
- მონიტორინგისა და ანგარიშგების მოთხოვნებს.

თავი 5.

სტიქიის შედეგად მიყენებული ზარალის შეფასება, აღრიცხვა და დაზარალებული მოსახლეობის სარეაბილიტაციო გეგმის დამუშავება- ანალიზი და მდგრადობა

წყალსაცავების მშენებლობის ეკონომიკური ეფექტიანობისა 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.

5.1. ჰიდროტექნიკური ობიექტის ნგრევით გამოწვეული ზარალი

ჰიდროტექნიკური ობიექტის ნგრევით გამოწვეული ზარალი განისაზღვრება ფორმულით:

$$D_h = \sum_1^3 K_i = K_1 + K_2 + K_3 \quad (5.1)$$

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.

5.2. მრეწველობის დარგისათვის მიყენებული ზარალი

მრეწველობის დარგისათვის მიყენებული ზარალი განისაზღვრება ფორმულით:

$$D_m = \sum_{i=1}^7 d_i = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 + d_7, \quad (5.2)$$

სადაც d_1 არის 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:

$$d_7 = \sum_{i=1}^t \frac{d_{i7}}{(1+\alpha)^t} \quad (5.3)$$

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

5.3. სოფლისა და სატყეო მეურნეობებისათვის მიყენებული ზარალი

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:

$$D_{sm} = D_{mc} + D_{mx} + D_{tk} , \quad (5.4)$$

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, სასოფლო-სამეურნეო ხარჯები.

5.4. სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების ნაყოფიერების აღდგენაზე გაწეული ხარჯები

სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების ნაყოფიერების აღდგენაზე გაწეული ხარჯები გამოითვლება ფორმულით:

$$D_{mc} = \frac{d_{mc1} + d_{mc2} + \dots + d_{mck}}{(1 + \alpha)^1} + \frac{d_{mc1} + d_{mc2} + \dots + d_{mck}}{(1 + \alpha)^2} + \dots + \frac{d_{mc1} + d_{mc2} + \dots + d_{mck}}{(1 + \alpha)^t} \quad (5.5)$$

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

5.5. მეცხოველეობაზე მიყენებული ზარალი

ზარალი გულისხმობს პირუტყვის დალუპვასთან დაკავშირებულ დანაკარგებს, ხარჯებს მათი სულადობის აღდგე-

ნაზე, აგრეთვე 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:

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

$$\dots + \frac{d_{mx1} + d_{mx2} + \dots + d_{mxk}}{(1 + \alpha)^t} \quad (5.6)$$

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

5.6. სატყეო მეურნეობისათვის მიყენებული ზარალი

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

$$D_{ik} = \frac{d_{ik1} + d_{ik2} + \dots + d_{ikk}}{(1 + \alpha)^1} + \frac{d_{ik1} + d_{ik2} + \dots + d_{ikk}}{(1 + \alpha)^2} + \dots$$

$$\dots + \frac{d_{ik1} + d_{ik2} + \dots + d_{ikk}}{(1 + \alpha)^t} \quad (5.7)$$

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

5.7. კომუნალური მეურნეობისათვის მიყენებული ზარალი

ზარალი (D_{km}) არის ხარჯების ჯამი დატბორილი ტერიტორიის დასუფთავებასა და ინფრასტრუქტურის (d_{km1}), განადგურებული წყალმომარაგების ობიექტების (d_{km2}), საზოგადოებრივი ტრანსპორტის აღდგენასა და რემონტზე (d_{km3}), დანგრეული და დაზიანებული საცხოვრებელი და საზოგადოებრივი შენობა-ნაგებობების აღდგენა-შეკეთებაზე (d_{km4}), განადგურებული მწვანე ნარგავების დარგვაზე (d_{km5}):

$$D_{km} = \sum_{i=1}^n d_{kmi} \quad (5.8)$$

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

5.8. ადამიანური მსხვერპლით მიყენებული ზარალი

ზოგადად ადამიანის სიცოცხლე შეუფასებელია, მაგრამ ამ კონტექსტში ადამიანური მსხვერპლით გამოწვეული

ზარალი მიახლოებით შეიძლება განისაზღვროს სადაზღვევო სახსრების მეშვეობით:

$$D_a = n * C, \quad (5.9)$$

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 ვიანგარიშოთ, როგორც - ადამიანური მსხვერპლით გამოწვეული, ჰიდროტექნიკური ობიექტის ნგრევით, მრეწველობის ობიექტების, სოფლის, სატბორე, სატყეო და კომუნალურ მეურნეობებზე მიყენებული ზარალის ჯამი.

დაზარალებული მოსახლეობის სარეაბილიტაციო გეგმის დამუშავება-ანალიზი და მდგრადობა განიხილება საგანგებო მდგომარეობაში მოსახლეობის ქცევის წესების შესაბამისად.

კაშხლის მესაკუთრეს დამუშავებული უნდა ჰქონდეს მიმდებარე ტერიტორიისა და ნაგებობის გავლენის სფეროში არსებული ტერიტორიის დაცვის პრინციპები.

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.

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

თავი 6.

ჟინვალის მიწის კაშხლის შესაძლო ავარიის შედეგად წყალდიდობის რისკის ზონაში მცხოვრები მოსახლეობის ქცევის წესების შეფასება

ჰიდროტექნიკური ნაგებობის უსაფრთხოება არის მისი თვისება დაიცვას გარემო, სამეურნეო ობიექტები, ადამიანის სიცოცხლე, ჯანმრთელობა და კანონიერი ინტერესები, ხოლო ნაგებობის საექსპლუატაციო მდგომარეობა უნდა შეეფერებოდეს და აკმაყოფილებდეს აღნიშნულ თვისებას.

ჰიდროტექნიკური ნაგებობის უსაფრთხოების რისკიდან გამომდინარე (ტექნოლოგიური, ბუნებრივი და სოციალური, ასევე საბოტაჟი და ტერაქტის მსგავსი გარე თავდასხმები) აუცილებელია ყველა ჰიდროტექნიკურ ნაგებობას ჰყავდეს ისეთი პატრონი, რომელიც გამორიცხავს არასანქცირებულ შეღწევას ობიექტზე და შედგენილი ექნება კაშხლის უსაფრთხოების დეკლარაცია, სადაც გათვალისწინებული ექნება მისი ყველა ტექნიკური პარამეტრი და მონაცემებზე დაკვირვების წესი ნაგებობის ექსპლუატაციის პროცესში. ასევე დიდი ყურადღება უნდა მიექცეს ყველა დამხმარე ნაგებობის, შენობისა და მოწყობილობის უსაფრთხო ექსპლუატაციის პირობებს და მათი შემოწმების პერიოდულობას [21-24].

კაშხლის მესაკუთრეს შემუშავებული უნდა ჰქონდეს აგრეთვე 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 უსაფრთხოებას რისკის სამი ძირითადი კატეგორია ახასიათებს, რომლებსაც მიეკუთვნება: ტექნოლოგიური, ბუნებრივი (ეკოლოგიურის ჩათვლით) და სოციალური საშიშროებები. ეს უკანასკნელი განპირობებულია საბოტაჟის მსგავსი - შიგა და ტერაქტის მსგავსი - გარე თავდასხმებით.

დამუშავებული უნდა ჰქონდეს აგრეთვე 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.

შესაბამისად, სათანადო საგანგებო შტაბს საკმარისი დრო აქვს იმისათვის, რომ მოასწროს შეტყობინება და ადამიანთა ევაკუაცია. ერთ-ერთი საპროგნოზო მაჩვენებელია აგრეთვე კლიმატური პირობები (ხანგრძლივი წვიმები,

მთებში დიდთოვლიანობა), რომლის გათვალისწინება უნდა მოხდეს წყალდიდობის რისკის შესაფასებლად.

მდინარის ხეობაში კარგ შედეგს იძლევა წყლის დინების რეგულირება, რაც გამოიხატება კალაპოტის გაწმენდით, ზოგ შემთხვევაში - ნატანის მოცილებით, ზოგჯერ კი - კალაპოტის შესწორებით. აღნიშნული ღონისძიებები ხელს უწყობს კალაპოტში წყლის სიჩქარისა და ხარჯის მატებას და დატბორვის ნეგატიური შედეგების თავიდან აცილებას.

როგორც ცნობილია, წყალდიდობა, როგორც სტიქია, ფორმირდება თოვლის დნობის, კოკისპირული წვიმების, ქარისმიერი წყლის მოდენის ან მდინარეების ჩახერგვის დროს მდინარეების, ტბების ან ზღვის წყლის დონის აწევის შედეგად, ასევე წყალდიდობის მიზეზი შეიძლება იყოს ჰიდროტექნიკური ხასიათის ავარიები და ზღვის რყევა, ეს უკანასკნელნი წამლეკი ტალღის მოვარდნის შედეგად ტერიტორიების დატბორვასთან ერთად იწვევენ მასშტაბურ ნგრევებს (ხიდების, შენობა-ნაგებობების), ხოლო ადიდებული წყლის დიდი სიჩქარისა (>4 მ/წმ) და წყლის მაღალი დონის (>2 მ) დროს კი - ადამიანების და ცხოველების მსხვერპლს, ზიანდება ქვეყნის ეკონომიკა. ნგრევის ძირითადი მიზეზია შენობა-ნაგებობებზე წყლის მასის დიდი სიჩქარით მოძრაობა და ჰიდრავლიკური დარტყმები. წყალდიდობა შეიძლება უეცრად

წარმოიქმნას და რამდენიმე საათიდან 2-3 კვირამდე გაგრძელდეს [20,23,24].

➤ **როგორ მოვემზადოთ წყალდიდობამდე:**

თუ თქვენი რაიონი წყალდიდობისაგან ხშირად ზარალდება, შეისწავლეთ და დაიმახსოვრეთ დატბორვის შესაძლო საზღვრები, აგრეთვე თქვენ საცხოვრებელ ადგილთან უშუალო სიახლოვეში მდებარე ამალგებული ადგილები (რომლებიც იშვიათად იტბორება) და მათთან მისასვლელი უმოკლესი გზები. გააცანით თქვენი ოჯახის წევრებს ევაკუაციის, აგრეთვე უეცრად მოვარდნილი და სწრაფად მიმდინარე წყალდიდობის შემთხვევაში ქცევის წესები. დაიმახსოვრეთ ნაგების, ტივებისა და მათი დამზადებისათვის საჭირო სამშენებლო მასალების შენახვის ადგილები. წინასწარ შეადგინეთ ევაკუაციის დროს თან წასაღები საჭირო საბუთების, ნივთებისა და მედიკამენტების ჩამონათვალი. ჩააწყვეთ სპეციალურ ჩემოდანში ან ზურგჩანთაში საჭირო თბილი ტანსაცმელი, პროდუქტების, წყლისა და მედიკამენტების მარაგი.

➤ **როგორ მოვიქცეთ წყალდიდობის დროს:**

წყალდიდობის საშიშროებისა და ევაკუაციის შესახებ შეტყობინების სიგნალის მიღებისთანავე, დადგენილი წესით, დაუყოვნებლივ დატოვეთ შესაძლო კატასტროფული

დატბორვის საშიში ზონა და გადადით უსაფრთხო რაიონში ან ამაღლებულ ადგილას, თან წაიღეთ საბუთები, ძვირფასეულობა, საჭირო ნივთები და კვების პროდუქტების ორდლიანი მარაგი. გატარდით რეგისტრაციაში საევაკუაციო პუნქტში. ევაკუაციას ექვემდებარება შინაური ცხოველებიც.

სახლიდან გასვლისას გამორთეთ ელექტროდენი და გაზი, ჩააქრეთ ცეცხლი ღუმელში, შენობის გარეთ მდებარე ყველა მცურავი საგანი დაამაგრეთ ან მოათავსეთ დამხმარე სათავსოებში. თუ დრო საშუალებას იძლევა, ძვირფასი საოჯახო ნივთები გადაიტანეთ სახლის ზედა სართულებზე, ან სხვენზე. დახურეთ კარ-ფანჯრები, საჭიროების და დროის არსებობის შემთხვევაში კი, პირველი სართულის ფანჯრები და კარები ამოჭედეთ გარედან ფიცრებით.

კატასტროფული დატბორვის მოულოდნელი განვითარების დროს გარღვევის ტალღის დარტყმისაგან თავდასაცავად საჭიროა სწრაფად დავიკავოთ ამაღლებული ადგილი, ადით მსხვილ ხეზე, მყარი ნაგებობების ზედა იარუსებზე, თუ იმყოფებით წყალში, ტალღის მოახლოებისას, არ დაიბნეთ და არ შეშინდეთ, ჩაყვინთეთ ღრმად წყალში და გარკვეული დაყოვნების შემდეგ - წყალქვეშა ცურვით ამოყვინთეთ წყლის ზედაპირზე.

წყალში მოხვედრისას ცურვით ან მოცურავე საშუალებების გამოყენებით გამოდით მშრალ ადგილას, უკეთესია გზის მიწაყრილზე ან დამბაზე - დაუტბორავ ტერიტორიაზე.

ადამიანთა თვითევაკუაცია ფეხით ან ხელმისაწვდომი საცურაო საშუალებებით დასაშვებია შემდეგ შემთხვევებში: თუ პირდაპირ ჩანს დაუტბორავი ტერიტორია, დაგიმთავრდათ კვების პროდუქტები, გარედან დახმარების მიღება უპერსპექტივო ხდება ან გესაჭიროებათ გადაუდებელი სამედიცინო დახმარება. წყალდიდობის დროს გამოიჩინეთ თავშეკავება და არ აჰყვეთ პანიკას.

წესრიგში უნდა მოიყვანოთ სანაოსნო საშუალებები, ხოლო მათი უქონლობის შემთხვევაში ადგილობრივი მასალებისაგან მოამზადოთ ის.

თუ თქვენ აღმოჩნდით წყალში, ეცადეთ თავიდან მოიცილოთ მძიმე ტანსაცმელი და ფეხსაცმელი, გაცუროთ დაუტბორავი ადგილებისაკენ. ფრთხილად იყავით წყლის ზედაპირზე მოცურავე საგნების მიმართ, რათა თავიდან აიცილოთ შესაძლო ტრავმა.

თუ არ ტარდება ორგანიზებული ევაკუაცია, მაშველების მოსვლამდე ან წყლის დონის დაწევამდე ადით შენობის ზედა სართულებზე, სახურავებზე, ხეებზე ან სხვა ამაღლებულ საგნებზე. ამავე დროს განუწყვეტლივ

გადაეცით სიგნალი უბედურების შესახებ: დღისით - ჯოხზე დამაგრებული კარგად ხილვადი ქსოვილის ნაჭრის გამოყენებით ან მისი ქნევით, ხოლო დაბნელებისას შუქსიგნალით და პერიოდული შეხმიანებით. მაშველების მოახლოებისას წყნარად, პანიკის გარეშე, ფრთხილად გადადით საცურაო საშუალებაში. ამასთანავე განუხრელად შეასრულეთ მაშველების მოთხოვნები, არ დაუშვათ საცურაო საშუალების გადატვირთვა. მგზავრობის დროს არ დატოვოთ თქვენი ადგილი, არ ჩამოჯდეთ გარე ზღუდარაზე, ზუსტად შეასრულეთ ეკიპაჟის მითითებები.

➤ **თუ ადამიანი იხრჩობა**, გადაუგდეთ მცურავი საგანი, გაამხნევეთ იგი და დაუძახეთ მაშველებს. დაზარალებულამდე ცურვით მიახლოებისას გაითვალისწინეთ მდინარის დინება, თუ წყალწაღებული ვერ აკონტროლებს თავის მოქმედებებს, მას უკნიდან მიუახლოვდით, ხელი ჩაავლეთ და ნაპირისკენ გაცურეთ.

➤ **როგორ ვიმოქმედოთ წყალდიდობის შემდეგ**

შენობებში შესვლამდე შეამოწმეთ, არსებობს თუ არა მათი ჩამოქცევის ან რაიმე საგნის დაცემის საშიშროება; გაანიავეთ ისინი; არ ჩართოთ ელექტროგანათება; არ ისარგებლოთ ელექტროხელსაწყოებით, სანამ არ დარწმუნდებით, რომ ისინი კარგად გამოშრა; არ ისარგებლოთ ღია

ცეცხლის წყაროებით; არ აანთოთ ასანთი შენობის სრულ განიავებამდე და გაზომომარაგების სისტემის გამართულობის შემოწმებამდე. შეამოწმეთ დაზიანებულია თუ არა ელექტროგაყვანილობა, გაზომომარაგების მილსადენები, წყალსადენი, კანალიზაცია და არ ისარგებლოთ მანამ, სანამ არ დარწმუნდებით მათ გამართულობაში; არ მიიღოთ ის საკვები პროდუქტი, რომელიც წყალთან შეიძლება ყოფილიყო კონტაქტში; არ დალიოთ აუდუდარი წყალი ადგილობრივი წყლის წყაროებიდან.

6.1. წყალდიდობასთან ბრძოლის ზოგადი ღონისძიებები

წყალდიდობის წინააღმდეგ საბრძოლველად ძირითადად ოთხი სახის სამუშაოებია ჩასატარებელი:

1. წყალდიდობის პროგნოზირება და მოსახლეობის გაფრთხილება მოსალოდნელი საშიშროების შესახებ;
2. მოსახლეობის ევაკუაცია დატბორილი რაიონიდან და მათთვის დახმარების გაწევა;
3. თვითონ წყალდიდობასთან ბრძოლა;
4. სამედიცინო დახმარების გაწევა დაზარალებულთათვის.

განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება წყალდიდობის პროგნოზირებას. საჭიროა აღინიშნოს, რომ ამ მეტად რთულ

ამოცანას უკანასკნელ წლებში წარმატებით ართმევს თავს გარემოს ეროვნული სააგენტოს თანამშრომლები.

იმისათვის, რომ თავიდან ავიცილოთ ზარალის დიდი ნაწილი, ადამიანთა და პირუტყვის მსხვერპლი, ამისათვის პირველ რიგში საჭიროა დროულად გავაფრთხილოთ მოსახლეობა მოსალოდნელი უბედურების შესახებ. ასეთ შემთხვევაში მოსახლეობას საშუალება ექნება დროულად დატოვოს დაბლობი და უსაფრთხო ადგილას გადაიტანოს თავისი ქონება, გადაიყვანოს საქონელი. თუ ორგანიზაციებს, რომელთაც დავალებული აქვთ წყალდიდობასთან ბრძოლის ღონისძიებათა ჩატარება, წინასწარ ეცოდინებათ მოსალოდნელი წყალდიდობის შესახებ, შესაძლებლობა ექნებათ დროულად მოემზადონ წყალდიდობის წინააღმდეგ მიმართულ ეფექტურ ღონისძიებათა გასატარებლად და დაიწყონ წყალდიდობის საწინააღმდეგო ნაგებობათა მშენებლობა იმ უბანთა დასაცავად, რომელთაც პირველ რიგში ემუქრება საშიშროება. წყალდიდობის შესახებ ინფორმაცია უნდა იყოს ამომწურავი, ზუსტი და, რაც მთავარია, დროული, რადგან ეს ინფორმაცია ნაკლებ სარგებლობის მომტანია, თუ იგი დროულად არ იქნება მიწოდებული [25].

ამჟამად, წყალდიდობებისაგან ქალაქების, სამრეწველო და სასოფლო-სამეურნეო ტერიტორიების დასაცავად გამოი-

ყენება შემდეგი საშუალებები: დასაცავი ტერიტორიისაგან წყალდიდობის ნაკადების აცილება შემოვლითი (განმტვირთავი, გადამგდები) არხების საშუალებით (როგორც ეს ქალაქ ფოთისთვის არის გაკეთებული), მიწაყრილების, ე.წ. დამბების გაკეთება, მდინარის ცალკეულ უბანთა გამტარუნარიანობის გაუმჯობესება (კალაპოტის მოსწორება და გაწმენდა) და მათი ხელოვნური რეგულირება, აგრო-მელიორაციულ, სატყეო-მელიორაციულ, ჰიდროტექნიკურ, ეროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებათა გატარება, მთისძირა არხების მოწყობა, ციცაბო ფერდობებზე ჩამონადენი ნაკადის შემცირება და შეკავება, ბრძოლა ტყის ხანძრის წინააღმდეგ და ნალექების ინტენსივობის შემცირება ამინდზე ზემოქმედების საშუალებით (ამ ღონისძიებათა შორის ეს უკანასკნელი ექსპერიმენტის სტადიაში იმყოფება).

წყალდიდობასთან ბრძოლის დასახელებულ ღონისძიებათა შორის უმრავლესობა უკვე გამოიყენება ჩვენი ქვეყნის მდინარეებზე და მათი კონსტრუქციები შეესაბამება წყალდიდობასთან ბრძოლის პრაქტიკაში საყოველთაოდ მიღებულ სტანდარტებსა და ნორმებს.

წყალდიდობასთან ბრძოლის ბევრი მაგალითი, აღებული საზღვარგარეთის ქვეყნების პრაქტიკიდან, გვიჩვენებს, რომ ნაყოფიერი სასოფლო-სამეურნეო სავარგულები და

დასახლებული ადგილები პრინციპში შეიძლება იქნენ გადარჩენილი წყალდიდობის დამანგრეველი ძალისგან, თუ შესაძლებელია მოვარდნილი წყლის გვერდზე გადაგდება სხვადასხვა ჰიდროტექნიკური ნაგებობების გამოყენებით, რადროსაც მოხდება ნაკლებად ძვირფასი და აუთვისებელი მიწების დატბორვა. სამწუხაროდ, ასეთი შესაძლებლობები ძალიან შეზღუდულია.

წყალდიდობასთან ბრძოლის ღონისძიებების უმრავლესობა ეფექტურია ხშირი და საშუალო განმეორების წყალდიდობებისათვის, მაგრამ - თითქმის არაეფექტური იმ წყალდიდობებისათვის, რომლებიც ხდება იშვიათად, ამიტომ ყველაზე უკეთეს ღონისძიებად წყალმოვარდნის წინააღმდეგ საბრძოლველად უნდა ჩავთვალოთ ჩამონადენის რეგულირება წყალსაცავებში და შემოზვინვა. ეს ორი ღონისძიება უმეტეს შემთხვევაში ალტერნატიულს არ წარმოადგენს და მათი განხორციელება ხდება კომპლექსურად.

აქვე უნდა შევნიშნოთ, რომ შემოზვინვამ, რომელიც განხორციელებულია ისეთ მდინარეებზე, როგორიცაა რიონი, ხობი და სხვ., შესამჩნევად შეამცირა მეანდრირებული მდინარეების წყალმოვარდნათა სიხშირე, მეანდრირების შემცირებამ კი გამოიწვია ატივანარებული და ფსკერული ნატანის გაძლიერებული აკუმულაცია, ფსკერის ნიშნულის

თანდათანობითი აწევა და, შესაბამისად, შემოზღვიანი კალაპოტის გამტარიანობის თანდათანობითი შემცირება.

6.2. საორგანიზაციო - ტექნიკური პროფილაქტიკური ღონისძიებანი და წყალდიდობის საწინააღმდეგო სამსახურის ორგანიზაცია

წყალდიდობების საწინააღმდეგო ისეთი ღონისძიებების ჩატარება, რომლებიც ობიექტების დაცვის აბსოლუტურ საიმედოობას მოგვცემდა, სამწუხაროდ პრაქტიკულად არარეალურია, ხოლო მათი მშენებლობა - ეკონომიურად არახელსაყრელი. ამგვარად, როდესაც ვახორციელებთ წყალდიდობასთან ბრძოლის ღონისძიებებს, უნდა ვიცოდეთ, რომ მაინც იარსებებს მოსალოდნელი კატასტროფული წყალდიდობების საშიშროება.

ამას გარდა, ისიც უნდა გვახსოვდეს, რომ მეცნიერები და დამპროექტებლები ყოველთვის სიზუსტით ვერ იწინასწარმეტყველებენ წყალდიდობების პროცესის მიმდინარეობას. წყალდიდობისაგან დაცვისათვის განხორციელებულ მრავალფაქტორიან პროცესს და მის შედეგებს პრაქტიკულად ხშირად წინასწარ ვერც განვსაზღვრავთ. ამიტომ მიუხედავად ყველა შესაძლო ღონისძიებისა, როდესაც ჩატარდება წყალდიდობებისაგან ამა თუ იმ ტერიტორიის დასაცავად,

მინც ყოველთვის მზად უნდა ვიყოთ წყალდიდობასთან საბრძოლველად და არ უნდა უგულებელვყოთ საავარიო სიტუაციები (ბუნებრივი კატასტროფები, ტექნოგენური, კაშხლებისა და დამბების ავარია), ეს კი მოგვცემს შესაძლებლობას ძლიერ შევამციროთ ზარალის მასშტაბები.

მათ, რომლებმაც მდინარის ახლოს აითვისეს ტერიტორია, მიაჩნიათ, რომ ის მიწები, რომელზედაც ცხოვრობენ და მუშაობენ, უსაფრთხოა, რომ აქ წყალდიდობა არ მოხდება და მისგან საიმედოდ არიან დაცულნი. უმეტეს შემთხვევაში, უბედურება მეტწილად სწორედ ისეთი უპასუხისმგებლობის გამო ხდება, როდესაც წინასწარ არ არის მიღებული უსაფრთხოების ზომები მოსალოდნელი წყალდიდობების საწინააღმდეგოდ.

სტიქიისაგან მიყენებული ზარალის შესამცირებლად განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა აქვს წყალდიდობასთან ბრძოლის სამსახურებს. სპეციალური სამსახურები საშუალებას გვაძლევენ გეგმაზომიერად შევასრულოთ ყველა სამუშაო ზვინულების შესაკეთებლად, აგრეთვე წყალდიდობის საწინააღმდეგო სხვა ნაგებობათა დასაცავად. ამ სამსახურის პასუხისმგებელი პირი ადგენს წყალდიდობის საწინააღმდეგო სამუშაოების გასატარებელ რუკას, რომელზედაც

მინიშნებული უნდა იყოს ყველა ზვინული საშიში ადგილების მითითებით და ა.შ.

სამსახურის ვალდებულებაში შედის :

- მთელი ფართობის განაწილება ბრიგადებს შორის;
- თითოეულ ბრიგადაზე მატერიალური და სატრანპორტო რესურსების მიმაგრება;
- ავარიის დაუყოვნებლივი ლიკვიდაციისათვის საჭირო აუცილებელი მასალების მომარაგება;
- ყველა საჭირო სამუშაოს შესრულების ორგანიზაცია.

განსაკუთრებით ყურადღება უნდა გამახვილდეს ღამით, ძლიერ წვიმიან და ქარიან ამინდებში, როდესაც უფრო მეტია ავარიის შესაძლებლობა.

სამუშაოების კარგი ორგანიზაცია წყალდიდობის პერიოდში უზრუნველყოფს ზვინულებისა და ნაგებობების დაზიანების თავიდან აცილებას და შესაძლებელს გახდის სრულიად გამოვრიცხვით ან ძალზე შევამცირვით მოსალოდნელი ავარიისაგან გამოწვეული ზარალი.

საჭიროა დროულად და ძირფესვიანად იქნეს გააზრებული და დამუშავებული უსაფრთხოების ღონისძიებები, რათა ისინი განხორციელდეს ადრევე ან მაშინვე, როგორც კი ამას მოითხოვს სტიქიის შედეგად შექმნილი სიტუაცია. ბუნებრივია, ასეთი ღონისძიებების გატარებისათვის წინას-

წარ უნდა გავითვალისწინოთ იმ ტერიტორიის ბუნებრივი პირობები, სადაც მათი განხორციელება იქნება საჭირო. ამგვარად, უბედურების თავიდან ასაცილებლად ან მისგან მიყენებული ზარალის შესამცირებლად ყველა რაიონში, სადაც წყალდიდობის საშიშროებაა მოსალოდნელი, შედგენილი უნდა გვექონდეს იმ ტერიტორიის დასაცავი, მოსახლეობისა და დაზარალებულთა დახმარების გეგმა, აგრეთვე გეგმა გრძელვადიანი ღონისძიებებისა, რომელთა განხორციელება თავიდან აგვაშორებს დიდ მატერიალურ და სხვა სახის ზარალს, ანდა, უკიდურეს შემთხვევაში, მნიშვნელოვნად შეამცირებს მას [20,23,25].

წყალდიდობის წინააღმდეგ ბრძოლაში წარმატება ბევრად არის დამოკიდებული ყველა იმ სამსახურის მუშაობის კოორდინაციაზე, რომლებიც ასრულებენ დასახულ ღონისძიებებს. იმ პირთა შეუთანხმებლობა, რომლებიც მონაწილეობას იღებენ წყალდიდობასთან ბრძოლაში, ან იმათ შორის, ვისი ევაკუაციაც საჭიროა დატბორილი რაიონებიდან, ან იმ რაიონებიდან, რომლებსაც ემუქრება წყალდიდობა, ან თავის თავზე აიღეს დაზარალებულებზე ზრუნვა, გამოიწვევს ღონისძიებების ჩაშლას. კარგად გააზრებული პროგრამის შედგენა, მოსახლეობისთვის ინფორმაციის დროულად მიწოდება მოსალოდნელი

წყალდიდობის შესახებ და ღონისძიებები, რომელთა მეოხებითაც შეიძლება გადავარჩინოთ მოქალაქეთა სიცოცხლე და ქონება, ფრიად მნიშვნელოვანია.

წყალდიდობის შემდეგ, პირველ რიგში, საჭიროა ტერიტორია გაიწმინდოს ქვა-ღორღისა და სილისაგან; მოწესრიგდეს ტერიტორია, რათა ხალხს შეუძლებუქდეს ის სევდა, რომელიც ნგრევამ და მსხვერპლმა გამოიწვია, გამოირკვეს სტიქიური უბედურების გამომწვევი მიზეზები და შეძლებისამებრ გადაწყდეს წამოჭრილი პრობლემები.

პრობლემების გადაწყვეტის ერთ-ერთი საიმედო, უტყუარი გზაა მისი ჩართვა ეკონომიკური და სოციალური განვითარების მრავალწლიან გეგმებში. უნივერსალური მეთოდები ასეთი პროგრამის შედგენისა არ არსებობს. დიდი მნიშვნელობა აქვს იმათ პოზიციას, ვინც არ მოექცა წყალდიდობის ზონაში. ბოლო წლებმა გვიჩვენა, რომ იმათ, რომლებიც ცხოვრობენ და მუშაობენ იმ რაიონებში, სადაც არის წყალდიდობის საშიშროება, კარგად ესმით, რომ მათი კეთილდღეობა, მთელი ქვეყნის სოციალური და ეკონომიკური მდგომარეობა, მნიშვნელოვნად დამოკიდებულია იმაზე, თუ რამდენად წარმატებით მიმდინარეობს წყალდიდობასთან ბრძოლა და როგორ ხდება მისი შედეგების ლიკვიდაცია.

გამოცდილებამ დაგვანახა, რომ წყალდიდობით გამოწვეული ზარალი უმეტეს შემთხვევაში იზრდება მოსალოდნელი საშიშროების უგულებელყოფის შედეგად. მაგალითად, ბევრი, ვინც იმ ადგილებში ცხოვრობს, სადაც არის წყალდიდობის საშიშროება, ფიქრობს, თითქოს წყალდიდობა აღარ განმეორდება და თუ განმეორდა - დიდი ხნის შემდეგ და არა ისეთი სიმძლავრით, რომ მას შეეხოს.

როდესაც წყალდიდობის წინააღმდეგ ბრძოლის მეთოდებს ვსახავთ, საჭიროა გვახსოვდეს, რომ მცირე მდინარეებზე, განსაკუთრებით მდინარეთა აუზების სათავეებში, წყლის დონეებმა შეიძლება სწრაფად აიწიოს ძლიერი წვიმების შედეგად და წყალდიდობა შეიძლება დაიწყოს წვიმის შეწყვეტამდე. ასეთ შემთხვევაში, თითქმის არ რჩება დრო წყალდიდობის პროგნოზისა და წყალმოვარდნის პიკის დასადგენად. საჭიროა, მაშინვე დაიწყოს ღონისძიებათა გატარება ხალხის, საქონლისა და ქონების გადასარჩენად.

იმისათვის, რომ ნაგებობებმა, რომლებიც წყალმოვარდნებს არეგულირებენ, კარგად იმუშაონ, საჭიროა უზრუნველყოფილ იქნეს მათი ნორმალური მოვლა. კარგად მოვლილი ჰიდროტექნიკური ნაგებობები კრიტიკულ შემთხვევაში არ საჭიროებენ განსაკუთრებულ ზრუნვას. ცუდი მოვლისას

კი ეს ნაგებობები წყალდიდობის გართულებულ პირობებში სასწრაფო შეკეთებას საჭიროებენ.

დამბების, მიწაყრილების, წყალსაცავების წყალსაქაჩი სადგურების შემოწმებისა და მოვლის სამუშაოები სპეციფიკურია და დეტალურად არის განსაზღვრული ამ ნაგებობათა მომსახურებისა და მოვლის ინსტრუქციებში.

წყალმოვარდნის საწინააღმდეგო ყველაზე უფრო გავრცელებულ ნაგებობებს - დამბებს, ჩვეულებრივ, ორი საშიშროება ემუქრება: პირველი ის, რომ წყალმოვარდნის დროს მდინარეში წყლის დონემ შეიძლება აიწიოს დამბის ზევით და მეორეც, დამბებში წყლის გაწოვის შედეგად შეიძლება წარმოიქმნას რღვეულები, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს დამბის გარეცხვა. რა თქმა უნდა, თუ წყალი გადაედინება დამბის ზემოთ, აქ უკვე არაფრის გაკეთება აღარ შეიძლება. რღვეულები რომ არ წარმოიქმნას, ხშირად საჭიროა წინასწარ მივიღოთ ღონისძიებები, რაც შემდეგში მდგომარეობს:

ჩვეულებრივ დამბის გვერდებსა და მდინარის ნაპირებზე ხშირად იზრდება მცენარეები - ხეებისა და ბუჩქების ფესვები აფხვიერებენ ნიადაგს; გაფხვიერებულ ნიადაგში კი წყალი იწყებს გაჟონვას. ამას გარდა, წყალმოვარდნის დროს მდინარეს თან მოაქვს ნაყარი ხეები და სხვადასხვა სახის ნაგავი, რომელიც შეიძლება გამოედოს დამბის კედლებს, მდინარის

ნაპირებზე ამოზრდილ ხეებსა და ბუჩქებს და ძირფესვიანად მოთხაროს ისინი, ამის შედეგად კი ინგრევა დამბის ნაპირები. აი ამიტომ, საჭიროა ყურადღება მივაქციოთ იმას, რომ მდინარის ნაპირებზე და დამბების გვერდებზე (მდინარის მხარეს) არ ამოიზარდოს ხეები და ბუჩქები.

ზოგჯერ, მასალა, რომლისგანაც აგებულია დამბა, იტკეპნება, რაც იწვევს დამბის ჯდენას, რაც ასევე შეიძლება გამოიწვიოს მასზე პირუტყვთა რეგულარულად გადასვლამ, ან სუსტმა საძირკველმა და სხვა მიზეზებმა, ასეთ შემთხვევაში, საჭიროა შეიცვალოს დამბის მასალა ან/და გაუმაგრდეს ფუძე. თუ ჯებირის ჯდენა უმნიშვნელოა, მასალა შესაძლოა კი არ შევცვალოთ, არამედ დავუმატოთ მას ახალი და მივიყვანოთ დამბა პროექტით გათვალისწინებულ სიმაღლემდე. ამ შემთხვევაში ძველი და ახალი მასალის შეერთების უზრუნველსაყოფად, რეკომენდებულია შეერთების ადგილას წინასწარ მოვაცილოთ დამბას ბელტოვანი საფარი. უყურადღებოდ არც ის უნდა დაგვრჩეს, რომ დამბებში ხშირად ვირთხები და სხვადასხვა მღრღნელები აკეთებენ ხვრელებს, საიდანაც შემდეგ ადვილად გაიჟონება წყალი. ამრიგად, ძველი დამბები მკაცრ მოვლასა და კონტროლს საჭიროებენ.

დიდი მნიშვნელობა აქვს სუსტი უბნების დროულად გამოვლენასა და გამოკვლევას. ის ტერიტორიები, რომელთაც ემუქრება წყალმოვარდნები და რომელთა მიმართაც საჭიროა შემუშავდეს დაცვის ღონისძიებები, ორ კატეგორიად იყოფა:

1. უბნები, რომლებიც დაცულია დამბებით, უკვე დაზიანებულია და საჭიროებს რეკონსტრუქციას;
2. დაბლობი უბნები, რომლებიც არაა დაცული დამბებით და წყალმეტობის პერიოდში შეიძლება წამოიჭრას დამბის აგების საჭიროება.

იმისათვის, რომ აღმოვაჩინოთ დეფორმირებული ადგილები, საჭიროა, რეგულარულად, წლის ყოველ დროს, განხორციელდეს დამბებზე მონიტორინგული კვლევები. უმჯობესია ისინი იმ სახით აღვადგინოთ, როგორც იყვნენ ისინი წყალმეტობამდე. ყოველ შემთხვევაში, დამბის დამჯდარი ადგილები უნდა დაზუსტდეს, რათა საშიშროების შემთხვევაში, დაუყონებლივ მოვახდინოთ მათი ლიკვიდაცია - ჩატარდეს პრევენციული ღონისძიებები.

წყალდიდობასთან ბრძოლის ღონისძიებათა წინასწარი გეგმით გათვალისწინებული უნდა იყოს წყალმეტობის ადგილას მასალათა და მოწყობილობათა დროული მიწოდება, რომლებიც შეიძლება საჭირო გახდეს წყალდიდობასთან ბრძოლის პერიოდში. აგრეთვე მუდმივი მარაგი უნდა გვქონ-

დეს ხე-ტყის, ქვიშიანი ტომრების, რომლებიც გამოიყენება გამაგრებათა სწრაფი მშენებლობისათვის.

განსაკუთრებულ ყურადღებას მოითხოვს დამბების მისასვლელელები, რომლებსაც გარეცხვისადმი მიდრეკილება აქვთ და რომლებიც არ არის დაცული ბელტოვანი ან სხვა საფარით. ასევე, ყურადღებას მოითხოვს ძველი დამბების დაბოლოებანი და გზაჯვარედინები. შევნიშნავთ თუ არა გარეცხვის ნიშნებს, უნდა განისაზღვროს გარეცხვის ხარისხი და ჩატარდეს შესაბამისი სარემონტო სამუშაოები. ამ მიზნით, ჩვეულებრივ, გამოიყენება ქვიშიანი ტომრები ან ქვის ნაყარი.

დამბებში გამონარეცხებისა და რღვეულების ლიკვიდაცია იოლი როდია. ამისათვის საჭიროა ადრევე განხორციელება ისეთი ღონისძიებებისა, რომლებიც აღკვეთენ რღვეულებს. თუ კი დამბაში მაინც წარმოიშვა რღვეულები, დაუყოვნებლივ უნდა მივიღოთ შესაბამისი ზომები მათ აღსაკვეთად.

როდესაც აგებული გვაქვს წყალსაცავები, მაშინ იქ უნდა შევქმნათ ისეთი სამუშაო რეჟიმი, რომელიც შეზღუდავდა ქვედა ბიეფში წყლის უგეგმო დინებას. ეს კი იმას ნიშნავს, რომ აუცილებელია შემუშავდეს რაბების მუშაობის გრაფიკი და იგი მკაცრად იყოს დაცული. ასეთი გრაფიკის შესაქმნელი

რეკომენდაციები მოცემულია წყალსაცავის მოვლისა და ექსპლუატაციის ინსტრუქციებში.

წყალდიდობის დროს ობიექტებისა და შენობების ნგრევა შეიძლება შევამციროთ კონსტრუქციული ცვლილებების ანგარიშზე. სხვადასხვა ტიპის კონსტრუქციულ ცვლილებათა შორის შეიძლება დავასახელოთ წყალგაუმტარი მასალისაგან შექმნილი კედლები, ფანჯრებისა და სხვა ხვრელების დახურვა, რომლებიც განლაგებულნი არიან დაბალნიშნულებზე, ნაგებობათა მშენებლობა გამაგრებულ საძირკველზე. თუ ეს აუცილებელია, შესაძლოა შენობები აიგოს ხიმიჩებზე.

კონსტრუქციული ცვლილებები მისაღებია იმ შემთხვევაში, როდესაც წყალდიდობა გრძელდება დროის უმნიშვნელო პერიოდში და წყლის სიჩქარე დაბალია. ეს ღონისძიება უფრო ეფექტურია, როცა დატბორვის სიღრმე ერთ მეტრზე ნაკლებია, თუმცა შეიძლება ისეთი შენობების აგებაც, რომლებიც გაუძლებენ სამ მეტრამდე სიღრმის წყალდიდობას.

კონსტრუქციული ცვლილებები და მიწის დონის ამაღლება ხელს უწყობს ტერიტორიის მყარად დასახლებას - აგრეთვე წარმოადგენს პოტენციური ზარალის შემცირების საშუალებას.

ამასთან ერთად, მიღებულმა ზომებმა არ უნდა გამოიწვიოს ადამიანთა გულგრილობა და რწმენა თავიანთი საცხოვ-

რებლების აბსოლუტური საიმედოობის შესახებ, უგულებელყოფა იმ ღონისძიებების გატარებისა, რომლებიც საჭიროა წყალდიდობისაგან მათ დასაცავად.

6.3. წყალდიდობის საწინააღმდეგო ღონისძიებების შერჩევა

წყალდიდობის წინააღმდეგ საბრძოლველად არსებობს მრავალი ღონისძიება, რომელთაგანაც მოცემული რეგიონისათვის და ტერიტორიისათვის მოსალოდნელი წყალდიდობისაგან დაცვის ყველაზე მიზანშეწონილი ტიპი უნდა შეირჩეს.

შესაძლებლობათა მთელი წყება არსებობს წყალდიდობით გამოწვეული ზარალის შესამცირებლად. ზარალს თავიდან ვერ ავიცილებთ, თუ ყოველ ღონეს, ყოველგვარ საშუალებას არ ვიხმართ და არ გამოვიყენებთ საჭირო ღონისძიებებს. ყოველგვარი მოქმედება, რომელიც ზარალის შესამცირებლად არის მიმართული, საჭიროებს მატერიალურ ხარჯებს (მაგალითად, ნაგებობის ასაშენებლად, წყალდიდობით დაზარალებული ტერიტორიიდან მოქმედი საწარმოების გადასატანად). ასეთი დანახარჯები გამოისყიდება ზარალის შემცირების შედეგად მიღებული მოგებით. უნდა გაირკვეს ის ღონე, რომელზედაც შემოსავალი უნდა აღემატებოდეს გაღებული ხარჯების მაქსიმალურ რაოდენობას.

შემოსავლისა და დანახარჯების გაანალიზება საშუალებას მოგვცემს, განვსაზღვროთ წყალდიდობის საწინააღმდეგო ღონისძიებების ნუსხა და მათგან შევარჩიოთ ეფექტურ ღონისძიებათა ოპტიმალური კომპლექსი.

ზარალი, რომელსაც წყალდიდობა სახალხო მეურნეობას აყენებს, შეიძლება გაიზომოს იმ დანახარჯებით, რაც საჭიროა მის აღსადგენად, მისთვის პირვანდელი სახის დასაბრუნებლად. ამისათვის საჭიროა განისაზღვროს ის ღირებულება, რომელიც დაზიანებული ქონების შეცვლაზე ან რემონტზე დაიხარჯება.

იქ, სადაც წყალდიდობა სერიოზულ საშიშროებას უქადის ადამიანთა სიცოცხლეს, დანახარჯი, რომელიც საჭიროა დამცველი დამბის ასაშენებლად, შეიძლება შევადაროთ იმ ხარჯებს, რომელიც დასჭირდება მაღალი შენობის აშენებას, წყობიდან გამოსული გზების გადანაცვლების უზრუნველყოფას და შეტყობინების სისტემის სრულყოფას [20].

დიდი მნიშვნელობა აქვს იმას, რომ აგებული ნაგებობები საკმაოდ საიმედო იყოს ისე, რომ არ შეიცავდნენ სამშენებლო მსალის დაუსაბუთებელ ხარჯვას, რაც გამოიწვევდა ნაგებობის კიდევ უფრო გაძვირებასა და დიდ კაპიტალურ ხარჯებს.

➤ სამედიცინო დახმარება

წყალდიდობის დროს, გარდა იმისა, რომ უბედურების რაიონში იშლება არსებული სამედიცინო მომსახურების სისტემა, წარმოიქმნება მთელი რიგი სხვა სერიოზული პრობლემებიც.

ნაგებობათა ნგრევის შედეგად მწყობრიდან გამოდის ისეთი საარსებო მნიშვნელობის მქონე ობიექტები, როგორცაა ელექტრომომარაგება და წყალგამასუფთავებელი 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.

თავი 7.

გაეროს სტანდარტების მიხედვით აუცილებელი საკონტროლო კითხვები კომპეტენტურ სახელმწიფო და ადგილობრივ თვითმმართველობაში მომუშავე პირებისათვის საგანგებო მდგომარეობის წარმოშობის შემთხვევაში მოქმედებების დაგეგმვისას

გაერთიანებული ერების ორგანიზაციის მიერ ბოლო 2000-2019 წლებში მომზადებულ მეთოდურ მითითებებში, სახელმძღვანელოებსა და სხვა ნორმატიულ დოკუმენტებში განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება კომპეტენტურ სახელმწიფო პირებსა და ადგილობრივ თვითმმართველობებში მომუშავე პირებისათვის იმ საკონტროლო კითხვების ინფორმაციულობის ხარისხს, რომლებსაც აუცილებელია ფლობდნენ ქვეყანაში საგანგებო მდგომარეობის წარმოშობის შემთხვევაში მოქმედებების დაგეგმვისას. ამა თუ იმ ქვეყანაში საგანგებო მდგომარეობები შეიძლება წარმოიშვას ბუნებრივი და ტექნოგენური კატასტროფებისას (კაშხლების ავარია, დამბების ნგრევა და ა.შ), ტერორისტული აქტების, ეპიდემიების ან სხვა განსაკუთრებულ შემთხვევებში [3].

2019 წლის 2-4 ნოემბერს ქ. ბუდაპეშტში (უნგრეთი) გაეროს ეგიდით (UNECE) გამართულ საერთაშორისო კონფერენციაზე „Accidental transboundary water pollution preven-

tion – contingency planning, early warning, mitigation” პროექტის ხელმძღვანელის, პროფესორ გივი გავარდაშვილის მონაწილეობამ ნათელი გახადა, თუ რა აქტუალურია მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყანაში საგანგებო მდგომარეობის გამოცხადების დროს, მთავრობების, ადგილობრივი თვითმმართველობებისა და სტიქიის ზონაში მცხოვრები მოსახლეობის ცნობიერებისა და ქცევის წესების ცოდნა, მათი პრაქტიკაში დანერგვის ოპერატიულობა და ეფექტური გამოყენება [3].

ქვემოთ განხილულია საკონტროლო კითხვების ჩამონათვალი და მათი ცოდნის შეფასების სამი კრიტერიუმი („დიახ“, „ნაწილობრივ“ და „არა“) ქვეყანაში საგანგებო მდგომარეობის პერიოდში მოქმედებების დაგეგმვისას ევროკავშირის სტანდარტების სახელმძღვანელოს მიხედვით (იხ. ცხრილი 7.1).

ცხრილი 7.1

საკონტროლო კითხვების ჩამონათვალი ქვეყანაში საგანგებო მდგომარეობის პერიოდში მოქმედებების დაგეგმვისას (კომპეტენტური ორგანიზაციებისათვის) [3]

№	კითხვები და აღწერა მოქმედებების დაგეგმვისას საგანგებო მდგომარეობის გამოცხადების შემთხვევაში	კითხვები შემოწმებისათვის	კომპეტენტური პირის პასუხი		
			დიახ	ნაწილობრივ	არა
1	ქვეყანამ უნდა უზრუნველყოს შესაბამისი მოქმედება, რომელიც დამტკიცებული იქნება საკანონმდებლო აქტებით, წყლისა და სამრეწველო ობიექტების ავარიის კონვენციებით	შეესაბამება თუ არა დასახული მოქმედებები წყლის და სამრეწველო ობიექტების ავარიის კონვენციებს?			
მდინარის წყალშემკრები აუზის აღწერა					
2	გეოგრაფიული მდებარეობა	გაქვთ თუ არა ტერიტორიული რუკა პოტენციალური გაჭუჭყიანების ავარიის დროს?			
3	წყალშემკრები აუზის ძირითადი დახასიათება	გაქვთ თუ არა წყალშემკრები აუზის ძირითადი აღწერილობა?			
4	ტოპოგრაფიული და სხვა ასპექტები	გაქვთ თუ არა ძირითადი ტოპოგრაფიული აღწერა: რელიეფი, ფლორა, ჰიდროგრაფიები, საქალაქო და რაიონული სატრანსპორტო კომუნიკაციები?			

№	კითხვები და აღწერა მოქმედებების დაგეგმვისას საგანგებო მდგომარეობის გამოცხადების შემთხვევაში	კითხვები შემოწმებისათვის	კომპეტენტური პირის პასუხი		
			დიახ	ნაწილობრივ	არა
5	გეოლოგია და ნიადაგის სტრუქტურა	გაქვთ თუ არა ნიადაგის სტრუქტურისა და მისი გეოლოგიური აღწერა?			
6	კლიმატური პირობები	გაქვთ თუ არა კლიმატური პირობების აღწერა (განსაკუთრებით ნალექების)?			
7	მიწისქვეშა წყლები და მისი ჰორიზონტები	გაქვთ თუ არა შესაბამისი რეგიონის მიწისქვეშა წყლების მდგომარეობისა და მისი ჰორიზონტების შესახებ აღწერილობა?			
8	წყლის რესურსების პოტენციალური დამაბინძურების ჩამონათვალი	არსებობს თუ არა წყლის დამაბინძურებელი კომპანიების ჩამონათვალი?			
9	დაბინძურების გავრცელება	ზემოაღნიშნულ ჩამონათვალში გათვალისწინებულია თუ არა შემდეგი ობიექტები: ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობები? სამრეწველო ორგანიზაციები? აგროქიმიური საწარმოები? ნახშირბადის შესანახი ობიექტები? დატანილია თუ არა რუკაზე ეს ობიექტები?			

№	კითხვები და აღწერა მოქმედებების დაგეგმვისას საგანგებო მდგომარეობის გამოცხადების შემთხვევაში	კითხვები შემოწმებისათვის	კომპეტენტური პირის პასუხი		
			დიახ	ნაწილობრივ	არა
		ქტები? გაანგარიშებულია თუ არა ექსტრემალურ სიტუაციაში მათი გადატანის ხანგრძლივობა საგანგებო ჰიდროლოგიურ პირობებში?			
10	ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლების ხარისხი	გაქვთ თუ არა წყლის ხარისხთან დაკავშირებული კლასიფიკაცია?			
11	მიწისქვეშა წყლების ხარისხი	გაქვთ თუ არა ინფორმაცია მიწისქვეშა წყლებზე საგანგებო სიტუაციების ზონაში?			
12	სასმელი წყლის მომარაგება	გაქვთ თუ არა აღწერილობა სასმელი წყლის წყალმომარაგებაზე?			
13	სამრეწველო წყალმომარაგება	გაქვთ თუ არა აღწერილობა სამრეწველო წყალმომარაგებაზე?			
14	სასოფლო-სამეურნეო წყალმომარაგება	გაქვთ თუ არა აღწერილობა სოფლის მეურნეობაში წყლის გამოყენების შესახებ?			
15	დასვენების ადგილები	გაქვთ თუ არა აღწერილობა რეკრეაციულ ადგილებში წყლის გამოყენების			

№	კითხვები და აღწერა მოქმედებების დაგეგმვისას საგანგებო მდგომარეობის გამოცხადების შემთხვევაში	კითხვები შემოწმებისათვის	კომპეტენტური პირის პასუხი		
			დიახ	ნაწილობრივ	არა
		შესახებ?			
16	თევზსაშენი მეურნეობები	გაქვთ თუ არა აღწერილობა თევზსაშენი მეურნეობების შესახებ?			
17	თევზგამტარი ნაგებობები	გაქვთ თუ არა აღწერილობა წყალგადამლობ ნაგებობებზე თევზსატარი კონსტრუქციების შესახებ?			
წყალთა მეურნეობის ორგანიზაცია / კომპეტენტური ორგანოები					
18	კომპეტენტური ორგანოების მოვალეობა და საქმიანობა	გაქვთ თუ არა ყოველმხრივი აღწერა წყალთა მეურნეობის ორგანიზაციის აქმიანობაზე?			
19	კომპეტენტური ორგანოების განსაზღვრა	<ul style="list-style-type: none"> • გაქვთ თუ არა მოქმედების გეგმაში კომპეტენტური ორგანიზაციების ჩამონათვალი? • გაქვთ თუ არა ჩამონათვალში იმ ორგანიზაციების სია, რომელთა დანიშნულებაც არის რეაგირების გაკეთება საგანგებო მდგომარეობის შემთხვევაში? • ჩამონათვალში არის თუ არა ორგანიზაციები, რომ 			

№	კითხვები და აღწერა მოქმედებების დაგეგმვისას საგანგებო მდგომარეობის გამოცხადების შემთხვევაში	კითხვები შემოწმებისათვის	კომპეტენტური პირის პასუხი		
			დიახ	ნაწილობრივ	არა
		<p>ლებიც პასუხისმგებელი არიან მოქმედების გეგმის მომზადებაზე?</p> <p>• „დადებითი“ პასუხის შემთხვევაში გადაამოწმეთ ეს ორგანიზაცია არის თუ არა აღნიშნული მოქმედების გეგმაში?</p>			
მზადყოფნა საგანგებო სიტუაციებში					
20	<p>კაპიტალური სტრატეგიული ობიექტის მშენებლობის დაწყების წინ ან ობიექტის ექსპლუატაციის დახურვისას საგანგებო სიტუაციების მოქმედების გეგმა აუცილებლად შეთანხმებული უნდა იყოს ქვეყნის მთავრობასთან. შესაბამისად, აუცილებელია გაანგარიშდეს ევაკუაციის მოქმედების დრო დადგენილი ეროვნული ან საერთაშორისო კანონმდებლობით</p>	<p>საგანგებო სიტუაციებში მოქმედების დრო დადგენილია თუ არა ეროვნული კანონმდებლობით?</p> <p>• გაწერილია თუ არა მოქმედების გეგმაში, ავარიების შემთხვევაში, მოქმედებების დაწყებისა და დასრულების ვადები?</p>			

№	კითხვები და აღწერა მოქმედებების დაგეგმვისას საგანგებო მდგომარეობის გამოცხადების შემთხვევაში	კითხვები შემოწმებისათვის	კომპეტენტური პირის პასუხი		
			დიახ	ნაწილობრივ	არა
21	საგანგებო სიტუაციებში მოქმედების გეგმა მუშავდება და მოწმდება ოპერატორების მიერ საშიში ობიექტების ნუსხიდან და კომპეტენტური ორგანოების მიერ. საბოლოოდ კომპეტენტური ორგანიზაციების კითხვაზე მათ უნდა იმოქმედონ ერთმანეთთან კავშირში და ურთიერთშეთანხმების პრინციპზე.	<ul style="list-style-type: none"> • ითვალისწინებს თუ არა ადგილობრივი კანონმდებლობა საგანგებო სიტუაციებში ერთობლივ შემოწმებას მოქმედების გეგმაში - სტიქიის ზონაში ან მის საზღვრებს გარეთ? 			
22	საგანგებო სიტუაციებში მოქმედების გეგმა ყოველთვის უნდა იყოს გადახედილი აუცილებლობიდან გამომდინარე, მაგრამ არა ნაკლები 5 წლისა.	<ul style="list-style-type: none"> • მშენებარე ობიექტზე ახალი საშიშროების აღმოჩენის შემთხვევაში? • ობიექტის ექსპლუატაციის დროს ახალი საშიშროების დადგენის შემთხვევაში? • ობიექტზე ახალი დიაგნოსტიკის აპარატურის ან ახალი ტექნოლოგიების გამოყენებით დამატებითი უწყისივრობის აღმოჩენის შემთხვევაში? 			
23	საგანგებო სიტუაციების დროს მოქმედების	<ul style="list-style-type: none"> • საგანგებო სიტუაციების დროს მოქ- 			

№	კითხვები და აღწერა მოქმედებების დაგეგმვისას საგანგებო მდგომარეობის გამოცხადების შემთხვევაში	კითხვები შემოწმებისათვის	კომპეტენტური პირის პასუხი		
			დიახ	ნაწილობრივ	არა
	გეგმაში აუცილებლად გათვალისწინებული უნდა იყოს ბუნების სტიქიური მოვლენის ყველა სახე, როგორც ობიექტის ავარიის დამატებითი მიზეზები. შესაბამისად, დამატებითი ინფორმაცია აუცილებლად შეყვანილი უნდა იყოს მოქმედების გეგმაში (მაგ. წყალდიდობის დროს რუკაზე დაიტანოს დატბორვის კონტურები).	მედების გეგმაში გათვალისწინებულია თუ არა ბუნებრივი კატასტროფული მოვლენები: <ul style="list-style-type: none"> • წყალდიდობა? • ღვარცოფი? • მეწყერი? • ქარიშხალი? • ხანძარი? • საშიშ ობიექტთან ახლოს მდებარე სტიქიის კერა? 			
წინასწარ გამაფრთხილებელი სისტემები და სიგნალები					
24	საგანგებო სიტუაციების დროს აუცილებელია არსებითად მზადყოფნაში იყოს წინასწარ გამაფრთხილებელი სისტემები და სიგნალები. წინასწარ გამაფრთხილებელ სისტემებს უყენებენ ორ მოთხოვნას: 1. ორგანიზაციის ხელში არსებული გამზომი ხელსაწყოების, მათ შორის, სადგურებს შორის კავშირგაბმულობის კავშირი და ა.შ.	<ul style="list-style-type: none"> • გაქვთ თუ არა წინასწარ გამაფრთხილებელი სისტემებისა და სიგნალების ზუსტი აღწერილობა? • ცნობილია თუ არა განმარტებები გამზომი ხელსაწყოების განაწილების შენახვებზე? • აღწერილია თუ არა თანამშრომლობა გამზომ სადგურებს შორის? • შეთანხმებულია თუ არა ტექნიკური 			

№	კითხვები და აღწერა მოქმედებების დაგეგმვისას საგანგებო მდგომარეობის გამოცხადების შემთხვევაში	კითხვები შემოწმებისათვის	კომპეტენტური პირის პასუხი		
			დიახ	ნაწილობრივ	არა
	2. შესაბამისი ტექნიკური აღჭურვილობა რომელიც გამოავლენს კატასტროფულ შემთხვევას და შეაფასებს წინასწარ გამაფრთხილებელი სისტემების და განგაშის სიგნალის ამუშავებას	ელემენტების ჰარმონიული მუშაობა ? - გამოვლინება - გაფრთხილების შეფასება - განგაშის მიზანმიმართულება			
25	წინასწარ გამაფრთხილებელი სისტემები მონტაჟდება საშიშობიექტებზე ოპერატორის მიერ და სახელმწიფო ორგანოების მიერ მდინარის მთლიანი წყალშემკრები აუზისათვის.	<ul style="list-style-type: none"> • თითოეულ ოპერატორს აქვს თუ არა ჩაბარებული საშიშობიექტზე ერთი გამაფრთხილებელი სადგური, რომელიც მიერთებულია ეროვნულ გამაფრთხილებელ სისტემასთან? 			
26	წინასწარ გამაფრთხილებელი სისტემები მიერთებულია თუ არა საერთაშორისო მოქმედების გეგმასთან, რომელსაც ხელმძღვანელობს ერთობლივი ორგანოები	<ul style="list-style-type: none"> • მოქმედებს თუ არა წინასწარ გამაფრთხილ. ღონისძიებებისა და განგაშის საერთაშ. გეგმა? • თუ „დიახ“, მაშინ ისინი გათვალისწინებულია თუ არა მოქმედების გეგმაში? 			
27	საშიშობიექტებზე აუცილებელია უწყვეტი მონიტორინგი, რომელიც შექმნის სტატისტიკურ რიგს, უწყვეტ დაკვირვებებს	<ul style="list-style-type: none"> • მიმდინარეობს თუ არა უწყვეტი მონიტორინგი რეალურ საშიშობიექტზე ოპერატორის მიერ? • გაქვთ თუ არა გა- 			

№	კითხვები და აღწერა მოქმედებების დაგეგმვისას საგანგებო მდგომარეობის გამოცხადების შემთხვევაში	კითხვები შემოწმებისათვის	კომპეტენტური პირის პასუხი		
			დიახ	ნაწილობრივ	არა
	სხვადასხვა დონეზე წინასწარ გამაფრთხილებელი ღონისძიებების დასახვისათვის. ეს დაკვირვებები უნდა იყოს შეთანხმებული კომპეტენტურ ორგანოებთან, შესაბამისი საერთაშორისო მოქმედების გეგმასთან, წინასწარ გამაფრთხილებელი ღონისძიებების დასახვისათვის (მაგ, მდინარე მტკვრის აუზი და ა.შ.)	<p>ფრთხილების საერთაშორისო გეგმასთან წვდომა?</p> <ul style="list-style-type: none"> • დადგენილია თუ არა რაიმე ბარიერი წინასწარ გამაფრთხილებელი ღონისძიებების გამოცხადების დროს? • თქვენთვის მისაწვდომია თუ არა სტიქიების ხანგრძლივობის დრო სცენარების მოდელირების გაანგარიშებისას? • ჩართულია თუ არა ეს სცენარები მოქმედების გეგმაში? 			
ურთიერთდახმარება საგანგებო სიტუაციაში					
28	პრაქტიკულად, რამდენად შესაძლებელია ურთიერთდახმარება, რომელიც უნდა განახორციელონ კომპეტენტურმა ორგანოებმა სხვა ქვეყნების დახმარებით საგანგებო სიტუაციების დროს.	<ul style="list-style-type: none"> • კომპეტენტური ორგანოების მიერ დამუშავებულია თუ არა ტრანზიტული ტვირთის გატარების სქემა? • არსებობს თუ არა შეთანხმება სახელმწიფოებს შორის საგანგებო სიტუაციაში ურთიერთდახმარების შესახებ? 			
29	კომპეტენტურმა ორგანოებმა უნდა დაამუშაონ სპეციალური გეგმა	<ul style="list-style-type: none"> • არსებობს თუ არა ნორმატიული რეგულირება ტექნო- 			

№	კითხვები და აღწერა მოქმედებების დაგეგმვისას საგანგებო მდგომარეობის გამოცხადების შემთხვევაში	კითხვები შემოწმებისათვის	კომპეტენტური პირის პასუხი		
			დიახ	ნაწილობრივ	არა
	მაშველებისა და სპეციალური ტექნიკისა ტრანზიტისათვის.	ლოგისა და სპეცტექნიკის შემოყვანის შესახებ?			
30	კომპეტენტურმა ორგანოებმა უნდა შეძლონ ავარიების ლიკვიდაციასთან დაკავშირებული ტექნოლოგიების გაცვლა.	<ul style="list-style-type: none"> • საჭიროა ტექნოლოგიების გაცვლა? • გამოცდილებისა და ინფორმაციის გაცვლა? • ტექნიკური დახმარების გაწევა? 			

თავი 8.

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 აუცილებლად 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 აღიძვრება ცუნამის ტიპის ტალღები (იხ. სურ. 8.1), რომელთაგან დაცვის ერთადერთ საშუალებას წარმოადგენს მოსახლეობის ორგანიზებული ევაკუაცია.



სურ. 8.1. ცუნამის ტიპის ტალღის წარმოშობა

- თითოეული ოჯახის წევრმა უნდა იცოდეს ევაკუაციის, გეგმა, აგრეთვე უეცრად მოვარდნილი და სწრაფად მიმდინარე წყალდიდობის შემთხვევაში ქცევის წესები. დაიმახსოვრონ ნაგების, ტივებისა და მათი დამზადებისათვის საჭირო საშუალებლო მასალების შენახვის ადგილები.
- წინასწარ შეადგინონ ევაკუაციის დროს თან წასადები საჭირო საბუთების, ნივთების და მედიკამენტების ჩამონათვალი. სპეციალურ ჩემოდანში ან ზურგჩანთაში ჩააწყონ საჭირო თბილი ტანსაცმელი, პროდუქტების, წყლისა და მედიკამენტების მარაგი.
- წყალდიდობის საშიშროებისა (სურ. 8.2) და ევაკუაციის შესახებ შეტყობინების სიგნალის მიღებისთანავე დადგენილი წესით დაუყონებლივ დატოვონ შესაძლო

კატასტროფული დატბორვის საშიში ზონა და გადავიდნენ უსაფრთხო რაიონში ან ამალღებულ ადგილას, თან წაიღონ საბუთები, ძვირფასეულობა, საჭირო ნივთები და კვების პროდუქტების ორდღიანი მარაგი. გატარდნენ რეგისტრაციაში საევაკუაციო პუნქტში. ევაკუაციას ექვემდებარება შინაური ცხოველებიც.



სურ. 8.2. წყალდიდობა მდინარის კალაპოტში

- 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 სართულებ-

ზე, ან სხვენზე. დახურონ კარ-ფანჯრები, საჭიროების და დროის არსებობის შემთხვევაში, პირველი სართულის ფანჯრები და კარები ამოჭედონ გარედან ფიცრებით.

- კატასტროფული დატბორვის მოულოდნელი განვითარების დროს გარღვევის ტალღის დარტყმისაგან თავდასაცავად საჭიროა სწრაფად დაიკავონ ამალღებული ადგილი, ავიდნენ მსხვილ ხეზე, მყარი ნაგებობების ზედა იარუსებზე (სურ. 8.3), თუ იმყოფებიან წყალში, ტალღის მოახლოებისას, არ დაიბნენ და არ შემინდნენ, 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 თვითევაკუაცია 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. 8.3. წყალდიდობის პირველადი თავდაცვითი ღონისძიებები

წყალდიდობის დროს გამოიჩინონ თავშეკავება და არ აჰყვინენ პანიკას. წესრიგში უნდა მოიყვანონ სანაოსნო საშუალებები, ხოლო მათი უქონლობის შემთხვევაში, უზრუნველყონ ადგილობრივი მასალებისაგან. თუ აღმოჩნდნენ წყალში, ეცადონ თავიდან მოიცილონ მძიმე ტანსაცმელი და ფეხსაცმელი, გაცურონ დაუტბორავი ადგილებისაკენ. ფრთხილად იყვნენ 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 ამაღლებულ 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 შეასრულონ ეკიპაჟის 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, როგორცაა ელექტრომომარაგება და სასმელი წყლის მომმარაგებელი 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.

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 დამუშავდა 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 მეურნეობებისა 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 კაშხლის 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.

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

ლიტერატურა

1. **Ayyub B. M.** – Rick Analysis in Engineering and Economics. Chapman&Hall/CRC. A CRC press Company, Boca Raton London, New York, Washington, D.C., 2009, 571 p.
2. **Ayyub B. M., George J. Klir** – Uncertainty Modeling and Analysis in Engineering and the Sciences. Chapman& Hall/CRC. A CRC press Company, Boca Raton London, New York, Washington, D.C., 2011, 378 p.
3. Checklist for contingency planning for accidents affecting transboundary waters, with introductory guidance. UNICE, UNITED NATIONS, New York and Geneva, 2016, 51 p.
4. **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.
5. **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).
6. **Гавардашвили Г.В.** - Компьютерная имитация наводнения в случае разрушения ингурской плотины. Сборник Научных Трудов Института Водного Хозяйства Грузии, №65, Тбилиси, 2010, с. 42 – 52.
7. **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.
8. **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).
 9. **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.
 10. **გავარდაშვილი გ.ვ.** - ბუნებრივი და ტექნოგენური კატასტროფებისას მთის ლანდშაფტების უსაფრთხოების ღონისძიებები. თბილისი, გამომცემლობა „უნივერსალი“, 2011, 237 გვ.
 11. **Gavardashvili G.V., Ayyub B. M.** - The Field Investigation of Erosion and Debris Flow Processes in Catchment Basin of the Duruji River. 5th International Conference on Debris-Flow Hazards Mitigation, Mechanics, Prediction and Assessment. Padua, ITALY - 14-17 June 2011. pp. 63-71.
 12. **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. 8th International Scientific and Technical Conference, Modern Problems of Water Management, Environmental Protection, Architecture and Construction”. Tbilisi, 2018, pp. 27-34.
 13. **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.
14. **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.
 15. Hydroelectric Stations of Georgia - Energomashexport, Moscow, 1989, 50 p.
 16. **Kukhalashvili E, Gavardashvili G.V., Kupreishvili Sh.** - Expected Risk of Cohesive Debris Flows andighting Against Them. Lambert, Academic Publishing, GmbH, Norderstedt, Germany, 2018, 87 p.
 17. **Natishvili O.G., Gavardashvili G.V.** - Calculation of Impact Action of a Coherent Mudflow Current in the Wave Motion Mode on a Transverse Structure. 9th International Scientific and Technical Conference, Modern Problems of Water Management, Environmental Protection, Architecture and Construction”. Tbilisi, 2019, pp. 210-214.
 18. **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).
 19. **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.

20. მელქაძე თ., კაპანაძე თ. - საგანგებო სიტუაციებში მოსახლეობის მოქმედების წესები. გამომცემლობა „აწმყო“, თბილისი, 2004, 44 გვ.
21. **Mirtskhoulava Ts.E.** - Hazards and Risk (at some water and other systems. Types, Analysis, Assessment). 2 Books. Tbilisi, "Metsniereba", 2003, 807 p. (in Russian).
22. **Mirtskhoulava Ts.E.** - Ecological breakdowns (prediction of risk of breakdown, measures for lowering the hazard), Tbilisi, 1993, 432 p.
23. მირცხულავა ც., თევზაძე ვ., მახათაძე ლ., დოხნაძე დ., მირცხულავა ზ., გავარდაშვილი გ., გვიშიანი ზ. - სტიქიური უბედურებანი (სამახსოვრო), მეცნიერება, თბილისი, 1992, გვ 19.
24. მირცხულავა ც. - წყალდიდობა და მასთან ბრძოლა. თბილისი, 1987, 32 გვ.
25. ფრანგიშვილი ა., ბოჭორიშვილი ნ., ლანჩავა ო. - სიცოცხლის უსაფრთხოება (საგანგებო სიტუაციების მართვა და სამოქალაქო თავდაცვა). გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, 2011, 636 გვ.
26. **Шойры С.К.** – Оперативное прогнозирование инженерной обстановки в чрезвычайных ситуациях (книга 2), М.:1998, 176 с.
27. **Ayyub B. M.** – Risk Analysis in Engineering and Economics. Chapman&Hall/CRC. A CRC press Company, Boca Raton London, New York, Washington, D.C., 2009, 571 p.
28. **Ayyub B. M., George J. Klir** – Uncertainty Modeling and Analysis in Engineering and the Sciences. Chapman& Hall/CRC. A CRC press Company, Boca Raton London, New York, Washington, D.C., 2011, 378 p.
29. Checklist for contingency planning for accidents affecting transboundary waters, with introductory guidance. UNICE, UNITED NATIONS, New York and Geneva, 2016, 51 p.

30. **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.
31. **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).
32. **Гавардашвили Г.В.** - Компьютерная имитация наводнения в случае разрушения ингурской плотины. Сборник Научных Трудов Института Водного Хозяйства Грузии, №65, Тбилиси, 2010, с. 42 – 52.
33. **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.
34. **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).
35. **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.

36. **გავარდაშვილი გ.ვ.** - ბუნებრივი და ტექნოგენური კატასტროფებისას მთის ლანდშაფტების უსაფრთხოების ღონისძიებები. თბილისი, გამომცემლობა „უნივერსალი“, 2011, 237 გვ.
37. **Gavardashvili G.V., Ayyub B. M.** - The Field Investigation of Erosion and Debris Flow Processes in Catchment Basin of the Duruji River. 5th International Conference on Debris-Flow Hazards Mitigation, Mechanics, Prediction and Assessment. Padua, ITALY - 14-17 June 2011. pp. 63-71.
38. **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. 8th International Scientific and Technical Conference, Modern Problems of Water Management, Environmental Protection, Architecture and Construction”. Tbilisi, 2018, pp. 27-34.
39. **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.
40. **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.
41. Hydroelectric Stations of Georgia - Energomashexport, Moscow, 1989, 50 p.

42. **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.
43. **Natishvili O.G., Gavardashvili G.V.** - Calculation of Impact Action of a Coherent Mudflow Current in the Wave Motion Mode on a Transverse Structure. 9th International Scientific and Technical Conference, Modern Problems of Water Management, Environmental Protection, Architecture and Construction". Tbilisi, 2019, pp. 210-214.
44. **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).
45. **ნატიშვილი ო.გ., ურუშაძე თ.ფ., გავარდაშვილი გ.ვ.** – Влияние Волнообразного Движения Склонового Стока на Интенсивность Эрозии Почв. Сборник Научных Трудов Института Водного Хозяйства, Грузии, №69, Тбилиси, 2014, 8 с.
46. **მელქაძე თ., კაკანაძე თ.** - საგანგებო სიტუაციებში მოსახლეობის მოქმედების წესები. გამომცემლობა „აწმყო“, თბილისი, 2004, 44 გვ.
47. **Mirtskhulava Ts.E.** - Hazards and Risk (at some water and other systems. Types, Analysis, Assessment). 2 Books. Tbilisi, "Metsniereba", 2003, 807 p. (in Russian).
48. **Mirtskhulava Ts.E.** - Ecological breakdowns (prediction of risk of breakdown, measures for lowering the hazard), Tbilisi, 1993, 432 p.
49. **მირცხულავა ც., თევზაძე ვ., მახათაძე ლ., დოხნაძე დ., მირცხულავა ზ., გავარდაშვილი გ., გვიშიანი ზ.** -

სტიქიური უბედურებანი (სამახსოვრო), მეცნიერება, თბილისი, 1992, გვ 19.

50. **მირცხულავა ც.** - წყალდიდობა და მასთან ბრძოლა. თბილისი, 1987, 32 გვ.
51. **ფრანგიშვილი ა., ბოჭორიშვილი ნ., ლანჩავა ო.** - სიცოცხლის უსაფრთხოება (საგანგებო სიტუაციების მართვა და სამოქალაქო თავდაცვა). გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, 2011, 636 გვ.
52. **Шойгу С.К.** – Оперативное прогнозирование инженерной обстановки в чрезвычайных ситуациях (книга 2), М.:1998, 176 с.