

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

მიხეილ კეჭაყმაძე

საგზაო სამოსის კონსტრუქციების დამუშავება საქართველოს
ტერიტორიის ვერტიკალური დარაიონების გათვალისწინებით

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად
წარდგენილი დისერტაციის

ა ვ ტ ო რ ე ფ ე რ ა ტ ი

სადოქტორო პროგრამა: საგზაო ინფრასტრუქტურა და მიწისქვეშა
ხელოვნური ნაგებობები

შიფრი: 0406

თბილისი

2017 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
სამშენებლო ფაკულტეტი
საგზაო დეპარტამენტი

ხელმძღვანელი: პროფესორი პეტრე ნადირაშვილი

რეცენზენტები: 1. პროფესორი თამაზ ხმელიძე
2. პროფესორი ზურაბ ლებანიძე

დაცვა შედგება 2017 წლის 3 ივლისს, 14⁰⁰საათზე,
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის
სადისერტაციო საბჭოს კოლეგიის სხდომაზე
კორპუსი I, ბიბლიოთეკა (508)
მისამართი: 0175, თბილისი, კოსტავას 68.

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

სადისერტაციო საბჭოს მდივანი

შესავალი

გეოპოლიტიკური თვალსაზრისით საქართველოს მეტად ხელსაყრელი გეოგრაფიული მდებარეობა აქვს, რაც თავის მხრივ შესაძლებლობას აძლევს მას სწრაფად განავითაროს ეკონომიკა და მჭიდროდ ჩაერთოს საერთაშორისო პოლიტიკურ-ეკონომიკურ პროცესებში. ის თავისი გეოპოლიტიკური მდებარეობით წარმოადგენს ხიდს დასავლეთსა და ცენტრალური აზიის ქვეყნებს შორის. ასეთი მდებარეობა დიდ პასუხისმგებლობას ანიჭებს მას დაიკავოს მნიშვნელოვანი ადგილი მსოფლიო ცივილიზაციის პროცესში. ამ თვალსაზრისით გადაიდგა კიდევ გარკვეული პოზიტიური ნაბიჯები. ამის დასტურია თუნდაც ის რომ განხორციელდა “ევროპა-კავკასია-აზიის დერეფნის პროგრამა”, ასევე საფუძველი ჩაეყარა ტრანსკავკასიური ნავთობსადენის “ბაქო-თბილისი-ჯეიჰანისა” და “ბაქო-თბილისი-არზრუმის” გაზსადენის ამოქმედებას.

დასახული მიზნის მისაღწევად უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება ქვეყნის ინფრასტრუქტურის განვითარებას. სადაც გადამწყვეტ როლს თამაშობს საგზაო ინფრასტრუქტურა, მითუმეტეს, რომ საქართველო მთავორიანი ქვეყანაა, ბევრია მიუდგომელი ადგილები, რომელთა მომსახურება შეიძლება მხოლოდ საავტომობილო ტრანსპორტის მეშვეობით.

პარალელურად გასათვალისწინებელია 1998 წელს ბაქოში დადებული საერთაშორისო ხელშეკრულება ევროპა-კავკასია-აზიის სატრანსპორტო დერეფნის შექმნის თაობაზე, რომელიც დასავლეთ ევროპასა და აღმოსავლეთ აზიას დააკავშირებს კავკასიისა და შუა აზიის გავლით. ამ დერეფანს შემოკლებით „ტრასეკას“ უწოდებენ. მას აგრეთვე იხსენებენ, როგორც ახალი „აბრეშუმის გზა“.

ამდენად ქვეყნის ხელმძღვანელობა ბოლო წლებში დიდ ყურადღებას უთმობს საავტომობილო გზების ქსელის განვითარებას და მის მოყვანას საერთაშორისო მოთხოვნების დონემდე.

აღსანიშნავია, რომ დღეს საქართველოში ფუნქციონირებს საერთო დანიშნულების საავტომობილო გზა სიგრძით 19531 კმ. აქედან 1603 კმ საერთაშორისო მნიშვნელობისაა, 5298 კმ შიდასახელმწიფოებრივი მნიშვნელობის, ხოლო 12630 ადგილობრივი მნიშვნელობის. სატრანზიტო ფუნქციის შესრულებისთვის აუცილებელია სატრასპორტო სფეროს ინტეგრაცია მსოფლიო სატრასპორტო ინფრასტრუქტურაში. საავტომობილო დარგი კი ერთ-ერთი ძირითადი სფეროა.

ნაშრომის აქტუალობა:

თანამედროვე საავტომობილო გზების სატრანსპორტო და საექსპლუატაციო მდგომარეობის ძირითად განმსაზღვრელ ფაქტორს წარმოადგენს საგზაო სამოსის ხარისხი. იგი არსებით ზეგავლენას ახდენს ისეთ მახასიათებლებზე, როგორცაა: მოძრაობის სიჩქარე, უსაფრთხოება, ეკოლოგიური მდგომარეობა და სხვა.

საქართველოში ბოლო ათწლეულების განმავლობაში მნიშვნელოვნად გაიზარდა საავტომობილო გადაზიდვების მოცულობა, რის შედეგადაც დაპროექტებული და აშენებული იქნა მრავალი ასეული კოლომეტრი ახალი გზა. უმეტესი მათგანი უკვე ათ წლეულზე მეტია ექსპლუატაციაშია და ფაქტიურად ამოწურეს თავიანთი ხანგამძლეობის ვადა. შესაბამისად სულ უფრო დიდი ძალისხმევაა საჭიროა მათი სატრანსპორტო-საექსპლუატაციო მაჩვენებლების საპროექტო დონემდე შესანარჩუნებლად. გარდა ამისა, განუხრელად იზრდება სატრანსპორტო საშუალებების ტვირთამწეობა. მოძრაობის ინტენსიობის ზრდა, მომატებული ღერძული დატვირთვები და ხანგრძლივი ექსპლუატაცია - ეს ყველაფერი იწვევს გზების საერთო მდგომარეობის გაუარესებას.

ჩვენი ქვეყნის საავტომობილო გზების ქსელზე დაკვირვებებმა გვიჩვენა, რომ კაპიტალური ტიპის სამოსის მქონე გზების მრავალი მონაკვეთი, რომლებიც სრულად აკმაყოფილებენ მოქმედ ნორმატიული დოკუმენტების

მოთხოვნებს სავსებით ნორმალურად განიცდიან ექსპლუატაციას და აკმაყოფილებს მოთხოვნილ სამსახურის ვადას. ამასთან უნდა აღინიშნოს, რომ ამ საფარების და საფუძვლის ფენების მნიშვნელოვანი ნაწილი დროზე ადრე გამოდის მწყობრიდან. აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ ერთი და იგივე სისქის მქონე კონსტრუქციული ფენებით დაგებულ საგზაო სამოსებს სხვადასხვა კლიმატური პირობების დროს შეუძლია აჩვენოს სხვადასხვა სამსახურის ვადა. აღნიშნული კონსტრუქციების მუშაობის ხანგამძლეობაზე აგრეთვე მნიშვნელოვან ზეგავლენას ახდენს ადგილმდებარეობის ტიპი.

საქართველოში დღესაც სახელმძღვანელოდ მიღებულია ყოფილი სსრკ-ს დროს დამუშავებული ტექნიკური დოკუმენტაცია, (BCH 46-83 არახისტი საგზაო სამოსის კონსტრუქციების პროექტირების ინსტრუქცია და СНиП 2.05.02-85 საავტომობილო გზები პროექტირებაზე) რომლებშიც საკმარისად არ არის გათვალისწინებული მთიანი რელიეფისა და ცხელი კლიმატის სპეციფიკური პირობების ზეგავლენა, უფრო მეტიც, ამ დოკუმენტაციებში მოცემული კლიმატური დარაიონების ნომენკლატურის ხუთი სახეობის მიხედვით საქართველოს მთელი ტერიტორია მიკუთვნებულია მხოლოდ მე-4-ე ზონას, რაც თავის მხრივ არ შეესაბამება რეალურ გარემოებას, რადგანაც ჩვენი ქვეყნის თითქმის 70 % მთაგორიანია და გამოირჩევა რელიეფური და კლიმატური პირობების თავისებურებებით.

განსხვავებულად მუშაობს გზა იმის მიხედვითაც თუ ქედის რომელ ფერდზე გადის იგი, ჩრდილოეთის თუ სამხრეთის ფერდზე. გარდა ამისა უნდა აღინიშნოს, რომ საქართველოს თითქმის ყველა კუთხე მდიდარია ქვის მასალებით, მთის მდინარეები გამოირჩევა ინერტული მასალების მონატანების დიდი მარაგით, რომლებიც შესანიშნავ საგზაო სამშენებლო მასალას წარმოადგენს არა მარტო საფუძვლის ქვედა ფენების მოსაწყობად არამედ გადამუშავების შედეგად იგი წარმატებით შეიძლება გამოვიყენოთ როგორც საფუძვლის ზედა ფენად ისე ასფალტობეტონის ნარეგების მოსამზადებლად.

ყოველივე ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე წარმოდგენილი სადისერტაციო ნაშრომი ეძღვნება არსებული ნორმატიულ-ტექნიკური დოკუმენტაციის კრიტიკული გადასინჯვის საკითხის დაყენებას და საგზაო სამოსების კონსტრუქციული ფენების (საფარი და საფუძვლი) ექსპლუატაციის პირობების ანალიზის საფუძველზე საქართველოს ტერიტორიის ვერტიკალური ზონალობის მიხედვით დაყოფის საკითხებს.

უპირველეს ყოვლისა ნაშრომი მიზნად ისახავს საქართველოს მრავალფეროვანი რელიეფური და კლიმატური რეგიონის ინდივიდუალურ ზონებად დაყოფას და სათანადო თანრიგის მინიჭებას, სადაც ასახული იქნება ამა თუ იმ ტერიტორიისათვის დამახასიათებელი ბუნებრივი ფაქტორები. ყოველივე ეს საშუალებას მოგვცემს დავამუშაოთ საგზაო სამოსის კონსტრუქციების ახალი ტიპები, რომლებიც ორგანულად იქნება მისადაგებული საქართველოს ტერიტორიის დარაიონებას, ვერტიკალური ზონალობის მიხედვით, სადაც მაქსიმალურად იქნება გამოყენებული ადგილობრივი საგზაო სამშენებლო მასალები, აგრეთვე მრეწველობის ნარჩენები. მაღალი ხარისხის ქვის მასალების ხარჯზე (რომლითაც საკმაოდ მდიდარია საქართველო) მიღწეული იქნება ორგანული და მინერალური შემკვრელებით დამუშავებული ფენების სისქეების შემცირება ან ზოგიერთი ფენის საერთოდ ამოღება, რაც საშუალებას მოგვცემს მივაღწიოთ შემკვრელი მასალების (ბიტუმი, ემულსია, მასტიკა, ცემენტი და ა.შ.) მნიშვნელოვან ეკონომიას.

აგრეთვე აუცილებელია დადგენილი კლიმატური ზონებისათვის შეირჩეს ბიტუმის მარკა საანგარიშო ტემპერატურების გათვალისწინებით და დამუშავდეს საგზაო სამოსის კონსტრუქციები უპირატესად ადგილობრივი ქვის მასალების გამოყენების საფუძველზე, შედგენილი იქნას საგზაო სამოსების ტიპური კონსტრუქციების ალბომის დასამუშავებლად სათანადო

მონაცემთა ბაზა, თითოეულ კლიმატურ ზონაში დამუშავებული კონსტრუქციების ასახვით.

კვლევის ობიექტი:

- საგზაო სამოსის კონსტრუქციების დამუშავება საქართველოს ტერიტორიის ვერტიკალური დარაიონების გათვალისწინებით.

ეკონომიურ ეფექტს განაპირობებს:

- ბიტუმის დამზოგავი ტექნოლოგიების დამუშავებას და ადგილობრივი საგზაო საამშენებლო მასალების (ქვის მასალების, მრეწველობის ნარჩენების, ბიტუმინიზირებული ქანების და სხვა) მაქსიმალურად გამოყენება.

- საგზაო სამოსის საფუძვლის ფენებში მაღალი ხარისხის ქვის მასალების გამოყენების ხარჯზე, საფუძვლის ფენების სისქეების გაზრდა და შესაბამისად ორგანული შემკვრელებით დამუშავებული ფენების სისქეების შემცირება სამოსის მზიდუნარიანობის შენარჩუნების პირობებში, რითაც მიღწეული იქნება ძვირადღირებული და ჩვენი ქვეყნისთვის დეფიციტური ორგანული შემკვრელების მნიშვნელოვნად შემცირება და მიღებული იქნება სათანადო ეკონომიური ეფექტი.

- საგზაო სამოსების რეალური სამსახურის და რემონტაშორისი ვადების დადგენა რაც საშუალებას მოგვცემს დავზოგოთ დეფიციტური შემკვრელი მასალა და მივაღწიოთ ეკონომიურ ეფექტს, როგორც სამოსის მოწყობის საწყის ეტაპზე, ასევე მის საექსპლუატაციო პერიოდში.

ეკოლოგიურ ეფექტს განაპირობებს შემდეგი ფაქტორები:

- ნავთობპროდუქტები ეკოლოგიურად საკმაოდ მავნეა და მისი მოხმარების შემცირება, დადებითად იმოქმედებს ეკოლოგიური პირობების გაჯანსაღებაზე, ხოლო ინერტული მასალების მოპოვება თავის მხრივ ზიანს აყენებს ლანდშაფტს და ცვლის ცხოველების მიგრაციის პროცესს და ისტორიულად ჩამოყალიბებულ საცხოვრებელ არეალს.

- გარდა ამისა, ხდება წარმოების პროცესებისათვის განკუთვნილი ნავთობპროდუქტების და ენერჯო რესურსების მნიშვნელოვანი დანაზოგი, სათანადოდ შემცირდება გამონახოლქვის ოდენობა ჰაერში.

- საფუძვლის ფენებში სამრეწველო ნარჩენების გამოყენებით, ვათავისუფლებთ ბუნებას უკონტროლოდ დასაწყობებული მრეწველობის ნარჩენებისაგან, რომელსაც ვაკისრებთ მეტად მნიშვნელოვან როლს საგზაო სამოსის საფუძვლის მდგრადობის ასამაღლებლად.

- მეორეს მხრივ ამით ვზოგავთ გამოსაყენებელ ინერტული მასალის რაოდენობას, რომლის მოპოვება-დამუშავება გარკვეულ გავლენას ახდენს ეკოლოგიურ პირობებზე.

დისერტაციის მიზანი:

- საქართველოს რესპუბლიკის ტერიტორიის დაყოფა სათანადო ვერტიკალური კლიმატური დარაიონების ზონებად და მათი თავისებურებების შესწავლა.

- ვერტიკალურ ზონებში გავრცელებული გეოლოგიური ქანების დაჯგუფება.

- ვერტიკალური ზონების გათვალისწინებით ბიტუმის მარკების შერჩევა.

- საქართველოს ტერიტორიის ვერტიკალური დარაიონების გათვალისწინებით თითოეულ ზონაში საგზაო სამოსების მუშაობის რეალური პირობების დადგენა და გათვალისწინება პროექტირების პროცესში.

- თეორიული და ლაბორატორიული კვლევების საფუძველზე ორგანული და მინერალური შემკვრელებით დამუშავებული სამოსის კონსტრუქციული ფენების ფიზიკურ-მექანიკური მაჩვენებლების გაანალიზება.

- საგზაო სამოსების კონსტრუქციების დამუშავება თითოეული ვერტიკალური ზონისათვის ინდივიდუალურად, რომელსაც მისადაგებული

ექნება ბიტუმის შესაბამისი მარკა და მასში გამოყენებული იქნება ამ ზონებში გავრცელებული სამშენებლო მასალა თუ მრეწველობის ნარჩენები.

- საგზაო სამოსების კონსტრუქციების ნაირსახეობებისათვის ტიპიური ალბომის შესამუშავებლად მონაცემთა ბაზის შექმნა საქართველოს ვერტიკალური კლიმატური დარაიონების გათვალისწინებით.

სამეცნიერო სიახლე:

- საქართველოს ტერიტორიის ვერტიკალური დარაიონება, ზონების საზღვრების დადგენა.

- სხვადასხვა მარკის ბიტუმებზე დამზადებული ასფალტბეტონის დრეკადობის მოდულისა (E) და კუმშვაზე წინაღობის ზღვრის (R) საფარის ზედაპირის ტემპერატურაზე (როგორც დადებით ისე უარყოფით) დამოკიდებულების გამოკვლევა საველე და ლაბორატორიულ პირობებში.

- საქართველოს ტერიტორიის ვერტიკალური ზონების მიხედვით საანგარიშო ტემპერატურების გაანგარიშება, საქართველოში გამოყენებული ორგანული შემკვრელების დაჯგუფება ტემპერატურული რეჟიმების გათვალისწინებით და მათი გამოყენების სფეროს განსაზღვრა ვერტიკალური ზონების მიხედვით.

- ზონებზე მისადაგებული საგზაო სამოსების ტიპების დამუშავება მისადაგებული ბიტუმის მარკებისა და ადგილობრივი სამშენებლო მასალებისა და მრეწველობის ნარჩენების გამოყენებით.

- ვერტიკალური ზონების მიხედვით საგზაო სამოსების ტიპიური კონსტრუქციების დამუშავება-შემდგომში საპროექტო ალბომისათვის ნორმატიული ბაზის ფორმირების მიზნით.

ნაშრომის პრაქტიკული ღირებულება:

- ვერტიკალური დარაიონების მიხედვით ზონებისთვის შერჩეული საგზაო სამოსის ტიპების გამოყენება მოგვცემს მნიშვნელოვან ეკონომიკურ

ეფექტს და დადებით გავლენას იქონიებს გარემოს ეკოლოგიური პირობების გაჯანსახებაზე.

- სადისერტაციო ნაშრომის დასკვნების საფუძველზე ზონების მიხედვით შერჩეული საგზაოს სამოსების ტიპების მოწყობა და მათი ექსპლუატაციის პირობებზე დაკვირვება საშუალებას მოგვცემს დავაზუსტოდ მთელი რიგი პარამეტრები ეროვნული ნორმატიული დოკუმენტის მოსამზადებლად.

- სადისერტაციო ნაშრომი წარმოადგენს საგზაო დარგში ეროვნული ნორმატიული დოკუმენტის დასამუშავებლად სათანადო ბაზის მომზადების და სახელმძღვანელოდ მისაღები პარამეტრების შეფასების პირველ ეტაპს.

ნაშრომის სტრუქტურა და მოცულობა:

სადისერტაციო ნაშრომი შედგება: შესავალის, სამი თავის, (ლიტერატურული მიმოხილვა, კვლევის შედეგები და მათი განსჯა, დასკვნა) და გამოყენებული ლიტერატურის ნუსხისაგან. ნაშრომი წარმოადგენილი 155 ნაბეჭდ გვერდზე, იგი შეიცავს 85 ნახაზს და 17 ცხრილს.

ნაშრომის აპრობაცია:

დისერტაციის მასალები მოხსენებული იქნა:

- საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სტუდენტთა 83-ე ღია საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციაზე. თბილისი 2015 წ.

- საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სტუდენტთა 84-ე ღია საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციაზე. თბილისი 2016 წ.

დისერტაციის ძირითადი შედეგები და ზოგადი დასკვნები:

პირველ თავში განხილულია: დისერტაციაშია დასმული პრობლემა და მისი კრიტიკული ანალიზი; დღევანდელი არსებული მდგომარეობა; პრობლემის გარშემო ინსტიტუტ „საქგზამეცნიერება“-ს მიერ დამუშავებული კონცეფცია საქართველოს ტერიტორიის ვერტიკალურ-კლიმატურ

დარაიონებზე; საქართველოს რეგიონების კლიმატური პირობების დახასიათება; საქართველოს ტერიტორიის საინჟინრო გეოლოგიური პირობების დახასიათება; საგზაო მშენებლობაში გამოყენებული ნავთობის ბიტუმების, ასფალტბეტონების განმარტება და მათი კლასიფიკაცია; სადისერტაციო ნაშრომში დასმული პრობლემის გადაწყვეტის გზები.

მეორე თავში განხილულია:

▪ **საქართველოს ტერიტორიის ვერტიკალურ-კლიმატურ ზონებად დარაიონება.** როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული შპს „საქგზამეცნიერება“ უკვე რამდენიმე ათეული წელია სწავლობს აღნიშნულ საკითხს კერძოდ, ადგილობრივ ქვის მასალებს მათი გამოყენების სფეროს დადგენის მიზნით, მართალია ისინი ყველა მაჩვენებლებით ვერ აკმაყოფილებენ მოქმედ სახელმწიფო სტანდარტებს, მაგრამ ეს არ უნდა გახდეს მიზეზი მათი საგზაო მშენებლობაში გამოყენების უარსაყოფად. დღეს ორგანული შემკვრელის-ბიტუმის და საწვავ-საცხები მასალების მძიმე დეფიციტის პირობებში უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება ადგილობრივი ქვის მასალებისა და მრეწველობის ნარჩენების საგზაო მშენებლობაში მასიურად გამოყენების საკითხს, თუნდაც ამან გამოიწვიოს შეკეთებათაშორისო ვადების შემცირება.

საჭიროა დამუშავებული იქნას რეგიონალური და საუწყებო სახელმწიფო სტანდარტები ადგილობრივი საგზაო სამშენებლო მასალების გამოყენებაზე, დაზუსტდეს შეკეთებათაშორისო ვადები და გზის სამოსების დაპროექტება მოხდეს სრულყოფილი ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთების საფუძველზე.

გარდა ამისა საავტომობილო გზების დეპარტამენტმა დანერგა საფარის მენეჯმენტის სისტემა PMS, რომელიც არსებითად გზების მონაცემების ბანკია და ამიტომ ის შეუღლებულია ავტომაგისტრალების მენეჯმენტის სისტემასთან (HDM4), რათა შესაძლებელი გახდეს მენეჯმენტის სტრატეგიის მომზადება და პროექტების შეფასება.

HDM4 სისტემა საფარის გეგმიური და პერიოდული მოვლა-შეკეთების მომავალი გეგმების და სხვადასხვა სტრატეგიის შესაფასებლად არის საჭირო. გზის გეომეტრიული პარამეტრების, გზის მდგომარეობის, კონსტრუქციის სიმტკიცისა და საფარის ასაკის გათვალისწინებით პროგრამა გამოითვლის ფასის და გეგმიური მოვლა-შეკეთების რაოდენობას. გზების მონაცემთა ბაზა ფართოდ იქნება გამოყენებული საგზაო ორგანიზაციების მიერ მათთვის საინტერესო მრავალი დავალების გადასაწყვეტად.

ახლანდელი PMS სისტემა შეიძლება გამოვიყენოთ გზების მონაცემების შესანახად აგრეთვე ერთგვაროვანი მონაკვეთების შესაქმნელად და შემდეგ გადავიტანოთ მონაცემები HDM4 სისტემაში.

გზების მონაცემთა ბაზას სხვა ბევრი გამოყენების სფერო აქვს. კარგი მონაცემთა ბაზა მენეჯმენტისთვის ძალიან სასარგებლო საშუალება უნდა გახდეს.

ამჟამად საგზაო კლიმატური ზონების მიხედვით PMS-ის გამოყენება შეიძლება უსწორმასწორობის და ნაკვალევის შესახებ ინფორმაციის შესანახად და ერთგვაროვანი მონაკვეთების შესაქმნელად HDM4-ში გამოყენების მიზნით, იმ შემთხვევაში თუ ისინი დაეფუძნება მნიშვნელოვნად მოკლე და უფრო ერთგვაროვან PMS-მონაკვეთებს.

HDM4 სისტემის გამართული მუშაობისათვის საჭირო მონაცემებიდან ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მონაცემი არის ზონებისათვის დამახასიათებელი კლიმატური პირობების ძირითადი მახასიათებლები როგორცაა: ჰაერის მაქსიმალური და მინიმალური ტემპერატურები, გრუნტების დატენიანების ტიპი, ნალექების რაოდენობა და სხვა.

ჩემს მიერ მოძიებული მასალების და უშუალოდ ზონების მიხედვით განხორციელებული დაკვირვებების საფუძველზე მიღებული შედეგები, განსაკუთრებით საანგარიშო ტემპერატურების გაანგარიშების კუთხით,

წარმატებით შეიძლება გამოყენებული იქნას HDM4-ის მონაცემთა ბაზის შესავსებად.

HDM4 სისტემის მონაცემთა ბაზის რეალური მონაცემებით შევსება მკვეთრად გააუმჯობესებს საქართველოს საგზაო სისტემის და ინფრასტრუქტურული ობიექტების დაგეგმვის სტრატეგიას.

კვლევის ეტაპზე ინსტიტუტ „საქგზამეცნიერება“-ში დამუშავებული იქნა კონცეფცია და მოხდა საქართველოს ტერიტორიის კლიმატურ ზონებად დაყოფა ვერტიკალური დარაიონების გათვალისწინებით.

კლიმატური და საგზაო პირობების გათვალისწინებით საქართველოს ტერიტორია იყოფა ექვს (“A”; “B”; “C”; “D”; “E”; “F”).ძირითად ვერტიკალურ ზონად (ზღვის დონიდან), სადაც: “A” და “E” ზონას, თავის მხრივ გააჩნია შემდეგი ქვეზონები: “A1”; “A2”; და “E1”; “E2”;

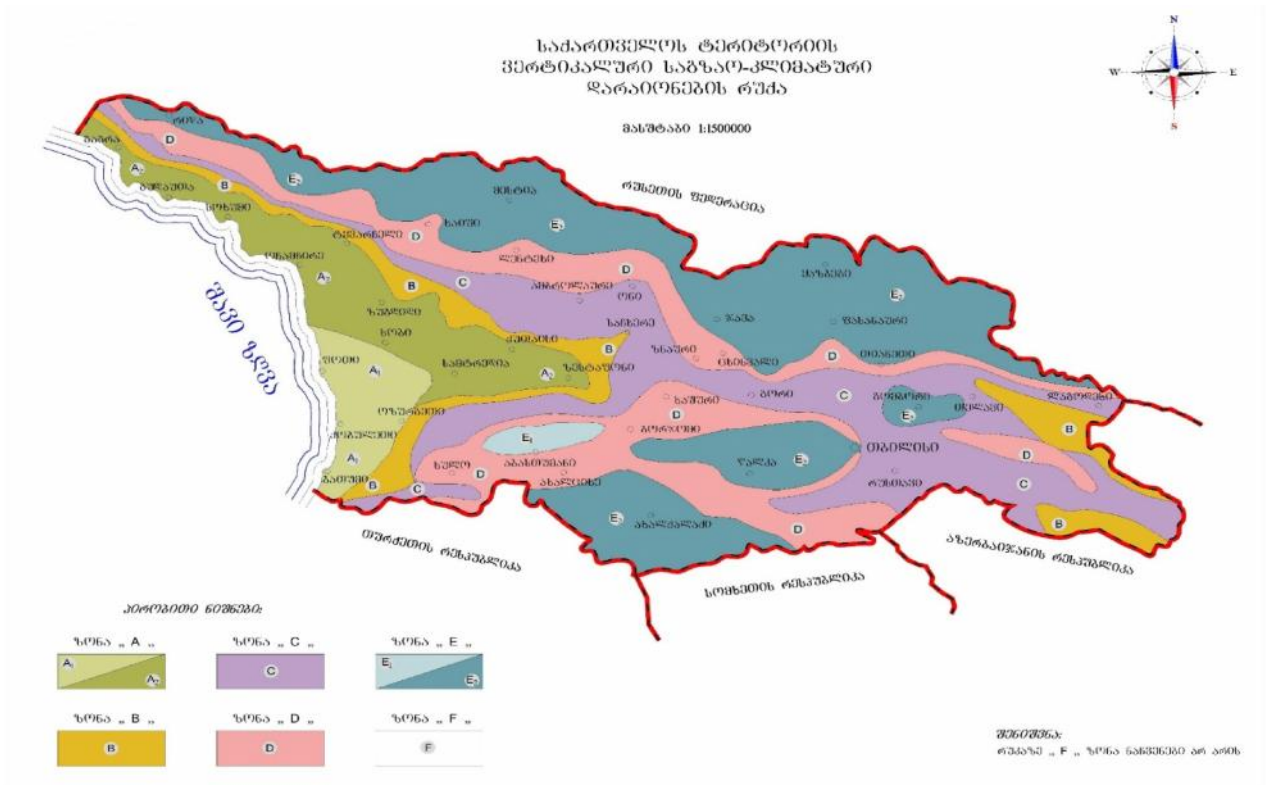
სადისერტაციო ნაშრომში დაზუსტდა და სრულყოფილი სახე მიეცა ვერტიკალური ზონების საზღვრებს.

დამუშავდა ვერტიკალური საგზაო-კლიმატური დარაიონების რუკა (ნახ.1) და (ცხრილი 1).

ვერტიკალური საგზაო-კლიმატური დარაიონების მახასიათებლები

ცხრილი 1

დარაიონების ზონები	სიმაღლე ზღვის დონიდან მ	ჰაერის საშუალო ტემპერატურა ° C			საშუალო წლიური ნალექების რაოდენობა მმ	ნისლიან დღეთა რაოდენობა წელიწადში	თოვლიანი დღეების რაოდენობა წელიწადში	0° C ან უარყოფით ტემპერატურაზე დღეთა რაოდენობა, ლოკალური გზებზე წელიწადში
		წლიური	წლის ყველაზე ცხელი თვის	წლის ყველაზე ცივი თვის				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
“A1”	0-100	13-14,5	22-23	3-7	1600-2500	14	15	-
“A2”	0-200	13,5-15	21-24	2-6	1300-1600	14	15	-
“B”	200-400	12,5-13,5	21-23	1-(-1)	1000-1400	20	28	30
“C”	400-700	11-12,5	20-25	-2-(-6)	500-1000	28	46	50
“D”	700-1000	8-11	19-22	-3-(-9)	500-900	56	68	73
“E1”	1000-2000	5-8,5	17-19	-2-(-13)	500-900	60	116	115
“E2”	1000-2000	3-6	13-18	-10-(-16)	700-1500	60	116	115
“F”	2000 და-<	1,7	7-17	-20-(-22)	500-1800	129	199	168



ნახ.1 საქართველოს ტერიტორიის ვერტიკალური საგზაო-კლიმატური დარაიონების რუკა

შენიშვნა: “F” ზონას განეკუთვნება ძირითადად საუღელტეხილო მონაკვეთები

- საინჟინრო-გეოლოგიური პირობების დახასიათება საქართველოს ტერიტორიის ვერტიკალური ზონების გათვალისწინებით: არსებული ფონდირებული მასალების და ბოლო წლების განმავლობაში საქართველოს სხვადასხვა რეგიონში ჩატარებული საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევითი სამუშაოების საფუძველზე გამოყოფილი და დაჯგუფებული იქნა თითოეულ ზონაში გავრცელებული გრუნტების სახეობები და მათი ფიზიკო-მექანიკური მახასიათებლები;

- ადგილობრივი საგზაო-სამშენებლო მასალების დახასიათება საქართველოს ტერიტორიის ვერტიკალური დარაიონების გათვალისწინებით: ინერტული მასალებით საქართველო მდიდარია, რაც განპირობებულია მთიანი რელიეფით და მდინარეების სიმრავლით. ქვიშისა და ღორღის დამზადება ხდება ძირითადად ხრემოვანი მასალისაგან. მთის კლდოვანი მასალების

კარიერები ფაქტიურად არ გამოიყენება ღორღის მისაღებად, რაც განპირობებულია მათი დაბალი სიმტკიცით და ბიტუმთან ცუდი შეჭიდულობის ხარისხით. კირქვებს საგზაო სამუშაოებში იყენებენ ძირითადად მინერალური ფხვნილის საწარმოებლად. მათგან გამოწკლისია დედოფლისწყაროს კირქვები, რომლის სიმტკიცე 800-1000 მარკის ფარგლებშია. ამიტომ მისი გამოყენება ხდება II-III მარკის ასფალტბეტონის ნარეგების დასამზადებლად, მაგრამ ზედაპირული დამუშავებისთვის არ გამოიყენება მისი ადვილად ცვეთის გამო. ახალქალაქის მიდამოებში არის აბულის მთის კარიერი, რომლის მასალის სიმტკიცე მერყეობს 600-800-ის ფარგლებში, ამიტომ მას იყენებენ ადგილობრივ გზებზე დაბალი მარკის ასფალტბეტონის ნარეგების დასამზადებლად. რა თქმა უნდა საქართველოში არის მტკიცე მასალებიც (მაგ. გრანიტი), მაგრამ მათი ბიტუმთან შეჭიდულობა არაა დამაკმაყოფილებელია. გარდა ამისა მათი მოპოვება და დამუშავება დიდ ხარჯებთან არის დაკავშირებული.

გზების სხვადასხვა კონსტრუქციული ფენებისათვის, ასფალტბეტონებისა და ცემენტბეტონებისათვის ინერტული მასალა ძირითადად მიიღება მდინარეების კალაპოტებიდან ამოღებული ხრეშოვანი მასალების დამტვრევით. სხვადასხვა მდინარეების მასალები განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან მარცვლოვანი შემადგენლობით, პეტროგრაფიული შემადგენლობით, კუთრი წონით, სიმტკიცით და ა.შ.

აღმოსავლეთ საქართველოში ხრეშოვანი მასალა ძირითადად მოიპოვება მდინარეების: მტკვრის, ხრამის, დებედას, იორის, თეთრი არაგვის, ლიახვის, ქსნის, კაბალის და ალაზნის ზოგიერთი შენაკადების კალაპოტებიდან. მათგან მიღებული ღორღის სიმტკიცე დამაკმაყოფილებელია (მარკა მსხვრევაზე შეადგენს „1000“-ს) და ფართოდ გამოიყენება ასფალტბეტონისა და ცემენტბეტონის ნარეგების დასამზადებლად. მდ. ხრამის მასალებს ბიტუმთან შეჭიდულობა შედარებით სუსტი აქვს, ამიტომ მათი გამოყენება უფრო

მიზანშეწონილია ცემენტბეტონებში. თუმცა ადგილობრივი დანამატების გამოყენებით ასფალტბეტონების დამზადებაც შესაძლებელია. მდ. მტკვრის მასალები ძირითადად მოიპოვება ხაშურის, კასპისა და რუსთავის მიდამოებში. მისგან მიღებული ღორღი ხასიათდება კარგი სიმტკიცით და ბიტუმთან კარგი შეჭიდულობით, ამიტომ მათ ფართო გამოყენება აქვთ. აღსანიშნავია მდ. ლიახვის მასალები, რომლებშიც სხვა მდინარეების მასალებთან შედარებით ჭარბობს კარბონატული ქვის ჯიშები, რაც ასფალტბეტონის ნარევის დამზადებისას მინერალური ფხვნილის მინიმალური რაოდენობით გამოყენების საშუალებას გვაძლევს. აღნიშნული მასალების ჭეშმარიტი სიმკვრივე (კუთრი წონა) 2,67-2,70 გ/სმ³-ის ფარგლებშია, გარდა მდ. კაბალის მასალებისა, რომელიც 2,85-ს აღწევს. ამიტომ მისგან დამზადებული ასფალტბეტონი გამოირჩევა მაღალი მოცულობითი წონით.

დასავლეთ საქართველოში ძირითადად გამოიყენება მდინარეების: რიონის, ყვირილას, ცხენისწყლის, ენგურის, ხობის, ტეხურას, სუფსის, ნატანების, ჭოროხის, აჭარისწყალის კალაპოტებიდან ამოღებული ხრეშოვანი მასალები. მათი სიმტკიცეც მაღალია და ბიტუმთან შეჭიდულობაც კარგია, რაც განაპირობებს მათ ფართო გამოყენებას. მათი კუთრი წონა მერყეობს 2,70-2,74 გ/სმ³-ის ფარგლებში. მათგან შედარებით მკვრივი მასალით გამოირჩევა მდ. ენგური. ტეხურას მასალებში ჭარბადაა კარბონატული ქვის ჯიშები, რაც აუმჯობესებს ბიტუმთან მიკვრის ხარისხს. ასევე გამოსარჩევია მდ. ნატანების მასალები, რომელსაც გააჩნია მაღალი სიმტკიცე და ჭეშმარიტი სიმკვრივე.

მრეწველობის ნარჩენებიდან ძირითადად გამოიყენება წიდა და ნაცარი.

▪ **საფარის საშუალო წლიური ტემპერატურის და მისი რხევის ამპლიტუდის ანგარიში ვერტიკალური ზონების მიხედვით:** ამისათვის პირველ რიგში გამოავლენენ უცივესი თვის ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურის საანგარიშო მნიშვნელობას

$$t_{3.0\text{მნ}} = t_{3.0\text{მნ}}^I - \sigma_t * t \quad (1)$$

და ყველაზე თბილი თვის

$$t_{3.მაქს.} = t_{3.მაქს.}^I + \sigma_t * t \quad (2)$$

სადაც $t_{3.მინ.}^I$, $t_{3.მაქს.}^I$ - ყველაზე ცივი და ყველაზე თბილი თვის ჰაერის საშუალო თვიური ტემპერატურის საშუალო მრავალწლიანი მნიშვნელობა (რომელიც მიიღება შ.ი. ჯავახიშვილის. საქართველოს სსრ კლიმატოგრაფია)

σ_t - ჰაერის საშუალო თვიური ტემპერატურის საშუალო კვადრატული გადახრა განისაზღვრება გრაფიკის მიხედვით

t - ნორმირებული გადახრის კოეფიციენტი რომელიც დამოკიდებულია დაკვირვების წლების რაოდენობაზე და საიმედობაზე (ცხრილი 12)

შემდეგ ყველაზე ცივ და ყველაზე თბილ თვეში განსაზღვრავენ საფარის ზედაპირის საშუალო თვიურ ტემპერატურას.

$$t_{საფ.მინ.} = 4K_1(\pi - 1)t_{3.მინ.} / (3\pi) \quad (3)$$

$$t_{საფ.მაქს.} = 4K_1(\pi + 1)t_{3.მაქს.} / (3\pi) \quad (4)$$

სადაც K_1 და K_2 - კოეფიციენტებია, რომლებიც ახასიათებენ თბოსაიზოლაციო ფენის გავლენას საფარის ზედაპირის ტემპერატურაზე.

ასფალტბეტონის საფარისათვის, როცა თბოსაიზოლაციო ფენა წარმოდგენილია პენოპლასტის სახით $K_1=1.33$, ხოლო სხვადასხვა თბოსაიზოლაციო მასალისათვის $K_2=1.125$ იმ შემთხვევაში თუ, თბოსაიზოლაციო ფენა არ გამოიყენება $K_1= K_2=1.0$

საფარის საშუალო წლიური ტემპერატურა საანგარიშო წელში გამოსახება ფორმულით

$$t_{საფ.საშ.} = 0,5 * (t_{საფ.მაქს.} + t_{საფ.მინ.}) \quad (5)$$

რხევის ამპლიტუდა

$$A_{საფ.} = 0,5 * (t_{საფ.მაქს.} - t_{საფ.მინ.}) \quad (6)$$

ამ ფორმულებში შესაბამისი მონაცემების შეყვანით რომელიც განკუთვნილია თითოეული ზონისათვის დამუშავებული იქნა (ცხრილი 2)

ასფალტბეტონის საფარის საანგარიშო საშუალო წლიური ტემპერატურა ვერტიკალური დარაიონების გათვალისწინებით

ცხრილი 2

დარაიონების ზონები	უცივესი თვის ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურის საანგარიშო მნიშვნელობა $t_{\text{ა.ბ.ბ.}} \text{ } ^\circ\text{C}$	უთბილესი თვის ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურის საანგარიშო მნიშვნელობა $t_{\text{ა.ბ.ბ.ბ.}} \text{ } ^\circ\text{C}$	ყველაზე ცივი თვის საფარის ზედაპირის საშუალო თვიური ტემპერატურა $t_{\text{საფ.ბ.ბ.}} \text{ } ^\circ\text{C}$	ყველაზე ცხელი თვის საფარის ზედაპირის საშუალო თვიური ტემპერატურა $t_{\text{საფ.ბ.ბ.ს.}} \text{ } ^\circ\text{C}$	საფარის საანგარიშო საშუალო წლიური ტემპერატურის რხევის ამბლიტუდა $A_{\text{საფ.}} \text{ } ^\circ\text{C}$	საფარის საანგარიშო საშუალო წლიური ტემპერატურა $t_{\text{საფ.ს.ბ.}} \text{ } ^\circ\text{C}$
1	2	3	4	5	6	7
“A1”	0,33	25,37	0,3	44,6	22,1	22,5
“A2”	0,74	26,37	-0,67	46,36	23,5	22,8
“B”	-4,77	25,37	-3,73	44,6	24,2	20,4
“C”	-10,0	27,37	-9,09	48,12	28,6	19,5
“D”	-14,48	24,37	-13,16	42,84	28,0	14,8
“E1”	-20,1	21,37	-18,26	37,57	27,9	9,6
“E2”	-25,18	20,37	-22,88	35,81	29,4	6,5
“F”	-31,47	19,37	-28,6	34,05	31,3	2,7

▪ საგზაო მშენებლობაში გამოყენებული ბიტუმების მარკების მისადაგება საქართველოს ტერიტორიის ვერტიკალურ ზონებთან: როგორც ცნობილია, საქართველო გამოირჩევა კლიმატური პირობების მრავალფეროვნებით. დასავლეთ საქართველოს დაბლობში არის თბილი და ნესტიანი ჰავა, ზღბულში ზომიერი ტემპერატურით და ზამთარში არც თუ ისე დიდი ყინვებით. ნალექების რაოდენობაც უფრო მეტია, ვიდრე აღმოსავლეთ საქართველოში. აღმოსავლეთ საქართველო ხასიათდება კონტინენტური ჰავით, ცხელი ზაფხულით და ნაკლები ნალექებით. სამხრეთ რაიონები (ქვემო ქართლი და სამცხე-ჯავახეთი) გამოირჩევა ზამთარში ძლიერი ყინვებით. აქედან გამომდინარე საგზაო მშენებლობაში რეკომენდებულია გამოყენებული იქნას სხვადასხვა მარკის ბიტუმები.

საგზაო ბლანტი ბიტუმები იყოფა მარკებად პენეტრაციის(ნემსის შეღწევის სიღრმის) მიხედვით: ყოფილი საბჭოთა სტანდარტებით **БНД 40-60; БНД 60-90; БНД 90-130** ევრო სტანდარტებით **БНД 40-50; БНД 60-70; БНД 85-100** და ა.შ., რაც ასახავს ბიტუმის სიბლანტეს. რაც უფრო მაღალია ეს ციფრები, მით უფრო რბილია ბიტუმი, შესაბამისად დარბილების ტემპერატურა დაბალი აქვს და მისგან დამზადებული ასფალტბეტონიც უფრო რბილია. ასეთი ასფალტბეტონები ნაკლებად მდგრადია მაღალი ტემპერატურების მიმართ, რაც გამოიხატება ტალღებისა და ნაკვალევების გაჩენით. აქედან გამომდინარე საქართველოს ტერიტორიის ვერტიკალური დარაიონების გათვალისწინებით ანგარიშის შედეგად დავადგინეთ საფარის საანგარიშო საშუალო წლიური ტემპერატურა $t_{\text{საფ.საშ.}}^{\circ\text{C}}$ რომელიც მოცემულია (ცხრილში 2) შედეგების მიხედვით საფარის საანგარიშო საშუალო წლიური ტემპერატურა შეიძლება დაჯგუფდეს 0-დან 10 °C-მდე, 10-დან 20 °C-მდე და 20 °C -ზე მეტი, შესაბამისად თითოეულ ჯგუფს მიესადაგება შესაბამისი მარკის ბიტუმი, კერძოდ: იმ რეგიონებს სადაც საფარის საანგარიშო საშუალო წლიური ტემპერატურა 0-10 °C-მდეა უნდა იქნას გამოყენებული მაღალი პენეტრაციის მქონე **БНД 90-130** ბიტუმი რადგან ცივ რეგიონებში ამ მარკის ბიტუმი უფრო დიდ ხანს არის ექსპლუატაციაში, ასევე გასათვალისწინებელია საფარის საანგარიშო საშუალო წლიური ტემპერატურის რხევის ამპლიტუდაც, რაც უფრო დიდია ტემპერატურის ცვალებადობა მაღალი პენეტრაციის ბიტუმები თავის სიბლანტიდან გამომდინარე უკეთესად განიცდიან ტემპერატურის სხვაობას ვიდრე დაბალი პენეტრაციის მქონე ბიტუმები. იმ რეგიონებში სადაც საფარის საანგარიშო საშუალო წლიური ტემპერატურა 10-20 °C-მდეა რეკომენდირებულია იქნას გამოყენებული საშუალო პენეტრაციის მქონე **БНД 60-90** ბიტუმი ასეთ რეგიონებში საფარის საანგარიშო საშუალო წლიური ტემპერატურის რხევის ამპლიტუდაც შედარებით ნაკლებია ვიდრე 0-10 °C-მდე მქონე რეგიონებში. რაც შეეხება იმ რეგიონებს, სადაც საფარის საანგარიშო

საშუალო წლიური ტემპერატურა 20°C-ზე მეტია გამოყენებული უნდა იქნას დაბალი პენეტრაციის მქონე **БНД 40-60** ბიტუმი, რადგან ამ მარკის ბიტუმების დარბილების ტემპერატურა დიდია და შესაბამისად კარგად მუშაობს მაღალ ტემპერატურაზე, ასეთ რეგიონებში საფარის საანგარიშო საშუალო წლიური ტემპერატურის რხევის ამპლიტუდაც ყველაზე ნაკლებია. რაც კარგად აისახება ასეთ ნაკლებად ბლანტ ბიტუმებზე.

▪ **ასფალტბეტონის დრეკადობის მოდულის საფარის ზედაპირის ტემპერატურაზე დამოკიდებულების გამოკვლევა საველე და ლაბორატორიულ პირობებში:** გრუნტის დრეკადობის მოდული ანდა მასალის დრეკადობის მოდული ერთგვაროვან კონსტრუქციაში, აგრეთვე ფენობრივი კონსტრუქციის საერთო დრეკადობის მოდული, ხისტი შტამპით დატვირთვის შემთხვევაში

$$E_y = 0,25 \pi \rho D(1 - \mu^2) / l \quad (7)$$

სადაც:

ρ - მაქსიმალური დატვირთვა შტამპისგან;

D - ხისტი შტამპის დიამეტრი;

μ - პუასონის კოეფიციენტი (მიწის ვაკისის გრუნტებისათვის $\mu=0,35$ საფუძვლის ფენებისათვის $\mu=0,3$);

l -დრეკადი დეფორმაცია, რომელიც შეესაბამება აღნიშნულ დატვირთვას საგზაო სამოსებისათვის, რომელიც გამოცდილია ავტომანქანის შეწყვილებული საბურავის მეშვეობით, საერთო დრეკადობის მოდული

$$E_y = (1 - \mu^2) \rho / 0,4 \pi l D \quad (8)$$

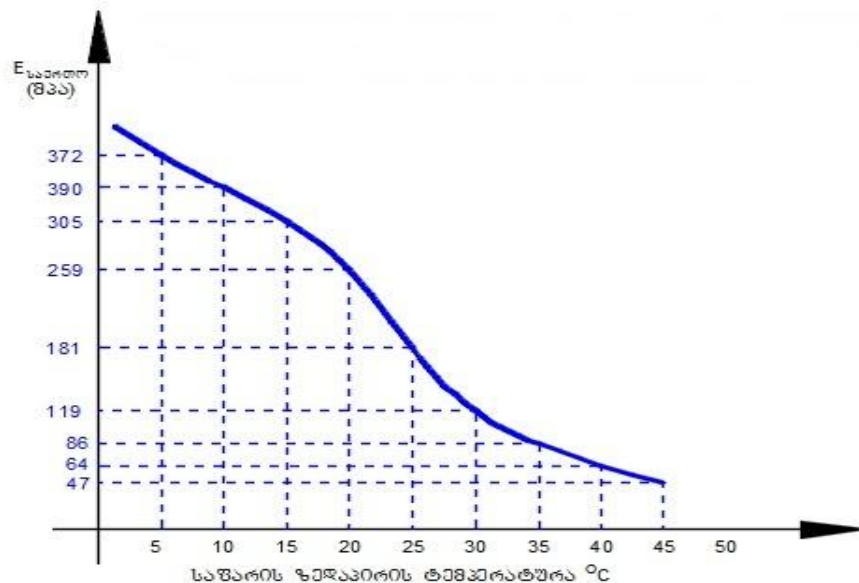
სადაც:

ρ - საერთო დატვირთვაა თვალზე;

l -კონსტრუქციის დრეკადი ჩაღუნვა თვლის საბურავებს შორის;

D - პირობითი წრიული მოქნილი შტამპის დიამეტრი, რომელიც გადაცემს დატვირთვას საფარს, $D=0,33$ მ;

ჩვენს მიერ შერჩეული იქნა გზის მონაკვეთი „თბილისი-მცხეთის“ უბანზე, მომზადებული იქნა საანგარიშო დატვირთვა (უკანა ღერძზე მოსული დატვირთვა შეადგენდა 10 ტ-ს, ხოლო შეწყვილებულ თვალზე მოსული დატვირთვა შეადგენდა 5 ტ-ს) და გაზომილი იქნა დრეკადი ჩაღუნვები „ბენკელმანის“ ხელსაწყოს მეშვეობით დატვირთული თვლის საბურავებს შორის საფარის ზედაპირის სხვადასხვა ტემპერატურის დროს და აგებული იქნა დრეკადი ჩაღუნვების საფარის ზედაპირის ტემპერატურაზე დამოკიდებულების გრაფიკი. (ნახ 2) ფორმულა (8) -ით გამოთვლილი იქნა საერთო დრეკადობის მოდული. გზის აღნიშნულ მონაკვეთზე საჭირო დრეკადობის მოდული დასაშვები ცდომილების ფარგლებში დაკმაყოფილებული იქნა საფარის ზედაპირის $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურის დროს, ხოლო $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ზე მეტი ტემპერატურის დროს საერთო დრეკადობის მოდული მკვეთრად დაეცა, რაც მიუთითებს საფარის ზედაპირის საანგარიშო ტემპერატურის დადგენის აუცილებლობაზე და საანგარიშო ტემპერატურის შესაბამისი დრეკადობის მოდულის მიხედვით სამოსის მზიდუნარიანობის გაანგარიშების საჭიროებაზე.



ნახ.2 საერთო დრეკადობის მოდულის საფარის ზედაპირის ტემპერატურაზე დამოკიდებულების გრაფიკი

გარდა საველე პირობებისა ჩვენს მიერ შპს „საქჯამეცნიერების,, აკრედიტებულ ლაბორატორიაში, ლაბორატორიული წესით იქნა დადგენილი სხვადასხვა მარკის ბიტუმებზე დამზადებული ასფალტბეტონის კუმშვაზე სიმტკიცის ზღვარის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე. დისერტანტის მიერ ჩატარებული იქნა ექსპერიმენტი 40/60, 60/90 და 90/130 მარკის ბიტუმებით დამზადებულ ასფალტბეტონის ნიმუშებზე. (ნახ.3) ასფალტბეტონი დამზადებული იქნა მდ. მტკვრის ხრეშოვანი მასალის დამტვრევით მიღებული ღორღისა და ქვიშის გამოყენებით (საშუალო კუთრი წონით 2,7 გ/სმ³). ნარევებში გამოყენებული იქნა ნაკლები რაოდენობის მინერალური ფხვნილი (მაგრამ ნორმის ფარგლებში) ვინაიდან ჩვენ გვესაჭიროებოდა ყურადღების გამახვილება ბიტუმის სამუშაო დიაპაზონზე, სხვადასხვა ტემპერატურის დროს. ცილინდრების დამზადების შემდეგ განისაზღვრა მისი ფორიანობა რომელმაც შეადგინა 4-5%.

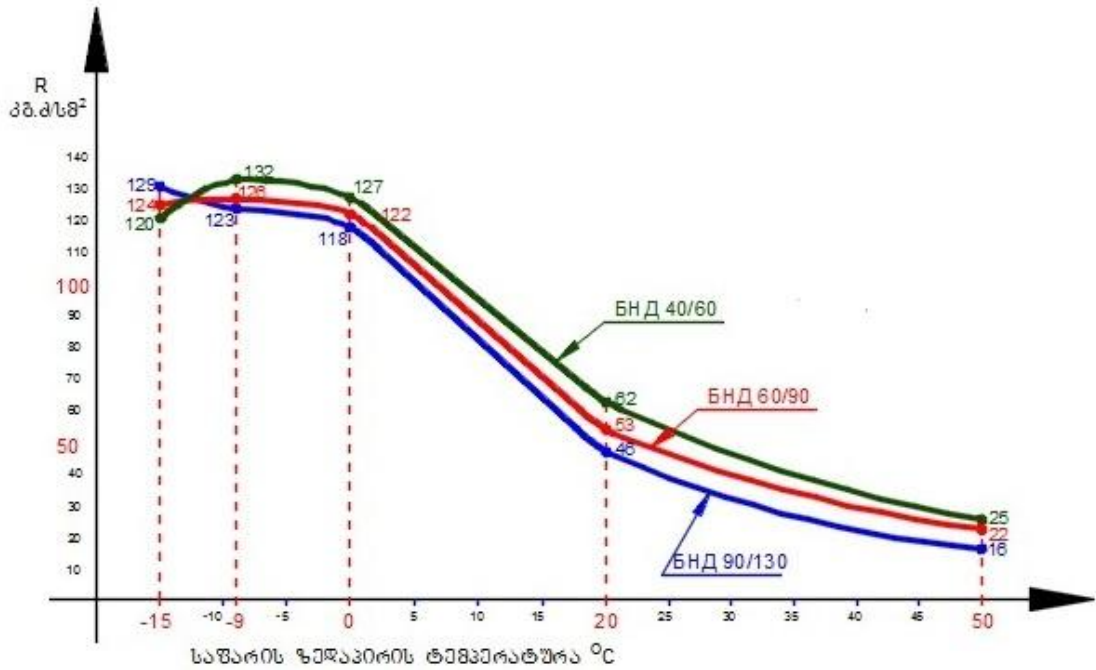


ნახ.3 ლაბორატორიაში ასფალტბეტონის ცილინდრების სხვადასხვა მარკის ბიტუმით დამზადება-გამოცდის პროცესი

დამზადებული ცილინდრული ნიმუშები გამოცდილი იქნა სტანდარტულ ტემპერატურაზე: 0°C, 20 °C, და 50 °C -ზე, (ნახ5) ამავე დროს ექსპერიმენტალურად დამატებით გამოცდა ჩავატარეთ -9 °C, და -15 °C -ზე, რამაც უფრო გარკვეული სურათი მოგვცა დაბალ ტემპერატურაზე ასფალტბეტონის მუშაობაზე.

გამოცდების შედეგად დადგინდა, რომ ასფალტბეტონის წინაღობა ზღვრულ კუმშვაზე მატულობს ტემპერატურის დაკლებასთან ერთად, მაგრამ გარკვეულ უარყოფით ტემპერატურაზე ასფალტბეტონის სიმტკიცე იწყებს კლებას, ეს ზღვარი სხვადასხვა მარკის ბიტუმის გამოყენებისას სხვადასხვაა, (ნახ.4) მაგალითად: 40/60 მარკის ბიტუმით დამზადებული ნიმუშების კვლევისას დადგინდა რომ ასფალტბეტონი კარგად უძლებს მაღალ ტემპერატურებს, ამავდროულად ტემპერატურის კლებასთან ერთად მისი წინაღობის ზღვარი კუმშვაზე იზრდება გარკვეულ სიდიდემდე, -9 °C-ის ქვემოთ ტემპერატურებზე მისი სიმტკიცე ეცემა, ხოლო 90/130 მარკის ბიტუმით დამზადებული ასფალტბეტონის სიმტკიცე 50 °C-ზე დაეცა (საშუალოდ 16 კგ.ძ/სმ²), მაგრამ დაბალ ტემპერატურებზე იგი კვლავ განაგრძობს მატებას და უკეთეს შედეგს გვაძლევს ვიდრე 40/60 და 60/90 მარკის ბიტუმებით დამზადებული ასფალტბეტონები.

გამოცდის შედეგებით ვასკვნით რომ დაბალი მარკის (პენეტრაციის) ბიტუმების (40/60) გამოყენებით დამზადებული ასფალტბეტონები კარგად მუშაობს მაღალ ტემპერატურებზე და მათი გამოყენება უკეთეს შედეგებს იძლევა საქართველოს ცხელი კლიმატის ზონებში, ხოლო მაღალი პენეტრაციის ბიტუმებით დამზადებულმა ასფალტბეტონებმა აჩვენა ბევრად უკეთესი შედეგი უარყოფით ტემპერატურაზე, ამიტომ ისინი გამოყენებული უნდა იქნან შესაბამის ზონებში სადაც მაღალმთიანი რეგიონებია და კლიმატიც შესაბამისად მკაცრია.



ნახ.4 სხვადასხვა მარკის ბიტუმებით დამზადებული ასფალტბეტონის ნიმუშების ლაბორატორიული გამოცდის შედეგების ამსახველი გრაფიკი

ჩატარებული კვლევის საფუძველზე ვერტიკალური დარაიონების ზონებისათვის შეირჩა ყველაზე ოპტიმალური ბიტუმის მარკები (ცხრილი 3) და დამუშავებული იქნა რუკა მათი გამოყენების არეალის ჩვენებით (ნახ. 5)

ამდენად ასფალტბეტონის დამზადებისას ბიტუმის თითოეულ მაჩვენებელს დიდი მნიშვნელობა აქვს ასფალტბეტონის ხარისხის უზრუნველსაყოფად საქართველოს გარკვეულ რეგიონში მისი ხანგრძლივი და ხარისხიანი ექსპლუატაციისათვის, რა თქმა უნდა სატრანსპორტო საშუალებების შემადგენლობისა და მოძრაობის ინტენსივობის გათვალისწინებით.

ჩატარებული კვლევების საფუძველზე საქართველოს ტერიტორიის ვერტიკალური ზონებისათვის დამუშავებული იქნა საგზაო სამოსების ტიპური კონსტრუქციები, (ყველა კატეგორიის გზისთვის) ნაშრომში დეტალურად არის აღწერილი და დამუშავებული 60 ასეთი ტიპის კონსტრუქცია, ისინი ვერტიკალური ზონების მიხედვით არის დაჯგუფებული და განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან როგორც მასში გამოყენებული

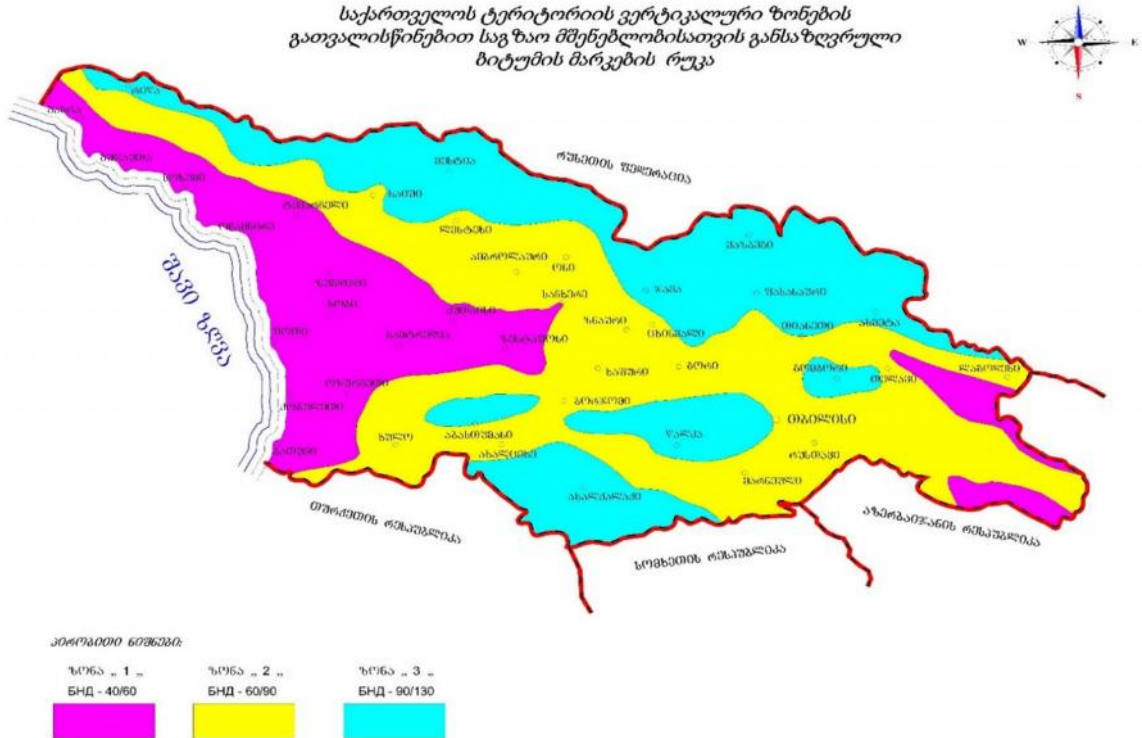
შემკვრელის (ბიტუმის) მარკებით ისე ინერტული მასალებითა და მრეწველობის ნარჩენებით. ნიმუშის სახით იხილეთ ერთერთი მათგანი (ნახ.8)

საქართველოს ტერიტორიის ვერტიკალური დარაიონების გათვალისწინებით საგზაო მშენებლობისათვის განსაზღვრული ბიტუმის მარკები

ცხრილი 3

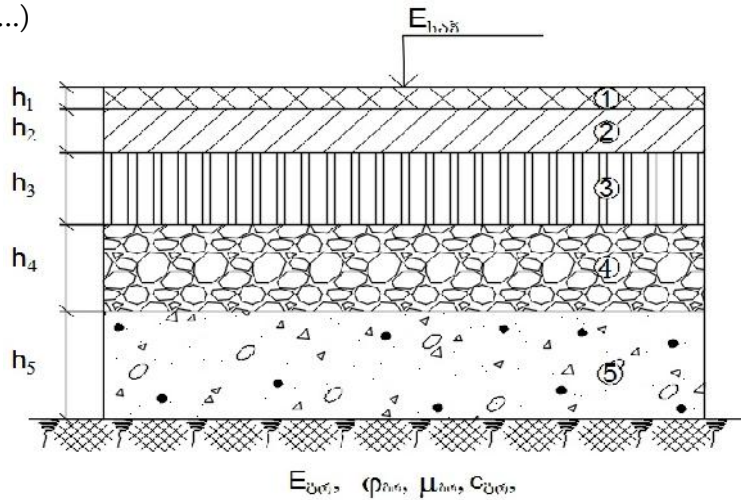
დარაიონების ზონები	საფარის საანგარიშო საშუალო წლიური ტემპერატურა t საგ.საშ. °C	ყველაზე ცივი თვის საფარის ზედაბირის საშუალო თვიური ტემპერატურა t საგ.მინ °C	ყველაზე ცხელი თვის საფარის ზედაბირის საშუალო თვიური ტემპერატურა t საგ.მაქს °C	საფარის საანგარიშო საშუალო წლიური ტემპერატურა t საგ.საშ. °C	რეკომენდებული ბიტუმის მარკები შემდეგ ტემპერატურაზე °C	საგზაო მშენებლობისათვის განსაზღვრული ბიტუმის მარკები
1	2	3	4	5	6	7
"A1"	22,5	0,3	44,6	22,5	20-ზე <	БНД-40/60
"A2"	22,8	-0,67	46,36	22,8		
"B"	20,4	-3,73	44,6	20,4		
"C"	19,5	-9,09	48,12	19,5	10-20	БНД-60/90
"D"	14,8	-13,16	42,84	14,8		
"E1"	9,6	-18,26	37,57	9,6	0-10	БНД-90/130
"E2"	6,5	-22,88	35,81	6,5		
"F"	2,7	-28,6	34,05	2,7		

საქართველოს ტერიტორიის ვერტიკალური ზონების გათვალისწინებით საგზაო მშენებლობისათვის განსაზღვრული ბიტუმის მარკების რუკა



ნახ. 7 საქართველოს ტერიტორიის ვერტიკალური ზონების გათვალისწინებით საგზაო მშენებლობისათვის განსაზღვრული ბიტუმის მარკების რუკა გამოსაყენებელი შემკვრელი - БНД 40/60

გამოსაყენებელი ინერტული მასალა - ადგილობრივი მდინარის კარიერებიდან მოპოვებული მასალა (რიონი, ენგური, ნატანები, სუფსა, ჭოროხი



ნახ. 8. A-ზონაში საგზაო სამოსის კონსტრუქცია II კატეგორიის გზებისთვის
 1.წვრილმარცვლოვანი მკვრივი ასფალტობეტონის ფენა; 2.მსხვილმარცვლოვანი მკვრივი ასფალტობეტონის ფენა; 3.მსხვილმარცვლოვანი ფოროვანი ასფალტობეტონის ფენა; 4.ფრაქციული ღორღის ფენა (გასოლვით); 5.ქვიშა-ხრეშის ოპტიმალური ნარევის ფენა

დასკვნები: ჩატარებული კვლევის საფუძველზე მიღწეულია როგორც თეორიული ისე პრაქტიკული მნიშვნელობის შედეგები:

- მეცნიერულ დონეზე არგუმენტირებული საქართველოს ტერიტორიის ვერტიკალური დარაიონების მიზანშეწონილობა და დაზუსტებული იქნა ვერტიკალური ზონების საზღვრები რეალური და კლიმატური პირობების გათვალისწინებით.
- არსებული ფონდირებული მასალის და ბოლო 3 წლის განმავლობაში საქართველოს სხვა და სხვა რეგიონში განხორციელებული საინჟინარო-გეოლოგიური კვლევითი სამუშაოების განხორციელების საფუძველზე დადგენილი იქნა ცალკეული ზონისათვის დამახასიათებელი საინჟინარო-გეოლოგიური პირობები.
- შესწავლილი, ლაბორატორიულად გამოკვლეული და ზონების მიხედვით იქნა დაჯგუფებული საგზაო მშენებლობაში გამოყენებადი ადგილობრივი ქვის მასალები და მრეწველობის ნარჩენები,

ლაბორატორიული გამოცდების საფუძველზე დადგენილი იქნა მათი გამოყენების არეალი.

- საგზაო სამოსის კონსტრუქციული ფენების გაანგარიშებისას რეალური კლიმატური პირობების გათვალისწინების მიზნით განსაზღვრული იქნა ცალკეული ზონებისათვის საანგარიშო ტემპერატურების მნიშვნელობა.
- საველე და ლაბორატორიულ პირობებში გამოკვლეული იქნა სხვადასხვა მარკის ბიტუმებით დამზადებული ასფალტბეტონის დრეკადობის მოდულისა და კუმშვაზე წინაღობის ზღვარის დამოკიდებულება საგზაო საფარის ზედაპირის ტემპერატურაზე, რის საფუძველზეც მოხდა ბიტუმებისა და შესაბამისად ასფალტბეტონის ნარევების გამოყენების არეალის შერჩევა ვერტიკალური ზონების მიხედვით.
- მთაგორიანი რელიეფის პირობებში, დაბალი მოძრაობის ინტენსიობის გათვალისწინებით დამუშავებულია საგზაო სამოსის ისეთი ტიპები რომლებშიც მაქსიმალურად იქნება გამოყენებული ადილობრივი მაღალი ხარისხის ქვის მასალები და მრეწველობის ნარჩენები, საგზაო სამოსის საფუძვლის ფენების სისქეების გაზრდის ხარჯზე მიღწეული იქნება ორგანული შემკვრელით დამუშავებული საფარის ფენების როგორც რაოდენობრივი ისე მათი სისქეების შემცირება საჭირო მზიდუნარიანობის უცილობო შენარჩუნებით.
- სადისერტაციო ნაშრომში დამუშავებულია საგზაო სამოსის ტიპები ცალკეული ზონების მიხედვით, მათი დანერგვა საშუალებას მოგვცემს დავზოგოთ დეფიციტური შემკვრელი მასალა (ბიტუმი), მაქსიმალურად გამოვიყენოთ ადილობრივი ქვის მასალები და მრეწველობის ნარჩენები რაც საშუალებას მოგვცემს დავზოგოთ ტრანსპორტირების ხარჯები და კიდევ უფრო გავაჯანსაღოთ ეკოლოგიური პირობები.
- დამუშავებული საგზაო სამოსის ტიპების ზონების მიხედვით დანერგვა და შემდგომში მათი ექსპლუატაციის პირობებში დაკვირვების

განხორციელება საშუალებას მოგვცემს შევავროვოთ საჭირო ინფორმაცია და მოვამზადოთ საფუძვლები ეროვნული ნორმატიული დოკუმენტის დასამუშავებლად.

- გარდა ამისა აღნიშნული საგზაო სამოსების ექსპლუატაციის პერიოდში გამოვლენილი და დაფიქსირებული ნაკლოვანებების გათვალისწინებისა და მათი სრულყოფის შემდეგ, შესაძლებელი გახდება საგზაო სამოსების ტიპური კონსტრუქციების ალბომის დამუშავება ვერტიკალური დარაიონების ზონების მიხედვით, რაც შემდგომი კვლევის საგანი უნდა გახდეს.

დისერტაციის თემასთან დაკავშირებული პუბლიკაციები

სადისერტაციო ნაშრომის თემატიკასთან დაკავშირებით დღეისათვის გამოქვეყნებულია ხუთი სამეცნიერო სტატია, საქართველოში აკრედიტირებულ რეფერირებულ ჟურნალებში.

1. გრუნტებისა და საგზაო სამოსის კონსტრუქციული ფენების არმირება (სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი “მშენებლობა”, თბილისი. 2015, №2(37). –გვ.43-46. ISSN 1512-3936) www.sheneba.ge

2. ბიტუმის მოდიფიცირება პოლიეთილენის გარსით მის საფუძველზე ასფალტბეტონის დამზადების ტექნოლოგია (სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი “მშენებლობა”, თბილისი. 2015, №2(37). –გვ.77-79. ISSN 1512-3936 www.sheneba.ge)

3. საგზაო სამოსის კონსტრუქციული ოპტიმიზაცია გრუნტების სტაბილიზაციის მეთოდის გამოყენებით (საერთაშორისო სამეცნიერო ჟურნალი “ინტელექტუალი”, თბილისი. 2015, 30. გვ.161-166. ISSN 1512-2530 www.inteleqtuali.ge)

4. ბეტონით გაჟღენთილი ქსოვილი და მისი გამოყენება ინფრასტრუქტურული ობიექტების მშენებლობასა და რეაბილიტაციაში

(სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი “მშენებლობა”, თბილისი. 2016, 1(40). გვ.41-45. ISSN 1512-3936 www.sheneba.ge)

5. საგზაო მშენებლობაში გამოყენებული გრუნტების ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლების ამაღლების ტექნიკური საშუალებები და მეთოდური ღონისძიებები (საერთაშორისო სამეცნიერო ჟურნალი “ინტელექტუალი”, თბილისი. 2016, №32. –გვ.138-144. ISSN 1512-2530 www.inteleqtuali.ge)

Summary

Comfortable geographic location of Georgia enables the country to boost its economy; positively utilizing its role as the bridge between the west and the central Asia, Georgia's proximity to the bulk of Europe combined with various cultural and political factors, has led increasingly to the inclusion of Georgia in international political and economic processes. The mentioned geographic location holds Georgia responsible for its role in world civilization process. It must be noted that some steps were made in this direction, the first and foremost was the implementation of the Europe-Caucasus-Asia corridor program. The state infrastructure development bears the crucial importance to achieve the desirable goal; it would be fair to say that especially the road infrastructure should be emphasized all the more that Georgia is a mountainous country, with hard-to-access remote locations that is possible to reach just by using the motorized transport means.

Topicality of work:

Scrutinizing the motor road network in Georgia makes it clear that many sections of road with capital type pavement are in compliance with the current construction, technical and service life requirements. Though, it should be noted that the major portion of pavements and base layers become outdated before the set service life termination. The road pavements with same construction layer thickness demonstrate various performances depending on the climatic conditions they are located, as well as the locale type.

The guiding technical documentations in Georgia are even nowadays the same as it were in the former Soviet Union (BCH 46-83 design instructions for non-rigid road pavement and CN&R 2.05.02-85 - Designing of motor roads). The nomenclature described in these documents are classified in 5 types, ascribing to Georgia the 4th climatic zone that is not depicts the actual situation.

Presented dissertation includes the critical reviewing of existing normative-and-technical documentation and topics of separating the territory of Georgia according to vertical zoning principles. First of all, the work sets a purpose to divide the territory into vertical zones with ascribing to each zone its rate that would include nature conditions, which are characteristic for the given territory. The mentioned will make it possible to elaborate the new types of road pavement structures that will make the integral part of the vertical zoning of Georgian territory, with maximum utilization of the local road construction material and industrial residues. The high quality rock material (that Georgia abounds) will enable enriching the road pavement layers with organic and mineral contents and thus diminishing the layer thickness, alongside with total removing of some layers. The latter will result in considerable economy of binding material (bitumen, emulsion, mastic, cement, etc).

Thus, the bitumen brand was defined and selected for climatic zones by accounting for calculation temperatures; and the road pavement structuring layers were shaped based on utilizing the local rock material. The appropriate data base was created for compiling the album of road pavement typical structures with inclusion of recommended pavement constructions for each climatic zones.

Cost-effectiveness is determined by the following:

- Elaboration of the bitumen-economy technologies bears the crucial importance, as well as maximal adoption of the local road construction material (rock, industrial residue, bitumen-content deposits, etc).
- Based on adoption of high quality rock material in constructing of base courses of road pavement, increase the base course layer thickness and decrease the

thickness of layers applied by organic binders with retaining the road pavement bearing capacity that would result in considerable economy of costly and rare organic binders with achieving consequent economic effectiveness.

- Road pavement service and maintenance periods will be prolonged alongside with the inter-repair time resulting in material economy both in pavement construction and operational periods.

Ecological effects is determined by the following

- Oil products are not environmentally-friendly and reduction of utilization will positively influence the ambiance, on the other hand, inert material mining negatively impacts the landscape, altering the animal migration process and historic habitat.

- Besides, the economy of oil products and power resources are imminent with reduction of air pollution index.

- Utilization of industrial residues in road base layers, free the environment from uncontrolled stockpiled industrial residue, and at the same time, increase the road base stability.

- On the other hand, by doing this we make economy of inert material whose mining affects the ecology.

Purpose of dissertation:

- Division of territory of Georgia into relevant climatic zones with studying of zone properties and peculiarities;

- Classifying the rock deposits that structure the vertical zones;

- Selecting bitumen brands with consideration of vertical zones;

- Establishing actual conditions for road pavement performance with taking account for vertical zoning of Georgian territory and considering the data during the construction of road pavement;

- Analyzing of physical-mechanical properties of road pavement structuring layers applied by mineral binders and based on theoretical and laboratory research;

- Working out of road pavement structures individually for each vertical zone with relevant bitumen brand and conditional that the local construction material and industrial residues will be utilized;

- Creating the data base for album of road pavement construction layers with taking into consideration vertical zoning of Georgia.

Scientific innovation:

- Vertical zoning of Georgia's territory, with establishing of zone boundaries;
- Determining dependency of resilience modulus and compression strength limit of asphalt concrete, manufactured by using various brand of bitumen, on above and below zero temperatures of pavement surface, in field and laboratory conditions;

- Calculation of specified temperatures in accordance with vertical zones of Georgian territory, sorting out of organic binders according to temperature modes and determining their sphere of use to vertical zones;

- Elaboration of road dress types ascribed to zones and relevant bitumen brands with utilization of local construction material and industrial residue

- Elaboration of typical structures of road pavements according to vertical zoning – in order to shape the normative base for design album.

Values of work in practice:

- Adoption of road pavement types selected in accordance with the vertical zoning principle will result in considerable economy and positively affect the environment and ecology.

- Based on conclusions made in dissertation, construction of road pavement courses selected according zones and observation of their performance will enable to specify the number of parameters for preparing the national normative document.

- Scientific work represents the first stage of assessment of parameters that are required for preparation of relevant base for elaborating of normative national document in the road field and necessary accepting as guidance.