

ОДРЖАВАЊЕ ПУТЕВА БЕЗ ЗАСТОРА

Александар Цветановић, дипл. грађ. инж.
Грађевински Факултет у Београду, Београд, Србија
Боривоје Банић, дипл. грађ. инж.
Институт за путеве А.Д., Београд, Србија

Резиме: Због значајне несигурности путева без застора у руралним (сеоским) срединама, указала се потреба за инжењерским приступом оцени и вредновању стања таквих путева. Стање коловозне површине зависи од више фактора: целисности конструкције, носивости конструкције, хравости и нивоа оштећености. Ови фактори могу бити оцењени посматрањем и мерењем оштећености коловозне површине и то помоћу: URCI – индекса стања пута без застора који се одређује мерењем оштећености коловозне површине. Овај приступ је веома користан за одређивање стратегије одржавања и управке коловоза. Најодеснији начин за прикупљање и обраду података је компјутеризовани систем Микро Пејвер (Micro Paver – U.S. Army Engineering and Housing Support Center). У овом систему посматрања путева без застора, они су систематски разврстани од нивоа мреже у одређеној области, на ниво деоница, одељака и пројеката.

Кључне речи: путеви, застор, коловозна површина, URCI, Micro Paver.

PAVEMENT MAINTENANCE OF UNSURFACED ROADS

Abstract: Unsurfaced roads are very often seen in rural areas. That causes the need for engineering evaluation of unsurfaced road condition. The surface condition depends on different factors such as: road structure, wearing capacity, roughness and rate of deterioration. These factors might be evaluate by observing and measuring of deterioration of unsurfaced roads by the: URCI – Unsurfaced Road Condition Index. This is very useful procedure for determining a strategy for road repair and maintenance. The most useful way for collecting and data processing is computer system Micro Paver - U.S. Army Engineering and Housing Support Center. This way of unsurfaced roads observing, they are systematically classified from the network level in some area, to the section level, subsection level and project level.

Key words: roads, pavement, surface, URCI, Micro Paver.

1. ОДРЖАВАЊЕ ПУТЕВА БЕЗ ЗАСТОРА

Путеви без застора су површине састављене од локалног земљаног материјала и агрегата, без додатака везива – битумена или цемента.

Овакви путеви су веома распрострањени на ванградским подручјима. Одомаћен назив им је – пољски или земљани путеви.

Веома битна компонента одржавања путева без застора је оцена њиховог стања преко "индекса стања путева без застора" - URCI (Unsurfaced Road Condition Index)[1][2]. Подаци добијени овим поступком су битни за одређивање приоритета и технологије одржавања.

Стање коловозне површине зависи од више фактора:

- целовитости конструкције

- носивости конструкције
- храпавости
- нивоа оштећености

Директно мерење свих ових фактора захтева скупу опрему и максимално обучено особље. Ови фактори могу бити оцењени посматрањем и мерењем оштећености коловозне површине.

- а. **URCI** – индекс стања пута без засто́ра је нумерички показатељ заснован на вредносној скали од 0 до 100. **URCI** указује на целовитост коловозне конструкције и на оперативно стање коловозне површине. У табели 1 су приказане вредности скале и нивои оцене стања који су идентични са факторима **PCI** за коловозе са засто́ром
- б. Одређивање **URCI** – индекс стања пута без засто́ра се одређује мерењем оштећености коловозне површине. Овај поступак је веома користан за одређивање стратегије одржавања и поправки коловоза.

Најподеснији начин за прикупљање и обраду података је компјутеризовани систем Микро Пејвер (Micro Paver – U.S. Army Engineering and Housing Support Center).

Табела 1. **URCI** скала и нивои оцене стања

URCI	оцена стања
100 – 85	одличан
85 – 70	врло добар
55 – 70	добар
40 – 55	задовољава
25 – 40	лош
10 – 25	врло лош
0 – 10	не задовољава

Наиме, путеви без засто́ра су систематски разврстани од нивоа мреже у одређеној области, на ниво деоница, потеза и пројеката. Ниво пројекта подразумева одређени део неке деонице, који се по карактеру разликује од осталих делова деонице који су такође, предвиђени за поправке.

2. ДЕФИНИЦИЈЕ ОШТЕЋЕЊА

2.1 Оштећење 81: Неправилан попречни профил

Опис: Попречни профил пута без засто́ра треба да је кроваст, са довољним бочним падовима од осовине ка банкинама, да би вода са површине могла да отиче без застоја. Кростасти нагиб се не употребљава у кривинама, јер би њиме било спречено отицање, односно вода би се заустављала на коловозу. Попречни профил је неправилног облика када вода са површине не може слободно да отиче у јарак.

Нивои оштећености:

- **Низак** ниво – број бара на површини коловоза; или је коловозна површина потпуно равна
- **Средњи** ниво – број бара на коловозној површини; или је коловозна површина заобљена
- **Висок** ниво – број бара на коловозу; или коловозна површина има доста депресија

Како мерити: Неправилан попречни профил се мери дужним метрима по посматраној површини, паралелно осовини или управно на њу. Попречни профил обухвата појас од спољне ивице банке са једне стране, до спољне ивице банке са друге стране. Различити нивои оштећености могу постојати на истој посматраној површини. Максимална дужина мора бити једнака дужини посматране површине.



Слика 1: Пример попречног профила високог нивоа оштећености

2.2 Оштећење 82: Неадекватан дренажни систем у рововима

Опис: Неадекватан дренажни систем у рововима узрокује задржавање воде. Тај проблем настаје када вода не отиче директно кроз ровове и одводне канале услед неправилног и нередовног одржавања.

Нивои оштећености:

- **Низак** ниво – (мале количине) воде задржане у каналима; или пребрзо пуњење канала услед разних отпадака и крхотина у њему
- **Средњи** ниво – (умерене количине) воде на коловозној површини; или пребрзо пуњење канала услед разних отпадака и крхотина у њему; или запуњеност канала еродованим материјалом са банке и коловоза
- **Висок** ниво – (велике количине) воде на коловозној површини; или пребрзо пуњење канала услед разних отпадака и крхотина у њему; или запуњеност канала еродованим материјалом са банке и коловоза

Како мерити: Проблеми дренаже се мере дужним метрима по посматраној површини, паралелно осовини. Максимална дужина је два пута већа од дужине посматране површине (два канала).



Слика 2: Пример неадекватне дренаже високог нивоа оштећености

2.3 Оштећење 83: Заталасана коловозна површина

Опис: Заталасаност коловозне површине представља велики број малих уздигнућа и депресија у приближно правилном ритму. Ивице ових оштећења су управне на

правац кретања, а последица су деловања саобраћајног оптерећења и губитка зрна из застора. Овај тип оштећења се формира у кривинама, у зонама убрзавања и успоравања или где је коловозна површина мекана и има рупа.

Нивои оштећености:

- **Низак** ниво – набори су мање дубине од 2.5 cm
- **Средњи** ниво – набори су између 2.5 и 7.6 cm
- **Висок** ниво – набори су дубљи од 7.6 cm.

Како мерити: Набораност се изражава у квадратним метрима коловозне површине у односу на површину која се посматра. Укупна измерена површина не може бити већа од посматране површине.



Слика 3: Пример наборане коловозне површине средњег нивоа оштећености

2.4 Оштећење 84: Прашина

Опис: Саобраћајно оптерећење по путевима без застора изазива губитак већих зрна из коловозне површине. Током проласка једног возила, стварају се велики облаци прашине који могу бити опасни по остала возила која наилазе, а и изазивају значајне проблеме по околину.

Нивои оштећености:

- **Низак** ниво – нормалан саобраћај изазива танак облак прашине који не омета видљивост
- **Средњи** ниво – нормалан саобраћај изазива облак прашине који делимично омета видљивост и изазива успоравање саобраћаја
- **Висок** ниво – нормалан саобраћај изазива врло густ облак прашине који значајно умањује видљивост и изазива значајно успоравање саобраћаја, па чак и заустављање возила

Како мерити: Возити брзином од 45 km/h и посматрати облак прашине. Оцена је описна у односу на посматрану површину на којој се мерење врши.



Слика 4: Пример облака прашине високог нивоа

2.5 Оштећење 85: Рупе

Опис: Рупе су облоивичне депресије на коловозној површини. Обично су мање од 90 cm у пречнику. Настају деловањем точкова возила која односе делове коловозне површине. Брзо се повећавају када почне вода у њима да се сакупља. Тада се наставља разградња коловоза услед губљења материјала из застора и ослабљених тачака у доњим слојевима.

Нивои оштећености:

- Нивои оштећености за рупе су рангирани према пречнику и дубини.

Како мерити: Рупе се мере и изражавају бројем, који је **низак**, **средњи** и **висок** у односу на осматрану површину, а рангирају се према нивоу оштећености.

Максимална дубина [cm]	Средњи полупречник			
	< 30 cm	30 – 60 cm	60 – 90 cm	> 90 cm*
1.3 – 5.1	низак	низак	средњи	средњи
5.1 – 10.2	низак	средњи	висок	висок
> 10.2	средњи	висок	висок	висок

* Ако су рупе пречника већег од 0.90 метара, онда површину треба изразити у квадратним метрима и поделити са са 0.64 да би се добио еквивалентни број рупа



Слика 5: Пример рупа високог нивоа оштећености

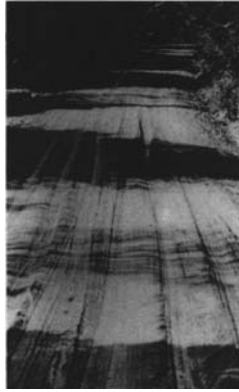
2.6 Оштећење 86: Колотрази

Опис: Колотрази су подужна удубљења у коловозној површини испод путања точкова. Настају понављаним деловањем точкова на коловозну површину. Манифестују се и у осталим слојевима, па и постелици. Нарочито су изражени кад је коловоз мекан. Јако изражени колотрази могу у потпуности да разоре коловоз.

Нивои оштећености:

- **Низак** ниво – колотрази су дубине до 2.5 cm
- **Средњи** ниво – колотрази су дубине од 2.5 до 7.6 cm
- **Висок** ниво – колотрази су дубљи од 7.6 cm

Како мерити: Колотрази се изражавају у квадратним метрима у односу на површину која се посматра.



Слика 6: Пример колотрага ниског нивоа

2.7 Оштећење 87: Губитак агрегата

Опис: Точкови возила чупају крупнија зрна агрегата из коловозне површине. То доводи до губитка зрна из коловозне површине и са банкина. Точкови наносе тај материјал тако да се формира путања точка, тј. неки вид канала. Ти наноси ометају вожњу, а налазе се око осовине и уз банку (на мање возним површинама).

Нивои оштећености:

- **Низак** ниво – губитак агрегата са коловозне површине, односно формирање канала дубине до 5.1 cm на банкинама, односно мање возним површинама
- **Средњи** ниво – губитак агрегата са коловозне површине, односно формирање канала дубине од 5.1 до 10.2 cm на банкинама, односно мање возним површинама. Већа количина ситнозрних честица се налази на коловозној површини
- **Висок** ниво – велики канали, дубљи од 10.2 cm на банкинама и мање возним површинама

Како мерити: Губитак агрегата се мери дужним метрима паралелно осовини на посматраној површини.



Слика 7: Пример ниског нивоа губитка агрегата

Може се закључити да постоји седам типова оштећења, а ознаке од 81 до 87 су преузете из Микро Пејвер (Micro PAVER) система обележавања.

Опрема која је потребна за ова испитивања је:

- ручни одометар
- Бенкелманова летва
- метар
- водич кроз типове оштећења, наведен у првом делу овог поглавља

3.0 Израчунавање URCI из измерених оштећења

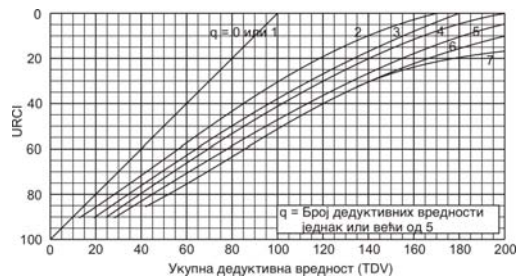
Измерена оштећења се користе за израчунавање URCI дедуктивним вредностима. Дедуктивна вредност је број од 0 до 100, где 0 значи да оштећење нема утицаја на стање коловоза, а 100 значи да је пут у потпуно деградираном стању.

3.1 Одређивање упоредне или осматране површине потеза на коме се мере оштећења

корак I – израчунава се површинска густина сваког од типова оштећења, осим прашине и изражава процентуално у односу на површину посматраног потеза.

$$Густина = \frac{A_{оштећења}}{A_{позега}} \cdot 100$$

корак II – сабирањем свих густина по типовима оштећења добија се укупна дедуктивна вредност (TDV – Total Deductive value). Дијаграм TDV је приказан на слици 1.8.

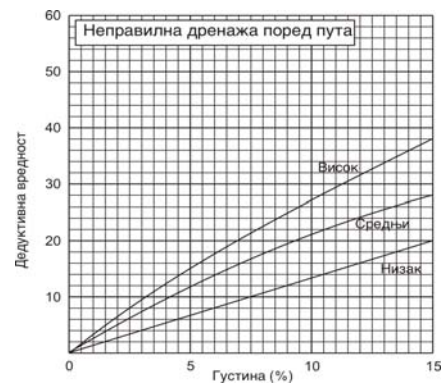


Слика 8: Дијаграм за одређивање URCI на основу TDV

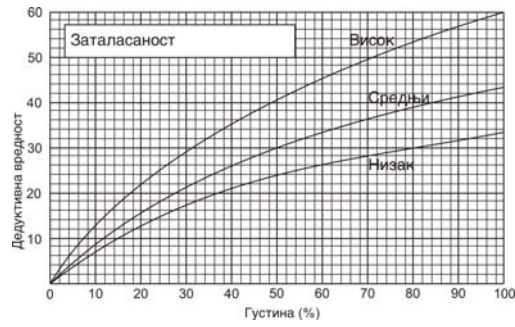
На сликама од 9 до 15 су приказани дијаграми за одређивање дедуктивних вредности за све типове оштећења.



Слика 9: Неправилан попречни профил



Слика 10: Неправилна дренажа поред пута



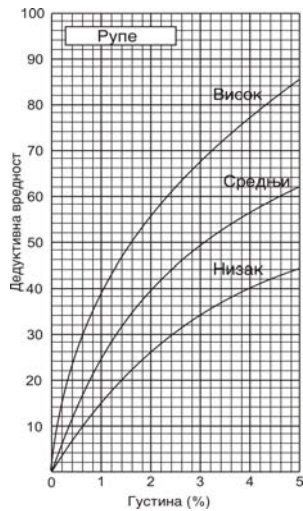
Слика 11: Однос за заталасану површину коловоза

ПРАШИНА

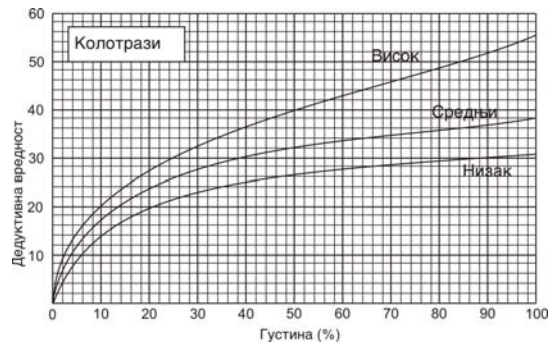
Прашина се не изражава густином. Дедуктивна вредност је степенована на следећи начин:

НИЗАК НИВО – 2 поена
СРЕДЊИ НИВО – 4 поена
ВИСОК НИВО – 15 поена

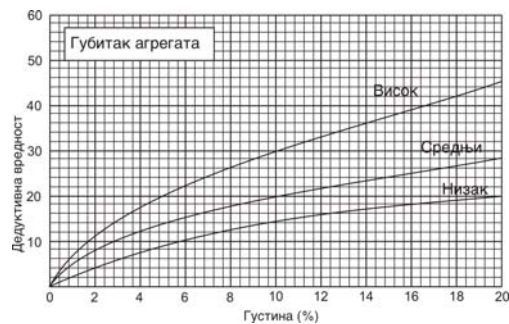
Слика 12: Оцена дедуктивне вредности за прашину



Слика 13: Однос за рупе



Слика 14: Однос за колотраге



Слика 15: Однос за губитак агрегата

На основу процене нивоа оштећености и израчунате вредности за густину оштећења, са појединачних дијаграма по типовима оштећења се одређује дедуктивна вредност за свако од оштећења. За укупну дедуктивну вредност са дијаграма на слици 8 одређује се URCI. На основу вредности URCI се одређује оцена стања коловоза; подаци се налазе у табели 1.

3.2 Установљавање приоритетних активности у процесу одржавања

Установљавање приоритетних активности у поступку одржавања путева без застога одређује се помоћу везе: број возила током дана - URCI, који су приказани у табели 2.

Табела 2. Однос URCI и броја возила током дана

URCI	Број возила током дана
70 - 100	> 200
55 - 70	100 – 199
40 - 55	50 – 99
25 - 40	0 – 49
0 - 25	разорен пут

Суштина је:

- што нижи URCI и што више возила током дана – већи приоритет

Ако је URCI испод граничне линије за одговарајући ниво саобраћаја, тиме је приоритет већи. На основу овог става, сви путеви у мрежи могу бити ранжирани по приоритету на:

- низак
- средњи
- висок

у зависности од категорије пута, буџета и локалне праксе.

Одржавање пута са високим URCI је много јефтиније од скупих реконструкција пропалих путева.

Критеријуми за одређивање приоритета на нивоу деонице су нивои одржавања. За редовно одржавање су друкчији критеријуми од оних за реконструкције.

На ниво редовног одржавања, у оквиру једне деонице, утицај имају типови индивидуалних оштећења и тачност коју треба постићи при тим активностима одржавања.

Утицај на реконструктивни ниво одржавања имају: стање деонице, ниво саобраћаја, оцена стања коловоза URCI и управљање одржавањем.

Појам приоритета, при одржавању путева без застога, остаје флексибилан. Физичке катастрофе, као олује и поплаве или тренутно настала оштећења, захтевају и тренутне поправке коловоза. Завршетак претходно започетог пројекта или прекорачење фондова, такође могу утицати на приоритете.

Алтернативни поступци при одржавању путева без застора

Оштећење	КОД нивоа оштећености	КОД Трошкова*	Опис радова (поправке оштећења)
81: Неправилан попречни профил	низак	Б	Само попречни нагиб
	средњи	Б / Ц	Само попречни нагиб / попречни нагиб и додавање материјала (вода или агрегат или оба) и збијање. Насипање у кривинама. Регулација прелазница.
	висок	Ц	Исецање до носећег слоја, додавање агрегата, профилисање, додавање воде и збијање.
82: Неправилна дренажа поред пута	низак	Б	Чишћење канала у интервалу од 1 – 2 године.
	средњи	А Б	Чишћење одводних канала, Преправка, изградња, збијање или проширивање канала.
	висок	Ц	Постављање дренажног слоја, великих одводних канала, преграда, геотекстила.
83: Заталасаност	низак	Б	Само попречни нагиб.
	средњи	Б / Ц	Само попречни нагиб / попречни нагиб и додавање материјала (вода или агрегат или оба) и збијање.
	висок	Ц	Исецање до носећег слоја, додавање агрегата, профилисање, додавање воде и збијање.
84: стабилизација прашине	низак	Ц	Додавање воде.
	средњи	Ц	Додавање стабилизатора.
	висок	Ц	Повећање употребе стабилизатора. Исецање до носећег слоја, додавање стабилизатора, воде и збијање. Исецање до носећег слоја, додавање агрегата и стабилизатора, профилисање, додавање воде и збијање.
85: Рупе	низак	Б	Само попречни нагиб.
	средњи	Б / Ц	Само попречни нагиб / попречни нагиб и додавање материјала (вода или агрегат или 50/50 мешавина калцијум хлорида и дробљеног шљунка) и збијање.
	висок	Ц	Исецање до носећег слоја, додавање агрегата, профилисање, додавање воде и збијање.
86: Колотрази	низак	Б	Само попречни нагиб
	средњи	Б / Ц	Само попречни нагиб / попречни нагиб, додавање материјала и збијање
	висок	Ц	Исецање до носећег слоја, додавање агрегата, профилисање, додавање воде и збијање.
87: Губитак агрегата	низак	Б	Само попречни нагиб.
	средњи	Б / Ц	Само попречни нагиб / попречни нагиб, додавање материјала и збијање
	висок	Ц	Исецање до носећег слоја, додавање агрегата, профилисање, додавање воде и збијање

* опис КОД-а трошкова: А – рад, прекорачење; Б – рад, опрема, прекорачење; Ц – рад, опрема, материјал, прекорачење

Машине које се користе при овим интервенцијама су грејдер и ровокопач.

РЕФЕРЕНЦЕ:

- [1] Robert A. Eaton and Ronald E. Beaucham, **UNSURFACED ROAD MAINTENANCE MANAGEMENT**, Special Report 92-26, Technical Note No. 420-72-3, US Army Corps of Engineers, Cold Regions Research & Engineering Laboratory, December 1992.
- [2] Александар Цветановић и Боровоје Банић, **ОДРЖАВАЊЕ ПУТЕВА**, СРБИЈАПУТ Д.О.О., Београд, јули 2005.