

## საგზაო სამოსის მდგომარეობის შეფასება და მდგომარეობის ინდექსის გამოყენება საგზაო ქსელის კვლევის პროცესში

ალექსი ბურდულაძე<sup>1</sup>; თეიმურაზ არევაძე<sup>2</sup>

<sup>1</sup>საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის პროფესორი, [burdato@gmail.com](mailto:burdato@gmail.com);

<sup>2</sup>საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის დოქტორანტი, [temuri.arevadze@gmail.com](mailto:temuri.arevadze@gmail.com)

### ანოტაცია

სტატიაში განხილულია საავტომობილო გზების საგზაო სამოსის მდგომარეობის შეფასების თანამედროვე მიდგომები და წარმოდგენილია საგზაო საფარის მდგომარეობის ინდექსის (PCI - Pavement Condition Index) გამოყენების შესაძლებლობა საქართველოს საგზაო ქსელის კვლევის პროცესში. გაანალიზებულია გზების მდგომარეობის შეფასების არსებული მეთოდები, მათ შორის ვიზუალური ინსპექტირება, საფარის სისწორის საერთაშორისო ინდექსის (IRI - International Roughness Index) განსაზღვრა და საგზაო სამოსის მზიდუნარიანობის შეფასება.

ნაშრომში განხილულია ასფალტბეტონის საფარის დაზიანებების კლასიფიკაცია PCI მეთოდის მიხედვით და შეფასებულია მისი გამოყენების შესაძლებლობა ადგილობრივი პირობების გათვალისწინებით. წარმოდგენილია მეთოდის ოპტიმიზაციის რამდენიმე წინადადება, მათ შორის დაზიანებების კლასიფიკაციის გამარტივება, იშვიათი დაზიანებების ჩამონათვალიდან ამოღება და დამატებითი დაზიანებების გათვალისწინება, რომლებიც დაკავშირებულია ხიდების კონსტრუქციებთან.

კვლევის შედეგები მიუთითებს, რომ PCI ინდექსის გამოყენება მნიშვნელოვნად ამარტივებს საგზაო ქსელის ტექნიკური მდგომარეობის შეფასებას და ხელს უწყობს საგზაო ინფრასტრუქტურის მართვის სისტემაში გადაწყვეტილებების მიღების ეფექტიანობას.

**საკვანძო სიტყვები:** საგზაო სამოსი, PCI ინდექსი, გზების მდგომარეობის შეფასება, საგზაო ინფრასტრუქტურა, ასფალტბეტონის საფარი, გზების მართვის სისტემა.

## 1. შესავალი

საავტომობილო გზები წარმოადგენს ქვეყნის სატრანსპორტო სისტემის ერთ-ერთ ძირითად ელემენტს, რომელიც უზრუნველყოფს ადამიანებისა და ტვირთების გადაადგილებას. გზების ტექნიკური მდგომარეობა მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს სატრანსპორტო მოძრაობის უსაფრთხოებაზე, მგზავრობის კომფორტზე და სატრანსპორტო ხარჯებზე.

გზის საფარის დაზიანება იწვევს სატრანსპორტო საშუალებების ექსპლუატაციის ხარჯების ზრდას, მოძრაობის სიჩქარის შემცირებას და ზოგიერთ შემთხვევაში საგზაო-სატრანსპორტო შემთხვევების რისკის მატებას. შესაბამისად, გზების ტექნიკური მდგომარეობის სისტემური მონიტორინგი წარმოადგენს საგზაო ინფრასტრუქტურის მართვის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ამოცანას.

დღესდღეობით საგზაო ქსელის მდგომარეობის შეფასებისთვის გამოიყენება სხვადასხვა მეთოდი, თუმცა მათი გამოყენება ხშირად დაკავშირებულია მნიშვნელოვანი ფინანსური და ტექნიკური რესურსების საჭიროებასთან. ამ პირობებში განსაკუთრებულ მნიშვნელობას იძენს ისეთი მეთოდების გამოყენება, რომლებიც უზრუნველყოფენ გზების მდგომარეობის სწრაფ და ეფექტიან შეფასებას.

## 2. გზების მდგომარეობის შეფასების არსებული მეთოდები

საქართველოში გზების მდგომარეობის შეფასება ძირითადად ეფუძნება შემდეგ მეთოდებს:

- საგზაო სამოსის ვიზუალური ინსპექტირება
- საფარის სისწორის საერთაშორისო ინდექსის (IRI) განსაზღვრა
- საგზაო სამოსის მზიდუნარიანობის შეფასება

ვიზუალური ინსპექტირება წარმოადგენს გზის საფარის დაზიანებების განსაზღვრის ყველაზე გავრცელებულ მეთოდს. აღნიშნული მეთოდი საშუალებას იძლევა შეფასდეს გზის ზედაპირზე არსებული ბზარები, დეფორმაციები და სხვა სახის დაზიანებები.

IRI ინდექსი გამოიყენება გზის სისწორის შეფასებისთვის და ასახავს მოძრაობის კომფორტის დონეს. ამასთან ერთად, გზის კონსტრუქციის მდგომარეობის შეფასება შესაძლებელია მისი მზიდუნარიანობის განსაზღვრის გზით.

თუმცა აღნიშნული მეთოდები ყოველთვის ვერ უზრუნველყოფს გზის მდგომარეობის კომპლექსურ შეფასებას ერთიანი მაჩვენებლით.

### 3. PCI მეთოდის გამოყენება გზების მდგომარეობის შეფასებაში

Pavement Condition Index (PCI) წარმოადგენს გზის საფარის მდგომარეობის შეფასების ერთ-ერთ ფართოდ გავრცელებულ მეთოდს. აღნიშნული მეთოდი ეფუძნება გზის საფარზე არსებული დაზიანებების ტიპის, სიმძიმის და გავრცელების შეფასებას.

PCI ინდექსი განისაზღვრება 0-დან 100-მდე შკალაზე, სადაც მაღალი მნიშვნელობა მიუთითებს გზის უკეთეს მდგომარეობაზე.

PCI მნიშვნელობის მიხედვით გზის მდგომარეობა კლასიფიცირდება შემდეგნაირად:

PCI	მდგომარეობა
85–100	კარგი
70–85	დამაკმაყოფილებელი
55–70	მისაღები
40–55	ცუდი
25–40	ძალიან ცუდი
10–25	საშიში
0–10	უვარგისი

PCI მეთოდის ერთ-ერთი მთავარი უპირატესობა არის ის, რომ იგი საშუალებას იძლევა გზის მდგომარეობა შეფასდეს ერთიანი რიცხვითი ინდექსით.

---

### 4. ასფალტბეტონის საფარის დაზიანებები

PCI მეთოდი ითვალისწინებს ასფალტბეტონის საფარის სხვადასხვა სახის დაზიანებებს, მათ შორის:

1. **ბადისებრი ბზარები** – ერთმანეთთან დაკავშირებული მცირე ბზარების სისტემა, რომელიც ქმნის ბადის მსგავს ნახაზს და ძირითადად გამოწვეულია საფარის გადატვირთვითა და მასალის დალით.
2. **დაღვენთა** – ასფალტის ზედაპირზე ბიტუმის ამოსვლა, რის შედეგადაც საფარი იღებს მბზინავ და მოლიპულ იერს და მცირდება ზედაპირის ხახუნი.
3. **რეგიონული ბზარები** – ბზარები, რომლებიც ვითარდება გზის კონკრეტულ უბნებში და ხშირად დაკავშირებულია არათანაბარ დატვირთვასთან ან საფუძვლის დეფორმაციასთან.
4. **ამოზნექები და ჩაზნექები** – გზის ზედაპირზე წარმოქმნილი ადგილობრივი ამაღლებები ან ჩაწევი, რომლებიც იწვევს საფარის სისწორის დარღვევას.

5. **დატალღვა** – გზის ზედაპირზე ტალღის ფორმის დეფორმაცია, რომელიც წარმოიქმნება სატრანსპორტო ნაკადის განმეორებითი დატვირთვის შედეგად.
6. **ჩალუნვა** – საფარის ზედაპირის ჩაწევა ბორბლების მოძრაობის ზონაში, რაც ხშირად მიუთითებს ქვედა ფენების არასაკმარის სიმტკიცეზე.
7. **ნაპირების დაბზარვა** – ბზარები, რომლებიც ჩნდება გზის კიდეებთან და ძირითადად გამოწვეულია გვერდულის არასაკმარისი გამაგრებით ან ეროზიით.
8. **ნაკერებიდან გადატანილი ბზარები** – ბზარები, რომლებიც ასფალტის ზედაპირზე ვითარდება ქვედა ფენებში არსებული ნაკერების ან ძველი ბზარების ზედაპირზე გადატანის შედეგად.
9. **გვერდულის დაწევა** – გზის გვერდით მდებარე გვერდულის ჩაწევა ან ჩამოშლა, რაც იწვევს გზის კიდეების დასუსტებას.
10. **გრძივი და განივი ბზარები** – ბზარები, რომლებიც ვითარდება გზის მიმართულელებით (გრძივი) ან მის განივ მიმართულელებაში (განივი) და ხშირად დაკავშირებულია ტემპერატურულ ცვლილებებთან ან კონსტრუქციულ ნაკერებთან.
11. **ჩანაკერები** – გზის საფარის ადგილობრივი სარემონტო მონაკვეთები, რომლებიც განსხვავდება ძირითადი საფარისგან ტექსტურით ან მასალით.
12. **დაგლუვება** – გზის ზედაპირის ზედმეტი გაპრიალება სატრანსპორტო მოძრაობის შედეგად, რაც ამცირებს საფარის ხახუნის კოეფიციენტს.
13. **ორმოები** – საფარის ლოკალური დაზიანება, რომლის შედეგადაც წარმოიქმნება ღრმული, გამოწვეული მასალის დაშლითა და გამოფხვნით.
14. **რკინიგზის კვეთა** – გზის მონაკვეთი, სადაც საავტომობილო გზა კვეთს რკინიგზის ლიანდაგებს და ხშირად შეინიშნება საფარის დეფორმაცია ან დაზიანება.
15. **დაღარვა** – ბორბლების მოძრაობის ხაზებზე წარმოქმნილი ღარები, რომლებიც ვითარდება განმეორებითი დატვირთვისა და მასალის დეფორმაციის შედეგად.
16. **წაცურების დეფორმაცია** – ასფალტის ფენის გადაადგილება მოძრაობის მიმართულელებით, განსაკუთრებით დამუხრუჭებისა და აჩქარების ზონებში.
17. **წაცურების ბზარები** – ნახევარმთვარის ფორმის ბზარები, რომლებიც ჩნდება საფარის ზედა ფენის გადაადგილებისა და წაცურების შედეგად.
18. **ბურცვა** – გზის ზედაპირის ამობურცვა, რომელიც გამოწვეულია ქვედა ფენების დეფორმაციით ან მასალის გაფართოებით.
19. **ამოფხვნა** – საფარის ზედაპირიდან მინერალური ნაწილაკების თანდათანობითი ამოფხვნა, რის შედეგადაც ზედაპირი ხდება ფხვიერი.

20. დაშლა – ასფალტის საფარის სტრუქტურის მნიშვნელოვანი დაზიანება, როდესაც მასალა კარგავს მთლიანობას და იშლება მცირე ფრაგმენტებად.



ნახ. 1. ასფალტბეტონის საფარის ძირითადი დაზიანებები

**5. მეთოდის ოპტიმიზაციის წინადადებები**

კვლევის პროცესში გამოიკვეთა PCI მეთოდის გარკვეული ოპტიმიზაციის შესაძლებლობა. კერძოდ, მიზანშეწონილია დაზიანებების ჩამონათვალის ადაპტაცია ადგილობრივი პირობების გათვალისწინებით.

მაგალითად, ისეთი დაზიანებები, რომლებიც პრაქტიკაში იშვიათად გვხვდება, შესაძლებელია ამოღებულ იქნას შეფასების პროცესიდან. ამასთან ერთად, მნიშვნელოვანია დამატებით გათვალისწინდეს ხიდებზე არსებული დაზიანებები,

რადგან მათ შეიძლება მნიშვნელოვანი გავლენა მოახდინონ ხიდის კონსტრუქციულ ელემენტებზე.

**რკინიგზის კვეთა** - საქართველოში მცირე რაოდენობით გვხვდება, ამიტომ მისი ამოღება დაზიანებების ჩამონათვალიდან მიზანშეწონილია.

ასევე განხილულია დაზიანება **დაგლუვება**. აღნიშნული დაზიანება დაკავშირებულია საფარის მოცურების წინააღმდეგობის შეფასებასთან, რომლის დადგენა ვიზუალური ინსპექტირების საშუალებით პრაქტიკულად შეუძლებელია. ამისათვის გამოიყენება სპეციალური ტესტირების დანადგარები. შესაბამისად, მიზანშეწონილია აღნიშნული პუნქტის ამოღებაც.

აუცილებელია დამატებით დაზიანებად განისაზღვროს - **ორმოები და დაზიანებული გაფართოების ნაკერები ხიდებზე**. მიუხედავად იმისა, რომ „ორმოები“ უკვე არსებობს ზოგად დაზიანებათა სიაში, ხიდის საფარზე მათი არსებობა განსაკუთრებულ საფრთხეს წარმოადგენს, რადგან იწვევს განმეორებით დარტყმებს სატრანსპორტო საშუალებებისგან.

ეს დარტყმები უარყოფითად მოქმედებს ხიდის კონსტრუქციულ ელემენტებზე: ბეტონის ფილაზე; ჰიდროიზოლაციაზე; საყრდენ ბალიშებზე.

კვლევები აჩვენებს, რომ მალის შუაში მდებარე მცირე ზომის ორმომაც კი ( $0.6 \times 0.6$  მ) შეიძლება გაზარდოს მლუნავი მომენტი დაახლოებით 25%-ით.

დაზიანების ეფექტი პირდაპირპროპორციულია ორმოს სიღრმესთან. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია დაბალი სიჩქარით მოძრავი მძიმე სატვიტო მანქანებისაგან გამოწვეული დარტყმები.

აქედან გამომდინარე, აუცილებელია ხიდი გამოყოფილი იყოს ცალკე, დამოუკიდებელ ერთეულად, მიუხედავად სავალი ნაწილის ფართობისა.



**ნახ. 2. ორმოები და დაზიანებული გაფართოების ნაკერები ხიდზე:**

## 6. მდგომარეობის ინდექსის განსაზღვრის პროცედურა

კვლევის პროცესში გზის მონაკვეთები იყოფა სანიმუშე ერთეულებად, რომელთა ფარგლებში ხდება დაზიანებების შეფასება.

დაზიანებები ფასდება სამი სიმძიმის დონით:

- დაბალი
- საშუალო
- მაღალი

დაზიანებების გავრცელების შეფასების საფუძველზე განისაზღვრება შესაბამისი დასაკლები სიდიდეები, რის შემდეგაც გამოითვლება საგზაო სამოსის მდგომარეობის ინდექსი.

## 7. შედეგები და განხილვა

PCI ინდექსის გამოყენება მნიშვნელოვნად ამარტივებს გზების ტექნიკური მდგომარეობის შეფასებას. აღნიშნული მეთოდი საშუალებას იძლევა საგზაო ქსელის სხვადასხვა მონაკვეთის მდგომარეობა შეფასდეს ერთიანი მაჩვენებლით.

ასეთი მიდგომა განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია საგზაო ინფრასტრუქტურის მართვის სისტემაში, რადგან იგი ხელს უწყობს სარეაბილიტაციო სამუშაოების პრიორიტეტების სწორ განსაზღვრას.

## დასკვნა

ჩატარებული კვლევის საფუძველზე შეიძლება გაკეთდეს შემდეგი დასკვნები:

1. გზების მდგომარეობის შეფასების არსებული მეთოდები სრულად ვერ უზრუნველყოფს გზების მდგომარეობის ერთიანი მაჩვენებლით შეფასებას.
2. PCI ინდექსის გამოყენება საშუალებას იძლევა გზის საფარის მდგომარეობა შეფასდეს ერთიანი რიცხვითი ინდექსით.
3. აღნიშნული მეთოდის გამოყენება შესაძლებელია საქართველოში მოქმედი ვიზუალური ინსპექტირების სისტემის ფარგლებში.
4. PCI მეთოდის ადაპტაცია ადგილობრივი პირობების გათვალისწინებით ხელს შეუწყობს გზების მდგომარეობის შეფასების სისტემის გაუმჯობესებას.

5. PCI ინდექსის გამოყენება საგზაო ინფრასტრუქტურის მართვის პროცესში ხელს შეუწყობს სარეაბილიტაციო სამუშაოების უფრო ეფექტიან დაგეგმვას.

### გამოყენებული ლიტერატურა

1. ASTM International. Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys (ASTM D6433). West Conshohocken, PA: ASTM International, 2020.
2. Shahin, M. Y. Pavement Management for Airports, Roads, and Parking Lots. Boston: Springer, 2005.
3. Austroads. Guide to Pavement Technology Part 5: Pavement Evaluation. Sydney: Austroads, 2020.
4. Hall, Kathleen T., Corinne S. Sharpe, Steve M. Hudson, and W. Ronald Hudson. Pavement Management Systems. Washington, DC: Transportation Research Board, 2017.
5. Flintsch, Gerardo W., and M. I. Diefenderfer. Pavement Condition Assessment Technologies. Washington, DC: Transportation Research Board, 2018.
6. Papagiannakis, A. T., and Eyad Masad. Pavement Design and Materials. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2008.
7. Federal Highway Administration. Pavement Performance Measures and Management. Washington, DC: FHWA, 2019.
8. Huang, Yang H. Pavement Analysis and Design. 2nd ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall, 2004.

# Assessment of Pavement Condition and Application of the Pavement Condition Index in Road Network Evaluation

Alexi Burduladze<sup>1</sup>; Teimuraz Arevadze<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Georgian Technical University Professor [burdato@gmail.com](mailto:burdato@gmail.com)

<sup>2</sup>Georgian Technical University PhD Student (Doctoral Student)  
[temuri.arevadze@gmail.com](mailto:temuri.arevadze@gmail.com)

## Abstract

This paper discusses modern approaches to road pavement condition assessment and examines the possibility of applying the Pavement Condition Index (PCI) in the evaluation of the road network in Georgia. Currently, pavement condition assessment mainly relies on visual inspection, measurement of the International Roughness Index (IRI), and evaluation of pavement structural capacity.

The study analyzes the classification of asphalt pavement distresses according to the PCI methodology and considers the potential adaptation of this method to local conditions. Several improvements are proposed, including the simplification of distress classification, exclusion of rarely occurring damages, and the inclusion of additional defects related to bridge structures.

The results indicate that the use of the PCI methodology significantly improves the efficiency of pavement condition assessment and facilitates decision-making processes in road infrastructure management systems.

**Keywords:** Pavement Condition Index, pavement distress, road infrastructure, pavement evaluation, road maintenance, pavement management.