

2023 წლის 3 აგვისტოს მდ. ზუბისწყლის ხეობაში განვითარებული სტიქიური მოვლენების შეფასების ანგარიში



**სსიპ გარემოს
ეროვნული სააგენტო**

თბილისი 2024

სარჩევი

1. შესავალი	5
2. მდ. ჭანჭახის აუზის მოკლე კლიმატური დახასიათება.....	6
2.1. კლიმატური პირობები	6
2.2. კლიმატის ცვლილების ტენდენციები.....	6
2.3. ამინდის პირობები მდ. ბუბისწყლის ხეობაში მომხდარ სტიქიამდე ბოლო 2 თვის პერიოდში (ივნისი-ივლისი, 2023 წელი).....	10
3. მდ. ბუბისწყლის აუზის ჰიდროლოგიური დახასიათება.....	12
3.1. მდ. ბუბისწყლის აუზი	12
3.2. მდ. ჭანჭახის მრავალწლიური ხარჯები.....	13
4. გეომორფოლოგიური პირობები	15
5. მდ. ბუბისწყლის აუზის მცინვარების აღწერა (გლაციოლოგია).....	23
6. მდ. ბუბისწყლის აუზის გეოლოგიური აგებულება, ტექტონიკური და სეისმური პირობები.....	25
6.1 გეოლოგიური აგებულება.....	25
6.2 ტექტონიკური და სეისმური პირობები	35
7. ჰიდროგეოლოგიური პირობები	38
8. 2023 წლის 3 აგვისტოს მდ. ბუბისწყლის აუზში (ონის მუნიციპალიტეტი) განვითარებული გეოდინამიკური პირობების შეფასება.....	42
8.1. ღვარცოფული პროცესის სიმულაცია RAMMS-ის საშუალებით.....	52
8.2. 2023 წლის 3 აგვისტოს მოვლენის სიმულაცია	53
9. სტიქიის გამომწვევი მიზეზ-ფაქტორები	64
10. შესაძლო საფრთხის სიმულაცია	65
11. დასკვნები და რეკომენდაციები.....	66
გამოყენებული ლიტერატურა	68

სურათი 1 ყინულით და თოვლით დაფარული მწვერვალები	16
სურათი 2 დეგრადირებული მყინვარული ცირკები, კარები, კარლინგები	16
სურათი 3 რიგელები	17
სურათი 4 ტროგული ხეობა	17
სურათი 5 ტროგული ხეობის ფსკერზე დაგროვილი მყინვარული ეროზიის (ეგზარაციის) პროცესით აკუმულირებული მასალა	18
სურათი 6 პროცესებით, ფერდობების ძირში კოლუვიური და კოლუვიურ-დელუვიური გენეზისის ნალექებით ფორმირებული კონუსები და შლეიფები.....	18
სურათი 7 ღვარცოფმაფორმირებელი მასალის კერა.....	18
სურათი 8 ხეობის ძირში არსებული ტყის საფარის ნაწილი.....	19
სურათი 9 მყარი ნატანის აკუმულაციით ფორმირებული მძლავრი საფარი.....	21
სურათი 10 რბილი ქანებით აგებული ფერდობიდან ჩამოცვენილი ნატეხოვანი მასალა.....	32
სურათი 11 ნაპრალოვან ქანებთან დაკავშირებული მიწისქვეშა წყლების ფრონტალური გამოსავლები..	42
სურათი 12 კლდეზავის მოწყვეტის ადგილი.....	43
სურათი 13 მუდმივი მზრალობის რუკა (წყარო: GEOTEST -ის ანგარიში).....	44
სურათი 14 მოწყვეტის არეალი (მარცხნივ). კლდოვან ნაწილში (მარჯვნივ) მუდმივი მზრალობის ყინულიდან გამონადენი წყალი ჩაედინება ღია ნაპრალობა.	44
სურათი 15 2023 წლის 3 აგვისტოს მყინვარ ბუბაზე მოწყვეტილი ყინულოვანი მასა (3ა).....	45
სურათი 16 მყინვარ ბუბაზე ქვიანი მასის ნაწილის მოყავისფრო კვალი	46
სურათი 17 მდინარის სათავეებში ათეულობით წლების მანძილზე დაგროვებული მორენული და კოლუვიური ნალექები	47
სურათი 18 ქუთაისის ტერიტორიაზე განთავსებული მეტეოროლოგიური რადარის გამოსახულება.....	48
სურათი 19 მდ. ჭანჭახის და მისი შენაკადების წყალშემკრები აუზები და მყინვარები	49
სურათი 20 სატელიტური ფოტო, გადაღების დრო 3 აგვისტო, 11:41. წყარო - 'Planet Labs GmbH'	51
სურათი 21 'სატელიტური ფოტო, გადაღების დრო - 6 აგვისტო, 11:05. წყარო - 'Planet Labs GmbH'	52
სურათი 22 სიჩქარე (RAMMS-ის მოდელირება: 2023 წლის აგვისტოს მოვლენის სიმულაცია.....	55
სურათი 23 ე.წ. „სანაპირო ტიპის“ არამასშტაბური მეწყერები.....	57
სურათი 24 გვერდითა მორენაზე გადადინებული წყალ-ქვიანი ღვარცოფი.....	57
სურათი 25 გამოზიდვის კონუსი კურორტ შოვის ტერიტორიაზე.....	58
სურათი 26 მდინარე ჭანჭახის ჭალა-კალაპოტის ზონაში განტვირთული მასალა	58
სურათი 27 წყალ-ქვიანი ღვარცოფის მაქსიმალურ დონემდე მიღწევამ გამოიწვია ნაპირების გადარეცხვა, მოწყვიტა ტყის დიდი ნაწილები, ჩაუშვა ნაკადში და გამოიწვია მდინარის კალაპოტის ეროზია	58
სურათი 28 ნაპირების ეროზია კალაპოტიდან 50-70 მ სიმაღლეზე, რაც გამოწვეულია ნატანის მაქსიმალურ სიმაღლის მიღწევით მოსახვევებში.....	59
სურათი 29 ღვარცოფის ნაკადის მაქსიმალურ სიმაღლეებზე ასვლა მდ. ბუბას კალაპოტში	59
სურათი 30 ღვარცოფის ნაკადის მაქსიმალური სიმაღლე ზღვის დონიდან დაახლოებით 2130 მეტრზე აჩვენებს, რომ ღვარცოფის სიჩქარეს უნდა მიეღწია დაახლოებით 35 მ/წმ სიჩქარისთვის ამ არეალში.	60
სურათი 31 დაბალი სიძვრივის წყალ-ტალახიანი ნაკადი	61
სურათი 32 3-6 მ-იანი ცალკეული ლოდები	61
სურათი 33 გრანულომეტრიული შედგენილობა.....	61
სურათი 34 ხის ვარჯზე დატოვებული კვალი.....	61
სურათი 35 კურორტ შოვის ტერიტორიაზე აკუმულირებული მასალა	62

სურათი 36 მდ. ჭანჭახისა და რიონის ჭალა-კალაპოტის ზონებში განტვირთული 1 მლნ კუბური მეტრი მასალა62

სურათი 37 კლდეზვავის უბნის ძირში და მყინვარის ზედაპირზე აკუმულირებული 1.5 მლნ კუბური მეტრი მასალა.....63

სურათი 38 მდ. ბუბისწყლის და მისი შენაკადების სათავეებში აკუმულირებული მასალა63

სურათი 39 მოწყვეტის არეალში არსებული პოტენციური საფრთხე.....65

2023 წლის 3 აგვისტოს მდ. ბუბისწყლის ხეობაში განვითარებული სტიქიური მოვლენების შეფასების ანგარიში

1. შესავალი

წინამდებარე ანგარიშში მოცემულია 2023 წლის 3 აგვისტოს მდ. ბუბისწყლის ხეობაში განვითარებული ჯაჭვური (კასკადური) ხასიათის სტიქიური პროცესების ფორმირების ანალიზი და რეკომენდაციები მომავალში ამავე მდინარის ხეობაში და საქართველოს ტერიტორიაზე მსგავს ბუნებრივ პირობებში არსებულ მდინარეთა აუზებში ანალოგიური ხასიათის სტიქიური მოვლენათა განვითარების საფრთხეების დასადგენად და მათგან გამოწვეული შესაძლო უარყოფითი შედეგების თავიდან აცილება/შერბილების უზრუნველსაყოფად.

ანგარიში მომზადებულია საქართველოს გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტროს გარემოს ეროვნული სააგენტოს სპეციალისტების მიერ.

ანგარიშის მოსამზადებლად გამოყენებულ იქნა გეოლოგიურ, მეტეოროლოგიურ და ჰიდროლოგიურ პარამეტრებზე, როგორც მიწისპირა, ასევე დისტანციური დაკვირვების (მაღალი გარჩევადობის სატელიტური, რადარული და აერო-ფოტო) სურათები, მოვლენის მოხდენის შემდეგ განხორციელებული საველე ჰიდრომეტეოროლოგიური/გეოლოგიური კვლევის შედეგები და შვეიცარიის სპეციალიზებული კომპანიის (GEOTEST AG) მიერ მომზადებული ანგარიში - „Georgia, Shovi Disaster, Event Analysis“, Report Nr. 1423094.1; 28.11.2023.

2023 წლის 3 აგვისტოს, მდ. ბუბისწყლის ხეობაში განვითარებულმა სტიქიამ კურორტ შოვში გამოიწვია 26 ჰა ფართობზე არსებული საცხოვრებელი სახლების, ინფრასტრუქტურის განადგურება და ადამიანთა მსხვერპლი. ბოლო მონაცემებით, დაღუპულია 32 და დაკარგულად ითვლება 1 ადამიანი.

მომხდარი კატასტროფის შესახებ ინფორმაციის მიღებისთანავე, სტიქიის ზონაში, უმოკლეს დროში ჩავიდნენ გარემოს ეროვნული სააგენტოს სპეციალისტები, რომლებმაც ოპერატიულ რეჟიმში მოახდინეს მდ. ბუბისწყლის და მის მომიჯნავედ არსებული მყინვარული ხეობების დათვალიერება, ჩატარეს გეოლოგიური, ჰიდრომეტრიული და ტოპოგრაფიული სამუშაოები, განახორციელეს სტიქიის გამომწვევი მიზეზების პირველადი შეფასება და განსაზღვრეს რისკები სტიქიური მოვლენების შესაძლო განმეორების შესახებ.

კურორტ შოვში მიმდინარე სამმებრო-სალიკვიდაციო სამუშაოებში მონაწილე პირთა უსაფრთხოების უზრუნველყოფის მიზნით, მდ. ბუბისწყალსა და მდ. ჭანჭახის წყალგამყოფი ქედის სამხრეთ-დასავლეთ ფერდზე ზღვის დონიდან 2600 მ. სიმაღლეზე დაწესდა გარემოს ეროვნული სააგენტოს სპეციალისტების მორიგეობა. სპეციალისტები 24 სთ-იან რეჟიმში ახორციელებდნენ მდ. ბუბისწყალზე და მის მარჯვენა შენაკადზე დაკვირვებებს, და დღის ნათელ პერიოდში ბუბას, თბილისას და ბოქსიორის მყინვარების პერიოდულ ვიზუალურ მონიტორინგს, ხოლო ღამით ქვათაცვენით/კლდეზვავით გამოწვეული ხმის სიძლიერის და ხანგრძლივობის მონიტორინგს და რადიოკავშირით საველე შტაბის პერიოდულ ინფორმირებას.

ამავე დროს, ყოველდღიურად, დღე-ღამურ რეჟიმში მზადდებოდა და საგანგებო სიტუაციების მართვის სამსახურსა და გადაწყვეტილების მიმღებ სხვა პირებს მიეწოდებოდა მდ. ბუბისწყლის ხეობაში მოსალოდნელი ამინდის ზემოკლევადიანი და მოკლევადიანი პროგნოზები და საჭიროების შემთხვევაში გაფრთხილებები მეტეოროლოგიური პირობების შესაძლო გაუარესების (თავსხმა ნალექები) შესახებ, რასაც შეეძლო დინამიკაში მოეყვანა 2023 წლის 3 აგვისტოს სტიქიის შედეგად მდ. ბუბისწყლის ხეობაში აკუმულირებული მასალა და განმეორებით გამოეწვია ღვარცოფული პროცესები.

2. მდ. ჭანჭახის აუზის მოკლე კლიმატური დახასიათება

2.1. კლიმატური პირობები

კლიმატური თვალსაზრისით, მდ. ჭანჭახის აუზი, რომლის ერთ-ერთ შემადგენელ ნაწილს წარმოადგენს მდ. ბუბისწყლის აუზი, მიეკუთვნება ზღვის სუბტროპიკული კლიმატის ნოტიო ოლქს. სიმაღლებრივი ზონალობის მიხედვით გამოიყოფა რამდენიმე კლიმატური ზონა. შედარებით დაბალ ზონაში - 1,700-1,800 მეტრამდე, გაბატონებულია ჰავის ტიპი ცივი ზამთრითა და ხანგრძლივი გრილი ზაფხულით. ამ ზონის ზემოთ, ზღვის დონიდან 2,300-2,400 მ-მდე, განვითარებულია ნოტიო ჰავა ცივი ხანგრძლივი თოვლიანი ზამთრით და მოკლე ზაფხულით. აუზის კიდევ უფრო მაღალ ნაწილში - 2,900-3,200 მ. სიმაღლეებამდე, ჩამოყალიბებულია ნამდვილ ზაფხულს მოკლებული მაღალმთის ნოტიო კლიმატი, ხანგრძლივი და მძლავრი თოვლის საბურველით (ალპური ზონა). ამ ზონის ზემოთ, საკვლევი აუზის უკიდურეს მაღალ ნაწილში, ვრცელდება მაღალმთის ნოტიო კლიმატური ზონა მუდმივი უხვი თოვლით და მყინვარებით. კერძოდ, აუზის უმაღლეს ნაწილში, დაახლოებით 4100-4200 მ. სიმაღლეებიდან, წლის ყველა თვის საშუალო ტემპერატურა უარყოფითია.

აუზში, ნალექიანობაზე და ტემპერატურაზე გავლენას ახდენს ადგილის სიმაღლე, ზღვიდან დაშორება, მთათა ფერდობების ექსპოზიცია და რელიეფის ფორმები, განსაკუთრებით, ზამთრის პერიოდში. მთელს საკვლევ ტერიტორიაზე წლის განმავლობაში შედარებით მეტი ნალექი მოდის თბილ პერიოდში, ვიდრე ცივში. ნალექების უდიდესი დღეღამური რაოდენობა 100-130 მმ-ს აღწევს.

2.2. კლიმატის ცვლილების ტენდენციები

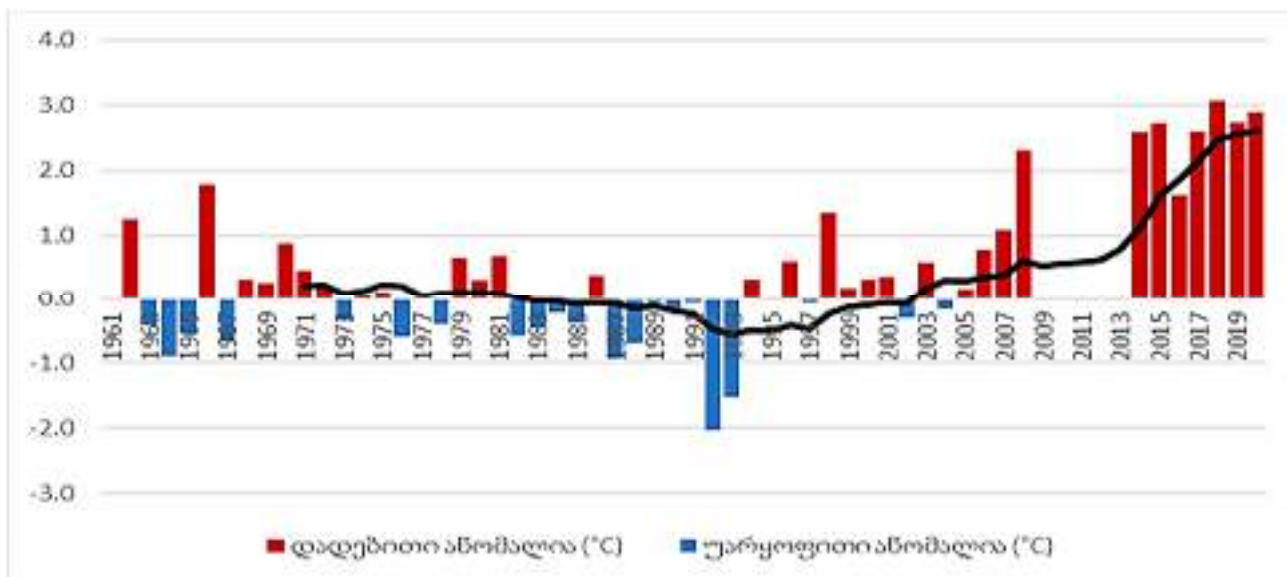
აუზში კლიმატის ცვლილების ტენდენციები შეფასებულია კურ. შოვის მეტეოსადგურის მრავალწლიური დაკვირვების მონაცემების საფუძველზე. სადგური მდებარეობს ზღვის დონიდან 1508 მეტრ სიმაღლეზე, იმავე კლიმატურ ზონაში, რასაც წყალმემკრების ქვემო ნაწილი მიეკუთვნება.

საშუალო ტემპერატურა. საკვლევი აუზის ქვედა ნაწილში საშუალო წლიური ტემპერატურა ორ 30 წლიან პერიოდს შორის (1961-1990, 1991-2020) მომატებულია +1.21°C-ით და მიმდინარე პერიოდში +7.6°C-ს შეადგენს (იხ. ცხრილი 1). დათბობა დაიკვირვება ყველა სეზონზე, ხოლო მაქსიმალური ნაზრდი

აღინიშნება ზაფხულში. ყველაზე ნიშვნადია ივნისის დათბობა, როდესაც ტენდის დახრის კუთხე შეადგენს 0.068°C (ანუ ყოველ 10 წელიწადში ტემპერატურა 0.68°C-ით იმატებს). წლიური ტენდენციის სიჩქარე კი +0.30°C/10წ. შეადგენს. გრაფიკი.1-დან ჩანს, რომ დაწყებული 2008 წლიდან დათბობა განსაკუთრებით ინტენსიურ ხასიათს იძენს.

პერიოდი	იანვარი	თებერვალ	მარტი	აპრილი	მაისი	ივნისი	ივლისი	აგვისტო	სექტემბერი	ოქტომბერი	ნოემბერი	დეკემბერი	წელი
1961-1990	-4.1	-2.7	0.5	5.9	10.5	13.6	16.7	16.1	12.6	7.6	2.7	-2.3	6.4
1991-2020	-3.4	-1.9	1.6	6.7	11.9	15.4	18.2	18.2	14.3	9.4	3.1	-2.0	7.6
სხვაობა	0.73	0.80	1.08	0.78	1.36	1.84	1.58	2.10	1.70	1.8	0.4	0.32	1.21

ცხრილი 1 ჰაერის საშუალო ტემპერატურა, (°C)



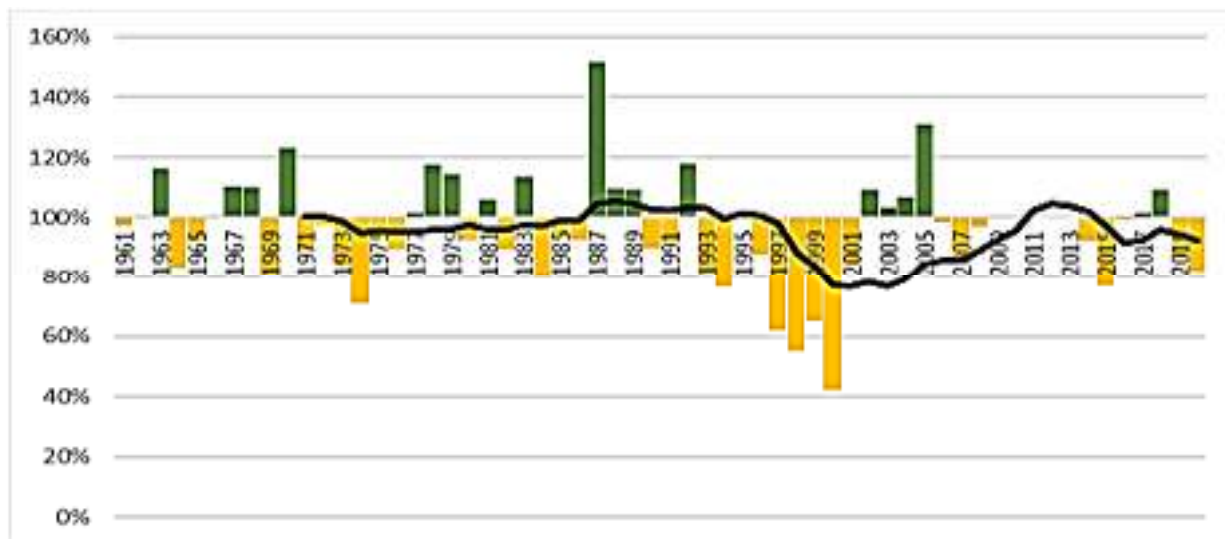
გრაფიკი 1 ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურის ანომალიები (1961-1990 წ.წ. პერიოდთან მიმართებაში) 1961-2020 წ.წ. პერიოდისათვის და 11-წლიანი მცდევი საშუალო

ატმოსფერული ნალექების წლიური რაოდენობა უკანასკნელი 60-წლიანი პერიოდის (1961-2020) განმავლობაში შემცირებულია. ორ 30-წლიან პერიოდს შორის სხვაობა 11%-იან (133 მმ) კლებას აჩვენებს და მიმდინარე პერიოდში ნალექების წლიური ჯამები საშუალოდ 1064 მმ-ს შეადგენს (იხ. ცხრილი 2). ამასთან, მარტისა და ოქტომბრის გარდა ნალექების რაოდენობა ყველა თვეში იკლებს. უარყოფითი

გადახრები უდიდესია აგვისტოში (-23%, 27მმ), ნაზრდი კი შედარებით მნიშვნელოვანია ოქტომბერში (+10%, 10მმ). ნალექების ცვლილების ტენდენციები, არ არის საიმედო არც სეზონური, არც წლიური მნიშვნელობებისთვის. გრაფ.2-დან ჩანს, რომ მრავალწლიურ ჭრილში ნორმასთან მიმართებით განსაკუთრებულად მშრალი წლების სიხშირე ყველაზე მაღალია 2000-იან წლებში.

პერიოდი	იანვარი	თებერვალი	მარტი	აპრილი	მაისი	ივნისი	ივლისი	აგვისტო	სექტემბერი	ოქტომბერი	ნოემბერი	დეკემბერი	წელი
1961-1990	83	68	81	108	126	130	114	114	96	101	90	86	1197
1991-2020	72	59	88	88	112	112	98	87	86	111	73	77	1064
სხვაობა	-11	-9	7	-21	-15	-18	-15	-27	-10	10	-17	-9	-133

ცხრილი 2 ნალექების ჯამი (მმ)



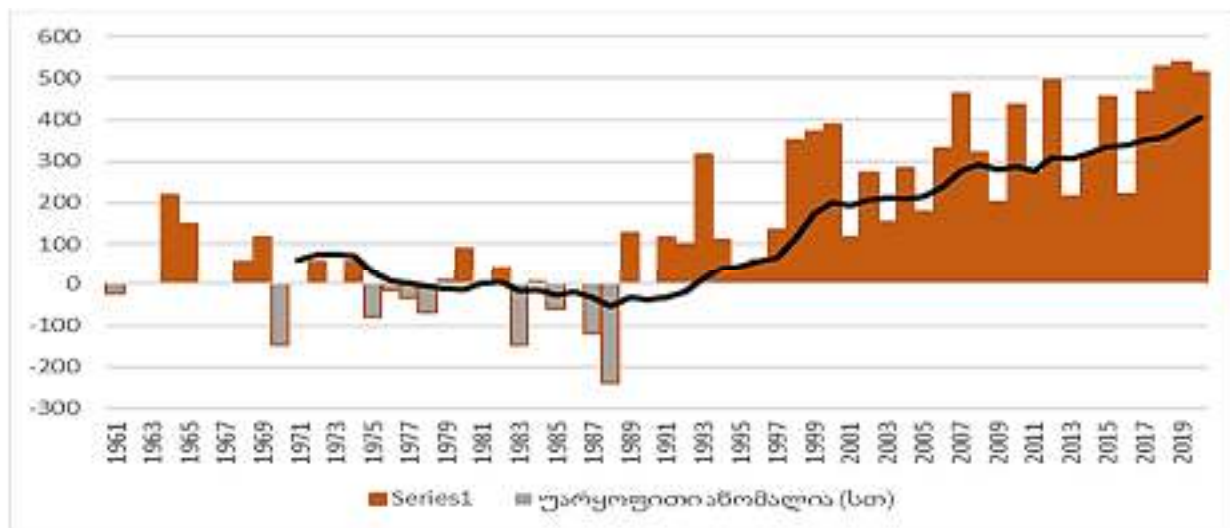
გრაფიკი 2 ატმოსფერული ნალექების წლიური ჯამების ანომალიები (1961-1990 წ.წ. პერიოდთან მიმართებაში) 1961-2020 წ.წ. პერიოდისათვის და 11-წლიანი მგოცავი საშუალო

მზის ნათების ხანგრძლივობა. 30 წლიან პერიოდებს (1961-1990, 1991-2020) შორის აუზის ქვედა ნაწილში მზის ნათების ხანგრძლივობა მომატებულია 286 სთ-ით და მიმდინარე პერიოდში 2223 სთ-ს შეადგენს (იხ. ცხრილი 3) ხანგრძლივობის ზრდა დაიკვირვება ყველა სეზონზე, ხოლო მაქსიმალური ნაზრდი ორ

პერიოდს შორის აღინიშნება ზამთარში (+98სთ). უმეტესობა თვეებში მზის ნათების მატების ტენდენციები საიმედოა. წლიური ტენდენციის სიჩქარე +91სთ/10წ. შეადგენს. გრაფ.3-დან ჩანს, რომ მრავალწლიურ ჭრილში დაკვირვების უკანასკნელი 14-წლიანი პერიოდი (2007-2020 წ.წ.), გამორჩეულია განსაკუთრებულად მზიანი წლების სიხშირით.

პერიოდი	იანვარი	თებერვალი	მარტი	აპრილი	მაისი	ივნისი	ივლისი	აგვისტო	სექტემბერი	ოქტომბერი	ნოემბერი	დეკემბერი	წელი
1961-1990	86	112	149	150	191	216	254	250	202	165	94	67	1937
1991-2020	118	130	166	193	211	226	256	263	227	182	135	115	2223
სხვაობა	32	18	17	43	21	10	2	13	25	17	41	48	286

ცხრილი 3 მზის ნათების ხანგრძლივობა (სთ)



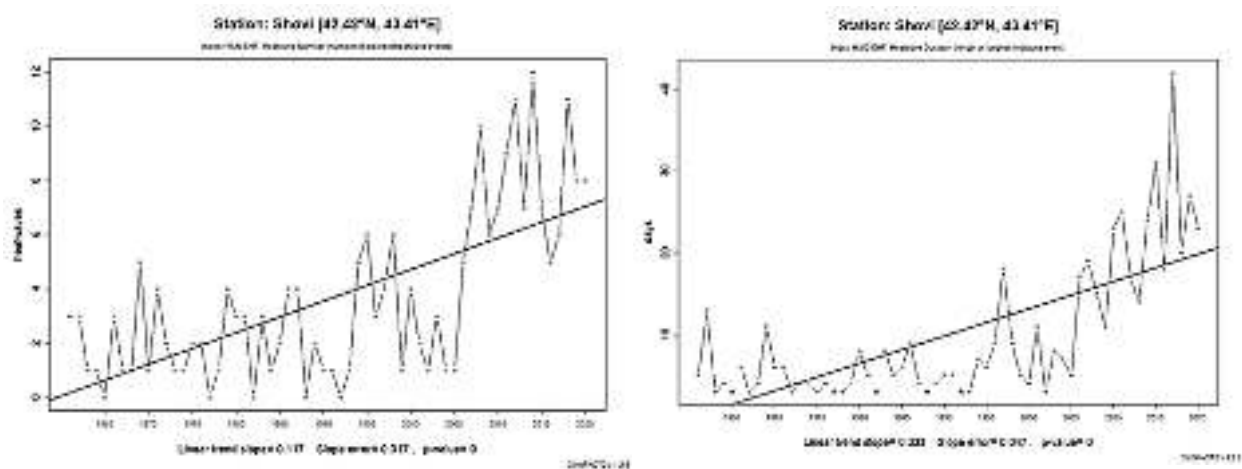
გრაფიკი 3 მზის ნათების ხანგრძლივობის ანომალიები (1961-1990 წ.წ. პერიოდთან მიმართებაში)

თბური ტალღები. თბური ტალღა განიხილება, როგორც პერიოდი მდგრადი სითბური დატვირთვით ან ზედმეტად ცხელი ამინდით.

საკვლევი ტერიტორიისთვის შეფასებული იქნა თბური ტალღების რაოდენობის, ხანგრძლივობის, სიხშირის, ამპლიტუდისა და საშუალო მაგნიტუდის ცვლილების ტენდენციები (იხ. ცხრილი 4).

პერიოდი	თბური ტალღების საშუალო რაოდენობა	თბური ტალღების საშუალო ხანგრძლივობა	თბური ტალღების მაქსიმალური ხანგრძლივობა
1961-1990	2.0	4.7	13
1991-2020	5.3	14.2	42
ცვლილება	3.3	9.5	29

ცხრილი 4 თბური ტალღების რაოდენობა და ხანგრძლივობა სხვადასხვა პერიოდებში



გრაფიკი 4 თბური ტალღების რაოდენობის და ხანგრძლივობის დინამიკა 1961-2020 წ.წ. პერიოდში, შივი

მიღებული შედეგების მიხედვით, გამოვლენილ დათბობის ფონზე, გაზრდილია თბური ტალღების როგორც საშუალო, ისე მაქსიმალური ხანგრძლივობა და თბური ტალღების რაოდენობა. აღსანიშნავია, რომ თბური ტალღების ყველა მახასიათებლის ცვლილების აღმავალი ტენდენცია მდგრადია. მაგ. თბური ტალღების ხანგრძლივობა ხასიათდება ზრდის საიმედო ტენდენციით, რომლის ცვლილების სიჩქარეა + 2.7დღე/10წ, რაც მიუთითებს უფრო ხანგრძლივი და მეტად მკაცრი თბური ტალღების გახშირების ტენდენციაზე. გრაფ.4-ზე წარმოდგენილია საკვლევ რაიონში თბური ტალღების რაოდენობისა და ხანგრძლივობის დინამიკა 1961-2020 წ.წ. პერიოდში.

2.3. ამინდის პირობები მდ. ბუბისწყლის ხეობაში მომხდარ სტიქიამდე ბოლო 2 თვის პერიოდში (ივნისი-ივლისი, 2023 წელი)

ივნისში ევროპის აღმოსავლეთი ნაწილი ციკლონების ზემოქმედების ქვეშ იმყოფებოდა და შედეგად, ნოტიო ჰაერის მასები, საქართველოში ძირითადად დასავლეთიდან შემოდიოდა. მხოლოდ ცალკეულ დღეებში ადგილი ჰქონდა ჰაერის მასების აღმოსავლეთიდან გავრცელებას. ორივე პროცესს უმეტესად

თან ერთვოდა სამხრეთის ტალღის მოქმედება. აღნიშნული სინოპტიკური სიტუაცია ხელს უწყობდა ქვეყნის ტერიტორიაზე ნალექიანი, თუმცა შედარებით თბილი ამინდის პირობების ჩამოყალიბებას.

ივლისის თვეში საქართველოში ამინდს, ძირითადად, განაპირობებდა ატლანტის ოკეანის ჩრდილოეთ ნაწილში განვითარებულ ციკლონებთან დაკავშირებული ცივი და ნოტიო ჰაერის მასების გავრცელება დასავლეთიდან. ცალკეულ დღეებში ადგილი ჰქონდა სამხრეთიდან ცხელი ჰაერის მასების ინტენსიურ გადმოტანას, რის გამოც ქვეყნის უმეტეს ტერიტორიაზე, განსაკუთრებით, მთიან და მაღალმთიან რაიონებში, ჰაერის მაღალი ტემპერატურები დაფიქსირდა.

შოვისა და ამბროლაურის მეტეოროლოგიური სადგურების მონაცემებით, მიწისპირა ატმოსფერული ჰაერის საშუალო ტემპერატურა ივნისში მაღალ მთაში (შოვი) +16, +20°C-ის, ივლისში +18, +22°C-ის, ხოლო შედარებით დაბალ ნაწილში (ამბროლაური) ივნისში +20, +24°C-ის, ივლისში კი +21, +25°C-ის ფარგლებში აღინიშნა.

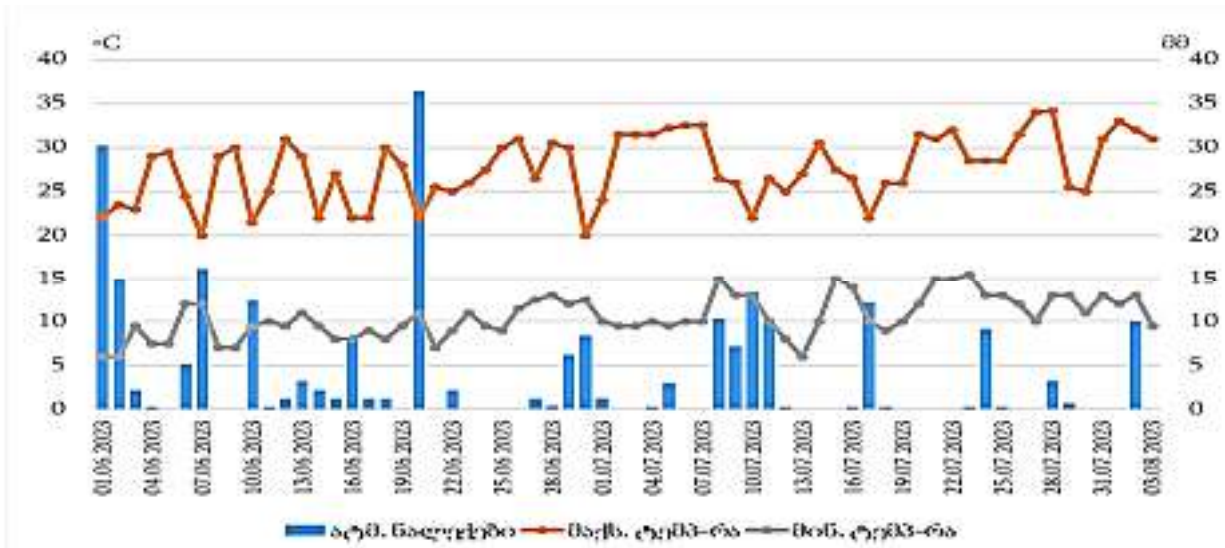
ჰაერის თვის საშუალო ტემპერატურის გადახრამ მრავალწლიური ნორმიდან ივნისში საშუალოდ +1, +2°C, ხოლო ივლისში +0, +2°C შეადგინა.

ჰაერის ტემპერატურის აბსოლუტური მაქსიმუმები ივნისში და ივლისშიც თვის პირველ დეკადაში და თვის ბოლოს დაფიქსირდა, როდესაც ტემპერატურის მაჩვენებლებმა ივნისში +30, +31°C-ს, ხოლო ივლისში +34, +37°C-ს მიაღწია, თუმცა მრავალწლიური სიდიდეების გადაფარვას არც ერთ თვეში ადგილი არ ქონია.

იმავე მეტეოროლოგიური სადგურების მრავალწლიური ტემპერატურული რიგების (1956-2023 წ.წ.) ანალიზის მიხედვით, ჰაერის თვის საშუალო ტემპერატურის კლიმატური ნორმიდან (1991-2020 წ.წ.) დადებითი გადახრები, 2023 წლის ივნის-ივლისის რიგის ან უფრო მაღალი, რამდენჯერმე აღინიშნა. ამასთან, 2023 წელზე მაღალი ყველა ანომალია 2010 წლის შემდგომ პერიოდში დაიკვირვებოდა.

ნალექების ჯამები ივნისის თვეში ქვეყნის თითქმის მთელს ტერიტორიაზე აღემატებოდა ნორმას, საშუალოდ 60-70%-ით, საკვლევ ტერიტორიაზე კი ნორმაზე 20-30%-ით მეტი ნალექი აღინიშნა, რაც ძირითადად ნალექიან დღეთა სიხშირით იყო განპირობებული. კერძოდ, ასეთი დღეების რიცხვი 3-6 დღით აღემატებოდა კლიმატურ ნორმას. ივლისის თვე, პირიქით, ნორმაზე მცირე ნალექიანობით ხასიათდებოდა (20-30%-ით ნაკლები), ნალექიან დღეთა სიხშირე კი კლიმატური ნორმის ფარგლებში იყო.

თვის განმავლობაში ნალექების მაქსიმალური დღეღამური რაოდენობები დაფიქსირდა 20 ივნისს (36 მმ - შოვი, 25 მმ - ამბროლაური) და 11 ივლისს (17 მმ - შოვი, 30 მმ - ამბროლაური) (გრაფ. 5).



გრაფიკი 5 ჰაერის მაქსიმალური და მინიმალური ტემპერატურები და ატმ. ნალექების რაოდენობა 2023 წლის 01.06-03.08 პერიოდში, შოვი

კვლევისთვის გამოყენებულ იქნა 1956-2023 წ.წ. პერიოდის მონაცემთა ბაზა, რომელიც შექმნილია ჰიდრომეტეოროლოგიური ქსელის დაკვირვებათა მასალების დამუშავების საფუძველზე. ბაზის შექმნის პროცესში გამოყენებულია მონაცემთა ხარისხის კონტროლისა და უზრუნველყოფის პროცედურა, რაც ეროვნულ ჰიდრომეტეოროლოგიურ სამსახურებში სრულდება მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის რეკომენდაციების შესაბამისად [1]. მიღებული შედეგების საიმედოობის გაზრდის მიზნით დაკვირვების პარამეტრების დროითი რიგები შემოწმებულია სტატისტიკურ ერთგვაროვნებაზე [2].

გარდა დაკვირვების მონაცემებისა, დაკვირვების რიგებში არსებული წყვეტების შევსების მიზნით, გამოყენებული იქნა E-OBS [3] გრიდირებული (ბადეზე ინტერპოლირებული) მონაცემები [4], რომლებიც შექმნილია ეროვნული მეტეო სამსახურების (მათ შორის საქართველოს) მიერ მიწოდებული დაკვირვების ინფორმაციის საფუძველზე [5]. ასევე, გამოყენებულია ევროპის სატელიტების ორგანიზაციის (EUMETSAT) კლიმატის მონიტორინგის (CM-SAF) სეგმენტში [6] არსებული სატელიტური კლიმატური მონაცემები [7].

3. მდ. ბუბისწყლის აუზის ჰიდროლოგიური დახასიათება

3.1. მდ. ბუბისწყლის აუზი

მდ. ბუბისწყალი წარმოადგენს მდ. ჭანჭახის მარჯვენა შენაკადს, რომელიც სათავეს ზღვის დონიდან 2970 მ-ზე, მყინვარ ბუბადან იღებს. მდ. ჭანჭახს უერთდება კურორტ შოვთან, ზღვის დონიდან 1520 მეტრ აბსოლუტურ ნიშნულზე. მდინარე ბუბისწყლის წყალშემკრები აუზის ფართობი 41.3 კმ²-ს შეადგენს, მდინარის სიგრძე 9.97 კმ-ია, წყალშემკრები აუზის საშუალო სიმაღლე 2793 მეტრს უდრის, მდინარის კალაპოტის საერთო გასწვრივი ვარდნა (ΔH) 1450 მეტრია, კალაპოტის საშუალო ვარდნა 145.4 მ/კმ, 145.4

0/00, ხოლო დახრილობა 0,1454. მდინარის კალაპოტის კლავნილობის კოეფიციენტი შეადგენს $k=1,23$. მდ. ბუბისწყლის მდინარეთა ქსელის სიხშირის კოეფიციენტი $D=0.99\text{კმ}^2/\text{კმ}^2$ -ია. ფერდობის ჩამონადენის გარბენის საშუალო სიგრძე შეადგენს $L= 1.00$ კმ-ს.

მდინარე ბუბისწყლის კალაპოტი ზომიერად კლავნილია, სათავეებში შეინიშნება ნაკადის რამდენიმე ტოტად მოდინება. მდინარის ნაკადის სიგანე 2-6 მეტრის ფარგლებშია, ნაკადის სიღრმე საშუალოდ 0,40-0,60 მ. შეადგენს, ხოლო სიჩქარე 0,7-1,5 მ/წმ-ის ფარგლებში მერყეობს. ნაკადის ფსკერი უსწორმასწოროა, ხრებიანი, ლოდინი, კაჭარ-კენჭნარიანი.

მდინარე საზრდოობს თოვლის, წვიმის, მყინვარის და გრუნტის წყლებით. ახასიათებს გაზაფხულის წყალდიდობა და ზამთრის მდგრადი წყალმცირობა. გაზაფხულ- ზაფხულის წყალდიდობა კლიმატურ პირობებთან კავშირშია და აპრილის დასაწყისში იწყება. ჩამონადენის უდიდესი ნაწილის მსვლელობა არათანაბრად მიმდინარეობს. მაისის, ივნისის, ივლისის და აგვისტოს თვეებში მდინარეზე შენარჩუნებულია წყლის მაღალი დონე, რაც დაკავშირებულია ყინულისა და თოვლის დნობასთან. ამ პერიოდში წყლის დონის ცვალებადობა მიმდინარეობს მკვეთრი გამოხატული პიკებით. ზამთრის პერიოდის წყალმცირობა ნოემბრის თვეში იწყება და აპრილის დასაწყისამდე გრძელდება. ყინულოვანი მოვლენები დეკემბრის მეორე ნახევრიდან, თებერვლის ბოლომდე აღინიშნება წანაყინების, ყინულის ნატეხებისა და თოშის სახით.

3.2. მდ. ჭანჭახის მრავალწლიური ხარჯები

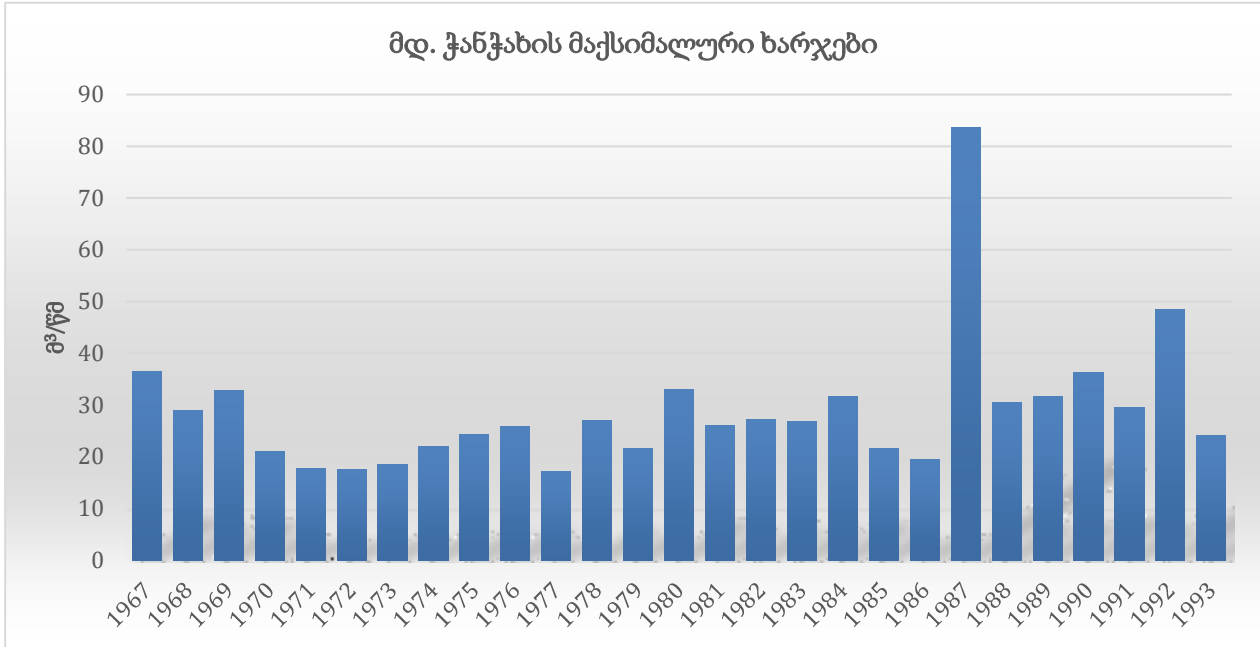
მდ. ჭანჭახის აუზის საშუალო წლიური ხარჯების დასადგენად გამოყენებულია მდ. ჭანჭახის მდ. რიონის შესართავთან არსებული ჰიდროლოგიური საგუმავგოს 1967-1993 წლების ისტორიული მონაცემები.

თვე	წყლის ხარჯი (მ ³ /წმ)		
	საშუალო	საშუალო მაქსიმალური	საშუალო მინიმალური
იანვარი	2.65	4.7	1.74
თებერვალი	2.37	3.84	1.38
მარტი	2.69	4.51	1.44
აპრილი	7.84	13.2	3.42
მაისი	15.5	26.3	9.93
ივნისი	19.1	36.6	11.8
ივლისი	17	26.2	10.1
აგვისტო	13.3	20.6	8.05
სექტემბერი	8.65	14	5.42
ოქტომბერი	6.14	11.6	3.1
ნოემბერი	4.6	9.28	2.62
დეკემბერი	3.45	6.22	1.89

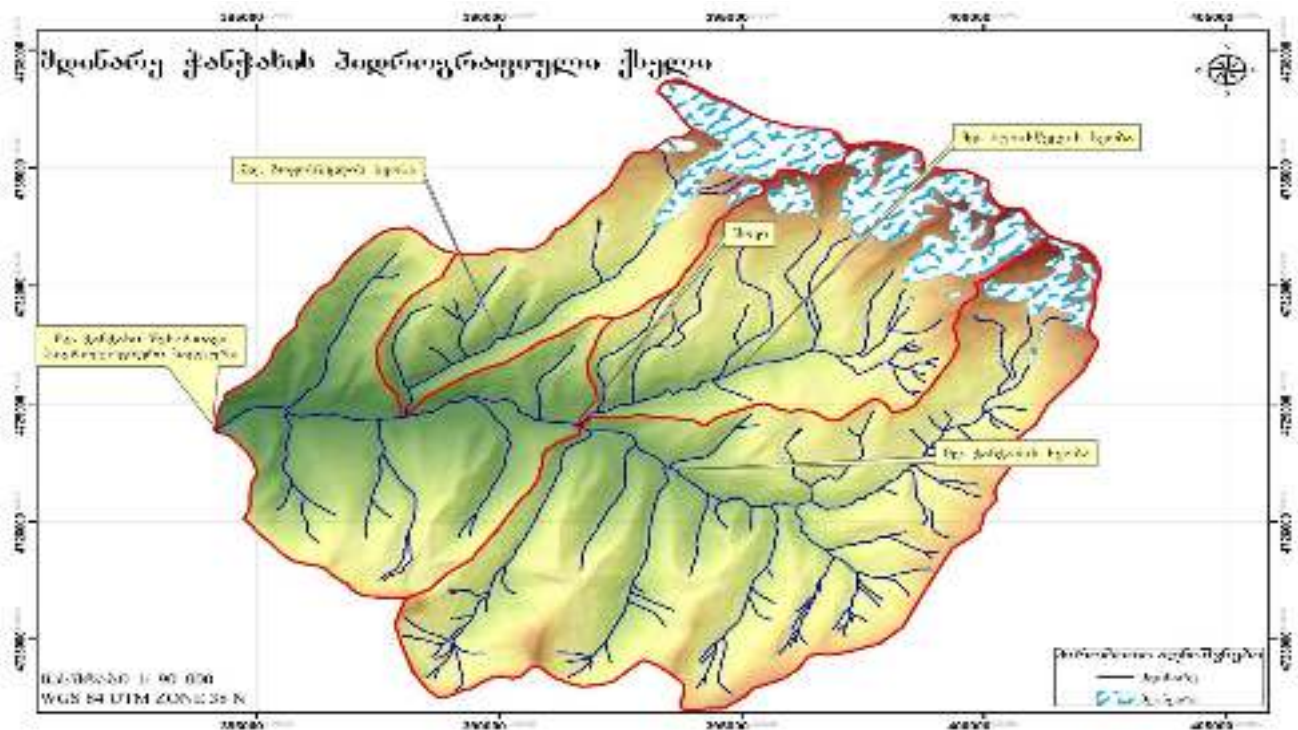
ცხრილი 5 მდ. ჭანჭახის საშუალო, მაქსიმალური და მინიმალური ხარჯები

ცხრილიდან ნათლად ჩანს, რომ ჩამონადენი მაღალია თოვლისა და მყინვარის დნობისას მაისი-აგვისტოს პერიოდში.

გრაფიკ 6 - ზე ნაჩვენებია მდ. ჭანჭახის მაქსიმალური ხარჯების მნიშვნელობები. გრაფიკიდან ჩანს, რომ 1967-1993 წლების პერიოდში ყველაზე მაღალი ხარჯი 83.7 მ³/წმ დაფიქსირებულია 1987 წლის 9 ივნისს.



გრაფიკი 6 მდ. ჭანჭახის მაქსიმალური ხარჯები



რუკა 1 მდ. ჭანჭახის აუზის ჰიდროგრაფიული ქსელი

4. გეომორფოლოგიური პირობები

მდ. ბუბისწყლის წყალშემკრები აუზი მდებარეობს კავკასიონის მთავარი ქედის და კავკასიონის სამხრეთი ფერდობის ნაოჭა სისტემის არეალში. გეგმაში გლეტჩერისებური ფორმის წყალშემკრები აუზის ტერიტორია ფართობულად მოიცავს - სათავეში მთავარი ქედის ცენტრალური აზეგების ქვეზონის თხემს და თხემისპირა ზოლს, ხოლო აუზის შუა და ქვემო წელი მთლიანად მოქცეულია კავკასიონის სამხრეთი ფერდობის ფარგლებში. კავკასიონის ნაოჭა სისტემის ფარგლებში მოქცეული წყალშემკრები აუზი და მისი მიმდებარე ტერიტორიები მიეკუთვნება კავკასიის ერთ-ერთ რთულ მხარეს, რომლის ფარგლებში რელიეფის აბსოლუტური ნიშნულები 4000მ-ს აღემატება და ხასიათდება მყინვარების ფართო განვითარებით.

წყალშემკრები აუზის და მიმდებარე ტერიტორიის ფარგლებში გეოლოგიური აგებულების, რთული ტექტონიკური პირობების, სტრუქტურულ-მორფოლოგიური თავისებურებების, მყინვარების არსებობის, ტერიტორიის ამგები წარმონაქმნების გამოფიტვის და ეროზიულ-დენუდაციური პროცესების მიმართ მდგრადობის თვალსაზრისით, ასევე რელიეფის ეროზიული დანაწევრების სიხშირის და ხასიათის გათვალისწინებით, წყალშემკრები აუზის და მიმდებარე ტერიტორიების ფარგლებში გამოიყოფა ორი გეომორფოლოგიური ოლქი, რომლებიც მათთვის დამახასიათებელი რელიეფის ტიპების და ფორმების მიხედვით რაიონებად და ქვერაიონებად არის დაყოფილი.

ქვემოთ მოცემულია ორივე გეომორფოლოგიური ოლქის და მათ ფარგლებში არსებული რაიონების და ქვერაიონების აღწერა-დახასიათება.

ა. მემკვიდრეობითი აზეგების ტექტონიკურ-გლაციალური გენეზისის რელიეფის ოლქი. აღნიშნულ ოლქში გამოიყოფა რელიეფის ერთი ტიპის რაიონი.

- პალეოზოოური ერის კრისტალური წარმონაქმნების სუბსტრატზე (მაგმურ ინტრუზიული და მეტამორფული კრისტალური) გამომუშავებული მაღალმთიან-კლდოვანი და ნივალურ-გლაციალური რელიეფის ტიპის რაიონი.

რელიეფის აღნიშნული ტიპი მდებარეობს მდ. ბუბისწყლის წყალშემკრები აუზის ჩრდილო და ჩრდილო-აღმოსავლეთ ნაწილში და წარმოადგენს აუზის სათავეს, რომელიც ფართობულად მოიცავს ცენტრალური კავკასიონის თხემს, სამხრეთი თხემისპირა ზოლს და ვრცელდება მთავარი შეცოცების ჩრდილოეთ საზღვრამდე. აუზის სათავეს კრისტალური სუბსტრატი გეოლოგიური თვალსაზრისით აგებულია შუა და გვიან პალეოზოოური ერის წარმონაქმნებით და წარმოდგენილია-პალეოზოოური ერის ინტრუზიული (მაგმური) და მეტამორფული კრისტალური ფორმაციის წარმონაქმნებით, კერძოდ ზედა დევონურ-ქვედა კარბონული სისტემის გრანიტოიდებით და კვარციანი დიორიტებით. აგრეთვე, ქვედა და შუა დევონური სისტემის ჭანჭახის წყების მეტამორფულ-კრისტალური წარმონაქმნებით: კვარციან-ეპიდოტიანი ფიქლებით, ალბიტოფირებით და მათი ტუფებით, გნეისებით, კვარციტებით და დიაბაზების შრეძარღვების (სილები) და დაიკების შემცველი ფიქლებით. კრისტალური სუბსტრატის ამგები წარმონაქმნები რთული ტექტონიკური აგებულებით ხასიათდება და გართულებულია მრავალრიცხოვანი დიზუნქტიური აშლილობებით (სიდრმული და არადრმა სხვადასხვა რიგის რღვევებით), ამიტომ ძლიერ დანაპრალიანებულ-დამსხვრეულია, რასაც დამატებით ართულებს პერიოდულად განმეორებადი სეისმური ბიძგები. ამასთან, ყინვითი გამოფიტვის (ნივაციის) და

მცინვარის ეროზიული (ეგზარაციული) პროცესების ზემოქმედებით ინტენსიურად დანაწევრებულია სხვადასხვა მოცულობის ბლოკებად და ლოდებად. აღნიშნული გარემოება ხელშემწყობ პირობებს ქმნის მრავალრიცხოვანი შესუსტების ზონების ჩამოყალიბების და კლდეზვავების განვითარების თვალსაზრისით.

ხანგრძლივი დროის განმავლობაში სწორედ ზემოთ ჩამოთვლილ მიზეზ-ფაქტორთა ერთობლივმა ზემოქმედებამ განაპირობა აუზის სათავეში ტექტოგენური, ნივალურ-გლაციალური და ეროზიულ-დენუდაციური გენეზისის რელიეფის სხვადასხვა მაკრო და მიკრო ფორმების ჩამოყალიბება, რომელიც რელიეფში თვალსაჩინოდ არის გამოხატული-სუბგანედურად განვრცობილი მაღალმთიან-კლდოვანი, დაკბილული ვიწროთხემებიანი ქედების და ძლიერ ციცაბოდ დახრილი მიუწვდომელი ფლატე ფერდობების, კონუსისებური, პირამიდულ-გუმბათოვანი და კოშკისებური, ყინულით და თოვლით დაფარული მწვერვალების (სურ. 1) და დეგრადირებული მცინვარული ცირკების, კარების, კარლინგების (სურ. 2), რიგელების (სურ. 3) და ძლიერ ციცაბოდ დახრილ ვარცლისებურ კალაპოტიანი, ანტიცედენტურად (ჯვარედინად) გამკვეთი ტროგული ხეობის სახით (სურ. 4).



სურათი 1 ყინულით და თოვლით დაფარული მწვერვალები



სურათი 2 დეგრადირებული მცინვარული ცირკები, კარები, კარლინგები



სურათი 3 რიგელები



სურათი 4 ტროგული ხეობა

რაც შეეხება რელიეფის აკუმულაციურ ფორმებს, ისინი ფორმირებულია ტროგული ხეობის ფსკერზე დაგროვილი მყინვარული ეროზიის (ეგზარაციის) პროცესით აკუმულირებული გვერდითი, შუა (სურ. 5) და შუბლის მორენული მასალის (ბლოკების, ლოდების ფხვიერ მონატეხოვანი და წვრილდისპერსიული) დანაგროვების, აგრეთვე ყინვითი გამოფიტვის (ნივაციის), გრავიტაციული და ეროზიულ-დენუდაციური პროცესებით, ფერდობების ძირში კოლუვიური და კოლუვიურ-დელუვიური გენეზისის ნალექებით ფორმირებული კონუსების და შლეიფების (სურ. 6) მძლავრი დანაგროვების სახით. ხაზგასმით აღსანიშნავია, რომ აღნიშნული ფხვიერ-მონატეხოვანი მასალის აკუმულაციის ზონა წარმოადგენს ღვარცოფმაფორმირებელი მასალის კერას (სურ. 7), რაც შესაბამისი კლიმატური რეჟიმის პირობებში ხელშემწყობ გარემოს ქმნის აღნიშნული მასალის ღვარცოფულ ნაკადად ტრანსფორმირებისთვის.

აღსანიშნავია ის გარემოება, რომ არამარტო მდ. ბუბისწყლის სათავეში, არამედ მეტ-ნაკლებად მსგავს პირობებში იმყოფება კავკასიონის სამხრეთი ფერდის ზონაში არსებული ტერიტორიები (განსაკუთრებით იქ სადაც გვაქვს მყინვარები), დაწყებული მდ. ფსოუდან (გაგრის მუნიციპალიტეტი), დამთავრებული მდ. მაწიმისწყლამდე (ლაგოდეხის მუნიციპალიტეტი). მიუხედავად ამისა მდ. ბუბისწყლის ხეობა ერთ-ერთ გამონაკლისს წარმოადგენდა 2023 წლის 3 აგვისტოს სტიქიამდე, სადაც ღვარცოფის მნიშვნელოვან გავლას უკანასკნელი 100 წლის განმავლობაში ადგილი არ ჰქონია, თუ არ ჩავთვლით მდინარის კალაპოტში განვითარებულ ცალკეულ წყალმოვარდნებს.



სურათი 5 ტროგული ხეობის ფსკერზე დაგროვილი მყინვარული ეროზიის (ეგზარაციის) პროცესით აკუმულირებული მასალა



სურათი 6 პროცესებით, ფერდობების ძირში კოლუვიური და კოლუვიურ-დელუვიური გენეზისის ნალექებით ფორმირებული კონუსები და მლექიფები



სურათი 7 ღვარცოფმაფორმირებული მასალის კერა

აუზის სათავეებში შესაძლებელია ვიურმამდელი და ვიურმული გამყინვარების კვლების გარჩევა. ვიურმულ ეპოქაში თბილისას მწვერვალთან ჩამოსული მყინვარები ავსებდნენ ვიურმამდელ ეპოქაში გამომუშავებულ ხეობას, ხოლო მყინვარის უკუქცევით (დახევით), წარმოიქმნა კარგად გამომუშავებული ტროგული ხეობა. რომელიც დღემდე არის შემორჩენილი კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე. მეოთხეული გამყინვარების და ეგზოგენური პროცესების ზემოქმედებით რელიეფის შემდგომი გარდაქმნა იწვევდა და მომავალშიც გამოიწვევს რელიეფის თავისებური მორფოლოგიური იერსახის ფორმირებას, რაც თავისთავად მაღალი საშიშროების შემცველია.

ბ. ტექტონიკურ-დენუდაციური რელიეფის მდგრადი აზეგების ოლქი

მდ. ბუზისწყლის წყალშემკრები აუზის შუა და ქვემო წელი მდებარეობს აღნიშნული ოლქის რელიეფის ორი ტიპის რაიონის ფარგლებში.

ქვემოთ მოგვყავს კავკასიონის სამხრეთი ფერდობის ნაოჭა სისტემის ფარგლებში განვითარებული რელიეფის ორი ტიპის რაიონის მოკლე აღწერა-დახასიათება:

- ქვედა და შუა იურული წარმონაქმნების ნაოჭა სუბსტრატზე გამომუშავებული, მაღალმთიან კლდოვანი და საშუალო მთიანი ეროზიულ-დენუდაციური რელიეფის ტიპის რაიონი, ძველი და თანამედროვე გამყინვარების კვლებით.

აუზის შუა წელის ზედა ნაწილში ხეობის სიგანე 1.530კმ-ს შეადგენს და დინების მიმართულებით თანდათანობით ფართოვდება 3.070კმ-მდე, ხოლო “V”-ს ფორმის და კანიონისებური ხეობის ჩაჭრის სიღრმე შუა წელის ფარგლებში 1150 მ-დან 730 მ-მდე დაბლდება.

აუზის შუა წელის ზედა ნაწილი წარმოადგენს ალპურ ზონას, რომელიც ბალახის კორდით და იშვიათი ბუჩქნარით არის დაფარული. ქვედა ნაწილში ხეობის ფერდობები მთლიანად ტყის საფარით იყო დაფარული, თუმცა 3 აგვისტოს ფორმირებული კატასტროფული ღვარცოფული ნაკადის გავლის შემდეგ, ხეობის ძირში არსებული ტყის საფარის ნაწილი, მოგლეჯილ-მორეცხილია (სურ. 8).



სურათი 8 ხეობის ძირში არსებული ტყის საფარის ნაწილი

მდ. ბუბისწყლის წყალშემკრები აუზის შუა წელი მთლიანად მოქცეულია აღნიშნული ოლქის რელიეფის ტიპის რაიონის ფარგლებში და გამომუშავებულია სუბგანედურად განვრცობილი ქვედა და შუა იურული ტერიგენული ფორმაციის წარმონაქმნების სუბსტრატებზე. საკვლევი უბანი ძლიერ დისლოცირებული და გართულებულია სუბგანედური (სამხრეთი შესხლეტვა-შეცოცების სიღრმული რღვევა) და სუბმერიდიანული სხვადასხვა რიგის რღვევებით და ეროზიული წყალსადინარებით არის დანაწევრებული. ყოველივე ამის შედეგად ტერიტორიის ამგები წარმონაქმნები ძლიერ დანაპრალიანებული ან დამსხვრეულია და წარმოქმნილია შესუსტების ზონები, რომლებთანაც დაკავშირებულია ხეობის ციცაბოდ და ძლიერ ციცაბოდ დახრილ ფერდობებზე კლდეზავების და ქვათაცვენის უბნების და კერების განვითარება, აგრეთვე შემდგომ ფერდობების ძირში, უხეშმონატეხოვანი და წვრილფრაქციული მასალის დანაგროვების ფორმირება კონუსების და შლიეფების სახით.

აღსანიშნავია, ის გარემოება, რომ ზემოთ ნახსენები გრავიტაციული უბნები, ღვარცოფული ნაკადის გავლამდე ხშირი ტყით იყო დაფარული, ხოლო ნაკადის გავლისას მდინარის სანაპირო ზოლში ადგილი ჰქონდა აქტიურ ეროზიულ პროცესებს და ე.წ. სანაპირო ტიპის, მყისიერად ფორმირებული მეწყრული სხეულების ჩასახვა-განვითარებას. ღვარცოფული ნაკადის გავლის შემდეგ, მდ. ბუბისწყლის ჭალა-კალაპოტის ზონა მნიშვნელოვნად გაფართოვდა. აქვე გვინდა აღვნიშნოთ, რომ ღვარცოფული მყარი მასის ერთ-ერთი მთავარი შემადგენელ ნაწილს წარმოადგენს ნაპირების გარეცხვის პროცესით და მეწყრული მოვლენების რეაქტივიზაციის შედეგად ფორმირებული მყარი მასალა.

მოცემული რელიეფის ტიპის რაიონის ფორმირებაში, ძირითადი როლი ეგზოგენურ პროცესებთან ერთად, ენდოგენურ ფაქტორებსაც ენიჭებათ. ინტენსიურად განვითარებულმა ოროგენულმა მოძრაობამ (მთათა წარმოქმნა), რომელსაც ადგილი ჰქონდა ალპური ოროგენეზის დროს და ტერიტორიის ძლიერმა აზევებამ, უმეტესწილად განაპირობა აღნიშნული რელიეფის ტიპის მორფოელემენტების ფორმირება.

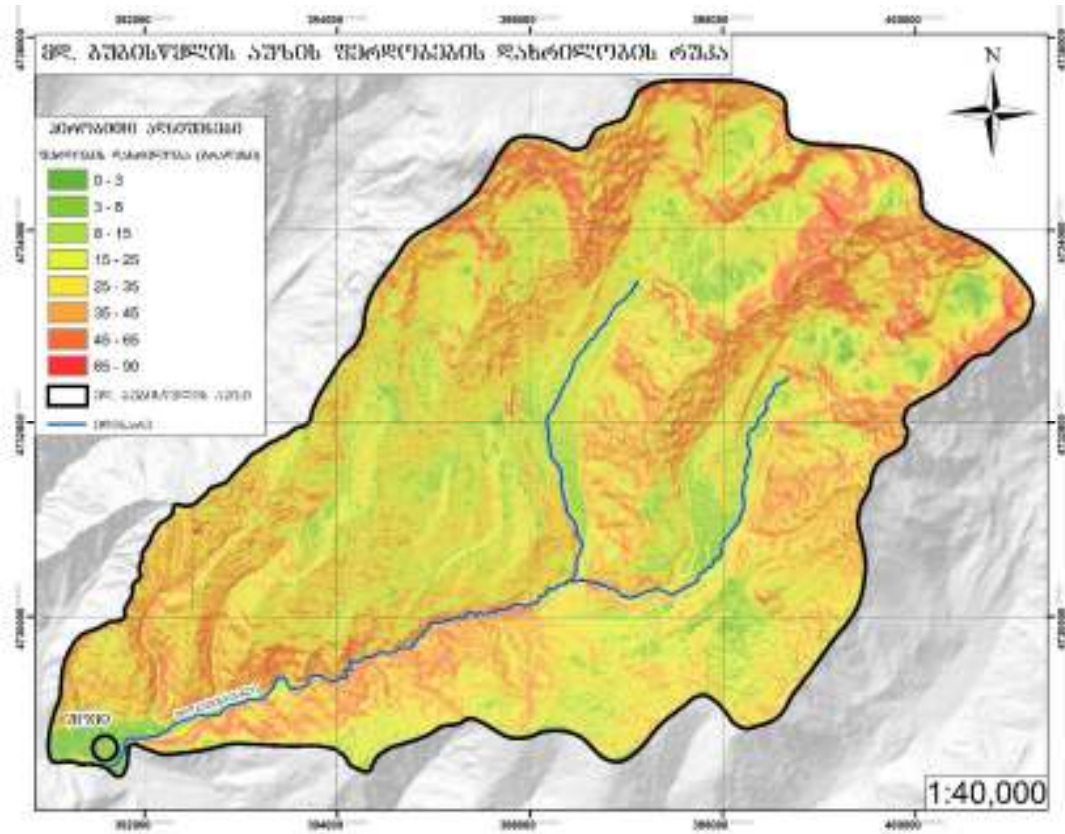
ზედა იურული და ქვედა ცარცული ტერიგენულ-კარბონატული ფლიშის ნაოჭა წარმონაქმნების სუბსტრატზე განვითარებული საშუალომთიანი ინვერსიული რელიეფის ტიპის რაიონი.

აღნიშნული რელიეფის ტიპის რაიონი განვითარებულია მდ. ბუბისწყლის ხეობის ქვემო წელში. გეომორფოლოგიური თვალსაზრისით ქვემო წელის ტერიტორია აგებულია ძლიერ შეკუმშული და ინტენსიურად დანაოჭებული ტერიგენულ-კარბონატული ფლიშის წარმონაქმნებით. წყალშემკრები აუზის ქვემო წელის ზედა ნაწილის სიგანე 3.07კმ-ს შეადგენს და ქვემო წელის მიმართულებით მდ. ჭანჭახის შესართავამდე თანდათანობით ვიწროვდება 600მ-მდე, ხოლო ხეობის ჩაჭრის სიღრმე 35-40-მდე დაბლდება. გასული საუკუნის 60-იან წლებში განხორციელდა მდ. ბუბისწყლის კალაპოტის ცვლილება და ამჟამად მდ. ბუბისწყალი მდ. ჭანჭახს უერთდება „ახალი კალაპოტით“. ხეობის ციცაბოდ და ძლიერ ციცაბოდ დახრილი, ხშირი ტყით დაფარული ფერდობების ცალკეულ უბნებზე ღვარცოფული ნაკადის გავლის შემდეგ ფიქსირდება მდინარის ნაპირების გარეცხვა. რაც შეეხება ქვემო წელის უკიდურეს სამხრეთ-დასავლეთ დაბოლოებას, აქ ტროგული ხეობის ფსკერი ამოვსებული იყო მეოთხეული ასაკის ფლუვიოგლაციალური (წყალ-მყინვარული) გენეზისის (fgQ) ნალექებით, რომლებიც კურორტ შოვის ტერიტორიაზე ამჟამად მთლიანად გადაფარულია ღვარცოფული ნაკადით ტრანსპორტირებული მყარი ნატანის აკუმულაციით ფორმირებული მძლავრი საფარით (სურ. 9).

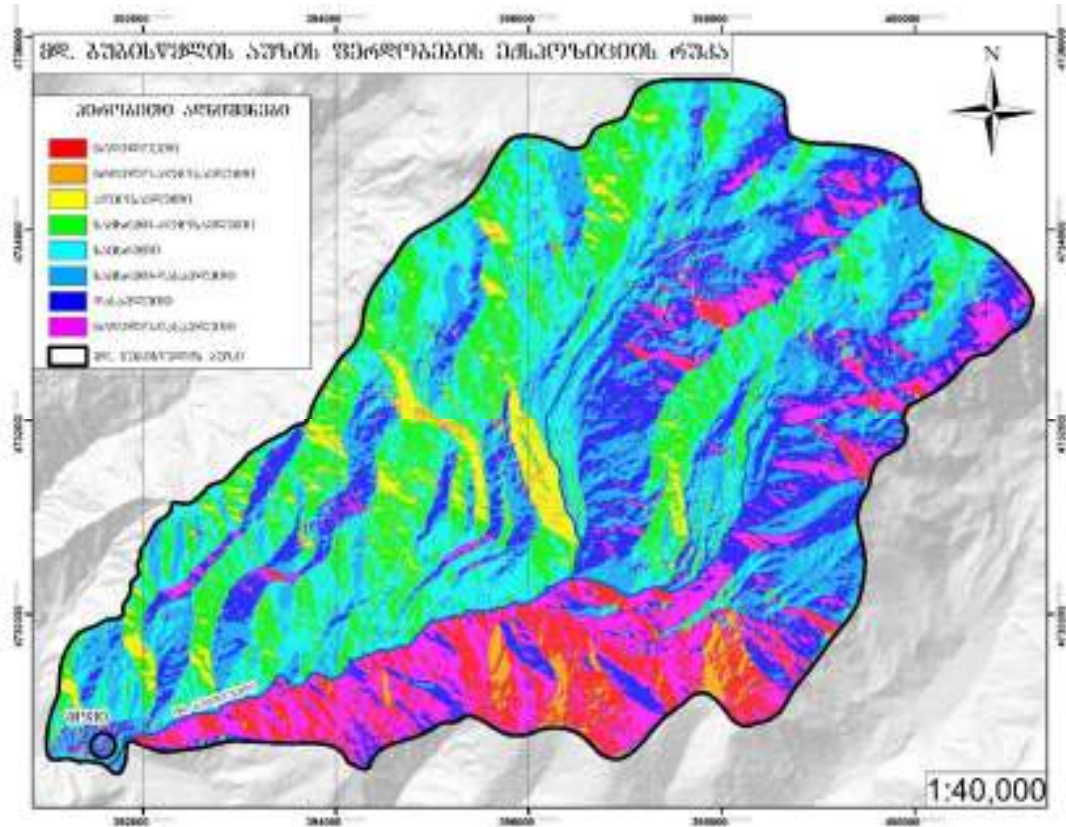


სურათი 9 მყარი ნატანის აკუმულაციით ფორმირებული მძლავრი საფარი

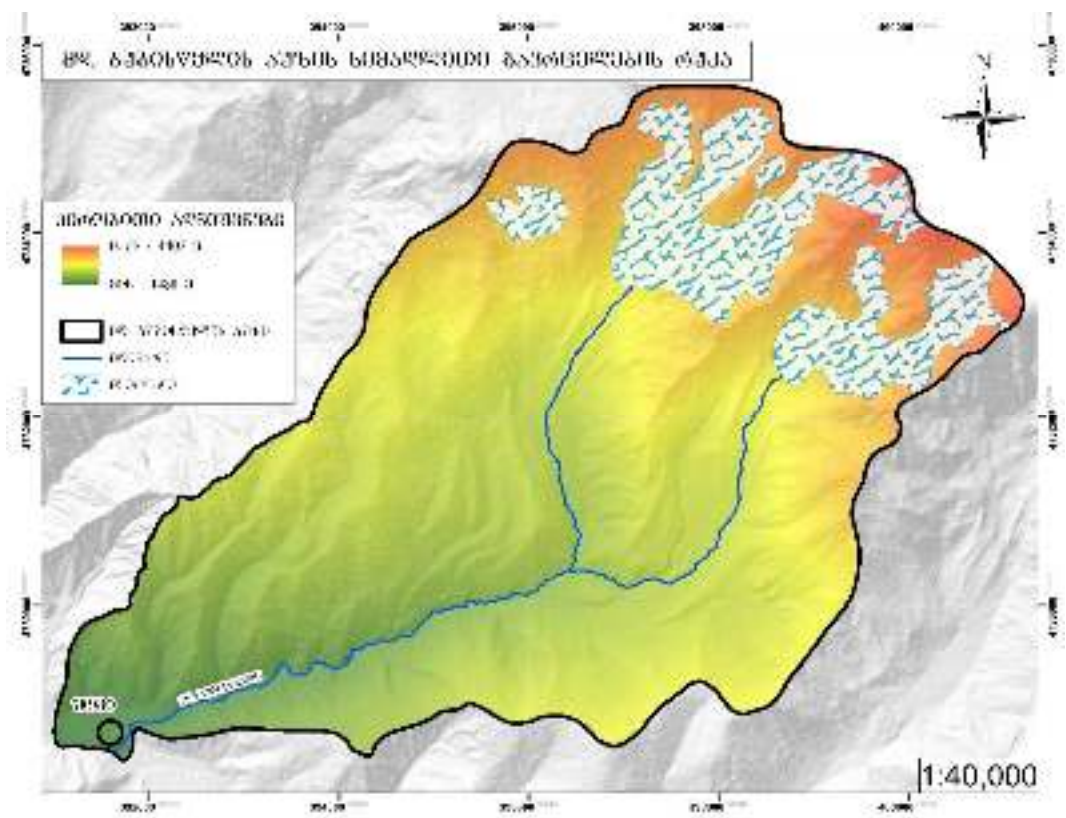
ქვემოთ მოცემულია მდ. ბუბისწყლის აუზის მორფომეტრიული მახასიათებლები შესაბამისი თემატური რუკების სახით:



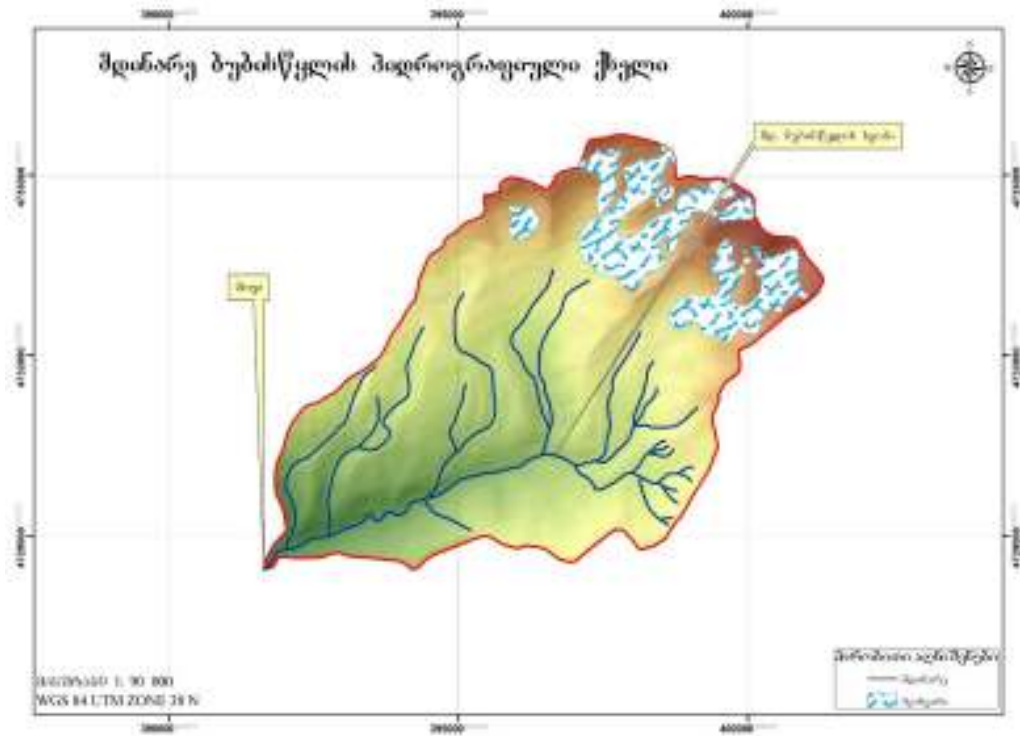
რუკა 2 მდ. ბუბისწყლის აუზის ფერდობების დახრილობის რუკა



რუკა 3 მდ. ბუბისწყლის აუზის ფერდობების ექსპოზიციის რუკა



რუკა 4 მდ. ბუბისწყლის აუზის სიმაღლითი გავრცელების რუკა



რუკა 5 მდ. ბუბისწყლის აუზის ჰიდროგრაფიული ქსელის რუკა

5. მდ. ბუბისწყლის აუზის მცინვარების აღწერა (გლაციოლოგია)

მდ. ბუბისწყლის ხეობაში არის რამდენიმე მცირე და დიდი ზომის მცინვარი. ყველაზე დიდი მცინვარები ამ აუზში არის თბილისა და ბუბა. მდინარე ბუბისწყლის ხეობა ხასიათდება რთული რელიეფით, სადაც დაგროვილია ფიზიკური და ქიმიური გამოფიტვის დიდი მოცულობის პროდუქტები. ბოლო პერიოდში კლიმატის ცვლილების ფონზე, როგორც საქართველოში, ასევე მთელს მსოფლიოში გააქტიურებულია მცინვარის პულსაციური პროცესები და აღნიშნული ხეობის მცინვარები არ არის გამონაკლისი.

მდ. ბუბისწყლის აუზში ყველა მნიშვნელოვანი მცინვარი იწყება და საზრდოობს კავკასიის ყველაზე ვრცელ ყარაულომის პლატოდან (სიმაღლე - 4000-4100 მ, ფართობი - 15 კმ-მდე).

მცინვარი ბუბა¹ - ხეობის ტიპის სამხრეთ-დასავლეთური ექსპოზიციის მცინვარი, რაჭა-ლეჩხუმისა და ქვემო სვანეთის მხარეში, ონის მუნიციპალიტეტში, რაჭის კავკასიონის მთავარ წყალგამყოფ

¹ მცინვარი ბუბა ძველ ტოპოგრაფიულ რუკებზე (1887–1910 წლები. - კ.ი.პოდოზერსკი - 49) მოიხსენიება როგორც თბილისა. XX საუკუნის 40-იანი წლების შემდეგ გამოცემულ ტოპოგრაფიულ რუკებზე, ისევე როგორც დღეს, აღნიშნულ მცინვარს ეწოდება ბუბა. ის ამავე სახელით არის აღრიცხული 1975 წლის მცინვარების კატალოგშიც (წყარო: „მცინვარი თბილისა“ 1986, ვახუშტი ბაგრატიონის სახელობის გეოგრაფიის ინსტიტუტი).

ქედზე, მწვერვალ ბუბას სამხრეთ კალთაზე. მცინვარი ასაზრდოებს მდინარე ჭანჭახის მარჯვენა შენაკად - მდ. ბუბისწყალს. მცინვარის სიგრძე - 2,77 კმ, ფართობი - 1,78 კმ², თოვლის ხაზის სიმაღლე - 4050 მ. მცინვარის ენის ბოლო 3230 მ-მდე ჩამოდის. იგი სამი ნაკადისაგან შედგება და ერთიანი განიერი ენით ხეობაში ზღვის დონიდან 3020 მეტრზე მთავრდება. სხვადასხვა წყაროებზე დაყრდნობით, მცინვარი ბუბას მორფოლოგიურ-მორფომეტრიული პარამეტრები შემცირებულია ბოლო წლებში. 1:50 000 მასშტაბის ტოპოგრაფიული რუკის მიხედვით, მცინვარის ფართობი შეადგენს 2.94 კმ²-ს, 1:25 000 მასშტაბის ტოპოგრაფიული რუკის მიხედვით მცინვარის ფართობი შეადგენს 2.88 კმ²-ს, 2010 წლის 11 აგვისტოს landsat-ის დამუშავებული მონაცემების მიხედვით მცინვარის ფართობი შეადგენს 2.65 კმ²-ს, ხოლო 2020 წლის 4 სექტემბრის landsat-ის დამუშავებული მონაცემების მიხედვით მცინვარის ფართობი შეადგენს 1,94 კმ²-ს.

მცინვარი ბუბა რთული ტიპის მცინვარია სამხრეთ-დასავლეთი ექსპოზიციით, რომელიც მდ. ჭანჭახის აუზში სიდიდით მესამე მცინვარია (ბოყოსა და თბილისას შემდეგ).

მცინვარ ბუბას აუზის რელიეფის მორფოლოგიური და მორფომეტრიული თავისებურებებიდან გამომდინარე, იგი რთულად მისადგომი მცინვარია, რაც ართულებს დაკვირვებათა რიგის წარმოებას, რთულად საპროგნოზოს ხდის მცინვარის მექანიკურ ნგრევებზე და აბლაციურ მოვლენებზე დაკვირვებას. აღსანიშნავია, რომ მცინვარების უკანდახევის და დანაწევრების შედეგად მცინვარის ენასთან გროვდება მორენული მასალები, რაც საკმაოდ ვრცლად არის წარმოდგენილი მცინვარ ბუბას შემთხვევაშიც. გვერდითი მორენების გარე ფერდობები საკმაოდ დახრილია და ეროზიულ-გრავიტაციული პროცესებით არის დანაწევრებული.

მცინვარი თბილისა - მდ. ბუბისწყლის ხეობაში რაჭის კავკასიონზე. მცინვარი მდებარეობს მდ. ბუბისწყლის მარცხენა შენაკადის თბილისას აუზში. მცინვარი სამხრეთ-აღმოსავლეთ ექსპოზიციისაა. მცინვარის აუზში კარგად არის გამოხატული გვერდითი და ბოლო მორენები. მცინვარი თბილისა ერთიან სახეს ინარჩუნებდა 2010 წლამდე და მისი ფართობი 2020 წლისთვის შეადგენდა 3,68 კმ²-ს, შემდეგი პერიოდისთვის მექანიკური ნგრევისა და აბლაციის გამო მცინვარი გაიყო ორ ნაწილად. ბოლო მონაცემებით მცინვარ თბილისას ცენტრალური და აღმოსავლეთ ნაწილის ჯამური ფართობი 2,64 კმ²-ს, ხოლო გამოყოფილი (დასავლეთი) ნაწილის ფართობი 0.43 კმ²-ს შეადგენს, ხოლო მცინვარის სიგრძე 2,5 კმ-ია. მცინვარის ენა ჩამოდის 3295 მეტრ სიმაღლეზე.

6. მდ. ბუბისწყლის აუზის გეოლოგიური აგებულება, ტექტონიკური და სეისმური პირობები

6.1 გეოლოგიური აგებულება

მდ. ბუბისწყლის წყალშემკრები აუზის გეოლოგიურ აგებულებაში მონაწილეობენ მრავალფეროვანი და განსხვავებული ასაკის კრისტალური, მეტამორფული და დანალექი კომპლექსების ფართო სპექტრი. მათი ასაკობრივი დიაპაზონი, გარკვეული ამოვარდნების გარდა, მოიცავს თითქმის უწყვეტ დროს, შუა პალეოზოური ერიდან მეოთხეული სისტემის ჩათვლით.

საკვლევი ტერიტორია თავისი გეოლოგიური აგებულების და რთული ტექტონიკური პირობების გამო, წარმოადგენს ერთ-ერთ ურთულეს კუთხეს კავკასიონის ნაოჭა სისტემის ფარგლებში.

კავკასიონის მთავარი ქედის კრისტალური გულის ამგები წარმონაქმნები წარმოდგენილია ზედა პალეოზოურ-ადრე ჰერცინული (ΔPz_1) გრანიტოიდებით, პლაგიოგრანიტებით, გრანოდიორიტებით, კვარციანი დიორიტებით და მათი გნეისური სახესხვაობებით.

კავკასიონის სამხრეთი ფერდობის ნაოჭა სისტემა მთავარი შეცოცების სამხრეთით აგებულია ქვედა და შუა იურული სისტემის თიხაფიქლებით და ქვიშაქვებით, აგრეთვე ზედა იურული და ქვედა ცარცული სისტემების ტერიგენული, ტერიგენულ-კარბონატული ფლიშური წარმონაქმნებით.

ქვემოთ მოგვყავს სტრატეგრაფიული დონეების მიხედვით მდ. ბუბისწყლის წყალშემკრები აუზის ამგები წარმონაქმნების მოკლე აღწერა და აღნიშნული წარმონაქმნების დახასიათება.

შუა და ქვედა პალეოზოური ერა - (Pz_{2+3})

დევონური სისტემის ქვედა და შუა განყოფილება

ჭანჭახის წყება - ($D_{1+2} \text{ ჭი}$) გაშიშვლებულია მთავარი ქედის გასწვრივ არსებულ მდ. მდ. ბუბისწყლის და ჭანჭახის აზვეებული ბლოკების ფარგლებში, რომელიც წარმოადგენს ბულგენის მეტამორფული კომპლექსის ზედა ნაწილს. აღნიშნული წყება მეტაპელიტებით და იშვიათად ვულკანოგენურ-დანალექი წარმონაქმნებით არის აგებული. მეტაპელიტები ძირითადად წარმოადგენენ თიხა-კვარციან ტერიგენულ დანალექ ქანებს: ალევროლითებს (კვარც-რქატყუარიანი ფიქლები), მერგელოვან ალევროლითებს (კვარც-ბიოტიტიანი ფიქლები), მერგელებს (რქატყუარიანი ფიქლები), კვარციან ქვიშაქვებს და ალევროლითებს. ვულკანოგენურ-დანალექი ქანები ძირითადად წარმოდგენილია ანდეზიტოზალტური, ანდეზიტური და შედარებით უფრო მჟავე შედგენილობის ვულკანოგენებით. ჭანჭახის წყების სავარაუდო სიმძლავრე 500 მეტრია.

იურული სისტემა - (J)

მთავარი შეცოცების სამხრეთით, მდ. ბუბისწყლის წყალშემკრები აუზის დინების შუა და ქვედა წელში იურული სისტემის წარმონაქმნები საერთო კავკასიური მიმართულების პარალელურად, სუბგანედურად

არის განვრცობილი სამხრეთ-აღმოსავლეთი ჩრდილო-დასავლეთის მიმართულებით. წყალშემკრები აუზის ფარგლებში იურული სისტემის წარმონაქმნები გავრცელებულია კავკასიონის სამხრეთი ფერდის ნაოჭა სისტემის ჩრდილოეთ ნაწილში მოქცეული ორი ტექტონიკური ერთეულის კერძოდ: 1. ყაზბეგი-ლაგოდეხის და 2. მესტია-თიანეთის ზონებში. საკვლევი ტერიტორიის ფარგლებში იურული სისტემის წარმონაქმნები, წარმოდგენილია სამივე - ქვედა (ლიასი), შუა (დოგერი) და ზედა (მალმი) განყოფილებებით და ყველა სართულებით, დაწყებული პლინსბახურიდან - ტიტონურის ჩათვლით. მათი ფორმირება მიმდინარეობდა სხვადასხვა ტექტონიკურ ზონებში, მკვეთრად განსხვავებულ პალეოგეოგრაფიულ და გეოდინამიკურ პირობებში, რამაც განაპირობა ვულკანოგენური, კარბონატული და დანალექი წარმონაქმნების მრავალფეროვნება და ცვალებადობა, როგორც ლატერალურ, ასევე ვერტიკალურ ჭრილში.

ქვედა იურა (ლიასი) - J₁

ქვედა იურული წარმონაქმნები მდ. ბუბისწყლის წყალშემკრები აუზის ფარგლებში წარმოდგენილია ორი - პლინსბახური და ტოარსული სართულებით. მდ. ბუბისწყლის აუზის დინების შუა წელის ჩრდილოეთ ნაწილის ამგები სართულების და ქვესართულების ფარგლებში გამოიყოფა ფორმაციული და ფაციალურ-ლითოლოგიური შედგენილობით განსხვავებული წყებები და ქვეწყებები, კერძოდ: 1. პლინსბახურ სართულში (J_{1p}) მუაშის წყება - წიკლაურის წყების ანალოგი და 2. ტოარსულ სართულში (J_{1t}) სორის წყება - იგივე ყაზბეგის წყების ანალოგი.

კავკასიონის სამხრეთი ფერდის ნაოჭა სისტემის ამგები ქვედა იურული წარმონაქმნები განსაკუთრებით ფართო გავრცელებით სარგებლობენ ყაზბეგი-ლაგოდეხის ტექტონიკური ზონის ფარგლებში და შესაბამისად მდ. ბუბისწყლის აუზის დინების შუა წელის ჩრდილოეთ ნაწილში პლინსბახური სართულის (J_{1p}) ამგები წარმონაქმნების სახით. სვანეთის და რაჭის მხარეში ჩატარებული კვლევების შედეგად, მკვლევარები პლინსბახური სართულის წარმონაქმნებს მუაშის წყების სახელწოდებით მოიხსენიებენ და ლითოსტრატოგრაფიული ნიშნის მიხედვით ორ ქვეწყებად ყოფენ: მუაშის ქვედა ქვესართულის (J_{1²m_{ა1}}) და მუაშის ზედა ქვესართულის (J_{1²m_{ა2}}).

ქვემოთ მოცემულია პლინსბახური სართულის მუაშის ორივე ქვეწყების მოკლე აღწერა-დახასიათება.

პლინსბახური სართულის ქვედა ქვესართული (J_{1p1}), მუაშის ქვედა ქვეწყება - (J_{1²m_{ა1}})

მდ. ბუბისწყლის აუზის შუა წელის ჩრდილოეთ ნაწილში სუბგანედურად განვრცობილი ეს წარმონაქმნები თანხმობით არის განლაგებული მთავარი შეცოცებით გადაფარული სინემიური სართულის მორგოლის წყების (J_{1¹mr}) წარმონაქმნებზე. მუაშის ქვედა ქვეწყება გართულებულია გეზევის სუბმერიდიანული ნასხლექ-ნაწევის ტიპის რღვევით. ქვედა ქვეწყების წარმონაქმნები ლითოლოგიურად წარმოდგენილია: ზედა ნაწილში მუქი ნაცრისფერიდან შავ ფერამდე, ასპიდური და ქვიშიანი თიხაფიქლებით და კვარციანი ქვიშაქვების არამძლავრი დასტების იშვიათი მორიგეობით, ხოლო ქვედა ნაწილში არც თუ იშვიათად ფიქსირდება ალბიტ-პიროქსენის შედგენილობის დიაბაზების დაიკები და სილები (შრემარღვეები). აღსანიშნავია, რომ ასპიდური ფიქლები და სილები ძლიერ მეტამორფიზებული და შემკვრივებულია. მათი ფიქლებრიობა ხშირად ფურცლოვანების ხარისხს აღწევს.

მუაშის ქვედა ქვეწეების წარმონაქმნები მთავარი შეცოცების ზემოქმედებით ძლიერ შეკუმშულია, გადაბრუნებულია და მიმართებაზე 75-85⁰-იანი დახრის კუთხით ეცემა ჩრდილო-აღმოსავლეთის მიმართულებით. მუაშის ქვედა ქვეწეების წარმონაქმნების ბუნებრივი გაშიშვლებები მკაფიოდ ფიქსირდება მდ. ბუბისწყლის ხეობის შუა წელის ჩრდილოეთ ნაწილში, ძლიერ ციცაბოდ დახრილ ბორტებზე. ქვეწეების სიმძლავრე 400-450 მ-მდე ცვალებადობს.

პლინსბახური სართულის ზედა ქვესართული (J_{1p2}), მუაშის ზედა ქვეწეება - (J_{1²m3₂})

მუაშის ზედა ქვეწეების წარმონაქმნები ქვედა ქვეწეების თანმდევია და მასზე სრულიად თანხმობით არის განლაგებული. აუზის შუა წელის ზედა ნაწილში, მდ. ბუბისწყლის ხეობის ძლიერ ციცაბოდ დახრილ ბორტებზე არსებული ბუნებრივი გაშიშვლებების მიხედვით, მუაშის ზედა ქვეწეების წარმონაქმნები ლითოლოგიურად ძირითადად წარმოდგენილია - ასპიდური ფიქლებით და თიხაფიქლებით, რომელშიც მკაფიოდ ფიქსირდება მოყავისფრო-ნაცრისფერი კვარციანი ქვიშაქვების რითმული მორიგეობა. მუაშის ზედა ქვეწეების ამგები წარმონაქმნები მეტამორფიზებული, შემკვრივებულ-დანაოჭებული და დამსხვრეულ-დანაპრალიანებულია, რომლებიც ზედა ჰორიზონტებში ინტენსიურად გამოფიტულია. აღნიშნული გარემოება მდ. ბუბისწყლის ღრმად ჩაჭრილი და ძლიერ ციცაბოდ დახრილი ბორტების პირობებში, ხელშემწყობ პირობებს ქმნის გრავიტაციულ-მეწყრული მოვლენების (კლდეზვავი, ქვათაცვენა, თოვლის ზვავები და შვავები) და ეროზიულ-დენუდაციური პროცესების ჩასახვა-განვითარების თვალსაზრისით. წყალშემკრები აუზის ფარგლებში ზედა ქვეწეების სიმძლავრე 400-450მ-მდე ცვალებადობს.

ქვედა იურულის ზედა განყოფილება, ტოარსული სართული - (J_{1²t}) და შუა იურულის ქვედა განყოფილების აალენური სართული - (J_{2¹a})

გაგრა-ჯავის ზონის ჩრდილო-აღმოსავლეთ პერიფერიის გასწვრივ ზოლში, ტოარსული და აალენური სართულების წარმონაქმნები წყალშემკრები აუზის შუა წელში სუბგანედურად არიან განვრცობილი სამხრეთ-აღმოსავლეთიდან ჩრდილო-დასავლეთის მიმართულებით და ფართო გავრცელებით სარგებლობენ. ტოარსული და აალენური სართულების წარმონაქმნები ცნობილია სორის წყების სახელწოდებით, ვინაიდან მათი ასაკობრივი დიაპაზონი მოიცავს ორივე სართულს. თუმცა, ლითოლოგიური შედგენილობის მიხედვით წყება ორ მძლავრ დასტად (ქვეწეებად) არის დაყოფილი. ლითოლოგიური თავისებურებების მიხედვით ქვედა დასტა (ქვედა ქვეწეება) მიეკუთვნება ტოარსულ სართულს, ხოლო ზედა დასტა (ზედა ქვეწეება) აალენურ სართულს.

ტოარსული სართული - (J_{1²t}), სორის ქვედა ქვეწეება - (J_{1²3₁})

წყალშემკრები აუზის შუა წელში სორის ქვედა ქვეწეების წარმონაქმნები ინტენსიურად დისლოცირებულია (შეკუმშულ-დანაოჭებულია), ცალკეულ ადგილებში გადაბრუნებულია და მიმართების გასწვრივ ზოლში ჩრდილო-აღმოსავლეთის მიმართულებით ეცემიან ფერდობის შიგნით 75⁰ იანი დახრის კუთხით, ამასთან წყალშემკრები აუზის ფარგლებში დიზუნქტიური აშლილობით, კერძოდ გეზევეცის სუბმერიდიანული ნასხლექ-ნაწევის ტიპის სიღრმული რღვევით არის გართულებული. სორის ქვედა ქვეწეების წარმონაქმნები წყალშემკრები აუზის ხეობის შუა წელის ფარგლებში არსებული

ბუნებრივი გაშიშვლებების მიხედვით, ლითოლოგიურად წარმოდგენილია - ასპიდური თიხაფიქლებით და თხელშრეებრივი ქვიშაქვების შუაშრეებით, რომლებიც ძლიერ დამსხვრეულ-დანაპრალიანებულია და ხეობის ბორტებზე ინტენსიურად გამოფიტულია. ისინი მასივში არამდგრადია. სორის ქვედა ქვეწყების სიმძლავრე აუზის და მის მიმდებარე ტერიტორიების ფარგლებში 200-350მ-ია.

შუა იურულის ქვესისტემა, აალენური სართული - (J2a), სორის ზედა ქვეწყება -(J2z)

აალენური სართულის (J2a) წარმონაქმნები ტექტონიკური ზონის ფარგლებში ცნობილია როგორც სორის წყების (J2s) განუყოფელი ნაწილი და წარმოდგენილია სუბგანედურად განვრცობილი ზედა ქვეწყების წარმონაქმნებით, რომლებიც თანხმობით არის განლაგებული ქვედა სორის წყების წარმონაქმნებზე. ზედა ქვეწყების წარმონაქმნების ბუნებრივი გაშიშვლებები ფრაგმენტების სახით ფიქსირდება მდ. ბუბისწყლის ხეობის ძლიერ ციცაბოდ დახრილ ბორტებზე, ინტენსიურად დისლოცირებული და სამხრეთის მიმართულებით გადახრილი ქვეწყების სახით, რომელიც მიმართების გასწვრივ ზოლში ფერდობის შიგნით ეშვება ჩრდილო-აღმოსავლეთის მიმართულებით 70-75⁰ - მდე დახრის კუთხით.

სორის ზედა ქვეწყების სიმძლავრე აუზის ფარგლებში და მის მიმდებარე ტერიტორიებზე 200-350 მ-მდე ცვალებადობს.

შუა იურული ქვესისტემის, ბაიოსური - (J2b) და ბათური- (J2bt) სართულები. ტალახიანის წყება - (J2t1)

შუა იურულის ბაიოსური და ბათური სართულების ტალახიანის წყება, სვანეთის და ზემო რაჭის, ყაზბეგ-ლაგოდეხის ტექტონიკური ზონის სამხრეთ ნაწილში სუბგანედურად არის განვრცობილი მდ. ნაკრას და მამისიონის უღელტეხილს შორის, სამხრეთით გადახრილი სინკლინური სტრუქტურის (ჭანჭახის გრაბენ-სინკლინური) სახით და მისი ფრთების ამგებ წარმონაქმნებს წარმოადგენს. აღნიშნულ სტრუქტურაში, ტალახიანის წყება მკვლევარების მიერ ორ ქვეწყებად არის დაყოფილი, კერძოდ: 1. ქვედა ქვეწყებად, რომელიც ბაიოსური სართულის ზედა ქვესართულს (J2b2) შეესატყვისება და 2. ზედა ქვეწყებად, რომელიც წარმოადგენს ბათური სართულის ქვედა ქვესართულს (J2bt1).

ზედა ბაიოსური ქვესართული - (J2b2), ტალახიანის ქვედა ქვეწყება - (J2t11)

აუზის შუა წელის ქვედა ნაწილში სუბგანედურად განვრცობილი ტალახიანის ქვედა ქვეწყების ამგები წარმონაქმნები ინტენსიურად დისლოცირებული, დამსხვრეულ-დანაპრალიანებულია, ხოლო ზედა ჰორიზონტებში ინტენსიურად გამოფიტულია და ამასთან ერთად, გადახრილია სამხრეთის მიმართულებით. აუზის ფარგლებში ქვედა ქვეწყების წარმონაქმნები ლითოლოგიურად წარმოდგენილია - შავი ფერის თხელშრეებრივი თიხების, ქვიშიანი თიხაფიქლებისა და წვრილმარცვლოვანი არკოზული ქვიშაქვების მორიგეობით. აუზის ფარგლებში ქვედა ქვეწყების სიმძლავრე 250-400 მ-მდე ცვალებადობს.

შუა იურულის ბათური სართული - (J_2bt), ტალახიანის წყების ზედა ქვეწყება - (J_2tl_2)

ტალახიანის წყების ზედა ქვეწყების წარმონაქმნები თანხმობით არის განლაგებული ქვედა ქვეწყების წარმონაქმნებზე. ზედა ქვეწყების წარმონაქმნები აუზის შუა წელში სუბგანედურად არის განვრცობილი და მისი ამგები წარმონაქმნები ინტენსიურად დისლოცირებული, დამსხვრეულ-დანაპრალიანებულია, ხოლო ზედა ჰორიზონტებში ინტენსიურად გამოფიტულია და გადახრილია სამხრეთის მიმართულებით. აუზის ფარგლებში ტალახიანის ზედა ქვეწყების წარმონაქმნები ლითოლოგიურად წარმოდგენილია - მოყავისფრო-ნაცრისფერი ფხვიერი ქვიშაქვების და ქვიშიანი ფიქლების მორიგეობით. მათი სიმძლავრე 200-250მ-მდე ცვალებადობს.

შუა იურულის ზედა განყოფილება და ზედა იურა - (J_2-J_3)

შუა იურულის ზედა განყოფილების და ზედა იურულის წარმონაქმნები მდ. ბუბისწყლის აუზის ქვემო წელის ზედა ნაწილში სამხრეთის რეგიონალური შესხლეტვა - შეცოცებით ისაზღვრებიან და ტექტონიკური თვალსაზრისით მიეკუთვნებიან მესტია-თიანეთის ზონის, შოვი-ფასანაურის ქვეზონას, რომელიც ინტენსიურად არის დისლოცირებული.

შოვი-ფასანაურის ქვეზონის ჩრდილო-აღმოსავლეთ პერიფერიაზე, აუზის ფარგლებში გამოიყოფა ორი ლითოლოგიურ-სტრატиграფიული კომპლექსი, კერძოდ:

1. კალოვიური სართული და ქვედა ოქსფორდული ქვესართული ($J_2k+J_3O_1$); 2. ზედა ოქსფორდული (J_3O_2) და კიმერიჯულ-ტიტონური (J_3k+tt) სართულები.

ზემო რაჭის ტერიტორიაზე რიონი-ჭანჭახის ქვაბულის (ტექტომორფული გრაბენ-სინკლინორიუმი) ფორმაციებში სუბგანედურად განვრცობილი ორივე კომპლექსი სრულად არის წარმოდგენილი.

შუა იურულის ზედა და ზედა იურულის ქვედა განყოფილებები, კალოვიური სართული და ქვედა ოქსფორდულის ქვედა ქვესართული - ($J_2k-J_3O_1$), ჩვეშურის წყება - (J_3cv)

ზემო რაჭის კარბონატული ფლიშის ჭრილის უკიდურეს ქვედა ნაწილში, მამისიონის უღელტეხილზე და მის დასავლეთით, რიონი-ჭანჭახის ქვაბულის აღმოსავლეთ ნაწილში, მდ.მდ. ჭანჭახის და ბუბისწყლის წყალშემკრები აუზების ფარგლებში ჩვეშურის წყების წარმონაქმნები სუბგანედურად არიან განვრცობილი რეგიონული სამხრეთი რღვევის (შესხლეტვა-შეცოცება) გასწვრივ და ტრანსგრესიულად არიან განლაგებული შუა იურულის ბაიოსური სართულის პორფირიტულ წყებაზე.

მდ. ბუბისწყლის წყალშემკრები აუზის ქვემო წელში, ჩვეშურის წყების წარმონაქმნები "V"-რად ღრმად ჩაჭრილი ხეობის ძლიერ ციცაბოდ დახრილ ბორტებზე არსებული ბუნებრივი გაშიშვლებების მიხედვით, ლითოლოგიურად წარმოდგენილია - თხელშრებრივი მერგელების, კარბონატული ფიქლების და კირქვების თხელი შუაშრების და აღმავალი ჭრილის ზედა ნაწილში კარბონატული ქვიშაქვების და მიკროკონგლომერატების მორიგეობით. ჩვეშურის წყების სიმძლავრე ჭანჭახის ქვაბულის ფარგლებში 300-400 მ-დე ცვალებადობს.

ზედა იურულის შუა და ზედა განყოფილება - (J_3^{2+3}), ოქსფორდის ზედა ქვესართული, კომერიჯული და ტიტონური სართულები - (J_3O_2+tt), ნოწარულას წყება - (J_3nc)

ყაზბეგ-ლაგოდების და მესტია-თიანეთის ტექტონიკური ერთეულების გამყოფი რეგიონალური რღვევის სამხრეთით, შოვი-ფასანაურის ქვეზონის ფარგლებში, ზემოთ აღნიშნული წყებები ინტენსიურად არის დისლოცირებული, გადახრილია სამხრეთის მიმართულებით და გართულებულია სხვადასხვა რიგის დიზუნქტიური აშლილობებით (რღვევებით).

კარბონატული ფლიშის შოვი-ფასანაურის ქვეზონაში ჩვეშურის წყება გადაფარულია მისგან მნიშვნელოვნად განსხვავებული ნოწარულას წყებით, რომელიც მამისონის უღელტეხილიდან ზემო სვანეთამდე სუბგანედურად არის განვრცობილი. სინკლინის ჩრდილო ფრთაზე, მდ. ბუბისწყლის წყალშემკრები აუზის ქვედა ნაწილში წყება აგებულია ძლიერ დისლოცირებული დამსხვრეულ-დანაპრალიანებული და ზედა ჰორიზონტებში (განსაკუთრებით ხეობის ძლიერ ციცაბოდ დახრილ ბორტებზე) ძლიერ გამოფიტული წარმონაქმნებით, რომლებიც ლითოლოგიურად წარმოდგენილია - მერგელების, კარბონატული ქვიშაქვების, მიკროკონგლომერატების და კირტუტე მომწვანო-ნაცრისფერი კარბონატული ფიქლების შუაშრების შემცველი კირქვების მძლავრი დასტით. ნოწარულას წყების სიმძლავრე 250-400 მ-დე ცვალებადობს.

ცარცული სისტემა - (K)

ქვედა ცარცულის ქვედა განყოფილება, ბერიასული და ვალანჯიური სართულები - (K_{1b-v}), პორხიშულის წყება - (K_{1pr})

პორხიშულის წყების წარმონაქმნები თანხმობით არის განლაგებული ნოწარულას წყებაზე. პორხიშულის წყების წარმონაქმნები ჩრდილოეთ ნაწილში ძლიერ დისლოცირებული და დამსხვრეულ-დანაპრალიანებულია, ხოლო ზოგან გადაბრუნებულია ჩრდილო-აღმოსავლეთის მიმართულებით 60°-ანი დახრის კუთხით.

წყალშემკრები აუზის ქვედა ნაწილის უკიდურეს სამხრეთ-დასავლეთ პერიფერიაზე, მდ. ჭანჭახის შესართავამდე, პორხიშულის წყების წარმონაქმნები, ლითოლოგიურად წარმოდგენილია - საშუალო და სქელშრებრივი კირქვების, ცალკეული ადგილებში ქვიშიანი და ბრექჩისისებური კირქვების, მერგელოვანი კირქვების და ქარსიანი ფიქლების მორიგეობით.

პორხიშულის წყების სიმძლავრე სინკლინორიუმის ფარგლებში 400-500მ-ია. მდ. ბუბისწყლის აუზში, აღნიშნული წყების ჩრდილო ნაწილის სიმძლავრე მნიშვნელოვნად მცირეა.

ქვედა ცარცულის ჰოტრივეული სართული - (K_{1g}), ჭიორის წყება - (K_{1cr})

ჭიორის წყების წარმონაქმნები მდ. ჭანჭახის შესართავამდე თანხმობით არის განლაგებული პორხიშურის წყების წარმონაქმნებზე. ჭიორის წყების წარმონაქმნები სინკლინორიუმის ორივე ფრთაზე ძლიერ

დისლოცირებულია, შეკუმშულია იზოკლინური ნაოჭების სახით და გადახრილია სამხრეთის მიმართულებით. ლითოლოგიური თვალსაზრისით წყება აგებულია - დაფიქლებული მერგელოვანი კირქვებით, მერგელებით და კარბონატული თიხაფიქლებით. მიმართებაზე წყება ერთგვაროვანი ლითოლოგიური აგებულებით ხასიათდება.

ჭიორის წყების სიმძლავრე სინკლინორიუმის ფარგლებში 350-500 მ-მდე ცვალებადობს. რაც შეეხება მდ. ბუბისწყლის აუზს, მის ფარგლებში წყების სიმძლავრე მნიშვნელოვნად მცირეა.

მეოთხეული სისტემა - (Q)

საკვლევი ტერიტორიის ფარგლებში ფართო გავრცელებით სარგებლობენ მეოთხეული ასაკის ნალექები, რომლებიც წარმოდგენილია პლეისტოცენ-ჰოლოცენური კონტინენტური და ვულკანოგენური წარმონაქმნებით.

საკვლევი ტერიტორია, რომელიც მოიცავს კავკასიონის მთავარი ქედის თხემურ და სამხრეთი ფერდის ტერიტორიების ნაწილს, ციცაბოდ დახრილი ფერდობებით და მაღალმთიანი რელიეფით არის წარმოდგენილი, სადაც განვითარებულია ღრმად ჩაჭრილი და გაშლილი ტროგული და მყინვარული ეროზიული ხეობები. თანამედროვე რელიეფის ფორმირებაში გადამწყვეტი როლი ითამაშა ტექტონიკურმა მოძრაობებმა, მყინვარულმა და ვულკანურმა პროცესებმა და მძლავრი კონტინენტური ნალექების დაგროვებებმა. მეოთხეული ასაკის ნალექების წარმოქმნის ხელშემწყობი ფაქტორებია: რაიონის ტექტონიკური აგებულება, სეისმური პირობები, ქანების ლითოლოგიური შედგენილობა, ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლები, რელიეფის ენერგეტიკული პოტენციალი, მკაცრი კლიმატური პირობები, ამგებ ქანებზე ფიზიკური და სხვა სახის გამოფიტვის აგენტების ინტენსიური ზემოქმედება. საკვლევი ტერიტორიის ფარგლებში მეოთხეული ასაკის ნალექები ძირითადად ალუვიური, სოლიფლუქციური, ფლუვიოგლაციალური, გლაციალური, დელუვიურ-პროლუვიური და კოლუვიური ნალექებით არის წარმოდგენილი. ალუვიური, წყალ-მყინვარული და მყინვარული ნალექები კი შლეიფების სახით არის გავრცელებული. ქედების და მთის ციცაბოდ დახრილ კალთებზე აკუმულირებული მასალა კოლუვიური გენეზისის ნალექებით არის წარმოდგენილი, ხოლო მდინარეების კალაპოტის მიმდებარედ - ალუვიური ნალექებით.

ზედა პლეისტოცენური ანდეზიტ-დაციტები - (ა7QIII)

ანდეზიტ-დაციტები მამისონის უღელტეხილთან, მდ. ჭანჭახის მარჯვენა ფერდზე და მთა “წითელიმთის” მიდამოებში ლავური ნაკადის სახით არის წარმოდგენილი. აღნიშნული ლავების სამხრეთი დაბოლოება მდებარეობს მდინარეთა მიერ გამომუშავებულ მცირე ზომის ხეობებში და მყინვარულ მორენებზე.

ზედა პლეისტოცენური გლაციალური (მყინვარული) - (gQIII) და ფლუვიოგლაციალური (წყალ-მყინვარული) - (fgQIII) ნალექები

აღნიშნული ნალექები ძირითადად მორენების სახით არის შემორჩენილი, რომლებიც ვულკანური წარმონაქმნების, ქვიშაქვების, კირქვების და თიხა-ფიქლების მსხვილნატეხოვანი მასალებით:

ლოდნარით, ღორღით და კაჭარით არის აგებული. ცემენტის სახით ძირითადად წარმოდგენილია დიდი რაოდენობით ქვიშა, ქვიშნარი და თიხნარი.

ალუვიური (aQ) ნალექები მდ. ბუბისწყლის ხეობაში ძირითადად კარგად დამუშავებული კლდოვანი ქანების მსხვილი კაჭარ-კენჭნარით, ხვინჭით, ქვიშისა და ქვიშნარის შემავსებლით არის წარმოდგენილი.

ჰოლოცენური (თანამედროვე Q_{IV}) ნალექები გავრცელებულია მდ. ბუბისწყლის ხეობის სათავეებში და წყალგამყოფი ქედების თხემურ ნაწილში, მორენული და ფლუვიოგლაციალური დანაგროვების სახით და ლითოლოგიურად წარმოდგენილია ვულკანური წარმონაქმნების, ქვიშაქვების და ფიქლების ლოდნარით, ღორღით და კენჭნარით.

დელუვიურ-პროლუვიური ნალექები (dpQ) საკვლევი ტერიტორიის ფარგლებში ზედა მეოთხეული (Q_{III-IV}) და თანამედროვე (Q_{IV}) ნალექებით არის წარმოდგენილი და გავრცელებულია მდ. ბუბისწყლის ხეობის ფერდობებზე. ისინი ღორღოვანი და ქვიშანარევი მასალის უსტრუქტურო წარმონაქმნებია, რომლებიც ფერდობების ზედა ნაწილიდან წვიმის წყლის და თოვლის დნობის შედეგად წარმოქმნილი ღვარების მიერ გადარეცხილ-გადალექილი მასალის პროდუქტს წარმოადგენს.

კოლუვიური ნალექები (cQ) მათაა ფერდობების მიმდებარე ტერიტორიებზე და მდინარეთა ხეობების ფერდობების ძირების გასწვრივ მძლავრი დანაგროვების სახით ფიქსირდება. იმ ადგილებში, სადაც მკვრივი ქანებით აგებული ციცაბოდ დახრილი ფერდობებია, კოლუვიური ნალექები ფერდობების ძირში მსხვილნატეხოვან დანაგროვებს ქმნიან, ხოლო რბილი ქანებით აგებული ფერდობიდან ჩამოქცეულ-ჩამონაშვავი ნატეხოვანი მასალა ფართო შლექის სახით არის წარმოდგენილი (**სურ. 10**).



სურათი 10 რბილი ქანებით აგებული ფერდობიდან ჩამოცვენილი ნატეხოვანი მასალა

პალეოზოური ინტრუზიული წარმონაქმნები გვიანდევეონური და ადრეკარბონული ასაკის - (CD₃-C₁¹) ინტრუზივები

მდ. ბუბისწყლის სათავეებში დიდი კავკასიონის კრისტალური სუბსტრატის ამგები ინტრუზიული წარმონაქმნები ძირითადად სხვადასხვა გრანიტოიდებით, პლაგიოგრანიტებით, გრანოდიორიტებით, კვარციანი დიორიტებით და მათთან დაკავშირებული ძარღვული ქანებით არის წარმოდგენილი. მცირე გავრცელებით სარგებლობენ გაბროიდები.

ძარღვული ქანები კრისტალურ და მეტამორფულ ქანებში გვხვდება სამ მეტრამდე სიმძლავრის დიაბაზების სახით, რომლებიც კრისტალურ ფიქლებთან ერთად არიან დაფიქლებული და გავრცელებულ გრანიტოიდებთან შედარებით ძველია, რომელიც დევეონურ ასაკად არის მიჩნეული.

პალეოზოურის შემდგომი ინტრუზივები - (βμ₂)

აღნიშნული ინტრუზიული სხეულები ძირითადად შუა იურული (J₂) ასაკის მრავალფაზიანი მაგმური, განსხვავებული შედგენილობის ინტრუზიული სხეულების სახით არიან წარმოდგენილი.

შუა იურული ასაკის წარმონაქმნებიდან, ინტრუზიული აქტივობის პირველი ფაზას განეკუთვნებიან დიაბაზები და დიაბაზ-პორფირიტები, რომლებიც მომდევნო ფაზის მიერ წარმოქმნილი ძარღვების მიერ არიან გაკვეთილნი. ასევე, მომდევნო ფაზას განეკუთვნება კვარციანი დიორიტები და დიორიტ-პორფირიტები.

6.2 ტექტონიკური და სეისმური პირობები

წყალშემკრები აუზის ტერიტორია, საქართველოს ტექტონიკური დანაწევრების რუკის მიხედვით (ე. გამყრელიძე, 2004წ), მოიცავს კავკასიონის ნაოჭა (ნაოჭა-შარიაჟული) სისტემის ფარგლებში შემავალი ზონების და ქვეზონების ნაწილებს. მათ შორის: 1. მთავარი ქედის ზონის ცენტრალური აზეგების (კრისტალური გული) ქვეზონას; 2. ყაზბეგ-ლაგოდეხის (ნაოჭა-ქერცლებრივი) ზონას; 3. მესტია-თიანეთის ზონის შოვი-ფასანაურის ქვეზონას.

აღნიშნული ტექტონიკური ზონების საზღვრები ერთმანეთისაგან ძირითადად გამოყოფილია რეგიონალური ხასიათის სიღრმული რღვევებით, ხოლო ფუძის გასწვრივ, კუთხური უთანხმოებით განლაგებული ტრანსგრესიული ფორმაციის წარმონაქმნებით.

აღნიშნული ტიპის რღვევათა სისტემებს მიმართებაზე გააჩნიათ დიდი გავრცელება, ხოლო სიღრმეში ქერცლურ-შარიაჟული ტიპის, ძლიერ დაძირული განლაგება, რომელიც დამახასიათებელია სუბდუქციური ზონების აკრეციული პრიზიმებისათვის. იშვიათია კოლიზიური ტიპის ვერტიკალური და ძლიერ დახრილი განლაგების ნაწევები, ნაწევ-ნასხლეტები და შესხლეტები.

რეგიონალური ტიპის, ტექტონიკური ზონალობის გამოფი რღვევები, აუზის ტერიტორიის ფარგლებში წარმოდგენილია: 1. მთავარი ქედის შეცოცებით, რომელიც წარმოადგენს საზღვარს მთავარ ქედსა და ყაზბეგ-ლაგოდეხის ზონებს შორის; 2. სამხრეთის რეგიონალური შეცოცება, რომელიც წარმოადგენს გამოფის მესტია-თიანეთის და ყაზბეგი-ლაგოდეხის ტექტონიკურ ზონებს შორის.

მთავარი ქედის კრისტალური გულის პირვანდელი აგებულება ძლიერ სახეცვლილია შუა და ზედაპალეოზოური, აგრეთვე ალპური ოროგენული ტექტოგენეზის შედეგად. აღსანიშნავია, რომ ბრეტონული ფაზის შედეგად აქ წარმოიშვა სხვადასხვა სახის ტექტონიკური ზეწრები, ხოლო ზედაპალეოზოურ პერიოდში ხდებოდა, როგორც ვერტიკალური, ისე ჰორიზონტალური ძლიერი გადაადგილებები.

ალპური ოროგენეზის პერიოდში, მთავარი ქედის კრისტალური გულის მორფოსტრუქტურა ძლიერ დანაწევრდა ცალკეულ აზიდულ და დაძირულ ბლოკებად. ალპური სტრუქტურების საზღვრები უმეტეს შემთხვევაში არ ემთხვევა ძველი კომპლექსების გავრცელების ზონებს და ცალკეული აზეგების ფარგლებში გვხვდება მაგმურ-მეტამორფული და დანალექი ქანების წარმონაქმნებით აგებული სხვადასხვა სახის სტრუქტურულ-ფორმაციული ბლოკები.

აუზის ტერიტორიაზე, მთავარი ქედის უღელტეხილის ფარგლებში ფიქსირდება მკვეთრად გამოყოფილი, როგორც ტექტონიკურად, ასევე შიდაფორმაციული წარმონაქმნებით აგებული: ედენა-ჭანჭახის (რაჭა-ოსეთის აზეგება), იგივე ადაიხობის აზეგებული ბლოკი, რომელიც

აგებულია ქვედა პალეოზოოური ბულგენის წყების მეტამორფული კომპლექსის ზედა-ქარსებიანი ფიქლებით და მიგმატიტებით, აგრეთვე შუა და ზედა პალეოზოოური გრანიტოიდებით.

კავკასიონის მთავარი ქედის ზონის ფარგლებში არსებული გეოლოგიური წარმონაქმნები თითქმის მთლიანად დენუდირებულია, რომლებიც ძირითადად კამბრიულ-ზედაპალეოზოოური ასაკის, ძლიერ მეტამორფიზებული წარმონაქმნებით არის წარმოდგენილი, როგორც მკვეთრად გამოხატული მაგმატიზმის, ისე ჰერცინული პერიოდის დანაოჭებით.

კრისტალური გულის ამგები წარმონაქმნები დაწვრილნაოჭებულია და გართულებულია სხვადასხვა ასაკის წყვეტილი დისლოკაციებით. ძლიერ შეკუმშული სტრუქტურები და დამაბულობა აღინიშნება არამარტო კრისტალურ და მეტამორფულ ფიქლებში, არამედ მაგმურ ქანებშიც. სუბსტრატის ქანები მონაწილეობას იღებდნენ არა მარტო ნორმალური ნაოჭების, არამედ ძლიერ შეკუმშული და სამხრეთით გადახრილი იზოკლინური ნაოჭების წარმოქმნაში.

ედენა-ჭანჭახის ბლოკი წარმოადგენს მთავარი ქედის ყველაზე აღმოსავლეთ სტრუქტურულ-ტექტონიკურ ერთეულს. იგი სამხრეთიდან მთავარი შეცოცებით არის შემოსაზღვრული, ხოლო აღმოსავლეთით სცდება აუზის ტერიტორიის საზღვარს და ვრცელდება მამისონის უღელტეხილის მიმართულებით. ბლოკი ჩრდილოეთიდან შტულუ-ხარესის დეპრესიით არის შემოსაზღვრული, ხოლო დასავლეთის მხრიდან ფასისმთის ბლოკიდან სუბმერიდიანული გავრცელების გაზეცეკვის რღვევით (ნაწევ-ნახსლეტი) არის გამიჯნული. ედენა-ჭანჭახის ბლოკი როგორც ტექტონიკურად, ისე მორფოლოგიურად მკვეთრად არის გამოხატული.

მთავარი შეცოცების სამხრეთით ედენა-ჭანჭახის ბლოკის ამგები მთავარი ქედის კრისტალური ფიქლები და პალეოზოოური გრანიტოიდები შეცოცებულია ქვედალიასურ ფიქლებზე, რომელიც ნაწილობრივ აქვთ გადაფარული.

აღნიშნული ბლოკის ამგები ქანები მრავალრიცხოვანი და სხვადასხვა მიმართულების რღვევებით არის დასერილი. მათ შორის მნიშვნელოვანს წარმოადგენს ბუბის სუბგანედური მიმართულების რღვევა.

კავკასიონის სამხრეთი ფერდის ნაოჭა სისტემის წარმონაქმნები წყალშემკრები აუზის ფარგლებში წარმოდგენილია ყაზბეგ-ლაგოდეხის ზონით და მესტია-თიანეთის ზონის შოვი-ფასანაურის ქვეზონით.

ყაზბეგ-ლაგოდეხის ზონა. საკვლევი ტერიტორიის ფარგლებში ყაზბეგ-ლაგოდეხის ზონის სამხრეთ საზღვარს, ყაზბეგ-ლაგოდეხის ზონასა და მესტია-თიანეთის ზონას შორის არსებული სამხრეთი რეგიონალური შეცოცება (მესტია-ღების შეცოცება) წარმოადგენს, ხოლო ჩრდილო საზღვარი მთავარი შეცოცებით არის შემოსაზღვრული.

ზონის აგებულებაში მონაწილეობენ ქვედა და შუაიურული ძლიერ დანაოჭებული წარმონაქმნები, რომლებიც ძირითადად იზოკლინური, ან ხშირ შემთხვევაში სამხრეთით გადახრილი მსხვილი

ნაოჭების სახით არიან წარმოდგენილი და გართულებულია რამდენიმე მცირე მასშტაბის შეცოცებებით.

ყაზბეგ-ლაგოდეხის ზონაში, მდ. ბუბისწყლის აუზის ფარგლებში გამოიყოფა გონა-მამისონის ბლოკი, რომელსაც სამხრეთი მხრიდან ესაზღვრება მესტია-ღების შეცოცება. დასავლეთით ის გრძელდება ზემო-სვანეთის (სამიზნე არეალის მიღმა), მთა უშბის მერიდიანამდე.

გონა-მამისონის ბლოკის ფარგლებში დაიკვირვება ძლიერ დანაოჭებული და მცირე გავრცელების ნაოჭთა სისტემა, რომელთაც გააჩნიათ მონოკლინური და სამხრეთით გადაწოლილი სინკლინორიუმ-ანტიკლინორიუმის სტრუქტურები, რომლებიც გართულებულია მრავალრიცხოვანი, მცირე გავრცელების და ამპლიტუდის შეცოცებებით, ნაწევებით და ნახსლეტებით. აღნიშნულ დიზუნქტივებს არ გააჩნიათ ერთი ორიენტაციის მიმართულებები, რის გამოც ვერ ხერხდება მათი ზოგადი დანაწილება ცალკეულ სტრუქტურებად. აღნიშნული ბლოკი განიხილება, როგორც ნაოჭა-ქერცლური აგებულების მქონე ტექტონიკური სტრუქტურა (ბლოკი).

აღნიშნული ბლოკისათვის დამახასიათებელია შეკუმშული და ზოგ შემთხვევაში სამხრეთით გადახრილი ნაოჭები. ზონის ამგებ ქანებში ინტენსიურმა შეკუმშვამ გამოიწვია რღვევითი დისლოკაციების წარმოქმნა და ქერცლისებური შეცოცებების განვითარება. მთავარი შეცოცების ფორმირების პერიოდში აღნიშნული ზონის დანალექი წარმონაქმნების შრეები სამხრეთი მიმართულებით გადაიხარა. მთავარი შეცოცების გასწვრივ, ზემო რაჭის რეგიონში არა მარტო მონოკლინები, არამედ მთელი ნაოჭა სისტემა არის სამხრეთით გადახრილი.

აღწერილი ზონის ფარგლებში დაფიქსირებულია რღვევების მთელი სერია, რომლებიც ხშირ შემთხვევაში მთავარი შეცოცების პარალელურად არიან განვითარებულნი. მათ შორის პირველ რიგს მიეკუთვნება სამხრეთის რეგიონალური შეცოცება, რომელიც ზონას სამხრეთი მხრიდან ესაზღვრება. მისი ამპლიტუდა ბევრად ჩამორჩება მთავარი შეცოცების ამპლიტუდას.

მესტია-თიანეთის ზონა. საკვლევი ტერიტორიის ფარგლებში წარმოდგენილია მისი ჩრდილო ნაწილის „შოვი-ფასანაურის“ ქვეზონით, რომლის ჩრდილო საზღვარი **მესტია-ღები-ლაგოდეხის** რეგიონალური შეცოცებით ისაზღვრება. აღნიშნული შეცოცება წარმოადგენს ღები-ლაგოდეხის შეცოცების დასავლეთ მონაკვეთს. ზონის სამხრეთი საზღვარი უწერა-პავლეურის ფრონტალური შეცოცების (შარიაჟის) დასავლეთ განწევრებას გომი-საკაურას შეცოცებას წარმოადგენს, რომლის სამხრეთით მდებარეობს ჩხალთა-ლაილის ზონის ლაილის ქვეზონა.

მესტია-თიანეთის ზონას ჩრდილო-დასავლეთიდან სამხრეთ-აღმოსავლეთი მიმართულებით კავკასიონისათვის მახასიათებელი სუბგანედური გავრცელება ახასიათებს. იგი წარმოდგენილია ზედა იურული და ქვედა ცარცული კარბონატული და ტერიგენული ფლიშური ნალექებით, ასევე ქვედა და შუა იურული ფიქლებიანი წყებით, რომელიც ინტენსიურად დისლოცირებულია. ზონის ფარგლებში მთავარ როლს თამაშობენ იზოკლინური ნაოჭები და ქერცლებრივი შეცოცებები. აღნიშნული ზონის ფარგლებში, ჩრდილო ნაწილში გამოიყოფა მესტია-შოვის, ხოლო სამხრეთ ნაწილში ლატპარი-შოდას ბლოკები.

მესტია-შოვის და ლატპარი-შოდას ბლოკებს შორის საზღვარი ზედა და შუა იურული ასაკის ნალექებს შორის გადის. მესტია-შოვის ბლოკი ორ სექტორად არის დაყოფილი: დასავლეთით მესტიის აზვეებული, ხოლო აღმოსავლეთით შოვის დაძირვის ბლოკის სახით.

შოვის დაძირვის სექტორის ფარგლებში არსებული სინკლინური და ანტიკლინური სტრუქტურები თითქმის ყველგან სამხრეთი მიმართულებით არიან გადახრილი, გააჩნიათ ხშირი და ძლიერ შეკუმშული, დაწვრილნაოჭებული ტექსტურა. ამასთანავე, მათში ხშირია პარალელურად განლაგებული ნაოჭები, რღვევები და ქერცლები.

საქართველოს ტერიტორიის დღეისათვის მოქმედი სეისმური დარაიონების კორექტირებული სქემის მიხედვით, საკვლევი ტერიტორია მიეკუთვნება **9 ბალიანი** სეისმური აქტივობის ზონას (საქართველოს ეკონომიკური განვითარების მინისტრის ბრძანება № 1-1/2284, 2009 წლის 7 ოქტომბერი, ქ. თბილისი, სამშენებლო ნორმებისა და წესების - „სეისმომედეგი მშენებლობა“ (პნ 01.01-09) დამტკიცების შესახებ).

7. ჰიდროგეოლოგიური პირობები

ჰიდროგეოლოგიური თვალსაზრისით, მდ. ბუბისწყლის აუზი მიეკუთვნება დიდი კავკასიონის კრისტალური სუბსტრატის ნაპრალოვანი გრუნტის წყლების ოლქსა და დიდი კავკასიონის სამხრეთ ფერდობის ნაოჭა ზონის წყალწნევიანი სისტემების ოლქის, ნაპრალოვი და ნაპრალოვ-კარსტული წყლების მესტია-თიანეთის წყალწნევიანი სისტემების ჰიდროგეოლოგიურ რაიონს. აუზის ტერიტორიაზე უპირატესი გავრცელებით სარგებლობს იურული და ცარცული ასაკის ნალექები, აგრეთვე მეოთხეული ასაკის წარმონაქმნები.

ქანების მკვეთრად დამახასიათებელი ნიშან-თვისება არის ინტენსიური ნაპრალიანობა, მრავალრიცხოვანი გრძივი და განივი რღვევების არსებობა, რაც ნაპრალოვი მიწისქვეშა წყლების ფორმირებას განაპირობებს. თავის მხრივ, ქანების დანაპრალიანების ხარისხის, ლითოლოგიური შედგენილობისა და გეოტექტონიკური პირობების გათვალისწინებით (რთულ გეოტექტონიკურ პირობებში, გაწყლოვანებული ზონების გავრცელება და მიწისქვეშა წყლების მოძრაობის მიმართულება ტექტონიკურ კანონზომიერებებს ემორჩილება), ადგილი აქვს მიწისქვეშა წყლების აქტიურ და გამწვანებულ წყალცვლას, ასევე არაღრმა და ღრმა ცირკულაციის მიწისქვეშა წყლების გავრცელებას. იმის გამო, რომ რელიეფი ძლიერ დანაწევრებულია, ხოლო ქანები დისლოცირებული, აქტიური წყალცვლის ზონა თითქმის 2 კმ. სიღრმემდეგ ვრცელდება. არაღრმა ცირკულაციის მიწისქვეშა წყლები დაბალი მინერალიზაციით ხასიათდება. ღრმა ცირკულაციის ზონებში კი **ნახშირმჟავა-მინერალური წყლები** ფორმირდება, რომელთა გამოსავლებს მრავლად ვხვდებით ზემო რაჭაში, მათ შორის, კურორტ შოვში. ერთ-ერთი ასეთი წყალპუნქტია ე.წ. „**კალცისწყალი**“, რომელიც სამკურნალო კატეგორიას მიკუთვნებული წყლის ობიექტების

ნუსხაშია და დადებითი სამედიცინო ჩვენებებით ხასიათდება 9 დასახელების შინაგან დაავადებათა სამკურნალოდ.

აქვე გვინდა აღვნიშნოთ, რომ ღვარცოფული ნაკადის ქვეშ მოექცა შოვის მინერალური წყლების საბადოს წყალპუნქტები (წყარო, ჭაბურღილი).

განსახილველი ტერიტორიის ჰიდროგეოლოგიური შესწავლა ძირითადად, **კურორტების - შოვისა და უწერის მინერალური წყლების წარმოშობაზე ჩატარებულ საძიებო-ჰიდროგეოლოგიურ სამუშაოებს და მათ რეჟიმზე განხორციელებულ კვლევებს უკავშირდება.** გამომდინარე იქიდან, რომ წინამდებარე ანგარიშის მიზანს არ წარმოადგენს კურორტ შოვის ჰიდრომინერალური რესურსების აღწერა-შეფასება, ქვემოთ, ჰიდროგეოლოგიურ ჭრილში, **დახასიათებულია ის მნიშვნელოვანი ჰიდროგეოლოგიური სტრუქტურები, რომელიც მდ. ბუბისწყლის აუზში გავრცელებულ ქანებს ახასიათებს წყალუხვობის თვალსაზრისით.**

მეოთხეული ასაკის თანამედროვე და ზედა პლეისტოცენურ ნალექებთან დაკავშირებული წყალშემცველი კომპლექსი (Q_{III-IV}) - აერთიანებს მყინვარულ, წყალმყინვარულ, პროლუვიურ და დელუვიურ ნალექებს. წყალშემცველ კომპლექსში ფორმირებული მიწისქვეშა წყლების კვება ატმოსფერული ნალექების, ზედაპირული წყლებისა და თოვლის ნაღობი წყლების ხარჯზე ხდება. შესაბამისად, წყაროს წყლების რეჟიმი (მათ შორის, რაოდენობრივი მახასიათებელი) ცვალებადია. სახელმწიფო გეოლოგიურ ფონდებში დაცულ ჰიდროგეოლოგიურ მასალებში დაფიქსირებული მონაცემებით, მიწისქვეშა წყლების რაოდენობრივ-ხარისხობრივი მახასიათებლები შემდეგნაირია:

- წყაროების დებიტი - 0.1->2.5 ლ/წმ;
- წყლის საერთო მინერალიზაცია - 0.3-0.5 გ/ლ;
- წყლის ტემპერატურა - 5-12°C;
- წყლის pH - 6.7-7.5;
- წყლის ქიმიური შედგენილობა: ჰიდროკარბონატულ-კალციუმიან-მაგნიუმიანი ან ჰიდროკარბონატულ-სულფატურ-კალციუმიანი.

ქვედა-ცარცული ასაკის ნალექებთან დაკავშირებული წყალშემცველი კომპლექსი (K₁). აღნიშნული ნალექების კვება ძირითადად ატმოსფერული ნალექების ხარჯზე ხდება, რომელსაც პირდაპირ უკავშირდება მიწისქვეშა წყლების რეჟიმის ცვალებადობა. წყალშემცველ კომპლექსში გამოიყოფა ორი ტიპის - არალრმა და ღრმა ცირკულაციის მიწისქვეშა წყლები, რომლებიც განსხვავებული რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მაჩვენებლებით ხასიათდება.

- წყაროების დებიტი - არალრმა ცირკულაციის წყლებში, ინტენსიური ნაპრალიანობის პირობებში - 2.5-5.6 ლ/წმ ფარგლებში, სუსტად დანაპრალიანებულ ქანებში - 0.05-0.5 ლ/წმ; ღრმა ცირკულაციის მიწისქვეშა წყლებში - 0.1-6.0 ლ/წმ;
- წყლის საერთო მინერალიზაცია - ფართო დიაპაზონში იცვლება. ვხვდებით როგორც მტკნარ, ასევე მინერალურ წყლებს;
- წყლის ტემპერატურა - არალრმა ცირკულაციის წყლებში - 5-11°C, ღრმა ცირკულაციის წყლებში - 7-12°C;

- წყლის pH - არაღრმა ცირკულაციის მიწისქვეშა წყლებში - 6.5-7.5, ღრმა ცირკულაციის წყლებში - 5.8-7.0;
- წყლის ქიმიური შედგენილობა: არაღრმა ცირკულაციის წყლებში - ჰიდროკარბონატულ-კალციუმიან-მაგნიუმიანი, ჰიდროკარბონატულ-კალციუმიან-ნატრიუმიანი ან ჰიდროკარბონატულ-სულფატურ-კალციუმიან-ნატრიუმიანი. ღრმა ცირკულაციის წყლებში - ანიონური შედგენილობით - ძირითადად ჰიდროკარბონატული, ხოლო კათიონური შედგენილობით - კალციუმიანი, კალციუმიან-მაგნიუმიანი, იშვიათად ნატრიუმიანი ან ნატრიუმიან-კალციუმიანი წყლები ნახშირმჟავა აირის შემცველობით.

აღნიშნულ ნალექებში ფორმირებულ მიწისქვეშა მინერალურ წყლებს უკავშირდება საქართველოში ორი გამორჩეული სამკურნალო-დასასვენებელი კურორტის - შოვისა და უწერის დაარსება.

ზედა-იურული ასაკის ნალექებთან დაკავშირებული წყალშემცველი კომპლექსი (Jა). აღნიშნული ნალექები შედარებით სუსტი წყალშემცველობით ხასიათდება. მიწისქვეშა წყლების რაოდენობრივ-ხარისხობრივი მახასიათებლების შესახებ მონაცემები შემდეგია:

- წყაროების დებიტი - არაღრმა ცირკულაციის წყლებში - 0.2-1.5 ლ/წმ, ღრმა ცირკულაციის წყლებში - 0.03-0.06 ლ/წმ;
- წყლის საერთო მინერალიზაცია - არაღრმა ცირკულაციის წყლებში 0.4-0.7 გ/ლ, ღრმა ცირკულაციის წყლებში - 1.1-3.6 გ/ლ;
- წყლის ტემპერატურა - არაღრმა ცირკულაციის წყლებში - 6-12°C, ღრმა ცირკულაციის წყლებში - 9-11°C;
- წყლის pH - არაღრმა ცირკულაციის წყლებში - 7.0-7.5, ღრმა ცირკულაციის წყლებში - 6.0-6.5;
- წყლის ქიმიური შედგენილობა: არაღრმა ცირკულაციის წყლებში - ჰიდროკარბონატულ-კალციუმიან-მაგნიუმიანი, იშვიათად ჰიდროკარბონატულ-სულფატურ-მაგნიუმიან-კალციუმიანი. ღრმა ცირკულაციის წყლებში - ჰიდროკარბონატულ-ნატრიუმიან-კალციუმიანი, ჰიდროკარბონატულ-კალციუმიან-მაგნიუმიანი ან ჰიდროკარბონატულ-კალციუმიან-ნატრიუმიანი.

შუა იურული ასაკის, ბაიოსური და ბათური სართულების ნალექებთან დაკავშირებული სუსტად გაწყლოვანებული ნალექები (Jაb+ბტ) ძალიან დაბალი წყალშემცველობით ხასიათდება. ჰორიზონტის კვება ატმოსფერული ნალექების ხარჯზე ხდება, შესაბამისად წყაროების რეჟიმი არასტაბილურია. მონაცემები მიწისქვეშა წყლების რაოდენობრივ-ხარისხობრივი მახასიათებლების შესახებ შემდეგია:

- წყაროების დებიტი - 0.2-0.5 ლ/წმ;
- წყლის საერთო მინერალიზაცია - 0.4-0.5 გ/ლ;
- წყლის ტემპერატურა - 8-11°C;
- წყლის pH - 6.7-7.3;
- წყლის ქიმიური შედგენილობა: ჰიდროკარბონატულ-მაგნიუმიან-კალციუმიანი, ზოგჯერ ჰიდროკარბონატულ-სულფატურ-ნატრიუმიან-კალციუმიანი.

შუა და ქვედა-იურული ასაკის ნალექებთან დაკავშირებული წყალშემცველი კომპლექსი (Jა-Jა1). აღნიშნულ ნალექებში, ქანების მაღალი დანაპრალიანება ხელსაყრელ პირობას ქმნის მათი ძლიერი

გაწყლოვანებისთვის ატმოსფერული ნალექების ხარჯზე. წყალშემცველი კომპლექსის კვებაში ატმოსფერული ნალექების გარდა, მცინვარის ნადნობი წყლებიც მონაწილეობს. მიწისქვეშა წყლების რეჟიმი ძლიერ ცვალებადია. მონაცემები მიწისქვეშა წყლების რაოდენობრივ-ხარისხობრივი მახასიათებლების შესახებ შემდეგნაირია:

- წყაროების დებიტი - არაღრმა ცირკულაციის წყლებში - 0.1-0.5 ლ/წმ, ღრმა ცირკულაციის წყლებში - 0.01-0.3 ლ/წმ;
- წყლის საერთო მინერალიზაცია - არაღრმა ცირკულაციის წყლებში - 0.5-0.6 გ/ლ, ღრმა ცირკულაციის წყლებში - 1.3-10.7 გ/ლ;
- წყლის ტემპერატურა - არაღრმა ცირკულაციის წყლებში - 8-11°C, ღრმა ცირკულაციის წყლებში - 9-12°C;
- წყლის pH - არაღრმა ცირკულაციის წყლებში - 6.4-7.2, ღრმა ცირკულაციის წყლებში - 6.2-6.8;
- წყლის ქიმიური შედგენილობა: არაღრმა ცირკულაციის წყლებში - ჰიდროკარბონატულ-კალციუმიან-მაგნიუმიანი ან ჰიდროკარბონატულ-ქლორიდულ-ნატრიუმიან-კალციუმიანი. ღრმა ცირკულაციის წყლებში - ჰიდროკარბონატულ-ქლორიდულ-ნატრიუმიან-მაგნიუმიანი, ჰიდროკარბონატულ-ქლორიდულ-კალციუმიანი და ჰიდროკარბონატულ-ქლორიდულ-ნატრიუმიანი, ნახშირორჟანგა აირის შემცველობით.

პალეოზოოური ასაკის ინტრუზიულ მეტამორფულ ქანებთან დაკავშირებული მიწისქვეშა წყლები (Pz). ქანები ძლიერ დანაპრალიანებულია, რაც რაიონის კლიმატური პირობებით და ინტენსიური ტექტონიკური პროცესებით არის გამოწვეული. მათი გამოფიტვის ჩაღწევის სიღრმე 20-25 მეტრია, ღია ნაპრალების სიგანე კი უმეტესად 5.0 სმ-ია (ზოგჯერ მეტიც). აღნიშნულ ნალექებში ცვალებადი რეჟიმის მიწისქვეშა წყლებია გავრცელებული, რომელთა კვება ატმოსფერული ნალექების (წვიმა, თოვლი) და მცინვარული წყლების ხარჯზე ხდება.

სწორედ აღნიშნული ნალექების გავრცელების არეალში ჰქონდა ადგილი **2023 წლის 3 აგვისტოს** მასშტაბური კლდეზვავური პროცესის მყისიერ განვითარებას. განსახილველ ტერიტორიაზე, მიწისქვეშა წყლები და მათი რეჟიმი **ე.წ. „მზრალ ქანებს“** უკავშირდება. მზრალობის სახესხვაობებზე დამოკიდებულებით, მიწისქვეშა წყლები შეიძლება იყოს როგორც მყარ, ასევე, თხევად მდგომარეობაში. მაშინ როდესაც მიწისქვეშა წყალი მყარ ფაზაშია, შეიძლება ითქვას, რომ ქანთა ნაპრალებში იგი გარკვეულწილად ცემენტის როლსაც ასრულებს. თუ გავითვალისწინებთ, რომ მოწყვეტილი კლდეზვავის დაახლოებით 65 მ-იანი სიმაღლის აღმოსავლეთ კედელზე, **2023 წლის 14 აგვისტოსაც** კი ნათლად ფიქსირდება ნაპრალოვან ქანებთან დაკავშირებული მიწისქვეშა წყლების ფრონტალური გამოსავლები (სურ. 11), მაშინ ცხადია, რომ ე.წ. „მუდმივად მზრალი ფერდობები“ და მათთან დაკავშირებული მიწისქვეშა წყლების რეჟიმი სეზონურობას ექვემდებარება. ყოველივე ზემოაღნიშნული კი არ გამორიცხავს, რომ კლდეზვავის მოწყვეტისთანავე, ადგილი ჰქონდა მნიშვნელოვანი რაოდენობის ნაპრალოვანი წყლების გადმოღინებას (გარკვეული წნევის ზემოქმედებითაც), რომელიც ერთიან მასაში მოექცა მცინვარისა და ნარჩენი თოვლის ნადნობ წყლებთან, წვიმის სახით მოსულ ატმოსფერულ ნალექებთან და მცინვარის გროტებიდან გამომავალ წყლებთან.



სურათი 11 ნაპრალოვან ქანებთან დაკავშირებული მიწისქვეშა წყლების ფრონტალური გამოსავლები

8. 2023 წლის 3 აგვისტოს მდ. ბუბისწყლის აუზში (ონის მუნიციპალიტეტი) განვითარებული გეოდინამიკური პროცესების შეფასება

2023 წლის 3 აგვისტოს, მდ. ბუბისწყლის ხეობაში, 15 საათსა და 10 წუთზე, ადგილი ჰქონდა კატასტროფული მასშტაბის გლაციალური ღვარცოფის გავლას, რომელმაც გამოიწვია კურორტ შოვის სრული ნგრევა, საავტომობილო გზების, ხიდების, ელექტრო გადამცემი ხაზების მწყობრიდან გამოსვლა, შოვის მინერალური წყაროების გამოსავლების დაზიანება და რაც ყველაზე სავალალოა, ადამიანთა მსხვერპლი.

ქვემოთ მოცემულია მდ. ბუბისწყლის ხეობაში, კატასტროფული მასშტაბის გლაციალური ღვარცოფის გავლის შედეგად შექმნილი გეოდინამიკური მდგომარეობის შეფასება.

შოვის მოვლენა წარმოადგენს სხვადასხვა ინდივიდუალური პროცესების კომბინაციას, რომელთა გარდაქმნას ერთიანი, დამანგრეველი პროცესის ჯაჭვში, ხელი შეუწყო პერიგლაციალურ არეალში არსებულმა წყლის ნაკადებმა. მსგავსი ტიპის მოვლენების წარმოშობა ჩვეულებრივ დაკავშირებულია პერიგლაციალური ზონებთან, სადაც ზაფხულის მაღალი ტემპერატურების გამო, გრუნტის/ყინულის მასის გათბობა (მუდმივი მზრალობა) იწვევს ადრე გაყინული ნაშალი მასალის გადნობას და ხდის მას მსხვერვადას. წყალი, როგორც მასების გადაადგილების პროცესის ძირითადი მამოძრავებელი ძალა, თამაშობს გადამწყვეტ როლს ამ პროცესების ჯაჭვში. ამდენად, მოვლენების ანალიზისას, წყლის არსებული წყაროების შეფასებას გააჩნია გადამწყვეტი მნიშვნელობა, როგორც შოვის სტიქიის რეკონსტრუქციის განხორციელებისათვის, ასევე პოტენციური საფრთხის პროგნოზირებისთვის.

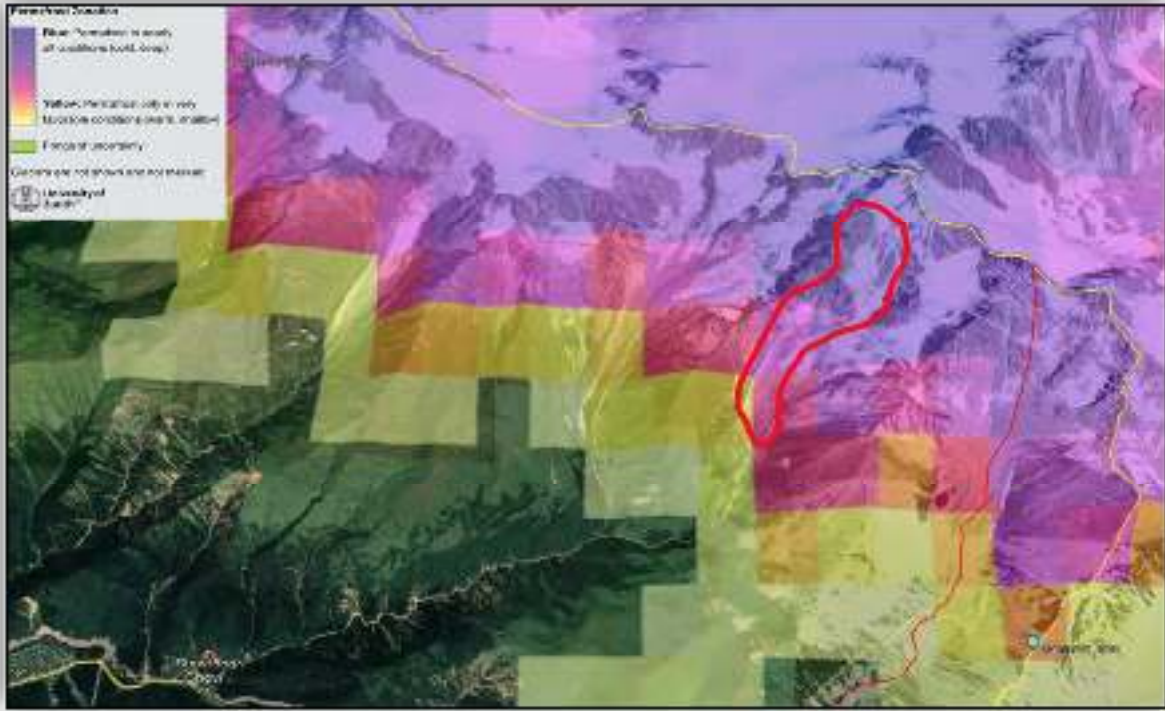
2023 წლის 3 აგვისტოს, მყინვარ ბუბას დასავლეთით, ძლიერ ციცაბოდ დახრილ (70°-80°) კალთაზე, ზღვის დონიდან დაახლოებით 3700მ სიმაღლეზე (კოორდინატები: 399304; 4733679), 1.7 ჰა ფართობზე, ადგილი ჰქონდა კლდოვანი მასის მყისიერ მოწყვეტას და კლდეზვავის ჩასახვას, რომლის მოცულობამ დაახლოებით 1.0 მლნ მ³ შეადგინა. მოწყვეტის კედლის სიმაღლე საშუალოდ 65 მეტრის ფარგლებში იყო (სურ. 12). თავისუფალი ვარდნის შემდეგ კლდეზვავური მასის ნაწილი ჩარჩა კლდეზვავის მოწყვეტის ძირში, ხოლო ნაწილი დინამიკურ კონტაქტში შევიდა მყინვარ ბუბასთან და მოახდინა მისი ნაწილობრივი დეფორმაცია/მოძრაობაში მოყვანა. კლდის ჩამოშლილი მასა თითქმის თავისუფალი ვარდნის აჩქარებით დაეცა/დაენარცხა მყინვარის ზედაპირს, რის შედეგად მოხდა მყინვარის ცალკეული ნაწილების დესტრუქცია/ნგრევა. კლდეზვავმა ყინულის მნიშვნელოვანი ნაწილი ფაქტობრივად დაანაწევრა/გააფხვიერა. კლდეზვავის დამანგრეველი ზემოქმედების ენერგიით, ყინული წამებში გათხევადდა და შეერია ნაშალ, ჩამონგრეულ მასალას (კლდეზვავის ნაშალსა და დამსხვრეულ ყინულს). მოწყვეტის არეალი მდებარეობს მუდმივი მზრალობის ზონაში, რომელიც ასახულია გლობალური მუდმივი მზრალობის რუკაზე (სურათი 13) და საველე დაკვირვებების მასალებში (სურათი 14).

ჩამოშლილი მასალა დაეცა მყინვარის ზედაპირის ისეთ სენსიტიურ უბნებს, სადაც ნაპრალებსა და ფორებში დაგროვებული იყო თოვლის ნადნობი წყლები, წვიმის წყლები და აბლაციის შედეგად წარმოქმნილი ნაკადები. კლდეზვავის ზემოქმედებამ აღნიშნული წყლების გამოთავისუფლება გამოიწვია.

აღნიშნულ გამოთავისუფლებულ წყლის ნაკადს დაემატა კლდეზვავის მოწყვეტის უბნიდან განტვირთული ნაპრალოვანი გენეზისის გრუნტის წყლები და მყარი მასალის ყინულთან ხახუნის შედეგად წარმოქმნილი წყლის ნაკადები. წყლის ნაკადებმა შექმნა მასის სრიალის საშუალება (ზემოთ აღნიშნული ფაქტორები სრულიად საკმარისი იყო ღვარცოფის მოძრაობაში მოსაყვანად), რის შედეგად წარმოქმნილმა ნაკადმა დიდი სიჩქარით დაიწყო მოძრაობა მდ. ბუბისწყლის ხეობაში.



სურათი 12 კლდეზვავის მოწყვეტის ადგილი



სურათი 13 მუდმივი მზრალობის რუკა (წყარო: GEOTEST -ის ანგარიში)



სურათი 14 მოწვევების არეალი (მარცხნივ). კლდოვან ნაწილში (მარჯვნივ) მუდმივი მზრალობის ყინულიდან გამონადენი წყალი ჩაედინება ღია ნაპრალებში.

სატელიტური ფოტოებისა და დრონით გადაღებული მაღალი გარჩევადობის სურათების ანალიზით დადგინდა, რომ აღნიშნული პროცესების შედეგად, კლდეზვავმა დაახლოებით 28,51 ჰა.-ზე მოახდინა მყინვარის ზედაპირის მექანიკური ნგრევა, ხოლო სრულიად ჩამოტეხა და მოანგრია მყინვარის ენის/ტანის ნაწილის დაახლოებით 9,90 ჰა.-ი. სურათ 15 - ზე ყვითლად

მონიშნულია აქტიური ზემოქმედების არეალი, ხოლო წითლად მყინვარ ბუბას ჩამოტეხილი ნაწილები.



სურათი 15 2023 წლის 3 აგვისტოს მყინვარ ბუბაზე მოწყვეტილი ყინულოვანი მასა (3ა)

მყინვარზე კლდეზვავის ზემოქმედებით და შემდეგ მკვეთრად დახრილი ყინულის მასების გადაკვეთით, ყინულის ზემოთ არსებული ფირნი დადნა და წყლით გაჯერებული ნატანი ჩამოშორდა. შესაძლებელია ვივარაუდოთ, რომ კლდეზვავური მასის სიმძიმის ზემოქმედებით და მაღალი სიჩქარის (დაახლ. 40მ/წმ) შედეგად, მყინვარის ზედაპირის ნაწილი დადნა ან მოცილდა მყინვარის ძირითად მასას. ამის შედეგად, მუდმივად მზრალ გრუნტთან ერთად მიმოფანტულ კლდოვან მასალას უკვე შეეძლო მყინვარის ტერიტორიაზე დიდი რაოდენობით წყლის შთანთქმა. უხეში შეფასებით, ღვარცოფული პროცესისთვის საჭირო 50%-ზე მეტი წყლის შთანთქმა მარტივად იქნებოდა შესაძლებელი მყინვარზე რამდენიმე დეციმეტრი სიღრმის ყინულის ეროზიით.

ფოტოების ანალიზმა აჩვენა, რომ მიუხედავად ამხელა ნაკადის გავლისა, პროგნოზიკულ ტერიტორიაზე, მცენარეული საფარით დაფარული მოსწორებული რელიეფის ზედაპირი არ არის დაზიანებული. აქედან გამომდინარე სავარაუდოა, რომ მასების გადაადგილების დასაწყისშივე არსებობდა წყლის ფენა, რაც ასევე ადასტურებს დინების ექსტრემალურ სიჩქარეს (დაახლ. 40 მ/წმ და მეტი).

ქვიანი მასის ნაწილის მოყავისფრო კვალი, დიდი ზომის ლაქის სახით მყინვარ ბუბაზე დღესაც ფიქსირდება (სურ. 16). კლდეზვავის მყინვართან კონტაქტის შემდეგ, ჩამოქცეული დაუხარისხებელი, უხეშნატეხოვანი მასა ტრანსფორმირდა ქვიან-ყინულოვან ზვავად, რომელიც

ძალიან დიდი სიჩქარით დაეშვა ციცაბოდ დახრილ მდ. ბუბისწყლის ხეობაში, გზად წარიტაცა და დინამიკაში მოიყვანა მდინარის სათავეებში ათეულობით წლების მანძილზე დაგროვებული მორენული და კოლუვიური ნალექები (სურ. 17), გარკვეულ უბნებზე, გაზაფხულის პერიოდში თოვლის ზვავების კერების გამოზიდვის კონუსებში ჩარჩენილი მკვრივი თოვლის მასა, რაც საბოლოო ჯამში ტრანსფორმირდა ერთიან ნაკადად და დიდი სისწრაფით გადაადგილდა მდ. ბუბისწყლის ვიწრო კალაპოტში.



სურათი 16 მყინვარ ბუბაზე ქვიანი მასის ნაწილის მოყვანისფრო კვალი



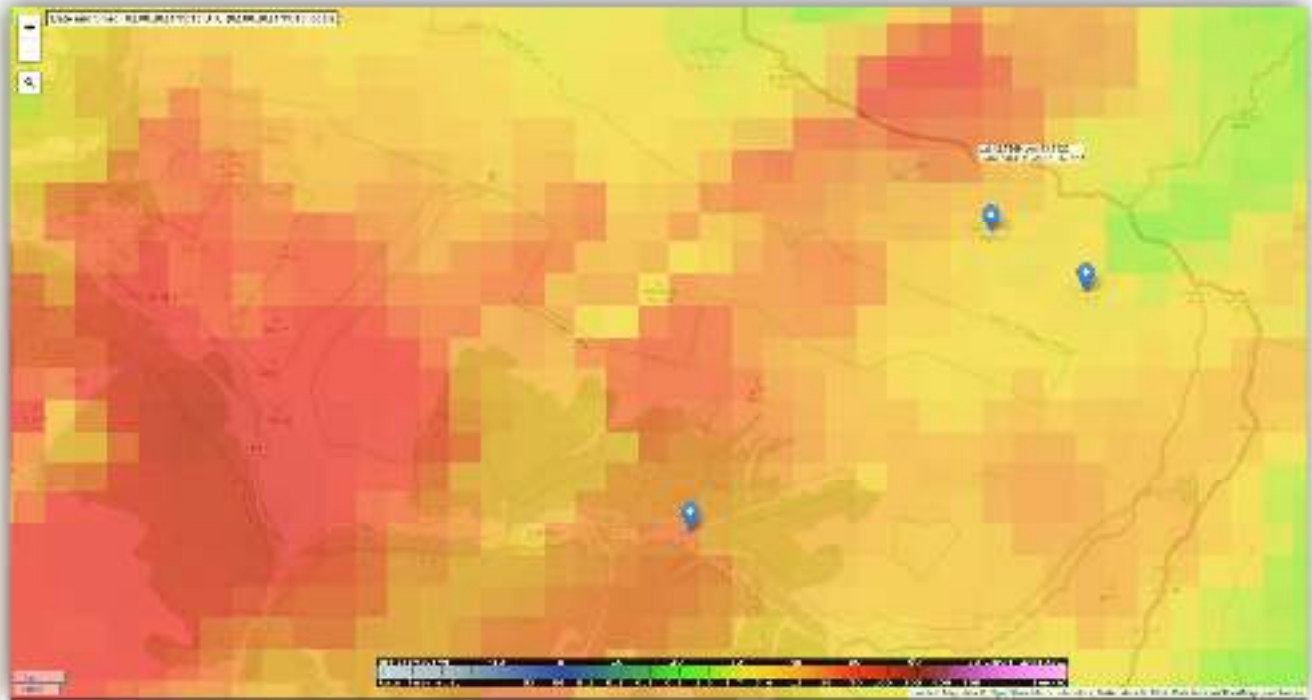
სურათი 17 მდინარის სათავეებში ათეულობით წლების მანძილზე დაგროვებული მორენული და კოლუვიური ნალექები

2023 წლის 2- 3 აგვისტოს ბუბას მყინვარზე და მის მიმდებარე ტერიტორიაზე მოსული ნალექების რაოდენობა

უშუალოდ ბუბას მყინვარის მიდამოებში, საიდანაც 2023 წლის 3 აგვისტოს დაიწყო სტიქიური მოვლენა (კლდეზვავი, გლაციალური ღვარცოფი), მიწისპირა მეტეოროლოგიური დაკვირვებები არ წარმოებს.

დისტანციური დაკვირვებების - ღრუბელთა ველების სატელიტური სურათების და ქუთაისის ტერიტორიაზე განთავსებული მეტეოროლოგიური რადარის მონაცემების (სურ. 18) ანალიზით, აღნიშნულ ტერიტორიაზე 2023 წლის 2 აგვისტოს დღის ბოლომდე ბუბას მყინვარის მიდამოებში მოსული ნალექის რაოდენობა 10 - დან 20 მმ - ის ფარგლებში ფასდება. შოვის მეტეოროლოგიური სადგურის მრავალწლიანი დაკვირვების მონაცემების ანალიზის მიხედვით, ნალექების ასეთი რაოდენობა განმეორებადია ყოველ წელს. გაცილებით მეტი რაოდენობის ნალექები (30 და 36 მმ) აღინიშნა ამავე წლის ივნისის თვეში.

მეტეოროლოგიური რადარის მონაცემებით, სუსტი წვიმა შოვი-გლოლას მიდამოებში დაიწყო 2 აგვისტოს საღამოს 16:20 საათზე, დაახლოებით 20 წუთში წვიმა გაძლიერდა (სუსტი სეტყვის თანხლებით) და შეწყდა 19:15-ზე. 22:10 წვიმა ზომიერი ინტენსივობით განახლდა და შეწყდა 2 აგვისტოს დაახლოებით 23:50 საათზე. ფაქტიურად სტიქიური მოვლენის დაწყებამდე 15 საათის განმავლობაში უნალექო ამინდი იყო.

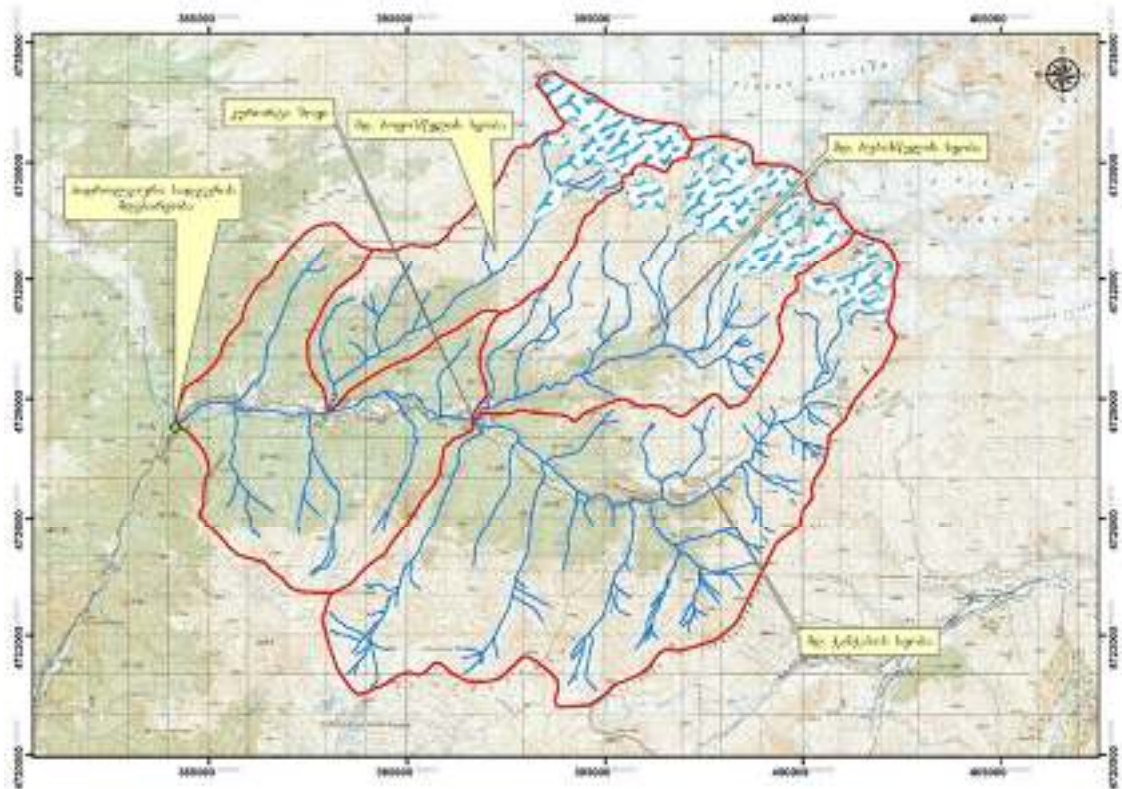


სურათი 18 ქუთაისის ტერიტორიაზე განთავსებული მეტეოროლოგიური რადარის გამოსახულება

მდ. ბუბისწყლის ჩამონადენის დინამიკა სტიქიური მოვლენის დაწყებამდე

მდ. ჭანჭახზე, მდ. რიონის შესართავთან არსებული ჰიდროლოგიური საგუმავოს მონაცემების ანალიზი უჩვენებს, რომ სტიქიური მოვლენის დაწყებამდე მდ. ჭანჭახის ჩამონადენში არსებითი ცვლილებები არ აღნიშნულა (ნახ. 8.1).

მდ. ჭანჭახის აუზში მდ. ბუბისწყლის ჩამონადენის წილის განსასაზღვრად გამოყენებული ანალოგის მეთოდით (ცხრილი. 6) და მდ. ჭანჭახის და მისი შენაკადების წყალშემკრები აუზების ფართობების (სურ. 19). შედარების მეთოდით დადგინდა, რომ მდ. ბუბისწყლის საშუალო წლიური ჩამონადენის წილი მთლიანი აუზის ჩამონადენში 22 -26 % - ის , ხოლო მცინვარების ინტენსიური დნობის (აბლაცია) პერიოდში (ივნისი-სექტემბერი) მცინვარების ფართობების გათვალისწინებით (სურ. 19), იგივე მაჩვენებელი 50%-ის ფარგლებშია.



სურათი 19 მდ. ჭანჭახის და მისი შენაკადების წყალშემკრები აუზები და მცინვარები

აღნიშნულ გათვლილ პროცენტულ მაჩვენებელს ადასტურებს მიმდინარე წლის 17 აგვისტოს გაზომილი ხარჯების მნიშვნელობები (იხ.ცხრილი 7) აღსანიშნავია, რომ 14-17 აგვისტოს პერიოდში მდინარე ჭანჭახის აუზში ნალექები არ აღნიშნულა და ჩამონადენი ძირითადად მცინვარული დნობითა და გრუნტის წყლებით იყო განპირობებული.

მდ. ბუბისწყლის ზემო წელში შეგუბებას, მდ. ჭანჭახზე წყლის დონის მნიშვნელოვანი კლება უნდა გამოეწვიოს, რაც ჭანჭახის საგუშაგოს მონაცემებით არ დასტურდება (გრაფ. 7) აღნიშნულის გამო შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ მდ. ბუბისწყალზე წყლის ხანგრძლივ შეგუბებას, არც სტიქიის განვითარებამდე და არც სტიქიის განვითარების პროცესში ადგილი არ ჰქონია. ამასვე ადასტურებს სტიქიამდე 3 საათით ადრე მდ. ბუბისწყლის აუზში გადაღებული სატელიტური სურათები (სურ. 20-21), რომლებზეც წყლის შეგუბება არ დაიკვირვება.

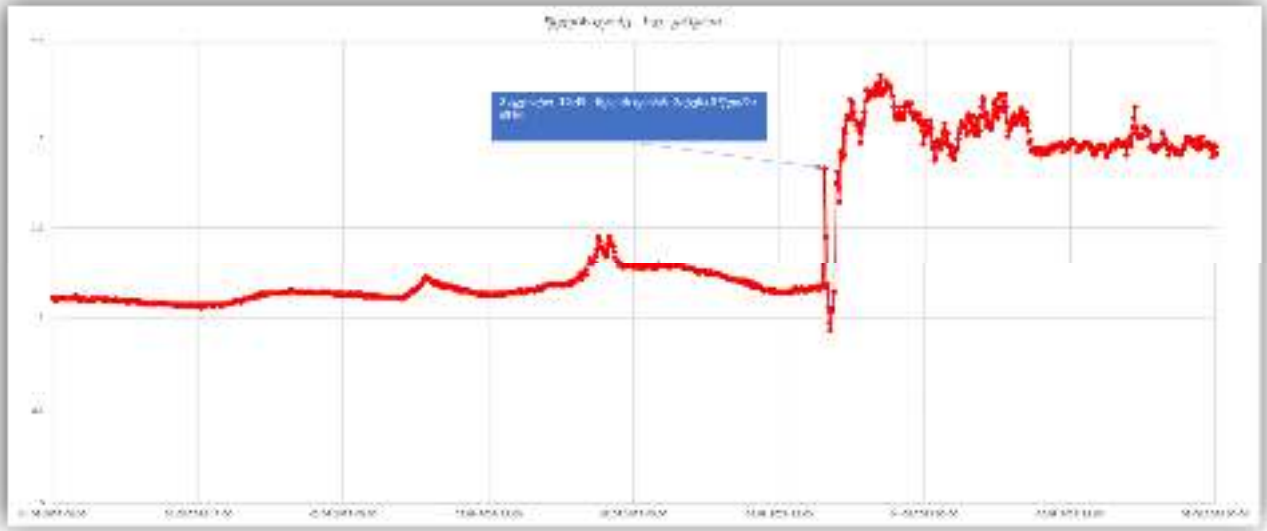
მცირე შეგუბებას ადგილი ჰქონდა მხოლოდ სტიქიის შემდეგ, მდ. ბუბისწყლისა და მდ. ჭანჭახის შეერთების უბანზე, რომელსაც რაიმე სახის მნიშვნელოვანი უარყოფითი შედეგები არ მოჰყოლია.

წელი/პერიოდი	1 : 50 000				
	ტოპოგრაფიული რუკა	1960	1986	2014	2020
მდ. ჭანჭახის სათავე	1,97	1,91	1,52	0,71	0,63
მდ. ბუბისწყლის აუზი	7,28	7,13	6,36	5,53	4,96
მდ. ბოყოს აუზი	5,54	5,38	4,91	4,76	4,07
მდ. ჭანჭახის სათავეს და მდ. ბოყოს აუზებში არსებული მყინვარების დაჯამებული ფართობები	7,51	7,29	6,43	5,47	4,70

ცხრილი 6 მდ. ჭანჭახის აუზში მყინვარების ფართობების (კმ²) დინამიკა

კვეთის მდებარეობა	Q (მ ³ /წმ)
მდ. ბუბისწყალი მდ. ჭანჭახის შესართავთან	9,99
მდ. ჭანჭახის (მდ. რიონის შესართავთან) ჰიდროლოგიური სადგური	20,6

ცხრილი 7 მდ. ჭანჭახის აუზში სხვადასხვა კვეთებში გაზომილი



გრაფიკი 7 წყლის დონე 2023 წლის 01.08-05.08 პერიოდში, მდ. ჭანჭახი, მდ. რიონის შესართავთან



სურათი 20 სატელიტური ფოტო, გადაღების დრო 3 აგვისტო, 11:41. წყარო - 'Planet Labs GmbH'



სურათი 21 'სატელიტური ფოტო, გადაღების დრო - 6 აგვისტო, 11:05. წყარო - 'Planet Labs GmbH'

8.1. ღვარცოფული პროცესის სიმულაცია RAMMS-ის საშუალებით

შოვის ღვარცოფის სიმულირება მოხდა RAMMS-ის პროგრამული უზრუნველყოფის საშუალებით, რომელიც იყენებს ერთფაზიან მიდგომას ღვარცოფის მოძრაობის აღსაწერად. სიმულირების ინსტრუმენტი - RAMMS-ი წარმოადგენს ღვარცოფის დინამიკურ მოდელს, რომელიც შემუშავებულია შვეიცარიის თოვლისა და ზვავების კვლევის ინსტიტუტის (SLF) ექსპერტების მიერ.

აღნიშნული არის გასაშუალოებული სიღრმის უწყვეტი მოდელი, რომელიც ხსნის ზედაპირული წყლების განტოლებებს ორ განზომილებაში და ღვარცოფის წინაღობას ყოფს მშრალ კულონის ტიპის (Coulomb-type) ხახუნად და ბლანტ წინაღობად, რომელიც იცვლება ნაკადის სიჩქარესთან შეფარდებით. განსაზღვრული მოცულობის სქემა გამოიყენება ზედაპირული წყლების განტოლებების ამოსახსნელად ზოგად ორ განზომილებიან რელიეფზე.

რიცხვითი გაანგარიშების შესასრულებლად განისაზღვრა რამდენიმე მნიშვნელობა:

შოვის ტერიტორიისთვის განხორციელებული ციფრული სასიმალო მოდელის (DEM) გარჩევადობა არის 5 მეტრი. მოწყვეტის არეალი განისაზღვრა დრონის მიერ გადაღებული აერო ფოტოების საშუალებით.

ხახუნის პარამეტრები უნდა მონიშნოს ხელით: ხახუნის წინაღობის პირობები დამოკიდებულია ნაკადის არხის გეომეტრიასა და სიმქისეზე, ისევე, როგორც ღვარცოფის მასის მახასიათებლებზე (მაგ. სიმკვრივე და წყლის შემცველობა).

მოდელში შეტანილი მონაცემების განსაზღვრა (სიმქისე, სიმკვრივე და მოცულობა) ემყარება მსგავსი მოვლენების გამოცდილებას და წარსულში მომხდარი მოვლენების გეოლოგიურ და გეომორფოლოგიურ საველე დაკვირვებებს.

ამ მონაცემებზე დაყრდნობით RAMMS-ი ითვლის გამოზიდვის არეალებს, აკუმულაციის სიმძლავრეს, ნაკადის სიჩქარეებს და ღვარცოფის ზემოქმედებას.

8.2. 2023 წლის 3 აგვისტოს მოვლენის სიმულაცია

RAMMS-ის მეშვეობით განხორციელდა 2023 წლის 3 აგვისტოს მომხდარი მოვლენის სიმულაცია, რათა მოდელის პარამეტრები დაკალიბრებულიყო საველე დაკვირვების შედეგად მიღებული მონაცემებით:

- აკუმულირებული მასალის სიმაღლეები;
- ნაკადის სიჩქარეები;
- სიბლანტე (სიმკვრივე/წყლის შემცველობა)
- გამოზიდვის არეალი

ღვარცოფული ნაკადის მოცულობა

2023 წლის 3 აგვისტოს განვითარებული ღვარცოფული ნაკადის მოცულობა შეფასდა ფოტოებისა და ციფრული სასიმაღლო მოდელის საფუძველზე. გარდა ამისა, შეფასდა დარჩენილი კლდოვანი მასის მოცულობა, რომლებიც შესაძლოა მომავალში ჩამოიშალოს. სავარაუდო მოცულობა აღწერილია ცხრილ 8-ში.

ნატანის წყარო	სავარაუდო მოცულობა [მ ³]
კლდოვანი მასის მოწყვეტა (მოწყვეტის არეალი)	დაახლოებით 1 მლნ. მ ³
სათავე (პერიგლაციალური არეალი)	დაახლოებით 0.5 - 1 მლნ. მ ³
შუა ნაწილი (ტყის ზოლის ზედა საზღვრის ზემოთ)	დაახლოებით 0.1 - 0.2 მლნ. მ ³
შუა და ქვედა ზონა (მდ. ბუბას გასწვრივ)	დაახლოებით 0.6 – 0.8 მლნ. მ ³
სულ	2.0 - 3 მლნ. მ³

ცხრილი 8 3 აგვისტოს განვითარებული ღვარცოფული ნაკადის სავარაუდო მოცულობები

გარდა ცხრილში აღნიშნული მოცულობებისა, დაახლოებით 0.8-1.0 მლნ მ³ განიტვირთა მდ. ჭანჭახისა და მდ. რიონის ჭალა-კალაპოტის ზონებში.

RAMMS -ის სიმულაციისთვის შეტანილი პარამეტრები (2023 წლის აგვისტოს მოვლენა)

ცხრილ 9-ში აღწერილია 2023 წლის 3 აგვისტოს ფერდობის ჩამოშლის შედეგად წარმოქმნილი ღვარცოფის სიმულაციისთვის შეტანილი პარამეტრები:

მშრალი ხახუნის კოეფიციენტი (Mu) μ [-]	0.05
ტურბულენტური ხახუნის კოეფიციენტი (χ_i) ξ [m/s^2]	1000
მოცულობა (m^3)	1.5-2.5 მლნ
სიმკვრივე [t/m^3]	1.8

ცხრილი 9 სიმულაციისთვის გამოყენებული პარამეტრები

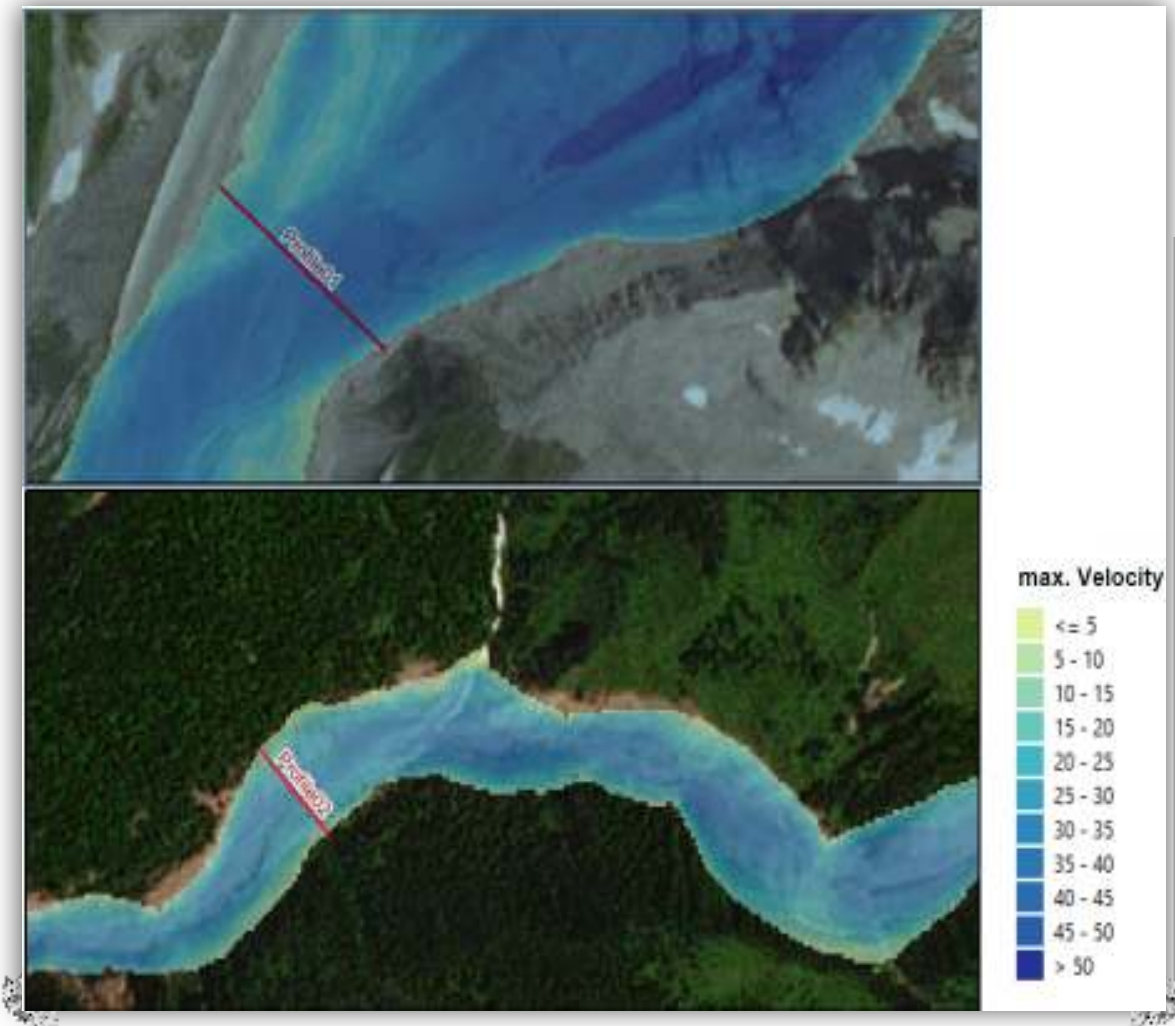
შედეგების ვერიფიკაცია

მოცულობა: კლდოვანი მასის მოწყვეტის მოცულობა (ca. 1/3) და ღვარცოფის შედეგად კალაპოტის ეროზიის მოცულობის (2/3) პროპორციები შეესაბამება სხვა ადგილებში მომხდარ ანალოგიურ მოვლენებს, სადაც კლდოვანი მასის მოწყვეტა ღვარცოფში გადაიზარდა, მაგ. Spreitgraben (შვეიცარია, ბერნის ალპები).

სიჩქარე: RAMMS-ის სიმულაციიდან მიღებულმა სიჩქარემ შეადგინა 35 მ/წ-ში (განივი კვეთი ზღვის დონიდან 2130 მეტრ სიმაღლეზე) რომელიც შეესაბამება ნაკადის გავლის მაქსიმალურ სიმაღლეზე დაყრდნობით გამოთვლილ სიჩქარეს. სწორედ ამიტომ სიმულირებული სიჩქარეები დამაჯერებელია. ღვარცოფის გადაადგილების (35-40 მ/წ სიჩქარით) დრო კლდეზვავის მოწყვეტის უბნიდან კურორტ შოვამდე დაახლოებით 7.5-10 წუთს შეადგენს.

სიბლანტე და წყლის შემცველობა: გამოთვლილი მიღებული მაღალი სიჩქარის მისაღწევად ღვარცოფს უნდა ჰქონოდა წყლის დიდი შემცველობა.

აკუმულაციის სიმაღლე: სიმულირებული მყარი ნატანის აკუმულაცია კურორტ შოვის ტერიტორიაზე საშუალოდ აღწევს 3.5 მ-ს, რაც შეესაბამება საველე დაკვირვებებს.



სურათი 22 სიჩქარე (RAMMS-ის მოდელირება: 2023 წლის აგვისტოს მოვლენის სიმულაცია)

რთულია იმის განსაზღვრა, თუ ზუსტად საიდან მოდის წყლის კონკრეტული მოცულობები. თუმცა ცხრილი 3-ის შეჯამება აჩვენებს, რომ პერიგლაციალურ ზონაში, სასაზღვრო პირობებში (კლიმატის ცვლილება, ზაფხულის შუა პერიოდში გრძელვადიანი, თბილი ფაზები, ხეობაში დაღეილი დიდი რაოდენობით ნატანი) წარმოქმნილი წყლის მარაგი სავსებით საკმარისია ასეთი კატასტროფული პროცესის ჩამოყალიბებისთვის. შეჯამება ნათელს ხდის, რომ ასეთი დინება შეიძლება წარმოიქმნას წყლის ჯიბეების ერთდროული გადმოდინებით, მცინვარშიდა წყლების გამოხეთქვის გარეშე.

წყლის წყარო	აღწერა	წყლის წარმოქმნის თანაფარდობა (დაახლოებით)
ნალექები	სატელიტური და რადარული დაკვირვება: 10-20 მმ/დღე (სურათი 3).	<1%
მცინვარი	მცინვარის ზედაპირული გადარეცხვა: მცირე სიღრმითი ეროზია, დიდ ფართობზე მცინვარის ზედაპირის მექანიკური ნგრევა (~30 ჰა). ზაფხულის პერიოდში ნაკლებად მკვირივი ყინულის ზედაპირი.	60%-მდე
მცინვარის პროგლაციალური ზონა	მცინვარის ენის ქვემოთ არსებულ ზონაში, კლდეზვავური პროცესის შედეგად წარმოქმნილი უზარმაზარი მოცულობის მყარი ნატანი მასალა მიმოიფანტა „მკვდარ“ ყინულსა და მარად მზრალ გრუნტზე, რამაც მოახდინა მორენით გადაფარულ პერიგლაციალურ ზონაში არსებული წყლების გამოსვლა ღვარცოფის მოცულობის 50%-ზე მეტი წყალი შეიძლება ფორმირდა მცინვარის პროგლაციალურ ზონაში.	50%-მდე
წყლის სხვა რესურსები	კლდეზვავის მოწყვეტის უბანზე და მის მიმდებარედ ფორმირებული გრუნტის წყლები	<20%
სუბგლაციალური წყლის რესურსები	წყლის ჯიბე, მცინვარშიდა ტბები ან მღვიმეები	ცვლადი (არსებობის შემთხვევაში)

ცხრილი 10 შესაძლო წყლის წყაროები პერიგლაციალურ არეალში და სავარაუდო მარაგი

მთლიანობაში მდ. ბუბისწყლის კალაპოტი საკმაოდ სწორხაზოვანი განვრცობით ხასიათდება, თუ არ ჩავთვლით 2 მოსახვევს. აღნიშნულმა მნიშვნელოვნად განაპირობა გლაციალური ღვარცოფის ხეობაში დიდი სიჩქარით გავლა, რომელმაც გამოიწვია მდინარის ნაპირების აქტიური ეროზიული პროცესები, რამაც თავის მხრივ დინამიკაში მოიყვანა ტყით დაფარული დიდი დახრილობის მქონე ფერდობები, უწყვეტი ზოლის სახით წარმოიშვა/გააქტიურდა ე.წ. „სანაპირო ტიპის“ არამასშტაბური მეწყრები (სურ.23), მდინარის კალაპოტი ცალკეულ მონაკვეთებზე გაგანიერდა 10-15 მეტრამდე. სწორედ მდინარის ნაპირების გარეცხვის და მეწყრული ჩამოქცევების შედეგად მიღებული მყარი მასები გახდა ღვარცოფული ნაკადის ერთ-ერთი მთავარი შემადგენელი ნაწილი, პირველ რიგში წყალ-ტალახიანი მასისა.

სურათი 24-ის მიხედვით, წყალ-ქვიანი ღვარცოფი გადაედინა გვერდითა მორენაზე. ამ დონისთვის რომ მიეღწია, ღვარცოფულ მასას უნდა ჰქონოდა 40 მ/წმ სიჩქარე. ღვარცოფის ნაკადის მაღალი სიჩქარე წარმოადგენს მოძრავ მასაში წყლის მნიშვნელოვანი შემადგენლობის ინდიკატორს.

ერთიანი ღვარცოფული ნაკადის სახით ტრანსფორმირებული მყარი ნატანის ნაწილმა აკუმულაციის შედეგად წარმოქმნა მძლავრი გამოზიდვის კონუსი (დაახლოებით 1.0 მლნ მ³)

მოცულობის), რომელმაც დაფარა კურორტ შოვის ტერიტორიის უმეტესი ნაწილი (დაახლოებით 26.0ჰა) - სურ. 25, ხოლო მეორე ნაწილი (დაახლოებით 0.8-1.0 მლნ მ³) განიტვირთა მდ. ჭანჭახისა და მდ. რიონის ქალა-კალაპოტის ზონებში (სურ. 26).



სურათი 23 ე.წ. „სანაპირო ტიპის“ არამასშტაბური მეწყრები



სურათი 24 გვერდითა მორენაზე გადადინებული წყალ-ქვიანი ღვარცოფი



სურათი 25 გამოზიდვის კონუსი კურორტ შოვის ტერიტორიაზე



სურათი 26 მდინარე ჭანჭახის ჭალა-კალაპოტის ზონაში განტვირთული მასალა

ღვარცოფული ნაკადის ტრანზიტის ზონა იწყება ტყის ზედა საზღვართან, ზღვის დონიდან 2450 მ-ზე. ამ მონაკვეთში ღვარცოფი მიედინებოდა მდინარე ბუბას ვიწრო და ტყიან ხეობაში, სადაც წამოღებულმა მასალამ გაიარა ხეობის ბუნებრივ ფორმებში. მაღალი სიჩქარის გამო ნაკადი კალაპოტის მოსახვევებში რხევით მოძრაობდა და მონაცვლეობით ხან მარცხენა სანაპიროს და ხან მარჯვენა სანაპიროს ფერდებს ეჯახებოდა. აღნიშნულმა გამოიწვია ნაკადის მაქსიმალური სიმაღლის მიღწევა ხეობის ცალკეულ მოსახვევებში რა დროსაც წაიტაცა ტყის დიდი ნაწილიც (სურათები 27-29).



სურათი 27 წყალ-ქვიანი ღვარცოფის მაქსიმალურ დონემდე მიღწევამ გამოიწვია ნაპირების გადარეცხვა, მოწყვიტა ტყის დიდი ნაწილები, ჩაუშვა ნაკადში და გამოიწვია მდინარის კალაპოტის ეროზია

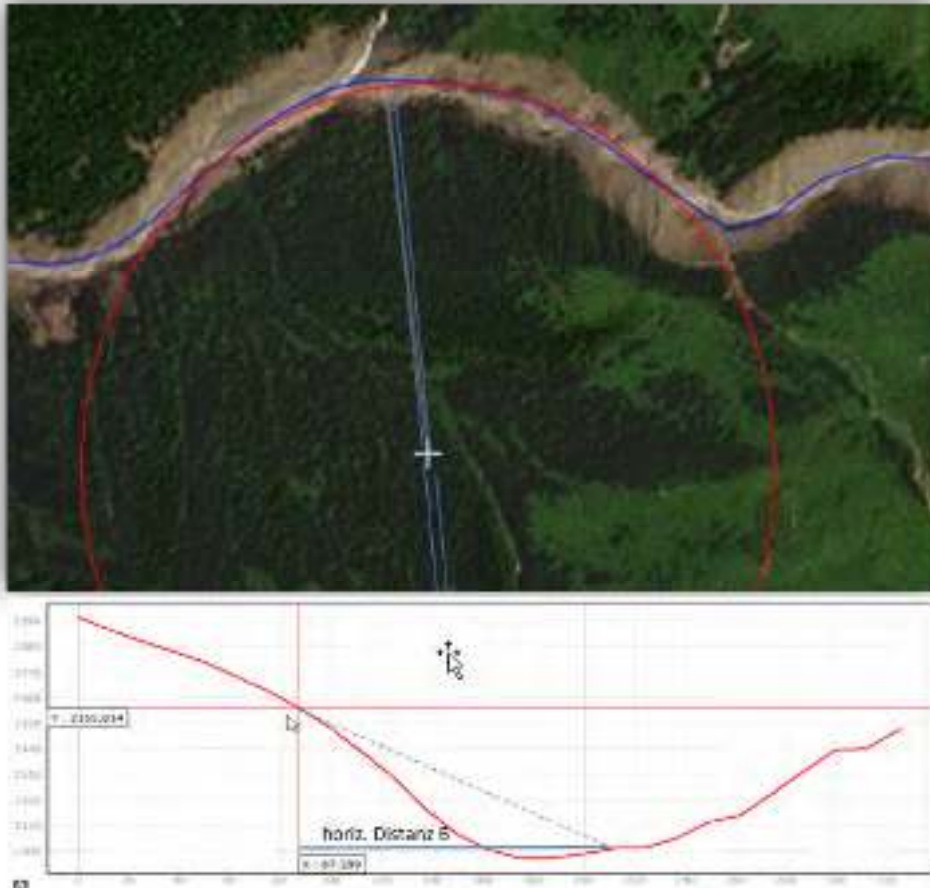


სურათი 28 ნაპირების ეროზია კალაპოტიდან 50-70 მ სიმაღლეზე, რაც გამოწვეულია ნატანის მაქსიმალურ სიმაღლის მიღწევით მოსახვევებში



სურათი 29 ღვარცოვის ნაკადის მაქსიმალურ სიმაღლეებზე ასვლა მდ. ბუბას კალაპოტში

ტრანზიტის ზონის მთავარ მოსახვევში (ზღვის დონიდან დაახლოებით 2130 მ სიმაღლეზე) დარტყმის ზემოქმედების შედეგად ღვარცოფი 73 მეტრამდე საპირისპირო ფერდობზე ამოსტყორცნა. ამ მოსახვევში ღვარცოფის მაქსიმალური სიმაღლე შეესაბამება დაახლოებით 35 მ/წმ ნაკადის სიჩქარეს (იხ. სურათი 30).



სურათი 30 ღვარცოფის ნაკადის მაქსიმალური სიმაღლე ზღვის დონიდან დაახლოებით 2130 მეტრზე აჩვენებს, რომ ღვარცოფის სიჩქარეს უნდა მიეღწია დაახლოებით 35 მ/წმ სიჩქარისთვის ამ არეალში.

გლაციალური ტიპის ღვარცოფული ნაკადით, რომელიც პულსაციურ ხასიათს ატარებდა, საწყის ეტაპზე გამოტანილი იქნა მაღალი სიმკვრივის ქვა-ტალახიანი მასა, რასაც უმოკლეს პერიოდში მოჰყვა დაბალი სიმკვრივის წყალ-ტალახიანი ნაკადი (სურ. 31), რომელმაც გადაფარა კურორტ შოვის ტერიტორია. წარმოქმნილი ზვინულის (მყარი მასა) საშუალო სიმძლავრე, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ 3.5 მ-ს აღწევს. ღვარცოფულ ნაკადში ტალახოვანი მასის შემცველობა 50-60%-ის ფარგლებშია, კაჭარის და კენჭების - 30-35%, ლოდების - 5-10%. ცალკეული ლოდების ზომები 3-6 მ-ია (სურ. 32). ღვარცოფის მიერ გამოტანილი მასალა ლითოლოგიურად წარმოდგენილია გრანიტოიდებით, კვარციანი დიორიტებით, კვარციტებით, დიაბაზებით, ფილიტებით და ქვიშაქვებით. მდ. ბუბისწყლისა და მდ. ჭანჭახის შესართავთან, ჭალა-კალაპოტში გამოტანილი

მასალის გრანულომეტრიული შედგენილობა შემდეგია: კაჭარი 40-50%, კენჭნარი - 30%, ლოდები 10%, ხოლო ქვიშა-ქვიშნაროვანი შემავსებელი 10% (სურ. 33).

ტურბულენტური ღვარცოფული ნაკადის გავლის დროს, კურორტ შოვის ცალკეულ აკუმულირებული უბნებზე, მისმა მაქსიმალურმა დონემ დაახლოებით 6.5 მეტრს მიაღწია, რაც ნათლად ჩანს საშუალოდ 3.5 მ სიმძლავრის, ამჟამად აკუმულირებული, ღვარცოფული მყარი ნატანის ზედაპირიდან 3.0 მეტრის სიმაღლეზე ხის ვარჯზე დატოვებული კვალის სახით (მოტეხილი ტოტები და შეფრქვეული მასალა) - სურ. 34).



სურათი 31 დაბალი სიმკვრივის წყალ-ტალახიანი ნაკადი



სურათი 32 3-6 მ-იანი ცალკეული ლოდები



სურათი 33 გრანულომეტრიული შედგენილობა



სურათი 34 ხის ვარჯზე დატოვებული კვალი

2023 წლის 3 აგვისტოს მდ. ბუბისწყლის ხეობაში დინამიკაში მოსული მყარი მასალის (მათ შორის მყინვარის ნატეხები და მოგლეჯილი ხე-მცენარეულობის მერქნიანი მასალა) მოცულობამ ჩვენი გაანგარიშებით შეადგინა არანაკლებ 4 მლნ კუბური მეტრი, საიდანაც როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, 1 მილიონი კუბ. მ-მდე აკუმულირდა კურორტ შოვის ტერიტორიაზე (სურ. 35), ხოლო 0.8-1.0 მილიონი კუბური მეტრი განიტვირთა მდ. ჭანჭახისა და რიონის ჭალა-კალაპოტის ზონებში (სურ. 36). 0.5 მლნ კუბურ მეტრამდე დღესაც ფიქსირდება მდ. ბუბისწყლის ტრანზიტის ზონაში. აგრეთვე დინამიკაში მოსული დაახლოებით 1.5 მლნ კუბური მეტრი მყარი მასალა აკუმულირებულია კლდეზვავის უბნის ძირში, მყინვარ ბუბას ზედაპირზე (სურ. 37), მდ.

ბუბისწყლის და მისი შენაკადების სათავეებში (სურ. 38), რის გამოც საფრთხე დღესაც ნარჩუნდება.



სურათი 35 კურორტ შოვის ტერიტორიაზე აკუმულირებული მასალა



სურათი 36 მდ. ჭანჭახისა და რიონის ჭალა-კალაპოტის ზონებში განტვირთული 1 მლნ კუბური მეტრი მასალა



სურათი 37 კლდეზვავის უბნის ძირში და მყინვარის ზედაპირზე აკუმულირებული 1.5 მლნ კუბური მეტრი მასალა



სურათი 38 მდ. ბუბისწყლის და მისი შენაკადების სათავეებში აკუმულირებული მასალა

9. სტიქიის გამომწვევი მიზეზ-ფაქტორები

მსოფლიოში და შესაბამისად საქართველოში, კლიმატის გლობალური ცვლილების საერთო ფონზე, ბოლო პერიოდში მნიშვნელოვნად მოიმატა ჰიდრომეტეოროლოგიური და გეოლოგიური მოვლენების აქტივიზაციის ხარისხმა, რამაც თავის მხრივ განაპირობა ისეთი სტიქიური ბუნებრივი პროცესების მასშტაბების ზრდა, როგორებიცაა: ნალექების ინტენსივობის ზრდა, წყალდიდობა, წყალმოვარდნა, მყინვარების აქტიური დნობა (გლაციალური მოვლენები), თოვლის ზვავები, მეწყრები, ღვარცოფები, კლდეზვავები (განსაკუთრებით მთიან რეგიონებში, რომლებსაც უკავშირდება მთათა დაშლის პროცესები) და სხვა.

2023 წლის 3 აგვისტოს, მდ. ბუბისწყლის ხეობაში სტიქიური პროცესების გააქტიურება განაპირობა სხვადასხვა მუდმივმოქმედმა და დროებითმა მიზეზ-ფაქტორთა ერთობლიობამ, კერძოდ:

1. რელიეფის დიდი დახრილობა (მაღალი ენერგეტიკული პოტენციალი);
2. მყინვარების ინტენსიური დნობა/უკან დახევა;
3. ტერიტორიის გეოლოგიური აგებულება, ტექტონიკური და სეისმური პირობები;
4. ტექტონიკური რღვევებით განცალკევებული მორფოსტრუქტურული ბლოკების აქტიური გადაადგილება, მაღალი სეისმური რისკი და ფიზიკური ველების დამაბულობის კრიტიკულ დონემდე გაზრდა;
5. კავკასიონის ქედისათვის დამახასიათებელი მკაცრი კლიმატური პირობები - ნულოვანი იზოთერმიდან ტემპერატურული გრადიენტის მკვეთრი ცვლილებები და მასთან დაკავშირებული ქანების ყინვით-მექანიკური გამოფიტვისა და სოლიფლუქციური მოვლენების ინტენსიური მიმდინარეობა და მუდმივი მზრალობა;
6. გამოფიტვის გამომწვევი აგენტების მიმართ ვულკანური და დანალექი ქანების არაერთგვაროვანი დამოკიდებულება;
7. კლდეზვავური და ეროზიულ-გრავიტაციული მოვლენების შედეგად ღვარცოფმაფორმირებელი კერების ჩასახვა-განვითარება, როგორც მდ. ბუბისწყლის წყალშემკრები აუზის სათავეებში (განსაკუთრებით), ასევე მდ. ბუბისწყლის ხეობაში და მისი შენაკადების ბორტებზე;
8. მყინვარული, ფლუვიოგლაციალური და მორენული წარმონაქმნების დიდი მოცულობის დანაგროვების არსებობა აუზის სათავეებში;
9. აუზის სათავეებში და მისი შენაკადების კალაპოტებში დაგროვილი ღვარცოფმაფორმირებელი მასალის და ფერდობების ჭარბი დატენიანება (გაწყლოვანება) მყინვარული საფარის და ნარჩენი თოვლის ინტენსიური დნობით წარმოქმნილი წყლებით, წვიმებით, გრუნტის წყლებითა და კლდეზვავის შედეგად წარმოქმნილი მყინვარშიდა ნაკადებით.

ყოველივე ზემოაღნიშნულის გათვალისწინებით, მდ. ბუბისწყლის ხეობაში 2023 წლის 3 აგვისტოს განვითარდა კატასტროფული ხასიათის გლაციალური ღვარცოფი, რომელიც გამოიწვია

ჰიდრომეტეოროლოგიური (მყინვარისა და ნარჩენი თოვლის საფარის ინტენსიური დნობა, წინა პერიოდში წვიმის სახით მოსული ატმოსფერული ნალექები, ატმოსფერული ჰაერის მაღალი ტემპერატურა) და გეოლოგიური (ხეობის სათავეებში კლდეზვავის მოწყვეტა, რამაც თავის მხრივ გამოიწვია ნაპრალოვანი გენეზისის გრუნტის წყლების ფრონტალური გადმოდინება; მეწყერულ-ეროზიული პროცესები) მოვლენების თანხვედრამ.

განვითარებულ გეოდინამიკურ პროცესებში ადამიანის ზემოქმედების როლი ერთმნიშვნელოვნად გამორიცხულია და ისინი მხოლოდ ბუნებრივ ფაქტორებს უკავშირდება.

რაც შეეხება მდ. ბუბისწყლის ხეობაში 2023 წლის 3 აგვისტოს განვითარებული გეოლოგიური პროცესების, კერძოდ მყისიერად მოწყვეტილი კლდეზვავის და ხეობის რამდენიმე უბანზე ერთდროულად განვითარებული/გააქტიურებული, ასევე მყისიერად მოწყვეტილი მეწყერების წინასწარ პროგნოზირებას, უნდა აღინიშნოს, რომ მსგავსი გენეზისის და იმ ჯაჭვური (კასკადური) მოვლენების თანხვედრის შემთხვევაში, რასაც ადგილი ჰქონდა მდ. ბუბისწყლის ხეობაში, დიდ სირთულეს წარმოადგენს მთელი მსოფლიოსთვის (შესაბამისად საქართველოსთვის) და პრაქტიკულად შეუძლებელია.

10. შესაძლო საფრთხის სიმულაცია

2023 წლის კალიბრირებული მოდელირებით შესაძლებელია მომავალში შესაძლო საფრთხეების სიმულირება. ეს საშუალებას იძლევა შეფასდეს ღვარცოფის შესაძლო გავრცელების არეალები, ნაკადის სიჩქარე და აკუმულაციის სიმძლავრე. ყოველივე ეს კი მნიშვნელოვანია, რათა თავიდან იქნას აცილებული რისკის ზონაში მოხვედრა.

მოცულობა: იგივე გარემო ფაქტორების არსებობის შემთხვევაში, რამაც განაპირობა 2023 წლის 3 აგვისტოს მოვლენა, მოწყვეტის არეალში არსებული პოტენციური ქვათაცვენის საფრთხის ($\approx 300'000$ მ³) გამო შესაძლებელია მხოლოდ აღნიშნულ ზონაში ჯამში გააქტიურდეს $700'000$ მ³ მოცულობის ღვარცოფი.



11. დასკვნები და რეკომენდაციები

1. მდ. ბუბისწყლის ხეობაში განხორციელებული საველე კვლევების საფუძველზე დადგინდა, რომ მყინვარ ბუბას დასავლეთით, ადგილი ჰქონდა კლდეზვავური მასის ჩამოშლას, რომელიც დინამიკურ კონტაქტში შევიდა მყინვართან, მოახდინა მისი გარკვეული ნაწილის დეფორმაცია და ჩამონგრევა, რამაც გამოიწვია ყინულშიდა ნაპრალებში არსებული წყლების გადმოდინება, ასევე მყინვარის ზედაპირზე კლდეზვავის მყარი მასალის ხახუნის შედეგად მოხდა მყინვარის უსწრაფესი (ინტენსიური) დნობა (ზემოთ აღნიშნული ფაქტორები სრულიად საკმარისი იყო ღვარცოფის მოძრაობაში მოსაყვანად), რის შედეგად წარმოქმნილმა ნაკადმა დიდი სიჩქარით დაიწყო მოძრაობა ხეობის კალაპოტში. მდ. ბუბისწყლის ხეობაში 2023 წლის 3 აგვისტოს კატასტროფული ხასიათის ჰიდრომეტეოროლოგიური და გეოლოგიური მოვლენები განაპირობა: მყინვარის და შემორჩენილი თოვლის საფარის ინტენსიურმა დნობამ, წინა პერიოდში მოსულმა ატმოსფერულმა ნალექებმა, მყინვარის მიმდებარედ კლდეზვავის ჩამოშლამ, რასაც თან დაერთო ნაპრალოვანი გენეზისის მიწისქვეშა წყლების ფრონტალური გადმოდინება, მეწყერულ-ეროზიულმა პროცესებმა და გლაციალური ღვარცოფის გავლამ, რაც დაკავშირებულია მხოლოდ ბუნებრივ ფაქტორებთან;
2. ჩატარებული კვლევების საფუძველზე ღვარცოფული ნაკადის შემადგენლობის, ხეობის დახრილობის (ენერგეტიკული პოტენციალი), მორფოლოგიური პირობების, მანძილის გათვალისწინებით და RAMMS-ის პროგრამული უზრუნველყოფით განხორციელებული მოდელირებით, ღვარცოფული მასის გადაადგილების საშუალო სიჩქარემ 18-24 მ/წმ შეადგინა. სტიქიის ჩასახვა-გააქტიურების ზონიდან, შოვის ე.წ. კოტეჯების უბნამდე ღვარცოფულ ნაკადს უნდა მიეღწია 7.5-10 წუთში;
3. სტიქიის დაწყებამდე და მიმდინარეობის პროცესში მდ. ბუბისწყლის აუზში წყლის გრძელვადიან შეგუბებას ადგილი არ ქონია, რასაც ადასტურებს სტიქიამდე დაახლოებით 3 საათით ადრე გადაღებული სატელიტური სურათი და მდ. ჭანჭახზე (მდ. რიონის შესართავთან) არსებული ჰიდროლოგიური სადგურის მონაცემები. მცირე ზომის შეგუბებას ადგილი ქონდა მხოლოდ სტიქიის შემდგომ მდ. ბუბისწყლის და მდ. ჭანჭახის შესართავთან, რასაც მნიშვნელოვანი უარყოფითი შედეგი არ მოყოლია;
4. საქართველოს ტერიტორიის ფარგლებში, კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე არსებული მდ. ბუბისწყლის ხეობა ერთ-ერთ იშვიათობას წარმოადგენდა 2023 წლის 3 აგვისტოს სტიქიამდე, სადაც ღვარცოფის მნიშვნელოვან გავლას უკანასკნელი 100 წლის განმავლობაში ადგილი არ ჰქონია, თუ არ ჩავთვლით მდინარის კალაპოტში განვითარებულ ცალკეულ წყალმოვარდნებს;
5. ზემოთ აღწერილი, 2023 წლის 3 აგვისტოს მყისიერად განვითარებული და თანხვედრილი, კომპლექსური ხასიათის სტიქიური მოვლენის ფორმირება მრავალ ფაქტორზე იყო დამოკიდებული. მთელ მსოფლიოში ამ ტიპის მოვლენების ჩასახვა-გააქტიურების ზუსტი დროის პროგნოზირება პრაქტიკულად შეუძლებელია;

6. მდ. ბუბისწყლის ხეობაში ღვარცოფების ფორმირებისა და ტრანზიტის ზონის არეალში რაიმე სახის კაპიტალური დამცავი ღონისძიებების გატარება, მდინარის ხეობის ჰიდრომორფოლოგიური პარამეტრების გათვალისწინებით, რეკომენდირებული არ არის;
7. უკანასკნელ წლებში კლიმატის ცვლილებით გამოწვეული გლაციალური და გეოდინამიკური კასკადური მოვლენების სიხშირისა და ინტენსივობის ზრდის გამო, კავკასიონის სამხრეთი ფერდის ზონაში არსებულ ტერიტორიებზე ნარჩუნდება სხვადასხვა მასშტაბის ბუნებრივი საფრთხეები. შესაბამისად, არსებული საშიშროების ხარისხის შეფასების მიზნით საჭიროა გაგრძელდეს კომპლექსური კვლევები. მდ. ბუბისწყლის ხეობაში სტიქიის გავრცელების არეალში (26 ჰა) დაუშვებელია რაიმე სახის ახალი ინფრასტრუქტურის მოწყობა და არსებული შენობა-ნაგებობების ფუნქციონირება;
8. მდ. ბუბისწყლის ხეობაში და კურორტ შოვის სტიქიის გავრცელების არეალისათვის უნდა შემუშავდეს გადაადგილების წესები და მოეწყოს შესაბამისი გამაფრთხილებელი ნიშნები;
9. იმისათვის, რომ მაქსიმალურად იქნას თავიდან აცილებული მცინვარული ხეობებიდან მომდინარე საფრთხის შედეგად შესაძლო ადამიანთა მსხვერპლი და მინიმუმამდე იქნას დაყვანილი ეკონომიკური ზარალი, საჭიროა საქართველოს ტერიტორიაზე მცინვარული ხეობების ქვემო წელში არსებული დასახლებული პუნქტების და ინფრასტრუქტურის საფრთხეების/რისკების შეფასება (რისკების ზონირება), რისკის ზონაში არსებული დასახლებული პუნქტების იდენტიფიცირება და შესაბამისი პირველადი რეკომენდაციების მომზადება;
10. მსგავსი მასშტაბის კომპლექსური გენეზისის სტიქიის შესახებ განგაშის სისტემის მოწყობა სტიქიის სწრაფად განვითარებადობის და მისი ჩასახვის ზონიდან დასახლებულ პუნქტამდე მცირე მანძილის გათვალისწინებით, ვერ იქნებოდა ეფექტური დამდგარი შედეგების თავიდან ასაცილებლად;
11. ზოგადად მსგავსი ტიპის ხეობებში, ტექნიკურად, კაპიტალური დამცავი ღონისძიებების გატარება ანალოგიური მასშტაბის პროცესებზე პრაქტიკულად შეუძლებელია. ამ დროისთვის საუკეთესო და ყველაზე ეფექტურ გზას, ადამიანთა და ინფრასტრუქტურის დასაცავად, ტერიტორიის სივრცითი დაგეგმარება წარმოადგენს.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. GEOTEST AG-ის ანგარიში - „Georgia, Shovi Disaster, Event Analysis“, Report Nr. 1423094.1; 28.11.2023.
2. ბუაჩიძე ი.მ. - ჰიდროგეოლოგია. ტომი. X. საქართველო. გამომცემლობა „ნედრა“. 1970.
3. გეგუჩაძე შ.ქ., ღვინერია ლ.ს., კალინინა ე.ვ., ბერაძე რ.შ. - რაჭა-სვანეთის სამთამადნო ოლქის გეოლოგიური რუკა. მასშტაბი 1:50000, საქართველოს გეოლოგიის საწარმოო სამმართველო. საქართველოს გეოლოგიური ფონდი თბილისი 1975.
4. გამყრელიძე მ., აბუთიძე ო. და სხვები - გეოლოგიური ანგარიში ფურცელი :K-38-VIII (მამისონის), მასშტაბი 1:200000, საქართველოს გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტრო, სსიპ გარემოს ეროვნული სააგენტო, გეოლოგიის დეპარტამენტი, თბილისი, 2022 წ;
5. გობეჯიშვილი რამინ. საქართველოს რელიეფი. ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ვახუშტი ბაგრატიონის გეოგრაფიის ინსტიტუტი. გამომცემლობა „უნივერსალი“, თბილისი, 2011 წ;
6. გობეჯიშვილი რამინ. საქართველოს მყინვარები. ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ვახუშტი ბაგრატიონის გეოგრაფიის ინსტიტუტი. თბილისი, 2014 წ;
7. ნათიშვილი ო.გ., თევზაძე ვ.ი. - ღვარცოფების დინამიკის საფუძვლები. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი, თბილისი 2007;
8. ტიელიძე ლევან - საქართველოს მყინვარების კატალოგი. ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი. ვახუშტი ბაგრატიონის გეოგრაფიის ინსტიტუტი. თბილისი, 2016 წ;
9. სარედაქციო კოლეგია (ფ.ფ. დავითაია, ლ. ი. მარუაშვილი, ა.ი. ცაგარელი, დ.ბ. წერეთელი, საქართველოს გეომორფოლოგია. საქართველოს სსრ რელიეფი, პლასტიკის, წარმოშობის, დინამიკის და ისტორიის ასპექტში. გამომცემლობა „მეცნიერება“ თბილისი 1971;
10. საქართველოს ეკონომიკური განვითარების მინისტრის ბრძანება №1-1/2284, 2009 წლის 7 ოქტომბერი, ქ. თბილისი, სამშენებლო ნორმების და წესების - „სეისმომედეგი მშენებლობა“ (პნ 01.01-09) დამტკიცების შესახებ.
11. ქიტოშვილი გ.დ., გუნიავა თ.დ., მარტიაშვილი თ.ს., ონის რაიონი ბორჯომის ტიპის მინერალური წყლების დეტალური საძიებო სამუშაოების ანგარიში. საქართველოს გეოლოგიური ფონდი: თბილისი 1982-1985;
12. წერეთელი ე.დ., წერეთელი გ. დ., საქართველოში ღვარცოფების განვითარების გეოლოგიური პირობები. გამომცემლობა „მეცნიერება“, თბილისი 1985წ.
13. ხარატიშვილი ლ.ა., ვოროტინცევა ლ.ვ. - ჰიდროგეოლოგიური რუკა, კავკასიის სერია, მასშტაბი 1:200000, საქართველოს გეოლოგიური ფონდი თბილისი 1985 წ.
14. [1] <https://www.ecad.eu/>
15. [2] Albert M.G. Klein Tank, Francis W. Zwiers* and Xuebin Zhang, 2009: Guidelines on Analysis of extremes in a changing climate in support of informed decisions for adaptation. Climate Data and Monitoring. WCDMP-No. 72, WMO-TD No. 1500

16. [3] EU-FP6 პროექტი UERRA (<https://www.uerra.eu>), კოპერნიკის კლიმატის ცვლილების სამსახური (C3S, <https://climate.copernicus.eu/about-us>), ECA&D პროექტი (<https://www.ecad.eu>)
17. [4] <https://www.ecad.eu/download/ensembles/download.php>
18. [5] E-OBS წარმოადგენს ანსამბლურ მონაცემთა ნაკრებს და ხელმისაწვდომია 0.10 და 0.25 გრადუსიან რეგულარულ ბადეზე. საკვლევი ტერიტორიისთვის გამოყენებული იქნა 0.10 გრადუსიანი მასშტაბის მონაცემები
19. [6] <https://www.eumetsat.int/cm-saf>
20. [7] SDU, MVIRI-SEVIRI on METEOSAT, Latitude-longitude grid (0.05x0.05 degree)