

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

ეკატერინე ხოხიაშვილი

მთიან რეგიონებში ტურისტული ინფრასტრუქტურის გეოდეზიური
უზრუნველყოფა
გეოინფორმაციული სისტემების გამოყენებით
(მესტიის მუნიციპალიტეტის მაგალითზე)

სადოქტორო პროგრამა: საინჟინრო გეოდეზია

შიფრი: 0719

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

წარდგენილი დისერტაციის

ავტორეფერატი

თბილისი

2020 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტში
სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტი
საინჟინრო გეოდეზიისა და გეოინფორმატიკის დეპარტამენტი

ხელმძღვანელი: პროფესორი ნ. მათიაშვილი

რეცენზენტები: _____

დაცვა შედგება 2020 წლის ,,“, საათზე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო ტექნოლოგიებისა და
უსაფრთხოების ინჟინერიის საუნივერსიტეტო სადისერტაციო საბჭოს
სხდომაზე, კორპუსი, აუდიტორია

მისამართი: 0175, თბილისი, კოსტავას 77.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ს ბიბლიოთეკაში,
ხოლო ავტორეფერატისა - ფაკულტეტის ვებგვერდზე

საუნივერსიტეტო სადისერტაციო საბჭოს მდივანი

ასოც. პროფესორი

დ. თევზაძე

შესავალი

ნაშრომის აქტუალობა. დღესდღეობით, ტურიზმი მსოფლიოში ერთ-ერთ ყველაზე უმსხვილეს ინდუსტრიად მიიჩნევა. მაღალეკონომიკური და სოციალური ეფექტიანობის გამო მას წამყვანი როლი ეკისრება მრავალი ქვეყნის განვითარებაში, როგორც ერთ-ერთ მთავარ ფაქტორს. ტურიზმი ქვეყნის ეკონომიკის დარგთაშორის კომპლექსს წარმოადგენს, რადგან მის განვითარებაზე პირდაპირ და არაპირდაპირ გავლენას ახდენს ეკონომიკის თითქმის ყველა სფერო.

ტურიზმის დარგის განვითარებასათან დაკავშირებული დეტალური კვლევების ჩატარება ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი საფეხურია, რომელიც საშუალებას იძლევა კომპლექსურად გადაწყდეს ქვეყნის მოსახლეობის სოციალურ-ეკონომიკური მდგომარეობა, ბუნებრივი რესურსებისა და კულტურული მემკვიდრეობის დაცვასთან დაკავშირებული პრობლემები, და ეს ყველაფერი დაეფუძნება მდგრადი განვითარების პრინციპებს.

საქართველოს გეოგრაფიული მდებარეობა და გარემო, უძველესი ისტორიულ-კულტურული მემკვიდრეობა, მრავალფეროვანი კლიმატი, სტუმართმოყვარეობა ქმნის იმ მნიშვნელოვან შემადგენელ კომპონენტებს, რომლებიც ტურიზმის განვითარების საფუძველია. მიუხედავად იმისა, რომ საქართველოში ტურიზმის დარგს დიდი პოტენციალი აქვს, კიდევ ბევრია გასაკეთებელი მისი განვითარებისთვის. შესაბამისად ქვეყანაში მრავალი პროექტისა თუ პროგრამის შემუშავება ხდება ამ მიმართულებით.

საქართველოს ტერიტორიის ნახევარზე მეტი მაღალმთიანი რეგიონია, მათ შორის სამეგრელო-ზემო სვანეთი, რაჭა-ლეჩხუმი, აჭარა, სამცხე-ჯავახეთი, და სხვები, ეს ის ადმინისტრაციული ერთეულებია, რომელთაც საკმაოდ დიდი პოტენციალი გააჩნიათ სამთო-სათხილამურო ტურიზმის განსავითარებლად.

სწორედ წინამდებარე სადოქტორო ნაშრომი ეძღვნება საქართველოს მაღალმთიან რეგიონებში სამთო ტურიზმის და მასთან დაკავშირებული ინფრასტრუქტურის განვითარებას და შესაბამისად ვიკვლევ ყველა იმ თანამედროვე სტრატეგიულ მიმართულებებს, ტექნოლოგიებსა და თეორიულ საფუძვლებს, რომლებიც ხელს შეუწყობს ამ ტერიტორიების ტურისტული მიმართულებით განვითარებას.

კვლევის მიზანი და ამოცანები. კვლევის მიზანია, შეიქმნას ერთიანი მეთოდოლოგია საქართველოს მთიან რეგიონებში ტურისტული ინფრასტრუქტურის განვითარების ხელშეწყობისთვის გეოდეზიური სამუშაოების წარმოებითა და გეოინფორმაციული სისტემების გამოყენებით.

აღნიშნული მიზნის რეალიზებისათვის დასახული იქნა შემდეგი ამოცანები:

- შესწავლილ იქნას საკვლევი ტერიტორიის ფიზიკურ-გეოგრაფიული მახასიათებლები, შეფასდეს მისი ლანდშაფტური თავისებურებები და შესრულდეს ტერიტორიის სივრცითი ანალიზი;
- განხორციელდეს მთიან რეგიონებში ტურისტული ინფრასტრუქტურის განვითარების ძირითადი პრინციპებისა და პარამეტრების კვლევა;
- ჩამოყალიბდეს მთიან რეგიონებში ტერიტორიის სივრცითი ანალიზისა და ტურისტული ინფრასტრუქტურის განვითარებისთვის მეთოდოლოგიის სტრუქტურა და თანმიმდევრობა ტოპოგრაფიულ-გეოდეზიური კვლევებითა და გეოინფორმაციული სისტემების გამოყენებით;
- დამუშავდეს და აპრობაციის შემდეგ პრაქტიკაში დაინერგოს მთიანი რეგიონების სივრცითი კვლევისა და ანალიზის ერთიანი პროგრამა და მათემატიკური მოდელი.

კვლევის ობიექტი: კვლევის ობიექტად შერჩეულ იქნა საქართველოს მთიანი რეგიონი სვანეთი, კონკრეტულად კი მესტიის მუნიციპალიტეტი. როგორც ცნობილია, რელიეფური თვალსაზრისით საქართველო წარმოადგენს ერთ-ერთ რთულ ობიექტს, ამიტომაც ამ მიმართულებით ცალკე კვლევის ობიექტად მისი აღება მიზანშეწონილად მიგვაჩნია, მითუმეტეს, რომ მაღალმთიანი და რთული რელიეფი განსაკუთრებული გეოდეზიური და კარტოგრაფიული სამუშაოების ჩატარებას მოითხოვს. საქართველოს მაღალმთიანი რეგიონებიდან სამეგრელო-ზემო სვანეთი თავისი მრავალფეროვანი ლანდშაფტით და ბუნებრივი ღირშესანიშნაობებით გამოირჩევა. 1996 წელს ზემო სვანეთი მსოფლიო მემკვიდრეობის ადგილად იქნა აღიარებული. 2007 წელს საქართველოს სახელმწიფომ ზემო სვანეთი ტურიზმის განვითარების სფეროში პრიორიტეტულ რეგიონად აღიარა. ასევე პრიორიტეტულია ზემო სვანეთისათვის ეკოლოგიურად გამართლებული რეკრეაციულ-ტურისტული კავშირების განვითარება, სხვადასხვა დონისა და სტატუსის დაცული ტერიტორიების ერთიან სისტემაში გაერთიანება.

კვლევის თეორიული და მეთოდოლოგიური საფუძველი:

სადისერტაციო ნაშრომის მეთოდოლოგიურ საფუძველს წარმოადგენს მთიანი რეგიონების ტურიზმის განვითარებისა და მასთან დაკავშირებული გეოდეზიური და თანამედროვე ტექნოლოგიების თეორიული სამეცნიერო ნაშრომები და პრაქტიკული კვლევები შესრულებული ადგილობრივ და საერთაშორისო დონეზე. პირველადი მასალების სახით ვიყენებდით, სამეცნიერო ლიტერატურულ წყაროებში დაცულ ემპირიულ მასალას, ტოპოგრაფიულ გეგმებსა და რუკებს, აეროკოსმოსურ სურათებს და სხვა. წყაროების დამუშავებისას ვსარგებლობდით კვლევის ისეთი მეთოდებით როგორცაა: გეოდეზიური, კარტოგრაფიული, სტატისტიკური, აეროკოსმოსური სურათების ვიზუალური და სტერეოსკოპიული ანალიზი და სხვა. ამ გზით მოპოვებულ იქნა გარკვეული რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მაჩვენებლები. ცხადია ადგილზე გეოდეზიური გაზომვების

ჩატარება და მისი სიბრტყეზე გადატანა კარტოგრაფიული მონაცემების საფუძველს წარმოადგენს. ამ საქმის საწარმოებლად გამოვიყენეთ მეცნიერულად დასაბუთებული ტექნოლოგიური პროცესები, ტრადიციული მეთოდებიდან დაწყებული ავტომატიზირებული სისტემებით დამთავრებული.

მოცემულ ნაშრომსა და კვლევებში ასახულია სამთო ტურიზმის მართვასთან დაკავშირებული პრობლემები, მდგრადი განვითარების ამოცანები, ასევე, კვლევები რისკების მართვის სფეროში. კვლევის ფარგლებში დაზუსტდა ტერიტორიებზე ჩამოყალიბებული ბუნებრივ-კულტურული თანაფარდობების დაცვისა და განვითარების ეკონომიკურ-გეოგრაფიული ალგორითმი, რაც ტერიტორიის სივრცითი დაგეგმარების, კერძოდ კი ტურისტული განვითარების საფუძველი იქნება. საკვლევი ტერიტორიის სივრცითი შესწავლა დაეფუძნა კვლევის ისეთი სამეცნიერო მეთოდოლოგიას, როგორცაა ანალიზი და სინთეზი, მონაცემების სტატისტიკური დამუშავება, ლოგიკური და მათემატიკური მოდელირება, სისტემური მიდგომის პრინციპები და სხვა. საკითხი განხილულ იქნა ტერიტორიის ერთიანი სივრცითი მოწყობის სქემის კონტექსტში და არა იზოლირებულად, რაც უზრუნველყოფს მდგრად განვითარებას. საკვლევი ობიექტის შესწავლისას პრობლემის სისტემური მიდგომიდან გამომდინარე გამოყენებულ იქნა სინთეზის და ანალიზის, ინდუქციის, დედუქციის მეთოდები.

ნაშრომის მეცნიერული სიახლე: აღნიშნული ნაშრომი მცდელობაა იმისა, რომ უზრუნველყოფს გეოდეზია - კარტოგრაფიაში დასაქმებულ სპეციალისტთა ფართო წრე ერთიანი მეთოდოლოგიური საფუძველით, გარდავქმნათ საკვლევი ობიექტი ისეთ ტურისტულ რეგიონად, რომელიც ზიანს არ მიაყენებს არსებულ ეკოლოგიურ სისტემას. ჩატარებული კვლევებისა და ანალიზის საფუძველზე ნაშრომში ჩამოყალიბებულია შემდეგი მეცნიერული სიახლეები:

- მთიანი რეგიონების ტურისტული ინფრასტრუქტურის დაგეგმარება-მოწყობისათვის, ქმედებების განსაზღვრული თანამიმდევრობითა და ტექნიკური პარამეტრების გათვალისწინებით, შევიმუშავეთ სივრცითი მოდელების ერთიანი ტექნოლოგიური სქემა, სადაც გავანალიზეთ, შევაფასეთ და ვიზუალიზაცია გავუკეთეთ ტერიტორიის ვარგისიანობას სამთო-სათხილამურო კურორტის ჩამოყალიბება - ფუნქციონირებისათვის;

- გეოინფორმაციული სისტემების გამოყენებით შევქმენით ციფრულ-კარტოგრაფიულ მონაცემთა ერთობლიობა, რომლებმაც საშუალება მოგვცა შეგვემუშავებინა რიგი რეკომენდაციები და გვეჩვენებინა საკვლევი ტერიტორიის ტურისტული ინფრასტრუქტურის მოწყობისა და გაუმჯობესების გზები;

- შევქმენით მათემატიკური მოდელი, რომელიც ემსახურება სამთო-სათხილამურო კურორტების პოტენციური არელების გამოვლენასა და შესაბამისი ტურისტული ინფრასტრუქტურის დაგეგმარება - განვითარებისას გეოდეზიური სამუშაოების წარმოებას გის ტექნოლოგიების დახმარებით.

აქვე შეგვიძლია დავამატოთ, რომ ნაშრომი შესაძლებელია გამოდგეს, როგორც მეთოდოლოგია, ნებისმიერი სხვა საინჟინრო-გეოდეზიური კვლევებისათვის მსგავსი სივრცული ინფორმაციის შექმნისა და ინტეგრირებული მათემატიკური გამოთვლების წარმოებაში, თუკი გამოყენებული იქნება გეოინფორმაციული სისტემების ტექნოლოგიები.

ნაშრომის პრაქტიკული მნიშვნელობა: ნაშრომში შემოთავაზებულ ტექნოლოგიებსა და მიღებულ შედეგებს აქვს როგორც თეორიული ისე პრაქტიკული მნიშვნელობა. ამ სახის კომპლექსური ნაშრომი პირველად განხორციელდა საქართველოში და მნიშვნელოვან მხარდაჭერას წარმოადგენს რთული ინფრასტრუქტურული პროექტების სივრცითი მონაცემების ანალიზისთვის, უახლესი ციფრული ტექნოლოგიების გამოყენებით. აღნიშნული ტექნოლოგია სრულად რეალიზებადია თანამედროვე ინფორმაციული ტექნოლოგიების საშუალებით.

წარმოდგენილ კვლევებს გარკვეული წვლილი შეაქვს თანამედროვე გეოდეზიური საქმიანობის მეცნიერული საფუძვლის განვითარებაში.

მიღებული შედეგების საფუძველზე, რომელიც განხორციელდა კონკრეტული მუნიციპალიტეტის მაგალითზე, დადასტურდა გეოდეზიაში გეოინფორმაციული სისტემისა და მისი ტექნოლოგიების გამოყენებისა და დანერგვის შესაძლებლობა, რაც თავის მხრივ იძლევა იმის მტკიცებას, რომ ანალოგიური კომპლექსური კვლევა შეიძლება ჩატარდეს საქართველოს სხვა მთიან რეგიონებშიც.

გამოყენების სფერო: სადისერტაციო ნაშრომი მნიშვნელოვან ინფორმაციას შეიცავს საქართველოში ტურიზმის განვითარებისა და შესაბამისი სტრატეგიის შესახებ, ასევე სამთო-სათხილამურო კურორტების გეგმარება-განვითარების ძირითად პარამეტრებს და მახასიათებლებს მიღებულს საერთაშორისო გამოცდილებიდან, და ამ მონაცემებზე დაყრდნობით საჭირო ტოპო-გეოდეზიური სამუშაოების განხორციელების მეთოდებს გეოინფორმაციული სისტემების ტექნოლოგიების გამოყენებით.

აქედან გამომდინარე, შესაბამის სახელმწიფო თუ კერძო უწყებებს შეუძლიათ იხელმძღვანელონ ნაშრომში შემუშავებული მეთოდოლოგიითა და მათემატიკური მოდელებით.

ასევე ნაშრომი შესაძლებელია გამოყენებულ იქნას უმაღლეს სასწავლებლებში საინჟინრო გეოდეზიური და გეოინფორმაციული სისტემების სწავლებისას.

ნაშრომის სტრუქტურა და მოცულობა: ნაშრომი შედგება შესავლის, ლიტერატურის მიმოხილვის, სამი თავის (10 ქვეთავის), დასკვნის და გამოყენებული ლიტერატურის ნუსხისგან; წარმოდგენილია 133 ნახეჭდ გვერდზე, მათ შორის 8 ცხრილი, 29 ნახაზი, 49 დასახელების ლიტერატურა.

ლიტერატურის მიმოხილვა

სადისერტაციო ნაშრომი ეხება საქართველოს მთიანი რეგიონებში ტურისტული ინფრასტრუქტურის გეოდეზიურ უზრუნველყოფას გეოინფორმაციული სისტემების გამოყენებით. თემის შინაარსიდან გამომდინარე გამოყენებულ იქნა ქართველ და უცხოელ ავტორთა სამეცნიერო პუბლიკაციები, თეორიული და პრაქტიკული რეკომენდაციები, ასევე, საკანონმდებლო აქტები, სხვადასხვა ინსტიტუციებისა და სტრუქტურების მიერ დამუშავებული სამეცნიერო თუ კვლევითი ნაშრომები.

სადისერტაციო ნაშრომში დასახული მიზნების მისაღწევად და ამოცანების გადასაჭრელად გამოყენებული იქნა სათანადო სამეცნიერო ლიტერატურა, სტატისტიკური მონაცემები და ანგარიშები და განხილული იქნა შესაბამისი საკანონმდებლო რეგულაციები. ნაშრომის მოცემულ თავში ასევე მიმოვიხილავთ იმ ლიტერატურას, რომელიც დაგვეხმარა კვლევის თეორიული და მეთოდოლოგიური საფუძვლების ჩამოყალიბებაში.

თავი I. საქართველოს მთიანი რეგიონების ტურიზმის პოტენციალი და განვითარების თანამედროვე ასპექტები

ტურიზმი ქვეყნის ეკონომიკის, საერთაშორისო თუ საქმიანი ურთიერთობების მნიშვნელოვანი შემადგენელი ნაწილია. ტურიზმის ინდუსტრიის განვითარებას შეუძლია ხელი შეუწყოს ქვეყანაში მშვიდობის გამყარებას, შემოსავლის გაზრდას, ეკონომიკის დივერსიფიკაციას, გარემოსა და კულტურული მემკვიდრეობის დაცვას. ეს დარგი თანამედროვეობაში ჩამოყალიბდა, როგორც ეკონომიკის ყველაზე უფრო სწრაფად განვითარებადი დარგი.

საქართველოს გეოგრაფიული მდებარეობა, სასიამოვნო კლიმატი, თვითმყოფადი კულტურა, ისტორიული და არქიტექტურული ძეგლები, განთქმული სტუმართმოყვარეობა და მასპინძლობა ქმნის იმ ინფრასტრუქტურის შემადგენელ კომპონენტებს, რომელიც ტურიზმის

განვითარების საფუძველია. მიუხედავად იმისა, რომ საქართველოს ტურიზმის სექტორს უდიდესი პოტენციალი აქვს, მისი განვითარებისათვის ჯერ კიდევ ბევრი რეზერვაა. ქვეყანა ამ ნეგატიური სიტუაციის გამოსწორებისკენ არის მიმართული და გადასულია შესაბამისი მსხვილმასშტაბიანი პროექტების შემუშავებაზე, განსაკუთრებული ტურისტულ-რეკრეაციული ტიპის და ტურიზმის განვითარებისთვის რეგიონული მიზნობრივი პროგრამების ჩამოყალიბებასა და განვითარებაზე. საქართველოში ტურიზმი ევროკავშირის თითქმის ყველა წევრ ქვეყანასთან შედარებით ნაკლებად განვითარებულია, ამიტომაც, ძირითადი ინფრასტრუქტურის და მომსახურების სფეროს უზრუნველყოფის განვითარებისთვის მიზანშეწონილია უფრო მეტი რესურსის გამოყენება. კერძოდ, შემუშავდეს და განხორციელდეს გეგმა, რომელიც მდიდარ ბუნებრივ და კულტურულ რესურსებს მსოფლიო დონის ტურისტულ პროდუქტად და უნიკალური შთაბეჭდილებების მიღების შესაძლებლობად აქცევს.

ბოლო პერიოდში საქართველოს ხელისუფლებამ ტურიზმის განვითარების მიზნით მთიანი რეგიონების ხელშეწყობა დაიწყო, რადგან დღევანდელი მონაცემებით განსაკუთრებით აქტუალობას იძენს მთის ტურიზმი. საქართველოს ბუნებრივი კლიმატური მრავალფეროვნებიდან გამომდინარე დიდი ტურისტული პოტენციალი გააჩნია მაღალმთიანი რეგიონებში სამთო-სათხილამურო კურორტების განვითარებისთვის, რაც განაპირობებულია დიდი და მცირე კავკასიონის მთაგრეხილების არსებობით.

საქართველოს მაღალმთიანი რეგიონებიდან სამეგრელო-ზემო სვანეთი თავისი მრავალფეროვანი ლანდშაფტით და ბუნებრივი ღირშესანიშნაობებით გამოირჩევა. 1996 წელს ზემო სვანეთი მსოფლიო მემკვიდრეობის ადგილად იქნა აღიარებული. სვანეთის ხიბლი მისი უნიკალური მრავალფეროვნებაა, წარმოჩენილი კულტურული, ეთნოგრაფიული, არქიტექტურული და ბუნებრივი მემკვიდრეობის სახით.

დღევანდელი მონაცემებით სვანეთის პოტენციალი საშუალებას იძლევა არა მარტო განვითარდეს და გაფარდოვდეს აღნიშნული საკურორტო არეალები, არამედ მას შეემატოს კიდევ სხვა ტერიტორიებიც. სწორედ რომ ჩვენი მიზანია სამთო-სათხილამურო ხასიათის პოტენციური არეალების გამოვლენა თანამედროვე გეოდეზიური სამუშაოებითა და გეოინფორმაციული სისტემების ტექნოლოგიების საშუალებით.

ამჟამად, მესტიის მუნიციპალიტეტში უკვე განვითარებულ და ჩამოყალიბებულ სამთო-სათხილამურო კვანძებად გამოვყოთ თეთნულდი და ჰაწვალი. სამთო-სათხილამურო კურორტის განვითარება, როგორც წესი, ხდება ისტორიულად ჩამოყალიბებულ და ხშირად ხელუხლებელ ბუნებრივ სივრცეში, სადაც არსებობდა და არსებობს განსხვავებული ინტერესები. ეს ინტერესები უნდა შეჯერდეს, რაც მოითხოვს გარკვეულ სიფრთხილეს და გაწონასწორებულ მიდგომას. ზოგადი კონცეფციისთვის შეგვიძლია გამოვიყენოთ მსოფლიო ერთ-ერთ წამყვანი კანადური კომპანია „ეკოსაინი“, რომელიც ნამდვილი პიონერია ეფექტური და მოსახერხებელი მთის კურორტების დიზაინში. კომპანია სპეციალიზირებულია ისეთი კურორტების შემუშავებაში, რაც საშუალებას აძლევს ისარგებლონ ტექნოლოგიის უახლესი მიღწევებით. „ეკოსაინის“ მიზანია გლობალურ დასვენებასა და ტურიზმზე დაფუძნებული ინდუსტრიის უზრუნველყოფა დახვეწილი საკურორტო არეალით. მისი მთავარი გამოწვევაა კურორტის საცხოვრებელი და კომერციული კომპონენტების ინტეგრირება უნიკალური გარემოსდაცვითი და რეკრეაციული ატრიბუტით. კურორტის დაგეგმვის საერთო კონცეფცია ემყარება კურორტის პოტენციური შესაძლებლობების დაბალანსებას. ამიტომაც, ჩვენც მაგალითისთვის განვიხილავთ მათ მიდგომებს სამთო-სათხილამურო კურორტის სივრცით დაგეგმარებაში. „ეკოსაინი“ აყალიბებს, რომ სამთო კურორტის წარმატებული დაგეგმარება სამი სხვადასხვა ელემენტის განვითარებას მოითხოვს: ფიზიკური, მარკეტინგული და ეკონომიკური მახასიათებლები და ფაქტორები.

ტერიტორიის ფიზიკური მახასიათებლებში შედის:

- ბუნებრივი მახასიათებლები;
- ტოპო-გეოდეზიური მონაცემები;
- ბუნებრივი რისკ-ფაქტორები

ჩვენი კვლევის ნაწილს წარმოადგენს ტერიტორიის ფიზიკური მახასიათებლების შესწავლა და ანალიზი. ფიზიკური მახასიათებლების შეფასების ფაზა მოიცავს იმ ფაქტორების გამოვლენას, ანალიზსა და რუკაზე დატანას, რომლებმაც შესაძლოა გავლენა იქონიონ პოტენციური სამთო-სათხილამურო ტერიტორიის განვითარებაზე.

თავი II. სამთო-სათხილამურო კურორტისა და შესაბამისი ინფასტრუქტურის განვითარებაში ტოპოგრაფიულ-გეოდეზიური სამუშაოების წარმოება გეოინფორმაციული სისტემების გამოყენებით

როგორც აღვნიშნეთ, სამთო-სათხილამურო კურორტის განვითარებისთვის უპირველესად საჭიროა ტერიტორიის სივრცითი ანალიზის წარმოება, რაც ეფუძნება ტოპო-გეოდეზიური საფუძვლის შესწავლასა და მისი ტექნიკური შეფასებას, რაც თავის მხრივ მოიცავს მთის და ძირითადი საბაზო ტერიტორიის ფიზიკურ დახასიათებას, კლიმატური პირობებს, ზედაპირის გეოლოგიას, ტოპოგრაფიული მახასიათებლების შესწავლას, ბუნებრივი რისკების გამოვლენას, და სხვა ბევრი ფიზიკური მახასიათებლების კვლევას, ანალიზს და შესაბამისად რუკაზე ასახვას, რომლებმაც შესაძლოა გავლენა იქონიონ პოტენციური სამთო-სათხილამურო არეალის რეალურობასა, ხარისხზე და ტერიტორიის განვითარებაზე.

ამიტომ, საჭირო გავარკვიოთ ის აუცილებელი კავშირები, რომლებიც არსებობს ტოპოგრაფიულ-გეოდეზიურ მონაცემებსა და გეოინფორმაციულ სისტემებს შორის. ტოპო-გეოდეზიური და კარტოგრაფიული ინფორმაცია წარმოადგენს საბაზო ინფორმაციას ნებისმიერი სახის გეოინფორმაციულ სისტემებს წარმოებისათვის. იგი საშუალებას გვაძლევს, ყველა სახის ინფორმაცია მოწესრიგებულ იქნას კარტოგრაფიულ გამოსახულებაზე ურთიერთ განლაგების წესრიგის შესაბამისად. ტოპო-გეოდეზიური

ინფორმაცია წარმოადგენს ისეთ პირველად მასალას, რომელიც საშუალებას გვაძლევს, საკვლევი ტერიტორიის თავისებურებების ანალიზის საფუძველზე, მივცეთ სრული შეფასება ამ ტერიტორიის რომელიმე ნაწილს ან მთლიან რეგიონს. ტოპოგრაფიული რუკები და გეგმები უზრუნველყოფენ გარკვეული ტერიტორიის თვალსაჩინობას. გეგმური კარტოგრაფიული მასალები იძლევიან საწყის მონაცემებს გის-ის საწარმოებლად.

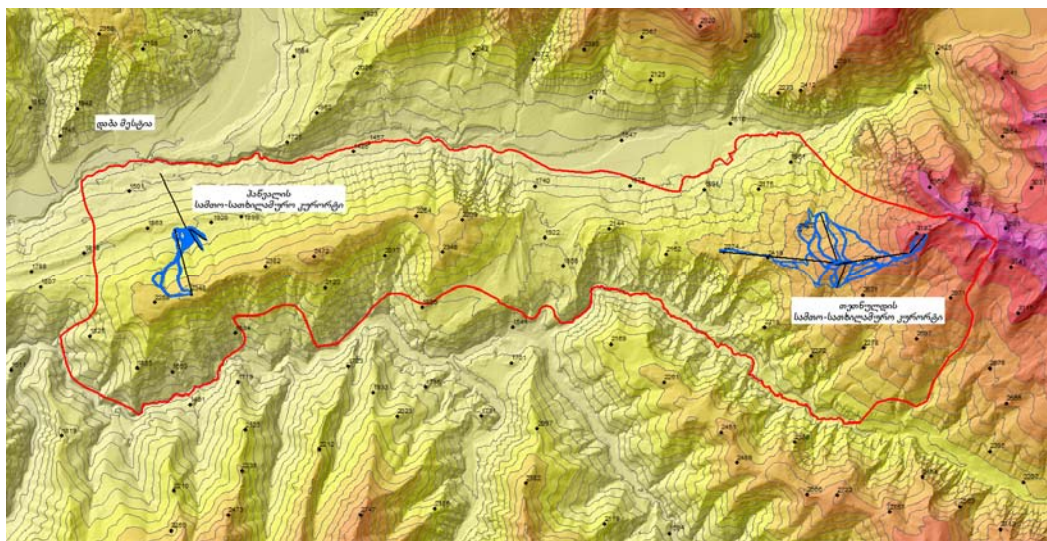
კვლევის დროს სივრცითი ანალიზის პროცესი არის ტერიტორიის შესაძლებლობებისა და ხელისშემშლელი პირობების კომპლექსური შეფასება, საიდანაც გამოტანილი უნდა იქნას დასკვნები იმისათვის, რათა შეირჩეს სამთო-სათხილამურო კურორტის ინფრასტრუქტურის საუკეთესო მდებარეობა და შესაბამისი გამტარუნარიანობა. ტექნიკური შეფასების ანალიტიკა წარმოადგენს გეგმარებითი პროცესის საფუძველს და მეცნიერულ დასაბუთებას, რომელსაც დაეყრდნობა ტერიტორიის განვითარების შემდგომი ფაზები.

კვლევის საგანს წარმოადგენს მესტიის მუნიციპალიტეტი, აქ არსებული სამთო-სათხილამურო კურორტების ჰაწვალისა და თეთნულდის ერთმანეთთან საბაგრო გზებითა და სასრიალო ტრასებით დაკავშირების შესაძლებლობების განსაზღვრა და განვითარების პოტენციალის დადგენა. პროცესი მოიცავს საკვლევი არეალის სივრცითი ანალიზის ჩატარებას და შესაბამისი დასკვნების გამოტანას. როგორც ცნობილია, რელიეფური თვალსაზრისით საქართველო წარმოადგენს ერთ-ერთ რთულ ობიექტს, განსაკუთრებით კი მესტიის მუნიციპალიტეტი. ამიტომაც მაღალმთიანი ტერიტორიის სივრცითი ანალიზისთვის და ინფრასტრუქტურის განვითარებისთვის განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია გეოდეზიური და კარტოგრაფიული სამუშაოების ჩატარება. კვლევები სრულდება განსაზღვრული პროგრამით და ეტაპებად. თავდაპირველად უნდა განხორციელდეს მთიანი რეგიონების ლანდშაფტურ-ეკოლოგიური კომპლექსური კვლევები პროგრამული პროდუქტების გამოყენებით, რაც საშუალებას მოგვცემს შევექმნათ საკვლევი ტერიტორიის ზედაპირის

დეტალური მონაცემთა ბაზა, რომელიც საფუძვლად დაედება ყველა საჭირო ვიზუალური თუ ციფრული შედეგების შექმნას:

- საკვლევი ტერიტორიის დეტალური მონაცემთა ბაზა (რელიეფი, გზები, მდინარეები, დასახლებული პუნქტები, ნაკვეთები, ტყის საფარი და ყველა შესაძლო არსებული გეოგრაფიული ობიექტები);
 - აეროკოსმოსური სურათები და მათი დამუშავება;
 - რელიეფის ციფრული მოდელები, რომელიც შემდგომში გამოყენებული იქნება საკვლევი ტერიტორიის მზის ნათების, ფერდობების ორიენტაციის (ასპექტი), ქარის მიმართულების, ზედაპირის დახრილობის და მრავალი სხვა შესაბამისად საჭირო ინფორმაციის მისაღებად;
 - სხვადასხვა ტიპის თემატური თუ ფიზიკური რუკების წარმოება.
- რათა საბოლოოდ გამოვლენილ იქნას სარეკომენდაციო პოტენციური სამთო-საკურორტო არეალები.

საკვლევი ტერიტორიად ავიღეთ მესტიის მუნიციპალიტეტში უკვე განვითარებული და ჩამოყალიბებული სამთო-სათხილამურო კურორტების თეთნულდისა და ჰაწვალისა და მათ მიმდებარედ არსებული ტერიტორიები, რომელიც მოიცავს დაახლოებით 6500 ჰექტარს. (იხ. ნახაზი 1)



ნახ. 1: საკვლევი ტერიტორიის რუკა

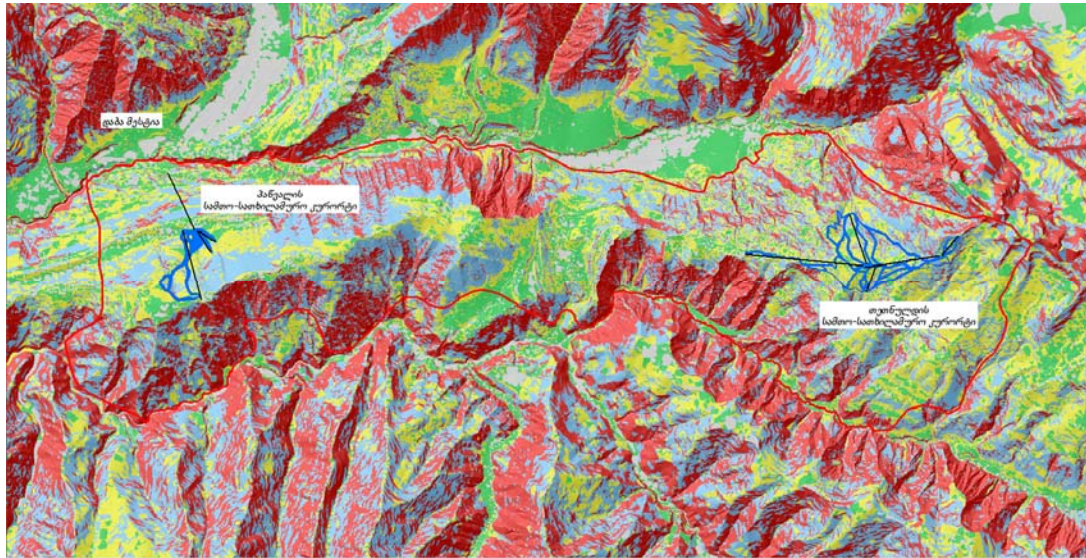
საკვლევი არეალის ზედაპირი საკმაოდ უსწორმასწოროა და განსაკუთრებით გამოირჩევა რთული ოროგრაფიული ელემენტებით. შესაბამისად ტერიტორიის სივრცითი ანალიზის საწარმოებლად ვიყენებთ მსხვილმასშტაბიან ტოპოგრაფიულ რუკებს, რომელიც გვაძლევს ყველა იმ მონაცემს, რათა განხორციელდეს ანალიზის შესაძლებლობა და მოვახდინოთ ვიზუალიზაცია რუკების სახით. ტერიტორიის ფერდობების დახრილობის, ფერდობის ექსპოზიციის, ზღვის დონიდან სიმაღლეთა გრადაციისა და მზის გამოსხივების ანალიზის მონაცემები მნიშვნელოვან როლს თამაშობს გამოსადეგი ტერიტორიების მონიშვნასა და კონცეფტუალური ალტერნატივების განხილვაში. ამ თვალსაზრისით ტოპოგრაფიული მონაცემების დამუშავება მოხდა გეოინფორმაციული სისტემების (გის) ტექნოლოგიების საშუალებით. ამ უკანასკნელმა კი უზრუნველყო შეგვექმნა საკვლევი ტერიტორიის ზედაპირის ციფრული მოდელები, რომლებიც საფუძვლად დაედო ტერიტორიის სივრცულ ანალიზსა და შეფასებას. აღნიშნულ მოდელებში იგულისხმება ადგილმდებარეობის ციფრული და მათემატიკური მოდელები. ადგილმდებარეობის ციფრული მოდელი (აცმ) წარმოადგენს სამგანზომილებიან (x, y, z) წერტილთა მასივს, რომელიც გათვალისწინებულია რელიეფის აპროქსიმაციისათვის, ადგილმდებარეობის მათემატიკური მოდელის (ამმ) საშუალებით მისი ბუნებრივი მახასიათებლებით, პირობებითა და ობიექტებით. აღსანიშნავია, რომ ერთიდაიმავე აცმ, საინჟინრო დანიშნულების მიხედვით, შეიძლება გამოყენებულ იქნეს რამოდენიმე სახის ამმ-სთვის. მათემატიკური მოდელების დამუშავება ხორციელდება სამთო-სათხილამურო კურორტის ინფრასტრუქტურისთვის შემუშავებული პარამეტრების გათვალისწინებით.

ბოლო წლებში, აცმ-ს და ამმ-ს ინტენსიურმა განვითარებამ და სრულყოფამ დიდად განაპირობა და შეცვალა საინჟინრო ობიექტების გეოდეზიური მიმოკვლევის და დაპროექტების ტექნოლოგია. მიმოკვლევით სფეროში შემდგომი პროგრესი შეუძლებელია საპროექტო

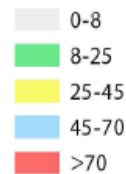
ოპტიმალურ გადაწყვეტათა და მათი გაანალიზება-შეფასების საქმეში ამ მეთოდების ფართოდ გამოყენების გარეშე.

ჩვენი კვლევის ფარგლებში სამთო-სათხილამურო ტერიტორიის შერჩევისა და შესაბამისი ინფრასტრუქტურის განვითარების მიზნით შევქმენით ყველა საჭირო ზედაპირის ციფრული მოდელი, რისთვისაც გამოვიყენეთ გეოინფორმაციულ სისტემების ტექნოლოგიები, ArcGIS-ის დამატებითი მოდულები: ArcGIS 3D Analyst - მონაცემთა სამგანზომილებიანი მოდელირება, ArcGIS Spatial Analyst - მონაცემთა სივრცითი ანალიზი. ეს ინსტრუმენტები, იყენებს ტოპოგრაფიულ მონაცემებს და შესაბამისი პარამეტრებითა და მეთოდებით ამუშავებს მათ. შევქმენით ადგილმდებარეობის ციფრული მოდელი. მათ შორის: 1. რელიეფის სასიმალო მოდელი - Digital Elevation Model-DEM, რომელიც არის ყველაზე ხშირად გამოყენებადი თანამედროვე ციფრულ ტექნოლოგიებში. წარმოადგენს მართკუთხა უჯრედების (ან პიქსელი) ერთობლიობას და ინახავს ზედაპირის მნიშვნელოვან მონაცემს: კოორდინატებს და ზღვის ზონიდან სიმაღლეს; 2. ჩრდილებიანი რელიეფი (Hillshade) - წარმოადგენს ტერიტორიის სამგანზომილებიან წარმოსახვას და მონაცემებს ითვლის მზის განათებაზე დაყრდნობით; და 3. არარეგულარული ტრიანგულაციური ქსელი ატქ (Triangulated Irregular Networks-TIN). აღნიშნული რელიეფის ციფრული მოდელები საფუძვლად დაედო საკვლევი ტერიტორიის ზედაპირის ადგილმდებარეობის მათემატიკურ მოდელირებას, რომლითაც განხორციელდა სივრცულ-ანალიტიკური გამოთვლები, როგორცაა ტერიტორიის სიმაღლეთა გრადაცია, ფერდობების დახრილობები სხვადასხვა პროცენტული მაჩვენებლებით (იხ. ნახაზი 2.), ფერდობების ექსპოზიცია (ასპექტი), მზის ნათება (რადიაცია). საბოლოოდ ჩამოვაცალიბეთ და ერთიანობაში მოვაქციეთ ყველა ზემოთხსენებული რელიეფის ციფრული მოდელები, პროცესები შესაბამისი თანამიმდევრობითა და პარამეტრებით და შევქმენით ტოპო-გეოდეზიური კვლევის ერთიანი მეთოდოლოგია, რაც საფუძვლად

დაედო სამთო-სათხილამურო კურორტის ტერიტორიისა და შესაბამისი ინფრასტრუქტურის, კერძოდ კი სასრიალო ტრასებისა და საბაგირო გზების, დაგეგმარებისთვის საჭირო ტერიტორიის სივრცითი ანალიზისა და შეფასების პროცესს.



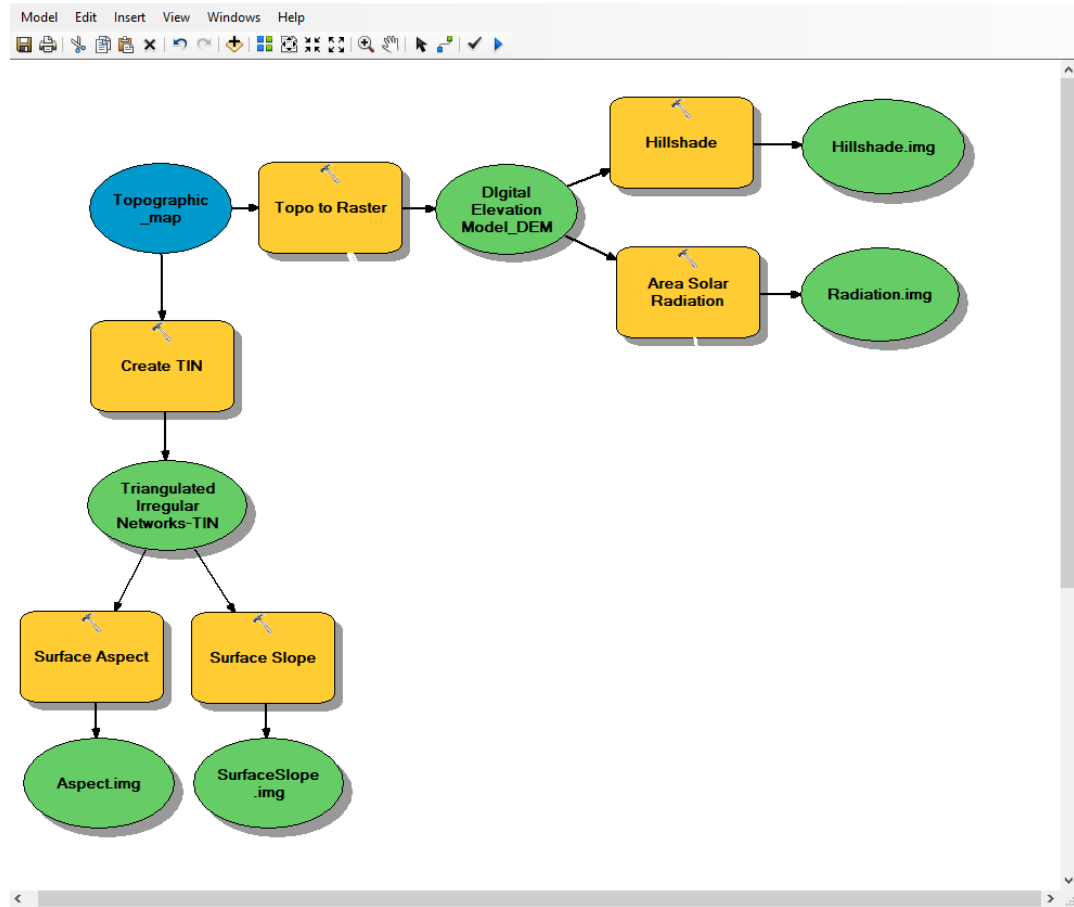
ფერდობების დახრილობა:



ნახ. 2. საკვლევი ტერიტორიის ფერდობების დახრილობა %-ში

ტოპო-გეოდეზიური მიმოკვლევის მეთოდოლოგიის ყველა სივრცითი მოდელების, პარამეტრების, ინსტრუმენტებისა და პროცესების გასაერთიანებლად გამოვიყენეთ გეოინფორმაციული სისტემების ინსტრუმენტი ModelBuilder-ი, რომელიც არის მათემატიკური მოდელი და ერთმანეთთან აკავშირებს სხვადასხვა პროცესებს, აყალიბებს მათ თანმიმდევრობას, როდესაც ერთი პროცესი წარმოადგენს მეორის საფუძველსა და აუცილებელ პირობას. ModelBuilder-ი ასევე შეიძლება ჩაითვალოს პროცესების მიმდინარეობის ვიზუალური გამოსახვა პროგრამულ ენაზე. (იხ. ნახაზი 3). მონაცემები როგორც დინამიური ობიექტი მუდამ ცვალებადია და შესაბამისად ამ მოდელის დახმარებით ეს ცვალებადობა ავტომატურად აისახება მონაცემებში და არსებული

სიტუაციის რეალურობის აღქმასა და ანალიზში. აღნიშნული მოდელი შესაძლებელია გამოყენებულ იქნას არა მარტო სამთო-სათხილამურო კურორტის სივრცითი ანალიზისთვის, არამედ სხვა ტერიტორიების ტოპოგეოდეზიური კვლევებისთვის ინფრასტრუქტურული ობიექტების შესაბამისი პარამეტრების გათვალისწინებით.



ნახ. 3: ტოპო-გეოდეზიური მიმოკვლევის მათემატიკური მოდელი

საქართველოს რთული მთაგორიანი რელიეფისა და ბუნებრივ-კლიმატური პირობების გამო, ახალი სამთო-სათხილამურო კურორტის დაგეგმარების დროს დიდი როლი ბუნებრივ-ლანდშაფტური რისკების გამოვლენას და მათთან ბრძოლის სტრატეგიას ენიჭება. სარისკო მოვლენებიდან ერთ-ერთ მნიშვნელოვან საკითხს წარმოადგენს ზვავები, რომელთა დეტალური შესწავლა განსაკუთრებით საყურადღებოა სამთო-სათხილამურო კურორტების დაგეგმარებისას. კვლევებით დადგინდა, რომ მესტიის

მუნიციპალიტეტში 100-ზე მეტი ზვავსაშიში კერა არის გამოვლენილი და შესაბამისად მაღალი რისკის ზონას წარმოადგენს.

საერთაშორისო გამოცდილება, კერძოდ კი ევროპული გამოცდილება ადასტურებს, რომ ბუნებრივი საფრთხეების შემარბილებელი ღონისძიებების ხარჯები პოტენციურად უფრო ნაკლებია, ვიდრე კურორტის ფუნქციონირების შეწყვეტით, ან ინფრასტრუქტურის ზიანითა თუ განადგურებით, ან თუნდაც ფატალური შედეგით დასრულებული შემთხვევებით გამოწვეული ეკონომიკური ზარალი. ამიტომაც ახალი სამთო-სათხილამურო კურორტის განვითარების შემთხვევაში უპირველესად უნდა მოხდეს არსებული ზვავსაშიში პრობლემების გამოვლენა, დეტალური შესწავლა და საჭირო ღონისძიებების გატარება.

ევროპული გამოცდილებით, ზვავებზე დაკვირვება მიმდინარეობს როგორც საველე ასევე კამერალური მონაცემებით. საველე დაკვირვებებსა და ხარისხობრივ ანალიზთან ერთად საჭიროა რაოდენობრივად განისაზღვროს პოტენციური ზვავის სიმაღლე და სიჩქარე, რათა შემუშავებული იქნას შემარბილებელი ღონისძიებები. ამგვარდ, საჭიროა რამოდენიმე სცენარი ამ ინფორმაციის მისაღებად. ამგვარი სცენარის შექმნა შესაძლებელია Ramms-ის კომპიუტერული პროგრამის საშუალებით (<http://ramms.slf.ch/ramms/>), რომელიც შემუშავდა ჩამოშვებული თოვლის ზვავების სიმულაციისათვის შვეიცარიის თოვლისა და ზვავების კვლევის ინსტიტუტის მიერ დავოსში. ეს მოდელი ფართოდ გამოიყენება შვეიცარიაში ზვავების საფრთხის შესასწავლად.

პროგრამის ბირთვს წარმოადგენს საშუალო სიღრმის ზვავების დინამიკის გათანაბრების ციფრული გადაწყვეტა. მოდელირებისას, ზვავის ნაკადის სიმაღლე და სიჩქარე გამოითვლება ტერიტორიის სამგანზომილებიანი ადგილმდებარეობის ციფრული მოდელების გამოყენებით. მოდელირებისას ასევე შესაძლებელია დამუშავებულ იქნას სიმულაციის ყველა შესაძლო ვარიანტი, მათ შორის ზვავის კერის უზნისთვის მნიშვნელოვანი მონაცემები (საშუალო დახრა, ჯამური მოცულობა), ნაკადის

თვისებები (ნაკადის მაქსიმალური სიჩქარე და სიმაღლე) და შეჩერების გვარობა. ამავე პროგრამაში ადგილმდებარეობის ციფრულ მოდელებზე შესაძლებელია გარკვეული მონაცემების გამოსახულებების ზედდება, რათა დაეხმაროს პირობების დაზუსტებაში და შესაძლო მოვლენების მოდელის კალიბრირებაში.

საერთაშორისო გამოცდილებამ კი გვაჩვენა, პრობლემისადმი ასეთი კომპლექსური მიდგომისა და ანალიზის მნიშვნელოვან მონაცემს წარმოადგენს ტოპო-გეოდეზიური კვლევის მონაცემები, კერძოდ კი რელიეფის ციფრული მოდელები, რომლებიც იქმნება გეოინფორმაციული სისტემების ტექნოლოგიებით.

თავი III. საინჟინრო გეოდეზიური ქსელების პროექტირება თანამედროვე გეოდეზიური ინსტრუმენტების გამოყენებით

სამთო-სათხილამურო კურორტის ტერიტორიის პირველადი სივრცითი ანალიზისთვის და სასრიალო ტერიტორიების დაზუსტებისთვის საჭიროა სხვადასხვა ფაქტორების გათვალისწინება. მდგრადი განვითარების პრინციპებიდან გამომდინარე ეს ფაქტორები მდგომარეობს შემდეგში: გამოყენებულ იქნას დედამიწის ზედაპირის ბუნებრივი დახრილობები, რათა ნაკლებად მოხდეს გარემოში ჩარევა, ტყის დაცვა გაკაფვისაგან, დაცული იქნას კულტურული მემკვიდრეობა, მისი აღქმითი ან ვიზუალური არეალები და კულტურული ლანდშაფტი მთლიანობაში. აღსანიშნავია, რომ განვითარება უნდა მოხდეს კომპლექსური საინჟინრო-გეოლოგიური და გეო-დინამიკური დაცვითი ინფრასტრუქტურული ღონისძიებების გათვალისწინებით. აქაც ძირითად მონაცემს წარმოადგენს ტოპოგრაფიული მონაცემები, რომელთა მიღებაც შესაძლებელი იქნება, გარკვეული საკვანძო ადგილების ტოპოგრაფიული აგემგვის ჩატარებით ანუ მსხვილმასშტაბიანი ტოპოგრაფიული რუკის შექმნით. მსგავსი მსხვილმასშტაბიანი აგემგვები ტერიტორიისა და ადგილმდებარეობის მიხედვით, სრულდება სხვადასხვა თანამედროვე გეოდეზიური ინსტრუმენტებითა და მოწყობილობებით: გლობალური ნავიგაციური (პოზიციონირების) სისტემა GPS,

ელექტრონული ტაქეომეტრი, ლაზერული სკანერები, უპილოტო საფრენი აპარატები (დრონი) და ა.შ.

სასრიალო ტრასა და საბაგირო გზა საინჟინრო ნაგებობაა, რომელთა ღერძი ჯერ პროექტირდება ტოპოგრაფიული რუკისა ან გეგმის გამოყენებით, შემდეგ კი ხდება მათი აშენება. ღერძის შერჩევსათვის საჭიროა მიმოკვლევითი სამუშაოების კომპლექსური ჩატარება. სასრიალო ტრასა რთული სივრცული ხაზია. მთაგორიან ადგილებში ტრასის მდებარეობა განისაზღვრება რელიეფით. თანამედროვე საერთაშორისო გამოცდილებით სასრიალო ტრასის შერჩევის და დაპროექტებისას ეყრდნობიან დედამიწის სამგანზომილებიან ციფრულ მოდელებს, ე.წ. ადგილმდებარეობის ციფრულ მოდელებს, რომლებიც საშუალებას იძლევა ადგილზე განვსაზღვროთ ნებისმიერი წერტილების სიმაღლე, დახრა, მიმართულება.

სასრიალო ტრასების დაგეგმვისას აუცილებლად გათვალისწინებული უნდა იქნას შემდეგი პარამეტრები: ფერდობის განივი და გრძივი დახრილობა. სასრიალო ტრასები კლასიფიცირდება საერთაშორისო სტანდარტების მიხედვით. სასრიალო ტრასის ღერძის დახრილობის პროცენტულ მაჩვენებელზეა დამოკიდებული ტრასის სირთულის კლასიფიკაცია და შესაბამისად მოსარგებლეთა პროფესიონალიზმის დონე, ასეთი დეტალური მონაცემების ავტომატიზირებულ გამოთვლისას ვიყენებთ ადგილმდებარეობის ციფრულ მოდელებს, კერძოდ კი გეოინფორმაციული სისტემების ტექნოლოგიებით შექმნილ არარეგულარულ ტრიანგულაციურ ქსელს ატქ (Triangulated Irregular Networks-TIN), რომლის ძირეულ მონაცემს წარმოადგენს მსხვილმასშტაბიანი ტოპოგრაფიული რუკა. არარეგულარული ტრიანგულაციური ქსელი იქმნება გეოინფორმაციულ სისტემების ArcGIS-ის დამატებითი მოდულით - ArcGIS 3D Analyst. ატქ საშუალებას იძლევა მოხდეს დედამიწის ზედაპირის სამგანზომილებიანი მოდელირება და შესაბამისი მოცულობების გამოთვლა. ატქ-ზე დაყრდნობით ხორციელდება სასრიალო ტრასის ღერძის დეტალური გამოთვლები, რაც მდგომარეობს

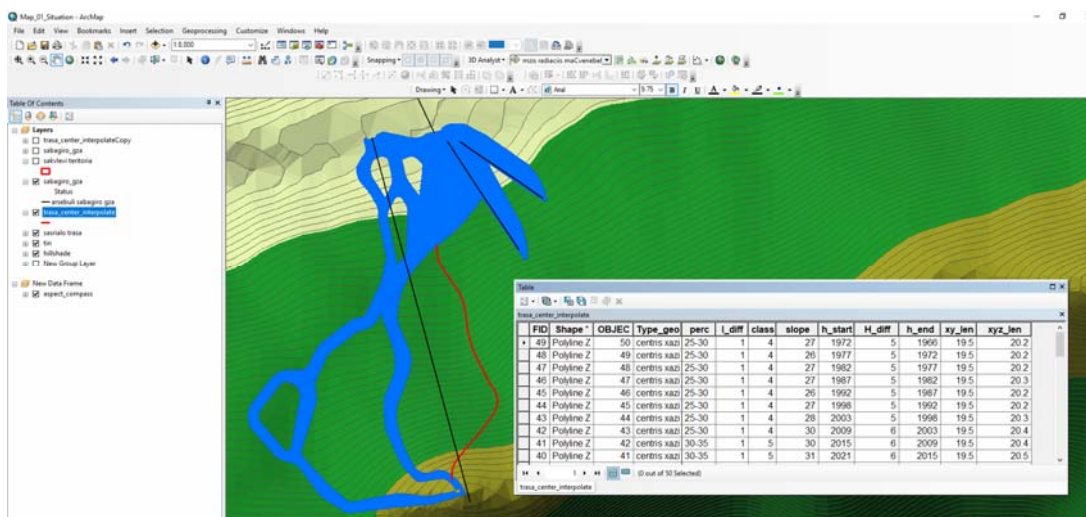
შემდგომში (იხ. ნახაზი 4): სასრიალო ტრასის ღერძის დაყოფა ხდება მონაკვეთებად, სრულდება თითოეული მონაკვეთის დეტალური დაანგარიშება ანუ საწყისი და ბოლო წერტილის კოორდინატების გამოთვლა (x,y,z), მონაკვეთების მანძილები და რაც მთავარია ავტომატურად ხდება მათ შორის საშუალო დახრილობის გამოანგარიშება პროცენტებში (როგორც სასრილო ტრასის საერთაშორისო სტანდარტი მოითხოვს იხ. ცხრილი 1.)

ცხრილი 1.

სასრიალო ტრასის სირთულე და მოსრიალეთა კლასიფიკაცია

ტრასის სირთულე	ზედაპირის მისაღები დახრილობა	პროფესიონალიზმის კლასიფიკაცია
მარტივი	8-25 %	დამწყები და ახალბედა
საშუალო	25-45%	საშუალო
რთული	45%-70%	კარგი და ექსპერტი

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ თანამედროვე გეოდეზიური საშუალებები უზრუნველყოფს სამთო-სახილამურო ტურისტული ინფრასტრუქტურისთვის საჭირო საველე სამუშაოების ოპერატიულად და ეკონომიურად წარმოებას, ხოლო გეოინფორმაციული სისტემების ტექნოლოგიები კი მიღებული მონაცემების დამუშავებას, მათემატიკურ გამოთვლების მოდელირებასა და ვიზუალიზაციას.



ნახ. 4: გის-ში სასრიალო ტრასის ღერძის კვლევის დეტალური მონაცემები

სამთო-სათხილამურო კურორტების მოწყობისას მაღალ მოთხოვნებს უყენებენ ინფორმაციის სისრულეს, უტყუარობას, სიზუსტეს, გადაწყვეტილებისა და შეფასების მეცნიერულ დასაბუთებულებას. ამ მოთხოვნათა რეალიზაცია შესაძლებელია ადეკვატური მოდელის მეშვეობით, ინფორმაციის მიღების და დამუშავების ეფექტური მეთოდებისა და მოწინავე ტექნოლოგიების გამოყენებით.

თეთნულდის სამთო-სათხილამურო კურორტის ასაშენებლად რთული რელიეფური პირობების მიუხედავად დაპროექტდა ერთიანი საყრდენი სამშენებლო გეოდეზიური ქსელი, რომლის მიზანი იყო უზრუნველყო ყველა ის სამშენებლო გეოდეზიური სამუშაოები, რომელიც დაკავშირებულია თეთნულდის სასრიალო ტრასებისა და მთის ინფრასტრუქტურის განვითარებისათვის, ინფრასტრუქტურული ობიექტების მშენებლობის სწორად წარმართვისთვის. ტერიტორიის გეოდეზიური თვალსაზრისით შესწავლის დროს, აღმოჩნდა რომ სახელმწიფო გეოდეზიური ქსელის ძველი პუნქტები ვერ იქნა მოძიებული. აქედან გამომდინარე მიზანშეწონილად იქნა ჩათვლილი შექმნილიყო ადგილობრივი ქსელი, წერტილების ადგილზე დამაგრებით, რომლებიც გამოყენებულ იქნა ნებისმიერი სამშენებლო სამუშაოების დროს გეოდეზიური ურუნველყოფისათვის.

ასევე აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, რომ გეოდეზიური ქსელის პროექტირებისას, საყრდენი წერტილების სავარაუდო არეალების გამოსავლენად საჭიროა გათვალისწინებული იქნას ყველა ის ინფრასტრუქტურული ობიექტი, რომეთებზეც ემსახურება კურორტის პროექტირებასა და მშენებლობას. კერძოდ, საბაგრო გზები და მათთან მომსახურე ყველა შენობა-ნაგებობა, სასრიალო ტრასები და მიწის სამუშაოების არეალები, საინჟინრო ქსელების ადგილები, მეწყერსაშიში ზონები, კერძო ნაკვეთები და ა.შ. გეოინფორმაციული სისტემა კი არის ის ინსტრუმენტი, რომელიც უზრუნველყოფს ყველა ზემოთხსენებული მონაცემის შეგროვებას, შენახვას, ანალიზსა და ვიზუალიზაციას რუკების სახით. რაც საშუალებას მოგვცემს იმ თავისუფალი არეალების მოძიებაში,

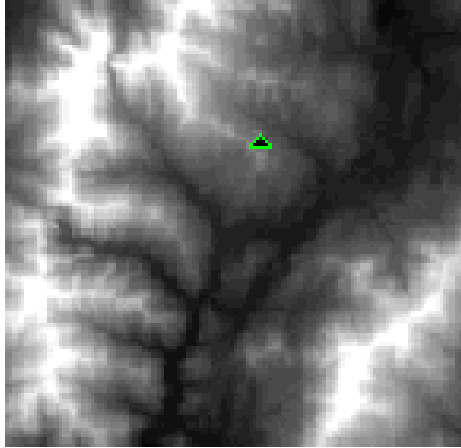
რომლებიც გამოსადეგი იქნება საყრდენი გეოდეზიური წერტილების დასამაგრებლად.

ნებისმიერი დანიშნულების საინჟინრო-გეოდეზიური ქსელი უნდა აიგოს რაციონალურად, სამუშაოების ოპტიმალურად წარმოების წესების დაცვით: უმაღლესი სიზუსტის მიღწევა ფინანსური სახსრების მინიმალური დანახარჯებითა და დროის ოპტიმიზაციით.

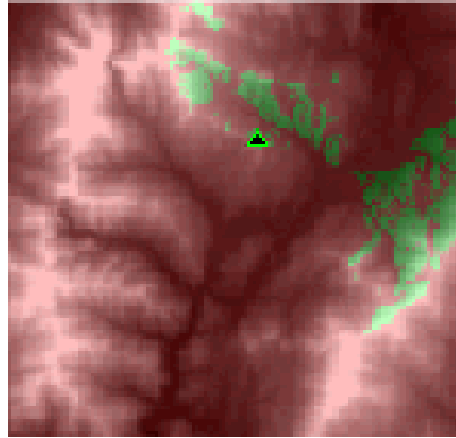
საინჟინრო გეოდეზიური ქსელის პუნქტების პროექტირების ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ეტაპს წარმოადგენს მხედველობის დადგენა, როგორც კვლევებმა გვიჩვენა ხშირ შემთხვევაში სავსე სამუშაოების დროს ხდება ვიზუალური დათვალიერება, ხოლო პროექტის შედგენისას იგება პროფილები საყრდენ წერტილებს შორის მხედველობის დასადგენად. რაც თვის მხრივ დროისა და ადამიანური რესურსის მეტ დანახარჯს მოითხოვს. სწორედ რომ დროის ოპტიმიზაციისა და დანახარჯების მინიმალიზაციისთვის სასურველია გამოვიყენოთ გეოინფორმაციულ სისტემების ტექნოლოგია - „ArcGIS 3D Analyst“ „ViewShed“ ინსტრუმენტი. უფრო კონკრეტულად კი, ინსტრუმენტი გამოავლენს საკვლევი ტერიტორიიდან იმ არეალებს, რომელთა დანახვა შესაძლებელია გარკვეული დგომის წერტილიდან. ქვემოთ მითითებულ მარცხენა სურათზე მწვანე არის დგომის წერტილი, საიდანაც უნდა მოხდეს დაკვირვება და მარჯვენა სურათზე კი უკვე ინსტრუმენტის გამოყენებით მივიღეთ ის მწვანე არეალები, რომლებიც ჩანს საჭირო წერტილიდან (იხ. ნახაზები 5 და 6).

„ArcGIS 3D Analyst“-ის „Viewshed“ ინსტრუმენტი მონაცემების დასამუშავებლად იყენებს დედამიწის რელიეფის ციფრულ მოდელებს, კერძოდ: 1. DEM- Digital Elevation Model - დედამიწის სასიმალო მოდელსა, რომელიც ინახავ ზღვის დონიდან სიმაღლესს და კოორდინატებს და DSM - Digital Surface Model - დედამიწის ზედაპირის მოდელს, რომლის შესაქმნელად ვიყენებთ LIDAR (Light Detection and Ranging) სკანირების სისტემით მიღებულ მონაცემებს, რაც გულისხმობს ზედაპირზე არსებული ყველა ობიექტის (შენობა, ხე, ბუჩქი, ელექტროსადენები და სხვა) სიმაღლის

განზომილებას. აქედან გამომდინარე, მხედველობის არეალების დადგენისას გათვალისწინებული იქნება წერტილებს შორის არსებული ყველა შესაძლო წინააღმდეგობა.



ნახ. 5: დგომის წერტილი

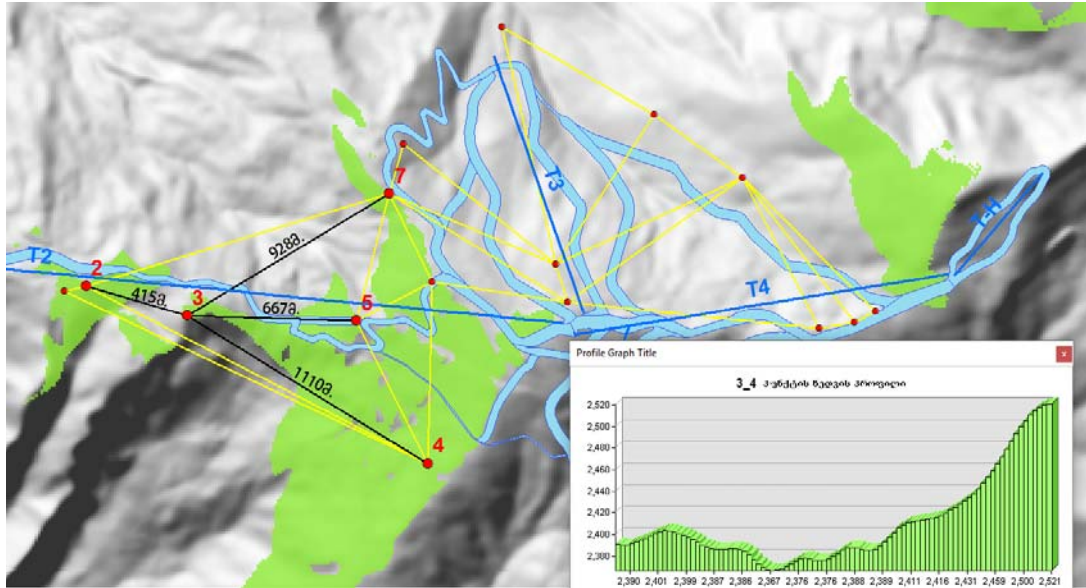


ნახ. 6: „ViewShed“ ინსტრუმენტის ანალიზის შედეგი

შესაბამისად "ViewShed" ანალიზის ინსტრუმენტის ეს მეთოდი გამოვიყენეთ გეოდეზიური საყრდენი პუნქტების მხედველობის შესამოწმებლად, რომელთა მოწყობაც გათვალისწინებულია გეოდეზიური ქსელის შექმნისას. მაგალითად, როგორც თეთნულდის გეოდეზიური ქსელის დაპროექტებისას მითითებული იყო, რომ N3 პუნქტიდან მხედველობა არის N2, N4, N5-სა და N7 გეოდეზიური პუნქტებზე. რაც გადავამოწმეთ გის-ის "ViewShed" ანალიზის ინსტრუმენტის საშუალებით და შედეგად მივიღეთ შემდეგი გამოსახულება, სადაც მესამე წერტილიდან ხილვადი არეალები შეღებილია მწვანე ლაქებად. ასევე ავაგეთ პუნქტებს შორის შესაბამისი პროფილი და გამოვთვალეთ ხაზის სიგრძეები (იხ. ნახაზი 7).

აქედან გამომდინარე აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, რომ გეოდეზიური პუნქტების და მათი მხედველობის შერჩევისას შესაძლებელია გამოყენებულ იქნას ეს ტექნოლოგია, რითაც შეგვიძლია სიტუაციის გაანალიზება და ნებისმიერი სახის ცვლილების შეტანა, რაც კიდევ უფრო ზრდის შესრულებული სამუშაოს სწრაფ დინამიკას და აადვილებს სამუშაო

პროცესს. ეს კი თავის მხრივ ამარტივებს გეოდეზიური ქსელის პროექტირების სამუშაოებს.



ნახ. 7: N3 პუნქტიდან მხვედველობა დამუშავებული „ViewShed“ ანალიზის ინსტრუმენტი

დასკვნა

სადისერტაციო ნაშრომში განხილული საკითხებისა და განხორციელებული კვლევების საფუძველზე შესაძლებელია გაკეთდეს შემდეგი დასკვნები:

1. ჩატარებულმა კვლევებმა გამოავლინა, რომ წარმატებული სამთო-სათხილამურო კურორტი ითხოვს ყველაზე ეფექტურ და მოსახერხებელ საბაგრო გზებსა და სასრიალო ტრასებს, მრავალფეროვანი და კარგად დაბალანსირებული რელიეფის ზედაპირით.
2. სამთო-სათხილამურო კურორტის განვითარებისთვის უპირველესად განხორციელდა ტერიტორიის სივრცითი ანალიზის წარმოება, რაც გულისხმობს მრავალი მონაცემის შესწავლასა და მათ ტექნიკურ შეფასებას, კერძოდ ფიზიკურ-გეოგრაფიული მახასიათებლების, კლიმატური პირობების, გეოლოგიის, ტოპოგრაფიული მონაცემების, ბუნებრივი რისკების გამოვლენისა და სხვა მახასიათებლების კვლევას, ანალიზსა და შესაბამისად რუკაზე ასახვას, რომლებიც გავლენას ახდენენ პოტენციური სამთო-სათხილამურო არეალის რეალურობასა და ხარისხზე და შესაბამისად ტერიტორიის განვითარებაზე.
3. სამთო-სათხილამურო კურორტის შეფასების პროცესი გულისხმობს ტერიტორიის ტექნიკურ შესწავლას აეროკოსმოსური სურათებისა და ტოპოგრაფიული რუკების გამოყენებით, ადგილზე საველე სამუშაოების ჩატარებით. კვლევისას მნიშვნელოვნად გამოიკვეთა შემდეგი მონაცემები: დეტალური ტოპოგრაფიული მონაცემები, სიმაღლეთა ცვალებადობა ზღვის დონიდან, ფერდობების ექსპოზიცია, ფერდობების დახრა და მზის ნათების ხანგრძლივობა, რაც

გულისხმობს საკვლევი ტერიტორიის რელიეფის ციფრული მოდელების შექმნასა და შესაბამისად სივრცით ანალიზს.

4. ტერიტორიის ტოპოგრაფიულ-გეოდეზიური კვლევისთვის საჭირო სივრცითი მონაცემებისა და რელიეფის ციფრული მოდელების შექმნა და ერთიანობაში მოქცევა განხორციელდა გეოინფორმაციული ტექნოლოგიებით, რომელიც თანამედროვეობაში ერთ-ერთ წამყვან ტექნოლოგიას წარმოადგენს და უზრუნველყოფს პრობლემების ეფექტურ გამოვლენასა და შესაძლო გადაწყვეტილებების მიღებას.
5. ტოპო-გეოდეზიური კვლევებითა და გეოინფორმაციული სისტემების ინსტრუმენტების ერთობლიობით შევქმენით ერთიანი მეთოდოლოგია და მათემატიკური მოდელი, რომელიც საფუძვლად დაედო მთიან რეგიონებში ტერიტორიულ-სივრცითი კვლევისა და ანალიზის პროცესს, და გამოვლენილი იქნა პოტენციური სამთო-სათხილამურო ტერიტორია და რეკომენდაცია მიეცა შესაბამისი ტურისტული ინფრასტრუქტურის განვითარებას.
6. სასრიალო ტრასის ღერძის გეგმარებისთვის შევქმენით რელიეფის ციფრული მოდელი, რის საფუძველზე დავითვალეთ სასრიალო ტრასის ღერძის სიმაღლე, დახრილობა და დავადგინეთ ტრასის კატეგორია, რაც სამთო-სათხილამურო კურორტის ერთ-ერთი წამყვანი პარამეტრია და მის მრავალფეროვნებაზე დამოკიდებულია კურორტის ეფექტიანობა და ეკონომიკური გათვლა.
7. საინჟინრო გეოდეზიური ქსელის წერტილებს შორის მხედველობის დადგენის მიზნით მოხდა ვიზუალური დაკვირვება, რელიეფის ციფრული მოდელის აგება და გეოინფორმაციული სისტემების ტექნოლოგიების გამოყენებით

გამოვლინდა საკვლევ ტერიტორიის ხილვადობის ზონები, რაც დაგვეხმარა საყრდენი წერტილების ადგილების შერჩევაში, ყველა შესაძლო წინაღობის გთვალისწინებით.

8. სამთო-სათხილამურო კურორტის და შესაბამისი ტურისტული ინფრასტრუქტურის სრულფასოვანი ფუნქციონირებისთვის არსებითი მნიშვნელობა აქვს ბუნებრივი რისკ-ფაქტორების, კერძოდ ზვავსაშიშროების წინააღმდეგ ბრძოლას, რაც მდგომარეობს მრავალმხრივი და ადაპტირებული გადაჭრის გზების მოძიებასა და შესაბამის მეთოდებისა და ტექნოლოგიების გამოყენებას. კვლევებით დადგინდა, რომ ზვავების დეტალური შესწავლისა და საჭირო ღონისძიებების გატარება შესაძლებელია სიმულაციური მოდელით, რომელიც რელიეფის ციფრული მოდელების გამოყენებით ითვლის ზვავის სისწრაფეს, სიმაღლეს, წნევას, რათა საბოლოოდ მიღებული მახასიათებლებით მარტივად მოხდეს საფრთხის სცენარის მოდიფიცირება და დაიგეგმოს შესაბამისი პრევენციული ღონისძიებები.

აპრობაცია

სადისერტაციო ნაშრომის ძირითადი საკითხები მოხსენების სახით გაშუქდა საერთაშორისო და ეროვნულ სამეცნიერო-პრაქტიკულ კონფერენციებზე, კოლოქვიუმებსა და თემატურ სემინარებზე.

პუბლიკაციები:

1. ხოხიაშვილი ე. გეოინფორმაციული ტექნოლოგიების განვითარება და შესაძლებლობათა გაძლიერება კულტურული მემკვიდრეობის დაცვისა და ტურიზმის დარგებში. ERASMUS+ პროგრამით დაფინანსებული პროექტი HERITAG-ის საერთაშორისო კონფერენცია, უმაღლესი განათლების ინტერდისციპლინარული რეფორმა ტურიზმის მართვისა და გამოყენებითი გეოინფორმატიკის სასწავლო პროგრამებში. თბილისი, სტუ, 2019, <https://gtu.ge/News/12002/> უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული - 20.04.2020.
2. ხოხიაშვილი ე. სამთო-სათხილამურო საკურორტო ტერიტორიის სივრცითი ანალიზისთვის ტოპოგრაფიულ-გეოდეზიური მიმოკვლევა გეოინფორმაციულ სისტემებზე დაყრდნობით. სამეცნიერო-ტექნიკური რეფერირებადი ჟურნალი „ენერგია“, 4(92), თბილისი, 2019, გვ.9-15.
3. ხოხიაშვილი ე. ტყის რესურსების მართვა თანამედროვე გეოინფორმაციული ტექნოლოგიების გამოყენებით. სამეცნიერო-ტექნიკური რეფერირებადი ჟურნალი „ენერგია“, 4(92). თბილისი, 2019, გვ.27-32.
4. ხოხიაშვილი ე., მათიაშვილი ნ. სამთო-სათხილამურო კურორტის უსაფრთხოების თანამედროვე ტენდენციები. „სამთო ჟურნალი“. 2(41), თბილისი, 2018, გვ.90-93.
5. ხოხიაშვილი ე. საინჟინრო გეოდეზიური ქსელების მნიშვნელობა სამთო-სათხილამურო კურორტის მშენებლობაში. სამეცნიერო ჟურნალი „ინტელექტუალი“, N39, 2020, გვ. 140-145.

Abstract

Geodesic survey of tourist infrastructure in mountain regions using geoinformation systems (case of Mestia Municipality)

The dissertation work is dedicated to the geodesic survey of tourist infrastructure in mountain regions using geoinformation systems and the development of related fundamental theory, methods and mathematical models.

The dissertation work consists of Introduction, Literature Review, and three Chapters with sub-chapters and Conclusion.

The Introduction of the work argues the relevance of the issue, defines the purpose and objectives of the research, indicates the scope of the research, describes the theoretical and methodological basis of the research, the scientific novelty and practical significance of the work, and specifies the possible areas of use.

The Literature Review provides an overview of the basic literature that helps to build the theoretical and methodological foundations for this dissertation. We present Georgian and foreign literature that deals with and discusses the goals and objectives of the dissertation, alternative methods and ways of solving them.

At the beginning of the dissertation, we discussed the tourism potential in the mountainous regions of Georgia and modern aspects of its development, for which we used data from various relevant industry structures and statistical materials.

The importance of tourism development in the country's economic prosperity is analyzed in detail here. Tourism in the present economy, the most rapidly developing fields. The development of its industry can contribute to promoting peace in the country, increasing income, diversifying and developing the economy, protecting the environment and cultural heritage, and thus contributing significantly to the socio-economic well-being of the population. It also discusses tourism statistics needed to develop marketing strategies, strengthen relationships between institutions, evaluate the effectiveness and efficiency of governance decisions, and measure the role of tourism in the economy.

Also we discussed in detail the tourism development potential of Georgia and its prospects, especially in the mountainous regions, specifically in particular the example of Mestia municipality.

Part of the dissertation is devoted to discussing and understanding the development of mountain tourism based on international experience. Accordingly, the basic principles and parameters adopted will be adjusted to the Georgian reality, which will contribute to the establishment of a high-level ski resort in Georgia.

The next stage of the dissertation research is devoted entirely to the development of geodesic works in the development of mountain-ski resorts and relevant infrastructure using geoinformation systems.

First of all, we discussed the principles for identifying a possible skiing area in Mestia municipality and developing appropriate infrastructure. This chapter clearly

states that today the development of the country is centered on such important issues as the diversity of historical and cultural areas and their potential that can be demonstrated through modern engineering infrastructure and information technologies based on the principles of sustainable development. Mestia has all the opportunity to overcome the isolation, it is possible to identify the potential, to take her place in the country's economic growth and become one of the sample side.

Here in the same chapter, the main purpose of the dissertation "Promoting Tourism Development in Georgia Using Modern Geodesic Tools and Geoinformatics Technologies" is clearly analyzed. These sections provide an overview of the digital models and mathematical models, which led to extensive development and advances that have greatly changed the technology of geodesy surveying and designing of engineering facilities. Optimal solutions in the field of design research and analysis cannot be evaluated without the use of these models and methods. That is why we use geo-information systems to build above-mentioned models, which are used successfully in almost every field of human activity in many countries around the world and are designed to collect, store, analyze and graphically visualize spatial data and related information.

In the dissertation we actively discusses and analyzed the design of engineering-geodesic networks and the use of modern geodesic tools in the development of mountain-ski resorts by using geoinformation systems technologies.

Also, here we discussed in detail GPS (Global Positioning System) as one of the most reliable tools for collecting geographic data, which is designed to perform various precision measurements and obtain data. Which is the basis for the creation of detailed topographic data. This is a platform for developing the mathematical model needed for the axis of the ski way using geo-information systems technologies.

Also, we describe the importance of the engineering-geodesic network in the development of a ski resort, stating that any purpose engineering-geodesic network should be rational, in accordance with the rules of optimal work performance, ie, cost minimization and time optimization should be achieved. To achieve the above, we use methods and models developed by geo-information systems technologies, which is proof that the production of geodesic activities with the use of geoinformation system technologies ensures the accuracy of works, with minimal cost and time savings.

The Conclusive Part of presents the results and novelties of the main goals and objectives of the dissertation.