

ODRŽAVANJE KOLOVOZNE KONSTRUKCIJE. STUDIJA SLUČAJA: ULICA NIKOLAJA VELIMIROVIĆA U NIŠU

PhD student Miloš Petrović *
Građevinsko - arhitektonski fakultet u Nišu

U svetu često se traže postupci i metode za racionalno održavanje kolovoznih konstrukcija. Putevi vremenom propadaju. Uzroci za njihovu smanjenu nosivost kao i pojavu prslina, ulegnuća i udarnih rupa mogu biti brojni. To može biti i loše urađen tamponski sloj, tj. vremenska sleganja usled opterećenja. Za pojavu oštećenja zaslužni su i hidrološki uslovi. Održavanje predstavlja, proces očuvanja elemenata kolovoza - puta, sa gledišta bezbednosti i upotrebljivosti. Vrlo je bitno na vreme intervenisati i ne dozvoliti da put kada se pojave prva oštećenja propada i dalje. Pod oštećenjima kolovoza podrazumevaju se deformacije i kvarovi koji onemogućavaju normalnu eksploataciju puta, uz smanjenje bezbednosti ili udobnosti vožnje. Izbor tipa održavanja zavisi i od vrste i tipa oštećenja. U radu će biti sagledani aspekti održavanja kolovoznih konstrukcija i analizirano stanje kolovozne konstrukcije u ulici Nikolaja Velimirovića u Nišu.

Ključne reči: održavanje, kolovozne konstrukcije, kolovoz, oštećenje, sanacija

KRATKI ISTORIJSKI PREGLED RAZVOJA KOLOVOZNIH KONSTRUKCIJA

U razvoju ljudskog društva najveći napredak u građenju puteva su napravili Rimljani. Razgrnuli su sistem vojnih puteva do najudaljenijih krajeva imperije, tako da je dužina puteva u srednjoj Evropi iznosila oko 150 000 km, uključujući vijadukte, galerije, mostove i tunele. Mnogi od ovih puteva su bili sagrađeni od kamenih ploča, debljine konstrukcije i preko 90 cm čiji ostaci još uvek postoje i mogu se naći. Neki od njih su poslužili kasnije za građenje savremenijih puteva. Stagnacija u putogradnji je počela padom Rimske imperije i trajala je sve do osamnaestog veka, kada je Francuski inženjer Terzage unapredio postupak građenja. On je preko podloge od krupnog drobljenog kamena stavljao sitniji. U Engleskoj u isto vreme, Tomas Telford i Džon Makadam, razvijaju sličan tip kolovozne konstrukcije. Telford stavlja u podlogu krupnije kamenje u koje utiskuje zastor od sitnijeg kamena. Makadam koristi drobljeni kamen u više slojeva koji biva zbiven u vlažnom stanju. Taj postupak je zadržan i do današnjih dana. Prva fleksibilna kolovozna konstrukcija je izgrađena u Americi 1870. godine. Džon Smit je 1756. godine otkrio

portland cement. 1875. godine je u Inversnu sagrađena prva betonska kolovozna konstrukcija. [1]

POJAM ODRŽAVANJA

Svetska kretanja su u stalnoj ekspanziji (počevši od broja stanovnika na Zemlji, proizvodnje roba svih vrsta i namena, vršenja usluga, potrebe za energentima, hranom i dr), dok je prirodnih resursa sve manje. Zato moramo voditi računa da svaka oprema i proizvodni sistem svoju funkciju izvršavaju najmanje, u predviđenom projektovanom veku. [9]

U inženjerskom smislu održavanje predstavlja proces očuvanja konstruktivnih elemenata kolovoza, sa gledišta bezbednosti i upotrebljivosti. Osnovne vrste održavanja kolovoznih konstrukcija su:

1. preventivno,
2. korektivno, i
3. iznuđeno.

Ovo za sobom povlači nove sirovine, povećanu potrošnju energenata, materijalnih sredstava, radne snage, rezervnih delova, povećanu količinu otpada, povećano zagađenje životne

sredine, poslove reciklaže i dr. Znači, procesi se ubrzavaju umesto da su u racionalnim granicama. Održavanje se u ranim fazama svoje primene baziralo samo na održavanju prema defektu. Danas se ono razvilo u proces baziran na naučnim postavkama organizacije i tehnologije rada, koji se stalno unapređuje. Održavanje ima svoju cenu svoje troškove i preuzima ulogu koja se ne može i ne sme improvizovati. [9]

ODRŽAVANJE KOLOVOZNIH KONSTRUKCIJA

Donošenje odluka stalno je prisutno u svakodnevnom životu pojedinca, kolektiva, države... [8] Puštanjem u eksploataciju kolovozne konstrukcije vrlo je bitno doneti dobru odluku o strategiji njenog održavanja. Izgradnja savremenih saobraćajnica u vidu gradskih ulica, magistralnih puteva, autoputeva ili aerodromskih poletno-sletnih i rulnih staza je danas nezamislivo bez savremenih kolovoznih konstrukcija. [7] U svim zemljama sa razvijenim privredama vodi se računa o održavanju postojećih objekata ne samo preko državnih institucija već i kroz angažovanje profesionalnih udruženja. [4]

U svetu često se traže postupci i metode za racionalno održavanje puteva i ulica. Da bi se postojeće stanje u našoj zemlji popravilo, potrebno je u narednih nekoliko godina ulagati oko 2 milijarde dolara godišnje, a potom obezbediti stabilan godišnji budžet na nivou od oko 350 miliona dolara. Državne uprave nastoje da uvedu racionalne metode održavanja puteva, a ulaganje u preventivno održavanje je nezaobilazna strategija koja vodi ka očuvanju kvaliteta mreže i smanjenju troškova održavanja. Putevi vremenom propadaju. Uzroci za njihovu smanjenu nosivost, kao i pojavu prslina, ulegnuća kao i udarnih rupa mogu biti brojni. To može biti i loše urađen tamponski sloj, tj. vremenska sleganja usled opterećenja. Za pojavu oštećenja zaslužni su i hidrološki uslovi. Voda vrlo nepovoljno utiče na kolovoz na više načina. Npr. usled pojave mraza stvaraju se ledena sočiva koja u periodu odmrzavanja smenjuju nosivost posteljice. Vrlo je bitno na vreme intervenirati i ne dozvoliti da put kada se pojave prva oštećenja propada i dalje. Pod oštećenjima kolovoza podrazumevaju se deformacije i kvarovi koji onemogućavaju normalnu eksploataciju puta, uz smanjenje bezbednosti ili udobnosti vožnje.

Preventivno održavanje predstavlja strategijski pristup održavanju postojećeg sistema puteva sa najekonomičnijim postupcima, koji štite, usporavaju pojavu budućih oštećenja i održavaju ili poboljšavaju funkcionalno stanje sistema bez povećanja konstruktivne nosivosti. Preventivnim održavanjem bi trebalo da se zadrži postojeće stanje što duže ali ono trebalo bi da predhodi pojavi velikih oštećenja.

Problemi sa preventivnim održavanjem su činjenica, i kad se zna da su budžeti za godišnje održavanje fiksni i orjentisani ka rekonstrukcijama i tekućim aktivnostima. Rezultati preventivnog održavanja nisu odmah vidljivi i veoma se lako sredstva predviđena za aktivnosti preventivnog održavanja smanjuju ili potpuno ukidaju.

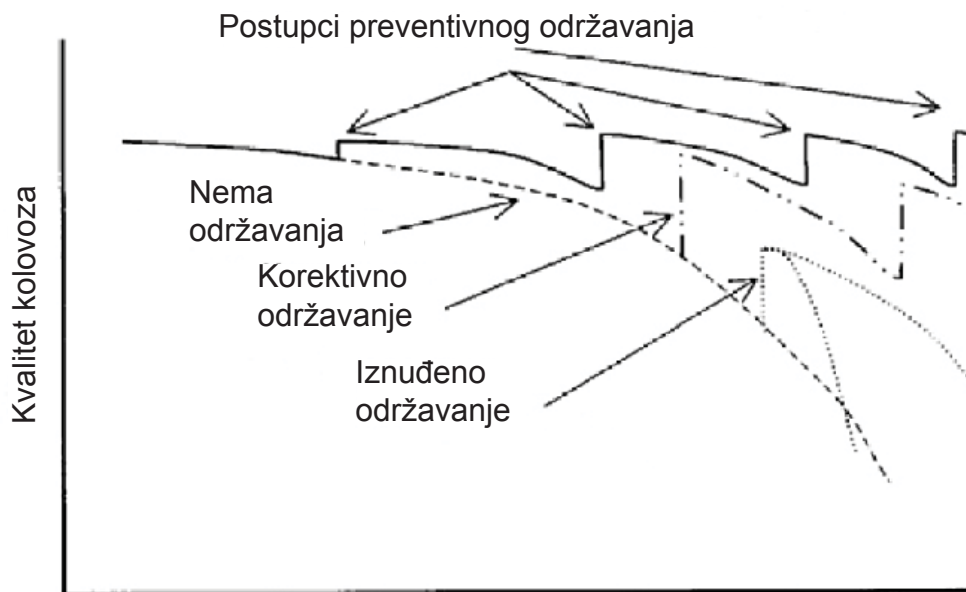
Osnovni postupci preventivnog održavanja su:

1. uobičajni postupci:
 - obrada pukotina,
 - površinske obrade,
 - tanke – vruće presvlake,
 - zamagljivanje,
 - slari sil (slurry seal),
2. vanredni postupci:
 - mastiks asfalti,
 - tanke ili ultra tanke presvlake, i
 - mikro zastori.

Osnovni problemi kod preventivnog održavanja su:

- Obrazovanje. Mora biti stručno osposobljenih kadrova među onima koji odlučuju o preventivnom održavanju.
- Ulaganje sredstava.
- Pravovremena primena preventivnog održavanja.
- Izbor deonica kolovoza gde će se vršiti program preventivnog održavanja.

Efikasno periodično održavanje predstavlja periodičnu primenu, na 3 do 6 godina, odgovarajućih tretmana po završetku izgradnje kolovoza. Sa preventivnim održavanjem se kreće pre pojave oštećenja. Najveći uspeh se postiže preventivnim održavanjem sprečavanjem faktora sredine da razore kolovoznu konstrukciju. Ispunom pukotina i tankim presvlakama produžuje se vek kolovoza za 5 ili 6 godina.



Slika 1. Šematski prikaz održavanja kolovozne konstrukcije

Korektivno ili osnovno održavanje se primenjuje odmah nakon uočavanja oštećenja i njegovo vraćanje u prvobitno stanje.

Iznudjeno održavanje je održavanje koje je nastalo prilikom namernih ili ne namernih oštećenja konstrukcije usled ljudskog faktora, prirodnih nepogoda...

Kod održavanje zastora kod betonskih blokova prvi korak je čišćenje i pranje zastora, barem jednom dnevno i to u trenucima najmanjeg saobraćaja. To je zadatak higijenskih komunalnih službi. Drugi korak je redovno pregledanje kolovoznog zastora i tačno pozicioniranje, obeležavanje u dokumentaciji i na skici, otkrivenih oštećenja, radi određivanja površine oštećenja. Treći korak je analiziranje oštećenja, otkrivanje uzroka nastanka i pripremanje strategije otklanjanja oštećenja. Četvrti korak je sprovođenje opravke.

VRSTE OŠTEĆENJA, NAČINI I POSTUPCI SANIRANJA

Pukotine u asfalt betonskim zastorima predstavljaju najčešći stručni problem koji se javlja kod projektovanja kolovoznih konstrukcija i njihovog održavanja. Pri dimenzionisanju kolovoznih konstrukcija, i analizi propadanja, za osnovne kriterijume ocene njihovog trajanja uzimaju se pojava pukotina od zamora i trajne deformacije - kolotrazi. Bez ikakve sumnje je da su puko-

tine najznačajniji fenomen koji prethodi ili izaziva razvijanje mnogih drugih, daleko ozbiljnijih oštećenja, koja vode smanjenju upotrebljivosti kolovoznih konstrukcija.

Problem pukotina u okviru održavanja rešava se na više načina, na primer:

- površinskim obradama,
- njihovom ispunom, i
- i obnovom zastora.

U poslednje vreme kada se trajnost kolovoza razmatra kroz analizu troškova i dobiti, dokazana je ekonomska opravdanost zaptivanja i ispunje pukotina i ono je postalo veoma bitna aktivnost u okviru održavanja puteva.

Opšte i detaljne informacije u okviru programa održavanja obrađene su po fazama, kao npr. za obradu pukotina:

1. Utvrđivanje potrebe za obradom pukotina,
2. Planiranje i projektovanje obrade pukotina,
3. Izvođenje, i
4. Ocena izvršene obrade pukotina.

Osnovni tipovi pukotina su:

- pukotine od zamora,
- mrežaste pukotine,
- ivične pukotine,
- podužne pukotine - u području kolotruga,
- podužne pukotine - van područja kolotruga,
- reflektovane pukotine na spojnica, i

- poprečne pukotine.

Pukotine delimo na:

- pukotine koje rade ili „radne pukotine“, i
- pukotine koje ne rade.

Da li pukotine rade ili ne održuje se na osnovu njihovog tipa. Za pukotine se kaže da rade ako je horizontalno ili vertikalno pomeranje veće od 2.5 mm a da ne rade ako je manje od 2.5 mm. Pukotine koje rade najčešće su po orijentaciji poprečne. Materijali koji se postavljaju moraju da prijanjaju uz starnice pukotine i svojom fleksibilnošću prate otvaranje i zatvaranje pukotine. Za ovu svrhu se najčešće koriste materijali sa dodatkom gume. Pukotine koje ne rade su dijagonalne pukotine, podužne i neke mrežaste. Kod njih je moguća primena jeftinih i jednostavnijih materijala.

Pukotine se saniraju zaptivanjem ili ispunom. Zaptivanje pukotina predstavlja polaganje posebnih materijala preko ili u pukotine koje rade, sa ciljem da se spreči prodiranje vode i nestišljivih materijala. Ispuna pukotina polaganje materijala u pukotine koje ne rade, sa ciljem da se bitno smanji prodiranje vode i poveže zastor sa jedne i druge strane.

Pukotine koje rade treba zaptivati pri prohladnom prolećnom vremenu. Zaptivanjem novonastalih pukotina sprečava se razvijanje sekundarnih novonastalih pukotina. Tipično je da se poprečne termičke pukotine u asfalt betonskom zastoru pojavljuju od 2 do 7 godina nakon građenja, a poprečne reflektujuće u asfalt betonskom zastoru položenom preko betonskog, nakon 1 do 3 godine. Kod pukotina koje ne rade ispunjavanje se vrši jedanput godišnje pri hladnom ili prohladnom vremenu jer su tad pukotine najotvorenije. U zavisnosti od tipa pukotine koji treba da se ispune ovaj period iznosi od 4 do 8 godina nakon završetka građenja ili obnove. Treba primenjivati trajnije materijale kako bi se izbeglo ponavljanje tretmana.

Pri planiranju zaptivanja ili ispunjavanja pukotina treba uzeti u obzir:

- klimu,
- rang puta,
- obim saobraćaja i procenat teretnih vozila,
- karakteristike i gustinu pukotina,
- materijale,
- postupak ugradnje materijala,
- opremu, i

- bezbednost.

Još pri planiranju i projektovanju treba voditi računa o stanju kolovozne konstrukcije. U predelima sa hladnom i vlažnom klimom upotrebom grejača mnogi problemi bi bili rešeni. U predelima koja su izložena visokim temperaturama treba primenjivati termostabilne materijale.

Materijali za održavanje kolovoznih konstrukcija su:

1. termoplastični hladno primenljivi materijali
 - tečni bitumen
 - polimerima modifikovan tečni bitumen
2. termoplastični toplo primenljivi materijali
 - bitumen
 - mešavina bitumena i filera
 - mešavina bitumena i vlakana
 - mešavina bitumena i gume
3. termovezujući hemijski materijali
 - samoizravnavajući silikoni.

Postoje različite tehnike za saniranje pukotina. Kod tehnike „rezervoar“ materijal se postavlja u omeđeni prostor sečene pukotine. Kod tehnike preklapanja materijal se postavlja u i preko nesečene pukotine. Kombinovanom tehnikom materijal se postavlja u i preko sečene pukotine. Osnovni parametri koje treba razmotriti prilikom izbora tehnike su:

1. svrha primene
2. oblik pukotine
3. završne karakteristike
4. dimenzije rezervoara pukotine i preklopa.

Kod izvođenja skoro svih zaptivanja i ispuna, materijal se stavlja direktno u kanal pukotine. Polietilenska traka se stavlja na dno rezervora pre nanošenja materijala za zaptivanje. Ova traka treba da spreči vezivanje materijala za dno pukotine odnosno za njegovo vezivanje za tri strane rezervoara. Preporučljivo je da se masa za zaptivanje modifikovane gumom rade bez trake. Kod podešavanja glodalice i testere treba voditi računa o dubini rezervoara da ona iznosi od 25 do 40 mm. Ako se radi i preklop on se radi modlom koja pomaže da se poboljša veza između zastora i materijala.

Bitni koraci za dobro održavanje su sledeći:

1. opsecanje pukotine
2. čišćenje i sušenje pukotine

3. priprema i primena materijala
4. završna obrada materijala
5. upijanje.

Treba voditi računa i o bezbednosti. Mora da se obezbedi odgovarajuća kontrola saobraćaja. Bezbednost se ne odnosi samo na saobraćaj već i na korišćenje materijala za opravku. Takođe, treba voditi računa pod kojim se vremenskim uslovima radi. Krpljenje rupa u zimskim uslovima se rade u periodu otapanja snega kada zimske službe pretsanu da koriste plugove, abrazivna sredstva i soli. Toplije vreme pruža uslove za krpljenje rupa ali takođe i za njihovo nastajanje. Više temperature omogućavaju topljenje smrznute podloge, smanjujući nosivost ne vezanih materijala. Agregat koji se koristi za krpljenje u zimskim uslovima mora biti veoma kvalitetan, drobljen i obezprašen. Bitumenske emulzije bi mogle da se upotrebe kao vezivno sredstvo ali sa dodatkom za poboljšanje prionljivosti. Mešavina bi trebala da bude ugradljiva pri niskim temperaturama.

Tehnike za sanaciju rupa su:

1. baci i izvaljaj
 - stavi se materijal u rupu
 - izvrši sabijanje
 - sabijenazakrpa treba da ima oblik krune
 - pomeranje do sledeće rupe
 - puštanje saobraćaja
2. polu – stalni:
 - otkloniti vodu i otpatke iz rupe
 - opseći ili izglodati vertikalno staranice rupe (tretirana površina mora biti kvadratna ili pravougaona)
 - rasprostre se masa i ravna se
 - vrši se zbijanje
 - po završetku pušta se saobraćaj
3. rasprašivanje – injektiranje:
 - izduvati vodu i otpatke iz rupe
 - perprskati emulzijom ili razređenim bitumenom
 - izduvati bitumizirani materijal u rupu
 - prepokriti zakrpljenu površinu slojem agregata
 - otvoriti put za saobraćaj

4. opravka oštećenih površina površinskom obradom gde se nakon ručnog nanošenja raspadajuće bitumenske emulzije nanosi lopatom agregat, ručno ravna i utiskuje valjanjem. Naredni sloj ako je potrebno zbog ravnjanja nivelete, nanosi se po istom principu.
5. Opravka površinskih rupa se vrši po hladnom ili toplom postupku.
6. Opravka dubokih rupa:
 - odredi se oštećena površina i uveća za nekih 30 cm,
 - označi se nekim sečivom ili bojom,
 - vertikalno opseče,
 - dno i starnice se preprskaju bitumenskom emulzijom,
 - nakon raspada emulzije razastire se bitumen a zatim vrši zbijanje,
 - poslednji sloj je viši za oko 12 mm. Nakon zbijanja treba da ostane nadvišenje za 6 mm kako bi došlo do naknadnog zbijanja pod saobraćajem.

Od opreme je potrebno da ima kamiona za prevoz materijala, kamion sa opremom, sredstva za zbijanje, kompresor za vazduh, sredstva za obradu ivica, vozila za kontrolu saobraćaja i saobraćajni znaci.

Krpljenje rupa u zimskim uslovima često se ne ostavlja dovoljno vremena za primenu „polu – stalnog“ postupka. Povećanje potrebnog vremena za produktivnost i povećava vreme ometanja saobraćaja. Primenom izuzetno kvalitetnih materijala, postupkom „baci i izvaljaj“ u zimskim uslovima postižu se dobri efekti na troškove i fleksibilnost. Zakrpe urađene u zimskim uslovima imaju kraći vek trajanja u odnosu na one u proleće. Cilj krpljenja u uslovima zime ima za cilj obnavljanja i bezbednosti.

U prolećnim uslovima se obezbeđuju veoma kvalitetni obezprašeni agregati i bitumenske emulzije. Krpljenje obavljeno u proleće bi trebalo da ima veći vek trajanja nego onaj u zimskim uslova zbog boljih vremenskih uslova i lakšeg čuvanja i dopreme materijala.

Oštećenja zastora od blokova mogu biti:

- pukotine,
- lomovi,

- neravnine, i
- gubitak otpornosti na trenje.

Navedena oštećenja mogu da se popravljaju i to od tipa oštećenja:

- pukotine – zamenom ispucalih delova novim elementima a zajedno sa njima i zamena materijala u podlozi. Novi elementi treba da budu istih karakteristika kao i predhodni. ,
- lomovi betonskih elemenata – treba ih povaditi i postaviti nove elemnte. Treba ih propisno nabiti i spojnice zaliti kao i predhodne. ,
- neravnine – izvršiti zamenu materijala u podlozi, i
- gubitak otpornosti na trenje – zamena elemenata.

Pukotine mogu da budu podužne, poprečne, dijagonalne, D pukotine, ugaone, oštećenja ispucale spojnice. Mogu se javiti i lomovi. Lomovi su u vidu ljušpanja, krunjenja spojnica, krunjenje uglova, izdizanja i drobljenja ploča. Neravnine nastaju usled pumpanja kada materijal prodire kroz spojnice i sleganja. Gubitak otpornosti na trenje dolazi usled glačanja agregata i zaprljanosti. [2]

EKONOMSKI ASPEKT I OPTIMIZACIJA

Pored ostvarenja "dobre" proizvodnje, neophodno je i ostvarivanje ekonomičnog poslovanja, sa uzajamnim usaglašavanjem proizvodnje i troškova. [5] Ocena efikasnosti ulaganja finansijskih sredstva, koriste različite postupke ekonomskih analiza, ili različite vrste modela. Svi oni se mogu svrstati u dve velike, osnovne grupe ili tipa. Prvi ili primarni tip analize, postavlja sledeće tipično pitanje :„Da li je postojeće stanje kolovoznih konstrukcija potrebno promeniti da bi se sadašnji troškovi korisnika saznali“?. Drugi ili sekundarni tip analize, karakteristično je pitanje: „Kako za već utvrđene nedostatke u stanju, izabrati najekonomičniju alternativu tehničkog rešenja ili strategije“. Metode i modeli iz ovih dveju grupa, razlikuje se međusobno po tome što se primarni tip ekonomske analize koristi prilikom donošenja odluka o neophodnosti neke promene, dok je kod sekundarnog tipa jasno unapred, da je te promene potrebno izvršiti. Osnovni elementi koji se koriste u ovim modelima ekonomskog ocenjivanja su početni ili investicioni troškovi za finansiranje alternativne strategije, ili alternativnih radova održavanja i rehabilitacije

i periodični troškovi, tokom celokupnog perioda planiranja. Ovi troškovi, koje finansira društvo u celini, nazivaju se društveni ili troškovi administracije. Veličina svih društvenih troškova posledica je finansijske vrednosti tehničkih mera koje se primenjuju u svakoj od alternativa, a tačnost njihovog predviđanja zavisi od preciznosti sa kojom su tehnička rešenja opisana kao troškovi građenja i održavanja. I ostale vrste troškova iz ove grupe, se određuju onoliko tačno koliko je njihovo predviđanje moguće. Druga vrsta troškova koja se kao faktor proračuna uzima u obzir u ovim modelima su troškovi korisnika. Ovi troškovi se izračunavaju za svaku ispitanu alternativu posebno, a održavanje kolovoznih konstrukcija zavisiće od ukupnih kvaliteta funkcionalnih sposobnosti kolovoza i geometrijskih karakteristika puta. Razlika u troškovima korisnika između dve ispitivane alternative definiše se kao dobit alternative čiji su troškovi manji. Veličina dobiti je jednaka izračunatoj razlici u troškovima korisnika.

Sistemi za upravljanje imaju dva nivoa odlučivanja: nivo putne mreže i nivo jedne deonice, ili projekta. Optimizacija na nivou čitave putne mreže ostvaruje već pomenute ciljeve upravljanja, težeći da donosiocu odluka pruži koherentne i sistematične informacije koje će poslužiti kao osnova dijaloga između putnih službi i institucija i onih koji na najvišem nivou odlučuju o mogućim finansijskim sredstvima namenjenih putevima. Optimalizacija na nivou jednog projekta, ili deonice na putnoj mreži, podrazumeva i ima za cilj odlučivanje one alternative održavanja ili rehabilitacije koja je najefikasnija u pogledu troškova koje se u jednom projektu mogu ostvariti.

Pristup koji podržava odluku da se planiranje održavanja kolovoza da štite dobre mehaničke karakteristike kolovozne konstrukcije, da kolovozne konstrukcije dugo traju uz mali rizik uvođenja ograničenja u korišćenju kolovoza poznat je kao „strategija visokog početnog ulaganja“. „Strategija niskih početnih ulaganja“ predviđa intervenisanje na održavanju kada je dostignut dozvoljeni prag oštećenja vidljivih na samoj površini kolovoza. Strategija niskih početnih ulaganja se može samatrati podrazumevajućom. Da li postoji deo putne mreže koju treba održavati u skaldu sa „strategija visokog početnog ulaganja“ potrebno je utvrditi. [10]



Slika 2. Fotodokumentacija

KOLOVOZNA KONSTRUKCIJA U ULICI NIKOLAJA VELIMIROVIĆA U NIŠU

Pukotine su se u kolovozu pojavile usled kombinovanog uticaja saobraćajnog opterećenja i klimatskih faktora. Starost bitumenskog veziva je uticalo na manju lepljivost veziva na zrna agregata, krutost kolovozne konstrukcije je povećana usled starosti pa je pod uticajem kanalisnog saobraćaja prouzrokovalo pojavu ulegnuća i podužnih pukotina. Naročito su loše obrađena mesta oko šaftova i slivnika. Ovo je uticalo na povećavanje ukupnog opterećenja koje je zbir statičkog i dinamičkog. Pukotine od zamora, najčešće nastaju usled ponovljenog opterećenja od vozila. Nivo oštećenja je srednji jer se posmatrana površina sastoji od međusobno kompletno oformljenih pukotina kod kojih su ivice okrunjene. Mrežaste pukotine, jedan su od osnovnih tipova zamora kolovoza, i u ovom slučaju nivo oštećenja je mali, tj. površina pod pukotinama ima samo nekoliko povezanih pukotina i ivice pukotina nisu okrunjene. Poprečne pukotine, su pukotine koje su pretežno upravne na osovinu

puta, a ne nalaze se iznad spojnica kod betonskih kolovoza. Nivo oštećenja kod ovih pukotina je srednji jer su pukotine u proseku širine veće od 6 mm a manje od 20 mm. Podužne pukotine, pretežno se pojavljuju po celoj širini kolovoza, ali najčešće u pojasu tragova kretanja točkova. Nivo oštećenja kod ove vrste oštećenja je srednji iz istog razloga kao i kod poprečnih pukotina. Udarne rupe, ova dva snimljena oštećenja predstavljaju tipičan primer udarnih rupa. Oštećenja su nastala usled čupanja zrna agregata i gubitka veziva, usled čega je kasnije došlo do čupanja većih komada zastora.

Izbor odgovarajućeg tipa održavanja za ispucale kolovoze često zavisi od stanja i rasprostranjenosti – gustine pukotina. Kako je kod pukotina (poprečnih i podužnih) nivo oštećenja srednji, tj. kolovoz je osrednje ispucao, a ivice su neoštećene onda se na njih može efikasno delovati metodom zaptivanja ili ispunom.

Pukotine manjeg nivoa oštećenosti dužine do 3 m koja se nalazi u tragovima kretanja točkova. S

obzirom da pukotina ne "radi" tj. njeno vertikalno pomeranje je manje od 2.5 mm, pukotinu treba ispuniti termoplastičnim toplo primenljivim materijalom (bitumenom). Pošto je pukotina male širine radi se samo ispuna u ravni zastora.

Tabela 1. Uputstvo za izbor tipa održavanja

Gustina pukotina	Prosečni nivo oštećenja ivica (u % od dužine)		
	nizak (0-25)	osrednji (26-50)	veliki (51-100)
Mala	Nema	Obrada pukotina	Opravka pukotina
Srednja	Obrada pukotina	Obrada pukotina	Opravka pukotina
Velika	Površinska obrada	Površinska obrada	Obnova

Pošto se na kolovozu nalaze i poprečne pukotine sa širinom većom od 2.5 mm i ustanovljeno je da vertikalno rade predlaže se upotreba modifikovanog bitumena sa mešavinom gume. Tehnika obrade je izrada rezervoara sa preklopom. Dimenzije rezervoara su 2x2 cm. Popravka se radi po toplom postupku.

Bilo koji tip oštećenja koji je otišao u dubinu se smatra rupom. To mogu da budu pukotine u obliku blokova, kanali kroz kolovoz, ranije opravke -zakrpa, pukotine nastale usled bubrenja. Uzroci pretvaranja površinskih oštećenja u dubinska su: loša zbijenost podloge, neodgovarajući granulometrijski sastav, nepogodni materijali u konstrukciji tj. nedovoljno veziva zbog čega dolazi do čupanja zrna. Kod nas se primenjuju tri osnovna tipa materijala za opravku rupa u kolovozu kod kojih su mešavine spravljene hladnim postupkom:

- proizvodi se u asfaltnim bazama, sa raspoloživim agregatima i vezivom, bez razmatranja kompatibilnosti ili očekivanog kvaliteta,
- proizvodi se po tehničkim uslovima propisanim od strane organizacije koja će ih koristiti. U tehničkim uslovima nalaze se preporuke o agregatu i vezivima, i
- spada u proizvode zaštićene licencama. Proizvode ih lokalne asfaltne baze sa posebno modifikovanim vezivom.

Krpljenje rupa se preporučuje u prolećnom peri-

odu jer je samo trajanje zakrpa koje su izvedene u boljim vremenskim uslovima mnogo duže. Krpljenje u zimskim uslovima zahteva mnogo pažnje. Češća je prisutnost vode u rupama, bitumen ima manju prionljivost na nižim temperaturama, pa je potrebno obavezno koristiti dodatak bitumenu za bolju prionljivost.

Da bi sanacija kolovoza bila što kvalitetnija, trebalo bi izvršiti celokupnu rekonstrukciju nosećih slojeva. Pošto je ovakav način rekonstrukcije veoma skup, obično se radi samo obnova asfaltnog zastora nekom od navedenih metoda:

- površinske obrade,
- obrada malterom,
- mikro-zastori,
- tanki i ultra tanki asfaltni zastori po vrućem postupku, i
- regeneracija kolivoznih konstrukcija.

Dvostruka površinska obrada sastoji se iz dve jednostruke površinske obrade. Funkcija obrade je da spreči prodiranje vode u slojeve kolovozne konstrukcije, poboljša trenje između pneumatika i zastora, poboljša hrapavost zastora, koriguje ravnost zastora i osveži zastor. Ovim se ne postiže povećanje nosivosti. Projektovanje površinske obrade zahteva određivanje proporcija veziva i kamene sitneži.

Postupak za dvostruku površinsku obradu sastoji se iz sledećih koraka:

- pripreme površine (čišćenja),
- rasprskivanja prvog sloja veziva,
- razastiranja prvog sloja agregata veličine zrna od 14mm,
- valjanja prvog sloja agregata gumenim valjcima,
- rasprskivanja drugog sloja veziva,
- razastiranja drugog sloja agregata veličine zrna od 6mm,
- valjanja drugog sloja agregata, i
- čišćenja četkanjem viška zrna agregata.

Dvostruka površinska obrada košta 1.5 puta više, ali je vek njenog trajanja 3 puta duži.

Može se zaključiti da je ulica u lošem stanju, da bi možda trebalo pristupiti kompletnoj obnovi kolovoznog zastora i novim presvlačenjem. Ne blagovremenim intervencijama i neplanskim održavanjem cena koštanja je sada mnogo veća negoli da se održavanju pristupilo na vreme kad

su pukotina bile mnogo manje razvijena. Samo se preventivnim održavanjem i razvijenom strategijom može poboljšati putna mreža u Nišu kao i u Srbiji, a u isto vreme i dobiti daleko bolji putevi.

ZAKLJUČAK

Stanje kolovoznih konstrukcija na putevima i gradskim saobraćajnicama u našoj zemlji je nezadovoljavajuće i zahteva preispitivanje dosadašnjeg pristupa održavanja. Rehabilitacija postojećih kolovoznih konstrukcija postala je, i biće jedna od najznačajnijih komponenata aktivnosti na putevima i gradskim saobraćajnicama. [6] Održavanje puteva pa i kolovozne konstrukcije je kontinuirani proces na koji društvo troši značajna sredstva. [3]

Održavanju kolovoznih konstrukcija bi trebalo posvetiti daleko veću pažnju nego što je to sada slučaj. U Nišu pored analizirane ulice postoje još mnogo ulica sa sličnim ili istim oštećenjima. Uzrok tome je nedovoljna posvećenost održavanju. Dobro očuvane i održavane kolovozne konstrukcije su preduslov za bezbedan saobraćaj a samim tim i bezbednost učesnika u saobraćaju.

Treba pristupiti planskim aktivnostima i merama održavanja kolovoznih konstrukcija u što kraćem roku radi uštede finansijskih sredstava kao i očuvanje vozila koja učestvuju u saobraćaju i bezbednost ljudi. Pored svih ovih značajnih uloga održavanja, održavanje kolovoznih konstrukcija ima i estetsku ulogu.

LITERATURA

- 1) Cvetkovic, A. (1992). Kolovozne konstrukcije, Beograd: Naučna knjiga
- 2) Cvetković, A. (1993). Održavanje puteva, Beograd: Naučna knjiga
- 3) Erjavec, S. (2007). Principi projektovanja rehabilitacije kolovoza, Institut za puteve, 54 (3), 43 – 50.
- 4) Folić, R. (2002). Održavanje i pregled konstrukcija stanja i izveštaj o prispelim radovima, Materijali i konstrukcije, 45 (3-4), 41 – 53.
- 5) Grozdanovski, A. (2007). Uticaj organizacije održavanja na pouzdanost i raspoloživost sistema, Istraživanja i projektovanja za privredu, 5 (17), 33 – 38.
- 6) Milićević, A., Cvetković, D. (2005). Rehabilitacija kolovoznih konstrukcija, Nauka + Prak-

sa, 8 (-), 29 – 46.

- 7) Mirković, S. (2007). Savremena postrojenja za spravljanje asfaltnih mešavina po hladnom i toplom postupku, Zbornik radova Građevinsko – arhitektonskog fakulteta u Nišu, 22 (-), 75 – 103.
- 8) Petrović, M. (2008). Optimizacija mrežnog planiranja sa posebnim osvrtom na analizu vreme – troškovi pri rekonstrukciji magistralnog puta, Zbornik radova Građevinsko – arhitektonskog fakulteta u Nišu, 23 (-), 119 – 127.
- 9) Uskoković, P. (2004). Održavanje – proces budućnosti, Istraživanja i projektovanja za privredu, 2 (3), 7 – 14.
- 10) <http://www.putic.com/rehab/pdf/1-4-Slavoljub%20Erjavec.pdf>

MAINTENANCE PAVEMENT. CASE STUDY: NIKOLAJA VELIMIROVIĆA STREET, NIS

Procedures and methods for rational maintenance of pavement structures are often required in the world. Roads, in time gets damaged. The causes of their reduced capacity and the appearance of cracks, depressions and holes can be numerous. It might just be the wrong done tampon layer, i.e. subsidence due to loading. Hydrological conditions are responsible for damage occurrence. Maintenance is the process of preserving the elements of pavement - the road, with respect to security and usability. It is very important to intervene on time and when the first damages appears, and prevent further road loading. Failures that prevent the normal exploitation of a roads are considered as pavement damage, that reduce the safety or comfort of driving. The maintenance type depends on the category and the type of damage. The paper presents aspect of maintaining pavement structures and analyze the situation in the pavement of Nicholaja Velimirovića street in Niš.

Key words: maintenance, pavement, road surface, damage, sanitation...

Rad poslat na recenziju: 22.04.2010.

Rad vraćen sa recenzije: 21.05.2010.