



**SAVEZ GRAĐEVINSKIH
INŽENJERA SRBIJE**

*ASSOCIATION OF CIVIL
ENGINEERS OF SERBIA*

ZBORNIK RADOVA
DVANAESTOG MEĐUNARODNOG NAUČNO-STRUČNOG
SAVETOVANJA

OCENA STANJA, ODRŽAVANJE I SANACIJA GRAĐEVINSKIH OBJEKATA

*TWELFTH INTERNATIONAL CONFERENCE
ASSESSMENT, MAINTENANCE AND REHABILITATION OF
STRUCTURES*

CONFERENCE PROCEEDINGS

Editor: Prof. dr Radomir Folić

Vrnjačka Banja, 29. jun – 1. jul 2022.



SAVEZ GRAĐEVINSKIH INŽENJERA SRBIJE
ASSOCIATION OF CIVIL ENGINEERS OF SERBIA



INŽENJERSKA KOMORA SRBIJE
SERBIAN CHAMBER OF ENGINEERS

IZDAVAČ / (PUBLISHER):

Savez građevinskih inženjera Srbije / *Association of Civil Engineers of Serbia*
Beograd, Kneza Miloša 9/I, Tel/Faks: (011) 3241 656

PROGRAMSKI ODBOR / (PROGRAMME COMMITTEE):

PREDSEDNIK/(CHAIRMAN): Emeritus Prof.dr Radomir FOLIĆ, FTN, Novi Sad, Srbija

ČLANOVI / (MEMBERS):

Predrag POPOVIĆ, Wiss, Janney, Elstner Associates, Nortbruk, Ilinoj, SAD
Prof.dr Zlatko MARKOVIĆ, Građevinski fakultet, Beograd, Srbija
Dr Nenad ŠUŠIĆ, Institut IMS, Beograd, Srbija
Prof.dr Radenko PEJOVIĆ, Građevinski fakultet, Podgorica, Crna Gora
Prof. dr Radomir ZEJAK, Građevinski fakultet, Podgorica, Crna Gora
Prof.dr Nađa KURTOVIĆ-FOLIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija
Prof.dr Srđan KOLAKOVIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija
Prof.dr Igor JOKANOVIĆ, Građevinski fakultet Subotica, Srbija
Prof.dr Vlastimir RADONJANIN, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija
Prof.dr Mirjana MALEŠEV, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija
Prof.dr Dragoslav STOJIC, Građevinsko – arhitektonski fakultet, Niš, Srbija
Prof.dr Miroslav BEŠEVIĆ, Građevinski fakultet, Subotica, Srbija
Doc. dr Nenad FRIC, Građevinski fakultet, Beograd, Srbija
Prof.dr Dubravka BJEGOVIĆ, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, Hrvatska
Prof.dr Doncho PARTOV, VSU, Sofija, Bugarska
Prof.dr Daniel DAN, Univerzitet Temisvar, Rumunija
Prof.dr Damir VAREVAC, Osjek, Hrvatska
Prof.dr Asterios LIOLIOS, Democratus Univerzitet Trakije, Grčka
Prof. dr Zlatko ZAFIROVSKI, Univerzitet Sv. Kirilo i Metodije, Skoplje, Severna Makedonija
Dr ANAMARIA FEIER, Univerzitet Temišvar, Rumunija
Akademik Yachko IVANOV, Univerzitet VSU, Sofija, Bugarska
Prof.dr Michael FORDE, Univerzitet Edinburg, Ujedinjeno Kraljevstvo
Prof.dr Jose ADAM, ICITECH, Departman za konstrukcije, Valensija, Španija
Prof.dr Damir ZENUNOVIĆ, Rudarsko-geološko-gradjevinski fakultet, Tuzla, BiH
Prof.dr ROBERTA APOSTOLSKA, IZIIS Skoplje, Makedonija

EDITOR / (Editor in Chief): Prof.dr Radomir FOLIĆ

TEHNIČKI UREDNIK / (Editor): V. prof. dr Aleksandar ĐUKIĆ

Svi radovi u ovom zborniku radova su recenzirani. Stavovi izneti u ovoj publikaciji ne odražavaju nužno i stavove izdavača, naučnog komiteta ili editora.

TIRAŽ (Print run): 150

SAVEZ GRAĐEVINSKIH INŽENJERA SRBIJE

u saradnji sa

ADING D.O.O.

pod pokroviteljstvom

MINISTARSTVA PROSVETE, NAUKE I TEHNOLOŠKOG RAZVOJA REPUBLIKE SRBIJE

ZBORNIK RADOVA

DVANAESTOG NAUČNO-STRUČNOG MEĐUNARODNOG
SAVETOVANJA

**OCENA STANJA, ODRŽAVANJE I
SANACIJA GRAĐEVINSKIH
OBJEKATA**

*TWELFTH INTERNATIONAL CONFERENCE
ASSESSMENT, MAINTENANCE AND REHABILITATION OF
STRUCTURES*

CONFERENCE PROCEEDINGS

Editor: Prof. dr Radomir Folić

Vrnjačka Banja, 29. jun – 1. jul 2022.

ORGANIZATORI SAVETOVANJA / (CONFERENCE ORGANISERS):

Savez građevinskih inženjera Srbije (Beograd), ADING d.o.o. Beograd

ORGANIZACIONI ODBOR / (ORGANISING COMMITTEE):

PREDSEDNIK: Zoran ĐUROVIĆ, dipl. Inž. građ. - ADING doo Beograd

SEKRETAR (Secretary): Suzana VASIĆ, Beograd - Srbija

ČLANOVI :

Danijel CEKOV, dipl. Inž. građ. - ADING doo, Srbija

Nikola UZUNOV, mast. Inž. građ. - ADING doo, Srbija

Srdan ILIĆ, dipl. Inž. građ. - ADING doo, Srbija

Dr Dragan BOJOVIĆ, Institut IMS, Beograd, Srbija

Prof. dr Dragica JEVTIĆ, Građevinski fakultet, Beograd, Srbija

Slavica ŽIVKOVIĆ, mast. ekon. - Beograd, Srbija

ODRŽAVANJE SAVETOVANJA SU POMOGLI / (SPONSORED BY):

- Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja
- Inženjerska komora Srbije
- ADING doo Beograd - generalni sponzor
- Institut IMS
- Wienerberger
- Sika
- Jadran doo
- Uretek-Maximus-Geo doo pančevo
- Mapei

**DVANAESTO MEĐUNARODNO NAUČNO – STRUČNO
SAVETOVANJE
OCENA STANJA, ODRŽAVANJE I SANACIJA GRAĐEVINSKIH
OBJEKATA**

Pregledni rad

Ognjenović Slobodan¹, Ristov Riste², Zafirovski Zlatko³, Nedevska Trajkova Ivona⁴,
Gacevski Vasko⁵

**TEHNIČKE MERE ZA POPRAVKU KOLOVOZA KAO USLOV ZA IZBOR
STRATEGIJE ODRŽAVANJA PUTEVA**

***Rezime:** Strategije održavanja puteva se razlikuju od države do države, pa čak i između različitih putnih uprava u državi. Ovo nije iznenađujuće jer ne postoji najbolji način održavanja, a takođe ne postoji univerzalni skup strategija koje se mogu podjednako primeniti svuda. Generalno, postoje strategije koje su prihvatljivije za date uslove, ali faktori koji utiču na proces selekcije su različiti i veoma složeni. Ovaj rad će dati pregled različitih mera koje se mogu primeniti na putevima, što je naravno osnovni uslov za izbor odgovarajuće strategije održavanja.*

***Ključne reči:** održavanje, pukotine, kolotrazi, ravnost, udarne rupe*

**TECHNICAL MEASURES FOR PAVEMENT REPAIRING AS A CONDITION
FOR SELECTING A ROAD MAINTENANCE STRATEGY**

***Summary:** The road-maintenance strategies vary from one country to another, and even between the road management authorities within a one single country. It is not surprising, as there is not best maintenance method, nor a universal set of strategies that can be applied equally everywhere. Generally, there are strategies acceptable in certain conditions, but the factors influencing the selection process are diverse and very complex. This paper will present a review of the various measures that can be applied on the roads, which is certainly the basic condition of selection of an appropriate maintenance strategy.*

***Key words:** maintenance, cracking, rutting, roughness, potholes*

¹ PhD, Civ. Eng, Associate Professor, University „Ss. Cyril and Methodius“, Faculty of Civil Engineering – Skopje, Republic of North Macedonia; ognjenovic@gf.ukim.edu.mk

² M Sc, Civ. Eng, Teaching Assistant, University „Ss. Cyril and Methodius“, Faculty of Civil Engineering – Skopje, Republic of North Macedonia; ristov@gf.ukim.edu.mk

³ PhD, Civ. Eng, Associate Professor, University „Ss. Cyril and Methodius“, Faculty of Civil Engineering – Skopje, Republic of North Macedonia; zafirovski@gf.ukim.edu.mk

⁴ M Sc, Civ. Eng, Teaching Assistant, University „Ss. Cyril and Methodius“, Faculty of Civil Engineering – Skopje, Republic of North Macedonia; nedevska@gf.ukim.edu.mk

⁵ M Sc, Civ. Eng, Teaching Assistant, University „Ss. Cyril and Methodius“, Faculty of Civil Engineering – Skopje, Republic of North Macedonia; gacevski@gf.ukim.edu.mk

1. UVOD

Izbor strategije održavanja putne mreže u jednom regionu ili na teritoriji cele države je veoma složen. Deo procesa izbora uključuje poznavanje raspoloživih mera i tehnologija za održavanje puteva. Međutim, pristup mora biti multidisciplinarnan jer se izbor strategije održavanja puteva ne svodi na izbor najbolje mere održavanja već na izbor optimalnog skupa aktivnosti u određenom vremenskom periodu kako bi se postigao prihvatljiv nivo usluge za korisnike, uz najmanja ulaganja države.

Neki od faktora koji utiču na primenu određene vrste tretmana, a samim tim i na izbor strategije održavanja uključuju sledeće:

- Prethodno održavanje
- Dostupni materijali
- Dostupnost sredstava
- Saobraćajno opterećenje
- Klasifikacija puteva i način korišćenja
- Uticaji na životnu sredinu

Možda najvažniji factor je krajnji efekat koji će imati određeni tretman u smislu ponašanja kolovoza i naravno na korisnike u kratkoročnom i dugoročnom periodu.

Razmatranje efekata održavanja počinje analizom opšteprihvaćenih mera popravke puteva. Oni su podeljeni u šest kategorija:

- Rutinsko održavanje
- Preventivno održavanje
- Tanki slojevi
- Nadogradnja
- Rehabilitacija
- Rekonstrukcija

Svaka kategorija je organizovana prema efektu na stanje puta kako I prema efektu na korisnike puta, za projektni period za koji je predviđena. Mere popravke kolovoza sa kratkim opisom procedura date su u tabeli 1. Tabela daje rezime kategorija i vrste održavanja u svakoj kategoriji. Predstavljene su hijerarhijski na osnovi uticaja koje imaju na ukupno ponašanje puta. Naravno, postoje i drugi načini održavanja, ali su ove procedure prihvaćene u svetu.

Tabela 1: Zbirni prikaz kategorija održavanja i vrsta tretmana

Kategorija	Vrsta tretmana	Način apliciranja
Rutinsko održavanje	Sistem odvodnjavanja	Čišćenje kanala, propusta, popravke ulaznih i izlaznih glava
	Zalivanje pukotina	Bitumenska emulzija za privremenu popravku, asfaltni materijali modifikovanj polimerom ili gumom za dugoročnu zaštitu
	Popravka oštećenja rubova kolovoza	Asfalt sa zatvorenom strukturom, mešavina po hladnom postupku, emulzija
	Popravka bankina	
	Sanacija udarnih rupa	
Preeventivno održavanje	Fog Seal (Prskanje razređenom emulzijom)	Emulzija razređena vodom u količini od 0.45 do 0.75 l/m ²
	Rejuvenating Seal (Prskanje bitumenom)	Prskanje bitumenom ili modifikovanim bitumenom male viskoznosti bez agregata u količini od 0.3 do 0.9 l/m ²
	Slurry Seal (Bitumenski mulj)	Mešavina agregata (veličine zrna od 3 do 10 mm, filer), bitumenske emulzije i vode. Dodavanjem polimera ovaj postupak naziva se mikropresvlaka
Tanki slojevi	Jednoslojna površinska obrada	Prskanje bitumenom i apliranje agregata uniformne gradacije
	Dvoslojna površinska obrada	Dva sloja, na drugom se primenjuje sitniji agregat
	Cape Seal (Jednoslojna površinska obrada sa bitumenskim muljem)	Ednoslojna površinska obrada sa apliciranjem Slurry Seal
	Tanke asfaltne presvlake	Zatvorena bitumenska mešavina debljine od 25 do 40 mm
Nadgradnje	Deblje asfaltne nadgradnje	Zatvorene ili otvorene bitumenske mešavine debljine >40 mm
	Modifikovani asfalt	Zatvorene bitumenske mešavine modifikovane polimerom
	Gumirani asfalt	Zatvorene bitumenske mešavine modifikovane gumom
Rehabilitacija	Struganje i asfaltiranje sa debljim slojevima	Struganje dela asfaltnog sloja, ili jednog ili više slojeva i zamena sa novim
Rekonstrukcija	Rekonstrukcija	Rušenje kolovozne konstrukcije do donje nosive podloge i zamena sa novim slojevima

2. RUTINSKO ODRŽAVANJE

Rutinsko održavanje se može definisati kao tretman kolovoza ili sistema za odvodnjavanje kada je to neophodno da bi se omogućila normalna funkcija kolovoza i puta u celini. Stoga se rutinsko održavanje često naziva reaktivnim održavanjem. To znači da se izvodi kao reakcija na specifične uslove i oštećenja.

Redovno održavanje treba obavljati kontinuirano, barem što se tiče sistema za odvodnjavanje i kolovoza kada postoje znaci oštećenja. Primer za to je krpljenje udarnih rupa, jer se kao tretman ne može predvideti unapred već se izvodi kada se pojavi udarna rupa.

Ovaj deo obuhvata i zimsko održavanje puteva o čemu se, u zavisnosti od klimatskih karakteristika u državi i/ili regionu, mora voditi računa za obezbeđivanje potrebnih resursa za realizaciju.

3. PREVENTIVNO ODRŽAVANJE

Za razliku od rutinskog održavanja, kod preventivnog održavanja primena tretmana se vrši pre pojave oštećenja. Ovi tretmani bi trebalo da produže vek kolovoza vraćanjem ili održavanjem željenih karakteristika uz mere koje su i dalje ekonomične. Možda najčešći vid preventivnog održavanja je mikropresvlaka koja za zaštitu kolovoza od starenja i oksidacije. Ovi tretmani uključuju nanošenje tankog sloja bitumena koji se apsorbuje u površinski sloj kolovoza.

Mere preventivnog održavanja najpogodnije su za primenu kod puteva na kojima još uvek nema značajnih oštećenja kao što je pojava pukotina ili udarnih rupa. Obično se ne nanosi agregat ili se nanosi sa maksimalnom veličinom zrna od 10 mm. Preventivno održavanje nije efikasan način za primenu kod pojave strukturnih oštećenja kao što su kolotrazi ili pukotine tipa krokodilske kože.

a. Tanki slojevi

Mogu se primeniti kao preventivni tretman, ali se koriste i za obnavljanje otpornosti na klizanje i vozne sposobnosti površine kolovoza. Često se nazivaju funkcionalnim nadogradnjama jer treba da obnove i povećaju sposobnost puta da obavlja svoju funkciju, ali ne povećavaju nosive karakteristike konstrukcije. Obično se tanki slojevi koriste kod pojave malih pukotina, malih udarnih rupa i minimalnih kolotruga.

b. Nadgradnje

Nadgradnje su presvlake čija je primarna namena povećanje nosivosti konstrukcije. Značajno poboljšanje nosivosti postiže se kada je nadgradnja deblja od 40 mm. Primenuje se kod pojave strukturnih deformacija na kolovozu (kolotrazi, udarne rupe, pukotine tipa krokodilska koža) ili kod povećanja saobraćajnog opterećenja koje nije predviđeno projektom puta.

Izvodi se asfaltnim slojem koji se koristi i za izgradnju novih puteva. Najbolji rezultati se postižu kada se prvo popravi postojeći asfalt, a zatim nanese novi asfaltni sloj.

c. Rehabilitacija

Rehabilitacija je velika modifikacija kolovozne konstrukcije. Za razliku od nadgradnje, rehabilitacije uvek podrazumevaju intervencije na jednom ili više asfaltnih slojeva. Oni uključuju struganje, uklanjanje površinskog sloja, često i dublje od jednog sloja, i asfaltiranje novim ili recikliranim materijalom. Sanacija je najefikasnija mera za kolovoze sa znacima strukturnih oštećenja (obično pukotine tipa krokodilska koža i kolotrazi), ali ne u meri u kojoj će biti potrebna potpuna rekonstrukcija.

d. Rekonstrukcija

Rekonstrukcija je uklanjanje i zamena asfaltnih slojeva do tamponskog sloja i/ili zamena i tampona do posteljice. U slučaju delimičnih rekonstrukcija, neki delovi postojeće konstrukcije ostaju nepromenjeni. Kompletna rekonstrukcija se sastoji od uklanjanja svih ugrađenih materijala, obrade posteljice i izgradnje nove konstrukcije. Rekonstrukcija je opravdana kada je kolovoz uništen i posteljica zahteva ojačanje (uključujući i dreniranje).

4. EFEKTI ODRŽAVANJA

O primeni određenog tretmana pri održavanju treba razmišljati odmah po donošenju odluke o intervenciji, pre nego što se pod uticajem saobraćajnog opterećenja i pod uticajem klimatskih faktora pojave nove deformacije. U nekim slučajevima će sva oštećenja biti potpuno eliminisana, ili će se neka oštećenja delimično eliminisati u zavisnosti od primenjenog tretmana. Sledeće tabele (2-7) daju vezu između pojedinačnih tretmana održavanja i efekata koje ti tretmani imaju na različite vrste deformacija.

Tabela 2: Uticaj pojedinih tretmana na pukotine

Tretman	Effekat odmah nakon apliciranja
Zalivanje pukotina	Eliminisanje linijskih pukotina
Popravka oštećenja rubova kolovoza	Nema efekta
Krpljenje udarnih rupa	Nema efekta
Fog Seal (Prskanje razređenom emulzijom)	Eliminisanje pukotina širine manje od 1 mm. Nema efekta na strukturne, termičke ili reflektovane pukotine veće širine
Rejuvenating Seal (Prskanje bitumenom)	Nema efekta
Slurry Seal (Bitumenski mulj)	Eliminiše mikroprslin
Jednoslojna površinska obrada	Eliminiše mikroprslin
Dvoslojna površinska obrada	Eliminiše mikroprslin
Cape Seal – (Jednoslojna obrada sa bitumenskim muljem)	Eliminiše mikroprslin
Tanak asfaltni sloj	Eliminisanje površinskih pukotina. Pukotine u dubljim slojevima ostaju
Debela asfaltna nadgradnja	Eliminisanje površinskih pukotina. Pukotine u dubljim slojevima ostaju
Nadgradnja modifikovanim asfaltom	Eliminisanje površinskih pukotina. Pukotine u dubljim slojevima ostaju
Nadgradnja asfaltom modifikovanim gumom	Eliminisanje površinskih pukotina. Pukotine u dubljim slojevima ostaju
Struganje i nadgradnja	Eliminisanje površinskih pukotina. Pukotine u dubljim slojevima ostaju

Tabela 3: Uticaj pojedinih tretmana na izvlačenje zrna iz površine kolovoza

Tretman	Efekat odmah nakon apliciranja
Zalivanje pukotina	Nema efekta
Popravka oštećenja rubova kolovoza	Nema efekta
Krpljenje udarnih rupa	Nema efekta
Fog Seal (Prskanje razređenom emulzijom)	Nema efekta
Rejuvenating Seal (Prskanje bitumenom)	Nema efekta
Slurry Seal (Bitumenski mulj)	Eliminisanje izvlačenja
Jednoslojna površinska obrada	Eliminisanje izvlačenja
Dvoslojna površinska obrada	Eliminisanje izvlačenja
Cape Seal – (Jednoslojna obrada sa bitumenskim muljem)	Eliminisanje izvlačenja
Tanak asfaltni sloj	Eliminisanje izvlačenja
Debela asfaltna nadgradnja	Eliminisanje izvlačenja
Nadgradnja modifikovanim asfaltom	Eliminisanje izvlačenja
Nadgradnja asfaltom modifikovanim gumom	Eliminisanje izvlačenja
Struganje i nadgradnja	Eliminisanje izvlačenja

Tabela 4: Uticaj pojedinih tretmana na kolotrage

Tretman	Efekat odmah nakon apliciranja
Zalivanje pukotina	Nema efekta
Popravka oštećenja rubova kolovoza	Nema efekta
Krpljenje udarnih rupa	Nema efekta
Fog Seal (Prskanje razređenom emulzijom)	Nema efekta
Rejuvenating Seal (Prskanje bitumenom)	Nema efekta
Slurry Seal (Bitumenski mulj)	Nema efekta
Jednoslojna površinska obrada	Nema efekta
Dvoslojna površinska obrada	Nema efekta
Cape Seal – (Jednoslojna obrada sa bitumenskim muljem)	Nema efekta
Tanak asfaltni sloj	Minimalni efekat. Moguće eliminisanje ako se koristi sloj za poravnanje
Debela asfaltna nadgradnja	Minimalni efekat. Moguće eliminisanje ako se koristi sloj za poravnanje
Nadgradnja modifikovanim asfaltom	Minimalni efekat. Moguće eliminisanje ako se koristi sloj za poravnanje
Nadgradnja asfaltom modifikovanim gumom	Minimalni efekat. Moguće eliminisanje ako se koristi sloj za poravnanje
Struganje i nadgradnja	Eliminisanje kolotrage

Tabela 5: Uticaj pojedinih tretmana na udarne rupe

Tretman	Efekat odmah nakon apliciranja
Zalivanje pukotina	Nema efekta
Popravka oštećenja rubova kolovoza	Nema efekta
Krpljenje udarnih rupa	Eliminisanje udarnih rupa
Fog Seal (Prskanje razređenom emulzijom)	Nema efekta
Rejuvenating Seal (Prskanje bitumenom)	Nema efekta
Slurry Seal (Bitumenski mulj)	Eliminisanje. Mora da se prethodno izvede krpljenje udarnih rupa
Jednoslojna površinska obrada	Eliminisanje. Mora da se prethodno izvede krpljenje udarnih rupa
Dvoslojna površinska obrada	Eliminisanje. Mora da se prethodno izvede krpljenje udarnih rupa
Cape Seal – (Jednoslojna obrada sa bitumenskim muljem)	Eliminisanje. Mora da se prethodno izvede krpljenje udarnih rupa
Tanak asfaltni sloj	Eliminisanje. Mora da se prethodno izvede krpljenje udarnih rupa
Debela asfaltna nadgradnja	Eliminisanje. Mora da se prethodno izvede krpljenje udarnih rupa
Nadgradnja modifikovanim asfaltom	Eliminisanje. Mora da se prethodno izvede krpljenje udarnih rupa
Nadgradnja asfaltom modifikovanim gumom	Eliminisanje. Mora da se prethodno izvede krpljenje udarnih rupa
Struganje i nadgradnja	Eliminisanje udarnih rupa

Tabela 6: Uticaj pojedinih tretmana na deofrmacije ruba kolovoza

Tretman	Efekat odmah nakon apliciranja
Zalivanje pukotina	Nema efekta
Popravka oštećenja rubova kolovoza	Eliminisanje deformacija po rubovima kolovoza
Krpljenje udarnih rupa	Nema efekta
Fog Seal (Prskanje razređenom emulzijom)	Nema efekta
Rejuvenating Seal (Prskanje bitumenom)	Nema efekta
Slurry Seal (Bitumenski mulj)	Nema efekta
Jednoslojna površinska obrada	Nema efekta
Dvoslojna površinska obrada	Nema efekta
Cape Seal – (Jednoslojna obrada sa bitumenskim muljem)	Nema efekta
Tanak asfaltni sloj	Nema efekta
Debela asfaltna nadgradnja	Eliminisanje deformacija po rubovima kolovoza
Nadgradnja modifikovanim asfaltom	Eliminisanje deformacija po rubovima kolovoza
Nadgradnja asfaltom modifikovanim gumom	Eliminisanje deformacija po rubovima kolovoza
Struganje i nadgradnja	Eliminisanje deformacija po rubovima kolovoza

Tabela 7: Uticaj pojedinih tretmana na mikro i makro teksturu kolovoza (trenje)

Tretman	Efekat odmah nakon apliciranja
Zalivanje pukotina	Malo smanjenje otpornosti na klizanje u zavisnosti od lokacije pukotina
Popravka oštećenja rubova kolovoza	Nema efekta
Krpljenje udarnih rupa	Nema efekta
Fog Seal (Prskanje razređenom emulzijom)	Malo smanjenje otpornosti na klizanje zbog promene makroteksture
Rejuvenating Seal (Prskanje bitumenom)	Malo smanjenje otpornosti na klizanje zbog promene makroteksture
Slurry Seal (Bitumenski mulj)	Povećanje otpornosti na klizanje ako se aplicira na površini od sitnozrnog asfalta. Smanjenje otpornosti na klizanje ako se aplicira na površini od krupnozrnog asfalta
Jednoslojna površinska obrada	Najčešće povećanje otpornosti na klizanje
Dvoslojna površinska obrada	Najčešće povećanje otpornosti na klizanje
Cape Seal – (Jednoslojna obrada sa bitumenskim muljem)	Najčešće povećanje otpornosti na klizanje
Tanak asfaltni sloj	Najčešće povećanje otpornosti na klizanje
Debela asfaltna nadgradnja	Nova vrednost otpornosti na klizanje zavisi isključivo od mešavine
Nadgradnja modifikovanim asfaltom	Nova vrednost otpornosti na klizanje zavisi isključivo od mešavine
Nadgradnja asfaltom modifikovanim gumom	Nova vrednost otpornosti na klizanje zavisi isključivo od mešavine
Struganje i nadgradnja	Nova vrednost otpornosti na klizanje zavisi isključivo od mešavine

a. Efekti održavanja na ravnost kolovoza

Neravnost kod kolovoza postoji na svim putevima bez obzira na njihovu starost. Čak i kod najkvalitetnije izvedenog asfalta, vrednost IRI (International Roughness Index- Međunarodni indeks za ravnost) je veća od 1 m/km. U mnogim zemljama prosečna vrednost koeficijenta IRI je između 1 i 2 m/km, pa čak i do 2,5 m/km. Obzirom na to da veći deo vrednosti IRI zavisi od drugih vrsta oštećenja kolovoza, većina tretmana smanjuje njegovu vrednost, ali se nikada ne može potpuno eliminisati.

b. Efekti održavanja na strukturnu nosivost kolovoza

Vremenom, pod uticajem saobraćajnog opterećenja i klimatskih faktora, nosivost kolovoza se postepeno smanjuje. Ove promene se moraju uzeti u obzir jer utiču na strukturni broj puta. Takođe, kada se primenjuje tretman održavanja, strukturni broj može da se promeni na određenu vrednost, naravno u zavisnosti od tretmana.

Promene vrednosti strukturnog broja zavise od vrste popravke i kvaliteta odabranih materijala.

Promena strukturnog broja konstrukcije tokom vremena je osnovni uslov za izbor tehnologije koja će se primeniti prilikom popravke kolovoza.

4. ZALJUČAK

Efikasni sistem upravljanja putnom mrežom je preduslov za donošenje strategije održavanja puteva. Tek uz detaljno poznavanje putne mreže, oštećenja, potreba održavanja kao i dostupnih tehnologija može se pristupiti donošenju strategije održavanja, naravno, uzimajući u obzir raspoloživa finansijska sredstva. U ovom delu, najveći akcenat treba dati analizi različitih scenarija održavanja gde se moraju analizirati neophodna finansijska sredstva za svaki scenario, a zatim na osnovi raspoloživih sredstava održavanja usvojiti najpovoljniji i odrediti buduću strategiju održavanja.

Primena ovakvog pristupa u planiranju i programiranju održavanja doprineće definisanju strategije održavanja koja će najoptimalnije koristiti finansijska sredstva za postizanje maksimalnog poboljšanja veka trajanja kolovoznih konstrukcija na putnoj mreži države.

5. REFERENCE

- [1] AASHTO Guide for the Design of Pavement Structures, (Volumes I and II) American Association of State Highway and Transportation Officials, 1986.
- [2] AASHTO Guide for Design of Pavement Structures. American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993.
- [3] A Guide to the Calibration and Adaptation, HDM - 4. Volume 5, The Highway Development and Management Series. Bennett C.R. Paterson W.D.O., PIARC, 2000.
- [4] Getting Started with HDM-IV Version 2.0, The Highway Development and Management Series, University of Birmingham, Stannard E., United Kingdom, 2005.
- [5] Прилог кон управувањето со состојбата на одржлив квалитет на коловозните конструкции, Магистерска теза, Огњеновиќ С., Градежен факултет, Скопје, 2007.
- [6] Калибрирање на моделите на оштетување на коловозните конструкции, Докторска дисертација, Огњеновиќ С., Градежен факултет, Скопје, 2014.
- [7] Pavement Management for Airports, Roads and Parking Lots, Shahin M. Y., New York, 2005