

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

შოზრო № IHM-17-30- GTU- CD-5259

ინსტიტუტის დირექტორი

თ. ცინცაძე

25 დეკემბერი 2016 წ

კურორტ ბახმაროს ზვავსაშიშროება

AVALANCHE HAZARD AT THE HEALTH RESORT BAKHMARO

ЛАВИНООПАСНОСТЬ КУРОРТА БАХМАРО



თ ბ ი ლ ი ს ი

2 0 1 6

1

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის
დირექტორი, ტექნიკურ მეცნიერებათა
აკადემიური დოქტორი

თ.ცინცაძე

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის
სამეცნიერო საბჭოს თავჯდომარე,
წყლის რესურსებისა და ჰიდროლოგიური
პროგნოზების განყოფილების გამგე,
ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა
დოქტორი

ნ.ბეგალიშვილი

პასუხისმგებელი შემსრულებელი,
უფროსი მეცნიერ თანამშრომელი,
გეოგრაფიის მეცნიერებათა აკადემიური
დოქტორი

მ. სალუქვაძე

რ ე ზ ი უ მ ე

ზვავწარმომქმნელი ფაქტორების თავისებურებათა, საარქივო, ლიტერატურული, ექსპედიციური და კარტოგრაფიული მასალების ანალიზის საფუძველზე დადგენილია კურორტ ბახმაროს ზვავსაშიშროება. კერძოდ, დადგინდა 32 ზვავშემკრების გავრცელების საზღვრები და მორფომეტრიული მახასიათებლები, გამოვლინდა რეჟიმი და გამოთვლილია ზვავების დინამიკური მახასიათებლები. შედგენილია ზვავშემკრების გავრცელების მსხვილმასშტაბიანი რუკა. ზვავწარმომქმნელი ფაქტორების (რელიეფი, კლიმატი, მცენარეული საფარი) და ზვავსაშიშროების გათვალისწინებით, კურორტ ბახმაროს ზვავებისაგან დაცვის მიზნით, შემუშავებულია ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებები.

S u m m a r y

On a basis of the of avalanching factors peculiarities, published data, expedition and cartographic materials the avalanche hazard for the health resort Bakhmaro has been established. Particularly, the limits of propagation and morphometric indices of 32 avalanche collectors were determined, the regime was discovered and dynamical characteristics of avalanches were calculated, large-scale map of avalanche propagation has been drawn. Tacing into account the peculiarities of avalanching factors (relief, climate, vegetation) and avalanche hazard the recommendations for avalanche protection measures were developed for the health resort Bakhmaro.

Р е з ю м е

На основе анализа особенностей лавинообразующих факторов, архивных, литературных, экспедиционных и картографических материалов установлена лавиноопасность курорта Бахмаро. В частности, определены границы распространения лавиносборов, выявлен режим и вычислены динамические характеристики лавин, составлена крупномасштабная карта распространения лавиносборов. С учетом особенностей лавинообразующих факторов (рельеф, климат, растительность) и лавиноопасности разработаны рекомендации мероприятий противолавинной борьбы с целью защиты курорта Бахмаро от лавин.

შ ი ნ ა ა რ ს ი

1.	ზვავწარმოქმნილი ფაქტორების თავისებურებანი კურორტ ბახმაროს მიღამოვში		
	1.1.	რელიეფი	
	1.2.	მცენარეული საფარი	
2	კლიმატი		
	2.1.	ჰაერის ტემპერატურა	
	2.2.	ქარი	
	2.3.	ნალექები	
	2.4.	თოვლის საფარი	
3	თოვლის ზვავების ძირითადი პარამეტრების დადგენის მეთოდები		
4	თოვლის ზვავების ბავრცელება და რეჟიმი		
	4.1.	ზვავსაშიშროების ზოგადი დახასიათება	
	4.2.	კურორტ ბახმაროს ზვავსაშიშროება	
5	კურორტ ბახმაროს ტერიტორიაზე განსახორციელებელი ზვავსაწი-ნაადგილო ღონისძიებები		
ლიტერატურა			
ღ ა ნ ა რ ა რ თ ი			

1. ზვავწარმოქმნელი ფაქტორების თავისებურებანი კურორტ ბახმაროს მიდამოებში

მთის ჰაერი, მინერალური წყლები და წიწვოვანი ტყე კურორტ ბახმაროზე ათასობით დამსვენებელს იზიდავს. თუ გავითვალისწინებთ იმ ფაქტორს, რომ აქ თოვლი რამდენიმე თვე დევს, გაყვანილია საავტომობილო გზა და ამასთანავე დასავლეთ საქართველოში არ არის ბაკურიანისა და გუდაურის მსგავსი კეთილმოწყობილი ზამთრის კურორტი და სათხილამურო ტრასები, არის შესაძლებლობა, რომ ბახმარო გახდეს ზამთარში დასვენებისა და სათხილამურო სპორტის განვითარების მნიშვნელოვანი კერა.

აღნიშნულ ტერიტორიაზე ერთ-ერთი ხელშემშლელი ბუნებრივი ფაქტორი თოვლის ზვავების გავრცელებაა, რომელიც ცალკეულ წლებში გარკვეულ ზიანს აყენებს კურორტს, მაგალითად 1971 წლის თებერვალში ზვავების შედეგად დაინგრა არაერთი კერძო და საკურორტო ნაგებობა. აქედან გამომდინარე კურორტის ტერიტორიის და მიმდებარე ფერდობების ზვავსაშიშროების შესწავლა და ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებების რეკომენდაციების შემუშავება აქტუალურია [1,4,10,12,13].

კურორტი ბახმარო მაღალმთიანი კლიმატური კურორტია ჩოხატაურის მუნიციპალიტეტში, მდებარეობს მესხეთის ქედზე მდ. ბახვისწყლის ხეობაში, ტყის ზონის ზედა ნაწილში 1926-2050 მ-ის სიმაღლეზე და ითვლება ერთ-ერთ ყველაზე მაღალ დასახლებულ პუნქტად, ხასიათდება რთული რელიეფით. ტერიტორია ერთგვარ ქვაბულს წარმოადგენს და გარშემორტყმულია ნაძვისა და სოჭის ტყით. ბახმაროს რესპუბლიკური კურორტის სტატუსი 1922 წლიდან მიენიჭა (ნახ.1.1).



ნახ.1.1. კურორტ ბახმაროს დასახლებული ტერიტორია

ლეგენდის თანახმად კურორტის დასახლება თავადის ასულ მაროსთან არის დაკავშირებული, რომელიც თურქებმა მოიტაცეს და დადევნებულ მღევარს ხანჯლით განგმირული მარო და სისხლით წარწერა „ბახ მარო“ ანუ ნახეთ მარო დაუტოვეს.

მთიანი რაიონების ზვავსაშიშროება დამოკიდებულია გეოგრაფიულ პირობებზე, კერძოდ რელიეფზე (ოროგრაფია, ჰიფსომეტრია, ფერდობთა დახრილობა), მცენარეულ საფარზე (ტყის გავრცელება, შემადგენლობა) და კლიმატზე (ჰაერის ტემპერატურა, ქარი, ნალექები, თოვლის საფარი).

მხოლოდ რელიეფის, მცენარეული საფარის და კლიმატური პირობების ანალიზი გვაძლევს შესაძლებლობას დავადგინოთ ზვავების წარმოქმნის, რეჟიმისა და გავრცელების თავისებურებანი.

1.1. რ ე ლ ი ე ზ ი

საკვლევ ტერიტორიაზე ძირითადი ოროგრაფიული ერთეულებია: ბახვისწყლის ხეობა, მთა გადრეკილი და მისი განშტოებები, მესხეთის ქედი და მისი განშტოებები.

ბახვისწყალი საკვლელ ტერიტორიაზე მიედინება სამხრეთ-აღმოსავლეთიდან ჩრდილო-დასავლეთისაკენ, მისი კალაპოტის სიმაღლე კურორტის ტერიტორიაზე შეადგენს 1800-1850 მ-ს ზღვის დონიდან; ჭალის სიგანე ხეობის სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში რამდენიმე ასეულ მეტრს შეადგენს, ჩრდილო-დასავლეთისაკენ მისი სიგანე კლებულობს რამდენიმე ათეულ მეტრამდე. ჭალა შედარებით სწორია და მისი ზედაპირის დახრილობა არ აღემატება 5-6⁰-ს. ჭალის მიმდებარე ფერდობების ზედაპირის დახრილობა 10-15⁰-ს შეადგენს.

კურორტი ბახმარო სამივე მხრიდან შემოსაზღვრულია მაღალმთიანი ქედებით: ჩრდილოეთიდან და აღმოსავლეთიდან მთა გადრეკილის განშტოებებით, სამხრეთიდან მესხეთის ქედის განშტოებებით, მხოლოდ ჩრდილო-დასავლეთიდან ესაზღვრება მდ. ბახვისწყლის ხეობის საშუალომთიანი ტერიტორია (ნახ. 1.1.1). კურორტ ბახმაროს ეს და სხვა სურათები ინტერნეტის საშუალებით არის მოპოვებული.



ნახ.1.1.1. მაღალმთიანი ქედებით შემოსაზღვრული კურორტი ბახმარო

მთა გადრეკილის (აბსოლუტური სიმაღლე 2508 მ) ჩრდილო-დასავლეთის განშტოება კურორტ ბახმაროს ჩრდილოეთიდან ესაზღვრება (სურ.1.1.2) იგი არ ხასიათდება დიდი აბსოლუტური სიმაღლით, მხოლოდ მისი ცალკეული მწვერვალების სიმაღლე აღწევს 2200-2300 მ-ს; განშტოების მიმდებარე ფერდობების ზედაპირის დახრილობაც არ არის დიდი, მხოლოდ ცალკეული ფერდობების დახრილობაა 20-30⁰-ი, ხოლო ფერდობების შეფარდებითი სიმაღლე შეადგენს 200-400 მ-ს.

გადრეკილის მთის სამხრეთი განშტოება კურორტ ბახმაროს აღმოსავლეთიდან ესაზღვრება და გამოირჩევა დიდი აბსოლუტური სიმაღლით, რომლის ცალკეული მწვერვალების სიმაღლე აღწევს 2300-2500 მ-ს. განშტოების მიმდებარე ფერდობების ზედაპირის დახრილობა 30-40⁰-ს შეადგენს, ხოლო ფერდობების შეფარდებითი სიმაღლე 450-650 მ-ია.

კურორტ ბახმაროს სამხრეთიდან მესხეთის ქედის ჩრდილო განშტოებები ესაზღვრება, რომლის ცალკეული მწვერვალების სიმაღლე აღწევს 2500-2600 მ-ს, მაგალითად მწვერვალ ლაშიფერდის სიმაღლე 2615 მ-ია (ნახ.1.1.3).

კურორტის მიმდებარე განშტოებების თხემების აბსოლუტური სიმაღლე 2200-2400 მეტრს შეადგენს, შეფარდებითი სიმაღლე 300-500 მეტრია, ხოლო ზედაპირის დახრილობა 25-35⁰-ია.

კურორტის ტერიტორია გამოირჩევა დიდი ჰორიზონტალური დანაწევრებით და მის ზედაპირზე მდ. ბახვისწყლის მრავალი შენაკადია.

კურორტის ფერდობები ჩრდილოეთი, დასავლეთი და სამხრეთი ექსპოზიციისა, აქ აღმოსავლეთის ექსპოზიციის ფერდობები თითქმის არ გვხვდება.



ნახ.1.1.2. მთა გადრეკილი, საიდანაც კარგად ჩანს მზის ამოსვლა



ნახ.1.1.3. მთა ლაშიფერდი (მესხეთის ქედის განშტოება)

12. მცენარეული საფარი

კურორტ ბახმაროს ტერიტორიის მცენარეული საფარი ხასიათდება ტყის ფორმაციების მრავალფეროვნებითა და ტიპოლოგიური შემადგენლობის სიმდიდრით. ბუნებრივი ტყის საფარი 2000-2200 მეტრამდე ვცვლდება. ტყის ზემოთ სუბალპური ზონა გვხვდება ცალკეული ხეებით და სუბალპური მცენარეული საფარით; სუბალპური ზონის ზემოთ ალპური ზონაა ალპური მდელოებით. სუბალპურ და ალპურ ზონას დიდი ფართობი უჭირავს, რადგან ტერიტორიის უმეტესი ნაწილი მაღალმთიან რაიონში მდებარეობს (ნახ.12.1)



ნახ.12.1. სუბალპური და ალპური ზონა კურორტ ბახმაროში



ნახ.12.2. წიწვოვანი და შერეული ტყე კურორტის ტერიტორიაზე

ტერიტორიის თითქმის ნახევარი ბუნებრივი ტყის საფართობი დაფარულია, რომლის უმეტესი ნაწილი წიწვიანია, ძირითადად ნაძვის ხეები. გვხვდება შერეული ტყეებიც. ტყის ძირითადი სახეობაა: ნაძვი, ფიჭვი, წიფელა და სხვა (ნახ.12.2).

კურორტის ტერიტორიაზე მდებარე ზვავის კერების თითქმის ნახევარი იწყება ტყის ზედა საზღვრის ქვემოთ; იმ ფერდობებზე, სადაც ბუნებრივი ტყის საფარი განადგურებულია ან გამეჩხერებულია ტყის გაკაფვის გამო ზვავების ჩამოსვლის შესაძლებლობა დიდია, ხოლო ტყის ზედა საზღვრის ქვემოთ, ხშირი ბუნებრივი ტყის არსებობის შემთხვევაში, ამ ფერდობებზე ზვავები არ წარმოიქმნებოდნენ.

უხვთოვლიან ზამთრებში წარმოქმნილი ზვავები, რომლებიც წარმოიქმნებიან როგორც ტყის საზღვრის ზემოთ, ასევე ტყის საზღვრის ქვემოთ, დიდ ზიანს აყენებენ კურორტის ტყეს.

2. კ ლ ი მ ა ტ ი

კურორტ ბახმაროს ტერიტორია ხასიათდება ნოტიო სუბტროპიკული კლიმატით, რომლის განმაპირობებელი ატმოსფეროს ცირკულაციური პროცესები, შავი ზღვის გავლენა და რელიეფის თავისებურებებია. კურორტის კლიმატზე დიდ გავლენას დასავლეთიდან შემოჭრილი ნოტიო ჰაერის მასებიც ახდენს. რელიეფის რთული თავისებურება ხელს უწყობს დასავლეთის ჰაერის მასების აღმავალ დინებებს და წყლის ორთქლის კონდენსაციას, რაც თავის მხრივ, განაპირობებს უხვ ნალექებს, განსაკუთრებით შავი ზღვისკენ მიმართულ მთის ფერდობებზე.

მთის მშრალ ჰაევას ერთვის ზღვის ნოტიო ჰავა, რითაც სამკურნალო თვისებებს იძენს. კლიმატური პირობებიდან გამომდინარე კურორტი რეკომენდებულია სასუნთქი გზებით დაავადების მქონე ადამიანებისათვის. ასეთი კლიმატური პირობები აძლიერებს იმუნიტეტს და განსაკუთრებით ანემიით დაავადებულებისათვის იძლევა საუკეთესო შედეგს, კურორტის კლიმატური პირობების დასახასიათებლად, გარდა მეტეოროლოგიური სადგურის ბახმაროს (1926 მ ზღვის დონიდან) მონაცემებისა, გამოვიყენეთ მეტეოსადგურების ზოტის (1270 მ), ნაბეღლავის (475 მ) და ჩოხატაურის (140 მ) მონაცემები.

2.1. ჰაერის ტემპერატურა

კურორტი ხასიათდება რბილი ჰავით. ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა მთელ ტერიტორიაზე დადებითია. სიმაღლის მატებასთან ერთად ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა – მცირდება. დეკემბრიდან მარტის თვის ჩათვლით ჰაერის საშუალო ტემპერატურა უარყოფითია. ყველაზე ცივი თვე ბახმაროში იანვარია და შეადგენს -5⁰-ს, ცალკეულ წლებში უფრო დაბალი ტემპერატურაც (-9⁰ და -10⁰) არის დაფიქსირებული (ცხრ. 2.1).

ცხრილი 2.1.1. ჰაერის საშუალო და წლიური ტემპერატურა

სიმაღლე, მ	თ ვ ე												წლიური
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
ბახმარო													
1926	-5	-5	-2	3	7	10	13	13	10	6	1	-3	4
ნაბეღლავი													
476	4	4	7	11	15	18	20	20	17	14	10	6	12

დიდ საზღვრებში იცვლება ჰაერის აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურა. ყველაზე დაბალი მინიმალური ტემპერატურა ბახმაროში, -30⁰ იანვარშია დაფიქსირებული (ცხრ. 2.2).

ცხრილი 2.1.2. ჰაერის აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურა

თ ვ ე												წლიური
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
ბახმარო												
-30	-27	-25	-18	-10	-2	-1	-1	-6	-14	-22	-26	-30
ნაბეღლავი												
-19	-16	-14	-4	-1	5	7	8	3	-4	-12	-15	-19

უარყოფით ტემპერატურიან დღეთა რიცხვიც ცვლილებას განიცდის. მაგალითად, ბახმაროში 87 და 150 ასეთი დღეა დაფიქსირებული.

2.2. ქ ა რ ი

მთიანი რელიეფი ქარის სიჩქარესა და მიმართულებებზე უდიდეს გავლენას ახდენს. წინამთებსა და მთიან რაიონში, რელიეფის დანაწევრების გამო გადატანილი ჰაერის მასები ხშირად იცვლიან მიმართულებას და ქარის მიმართულება დამოკიდებულია ხეობის მიმართულებებზე, ფერდობის ექსპოზიციაზე, მთებისა და მწვერვალების სიმაღლეზე.

უქარო დღეთა რიცხვი ბახმაროში 33-ს შეადგენს. ქარის საშუალო სიჩქარე 2 მ/წმ-ია (ცხრ.2.2.1).

ცხრილი 2.2.1. ქარის საშუალო და წლიური სიჩქარე (მ/წმ)

თ ვ კ												წლიური
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
ბახმარო												
3	3	3	2	2	2	2	2	1	2	2	3	2

ქარიან დღეთა რიცხვი 65-70%-ს შეადგენს, ძირითადად გავრცელებულია დასავლეთის (27%), აღმოსავლეთის (17%) და სამხრეთ-დასავლეთის (16%) მიმართულების ქარები. ქარის მაქსიმალური სიჩქარე ზოგ შემთხვევაში 25მ/წმ-ს შეადგენს. სიმაღლის მატებასთან ერთად ქარის საშუალო სიჩქარე მატულობს და 2500-3000 მ-ზე აჭარბობს 20 მ/წმ სიჩქარის ქარები. სამწუხაროა, რომ ქარის მიმართულებასა და სიჩქარეზე დაკვირვება მხოლოდ მეტეოსადგურ ბახმაროში წარმოებდა, რომელიც 1926 მ-ის სიმაღლეზე მდებარეობს, ხოლო უფრო მაღალ სიმაღლეებზე ინსტრუმენტალური დაკვირვების მასალები არ არსებობს.

სეზონის მიხედვით ქარის სიჩქარე მცირე ცვლილებას განიცდის. ძლიერ ქარიან დღეთა რიცხვი წელიწადში საშუალოდ 11 შეადგენს (ცხრ.2.2.2).

ცხრილი 2.2.2. ძლიერ ქარიან (>15 მ/წმ) საშუალო დღეთა რიცხვი

თ ვ კ												წლიური
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
ბახმარო												
1,1	1,7	1,5	1,2	0,7	0,5	0,4	0,6	0,4	1,1	1,0	1,2	11

ძლიერი ქარები ხელს უწყობს ქარბუქიან დღეთა სიხშირეს და ქარის მიერ თოვლის გადანაწილებას უტყეო ადგილებზე.

ბახმაროში ქარბუქიან დღეთა რიცხვი საშუალოდ 30-ს შეადგენს. ქარბუქის მოვლენებს ადგილი აქვს სექტემბრიდან მაისამდე, უფრო ხშირად კი აღინიშნებიან დეკემბრიდან მარტის ჩათვლით, ქარბუქიან დღეთა რიცხვი საშუალოდ მერყეობს 5-დან 8 დღემდე, ხოლო მაქსიმალური რაოდენობა შეადგენს 14-20-ს. ქარბუქიან დღეთა სიმრავლე ხელს უწყობს თოვლის მასების დიდი რაოდენობის დაგროვებას ზვავის კერებში, რაც თავის მხრივ ხელს უწყობს დიდი მოცულობისა და დამანგრეველი ძალის ქარების წარმოქმნას.

2.3. ატმოსფერული ნალექები

საკვლევ ტერიტორიაზე ნალექები არათანაბრადაა განაწილებული და მათი წლიური რაოდენობა არათანაბრადაა განაწილებული და მათი წლიური რაოდენობა იცვლება 1582 მმ-დან (ნაბეღლავი, 475 მ) 1869 მმ-მდე (ბახმარო, 1926 მ) (ცხრ.2.3.1).

ცხრილი 2.3.1. ნალექების საშუალო თვიური და წლიური რაოდენობა

თ ვ კ												XI-III	IV-IX	წლიური
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
ბახმარო														
209	203	174	87	96	126	107	114	153	214	201	185	972	897	1869
ზოტი														
196	190	164	81	91	118	101	108	144	199	188	174	912	842	1754
ნაბეღლავი														
172	148	112	62	52	94	100	129	174	200	163	173	768	814	1532

დიდ საზღვრებში (20-173%) იცვლება როგორც ცალკეული წლების მიხედვით წლის ცივ პერიოდში (XI-III) მოსული ნალექების რაოდენობა, ასევე საშუალო თვიური ნალექების რაოდენობაც. რიგ წლებში კურორტ ბახმაროში იანვრის თვეში მოსულმა ნალექებმა საშუალო მრავალწლიური ნორმის 213% შეადგინა, საშუალოდ ეს რიცხვი 120-145%-ს შეადგენს. მს

ზოტის მონაცემებით ცალკეულ წლებში, დეკემბრის თვეში, საშუალო მრავალწლიური დეკემბრის ნალექების 220-240% შეადგინა, ხოლო ნაბეღლაში - 187-216%.

ამ ტერიტორიაზე უხვი ნალექებით გამოირჩეოდა 1963, 1971, 1975, 1985, 2000, 2003, 2005, 2013, 2016 წლები.

ხშირი და უხვი ინტენსიური ნალექები, რომელიც აღნიშნულ ტერიტორიაზე არც თუ იშვიათია და 2-3 მმ-ს აღემატება საათში, იწვევს ახალმოსული თოვლის ზვავების ფართო გავრცელებას. ახალმოსული ზვავის ჩამოსვლა ხშირად იწვევს ჰაერის წარმოშობას, რომლის გატყორცნის სიშორე ბევრად სცილდება ზვავის გამოზიდვის კონუსს. თოვლის ნაწილაკებით გაჯერებულ ამ ჰაერის ნაკადს დიდი დამანგრეველი ძალა გააჩნია.

2.4. თოვლის საფარი

კურორტის ტერიტორიაზე თოვლის საფარი არათანაბრად არის განაწილებული. სიმაღლის მატებასთან ერთად - საფარის სიმაღლე იზრდება. უხვთოვლიან ზამთარში თოვლის საფარის მაქსიმალურმა სიმაღლემ 2006 წელს 610 სმ-ს მიაღწია. მდგრად თოვლის საფარს და მის სიმაღლეს განაპირობებს ტერიტორიის უხვთოვლიანობა. უხვი თოვისას მოსული ნალექების რაოდენობა ხშირ შემთხვევაში ბახმაროში აღემატება 200 მმ-ს. უწყვეტი ნალექების რაოდენობა, ცალკეულ წლებში იწვევს ახალმოსული თოვლის მნიშვნელოვან მატებას, მაგალითად, იყო წლები, როცა 3-4 დღის განმავლობაში მატებამ 190 სმ შეადგინა, უხვთოვლიან ზამთრებში თოვლის სიმაღლის ნამატი აღემატება 200 სმ-ს და ცალკეულ შემთხვევაში 6-7 დღის განმავლობაში 208-314 სმ-ი შეადგინა.

თოვლის საფარის მაქსიმალური მნიშვნელობა 1932/33 - 2005/2006 წლებში წარმოდგენილია ცხრილში (ცხრ.2.4.1).

ცხრილი 2.4.1. თოვლის საფარის მაქსიმალური სიმაღლე

წელი	თოვლის მაქს.სიმაღლე, სმ	წელი	თოვლის მაქს.სიმაღლე, სმ	წელი	თოვლის მაქს.სიმაღლე, სმ	წელი	თოვლის მაქს.სიმაღლე, სმ
1932/33	290	1950/51	231	1968/69	228	1986/87	327
1933/34	239	1951/52	367	1969/70	371	1987/88	578
1934/35	280	1952/53	375	1970/71	365	1988/89	340
1935/36	230	1953/54	140	1971/72	398	1989/90	377
1936/37	256	1954/55	245	1972/73	206	1990/91	415
1937/38	236	1955/56	306	1973/74	358	1991/97 წლებში მონაცემი არ არის	
1938/39	311	1956/57	354	1974/75	284		
1939/40	197	1957/58	580	1975/76	115	1997/98	212
1940/41	334	1958/59	290	1976/77	163	1998-2000 წწ მონაცემი არ არის	
1941/42	251	1959/60	297	1977/78	433		
1942/43	312	1960/61	228	1978/79	265	2000/01	410
1943/44	250	1961/62	195	1979/80	216	2001/02	288
1944/45	399	1962/63	353	1980/81	390	2002/03	255
1945/46	186	1963/64	318	1981/82	338	2003/04	428
1946/47	359	1964/65	219	1982/83	175	2004/05	254
1947/48	321	1965/66	233	1983/84	416	2005/06	610
1948/49	373	1966/67	471	1984/85	267		
1949/50	315	1967/68	145	1985/86	168		

სამწუხაროდ 1991 წლიდან საქართველოს ტერიტორიაზე მეტეოროლოგიურ სადგურთა და საგუშაგოების რიცხვი 429 დან 17-მდე შემცირდა, ცალკეულ წლებში 1991-1997, 1988-2000 წლებში მს ბახმაროში დაკვირვებები არ წარმოებდა, გარდა ამისა გართულდა მეტეოროლოგიური მასალის მოპოვებაც, ამდენად ბოლო წლებზე მხოლოდ სხვადასხვა პუბლიკაციებით ან თეორიული გამოთვლებით გვექმნება წარმოდგენა.



ნახ. 2.4.1. საშუალოთოვლიანი ზამთარი კურორტ ბახმაროში

იმ მონაცემების მიხედვით (1932-2006 წწ.) რომელიც მოგვეპოვება შეიძლება დავადგინოთ, რომ თოვლიან დღეთა რაოდენობა ბახმაროში საშუალოდ 189 დღეს შეადგენს, ხოლო მაქსიმუმი 231 დღეა დაფიქსირებული. თოვლის საფარი ოქტომბრიდან მაისამდეა. მდგრადი თოვლის საფარი საშუალოდ ნოემბრის მეორე დეკადაში აღინიშნება, ხოლო დნობა - მაისის მესამე დეკადაში (ნახ. 2.4.1).

ზოგადად გურიის ტერიტორიაზე, ოთხი მეტეოროლოგიური სადგურის: ბახმაროს (1926მ), ზოტის (1270 მ), ნაბეღლავის (475 მ) და ჩოხატაურის (140 მ) მონაცემებით მდგრადი თოვლის საფარიან დღეთა რიცხვი შემდგენიარად ნაწილდება (ცხრ. 2.4.2).

ცხრილო 2.4.2. მდგრადი თოვლის საფარან დღეთა რაოდენობა გურიის ტერიტორიაზე წლების მიხედვით

დღეთა რაოდენობა										
3	5	10	20	30	50	100	150	200	250	300
ბახმარო										
56	56	56	56	56	56	56	54	14	0	0
ზოტი										
36	36	34	27	19	10	3	0	0	0	0
ნაბეღლავი										
40	36	33	24	21	11	1	0	0	0	0
ჩოხატაური										
20	20	15	11	4	2	0	0	0	0	0

ცხრილიდან ჩანს, რომ მდგრადი თოვლის საფარის ზონა გადის 400-500 მ-ის სიმაღლეზე, სადაც მდგრადი თოვლის ხანგრძლივობა ზამთრების 50%-ზე მეტ შემთხვევაში ერთ თვეს აღემატება, ხოლო 2000 მ-ის სიმაღლეზე მდგრადი თოვლის საფარი 6-7 თვეს აღწევს.

3. თოვლის ზვავების ძირითადი პარამეტრების დადგენის მეთოდები.

ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებების, მით უფრო საინჟინრო რეკომენდაციების შემუშავებისა და განხორციელებისათვის აუცილებელია ზვავის მაქსიმალური სიჩქარისა და დარტყმის ძალის დადგენა. ზოგიერთი ზვავის კერიდან ერთ ზამთარში რამოდენიმეჯერ ჩამოდის ზვავე და მათი მაქსიმალური სიჩქარისა და დარტყმის ძალის დასადგენად მრავალწლიანი მონაცემებია საჭირო; ერთ ზვავშემკრებში ჩამოსული ზვავის დარტყმის ძალისა და სიჩქარის დასადგენად რამდენიმე ასეული ზვავის მონაცემებია გასაზომი მისი მოძრაობის გასწვრივ. ერთ ზვავშემკრებში ასეთი გაზომვების განხორციელება პრაქტიკულად შეუძლებელია. ზვავების ცალკეული მახასიათებლებისა და ზვავების დინამიური მახასიათებლების დასაზუსტებლად და გამოსათვლელად აუცილებელია თეორიული მეთოდების გამოყენება.

ზვავების მახასიათებლების გაანგარიშების მრავალი ფორმულის ანალიზის საფუძველზე შედგენილი იქნა სპეციალური მითითება და ინსტრუქცია [14] ზვავის მახასიათებლების გაანგარიშების, ზვავსაწინააღმდეგო დამცავი ნაგებობების დაპროექტებისა და მშენებლობის შესახებ.

ქვემოთ მოყვანილია ის ფორმულები, რომლების გამოყენებულა ასეულობით ზვავშემკრებში წარმოქმნილი ზვავის მახასიათებლების გაანგარიშების დროს.

ა) ზვავის მოძრაობის სიჩქარის განსასაზღვრავად გამოიყენება ფორმულები:

$$v = \sqrt{\frac{as}{2}}, \quad a = 9,8(\sin \alpha - f \cos \alpha), \quad (3.1)$$

$$v = \sqrt{\frac{a(s_0 + s)}{2} + \left(\frac{s_0}{s_0 + s}\right)^3 \left(v_0^2 \cos^2 \Delta\alpha - \frac{as_0}{2}\right)}, \quad (3.2)$$

$$v = \sqrt{2gz}, \quad z = h - \frac{H - I}{L}, \quad (3.3)$$

სადაც v - ზვავის სიჩქარეა გზის მოცემულ წერტილში, მ/წმ;

α - ფერდობის დახრის კუთხეა, გრადუსებში;

s - ფერდობის სიგრძე, მ-ში;

s_0 - ზვავის გზის წინა მონაკვეთების სიგრძეთა ჯამი;

v_0 - ზვავის სიჩქარეა განვლილი გზის მონაკვეთის ბოლოს;

$\Delta\alpha$ - წინა და მოცემული გზის მონაკვეთების დახრის კუთხეებს შორის სხვაობა, გრად;

g - სიმძიმის ძალის აჩქარება, მ/წმ²;

H - ზვავის მოწყვეტისა და გაჩერების ადგილებს შორის სიმაღლითი სხვაობა, მ-ში;

h - იგივე, ზვავის მოძრაობის გრძივი პროფილის იმ წერტილზე, სადაც განისაზღვრება v ზვ;

L - ზვავის მოძრაობის გზის ჰორიზონტალური პროექციის სიგრძე, მოწყვეტის ადგილიდან, ზვავის გამოტანის წინა ნაპირამდე, მ;

I - იგივე იმ წერტილამდე, სადაც განისაზღვრება v ზვ.

ბ) ზვავის დარტყმის ძალა უძრავ წინააღმდეგობაზე გამოითვლება ფორმულით:

$$p = \frac{\gamma_{zv} \sin^2 \beta}{g}, \quad (3.4)$$

სადაც: p - ზვავის ზემოქმედება წინააღმდეგობაზე, ტ/მ²;

γ_{zv} - 0,45 ტ/მ²;

β - კუთხე ზვავის მოძრაობის მიმართულებასა და ნაგებობის

ზედაპირს შორის, გრად.

გ) ზვავის მოცულობას ითვლიან ფორმულით:

$$W=0,4F \cdot h, \quad (3.5)$$

სადაც: W - ზვავის მოცულობა, მ³;

F - ზვავშემკრების ფართობი, მ²;

h - ზვავშემკრებში თოვლის საფარის სიმაღლე, მ.

ზვავის სიჩქარის განსაზღვრისათვის აუცილებელია სხვადასხვა დახრილობის ფერდობისათვის $\alpha = 9,8 (\sin \alpha - f \cos \alpha)$ კოეფიციენტის გამოთვლა. სამუშაოს გასამარტივებლად ეს კოეფიციენტი წინასწარ გამოვთვალეთ (ცხრ.3.1).

ცხრილი 3.1. a კოეფიციენტის ცვლილება ფერდობის დახრის კუთხის α (გრადუსი) მიხედვით

α	a	α	a	α	a	α	a	α	a
50	6,0	38	4,1	26	2,1	14	-0,006	2	2,1
49	5,8	37	3,9	25	1,9	13	-0,2	1	-2,2
48	5,6	36	3,8	24	1,8	12	-0,3	0	-2,4
47	5,5	35	3,6	23	1,6	11	-0,5	-1	-2,5
46	5,4	34	2,2	22	1,4	10	-0,7	-2	-2,7
45	5,2	33	3,2	21	1,3	0	-0,9	-3	-2,9
44	5,0	32	3,1	20	1,1	8	-1,1	-4	-3,1
43	4,9	31	2,9	19	0,8	7	-1,3	-5	-3,3
42	4,7	30	2,7	18	0,7	6	-1,5	-6	-3,4
41	4,6	29	2,5	17	0,5	5	-1,6	-7	-3,6
40	4,4	28	2,4	16	0,3	4	-1,8	-8	-3,8
39	4,3	27	2,2	15	0,2	3	-2,0	-9	-4,0

სხვადასხვა სიჩქარით მოძრავი ზვავისათვის (v) ასევე წინასწარ გამოვთვალეთ ზვავის მაქსიმალური დარტყმის ძალა (p). (ცხრ.3.2). ამ ორი ცხრილის საშუალებით გამარტივდა რთული გამოთვლები, რომლებიც 1.1-1.5 ფორმულებშია წარმოდგენილი [2,3].

ცხრილი 3.2. ზვავის სიჩქარე და დარტყმის ძალა

v	p	v	p	v	p	v	p	v	p	v	p	v	p
1	0,05	11	5,5	21	20,2	31	44,1	41	77,1	51	119,4	61	170,8
2	0,2	12	6,6	22	22,2	32	47,0	42	80,1	52	124,2	62	176,5
3	0,4	13	7,7	23	24,2	33	50,0	43	84,9	53	129,0	63	182,2
4	0,7	14	9,0	24	26,4	34	53,0	44	88,9	54	133,9	64	188,0
5	1,1	15	10,3	25	28,7	35	56,2	45	93,0	55	138,9	65	194,0
6	1,6	16	11,7	26	31,0	36	59,5	46	98,1	56	144,0	66	206,1
7	2,0	17	13,2	27	33,4	37	62,8	47	101,4	57	149,2	67	206,1
8	2,9	18	14,8	28	36,0	38	66,3	48	105,8	58	154,5	68	212,8
9	3,7	19	16,5	29	38,6	39	69,7	49	110,2	59	159,8	69	218,6
10	4,6	20	18,3	30	41,3	40	73,5	50	114,8	60	165,3	70	225,0

4. თოვლის ზვავების ბავრცელება და რეჟიმი

4.1. ზვავსაშიშროების ზოგადი დახასიათება

მთიანი რაიონების ზვავსაშიშროების თავისებურებას განსაზღვრავს ზვავების ისეთი რაოდენობრივი მახასიათებლები, როგორცაა ზვავსაშიშროების კოეფიციენტი, ზვავშემკრებების სიხშირე, ზვავების ჩამოსვლის სიხშირე და ზვავსაშიშროების ხანგრძლივობა. ამ რაოდენობრივი მახასიათებლებიდან ზვავსაშიშროების კოეფიციენტი და ზვავშემკრებების სიხშირე იცვლება მხოლოდ სივრცეში, რადგან ისინი დამოკიდებული არიან სივრცეში ცვალებად და დროში უცვლელ ისეთ ფაქტორებთან, როგორცაა რელიეფის დანაწევრება, ფერდობების დახრილობა და ადგილის ტყიანობა. ზვავსაშიშროების ფერდობები და ზვავშემკრებები მუდმივად არსებობენ, ხოლო ზვავების წარმოქმნა ამ ზვავშემკრებებსა და ფერდობებზე დამოკიდებულია კლიმატურ ფაქტორებზე.

ზვავების ჩამოსვლის სიხშირე და ზვავსაშიშროების პერიოდის ხანგრძლივობა, რომელიც წლიდან წლამდე ცვალებად კლიმატურ ელემენტებზეა დამოკიდებული, იცვლება როგორც სივრცეში ისე დროშიც. ამ რაოდენობრივი მახასიათებლების დროში ცვალებადობის დასადგენად აუცილებელია მათი მაქსიმალური, საშუალო და მინიმალური მნიშვნელობების განსაზღვრა, მნიშვნელოვანია ტერიტორიაზე მათი ცვალებადობის დადგენაც.

ზვავსაშიშროების კოეფიციენტი (ზვავსაშიშროების შეფარდება საერთო ფართობთან გამოსახული პროცენტებში), როგორც ტერიტორიის ზვავსაშიშროების ხარისხის მაჩვენებელი შემოდებული იყო ვ. ცომაიას და კ. აბდუშელიშვილის მიერ [15].

$$K = \frac{a(f_a - f_n) + bf_n}{F} 100\%, \quad (4.1)$$

ღ. ქაღდანმა დააზუსტა აღნიშნული ფორმულის ცალკეული მნიშვნელობები [8], რის შემდეგ კოეფიციენტის გამოსათვლელმა ფორმულამ მიიღო შემდეგი სახე:

$$K = \frac{af_6 + bf_n}{F} 100\%, \quad (4.2)$$

სადაც K - არის ზვავსაშიშროების კოეფიციენტი პროცენტებში;

f_6 - უტყეო, $\geq 15^0$ ფერდობების ფართობია კმ²-ში;

f_n - ტყიანი, $\geq 15^0$ ფერდობების ფართობია კმ²-ში;

F - იმ მონაკვეთის ფართობია კმ²-ში, რომლისთვისაც უნდა გამოითვალოს ზვავსაშიშროების კოეფიციენტი;

a და b - პარამეტრები, ≥ 15 ფერდობებისათვის $a = 0,8$; წიწვოვანი ტყით დაფარული ფერდობებისათვის $b = 0,04$, შერეული ტყით დაფარული ფერდობებისათვის $b = 0,06$, ფოთლოვანი ტყით დაფარული ფერდობებისათვის $b = 0,08$.

მოცემული ფორმულით (4.2) მსხვილმასშტაბიან რუკებზე, საკვლევი ტერიტორიის თითოეული კვადრატული კილომეტრისათვის დავადგინეთ ზვავსაშიშროების კოეფიციენტი. ჩატარებულმა სამუშაომ გამოავლინა, რომ ზვავსაშიშროების კოეფიციენტი იცვლება 1-დან 80%-მდე.

რაიონს, სადაც ზვავსაშიშროების კოეფიციენტი $< 20\%$ -ზე, ანუ სადაც ზვავსაშიშროების ფერდობთა 20% -ზე ნაკლები, უკავია მთელი ტერიტორიის 10% და, ძირითადად, მოიცავს შედარებით მცირე დახრილობის, ტყით დაფარულ ფერდობებს. განსაკუთრებით დიდი ფართობები უჭირავს რაიონს, სადაც ზვავსაშიშროების კოეფიციენტი $20-40\%$ -ია (მთელი ტერიტორიის 35%) და $40-60\%$ (45%); ისინი ძირითადად მოიცავენ უტყეო და მენხერტყიან, საკმაოდ ციცაბო ფერდობებს. რაიონს, სადაც ზვავსაშიშროების კოეფიციენტი $> 60\%$ -ზე, უკავია მთელი ტერიტორიის 10% . ის მოიცავს მაღალმთიან უტყეო, ციცაბო ფერდობებს, ძირითადად, მთა გადრეკილის მიდამოებში.

ზვავების ერთ-ერთი ძირითადი რაოდენობრივი მახასიათებელია ზვავშემკრებების სიხშირე (ზვავშემკრებების რაოდენობა ერთეულ ფართობზე). ტერიტორიის ერთეულზე ზვავების გავრცელების სიხშირის განსაზღვრის მეთოდი ზვავშემკრებების ტერიტორიული გავრცელების სიხშირის რეალურ სურათს, სადაც გამოყოფილია სხვადასხვა სიხშირის რაიონები [9].

საკვლე სამუშაოების, აეროფოტოსურათების და კარტომეტრული მასალების ანალიზმა საშუალება მოგვცა დაგვედგინა ყველა ზვავშემკრების ადგილმდებარეობა და გამოგვეთვალა მათი რაოდენობა ტერიტორიის კმ²-ზე.

რთული ზვავის კერების არსებობის დროს ცალკეულ ზვავშემკრებად მივიღეთ ზვავშემკრები, სადაც დამოუკიდებლად შეიძლება წარმოიქმნას ზვავი, მიუხედავად იმისა, რომ მას შეიძლება ჰქონდეს სხვა ზვავშემკრებებთან საერთო გამოზიდვის კონუსი ან ზვავსადენის ნაწილი.

საკვლე ტერიტორიაზე ზვავის კერების გავრცელების სიხშირე საკმაოდ დიდია, რაც განპირობებულია, ძირითადად, დიდი ჰორიზონტალური და ვერტიკალური დანაწევრებით და თოვლიანობით. რაიონებს, სადაც ზვავის კერების რაოდენობა 5-10 ან >15-ზე 1კმ²-ზე, უჭირავს შედარებით მცირე, დაახლოებით 10%-მდე, ფართობი. ტერიტორიის უმეტესი ნაწილი (80%) უკავია რაიონს, სადაც ზვავის კერების სიხშირე 1 კმ²-ზე შეადგენს 10-15-ს.

ზვავსაშიშროების ერთი და იგივე რაოდენობრივი მახასიათებელი ზვავების ჩამოსვლის სიხშირეა. ერთ ზამთარში, ერთი და იგივე ზვავის კერიდან ზვავების ჩამოსვლის სიხშირის გამოთვლის მეთოდი ლ.ქაღდანის მიერ არის შემუშავებული [7] და გამოიხატება შემდეგი ფორმულით:

$$r = \frac{2,55e^{0,006\Delta h} (h_a - \Delta h)}{17200\alpha^{-2} [(0,9 + \rho)^6 + (0,99 + \rho^2)^6]} \quad (4.3)$$

სადაც r - არის ზვავების ჩამოსვლის სიხშირე ერთი და იგივე ზვავის კერიდან ერთი ზამთრის განმავლობაში;

e - ნატურალური ლოგარითმის ფუნქცია;

h_a - ზამთარში თოვლის მაქსიმალური სიმაღლე, სმ-ში;

Δh - თოვლის მატება ერთი თოვისას, სმ-ში;

α - ფერდობის დახრის კუთხე, გრად.;

ρ - თოვლის სიმკვრივე, გრამ/სმ³.

ზვავების ჩამოსვლის სიხშირის გამოთვლის დროს Δh -ის ნაცვლად ჩაისმება (4.3) ფორმულის მნიშვნელის გამოთვლილი სიდიდე.

ზვავების ჩამოსვლის სიხშირე სხვადასხვა ზამთარში სხვადასხვაა და თოვლიანობაზეა დამოკიდებული. უხვთოვლიან ზამთრებში, ზვავების ჩამოსვლის სიხშირე დიდია. ტერიტორიის ნახევარი უკავია რაიონს, სადაც ზვავების ჩამოსვლის სიხშირე ერთ ზამთარში შეადგენს 5-10-ს, დაახლოებით 25-25% უკავიათ რაიონებს, სადაც ზვავების ჩამოსვლის სიხშირე ერთ ზამთარში 10-15-ი და 15-20-ია. საშუალოთოვლიან ზამთრებში ზვავების ჩამოსვლის სიხშირე მთელ საკვლე ტერიტორიაზე 5-ზე ნაკლებია. მცირეთოვლიან ზამთრებში ზვავების ჩამოსვლის სიხშირე საკვლევი ტერიტორიის 80%-ზე, ერთ ზამთარში, 3-ზე ნაკლებია, ხოლო ტერიტორიის 20%-ზე ზვავების ჩამოსვლა არ ხდება.

ზვავსაშიშროების ერთ-ერთი რაოდენობრივი მახასიათებელია ზვავსაშიში პერიოდის ხანგრძლივობა. ზვავსაშიში პერიოდად აღიარებულია დრო, რომლის განმავლობაში ფერდობებზე არსებული თოვლის სიმაღლე აღემატება კრიტიკულ მნიშვნელობას. ზვავსაშიში პერიოდის ხანგრძლივობად შეიძლება მივიჩნიოთ ზამთრის იმ დღეთა რაოდენობა, როცა თოვლის სიმაღლე აღემატება კრიტიკულ მნიშვნელობას [6].

ზვავსაშიში პერიოდის ხანგრძლივობა გამოვთვალეთ 1932 წლიდან ყველა იმ ზამთრისათვის, რათა დაგვედგინა მათი მაქსიმალური, საშუალო და მინიმალური მნიშვნელობები.

კურორტის ტერიტორიის უმეტეს ნაწილზე (მთელი ფართობის 80%), უხვთოვლიან ზამთრებში ზვავსაშიში პერიოდის ხანგრძლივობა აღემატება 150 დღეს ერთ ზამთარში; დანარჩენ ტერიტორიაზე ზვავსაშიში პერიოდის ხანგრძლივობა შეადგენს 100-150 დღეს.

საშუალოთოვლიან ზამთრებში საკვლევი ტერიტორიის 55% უკავია რაიონს, სადაც ზვავსაშიში პერიოდის ხანგრძლივობა შეადგენს 100-150 დღეს, ხოლო 45% რაიონს, სადაც ზვავსაშიში პერიოდის ხანგრძლივობა შეადგენს 50-100 დღეს.

მცირეთოვლიან ზამთრებში საკვლევი ტერიტორია მთლიანად უკავია რაიონს, სადაც ზვავსაშიში პერიოდის ხანგრძლივობა ნაკლებია 50 დღეზე.

ზემოთ განხილულმა ოთხმა რაოდენობრივმა მახასიათებელმა შესაძლებლობა მოგვცა შეგვეფასებინა კურორტის ტერიტორიის დარაიონება ზვავსაშიშროების ხარისხის მიხედვით [7]. საკვლევ ტერიტორიაზე ზვავსაშიშროების ხარისხის მიხედვით გამოიყო ორი რაიონი: საშუალო და ძლიერი ზვავსაშიშროების რაიონები.

1. საშუალო ზვავსაშიშროების რაიონს მიეკუთვნება ტერიტორია, სადაც თუნდაც ერთი რაოდენობრივი მახასიათებელი აღემატება შემდეგ სიდიდეს: ზვავსაშიშროების კოეფიციენტი - 20%, გავრცელების სიხშირე - 5 ზვავის კერას 1 კმ²-ზე, ზვავების ჩამოსვლის მაქსიმალური სიხშირე - 5 შემთხვევას ერთ ზამთარში, ზვავსაშიში პერიოდის მაქსიმალური ხანგრძლივობა - 50 დღეს ერთ ზამთარში.

აღნიშნული რაიონი საკვლევ ტერიტორიაზე მთელი ფართობის 90%-ს შეადგენს და მოიცავს საშუალომთიან ტერიტორიას მთლიანად, ასევე მაღალმთიანი ტყით დაფარულ, მცირე დახრილობის მქონე უტყეო ფერდობებს.

2. ძლიერი ზვავსაშიშროების რაიონებს მიეკუთვნება ტერიტორია, სადაც ზვავების რაოდენობრივი მახასიათებლები აღემატებიან შემდეგ სიდიდეებს: ზვავსაშიშროების კოეფიციენტი - 40%-ს, გავრცელების სიხშირე - 10 ზვავის კერას 1 კმ², ზვავების ჩამოსვლის მაქსიმალური სიხშირე - 10 შემთხვევას ერთ ზამთარში, ზვავსაშიში პერიოდის მაქსიმალური ხანგრძლივობა - 100 დღეს ერთ ზამთარში.

მოცემულ რაიონს საკვლევ ტერიტორიაზე უკავია ძალიან მცირე ფართობი (10%) და მოიცავს მხოლოდ უტყეო, მაღალმთიან ციცაბო ფერდობებს გადრეკილის მთის მიდამოებში.

4.2. კურორტ ბახმაროს ზეგესაშიშროება

კურორტ ბახმაროს რელიეფის დიდი დანაწევრება, რთული ოროგრაფია, უტყეო და მენხერტიანი ციცაბო ფერდობების გავრცელება, რთული კლიმატური პირობები (უხვთოვლიანობა, წლის ცივი პერიოდის ხანგრძლივობა) განაპირობებს თოვლის ზვავების ფართო გავრცელებას.

კურორტ ბახმაროს მიდამოებში შეიმჩნევა ზვავების ჩამოსვლა 32 ზვავის კერიდან. დანართის ცხრილში 1, 32 ზვავშემკრების ადგილმდებარეობაა მითითებული შესაბამისი ნომრით, მოცემულია ზვავშემკრების აბსოლუტური და შეფარდებითი სიმაღლე, ზვავშემკრების ცალკეული მონაკვეთების სიგრძე (გრაფა 2-7) (მორფომეტრიული მახასიათებლები), მითითებულია ზვავის კერის ფართობი (გრაფა 8), ფერდობის დახრილობა, აქვე აღენიშნავთ, რომ (2-7) და (9-11) გრაფაში ზემოთდასახელებული მახასიათებლები გამოთვლილია ზვავშემკრების სხვადასხვა წერტილისთვის, ხოლო ზვავის დინამიკური მახასიათებლები (მოძრაობის სიჩქარე, დარტყმის ძალა, მოძრავი ზვავის თოვლის სიმაღლე, მოცულობა) გამოთვლილია ზვავის გაჩერების ადგილისათვის. 1 გრაფაში, დაშტრიხული დახრილი ნუმერაცია მიუთითებს იმ ადგილზე სადაც გაივლის და ჩერდება ზვავი. ბოლოს კი მითითებულია ზვავის გადაადგილებისა თუ გაჩერების ადგილი. რუკაზე (ნახ.4.2.1) დატანილია ყველა ზვავშემკრები მათი გავრცელების საზღვრებით [10,11].



ნახ.4.2.1. კურორტ ბახმაროს ზვავშემკრების სქემატური რუკა

ყველა ზვავშემკრები მაღალმთიან ზონაში (2000 მ-დან 2500 მ-მდე) მდებარეობს. (ცხრ.4.2.1). ყველაზე მაღლა, 2475 მ-ის სიმაღლეზე, ორი ზვავშემკრების №8 და №10 საწყისი სიმაღლეა, ხოლო ყველაზე დაბლა (2050 მ) ზვავშემკრები №31. ძირითადად ზვავშემკრებები

2100-2300 მ-ის სიმაღლეზე მდებარეობენ (21 ზევი, 66%), ხოლო შედარებით მცირე რაოდენობის ზევიშემკრები 2300-2400 მ-ის (3 ზევი, 10%) სიმაღლის ზონაში.

ცხრილი 4.2.1. ზევიშემკრების განაწილება დასაწყისის აბსოლუტური სიმაღლის მიხედვით

№	აბსოლუტური სიმაღლე,მ	რაოდენობა	% საერთო რ-დან
1	2000-2100	4	12
2	2101-2200	14	44
3	2201-2300	7	22
4	2301-2400	3	10
5	2400-2500	4	12

ზევიშემკრების ქვედა საზღვრის (ზევიების გაჩერების) აბსოლუტური სიმაღლე იცვლება 1800-დან 2200 მ-მდე. ყველაზე მაღლა (2170 მ) მთავრდება ზევიშემკრები №15, ხოლო ყველაზე დაბლა (1828 მ) - ზევიშემკრები №32. (ცხრ. 4.2.2)

ცხრილი 4.2.2. ზევიშემკრების განაწილება ქვედა საზღვრის აბსოლუტური სიმაღლის მიხედვით

№	აბსოლუტური სიმაღლე,მ	რაოდენობა	% საერთო რ-დან
1	1800-1900	15	47
2	1901-2000	10	31
3	2001-2100	4	12
4	2101-2200	3	10

საკვლევ რაიონში ზევიშემკრები არ გამოირჩევა ზევის კერების დიდი ფართობით. მათი უმეტესი ნაწილი (ყველა ზევიშემკრების 53%) ზევის კერის ფართობი 0,3 ჰა-ზე ნაკლებია (ცხრ. 4.2.3). განსაკუთრებით მცირე ფართობით (0,1-0,2 ჰა) გამოირჩევა №№ 4,5,7,18,19,20,25,31 ზევიშემკრები; იმ ზევიშემკრების რაოდენობა, რომელთა ზევის კერის ფართობი მეტია 5 ჰა-ზე - სამია, ხოლო დიდი ზევის კერის ფართობით გამოირჩევა რთული ზევიშემკრები, რომლებიც შედგება რამდენიმე ზევის კერისაგან, ასეთი ზევიშემკრებია № 1 (8 ჰა), № 8 (10 ჰა) და № 16 (7 ჰა).

ცხრ.4.2.3. ზევიშემკრების დახასიათება ზევის კერის ფართობის მიხედვით

№	ზევის კერის ფართობი, ჰა	რაოდენობა	% საერთო რ-დან
1	<0,5	17	53
2	0,5 – 1,0	4	12
3	1,1 – 5,0	8	25
4	5,1 – 10,0	3	10

ზვავშემკრებების სიგრძე დიდ დიაპაზონში იცვლება, 420-480 მ-ის სიგრძისაა №5 და №19 ზვავშემკრებები (ცხრ.4.2.4). (ნახ. 4.2.1).

ზვავშემკრებების უმეტესობა (ყველა ზვავშემკრებების 63%) სიგრძე 500-დან 1000 მ-მდეა (ცხრ.4.2.4). მხოლოდ ერთი ზვავშემკრების №10 სიგრძე აღემატება 1500 მ-ს და შეადგენს 1780 მ-ს.

ცხრილი 4.2.4. ზვავშემკრებების დახასიათება სიგრძის მიხედვით

№	სიგრძე, მ	რაოდენობა	% საერთო რ-დან
1	<500	2	6
2	501 – 1000	20	63
3	1000,1 – 1500	9	28
4	>1500	1	3

საკვლევ ტერიტორიაზე სხვადასხვა ზვავის მაქსიმალური სიჩქარე სხვადასხვაა (ცხრ.4.2.5) და იცვლება 10 მ/წმ-დან (ზვავშემკრები №5) 31 მ/წმ-მდე (ზვავშემკრებები №№8 და10), სჭარბობს ზვავები, რომელთა მაქსიმალური სიჩქარე 20 მ/წმ-ზე ნაკლებია (ყველა ზვავის 50%) ან შეადგენს 20-30 მ/წმ (44%), მხოლოდ ორი ზვავის მაქსიმალური სიჩქარე აღემატება 30 მ/წმ-ს.

ცხრილი 4.2.5. ზვავების დახასიათება მაქსიმალური სიჩქარის მიხედვით

№	მაქსიმალური სიჩქარე, მ/წმ	რაოდენობა	% საერთო რ-დან
1	<20	16	50
2	21 – 30	14	44
3	>30	2	6

ზვავების მაქსიმალური დარტყმის ძალა კურორტის ტერიტორიაზე 5ტ/მ²-დან (ზვავშემკრები №5) 44 ტ/მ²-მდე (ზვავშემკრებები №№ 8 და 10) იცვლება. ზვავები, რომელთა მაქსიმალური დარტყმის ძალა ნაკლებია 20 ტ/მ²-ზე შეადგენს ყველა ზვავის 56%; აქედან 30% ხასიათდება მაქსიმალური დარტყმის ძალით 20-დან 30 ტ/მ²-მდე, 6% კი 30%-დან 40 ტ/მ²-მდე. კურორტის ტერიტორიაზე ჩამოსული ზვავების მხოლოდ 6%-ის მაქსიმალური დარტყმის ძალა აღემატება 40,0 ტ/მ² (ცხრ.4.2.6).

ცხრილი 4.2.6. ზვავების დახასიათება მაქსიმალური დარტყმის ძალის მიხედვით

№	მაქსიმალური დარტყმის ძალა, ტ/მ ²	რაოდენობა	% საერთო რ-დან
1	<20	18	56
2	20,1 – 30	10	30
3	30,1 - 40	2	6
	>40	2	6

კურორტის ტერიტორიის ზვავშემკრებები გამოირჩევა მოძრავი ზვავის თოვლის დიდი სიმადლეებით (ცხრ. 4.2.7), რაც ძირითადად რაიონის უხვთოვლიანობითაა გამოწვეული.

ზვავების საერთო რაოდენობის 34% ხასიათდება მოძრავი ზვავის სიმაღლით 18 მ -დან 19 მ-მდე, ასეთი ზვავების რიცხვი თერთმეტია, 41% - 19-დან 20 მ-მდე (ცამეტი ზვავი) ხოლო 25% - 20 მ-დან 21 მ-მდე (რვა ზვავი). მოძრავი ზვავის თოვლის განსაკუთრებით დიდი სიმაღლით ორი ზვავშემკრები №№ 8 და 10 გამოირჩევა, ხოლო მცირე სიმაღლით - ზვავშემკრებები №№№ 5, 25 და 31.

ცხრილი 4.2.7. ზვავების დახასიათება მოძრავი ზვავის თოვლის სიმაღლის მიხედვით

№	მოძრავი ზვავის თოვლის სიმაღლე, მ	რაოდენობა	% საერთო რ-დან
1	18,0 – 19,0	11	34
2	19,1 – 20,0	13	41
3	20,1 – 21,0	8	25

ზვავების საერთო რაოდენობის 46%-ის გამოზიდვის კონუსის მოცულობა ნაკლებია 10000მ³-ზე (ცხრ.4.2.8); ზვავების 12%-ის მოცულობა 10000-დან 25000 მ³-მდეა, 10%-ის - 25000-დან 50000 მ³ მდეა, 10% - 50100-დან 100000 მ³-მდეა, 12% - 100100-დან 200000 მ³-მდე, 10%-ის მოცულობა აღემატება 200000 მ³-ს. ყველაზე მცირე მოცულობის ზვავის კონუსი (2600 მ³) აქვს №19 ზვავშემკრება, ხოლო ყველაზე დიდი (200000 მ³) №8 ზვავშემკრებს.

ცხრილი 4.2.8. ზვავების დახასიათება გამოზიდვის კონუსის მოცულობის მიხედვით

№	მოცულობა, ათასი მ ³	რაოდენობა	% საერთო რ-დან
1	<10,0	15	46
2	10,0 - 25,0	4	12
3	25,1 - 50,0	3	10
4	50,1 - 100,0	3	10
5	100,1 - 200,0	4	12
6	>200	3	10

5. კურორტ ბახმაროს ტერიტორიაზე განსახორციელებელი ზეგნისაწინააღმდეგო ღონისძიებები

ზეგნისაწინააღმდეგო ფაქტორების, ექსპედიციური სამუშაოების დროს მოპოვებული ზეგნების ჩამოსვლისა და გავრცელების ფაქტური მონაცემების, აგრეთვე საარქივო და კარტოგრაფიული მასალების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ საკვლევ ტერიტორიაზე, ზეგნების ფართოდ გავრცელების გამო, აუცილებელია ზეგნისაწინააღმდეგო ღონისძიებების გატარება. ეს ღონისძიებები, ზეგნისაწინააღმდეგო ბრძოლის მსოფლიო გამოცდილებისა და ადგილობრივი ბუნებრივი პირობების გათვალისწინებით უნდა განხორციელდეს [4,12,13]. გასათვალისწინებელია, რომ:

1. კურორტის ტერიტორიაზე არსებული ზეგნისაწინააღმდეგო ზეგნის კერების თითქმის ნახევარი (ყველა ზეგნისაწინააღმდეგო 47%) ტყის ბუნებრივი ზეგნისაწინააღმდეგო (2100-2200 მ ზღვის დონიდან) ქვემოთ იწეება. იმ ფერდობებზე, სადაც ტყე გაჩეხილი ან გამეჩხერებულია ზეგნების ჩამოსვლის შესაძლებლობა დიდია, აღნიშნულ ფერდობებზე ხშირი შერეული ან წიწვიანი ტყის არსებობის შემთხვევაში ზეგნისაწინააღმდეგო ღონისძიება არ მოხდება (ნახ. 5.1; 5.2; 5.3).

2. ტყის დაცვა მნიშვნელოვან ზეგნისაწინააღმდეგო ღონისძიებას წარმოადგენს. ტყის არასწორი ექსპლუატაცია ახალი ზეგნის კერების გაჩენას იწვევს, ხოლო ამ კერებში წარმოქმნილი ზეგნისაწინააღმდეგო ზეგნისაგან მიყენებულ ზარალს გაზრდის. ტყის ზეგნისაწინააღმდეგო მიმდებარე ტერიტორიის გატყიანება ადგილობრივ ადგილობრივ ბუნებრივ პირობებს შეგუებული ხეების შერჩევით უნდა მოხდეს, ხოლო დარჩენილი ნერგები მცოცავი თოვლისა და ზეგნისაგან უნდა იყოს დაცული [5,12].

3. კურორტ ბახმაროს დასაცავად იმ ზეგნისაგან, რომლებიც წარმოიქმნებიან ტყის ზეგნისაწინააღმდეგო მიმდებარე ზეგნის კერებში, აუცილებელია, ზეგნისაწინააღმდეგო საინჟინრო ღონისძიებების განხორციელება.



ნახ. 5.1



ნახ.5.2



ნახ. 5.1. - 5.3. ზეაგშემკრებები კურორტ ბახმარის ტერიტორიაზე

ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებები იყოფა სამ ჯგუფად:

- ა) ზვავის კერებში გასატარებელი;
- ბ) ზვავსადენში (ზვავშემკრების მონაკვეთი ზვავის კერასა და ზვავის გამო ზიდვის კონუსს შორის) გასატარებელი;
- გ) ზვავის გამოზიდვის კონუსის ტერიტორიაზე გასატარებელი.

ზვავის კერებში ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებების მიზანია, ზვავების წარმოქმნის თავიდან ასაცილებლად, მოხდეს ფერდობებზე თოვლის საფარის სტაბილიზაცია. კურორტის ტერიტორიაზე ასეთი ღონისძიებების განხორციელება გართულებულია მიკრორელიეფის თავისებურების, თოვლის საფარის დიდი სიმაღლის (მაგ. 1975/76 წ.- 580 სმ; 1987/88 წ. - 578 სმ; 2005/06 წ. - 610 სმ) და საინჟინრო სამუშაოების ჩატარების სირთულის გამო. გარდა აღნიშნული სირთულეებისა, გასათვალისწინებელია, რომ საკვლევი ტერიტორია დიდი სინოტივით და ნალექების სიუხვით გამოირჩევა. გარდა ამისა, ციცაბო ფერდობებზე ყოველგვარი საინჟინრო ღონისძიების განხორციელება გამოიწვევს ეროზიის გაძლიერებას და ზვავის ახალი კერების წარმოქმნას.

ზვავსადენსა და ზვავის გამოზიდვის კონუსის ზონებში, დასაცავი ობიექტების თავისებურებათა გათვალისწინებით, შეიძლება შემდეგი სახის ზვავსაწინააღმდეგო საინჟინრო ნაგებობების აგება ესენია:

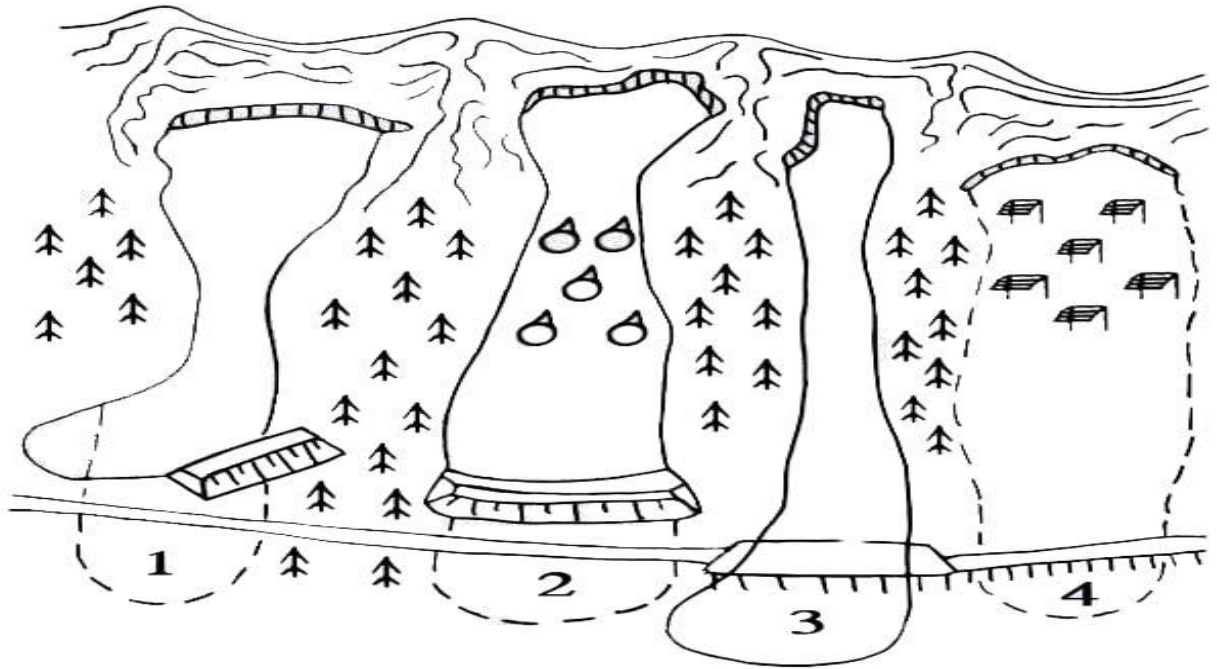
- ა) ზვავის მიმართულების შემცვლელი (კედელი, ხელოვნური ზვავსადენი, ზვავის-მჭრელი);
- ბ) დამცავი ნაგებობა (გალერეა, ესტაკადა, ფარდული);
- გ) შემაჩარებელი და შემაფერხებელი ნაგებობა (დამბა, ბორცვი, ტრანშეა);

დამცავი ნაგებობებიდან, მაგალითად გალერეა გამოიყენება საავტომობილო გზების დასაცავად. აუცილებლად გასათვალისწინებელია, რომ კურორტ ბახმაროს გარდა, გურიის ტერიტორიაზე ზვავსაშიშია ხუთი დასახლებული პუნქტი: ზემო სურები, ქვაბლა, ზოტი, ჩხაკაურა, ნაბელღავი. ზვავსაშიშროებით გამოირჩევა ჩოხატაური-ბახმაროს საავტომობილო გზა, რომელიც მდ. გუბაზეულს სოფ. ხევიდან სოფ. ქვაბლამდე მიუყვება, შემდეგ მდ. ჩხაკაურას (მდ. გუბაზეულის მარცხენა შენაკადი). საავტომობილო გზა მოიცავს მდ. საშვალის ხეობის საშუალო და მაღალმთიან ნაწილს, გზის ბოლო მონაკვეთი მდ. ბახვისწყლის ხეობაში მდებარეობს. საავტომობილო გზაზე 67 ზვავის ჩამოსვლაა მოსალოდნელი, მათ შორის 22 ზვავშემკრები მდ. გუბაზეულის, 24 - მდ. ჩხაკაურას, 16 - მდ. საშვალის, ხოლო 3 - მდ. ბახვისწყლის ხეობაში მდებარეობს [2,3,11].

ანუ ზვავებისაგან დაცვის კომპლექსური სისტემა ნახაზზეა წარმოდგენილი (ნახ.5.4). გზის დამცავი საინჟინრო ნაგებობის - გალერეის დაპროექტება-მშენებლობისათვის აუცილებელია ზვავშემკრებების მორფომეტრიული და ზვავების დინამიკური მახასიათებლების დადგენა, რადგან გალერეის კონსტრუქცია, სიგრძე, სიგანე და სხვა მახასიათებლები უშუალოდ მშენებლობის ადგილის მიკრორელიეფის გათვალისწინებით უნდა მოხდეს. ასეთი პარამეტრები კურორტ ბახმაროსათვის გამოთვლილია (იხილეთ დანართის ცხრილი 1). რაც შეეხება ჩოხატაური-ბახმაროს საავტომობილო გზის 67 ზვავისათვის, დაინტერესების შემთხვევაში, ანალოგიური სამუშაოს ჩატარება შესაძლებელია.

მნიშვნელოვანია იმის გათვალისწინებაც, რომ დაბალმთიან რაიონებში ზვავების წარმოქმნისათვის საკმარისი თოვლი (კრიტიკულ სიმაღლეზე მეტი) 5-10 წელიწადში ერთხელ მოდის. ამას ადასტურებს სხვადასხვა წლებში ჩამოსულ ზვავებზე არსებული საარქივო და საველე სამუშაოების დროს მოპოვებული მასალები. გასათვალისწინებელია, რომ გალერეის მშენებლობა დიდ ხარჯთან არის დაკავშირებული და, ხშირად, გარკვეულ ეკოლოგიურ

ცვლილებებსაც იწვევს. აქედან გამომდინარე შეიძლება დავასკვნათ, რომ დაბალმთიან რაიონებში გალერეის მშენებლობა მიზანშეუწონელია.



ნახ.5.4. ზვავებისაგან დაცვის კომპლექსური სისტემა

1. ზვავის მიმართულების შემცველი დამბა; 2. ზვავის შემაფერხებელი ბორცვები და ზვავშემაკავებელი დამბა; 3. ზვავსაწინააღმდეგო გალერეა; 4. თოვლშემაკავებელი ნაგებობა

საშუალომთიან რაიონში, სადაც ზვავები, თითქმის, ყოველწლიურად, ჩამოდის საავტომობილო გზაზე, მოძრაობის უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად, გალერეის მშენებლობა მიზანშეუწონელია.

მაღალმთიან რაიონებში არსებული ზვავის კერებიდან ზვავი ყოველწლიურად ჩამოდის, ხოლო უხეთოვლიან ზამთარში - რამდენჯერმე.

სხვადასხვა ნაგებობის (შენობა, ელექტროგადამცემი ანძები და სხვა) დასაცავად გამოიყენება ზვავის მიმართულების შემცველი, ზვავის ძალის შემასუსტებელი ან გამყოფი კონსტრუქციები (რკინაბეტონის კედელი, ზვავისმჭრელი და სხვა).

I. სქემატურ რუკაზე (ნახ. 4.2.1), რომელიც მე - 4.2 თავშია წარმოდგენილი, დატანილია ყველა ზვავშემკრების გავრცელების საზღვრები, რომელიც გასათვალისწინებელია კურორტ ბახმაროს ტერიტორიაზე ახალი ობიექტების მშენებლობისას.

II. კურორტ ბახმაროს ზამთრის პერიოდში ფუნქციონირების შემთხვევაში მიზანშეუწონელია, ბახმაროს მეტეოროლოგიური სადგურის ბაზაზე თოვლსაზვავე სადგურის გახსნა, რომელიც არა მარტო კურორტს, არამედ ჩოხატაური-ბახმაროს საავტომობილო გზასაც გაუწევს ოპერატიულ მომსახურებას ზვავსაშიში პერიოდების დროული წინასწარმეტყველებით, ამით უზრუნველყოფილი იქნება როგორც ტრანსპორტის უსაფრთხო გადაადგილება, ისე დამსვენებელთა, განსაკუთრებით სამთო-სათხილამურო სპორტის მოყვარულთა უსაფრთხოება ზვავის მოსალოდნელი ჩამოსვლის პერიოდში.

ლიტერატურა

1. მ.სალუქვაძე, ნ.კობახიძე, გ. ჯინჭარაძე. კატასტროფული ზვავების ფორმირების თავისებურებანი საქართველოს ტერიტორიაზე. საერთაშორისო კონფერენციის „გარემო და გლობალური დათბობა“ მასალები №3(82), თბილისი, 2011.
2. მ.სალუქვაძე, ნ.კობახიძე, გ.ჯინჭარაძე. ზვავსაშიში დასახლებული პუნქტები საქართველოში. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის დაარსების 90 წლისთავისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო კონფერენციის შრომები, თბილისი, 2012.
3. მ.სალუქვაძე, ნ.კობახიძე, გ.ჯინჭარაძე. ზვავსაშიში და პოტენციურად ზვავსაშიში დასახლებული პუნქტები საქართველოში. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის „ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის აქტუალური პრობლემები“, თბილისი, 2013.
4. მ.სალუქვაძე, ნ.კობახიძე, გ.ჯინჭარაძე. ზვავსაწინააღმდეგო ღონისძიებები და მათი განხორციელების შესაძლებლობა საქართველოში. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, ტ. 120, 2014.
5. მ.სალუქვაძე, ნ.კობახიძე. ტყის საფარის როლი თოვლის ზვავების ფორმირებაში. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, ტ. 121, 2015.
6. ლ.ქალდანი. ზვავსაშიში პერიოდის ხანგრძლივობის ცვლილება საქართველოს ტერიტორიაზე. „მეცნიერება და ტექნიკა“ № 7-9, თბილისი, 1999.
7. ლ.ქალდანი. საქართველოს ტერიტორიის დარაიონება ზვავსაშიშროების ხარისხის მიხედვით. წგნ.: „აგარული მეცნიერების პრობლემები“, თბილისი-ბაქო, 2000.
8. ლ.ქალდანი. საქართველოს ტერიტორიის ზვავაქტიურობა. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები № 106, თბილისი, 2001.
9. ლ.ქალდანი. ზვავშემკრებების გავრცელების სიხშირე საქართველოს ტერიტორიაზე. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები № 106, თბილისი, 2001.
10. ლ.ქალდანი, მ.სალუქვაძე. კურორტ ბახმაროს ზვავსაშიშროება. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, № 100, თბილისი, 1996.
11. ლ.ქალდანი, მ.სალუქვაძე. „თოვლის ზვავები“, საქართველოს ჰავა, გურია, ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, № 117, თბილისი, 2011.
12. ლ.ქალდანი, მ.სალუქვაძე. თოვლის ზვავები საქართველოში. თბილისი, 2015.
13. თ.ცინცაძე, ბ.ბერიტაშვილი, ნ.კაპანაძე, მ.სალუქვაძე. საქართველოში სეტყვასთან და ზვავებთან ბრძოლის სამუშაოთა განახლების საკითხისათვის. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი, 2013.
14. Инструкция по проектированию и строительству противолавинных сооружений. М., 1999.
15. Цомаё В.Ш., Абдушелишвили К.Л. Лавиноопасные районы Закавказья и Дагестана. Труды ЗаКНИГМИ, вып. 30(36), 1968.

ಶ ಾ ನ ಾ ಳ ಳ ಳ

ცხრილი 1. კურორტ ბახმაროს ზვავშემკრეპების მორფომეტრიული და ზვავების დინამიკური მახასიათებლები

№№	სიმაღლე, მ		სიგრძე, მ		ჯამური		ზვავის							
	აბსოლუტური	შეფარდებითი	ჰორიზონტალური	ფაქტიური	ჰორიზონტალური	ფაქტიური	კერის ფართობი, ჰა	დახრ. კუთხე, გრად	სიჩქარე, მ/წმ	ღარტემის ძალა, ტ/მ²	მოცულობა, 1000 გ³	სიმაღლე, მ	სიგრძე, მ	განელების სიმაღლე, მ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
№ 1. მდ. ბახვისწყლის მარჯვენა ფერდობი (მწკ.2186 სამხრეთით)														
1	2180													
2	2100	80	130	150	130	150	8,0	32	15	10				
3	2025	75	180	195	310	345		23	17	13				
4	1960	65	260	270	570	615		14	7	2				
5	1900	60	220	230	790	845		15	9	4				
6	1850	50	220	230	1010	1075		13	0	0	204	19	1030	1860
ზვავი გადაკვეთს ბილიკს და სახლებამდე მიდის														
№ 2. მდ. ბახვისწყლის მარჯვენა ფერდობი (მწკ.2207 სამხრეთ-აღმოსავლეთით)														
1	2175													
2	2075	100	200	225	200	225	1,0	27	16	12				
3	2000	75	250	260	450	485		17	12	7				
4	1950	50	120	130	570	615		23	19	16				
5	1875	75	450	460	1020	1075		9	0	0	26	19	970	1900
ზვავი საავტომობილო გზას გადაკვეთს და ხევში ჩერდება														
№ 3. მდ. ბახვისწყლის მარჯვენა ფერდობი (მწკ.2207 სამხრეთ-აღმოსავლეთით)														
1	2175													
2	2100	75	100	125	100	125	2,0	37	16	12				
3	2000	100	270	290	370	415		20	15	10				
4	1950	50	160	170	530	585		17	14	9				
5	1875	75	450	460	980	1045		9	0	0	51	19	780	1910
ზვავი საავტომობილო გზას გადაკვეთს და ხევში ჩერდება														
№ 4. მდ. ბახვისწყლის მარჯვენა ფერდობი (მწკ.2207 სამხრეთ-აღმოსავლეთით)														
1	2100													
2	2025	75	130	150	130	150	0,2	30	14	9				
3	1975	50	150	160	280	310		18	11	6				
4	1925	50	300	305	580	615		9	0	0	5	19	750	1950
ზვავი საავტომობილო გზას გადაკვეთს და ხევში ჩერდება														
№ 5. მდ. ბახვისწყლის მარჯვენა ფერდობი (მწკ.2216 სამხრეთ-აღმოსავლეთით)														
1	2070													
2	2025	45	110	120	110	120	0,2	22	9	4				
3	1975	50	140	150	250	270		19	10	5				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4	1940	35	150	160	400	430		13	0	0	5	18	420	1941
ზვავი ხევში ჩერდება														

№ 6. მდ. ბახვისწყლის მარჯვენა ფერდობი (მწკ-2216 სამხრეთ-აღმოსავლეთით)														
1	2275													
2	2200	75	130	150	130	150	0,4	30	14	9				
3	2150	50	120	130	250	280		23	15	10				
4	2100	50	150	160	400	440		18	14	9				
5	2025	75	230	240	630	680		18	16	12				
6	2000	25	90	90	720	770		16	15	10				
7	1975	25	170	170	810	850		8	0	0	11	20	920	1980

ზეაგი ხევიში ჩერდება

№ 7. მდ. ბახვისწყლის მარჯვენა ფერდობი (მწკ-2216 სამხრეთ-დასავლეთით)														
1	2250													
2	2150	100	200	220	200	220	0,2	27	16	12				
3	2100	50	140	150	340	370		20	15	10				
4	2025	75	210	220	550	590		20	18	15				
5	1975	25	170	170	810	850		8	0	0	5	20	830	1980

ზეაგი ხევიში ჩერდება

№ 8. მდ. ბახვისწყლის მარჯვენა ფერდობი (მწკ-გადრეკილის 2507 დასავლეთით)														
1	2475													
2	2250	225	340	410	340	410	10,0	33	25	31				
3	2150	100	180	210	520	620		29	29	39				
4	2050	100	200	220	720	840		26	31	44				
5	2000	50	180	190	900	1340		15	24	26				
6	1945	55	300	310	1200	1340		10	3	1				
7	1925	20	225	225	1425	1565		5	0	0	280	21	1500	1940

ზეაგი გაღაკეთის ხევი და ხევის კალაპოტში ჩერდება

№ 9. მდ. ბახვისწყლის მარჯვენა ფერდობი (მწკ-გადრეკილის 2507 დასავლეთით)														
1	2200													
2	2125	75	110	135	110	135	0,6	34	15	10				
3	2025	100	240	260	350	395		23	18	15				
4	1950	75	280	290	630	685		15	11	6				
5	1925	25	170	170	800	855		8	0	0	16	19	830	1930

ზეაგი ხევიში ჩერდება

№ 10. მდ. ბახვისწყლის მარჯვენა ფერდობი (მწკ-გადრეკილის 2507 სამხრეთ-დასავლეთით)														
1	2475													
2	2325	150	300	335	300	335	5,0	26	19	16				
3	2100	225	420	480	720	815		28	31	44				
4	2000	100	260	280	980	1095		21	30	41				
5	1950	50	240	245	1220	1340		12	19	16				
6	1900	50	310	315	1530	1655		9	6	2				
7	1860	40	500	505	2030	2160		4	0	0	140	21	1780	1885

ზეაგი მდინარემდე ჩადის

№ 11. მდ. ბახვისწყლის მარჯვენა ფერდობი (მწკ-გადრეკილის 2507 სამხრეთ-დასავლეთით)														
1	2225													
2	2125	100	200	220	200	220	0,4	26	15	10				
3	2000	125	240	270	440	490		27	23	24				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4	1950	50	170	180	610	670		16	16	12				
5	1900	50	280	285	890	955		10	6	2				
6	1860	40	500	500	1390	1456		5	0	0	10	20	1030	1895

ზეაგი მდინარემდე ჩადის

№ 12. მდ. ბახვისწყლის მარჯვენა ფერდობი (მწვ. გადრეკილის 2507 სამხრეთ-დასავლეთით)														
1	2175													
2	2075	100	200	220	200	220	0,3	27	16	12				
3	2000	75	180	195	380	415		23	18	15				
4	1950	50	130	140	510	555		21	20	18				
5	1900	50	220	225	730	780		13	9	4				
6	1870	30	270	270	1000	1050		6	0	0	8	19	970	1875
<i>ზევაი ხევში ჩერდება</i>														
№ 13. მდ. ბახვისწყლის მარჯვენა ფერდობი (მწვ. გადრეკილის 2507 სამხრეთ-დასავლეთით)														
1	2275													
2	2200	75	150	170	150	170	0,3	27	14	9				
3	2100	100	200	220	350	390		27	21	20				
4	2050	50	130	140	480	530		21	21	20				
5	1975	75	180	195	660	725		23	24	26				
6	1945	30	120	125	780	850		14	19	16				
7	1915	30	230	230	1010	1080		7	0	0	8	20	1050	1916
<i>ზევაი გაივლის წყაროსთან, გადაკვეთს მდინარეს დასახლებამდე მიდის</i>														
№ 14. მდ. ბახვისწყლის მარჯვენა ფერდობი (მწვ. გადრეკილის 2507 სამხრეთ-დასავლეთით)														
1	2200													
2	2150	50	120	130	120	130	0,3	23	10	5				
3	2100	50	130	140	250	270		21	13	8				
4	2035	65	200	210	450	480		18	12	8				
5	2025	10	60	60	510	540		9	5	1				
6	2000	25	160	160	670	700		9	0	0	8	19	650	2010
<i>ზევაი გადაკვეთს მდინარეს და მდინარის კალაპოტში ჩერდება</i>														
№ 15. მდ. ბახვისწყლის მარჯვენა ფერდობი (მწვ. გადრეკილის 2507 სამხრეთ-დასავლეთით)														
1	2425													
2	2375	50	110	120	110	120	4,0	24	10	8				
3	2300	75	140	160	250	280		28	18	16				
4	2225	75	170	190	420	470		24	21	20				
5	2175	50	190	200	610	670		15	14	9				
6	2125	50	420	430	1030	1110		8	3	1				
7	2050	75	500	500	1530	1600		6	0	0	111	21	1200	2170
<i>ზევაი სახლებამდე მიდის</i>														
№ 16. მდ. ბახვისწყლის მარჯვენა ფერდობი (მწვ. გადრეკილის 2507 სამხრეთ-დასავლეთით)														
1	2450													
2	2325	125	230	260	230	260	7,0	29	18	16				
3	2250	75	180	195	410	455		23	20	18				
4	2200	50	170	180	580	635		16	15	10				
5	2150	50	270	280	850	915		11	4	1				
6	2100	50	230	240	1080	1155		12	0	0	194	21	1280	2125
<i>ზევაი სახლებამდე მიდის</i>														
№17. მდ. ბახვისწყლის მარჯვენა ფერდობი (მწვ. ბუქსიეთის 2388 ჩრდილო-აღმოსავლეთით)														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	2350													
2	2275	75	170	190	170	190	0,6	24	13	8				
3	2200	75	200	215	370	405		21	16	12				
4	2175	25	80	85	450	490		17	14	9				
5	2150	25	160	160	610	650		9	4	1				
6	2100	50	230	240	1080	1155		12	0	0	194	21	1280	2125
<i>ზევაი სახლებამდე მიდის</i>														

№18. მდ. ბახვისწყლის მარჯვენა ფერდობი (მწვ. ბუქსიეთის 2388 ჩრდილო-აღმოსავლეთით)														
1	2300													
2	2200	100	190	215	190	215	0,2	28	16	12				
3	2125	75	180	195	370	410		23	17	13				
4	2095	30	110	115	400	525		15	12	8				
5	2075	20	120	120	600	645		9	0	0	5	20	620	2080
<i>ზევაი სახლებთან მიდის და მდინარის კალაპოტში ჩერდება</i>														
№19. მდ. ბახვისწყლის მარჯვენა ფერდობი (მწვ. ბუქსიეთის 2388 ჩრდილო-აღმოსავლეთით)														
1	2225													
2	2175	50	100	110	100	110	0,1	27	11	6				
3	2125	50	100	110	200	220		27	16	12				
4	2075	50	110	120	310	340		24	18	15				
5	2050	25	170	170	480	510		8	0	0	3	20	480	2055
<i>ზევაი მდინარის კალაპოტამდე მიდის</i>														
№20. მდ. ბახვისწყლის მარჯვენა ფერდობი (მწვ. ბუქსიეთის 2388 ჩრდილო-აღმოსავლეთით)														
1	2200													
2	2150	50	100	110	100	110	0,2	27	11	6				
3	2060	90	180	200	280	310		27	18	16				
4	2025	35	250	250	530	560		8	0	0	5	19	510	2030
<i>ზევაი მდინარის კალაპოტამდე მიდის</i>														
№21. მდ. ბახვისწყლის მარჯვენა ფერდობი (მწვ. ბუქსიეთის 2388 ჩრდილო-აღმოსავლეთით)														
1	2350													
2	2275	75	150	170	150	170	1,2	27	14	9				
3	2175	100	190	215	340	380		28	21	20				
4	2100	75	210	220	550	605		20	20	18				
5	2025	75	220	230	770	835		19	20	18				
6	1975	50	350	355	1120	1190		8	0	0	33	20	1130	1980
<i>ზევაი მდინარის კალაპოტამდე მიდის</i>														
№22. მდ. ბახვისწყლის მარჯვენა ფერდობი (მწვ. ბუქსიეთის 2388 ჩრდილო-აღმოსავლეთით)														
1	2325													
2	2200	125	210	245	210	245	3,5	31	27	33				
3	2125	75	180	195	390	440		23	21	20				
4	2075	50	155	165	545	605		18	18	15				
5	2000	75	220	230	765	835		19	19	16				
6	1915	85	600	605	1365	1440		8	0	0	95	20	1250	1940
<i>ზევაი მდინარის კალაპოტამდე მიდის</i>														
№23. მდ. ბახვისწყლის მარჯვენა ფერდობი (მწვ. 2252 ჩრდილო-დასავლეთით)														
1	2150													
2	2075	75	130	150	130	150	0,3	30	14	9				
3	2000	75	170	185	300	350		24	18	16				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4	1915	85	170	190	470	535		27	24	26				
5	1900	15	140	140	610	665		6	0	0	8	19	660	1900
<i>ზევაი მდინარის კალაპოტამდე მიდის</i>														
№24. მდ. ბახვისწყლის მარჯვენა ფერდობი (მწვ. 2252 ჩრდილო-დასავლეთით)														
1	2135													
2	2025	110	220	245	220	245	0,3	27	16	12				
3	1980	75	210	220	430	465		20	17	13				
4	1900	50	210	215	640	680		13	6	0				
5	1865	7	250	250	590	635		2	0	0	6	18	600	1866
<i>ზევაი მიდის დასახლებამდე და მდინარის კალაპოტში ჩერდება</i>														

№25. მდ. ბახვისწყლის მარჯვენა ფერდობი (მწვ. 2252 ჩრდილო-დასავლეთით)														
1	2065													
2	2000	65	120	135	120	135	0,2	28	13	8				
3	1872	128	220	250	340	385		30	23	24				
4	1865	7	250	250	590	635		2	0	0	5	18	600	1866
<i>ზეავი მდინარის კალაპოტამდე მიღის</i>														
№26. მდ. ბახვისწყლის მარჯვენა ფერდობი (მწვ. 2252 ჩრდილო-დასავლეთით)														
1	2135													
2	2075	60	120	130	120	130	0,3	27	12	7				
3	1975	100	220	240	340	370		24	18	15				
4	1875	100	200	220	540	590		26	25	29				
5	1865	10	320	320	860	910		2	0	0	8	19	870	1867
<i>ზეავი მდინარის კალაპოტამდე მიღის</i>														
№27. მდ. ბახვისწყლის მარცხენა ფერდობი (მწვ. 2436 ჩრდილო-აღმოსავლეთით)														
1	2125													
2	2025	100	150	180	150	180	0,3	34	17	13				
3	1900	125	170	210	320	390		36	27	33				
4	1865	15	70	70	390	460		12	18	15				
5	1875	10	130	130	520	590		4	0	0	8	19	550	1880
<i>ზეავი მდინარის კალაპოტამდე მიღის</i>														
№ 28. მდ. ბახვისწყლის მარცხენა ფერდობი (მწვ. 2436 ჩრდილოეთით)														
1	2175													
2	2050	125	250	280	250	280	1,0	27	17	13				
3	2025	25	70	75	320	355		20	16	12				
4	1900	125	330	350	650	705		21	21	20				
5	1885	15	160	160	810	865		5	0	0	26	19	780	1890
<i>გადაკვეთს ბილიკს, გაივლის სახლთან და მდინარის კალაპოტში ჩერდება</i>														
№ 29. მდ. ბახვისწყლის მარცხენა ფერდობი (მწვ. 2436 ჩრდილოეთით)														
1	2250													
2	2125	125	250	280	250	280	3,0	27	17	13				
3	2050	75	150	170	400	450		26	22	22				
4	2000	50	230	235	630	685		12	7	2				
5	1885	15	160	160	810	865		5	0	0	26	19	780	1890
<i>ზეავი გაივლის სახლებთან და მდინარის კალაპოტში ჩერდება</i>														
№ 30. მდ. ბახვისწყლის მარცხენა ფერდობი (მწვ. 2167 ჩრდილო-აღმოსავლეთით)														
1	2125													
2	1975	150	320	350	320	350	4,0	25	18	15				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
3	1925	50	150	160	470	510		18	16	12				
4	1875	50	170	180	640	690		16	13	8				
5	1835	40	170	170	810	860		13	6	2				
6	1830	5	150	150	960	1610		2	0	0	101	19	980	1832
<i>გადაკვეთს გზას, მდინარეს და მდინარის კალაპოტში ჩერდება</i>														
№ 31. მდ. ბახვისწყლის მარცხენა ფერდობი (მწვ. 2167 ჩრდილო-აღმოსავლეთით)														
1	2050													
2	1950	100	200	220	200	220	0,2	26	15	10				
3	1875	75	170	185	370	405		24	19	16				
4	1832	43	170	175	540	580		14	11	6				
5	1830	2	110	110	650	690		1	0	0	5	18	640	1831
<i>გადაკვეთს გზას, მდინარეს და მდინარის კალაპოტში ჩერდება</i>														

№ 32. მდ. ბახვისწყლის მარცხენა ფერდობი (მწკ. 2167 ჩრდილო-აღმოსავლეთით)														
1	2125													
2	2000	125	270	300	270	300	4,5	25	17	13				
3	1900	100	220	240	490	540		24	22	22				
4	1850	50	200	210	690	750		14	13	8				
5	1830	20	90	90	890	840		13	9	4				
6	1828	2	150	150	1040	990		7	0	0	113	19	820	1828
<i>გადაკვეთის გზას, ბილიკს, მდინარეს და მდინარის კალაპოტში ჩერდება</i>														