

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
ხელნაწერის უფლებით

ტიტე ჯიშიაშვილი

არახისტი საგზაო სამოსების საექსპლუატაციო მდგომარეობის შეფასება და მათი
გაუმჯობესების მეთოდების კვლევა

სადოქტორო პროგრამა - „მშენებლობა“

შიფრი - 0732

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

წარმოდგენილი დისერტაციის

ავტორეფერატი

თბილისი

2023 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში

სამშენებლო ფაკულტეტი

საგზაო დეპარტამენტი

ხელმძღვანელი:

პროფესორი ალექსი ბურდულაძე

რეცენზენტი:

რეცენზენტი:

დაცვა შედგება 2023 წლის "-----" ივლისს, "-----" საათზე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის სადისერტაციო
ნაშრომის დაცვის კოლეგიის სხდომაზე,

კორპუსი , აუდიტორია "-----"

მისამართი: 0160, თბილისი, კოსტავას 77.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ის ბიბლიოთეკაში,

ხოლო ავტორეფერატისა სამშენებლო ფაკულტეტის ვებგვერდზე

სამშენებლო ფაკულტეტის სწავლული მდივანი

პროფ. დ. ტაბატაძე

ნაშრომის ზოგადი დახასიათება

ავტოსატრანსპორტო ინტენსივობისა და სამშენებლო სამუშაოების ღირებულების ზრდასთან ერთად, მნიშვნელოვანია შესრულებული სამუშაოების შესრულება ისეთი ხარისხით, რომ მისი საექსპლუატაციო ვადა იყოს მაქსიმალურად დიდი. მსოფლიოს განვითარებასთან ერთად ყოველწლიურად ვითარდება სამშენებლო პროცესების მართვის მეთოდოლოგიები, რომელთა გამოყენებაც მნიშვნელოვნად ზრდის სამუშაოების ხარისხს

თემის აქტუალურობა: დღეის მდგომარეობით, საქართველოში საავტომობილო გზების მშენებლობისათვის ყოველწლიურად ბიუჯეტიდან იხარჯება რამდენიმე მილიარდი ლარი. ინფრასტრუქტურული პროექტების შესასრულებლად ასევე საკმაოდ სოლიდური თანხები მოდის სესხების სახით როგორც ევროკავშირის, ისე აზიის განვითარებისა და სხვა საერთაშორისო ინვესტორული ორგანიზაციებიდან, რომელიც რათქმაუნდა მომავალში დასაბრუნებელია და მომავალი თაობისთვის გარკვეულ დაბრკოლებებს წარმოადგენს. ყოველივე ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე, მნიშვნელოვანია ინფრასტრუქტურულ პროექტებზე დახარჯული თითოეული ლარი იყოს რენტაბელური, ანუ თანხა, რომელიც მოხმარდა სამუშაოებს, უზრუნველყოს რამდენიმე ათწლეულები ავტოსატრანსპორტო საშუალებების უსაფრთხო და კომფორტული გადაადგილება, რაც ქვეყნის განვითარებისთვის, ისევე როგორც ტურისტების მოზიდვისათვის ძალიან მნიშვნელოვანი ფაქტორია. ტურისტულ განვითარებას მოჰყვება ქვეყნის ეკონომიკური განვითარებაც, რაც საბოლოო ჯამში ისევ ჩვენსა და მომავალ თაობებზე აისახება. იმ შემთხვევაში, თუ სამუშაოების შესრულებისას არ იქნება იდენტიფიცირებული სამშენებლო ხარისხის ნაკლოვანებები, მისი საექსპლუატაციო ვადა იქნება ძალიან მოკლევადიანი და რამდენიმე წელიწადში ხელმეორედ იქნება საჭირო დამატებითი რესურსების იგივე პროექტებზე დახარჯვა.

დისერტაციის მიზანია არახისტ საგზაო სამოსებზე საექსპლუატაციო მდგომარეობის პროგნოზირება, რაც მოიცავს როგორც საპროექტო ეტაპზე მაღალი ხარისხისა და საერთაშორისო სტანდარტების შესაბამისი პროცესების დაგეგმვას, ისე მშენებლობის პროცესში სამუშაოების იმგვარად ჩატარებას, რომ თითოეულ

კონსტრუქციულ ფენაზე გამოყენებული მასალებისა და მოწყობილი ფენების მაღალი ხარისხით შესრულებას. რაც საბოლოო ჯამში გაზრდის შესრულებული სამუშაოების საექსპლუატაციო ვადას.

მეცინერულ სიახლეს წარმოადგენს: სამშენებლო სამუშაოებში ინერტული მასალების სახით რეგენერებული წიდის გამოყენება, რომელიც ერთის მხრივ ამცირებს ბუნებაზე მავნე ზემოქმედებას, რამდენადაც მცირდება ინერტული მასალების კარიერებზე მოპოვება, მეორეს მხრივ ამცირებს სამშენებლო სამუშაოების ღირებულებას და ზრდის ხარისხს.

ლაბორატორიული კვლევები ჩატარებულია ზესტაფონის ფეროს ქარხნიდან ნარჩენის სახით მოპოვებულ წიდაზე, რომელიც ფეროს გადამუშავების შედეგად 30 პროცენტის სახით რჩება. სპეციალური სამტვრევის საშუალებით, მიღებული წიდის სხვადასხვა ფრაქციები გამოიცადა ევროპული ცდების შესაბამისად და დადგინდა ყველა ის ფიზიკო მექანიკური თვისება, რაც ასფალტბეტონის საფარში გამოსაყენებელი მასალებისთვის არის დადგენილი. მასალების დადებითი ფიზიკო-მექანიკური თვისებების მიღების შემდგომ დამზადდა ტრადიციული ასფალტბეტონის ნარევი წიდის გამოყენებით და შემდგომ გამოიცადა ყველა იმ მაჩვენებელზე, რაც ტექნიკური ნორმატივებით არის განსაზღვრული. შედეგების განსჯისა და ასევე ეკონომიკური დასაბუთებით, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ გადამუშავებული წიდის გამოყენებით შეგვიძლია ავაგოთ უმაღლესი ხარისხის არახისტი საგზაო სამოსები, რაც გვამლევს როგორც სამშენებლო პროექტის ღირებულების რამდენიმეჯერ შემცირებას, ისე მისი საექსპლუატაციო ვადის ტრადიციულ მეთოდებთან შედარებით გაზრდას.

ექსპერიმენტის ბოლო ეტაპზე განხორციელდა გადამუშავებული წიდის გამოყენება საფუძვლის ფენებისათვის, კერძოდ ცემენტისა და ბიტუმით სტაბილიზირებულ სამოსებში. ჩატარებული კვლევებით დადგინდა, რომ საფუძვლის ფენაში, რაოდენობის სიმცირიდან გამომდინარე, ნაცვლად სრულად ჩანაცვლებისა, შესაძლებლობა გვაქვს 5-20 ფრაქციის წიდის ბუნებრივ ქვიშახრეშოვან მასალაზე დამატებით, გავზარდოთ მიღებული პროდუქტის საბოლოო მაჩვენებელი, სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე. წიდის დამატებით, რაც ზრდის საერთო ნარევის ხარისხს, გვეძლევა შესაძლებლობა სტაბილიზაციის

პროცესში ცემენტის რაოდენობა შევამცირეთ 1%-ით და მივიღეთ იგივე შედეგი. როგორც ცნობილია, სიმტკიცის ზღვარი ცემენტით გამოყენებული მასალების შემთხვევაში დგინდება 28 დღის შემდგომ, გარკვეული გრაფიკებით ცნობილია მაგალითად 7 დღეზე მიღებული შედეგი რამდენ პროცენტს წარმოადგენს მთლიანი, 28 დღიანი ციკლის დასრულებისას მისაღებ შედეგს, მაგრამ მშენებლობის პროცესში 7 დღეც საკმაოდ ბევრია, ვინაიდან სტაბილიზაციის პროცესი შეიძლება გაგრძელდეს რამდენიმე დღე ან თვეები, რაც არ გვაძლევს საშუალებას პროცესი დავაჩქაროთ დროში, ვინაიდან თითოეული წარმოებული პროდუქტისათვის საჭიროა საბოლოო შედეგების მიღება და მათი შესაბამისობა საპროექტო მოთხოვნებთან. ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე, ნაშრომში გაზიარებულია ევროკოდებიდან მიღებული ცოდნა, რომელიც თეორიულად აღწერს სხვადასხვა მარკისა და ტიპის ცემენტებისათვის სიმტკიცის ზღვრის თანმიმდევრობას, ასევე თეორიული გამოთვლები შედარებულია ცემენტისა და წიდით დამზადებული სტაბილიზირებული ნიმუშების პრაქტიკულ შედეგებთან და დადგენილია მათი თანხვედრა. აღნიშნულის გამოყენებით, შესაძლებლობა გვაქვს ცემენტის გამკვრივებისთანავე, მაგალითად 2,3 ან ჩვენთვის სასურველ დღეზე მიღებული შედეგით განვსაზღვროთ მისი საბოლოო შედეგი, რაც გვაძლევს საშუალებას, სამშენებლო პროცესები წარვმართოთ შეფერხებების გარეშე.

პრაქტიკული მნიშვნელობა: ევროკავშირთან ასოცირების ხელშეკრულებისა და საქართველოს ევროპისკენ სწრაფვის პარალელურად, მნიშვნელოვან საკითხს წარმოადგენს მოწესრიგებული სტანდარტებისა და ტექნიკური მოთხოვნების არსებობა. აღნიშნული საქართველოში განსაკუთრებით აქტუალური პრობლემაა, ვინაიდან დღეის მდგომარეობით საქართველოში მოქმედებს როგორც 37 სხვადასხვა კლიმატური პირობების მქონე ქვეყანის, ისე საბჭოთა კავშირის დროინდელი გოსტ სტანდარტები, რომელიც საკმაოდ მოძველებულია და დაკარგული აქვს აქტუალურობა. ნაშრომში ექსპერიმენტებისა და ლაბორატორიული შედეგების გაანალიზებით, ჩამოყალიბებულია როგორც ტრადიციული მეთოდების გაუმჯობესება უკეთესი ხარისხის მისაღებად, ისე ბაზარზე არსებული დანამატებით ოპტიმალური ვარიანტების შერჩევა შემდგომში მისი საექსპლუატაციო მდგომარეობის გასაუმჯობესებლად. ნაშრომში ასევე

განხილულია არსებული დაზიანებების გამომწვევი მიზეზები და ტრადიციულთან, თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით მათი აღწერა და დეტალური დეფექტური უწყისების შედგენის მეთოდოლოგია.

სადისერტაციო ნაშრომის მოცულობა და სტრუქტურა: ნაშრომი წარმოდგენილია 105 გვერდზე, იგი შედგება შესავლის, 2 თავისა და 19 ქვეთავის, დასკვნებისა და 42 გამოყენებული ლიტერატურისგან.

ნაშრომის აპრობაცია და გამოქვეყნებული პუბლიკაციები: კვლევის მასლების მიხედვით გამოქვეყნებულია 4 სამეცნიერო სტატია, დისერტაციის ძირითადი შედეგები მოხსენებულ იქნა სტუდენტთა 2 - 84-ე და 86-ე ღია საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციაზე:

1. საგზაო სამოსის საექსპლუატაციო მდგომარეობის შეფასება ა.ბურდულაძე, ტ.ჯიშიაშვილი, თ.შილაკაძე. სტუ სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი მშენებლობა, თბილისი, 2022წ.
2. საგზაო მშენებლობაში ბაზალტის ბოჭკოვანი მასალების გამოყენების ეფექტურობა, ა.ბურდულაძე, თ.შილაკაძე, ტ.ჯიშიაშვილი. სტუ სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი მშენებლობა თბილისი, 2022წ.
3. ასფალტბეტონის საფარზე გამოწვეული დაზიანებების და პრევენცია მოდიფიცირებული ბიტუმების გამოყენებით. ტ.ჯიშიაშვილი. სტუ სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი მშენებლობა თბილისი, 2023 წ.
4. სტანდარტული და პოლიმერ მოდიფიცირებული ბიტუმით(პმბ) დამზადებული ა/ბეტონის ნარევის გამოცდის შედეგები. ა.ბურდულაძე, ტ.ჯიშიაშვილი. სტუ-სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი მშენებლობა, თბილისი, 2023 წ.
5. საგზაო სამოსის საექსპლუატაციო მდგომარეობის შეფასება. ა.ბურდულაძე, ტ.ჯიშიაშვილი, თ.შილაკაძე

ნაშრომის შინაარსი

ნაშრომის შესავალში საქართველო იმ უბველეს სატრანსპორტო გზაჯვარედინზე მდებარეობს, რომელიც აკავშირებდა და აკავშირებს ჩრდილოეთისა და სამხრეთის, დასავლეთისა და აღმოსავლეთის ქვეყნებს. სწორედ მასზე გადის ევროპა-აზიის დამაკავშირებელი სატრანსპორტო მაგისტრალი.

საბჭოთა კავშირში ყოფნისას იგი სატრანსპორტო „ჩიხში“ იყო და მსოფლიოს ქვეყნებთან ურთიერთობა მხოლოდ მოსკოვის გავლით ხორციელდებოდა. დამოუკიდებლობის მოპოვების შემდეგ ქვეყანამ პრაქტიკულად სატრანსპორტო გზაჯვარედინის ფუნქცია შეიძინა.

1998 წელს ბაქოში ხელი მოეწერა საერთაშორისო ხელშეკრულებას ევროპა-კავკასია-აზიის სატრანსპორტო დერეფნის „ტრასეკას“ შექმნის თაობაზე, რომელიც დასავლეთ ევროპასა და აღმოსავლეთ აზიას დააკავშირებს კავკასიისა და შუა აზიის გავლით.

ზემოთ თქმულიდან გამომდინარე ცხადია, რომ ქვეყნის განვითარებისთვის აუცილებელია მოწესრიგებული საგზაო ქსელი, რათა კომფორტულად, უსაფრთხოდ და სწრაფად მოხდეს მგზავრების გადაადგილება და ტვირთის გადაზიდვა. დღეის მდგომარეობით, მოწესრიგებული საგზაო ქსელი განსაკუთრებით ისეთი ტრანზიტული ქვეყნისთვის, როგორც საქართველოა, სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანია რათა მსოფლიოს რუკაზე ჩვენს ქვეყანას აქვს იმის რესურსი, აღნიშნული იყოს როგორც სატრანსპორტო ხიდი.

მოწესრიგებული, კომფორტული საგზაო ქსელი ასევე მნიშვნელოვანია ქვეყნის როგორც ინფრასტრუქტურული, ისე ტურისტული განვითარებისთვის. კომფორტულად საქართველოს ღირსშესანიშნაობების დათვალიერება ტურისტებისთვის განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია, რაც საბოლოო ჯამში ქვეყნის ეკონომიკურ გაძლიერებასთან არის დაკავშირებული.

ბოლო წლების განმავლობაში, საქართველოში აქტიურად მიმდინარეობს როგორც საერთაშორისო მნიშვნელობის მაგისტრალური, ისე შიდასახელმწიფოებრივი და ადგილობრივი მნიშვნელობის გზების მშენებლობა, რეკონსტრუქცია, რეაბილიტაცია, მოვლა-შენახვა, მოძრაობის უსაფრთხოების გაუმჯობესება და ა.შ.

ყოველივე ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე, ინფრასტრუქტურული პროექტების შესასრულებლად ყოველწლიურად იხარჯება რამდენიმე მილიარდი ლარი სახელმწიფო ბიუჯეტიდან, რომელსაც საქართველოს რეგიონალური განვითარებისა და ინფრასტრუქტურის სამინისტროს საქვეუწყებო ორგანო საავტომობილო გზების დეპარტამენტი ახორციელებს.

არსებული პრაქტიკა გვიჩვენებს, რომ ხშირად, ნორმატიულ მოთხოვნებზე გაცილებით სწრაფად, 3-5 წელიწადში ან საგარანტიო ვადის ამოწურვამდე ხდება ახალი აშენებული ან რეაბილიტირებული გზის დაზიანება და მის შესაკეთებლად ხელმეორედ გვიწევს საკმაოდ მოცულობითი თანხებისა და რესურსების გამოყოფა. საავტომობილო გზების მშენებლობა-რეაბილიტაციაზე, სახელმწიფოს მიერ არარენტაბულარად დახარჯული თითოეული ლარი, უარყოფითად აისახება მის ხვალისდელ დღეზე, მომავალის განვითარების გზაზე. ძალიან მნიშვნელოვანია საგზაო სამუშაოები თავიდანვე შესრულდეს ისე, რომ მინიმალური დანახარჯებით მიღებულ იქნას მაქსიმალურად მაღალი შედეგი, რათა საავტომობილო გზის საექსპლუატაციო ვადა იყოს გაცილებით მეტი, ვიდრე მისი ხარვეზებითა თუ არათანამედროვე ტრადიციული მეთოდებით შესრულების პირობებში.

სადისერტაციო ნაშრომში განხილულია თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით, არსებული უკვე დამკვიდრებული ტრადიციული მეთოდების დახვეწა, გაუმჯობესება. ასევე საგზაო სამოსების როგორც მშენებლობის, ისე ექსპლუატაციაში მყოფი ან და უკვე სარემონტო სამოსების საექსპლუატაციო მდგომარეობის პროგნოზირება, რაც გულისხმობს როგორც უკვე დაშვებული უხარისხოდ შესრულებისგან გამოწვეულის ნაკლები დანახარჯებით ოპტიმალურად შეკეთებას, ისე მათ გამდიდრებას სხვადასხვა თანამედროვე დანამატების გამოყენებით. ნაშრომში ასევე განხილული და ექსპერიმენტალურად, კვლევების საფუძველზე დასაბუთებული იქნება როგორც სხვადასხვა ტიპის სამოსების ოპტიმალური ვარიანტების შერჩევა, ისე გათვალისწინებული იქნება გარემოზე ზემოქმედების ფაქტორები, რაც ბუნებისა და ეკო კლიმატის შენარჩუნებისთვის ერთ ერთი მნიშვნელოვანი ფაქტორია. სადოქტორო ნაშრომში განხილული მეტალურგიული წარმოების ნარჩენების გამოყენებით, საგზაო სამოსის კონსტრუქციული ფენების, როგორც ასფალტბეტონის, ისე საფუძვლის

ფენების ფიზიკურ-მექანიკური და საექსპლუატაციო თვისებების გაუმჯობესების როგორც ფინანსური, ისე ხარისხობრივი მეთოდოლოგიის კვლევა - რაც განაპირობებს მის აქტუალობას. აღნიშნულ მიმართულება საკმაოდ პერსპექტიულია და გააჩნია დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა, რამდენადაც როგორც საქართველოში, ისე ბევრ მეზობელ ქვეყანაში არსებობს მეტალურგიული წარმოების ნარჩენების საკმარისი რაოდენობის მარაგი, რომელსაც დღეისათვის არ გააჩნია არანაირი ფუნქცია, ხოლო მისი საგზაო მშენებლობაში გამოყენებით შესაძლებელია მივიღოთ მნიშვნელოვანი ეფექტი.

ავტოსატრანსპორტო ინტენსივობისა და სამშენებლო სამუშაოების ღირებულების ზრდასთან ერთად, მნიშვნელოვანია შესრულებული სამუშაოების შესრულება ისეთი ხარისხით, რომ მისი საექსპლუატაციო ვადა იყოს მაქსიმალურად დიდი. მსოფლიოს განვითარებასთან ერთად ყოველწლიურად ვითარდება სამშენებლო პროცესების მართვის მეთოდოლოგიები, რომელთა გამოყენებაც მნიშვნელოვნად ზრდის სამუშაოების ხარისხს

პირველი თავი მოიცავს ლიტერატურულ მიმოხილვას, რომელშიც პირველ ეტაპზე განხილულია ქვეყანაში მოქმედი ნორმატიული დოკუმენტების აქტუალობა ქვეყანაში, რომელიც მშენებლობისა და მის ექსპლუატაციის პროცესში იწვევს დაზიანებებს. ყოველივე ეს გამოწვეულია იმიტომ, რომ, მოძველებული ნორმატივები ვერ აკმაყოფილებს თანამედროვე ინტენსივობის შედეგად მიღებულ დატვირთვებს. შესაბამისად, დეტალურად არის განხილული ყველა ის საჭირო გასატარებელი პროცესები, რაც ამ პრობლემას საბოლოოდ მოაგვარებს და ქვეყანაში იქნება დახვეწილი, განვითარებული ქვეყნების შესაბამისი სამშენებლო სტანდარტები.

ნაშრომის პირველ თავში აღწერილია აქტუალური პრობლემების გადაჭრა, როგორცაა არსებული გზის რეაბილიტაციისა თუ სხვა ტიპის სამუშაოების ჩასატარებლად თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით სარეკონსტრუქციო, სამშენებლო თუ ნებისმიერი სხვა ტიპის სამუშაოების მოკლე დროში, ხარისხიანად და წარმატებით წარმართვა. ნაშრომში გამოყენებული იქნება არსებული საგზაო სამოსების დაზიანების შეფასების კრიტერიუმებისა და მათი

გამომწვევი გზების, ასევე სამომავლოდ დაგეგმილი სამუშაოების ოპტიმალური ვარიანტების შერჩევა თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით.

არსებული მდგომარეობის ტრადიციული შეკეთების ტექნოლოგიები: პირველი თავის მეორე ქვეთავს წარმოადგენს არახისტ საგზაო სამოსების ტრადიციული შეკეთების ტექნოლოგიების აღწერას. ნაჩვენებია გზის კონსტრუქციული ელემენტების დასაშვები დაზიანებების მაჩვენებელი სხვადასხვა კატეგორიის ინტენსივობის გზებისათვის წლის სხვადასხვა სეზონზე, სადაც აღწერილია სხვადასხვა სახის .

ცხრილი1

**საავტომობილო გზის კონსტრუქციაში დასაშვები დეფექტების
მაჩვენებლები**

გზის კონსტრუქციული ელემენტების მაჩვენებლები	დაშვებული მნიშვნელობები მსუბუქ ავტომობილზე დაყვანილი მოძრაობის ინტენსიობა, ავტ/დღე-ღამე				
	> 6000	2000-6000	1000-2000	200-1000	<200
დაზიანება (ორმოს) ზომით ფართობი, არაუმეტეს 15X60X5 სმ, ა). ზაფხულში	0,3	1,0	1,5	2,0	2,5
ბ). გაზაფხულზე	1,5	3,0	4,5	6,0	7,0
გ). ზამთარში	1,5	3,0	4,5	6,0	7,0
საფარზე არსებული ცალკეული ბზარები, სიგანით > 5 მმ. გრძ.მ 1000მ ² -ზე	10	20	30	40	40
საფარზე ბიტუმით გაოფლიანებული ადგილები, მ ² 1000მ ² -ზე	7	10	15	20	25
საფარის კიდეებზე (სიგანით 0,5მ-მდე) დაბინძურებული ზოლების არსებობა. საფარის საერთო ფართობის არაუმეტეს, %	არა	3	5	8	10

ნაშრომის პირველ თავში ასევე აღწერილია საავტომობილო გზის დაპროექტებისას, მისი საექსპლუატაციო ვადის განსაზღვრისათვის სწორი სტრუქტურის შერჩევის მეთოდები შესაბამისი დანიშნულების გზებისათვის. ასევე მოყვანილია ევროპული ნორმატივების შესაბამისად, საავტომობილო გზის სამოსის გაანგარიშებისა და დაპროექტებისათვის შესაბამისი გზის კლასის მიხედვით საჭირო საპროექტო მოდული, რომელიც შემდგომ უზრუნველყოფს კონსტრუქციის მედეგობას დატვირთვებისა და ინტენსივობის შესაბამისად.

ცხრილი 2

სტატიკური დრეკადობის მოდული, გზის კლასის მიხედვით

საავტომობილო გზის კლასი	Ev2 - სტატიკური დრეკადობის მოდული, Mpa
1	Ev2 ≥ 200 Mpa
2	Ev2 ≥ 180 Mpa
3	Ev2 ≥ 160Mpa
4	Ev2 ≥ 140 Mpa
5	Ev2 ≥ 120 Mpa

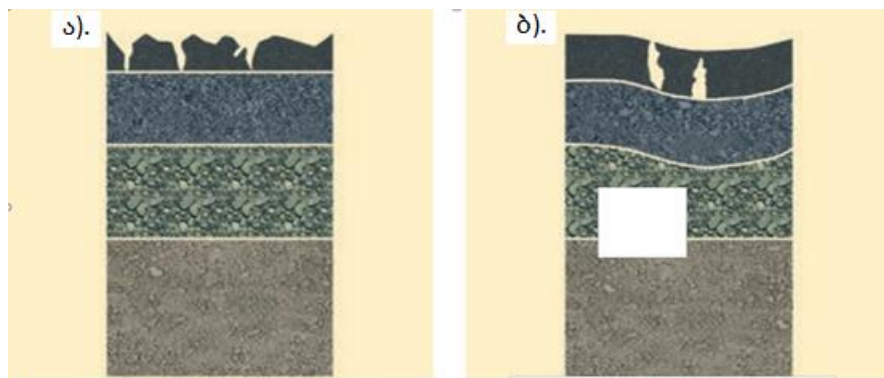
ნაშრომის პირველ თავში ასევე განხილულია არსებული დაზიანებების გამოსწორების მეთოდი განსაკუთრებით უკვე მოწყობილი საფუძვლის მასალების გამოყენებით. **რეაბილიტაცია** - რეაბილიტაციის პროცესი ნიშნავს აწ უკვე დაზიანებული საფარის განახლებას. **რესიკლირების ან/და სტაბილიზაციის** პროცესი მოიცავს ყველა ტიპის საგზაო სამოსის მშენებლობას, დაწყებული ადგილობრივი მნიშვნელობის დაბალი კატეგორიის გზებიდან, დამთავრებული საერთაშორისო მნიშვნელობის მაგისტრალურ გზებამდე.

გზაზე რესიკლირების სამუშაოების დაწყებამდე აუცილებელია შემდეგი დეტალებისა და ინფორმაციების მოძიება-დაზუსტება:

- გზის სამოსის ზოგადი მდგომარეობა;
- არსებული დაზიანებული საფარში გამოყენებული მასალების დეტალური ინფორმაცია;
- არსებული გზის სამოსის სიმაღლე ფენების მიხედვით;
- დეტალური გეოლოგიური კვლევა;

- მეტეოროლოგიური ჩანაწერები უახლესი მეტეო სადგურიდან;
- არსებული ა/ბეტონის საფარის მოცულობითი მახასიათებლები;
- საჭიროების შემთხვევაში საფარში შემკვრელის რაოდენობის დადგენა და მისი განსაზღვრა როგორც აქტიური თუ არააქტიური შემკვრელი;
- ვიზუალური დათვალიერება.

მხოლოდ ზემოთ მოყვანილი სრულყოფილი ინფორმაციის შეგროვების შემდეგაა შესაძლებელი შეფასდეს არსებული დაზიანების სავარაუდო გამომწვევი მიზეზი - ისინი გამოწვეულია საფუძვლის ფენისაგან თუ გზის საფარიდან (იხ. ნახაზი 1



ნახაზი 1 საგზაო სამოსის დაზიანება

ა). გამომდინარე საფარიდან. ბ). გამომდინარე საფუძვლიდან

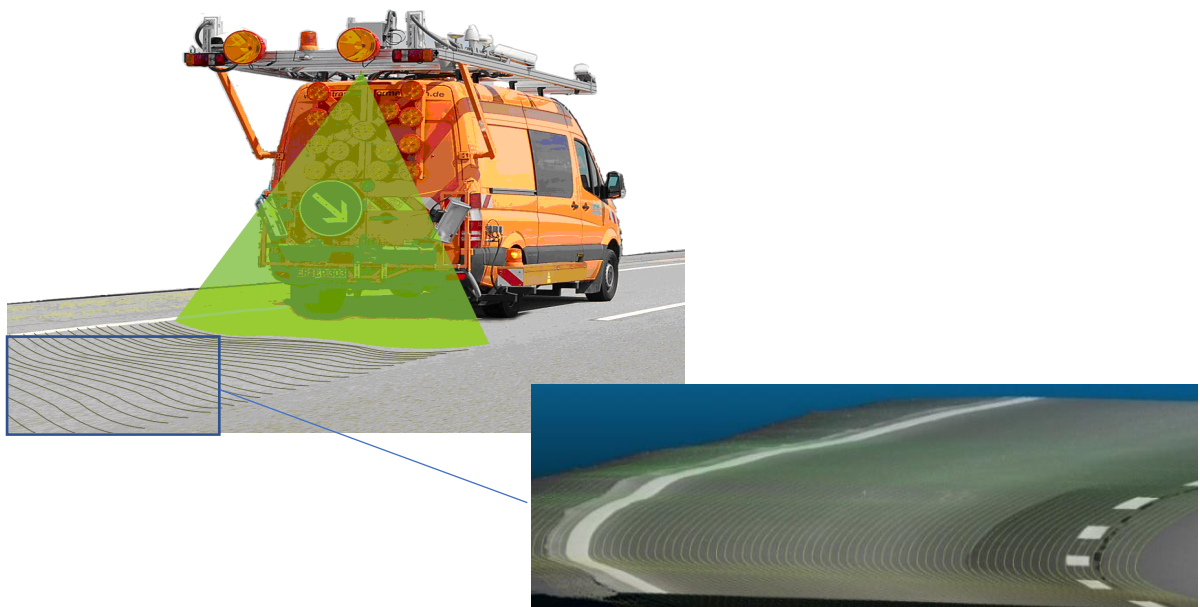
ნაშრომში ასევე განხილულია სარეაბილიტაციო პროცესისათვის, საჭირო ლაბორატორიული კვლევების ჩატარების ის ჩამონათვალი, რაც დაგვანახებს არსებული მდგომარეობის სრულ სურათს და მოგვცემს იმის საშუალებას, სწორად განვსაზვროთ შემდგომში მისი საექსპლუატაციო ხანგრძლივობისათვის საჭირო გადაწყვეტები.

სადისერტაციო ნაშრომის მეორე თავი შეეხება შედეგების განსჯას. პირველ ქვეთავში მოცემულია საგზაო სამოსის ფენები და მათი თანამედროვე ტექნიკური მოთხოვნები, ჩამოყალიბებულია თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით არსებული საფარის იმგვარად გაძლიერება, რომ მაგალითად დამატებითი მასალების შემოტანისა და დატკეპნის თავიდან ასარიდებლად, რაც ასევე ამცირებს სამშენებლო სამუშაოების ღირებულებას, მოგვცეს მაღალი ხარისხის კონსტრუქცია.

შემდეგი ქვეთავი მიეკუთვნება ასფალტბეტონის საგზაო საფარის თანამედროვე საერთაშორისო მოთხოვნების განხილვას და მათ მნიშვნელობას საექსპლუატაციო მდგომარეობის განსასაზღვრად.



ნაშრომში განხილულია თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით, არსებული საგზაო სამოსის შემოწმების ისეთი მეთოდები, რომელიც ბოლო რამდენიმე წელია ინერგება მსოფლიოს წამყვან ქვეყნებში. აღნიშნული მეთოდოლოგიით შესაძლებელია 80კმ/სთ სიჩქარით მოძრავი ავტომობილით მივიღოთ სრული სურათი როგორც გზის პარამეტრების შესახებ, ასევე დეტალური აღრიცხვა დაზიანებების აღსაწერად. აღნიშნული პროცესი რამდენიმეჯერ ამცირებს როგორც სამოსის მზიდუნარიანობის განსაზღვრის პროცესს, ასევე კომპიუტერული ტექნოლოგიების გამოყენებით შესაძლებლობა გვეძლევა განვსაზღვროთ როგორც



საფარის სისწორე, ასევე ნებისმიერი სახის დაზიანების მაშტაბი და სამშენებლო ნაგებობების ზუსტი მოცულობა.(იხ.ნახაზი 2)



ნახაზი 2. საგზაო სამოსის დაზიანებების დეფექტური აღრიცხვისა და კონსტრუქციული მზიდუნარიანობის საზომი თანამედროვე მანქანა.

ნაშრომის მეორე თავის პირველი ექსპერიმენტი ჩატარებულია ასფალტბეტონის შემადგენელი ნაწილის, ბიტუმის არსებული პარამეტრებისა და ბოლო წლების განმავლობაში, ქვეყანაში დანერგვის პროცესში შემოსული ბიტუმის მოდიფიცირების სახეობებზე. ლაბორატორიული ექსპერიმენტები ჩატარებულია საერთაშორისო, ევროპული გამოცდის მეთოდების შესაბამისად.

ნაშრომის ეს მონაკვეთი ეთმობა მოდიფიცირებული ბიტუმების დანამატებსა და მათ ტექნიკურ მოთხოვნებთან შესაბამისობას. მოდიფიცირებული ბიტუმი.

ვინაიდან ასფალტის სიცოცხლის უნარიანობა დამოკიდებულია როგორც მასალის, ისე ოპტიმალური ნარევისა და ბიტუმის შერჩევაზე, ინტენსივობის ზრდასთან ერთად მცირდება ასფალტბეტონის საექსპლუატაციო ვადა. ტრადიციული ბიტუმის გამოყენებისას, მაღალი დატვირთვების გზებზე ხშირად ჩნდება ე.წ. ნაკვალევები (ჩაღრმავებები), რომლებიც დროთა განმავლობაში ვლინდება სტანდარტულ ბიტუმზე განვითარებული დატვირთვებისგან, ვინაიდან ბიტუმს არ აქვს მაღალი უნარი დატვირთვის შედეგად, როდესაც ის შეიკუმშება, მოახდინოს საწყისი ფორმის აღდგენა. ნაშრომში ჩატარებულია ექსპერიმენტები ბაზარზე დღეის მდგომარეობით არსებული მოდიფიკატორების გამოყენებით. ჩატარებულია ექსპერიმენტები შემდეგ დანამატებზე:

- სასობიტი
- ელვალოი
- სბს

სასობიტით მოდიფიცირებამ გვაჩვენა, რომ დანამატი უზრუნველყოფს მხოლოდ დარბილების ტემპერატურის გაზრდას - ბიტუმის ამგვარი მოდიფიკაციით შესაძლებელია გაიზარდოს მხოლოდ ტემპერატურის მიმართ დატვირთვების მედეგობა, თუმცა მხოლოდ სასობიტით მოდიფიცირებული ბიტუმი არ ნიშნავს, რომ გვაქვს პოლიმერ მოდიფიცირებული ნიმუში მიღებული. ასევე საყურადღებოა ის ფაქტი, რომ სასობიტით დარბილების ტემპერატურის ზრდა იწვევს ნიმუშის ყინვის მიმართ მედეგობის შემცირებას.

ელვალის მოდიფიცირებით მიღებული შედეგებიდან გამომდინარე ირკვევა, რომ მიუხედავად მისი მაქსიმალური დოზით შერევისას სტანდარტულ ბიტუმს შეეძინა განსაკუთრებული თვისებები, მათ შორის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი - ელასტიურობის აღდგენა 70%, მაგრამ მაინც ვერ აკმაყოფილებს როგორც დარბილების, ისე ელასტიურობისა და ყინვამგრძობელობის მოთხოვნებს. ასევე ელვალის დანამატით ბიტუმის ნიმუშს არ ენიჭება თვისება 90 გრადუსიანი კუთხით ელასტიურობის აღდგენის შემთხვევაში, რაც საბოლოო ჯამში ამყარებს ვარაუდს, რომ ელვალო ვერ უზრუნველყოფს ბიტუმის სრულად პოლიმერ-მოდიფიცირებული სახის მიცემას.

სბს პოლიმერის გამოყენებისას, ბიტუმში წარმოქმნილი მოლეკულური ჯაჭვები ქმნიან ისეთ სტრუქტურას, რომ დანამატით შესაძლებელი ხდება პოლიმერ-მოდიფიცირებული ბიტუმის იმგვარად სახეცვლილება, რომ დააკმაყოფილოს საერთაშორისო სტანდარტი პოლიმერ მოდიფიცირებული ბიტუმების მიმართ. მასში წარმოქმნილი ელასტომეტრების საშუალებით, სამოსის ფენას ენიჭება საკმაოდ ძლიერი მედეგობა როგორც მაღალ ტემპერატურაზე მოძრაობის ინტენსივობისას, ისე ელასტიურობის აღდგენის თვალსაზრისით, რაც შემდგომში გულისხმობს, რომ სტანდარტული ბიტუმისგან განსხვავებით, პოლიმერ-მოდიფიცირებულ ბიტუმი შეკუმშვის შემდგომ უბრუნდება მის საწყის მდგომარეობას, რაც საგზაო სამოსის მდგრადობას და მის საექსპლუატაციო ვადას რამდენჯერმე ზრდის.

ნაშრომში ასევე ჩატარებულია ექსპერიმენტები სტანდარტული ბიტუმითა და პოლიმერ მოდიფიცირებული ბიტუმით დამზადებული ასფალტების გამოცდებზე და მათ შესაბამისობაზე დადგენილ საერთაშორისო მოთხოვნებთან.

სტანდარტული ასფალტის ნარევის გამოცდის შედეგებით გამოვლინდა, რომ 20000 ციკლის დასრულების შემდეგ, პროპორციული ჩაღრმავების საშუალო პროცენტული მაჩვენებელი მივიღეთ $P_i=4.8$ %, ხოლო სბს პოლიმერ მოდიფიცირებული ბიტუმის შემთხვევაში $P_i=0.9$ %.

დამატებით ჩავატარეთ კვლევები ასფალტბეტონის 100%-იან დატკეპნილ ნიმუშებზე, კერძოდ წყლის მიმართ მგრძობელობა, რომლის დროსაც, სტანდარტულ შემთხვევაში მიღებული პროცენტული მაჩვენებელი 85% მოდიფიცირებულის შემთხვევაში გაიზარდა 98%-მდე, შესაბამისად, ასევე SBS პოლიმერ მოდიფიცირებული ბიტუმის მაღალ ყინვაზე მდგრადობის გათვალისწინებით, პოლიმერ SBS პოლიმერ მოდიფიცირებული ბიტუმით შეგვიძლია დავამზადოთ ასფალტბეტონის მაღალტექნოლოგიური საფარი განსაკუთრებული ყინვის ზონებშიც.

მიღებული შედეგების გაანალიზებით, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ პოლიმერ მოდიფიცირებული ბიტუმის ოპტიმალური მოდიფიკატორისა და ასფალტბეტონის ნარევის შერჩეული ოპტიმალური შემადგენლობით, შეგვიძლია დავამზადოთ და ვაწარმოოთ ისეთი მაღალი კლასის ასფალტი, რომელსაც საექსპლუატაციო ვადა, განსაკუთრებული დატვირთვების ქვეშაც შეიძლება გავუხანგრძლივოთ 20-30 წლამდე, და რაც ყველაზე მნიშვნელოვანია, არსებული მასალის გამოყენება ხელმეორედ იქნება შესაძლებელი 30 წლის შემდეგაც. ეს ყველაფერი გვადლევს იმის საშუალებას, როგორც გზის დაპროექტებისას, ასევე მისი მშენებლობისა თუ შემდგომ მისი ექსპლუატაციაში შესვლის შემდეგაც, გვქონდეს შესაძლებლობა გავაკეთოთ პროგნოზი თუ რა ტიპის დაზიანების წარმოქმნა არის შესაძლებელი და რამდენ ხანს შეძლებს ახლად მოწყობილი ინფრასტრუქტურული ობიექტი უსაფრთხო ექსპლუატაციას.

სადისერტაციო ნაშრომის შემდგომი ეტაპი მოიცავს ლაბორატორიულ ექსპერიმენტს ლითონის გადამუშავებული ნარჩენის - წიდის ფიზიკო მექანიკური თვისებების დადგენას და შემდგომ მის საგზაო ფენებში გამოყენებას.

როგორც მსოფლიოში, ისევე საქართველოშიც ერთ-ერთ აქტუალურ პრობლემას წარმოადგენს მშენებლობის პროცესში გარემოზე ზემოქმედების ფაქტორები. მაღალი ხარისხის მისაღწევად, ექსპერიმენტალურად უკვე

დადგენილია შესაბამისი ხარისხის მასალების გამოყენების აუცილებლობა, რომლებიც ძირითად შემთხვევაში წარმოადგენენ მდინარიდან მოპოვებული სხვადასხვა ზომის ქვებიდან მტვრევის შედეგად წარმოებულ სხვადასხვა ზომის ფრაქციებს. გამომდინარე ტექნოლოგიური მოთხოვნებისა, ძალაუნებურად ზიანის მიყენება გვიწევს მდინარეებში ინერტული მასალის მოსაპოვებლად რაც მილიონობით კუბურ მეტრს აღწევს სხვადასხვა კარიერებიდან და მომავალში რთულია განისაზღვროს თუ რა სახის ზიანი შეიძლება მიადგეს ბუნებას, თუმცა გონივრული რისკი მაღალია. სწორედ ამიტომ, ძალიან მნიშვნელოვანია არსებულ ტრადიციულ მეთოდებში სიახლეების შემოტანა და დანერგვა, რათა მაქსიმალურად მოხდეს ბუნებრივი რესურსების შემცირება.

ექსპერიმენტების მიმდინარეობისას, ერთ-ერთ საკითხს წარმოადგენდა ქვეყანაში არსებული ფაბრიკებისა და გადასამუშავებელი ქარხნების მოძიება, ასევე სხვადასხვა ლიტერატურის გაცნობა. გამოკითხვების შედეგად, განსაკუთრებული ყურადღება მიიქცია ზესტაფონის ფეროში წარმოებისას გადამამუშავებულმა ნარჩენებმა, რომელსაც ეწოდება „გადამამუშავებელი წიდა“ და რომელიც ფოლადის გადამამუშავებისას 30% ნარჩენის სახით რჩება.

ცდების პირველ ეტაპზე განისაზღვრა წიდის სხვადასხვა ფრაქციების გამოცდები და სიმტკიცისა ($M > 1400$) და მტვრევის ხარისხის დამაკმაყოფილებელი შედეგების მიღების შემდგომ მოხდა მასალებზე სხვადასხვა ლაბორატორიული ცდების ჩატარება, კერძოდ:

- განისაზღვრა წიდის მაქსიმალური სიმკვრივე - 2.98 გ/სმ³
- ყინვამგრძნობელობისა და შეწოვის ხარისხის დასადგენად განისაზღვრა მასალის წყალშთანთქმა - 1.3%, დასაშვები მოთხოვნა $\leq 1.8\%$
- განისაზღვრა მასალის ცვეთამდეგობა - 19%, დასაშვები მოთხოვნა $\leq 25\%$
- გადამამუშავებული წიდით მსხვრევის შედეგად მიღებულ ქვიშაში განისაზღვრა ქვიშაში მტვროვანი და თიხოვანი ნაწილაკების შემცველობა (ქვიშის ინდექსი) - 89%, დასაშვები მოთხოვნა $\geq 60\%$
- ფორმის ინდექსი - 8%, დასაშვები ზღვარი $\leq 15\%$

ასევე რაც ყველაზე მნიშვნელოვანია:

მასალასა და ბიტუმს შორის მიკვრადობის (ადგეზიურობის) განსაზღვრა $> 90\%$

კვლევების შედეგები შედარდა საერთაშორისო მოთხოვნებს ინერტული მასალისათვის ასფალტბეტონში გამოსაყენებლად და ყველა პარამეტრის დადებითი შედეგის მიღების შემდგომ, მოხდა ბუნებრივი ქვის სრულად წიდით ჩანაცვლება და ასფალტბეტონის ნარევის დამზადება.

მიღებული შედეგებით ლაბორატორიული ნარევის ფიზიკო მექანიკური თვისებები აკმაყოფილებს ასფალტის ნარევის იმ დასაშვებ მოთხოვნებს, რაც თანამედროვე საერთაშორისო ტექნიკურ რეგლამენტებსა და კვლევების შედეგად დადგენილ მოთხოვნებშია მითითებული. აღნიშნულის გათვალისწინებით, შესაძლოა წიდის გამოყენებამ გარკვეული როგორც ფინანსური, ისე ბუნებრივი რესურსების შემცირების შესაძლებლობა მოგვცეს, მაგრამ ხარისხი იყოს არანაკლები ვიდრე გადამუშავებული ბუნებრივი ქვის შემთხვევაში. წიდის ფიზიკო მექანიკური თვისებები განისაზღვრა შემდეგ მაჩვენებლებზე:

- განისაზღვრა წიდის მაქსიმალური სიმკვრივე - 2.98 გ/სმ³
- წყალშთანთქმის ხარისხის დასადგენად განისაზღვრა მასალის წყალშთანთქმა - 1.3%, დასაშვები მოთხოვნა $\leq 1.8\%$
- ყინვამედეგობის მახასიათებლის დასადგენად ჩატარდა 5 ციკლიანი ექსპერიმენტი ყინვის მიმართ, მაგნეზიუმ სულფატური ხსნარის გამოყენებით, რომლის მიღებული შედეგიდაც შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ მოპოვებული მასალა განსაკუთრებით მძლავრია გაღობა-გაყინვის პროცესების მიმართ, ვინაიდან სტანდარტული ბუნებრივი მასალებისგან შედარებით, წიდამ ორჯერ ძლიერი შედეგი მოგვცა, 5%.
- განისაზღვრა მასალის ცვეთამედეგობა - 19%, დასაშვები მოთხოვნა $\leq 25\%$
- გადამუშავებული წიდით მსხვრევის შედეგად მიღებულ ქვიშაში განისაზღვრა ქვიშაში მტვროვანი და თიხოვანი ნაწილაკების შემცველობა(ქვიშის ინდექსი) - 89%, დასაშვები მოთხოვნა $\geq 60\%$
- ფორმის ინდექსი - 8%, დასაშვები ზღვარი $\leq 15\%$
- მასალასა და ბიტუმს შორის მიკვრადობის(ადგეზიურობის) განსაზღვრა (ნახაზი 31) - მიღებული შედეგი $> 90\%$, დასაშვები ზღვარი $\geq 80\%$
- მასალის მსხვრევის ხარისხი შეესაბამება იმ საერთაშორისო ნორმატივებს, რაც დადგენილია მსოფლიოს წამყვანი ქვეყნების ტექნიკურ მოთხოვნებში.

- მასალაში მსხვრევის შედეგად არ წარმოიქმნება ნემსისებრი და ფირფიტისებრი ნაწილაკების 5%-ზე მეტი რაოდენობა.

ამის შემდგომ დამზადდა ასფალტბეტონის ზედა ფენის ნარევი მხოლოდ წიდის, მინერალური ფხვნილისა და ბიტუმის გამოყენებით. მიღებული შედეგები ნაჩვენებია ნახაზ 3-ზე.

ცდის დასახელება	მაჩვენებელი	გამოცდის მეთოდი
საშუალო მოცულობითი მასა, გ/სმ ³	2,54	ენ 12697-6
ჭეშმარიტი(მაქსიმალური) სიმკვრივე გ/სმ ³	2,65	ენ 12697-5
ნარჩენი ფორიანობა, %	4,2	ენ 12697-8
მდგრადობა მარშალის მიხედვით	9,9	ენ12697-34
დენადობა მარშალის მიხედვით	3,4	
ბიტუმის რაოდენობა	5,4	ენ 12697-1

ნახაზი 3. წილით დამზადებული ასფალტბეტონის შედეგები

მიღებული შედეგებით ლაბორატორიული ასფალტბეტონის ნარევის ფიზიკო მექანიკური თვისებები აკმაყოფილებს ასფალტის ნარევის იმ დასაშვებ მოთხოვნებს, რაც თანამედროვე საერთაშორისო ტექნიკურ რეგლამენტებსა და კვლევების შედეგად დადგენილ მოთხოვნებშია მითითებული. აღნიშნულის გათვალისწინებით, შესაძლოა წიდის გამოყენებამ გარკვეული როგორც ფინანსური, ისე ბუნებრივი რესურსების შემცირების შესაძლებლობა მოგვცეს, მაგრამ ხარისხი იყოს არანაკლები ვიდრე გადამუშავებული ბუნებრივი ქვის შემთხვევაში.

ეკონომიკური დასაბუთება - ექსპერიმენტის ჩატარების პროცესში მოძიებული იქნა საქართველოში ასფალტბეტონის ქარხნების მუშაობისა და გამოყენებადი

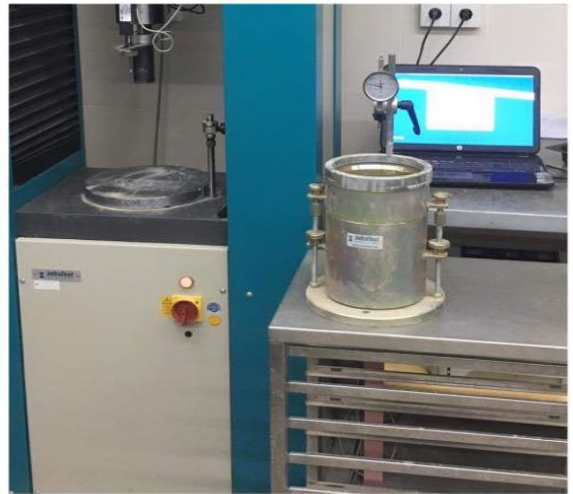
მასალების ფინანსური მდგომარეობა, რომლის შედეგადაც, დადგინდა, რომ გადამუშავებული ღორღისა და ქვიშის მოსაპოვებლად, ა/ბეტონის ქარხანას 1მ³ ფრაქციული ბუნებრივი წიაღისეულისგან მოპოვებული ღორღის შესყიდვა უჯდება მაგ. 30 ლარი, ხოლო ფოლადის ქარხანაში გადამუშავებული წიდის ნარჩენი, რომელიც ფოლადად ფაქტიურად უვარგისია და დამატებითი ტვირთია ბუნებისთვის და მწარმოებლისთვის ნარჩენის სახით, ღირდა 15 ლარი. შესაბამისად 50% ით ნაკლები.

როგორც მოგეხსენებათ, ასფალტბეტონის ნარევი დაახლოებით 95%-ს წარმოადგენს ქვიშა-ღორღი, ხოლო 5%-ს შემკვრელი(ბიტუმი). აქედან გამომდინარეობს, რომ ასფალტბეტონის ქარხანას, 1 ტონა ასფალტბეტონის წარმოებისას ესაჭიროება:

- 1მ³ ინერტული მასალა დაახლოებით იწონის 1600კგ.
- 1 ტონა ასფალტის წარმოებისათვის ქარხანას სჭირდება 950 კგ ინერტული მასალა.
- შესაბამისად 1 ტონა ასფალტბეტონზე ხარჯი აქვს 14,8ლარი.
- დღე/დამეში საშუალოდ 1000ტონა ასფალტბეტონზე 14800ლარი.
- იგივე ან უკეთესი ხარისხის ასფალტბეტონის მიღება წიდის გამოყენების შემთხვევაში შესაძლებელია ბუნებრივი ღორღის ნახევარ ფასად, შესაბამისად 1000 ტონაზე - 7400ლარი.

აღნიშნული ფაქტორით თუ დავითვლით 1 წლის განმავლობაში, ან 365 დღის განმავლობაში როდესაც ქარხანამ საშუალოდ დღეში 1000 ტონა ასფალტბეტონი აწარმოა, ის ამ პერიოდის განმავლობაში 2 701 000ლარით ნაკლებად შეიძენს 365 000მ³ საჭირო ღორს, შესაბამისად, აღნიშნულის გათვალისწინებით, მისი გამოყენებით შესაძლებელია საკმაოდ დიდი ფინანსური რესურსების ქვეყნისთვის სხვა, მნიშვნელოვანი პროექტების მოხმარებას მისი შემდგომი განვითარებისათვის.

ექსპერიმენტის შემდგომ ეტაპზე მოხდა ცემენტით სტაბილიზირებულ ფენისათვის, ბუნებრივ მასალაში 30% წიდის დამატება და მათი გამოცდა როგორც მზიდუნარიანობაზე, ისე გაჯირჯვებაზე(ნახაზი 3).



ნახაზი 3. მასალების გაჯირჯვებისა და მზიდუნარიანობის გამოცდის პროცესი მიღებული შედეგებით გამოვლინდა, რომ 30% იანი წიდის დამატებით გაიზარდა ქვიშახრეშოვანი მასალის მზიდუნარიანობა, ასევე შემცირდა გაჯირჯვების ფაქტორი(ცხრილი 3).

ცხრილი 3.

კალიფორნიის მაჩვენებელი

გამოცდის დასახელება	სტანდარტული ქვიშალორლოვანი მასალა	30% წიდით შერეული ქვიშალორლოვანი მასალა
გაჯირჯვება 92 სთ-ის შემდგომ, %	0,3	0,1
კალიფორნიის რიცხვი (CBR), %	70	85

აღნიშნული ცდების ჩატარების შემდგომ დამზადდა ქვიშახრეშოვანი მასალის, ცემენტისა და წიდის სტაბილიზირებული ნიმუშები სხვადასხვა დოზირებებით:

- ღორღი 0-40 + 4 % ცემენტი
- ღორღი 0-40 + 3.5 % ცემენტი
- ღორღი 0-40 + 5-20მმ ზომის წიდა 30 % + 4% ცემენტი
- ღორღი 0-40 + 5-20მმ ზომის წიდა 30 % + 3.5% ცემენტი

მიღებული შედეგები მოცემულია ცხრილ 4 და 5-ში.

ცხრილი 4

სტანდარტული ნარევის ცემენტით სტაბილიზირებული ფენის შედეგები

სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე , მპა	სტანდარტულ ნარევს + 3.5% ცემენტი	სტანდარტულ ნარევს + 4% ცემენტი
2 დღეზე	2.4 MPa	3.3 MPa
5 დღეზე	3.55MPa	4.5 MPa
7 დღეზე	4.1 MPa	5.0 MPa
28 დღეზე	5.0 MPa	6.2 MPa

ცხრილი 5

სტანდარტულ ნარევაში შერეული წიდისა და ცემენტით სტაბილიზირებული ფენის შედეგები

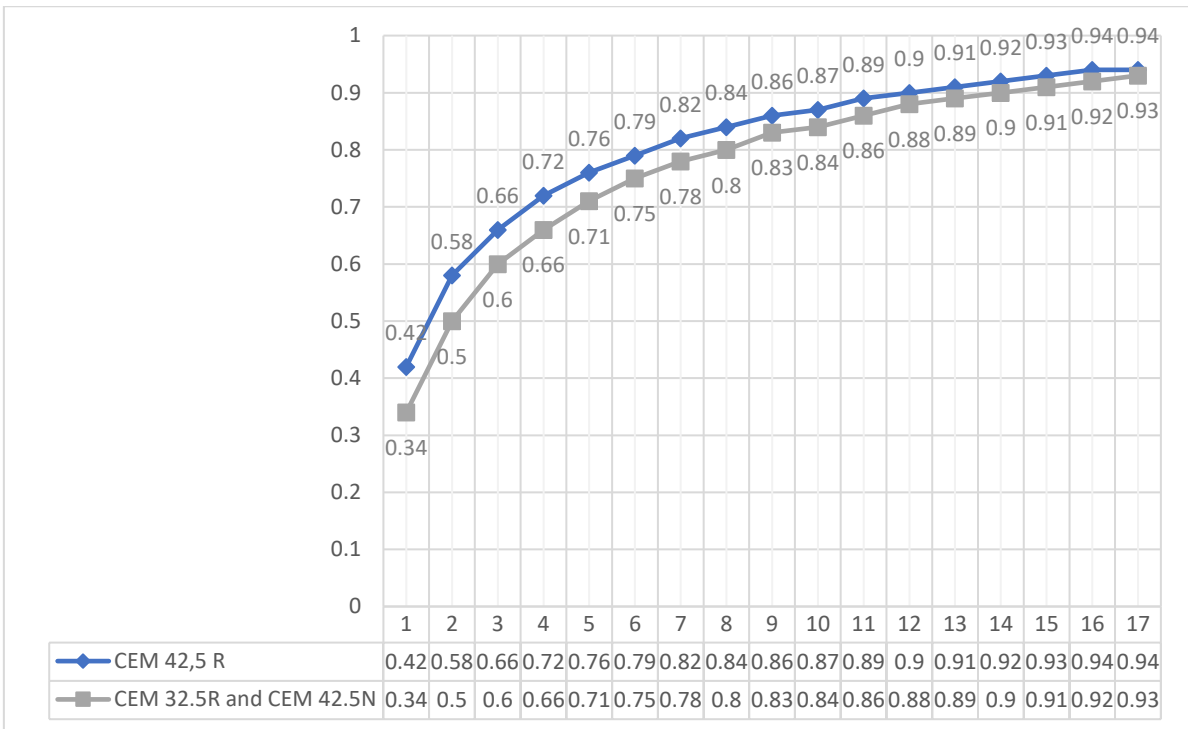
სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე , მპა	30% წიდა, 70 პროცენტი ქვიშალორღი + 3.5% ცემენტი	30% წიდა, 70 პროცენტი ქვიშალორღი + 4% ცემენტი
2 დღეზე	3.2 MPa	3.9 MPa
5 დღეზე	4.4MPa	5.4 MPa
7 დღეზე	5,0 MPa	5.9 MPa
28 დღეზე	6.3 MPa	7.6 MPa



ნახაზი 4. სტაბილიზირებული ნიმუშების გამოცდის პროცესი

გამომდინარე იქიდან, რომ სტანდარტულად ცემენტით სტაბილიზირებული ნიმუშების გამოცდის შედეგი, შესაბამისად მისი მარკიანობის დადგენა ხდება 28 დღეზე, აღნიშნული ექსპერიმენტის პროცესში გამოვიყენეთ ევროკოდებიდან მოძიებული ფორმულების საშუალებით შედგენილი გრაფიკი(ნახაზი 5) სხვადასხვა ტიპის ცემენტებისათვის შეკვრის დროის განსაზღვრა ნებისმიერ დღეზე, რომელიც გვაძლევს საშუალებას, ნიმუშების თუნდაც 2 დღეზე გამოცდის შემთხვევაში განვსაზღვროთ თუ რა მარკას მიაღწევს ცემენტით სტაბილიზირებული ნიმუშები 28 დღის შემდგომ, რაც გადაჭრის ძალიან დიდ პრობლემას, რომელიც გამოწვეულია იქიდან გამომდინარე, რომ სამუშაოების პროცესში 1 დღეს დამზადებული ფენის შესამოწმებლად საჭიროა 28 დღის მოცდა ნიმუშების საბოლოო სიმტკიცის დასადგენად. ექსპერიმენტის მიმდინარეობისას მიღებული შედეგების თანაფარდობის კოეფიციენტი დღეების მიხედვით საბოლოო 28დღიან შედეგთან მიმართებაში:

- 2 დღეზე = 0.50
- 5 დღეზე = 0.71
- 7 დღეზე = 0.78
- 28 დღეზე = 1



ნახაზი 5. ცემენტის აქტივობა სხვადასხვა დღეზე

მიღებული შედეგებით თვალსაჩინოა, რომ 30% წიდის დამატებით, სიმტკიცის მაჩვენებელი ერთი და იგივე ცემენტის პროცენტული დანამატის შემთხვევაში იზრდება მინიმუმ 20%-ით, რაც გვაძლევს საშუალებას, როგორც ბუნებაზე ზიანი შევამციროთ მასალის მოპოვების თვალსაზრისით, ისე სამშენებლო პროცესი წარიმართოს გაცილებით ნაკლები დანახარჯებით, ვინაიდან წიდა ჰჯერ ნაკლები ღირებულებისაა ვიდრე მდინარიდან მოპოვებული მასალა.

გარდა ბუნებრივი მასალის შემცირებისა, მიღებული შედეგებით შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ წიდის გამოყენების შემთხვევაში, შეგვიძლია შევამციროთ ცემენტის რაოდენობაც, შესაბამისად ნაკლები ცემენტის პროცენტული რაოდენობით მივიღოთ იგივე სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე, რომელსაც ვღებულობთ ბუნებრივი ქვისგან დამზადებულ სტაბილიზირებულ ფენაზე.

დასკვნა

ჩვენს მიერ, ჩატარებული კვლევების საფუძველზე შესაძლებელია დავასკვნათ შემდეგი:

1. კვლევებით დადასტურებულია, რომ ღორღოვან-მასტიკური ასფალტბეტონის გამოყენებით, შესაძლებელია დაახლოებით 1,5-ჯერ გავზარდოთ საგზაო სამოსის საექსპლუატაციო ვადა.

2. დადგინდა, რომ საქართველოს ბაზარზე დღეს არსებული დანამატებიდან, რომლებიც გამოიყენება პოლიმერ-მოდირებული ასფალტბეტონის ნარევის დასამზადებლად, საერთაშორისო სტანდარტების მოთხოვნების შესაბამისი საუკეთესო შედეგი მიიღწევა 4,5% სბს (სტირონ ბუტადიენ სტირონი) დანამატის გამოყენებით.

3. პოლიმერ მოდირებული ბიტუმის გამოყენებით შესაძლებელია, არახისტი საგზაო სამოსების საექსპლუატაციო ვადა გავზარდოთ 1.5–2-ჯერ.

4. დადგენილია, რომ ლითონის გადამამუშავებული ქარხნებიდან ნარჩენის სახით მოპოვებული წიდა სრულად აკმაყოფილებს საერთაშორისო მოთხოვნებს ასფალტბეტონში გამოსაყენებელი მასალებისათვის, ამასთანავე:

- ასფალტბეტონში ბუნებრივად მოპოვებული მასალების წიდით ჩანაცვლება მიღებული პროდუქტის ღირებულებას ანახევრებს.
- 30% იანი წიდისა და ბუნებრივი ქვიშ-აღორღოვანი მასალის გამოყენების შემთხვევაში 10%-ით მცირდება გაჯირჯვების ფაქტორი, ამასთანავე 15%-ით იზრდება დატკეპნილი ქვიშა-ხრეშოვანი მასალის მზიდუნარიანობა.
- შესაძლებელია 30% წიდის ქვიშა-ღორღის ნარევი დამატებით, სტაბილიზაციის დროს 15%-ით ნაკლები ცემენტის რაოდენობით მივიღოთ იგივე სიმტკიცის მაჩვენებელი კუმშვაზე, რასაც მივიღებდით ტრადიციული, ბუნებრივი მასალების გამოყენებით.
- 30% იანი წიდით შერეული მასალის გამოყენებისას, ერთი და იგივე ცემენტის პროცენტული რაოდენობის შემთხვევაში სიმტკიცის მაჩვენებელი კუმშვაზე იზრდება 20%-ით.

5. დადგინდა, რომ საგზაო სამოსის საფუძვლის სტაბილიზაციის პროცესში ცემენტის ზედმეტმა რაოდენობამ, ექსპლუატაციისას შესაძლებელია გამოიწვიოს საფუძვლის დაზარვა, რომელიც გადაეცემა ასფალტბეტონის ფენილს და გზაზე წარმოიქმნება როგორც გრძივი, ასევე განივი ბზარები.

Abstract

The developed and organized road network in Georgia ensures the comfortable and safe movement of tourists and local residents, which ultimately affects the country's development.

Millions of Georgian lari are spent annually on the construction of roads, for carrying out construction works in such a way, to maximize the useful life and to avoid incurring costs for the repair of the completed work before its due date. In order to ensure the above mentioned it is necessary to conduct the process both in the design and construction stages, in accordance with modern, internationally recognized, and regulated construction norms and test methods.

Evaluation of the operation condition, especially in regards to the non-rigid road pavement, is important for solving a problem correctly later. During the evaluation of the current situation, special attention should be paid to the accurate recording of the existing defects on the rehabilitation site and the determination of their causes. By means of adopting the correct decision the damaged area should be repaired in such a way that its operation condition meets the internationally established norms.

In this graduate work, determination of the possible causes of the existing defects on the various types of pavements by means of modern technologies and experience of the leading countries of the developed world is discussed in detail. Evaluation of the reasons causing the defects and ways to solve them according to modern standards are described in detail through drawings and pictures. Currently, defects on the newly rehabilitated pavements is a very urgent problem, which was caused in the past and is also caused in the present by the poor quality of works and/or works performed according to the outdated norms, both in pre-construction and construction stages.

This paper also discusses various methods of modification of road pavements widely used in Georgia during the last years. The term modification implies changing something,

e.i. improving at least one physical-mechanical feature by means of any additive. But for various types of pavement, for base layers or asphalt concrete pavement for example, it is important to determine what type of modification we are counting on, so that we can subsequently get a product of exactly such quality as we imply.

For this purpose, in this paper, such optimal options for modification of the asphalt concrete mixture, which correspond to international standards are discussed in detail and ascertained based on experimental tests.

Also, optimal results for solutions to the current problem, polymer-modified asphalt concrete with additives available on the market, are presented in the form of appropriate diagrams and tables, based on laboratory tests and obtained results, which also supports the assumption of how long the work performed on the roads will be able to safely and comfortably serve the movement of vehicles.

The course of the experiment includes the processes of optimal selection of the mixes, as well as the use of processed slag in the form of inert materials in construction works which, on the one hand, reduces the impact on the nature from material extraction viewpoint, and on the other hand, reduces the cost of construction works and increases the quality of construction.

The laboratory research was carried out on the slag obtained from Zestafoni Ferroalloys Plant, which represents 30 percent of the remaining after ferroalloys processing. By means of a special crusher, the obtained slag fractions were tested in accordance with European tests, and all the physical-mechanical properties, which are established for materials used in asphalt concrete pavement, were determined. After obtaining positive physical mechanical properties, traditional asphalt concrete mixes were produced using slag. Mixes were tested for all those indicators, which are determined by the technical norms. Based on the evaluation of results and feasibility study we can conclude, that by using processed slag we can obtain non-rigid road pavements of the highest quality, which allows us to reduce the cost of the construction project several times, and to increase its useful life compared to traditional methods.

At the last stage of the experiment, processed slag was used for base layers, in particular in cement and bitumen stabilized layers. Based on the research it was determined, that due to the small quantity, by adding 5-20 steel slag fractions to the natural sand-gravel material in the base layer instead of its complete replacement, we can increase the final indicator, the compressive strength of the obtained product. By the addition of slag, which also increases the total quality of a mix, we get the possibility to decrease the quantity of cement by 1% during the stabilization process and obtain the same result. As known, compression strength in the case of the materials where cement is used is determined after 28 days. By means of certain graphs for example, based on the percentage of the result obtained on the 7th day, it is possible to determine what will be the result obtained at the end of the 28-day cycle. But in the construction process, 7 days is a long period since the stabilization process can last for several days or months, which does not allow us to speed up the process, since for each manufactured product, it is necessary to obtain the final results and their compliance with the design requirements. Based on the above mentioned, this paper shares the knowledge obtained from Eurocodes and theoretically describes the sequence of strength limits for different classes and types of cement, besides the theoretical calculations are compared with the practical results of stabilized samples made of cement and slag, and their coincidences are determined. Using the above mentioned, we have the opportunity to determine the final result immediately after the cement has hardened, for example on the 2nd or 3rd day, or on that day which we desire, this allows implementation of construction processes without interruptions.