

IZAZOVI UPRAVLJANJA JAVNIM PUTEVIMA GRADA BEOGRADA

Saša Cvjetić

JP „Putevi Beograda“, Bulevar vojvode Mišića br.41, Beograd, Srbija, sasa.cvjetic@putevibeograda.rs

Marko Glišanović

JP „Putevi Beograda“, Bulevar vojvode Mišića br.41, Beograd, Srbija, marko.glisanovic@putevibeograda.rs

Rezime: Upravljanje javnim gradskim putevima u Beogradu odvija se u složenim urbanim uslovima koje karakterišu visoka gustina saobraćaja, intenzivan urbanistički razvoj i česte intervencije na postojećoj infrastrukturi. Kao upravljač mreže duže od 4.400 km gradskih ulica i opštinskih puteva, JP „Putevi Beograda“ suočava se sa izazovom očuvanja funkcionalnosti, kvaliteta i bezbednosti saobraćajnica uz minimalno ometanje svakodnevnog funkcionisanja grada.

Rad analizira specifične izazove izvođenja radova na javnim gradskim saobraćajnicama u uslovima intenzivnog saobraćaja, kao što su ograničeni rokovi izvođenja radova, fazna realizacija projekata, potreba za noćnim režimom rada, nemogućnost potpune obustave saobraćaja, kao i potreba za stalnom koordinacijom sa drugim infrastrukturnim sistemima.

Kroz prikaz primera iz prakse i analizu postojećeg stanja gradske putne mreže razmatraju se mogućnosti unapređenja tehnologije izvođenja i primene savremenih asfaltnih mešavina koje mogu bolje odgovoriti na sve zahtevnije uslove gradskog saobraćaja. Cilj rada je ukazivanje na potrebu formiranja integralnog pristupa upravljanju i održavanju gradskih saobraćajnica, koji bi omogućio dugoročno kvalitetne, bezbedne i funkcionalne ulice grada Beograda.

Ključne reči: upravljanje putnom infrastrukturom, gradske saobraćajnice, održavanje kolovoza, asfaltne mešavine, Beograd

CHALLENGES IN THE MANAGEMENT OF PUBLIC ROADS IN THE CITY OF BELGRADE

Saša Cvjetić

PE “Roads of Belgrade”, Bulevar vojvode Mišića No. 41, Belgrade, Serbia, sasa.cvjetic@putevibeograda.rs

Marko Glišanović

PE “Roads of Belgrade”, Bulevar vojvode Mišića No. 41, Belgrade, Serbia, marko.glisanovic@putevibeograda.rs

Abstract: The management of public urban roads in Belgrade takes place under complex urban conditions characterized by high traffic density, intensive urban development, and frequent interventions on existing infrastructure. As the manager of a network exceeding 4,400 km of city streets and municipal roads, PE “Roads of Belgrade” faces the challenge of maintaining functionality, quality, and safety of roadways while minimizing disruptions to the city’s daily operations.

This paper analyzes the specific challenges of carrying out works on public urban roads under conditions of heavy traffic, such as limited construction deadlines, phased project implementation, the need for night-time operations, the impossibility of complete traffic closure, as well as the necessity for continuous coordination with other infrastructure systems.

Through practical examples and an analysis of the current condition of the city road network, possibilities for improving construction technologies and the application of modern asphalt mixtures are considered, which can better respond to increasingly demanding urban traffic conditions. The aim of this paper is to highlight the need for establishing an integrated approach to the management and maintenance of urban roads, which would ensure long-term quality, safety, and functionality of the streets of Belgrade.

Keywords: road infrastructure management, urban roads, pavement maintenance, asphalt mixtures, Belgrade

1. UVOD

Upravljanje javnim putevima u velikim urbanim sredinama predstavlja složen zadatak koji podrazumeva konstantno usklađivanje infrastrukturnog razvoja, saobraćajnih potreba i održavanja postojećih saobraćajnica. Poseban izazov predstavlja upravljanje mrežom ulica u metropolama kao što je Beograd, gde intenzitet saobraćaja, ubrzana urbanizacija i stalna izgradnja nove infrastrukture stvaraju dodatni pritisak na postojeću putnu mrežu.

U skladu sa zakonskim propisima Republike Srbije, javni putevi dele se na državne puteve i opštinske puteve i ulice. Dok je za upravljanje državnim putevima nadležno resorno ministarstvo, upravljanje opštinskim putevima i ulicama nalazi se u nadležnosti jedinica lokalne samouprave. U gradu Beogradu ovu funkciju obavlja javno preduzeće JP „Putevi Beograda“, koje je zaduženo za organizovanje i obavljanje stručnih poslova na izgradnji, rekonstrukciji, održavanju i zaštiti gradske putne infrastrukture.

Specifičnost upravljanja gradskim saobraćajnicama ogleda se u činjenici da se svi radovi na infrastrukturi odvijaju u prostoru koji je svakodnevno intenzivno korišćen od strane velikog broja učesnika u saobraćaju. Za razliku od vangradskih saobraćajnica, gde je moguće lakše organizovati obustavu saobraćaja i izvođenje radova, u urbanim sredinama je najčešće neophodno radove izvoditi fazno i uz stalno održavanje saobraćajne funkcionalnosti ulice.

Dodatnu složenost predstavlja potreba za koordinacijom sa drugim infrastrukturnim komunalnim sistemima kao što su JKP Beogradski vodovod i kanalizacija, JKP Javno osvetljenje, Telekom, JKP Zelenilo Beograd, Elektrodistribucija, JKP Elektrane Beograd itd., čije intervencije često zahtevaju prekopavanje kolovoza i naknadne sanacije. Ukoliko se takvi radovi ne planiraju i ne izvode na adekvatan način, dolazi do narušavanja kontinuiteta kolovozne konstrukcije i ubrzanog propadanja asfaltnih slojeva.

Iz navedenih razloga upravljanje gradskom putnom infrastrukturuom zahteva integralni pristup koji obuhvata planiranje, projektovanje, izbor adekvatnih materijala, kontrolu kvaliteta izvođenja radova i efikasan sistem održavanja. Upravo prepoznavanje ključnih izazova u tom procesu predstavlja osnovnu temu ovog rada.

2. POSTOJEĆE STANJE JAVNIH PUTEVA U BEOGRADU

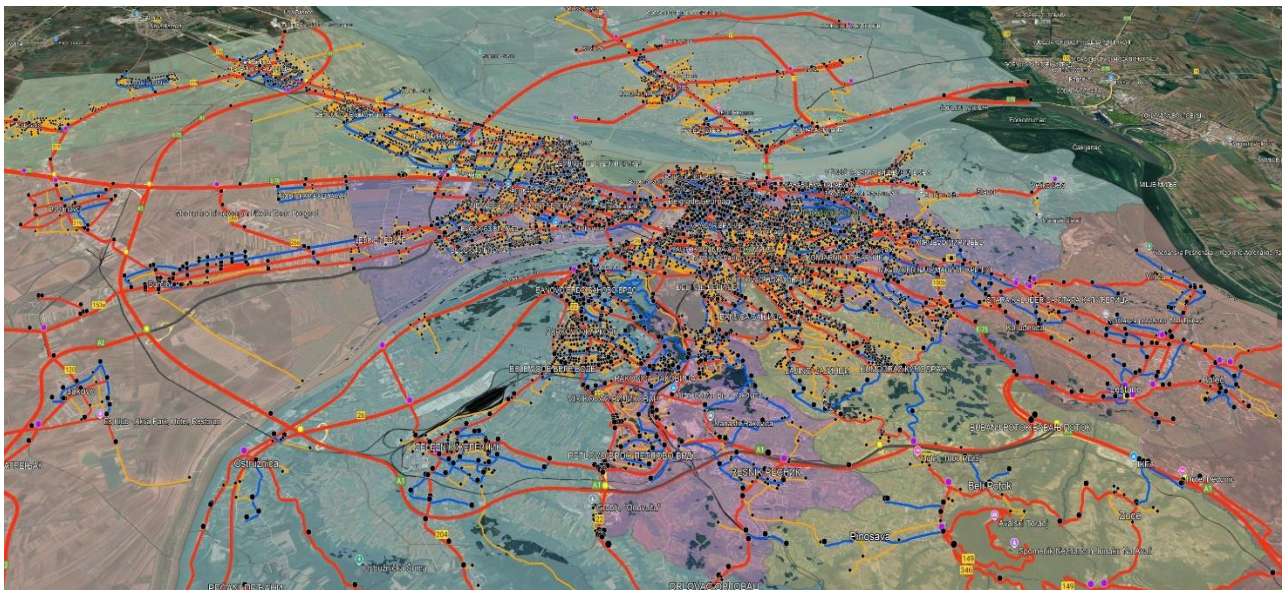
Skupština grada Beograda je 2017. godine donela odluku o osnivanju Javnog preduzeća za upravljanje javnim putevima grada Beograda „Putevi Beograda“, kao preduzeća od posebnog značaja za obavljanje delatnosti od opšteg interesa. Osnovna delatnost ovog preduzeća obuhvata organizovanje i sprovođenje stručnih poslova na izgradnji, rekonstrukciji, održavanju i zaštiti javnih puteva na teritoriji grada Beograda.

JP „Putevi Beograda“ upravlja mrežom ulica i opštinskih puteva definisanom usvojenim referentnim sistemom gradske putne mreže, koja obuhvata više od 4.400 kilometara saobraćajnica raspoređenih na teritoriji svih 17 gradskih opština. Mreža se sastoji od nekoliko kategorija saobraćajnica:

Primarne gradske ulice oko 1.785 km, sekundarne ulice oko 475 km, tercijarne ulice oko 1.174 km i opštinski putevi oko 975 km.

Pored samih kolovoza, sistem upravljanja obuhvata i veliki broj elemenata saobraćajne infrastrukture koji zahtevaju kontinuirano održavanje. U okviru redovnog održavanja na teritoriji grada nalazi se više od:

10.000 pešačkih prelaza, 3.000 km uzdužne horizontalne signalizacije, 16.000 parking mesta, 62.000 saobraćajnih znakova, 75.000 zaštitnih stubića, 700 semaforskih uređaja.



Slika 1. Grafički prikaz primarnih, sekundarnih i tercijarnih saobraćajnica gradske putne mreže

Izvor: (dokumentacija autora)

Obim radova na gradskoj putnoj infrastrukturi je značajan na godišnjem nivou. Samo tokom 2025. godine izvršena je rekonstrukcija oko 160 ulica na teritoriji 17 beogradskih opština.

Međutim, poslednjih godina Beograd beleži intenzivan urbanistički razvoj i značajan rast broja vozila, što dodatno opterećuje postojeću putnu mrežu. Povećan intenzitet saobraćaja, naročito teretnog saobraćaja povezanog sa izgradnjom novih objekata i infrastrukturnih sistema, dovodi do ubrzanog habanja kolovoznih konstrukcija i pojave različitih oštećenja, kao što su kolotrazi, pukotine i lokalna ulegnuća.

Pored pomenutog, problem predstavljaju česte intervencije na komunalnoj infrastrukturi koje zahtevaju prekopavanje kolovoza radi polaganja instalacija ili priključaka. Ukoliko se ove intervencije ne izvode uz adekvatnu koordinaciju i kontrolu kvaliteta, dolazi do narušavanja homogenosti kolovozne konstrukcije, što predstavlja potencijalne tačke ubrzanog propadanja kolovoza.

Sve navedeno ukazuje da se stanje gradske putne mreže u Beogradu ne može posmatrati samo kroz prizmu fizičkog stanja kolovoza, već kao rezultat složenog sistema međusobno povezanih faktora: urbanističkog razvoja, saobraćajnog opterećenja, izbora materijala, tehnologije izvođenja radova i efikasnosti sistema održavanja.

3. KLJUČNI IZAZOVI UPRAVLJANJA GRADSKIM SAOBRAĆAJNICAMA U BEOGRADU – PRIMERI IZ PRAKSE

Upravljanje gradskim saobraćajnicama u velikim urbanim sredinama podrazumeva suočavanje sa nizom operativnih, tehničkih i organizacionih izazova. Za razliku od radova na vangradskim ili državnim putevima, gde je moguće relativno jednostavno organizovati privremenu obustavu saobraćaja i izvođenje radova u kontrolisanim uslovima, radovi na ulicama velikih gradova moraju se izvoditi uz stalno održavanje funkcionalnosti saobraćajne mreže.

U gradu Beogradu, gde je putna mreža svakodnevno izložena intenzivnom saobraćaju pogotovo u centralnim gradskim opštinama, radovi na rekonstrukciji i održavanju kolovoza često se izvode u izuzetno složenim uslovima. U nastavku su prikazani najznačajniji izazovi koji se javljaju u praksi prilikom upravljanja i izvođenja radova na gradskim saobraćajnicama.

3.1 Radovi pod saobraćajem

Jedan od najčešćih izazova predstavlja izvođenje radova na saobraćajnicama u uslovima kada nije moguće dobiti dozvolu za potpuno zatvaranje saobraćaja. Ovo je naročito izraženo u ulicama užeg centra Beograda, gde bi potpuna obustava saobraćaja dovela do značajnog poremećaja u funkcionisanju šire saobraćajne mreže.

U takvim situacijama radovi kao što su skidanje postojećih slojeva asfalta, priprema podloge i ugradnja novih asfaltnih slojeva moraju se izvoditi uz delimično odvijanje saobraćaja. Ovakav režim rada zahteva izuzetno preciznu organizaciju gradilišta, dodatne mere bezbednosti i stalnu koordinaciju između izvođača radova i saobraćajne policije. Istovremeno, prisustvo vozila u neposrednoj blizini gradilišta povećava rizik od nezgoda i otežava izvođenje pojedinih tehnoloških operacija.

Jedan od primera ovakve situacije su i radovi na formiranju novog kružnog toka na Trgu republike, gde je bilo potrebno uskladiti tehnološku izradu betonske podloge na površini kružnog toka, temelja novog beogradskog sata, prelazni betonski kolovoz sa kružnog toka na 3 saobraćajnice koje se sustiču na predmetnoj lokaciji kao i njihovo asfaltiranje nakon uklanjanja postojeće granitne kocke.



Slika 2. Trg Republike – novi kružni tok

Izvor: (<https://www.beogradsad.rs/cir/mape>)

3.2 Noćni radovi i povećani operativni rizici

Kako bi se smanjio uticaj radova na svakodnevno funkcionisanje grada i smanjile saobraćajne gužve, intervencije na glavnim gradskim saobraćajnicama često se izvode u noćnim satima.

Iako ovakav režim rada omogućava manji pritisak saobraćaja i bržu realizaciju radova, on istovremeno donosi i određene rizike. Noćni radovi podrazumevaju smanjenu vidljivost, povećanu verovatnoću grešaka u fazama pripreme kolovoza i asfaltiranja, kao i veći fizički i psihološki napor za radnike i operatere mehanizacije. Takođe, logistika dopreme materijala i organizacija asfaltnih baza moraju biti precizno usklađeni kako bi se

obezbedio kontinuitet ugradnje asfaltnih mešavina. Kao jedan od osnovnih izazova u ovakvim slučajevima je kvar mašina ili kamiona, kao i asfalne baze kada su umanjene opcije za pronalaženje brzih rešenja, za razliku od dnevnog perioda rada. Iz tog razloga se, u periodu pripreme, planiraju rezervne opcije gde je moguće sprovesti noćna dežurstva.

Primer ovakve vrste radova je zamena asfaltnih slojeva u ulicama Kneza Miloša, Bulevaru Despota Stefana i Bulevaru kralja Aleksandra koje su preko dana jedne od saobraćajno najopterećenijih ulica u gradu.



Slika 3. Bulevar kralja Aleksandra

Izvor:(dokumentacija autora)

3.3 Koordinacija sa komunalnim infrastrukturnim sistemima

Radovi na kolovoznoj konstrukciji često otkrivaju probleme koji nisu bili vidljivi u fazi planiranja. Nakon uklanjanja postojećeg asfaltnog sloja često se detektuju oštećenja ili kvarovi na komunalnoj infrastrukturi koja se nalazi ispod kolovoza.

U takvim situacijama neophodna je hitna koordinacija sa nadležnim javnim komunalnim preduzećima kako bi se izvršile potrebne sanacije instalacija pre nastavka radova na kolovozu. Ovakve situacije mogu dovesti do produženja rokova izvođenja radova i dodatnih organizacionih izazova na gradilištu.

Primer ovakvog slučaja su radovi u Kumodraškoj ulici gde su nakon uklanjanja postojećih dotrajalih asfaltnih slojeva iskoordinisani radovi sa JKP Beogradski vodovod i kanalizacija, na popravci njihovih kritičnih delova instalacija kod šahtova i slivnika, kao i sa JKP Beogradske elektrane gde je iskoordinisana izgradnja novih toplovodnih priključaka za novoizgrađene zgrade. Sličan slučaj se javio prilikom radova na Trgu Nikole Pašića gde je sprovedena koordinacija radova na zameni postojeće linije toplovoda dok su radovi uređenja saobraćajnice trajali istovremeno na drugoj strani gradilišta.



Slika 4. Trg Nikole Pašića – novi kružni tok

Izvor: (<https://www.beogradsad.rs/cir/mape>)

3.4 Podzemne instalacije

Jedan od ozbiljnijih problema u praksi predstavlja i situacija kada se tokom radova naiđe na podzemne instalacije koje nisu evidentirane u zvaničnom katastru podzemnih instalacija.

Ovakve situacije mogu dovesti do privremenog obustavljanja radova dok se ne utvrdi vrsta instalacije, njen vlasnik i način bezbednog izvođenja radova u njenoj blizini. Pored toga, neplanirano prisustvo instalacija može zahtevati izmene u tehnologiji izvođenja ili dodatne zaštitne mere.

Pored ovakvih slučajeva postoje i slučajevi gde se pravovremeno vrši koordinacija nad radovima nekoliko preduzeća koja u isto vreme, prema svojim prethodno definisanim planovima, moraju da sprovedu radove na istoj lokaciji gde se vrše radovi na saobraćajnici. Primer ovakvog slučaja je proširenje Višnjičke ulice gde se uz proširenje saobraćajnice za još jednu kolovoznu traku po smeru na račun razdelnog zelenog pojasa

saobraćajnice, vršila i zaštita postojećeg visokoenergetskog 110kV kabla kao i izgradnja novog 110kV kabla sa pratećom infrastrukturom, koji se povezivao na postojeći.



Slika 5. Višnjička ulica – proširenje kolovoznih traka

Izvor: (<https://www.beogradsad.rs/cir/mape>)

3.5 Fazno izvođenje radova

Zbog prostorne ograničenosti u urbanim sredinama i potrebe održavanja minimalne protočnosti saobraćaja, radovi na rekonstrukciji ulica često se izvode fazno. Ovakav pristup podrazumeva podelu radova na više manjih celina koje se realizuju sukcesivno.

Iako fazno izvođenje omogućava kontinuitet saobraćaja, ono produžava ukupno trajanje radova i zahteva složeniju organizaciju gradilišta, kao i česte izmene privremene saobraćajne signalizacije.

Skoriji primer faznih radova su radovi na izradi kružnih tokova u ulici Pariske komuna na dve lokacije. Prva lokacija je raskrsnica sa Studentskom ulicom a druga lokacija je raskrsnica sa ulicom Otona Župančića i Narodnih heroja. Ovo predstavlja poseban primer faznosti radova jer je potrebno tek na kraju formirati centralni deo raskrsnice koji je u vidu kružnog toka.

Uz sprovođenje radova na uređenju predmetnih raskrsnica fazno su sprovedeni i iskoordinirani radovi JKP Javno osvetljenje, radovi JKP Zelenilo na postavljanju sistema za navodnjavanje zelenih površina kružnog toka kao i radovi Telekoma, što predstavlja česte zajedničke akcije javnih preduzeća koje se sprovode kada se vrši uređenje postojećih saobraćajnica a po nalogima gradske uprave i nadležnih gradskih sekretarijata.



Slika 6. Raskrsnica ulica Pariske komune, Otona Župančića / Narodnih heroja – novi kružni tok

Izvor: (<https://www.beogradsad.rs/cir/mape>)

3.6 Intenzivni vikend radovi („vikend akcije“)

U praksi se često primenjuje i model tzv. „vikend akcija“, gde se određena saobraćajnica zatvara za saobraćaj u ograničenom vremenskom periodu, najčešće od petka uveče (oko 22 časa) do ponedeljka ujutru (oko 7 časova), kako bi se izvršila sanacija ili ugradnja novih asfaltnih slojeva u što kraćem roku.

Ovakav način organizacije omogućava relativno brzo izvođenje radova, koji se sprovode u 3 radne smene, ali uz to donosi i određene društvene i organizacione izazove. Tokom noćnih sati, naročito u zonama sa intenzivnim noćnim životom, često dolazi do nezadovoljstva građana zbog privremene obustave saobraćaja i izvođenja radova. Zabeleženi su slučajevi negodovanja građana, pa čak i incidenti u kojima su radnici na gradilištu bili izloženi verbalnim uvredama, pretnjama ili gađanju raznim predmetima.

Jedan od primera ovakvih radova su i radovi sprovedeni na zameni šina GSP-a u Beogradskoj ulici na potezu od Slavije do Pravnog fakulteta, gde su se planom predvidele četiri vikend akcije za realizaciju aktivnosti na celom predmetnom potezu.

3.7 Neadekvatno ponašanje učesnika u saobraćaju za vreme trajanja radova

Konstantan izazov za vreme radova predstavlja i nepoštovanje privremene saobraćajne signalizacije i pravila gradilišta od strane pojedinih učesnika u saobraćaju. Često su zabeleženi slučajevi u kojima su vozači pomerili zaštitne ograde i ulazili u zonu gradilišta, kako bi sebi skratili predviđeni put.

Takvi događaji ukazuju na potrebu dodatnog unapređenja sistema informisanja građana, a takođe i na važnost primene mera bezbednosti i kontrole saobraćaja u zoni radova.

Primeri ovog slučaja su nažalost evidentirani na skoro svakom gradilištu u gradu gde određen broj učesnika u saobraćaju odbija da postupi prema pravilima izmenjenog režima saobraćaja za vreme sprovođenja radova i samoinicijativno odluči da prekrši pravila i dovede sebe i druge u opasnost.



Slika 7. Bulevar Despota Stefana

Izvor: (<https://beogradput.rs/Galerija/pc8jS40e617mcWVvSHanBQ==#gallery-9>)

3.8 Zimsko održavanje

Služba zimskog održavanja saobraćajnica u Beogradu predstavlja izuzetno složen sistem koji podrazumeva specijalan način organizacije dežurstava mašinsko-operativnih resursa kao i ljudstva na bazama sa kojih se vrši dvadesetčetvoročasovno praćenje situacije i dejstvovanje u skladu sa vremenskim uslovima. Ovakav vid posla zahteva visok stepen operativne spremnosti i konstantnu koordinaciju između svih učesnika u sistemu održavanja. Kompleksnost se prvenstveno ogleda u donošenju pravovremenih odluka u pravom trenutku o prioritetima i stepenu angažovanosti celokupne službe kako bi sistem održavanja bio racionalno angažovan.

Najzahtevnije situacije se javljaju usled jakih snežnih padavina u večernjim časovima, kada dolazi do preklapanja vršnog saobraćajnog opterećenja i ograničenih mogućnosti intervencije raspoloživih kamiona i mehanizacije. U takvim uslovima, blagovremena reakcija ne zavisi samo od raspoloživosti resursa, već od procene trenutka njihovog angažovanja i pravilnom raspodelom po prioritetnim pravcima. Na primer, ukoliko se intervencija odloži usled nepotpune sigurnosti u intenzitet padavina, dolazi do brzog pogoršanja uslova saobraćaja i smanjenja prohodnosti, što kasnije zahteva angažovanje većeg broja resursa u složenijim uslovima. Sa druge strane, prerano aktiviranje sistema može dovesti do neefikasnog korišćenja kapaciteta.

4. PREDLOZI ZA UNAPREĐENJE SISTEMA UPRAVLJANJA GRADSKIM PUTEVIMA

Generalno govoreći, gradske saobraćajnice su izložene i znatno nepovoljnijim uslovima eksploatacije u odnosu na vangradske puteve. U urbanim sredinama dominiraju česta ubrzavanja i kočenja vozila, veliki broj autobuskih linija, intenzivan lokalni i dostavni saobraćaj, kao i visoke temperature kolovoza tokom letnjih meseci usled efekta urbanog zagrevanja. Zbog svega navedenog, klasične asfaltne mešavine koje se često primenjuju na putevima nižeg opterećenja ne mogu uvek obezbediti zadovoljavajuću dugotrajnost kolovoza u gradskim uslovima. Posledica toga su češće pojave kolotruga, pukotina i drugih oblika degradacije kolovozne konstrukcije, što zahteva učestalije intervencije i povećava troškove održavanja. Iz tog razloga sve veći značaj dobija primena savremenijih asfaltnih mešavina koje su projektovane za rad u uslovima visokog saobraćajnog opterećenja i izraženih temperaturnih uticaja.

Jedno od savremenih tehnoloških rešenja koje može značajno unaprediti performanse kolovoznih konstrukcija u takvim uslovima jeste primena kameno-mastičnog asfalta (Stone Mastic Asphalt – SMA), posebno u varijanti sa polimer-modifikovanim bitumenom i aditivima.



Slika 8. Ulica kralja Milana – ugrađen modifikovani SMA asfaltni sloj

Izvor: (<https://www.beogradsad.rs/cir/mape>)

SMA predstavlja asfalt sa izraženom skeletnom strukturom krupnog agregata koji preuzima najveći deo opterećenja od saobraćaja. Ovakva struktura omogućava formiranje stabilne kolovozne površine sa visokom otpornošću na trajne deformacije, kao što su kolotrazi, koji se često javljaju na gradskim saobraćajnicama sa velikim intenzitetom saobraćaja.

Kod modifikovanog SMA, bitumen je dodatno poboljšan primenom polimera, čime se značajno unapređuju njegova mehanička i reološka svojstva. Najčešće se primenjuju polimer-modifikovani bitumeni tipa PmB 45/80–65 ili PmB 45/80–55, koji obezbeđuju veću elastičnost veziva i bolju otpornost na deformacije pri visokim temperaturama.

Ovakva svojstva su posebno značajna u urbanim sredinama kao što je Beograd, gde asfalt tokom letnjih meseci može dostići temperature i preko 60 °C, dok su istovremeno prisutna velika dinamička opterećenja usled intenzivnog saobraćaja, naročito na trasama javnog prevoza, raskrsnicama i autobuskim stajalištima.

Pored povećane otpornosti na kolotrage, modifikovani SMA pokazuje i bolju otpornost na pojavu pukotina pri niskim temperaturama, kao i veću otpornost na zamor materijala usled ponovljenih opterećenja. Ove karakteristike doprinose produženju radnog veka kolovozne konstrukcije i smanjenju potrebe za čestim sanacijama.

U uslovima gde je izvođenje radova organizaciono složeno, kao što je slučaj na gradskim saobraćajnicama, produženje veka trajanja kolovoza ima poseban značaj. Manji broj intervencija tokom eksploatacije podrazumeva i manji broj zatvaranja ulica, manje ometanje u saobraćaju i niže ukupne troškove održavanja putne infrastrukture.

Iz tog razloga primena modifikovanog SMA može predstavljati racionalno i dugoročno održivo rešenje za unapređenje kvaliteta i trajnosti kolovoznih konstrukcija na najopterećenijim gradskim saobraćajnicama u Beogradu.

U praksi se na gradskim saobraćajnicama najčešće primenjuju standardne asfaltne mešavine tipa AB 11s, koje su projektovane za širok spektar saobraćajnih opterećenja. Međutim, u zonama intenzivnog gradskog saobraćaja, naročito na trasama javnog prevoza, raskrsnicama, autobuskim stajalištima i kružnim tokovima, ove mešavine često pokazuju ograničenu otpornost na trajne deformacije.

U takvim uslovima primena kameno-mastičnog asfalta (SMA) sa polimer-modifikovanim bitumenom i aditivima predstavlja tehnološki naprednije rešenje koje može značajno produžiti vek trajanja kolovozne konstrukcije.

Tabela br.1 prikazuje osnovno poređenje karakteristika između klasične asfaltne mešavine AB 11s i modifikovanog SMA.

Tabela br.1 – Poređenje karakteristika asfaltnih mešavina AB 11s i SMA Pmb

Karakteristika	AB 11s (standardna mešavina)	SMA (sa PmB bitumenom)
Struktura mešavine	Kontinuirana granulacija	Kameni skelet
Otpornost na kolotrage	Srednja	Veoma visoka
Otpornost na visoke temperature	Ograničena	Visoka
Otpornost na pucanje pri niskim temperaturama	Srednja	Povećana
Otpornost na zamor materijala	Srednja	Visoka
Prosečan vek trajanja u teškim gradskim uslovima	4 – 6 godina	10 – 15 godina
Trošak proizvodnje	Niži	10 – 20% viši
Ukupan trošak tokom životnog ciklusa	Veći zbog čestih sanacija	Manji zbog dužeg veka trajanja
Pogodnost za gradske saobraćajnice sa velikim opterećenjem	Ograničena	Veoma pogodna

Iako početna cena modifikovanog SMA može biti veća u odnosu na standardne asfaltne mešavine, analiza životnog ciklusa mešavine pokazuje da ukupni troškovi održavanja mogu biti značajno manji. Produžen vek trajanja kolovoza i manja potreba za čestim intervencijama prouzrokuju smanjenje troškova održavanja, kao i

smanjenje indirektnih troškova koji nastaju usled saobraćajnih zastoja i organizacije radova. Takođe, ovim se doprinosi i poboljšanju kvaliteta življenja u Beogradu.

Jedan od ključnih koraka u procesu unapređenja kvaliteta kolovoza jeste identifikacija saobraćajnica sa najvećim saobraćajnim opterećenjem, kao što su primarne gradske ulice, trase javnog gradskog prevoza, raskrsnice sa velikim intenzitetom saobraćaja i zone autobusnih stajališta. Upravo na takvim lokacijama primena naprednijih asfaltnih mešavina, poput modifikovanog SMA, može dati najveće efekte u pogledu trajnosti kolovozne konstrukcije. Primeri ovih saobraćajnica su ulica Kneza Miloša, Takovska, Požeška, Vojvode Stepe, Omladinskih brigada, Jurija Gagarina, Gandijeva itd.

Pored izbora adekvatnih materijala, značajan faktor predstavlja i unapređenje koordinacije između različitih institucija koje učestvuju u upravljanju i intervencijama na gradskoj infrastrukturi. U Beogradu, pored JP „Putevi Beograda“, značajnu ulogu imaju i institucije kao što su Direkcija za građevinsko zemljište i izgradnju Beograda, Sekretarijat za saobraćaj, Sekretarijat za investicije, kao i različita javna komunalna preduzeća.

Efikasnija koordinacija između ovih subjekata omogućila bi bolje planiranje infrastrukturnih radova i smanjenje broja naknadnih intervencija na već rekonstruisanim saobraćajnicama. Time bi se značajno smanjio rizik od prekopavanja novog kolovoza.

Dodatno unapređenje može se postići i kroz primenu savremenih principa održavanja putne infrastrukture, koji uključuju planiranje radova na osnovu sistemskog praćenja stanja kolovoza i analize opterećenja saobraćaja. Takav pristup omogućava pravovremeno planiranje preventivnih intervencija i optimalno korišćenje raspoloživih finansijskih sredstava, gde je moguće koristiti i metode snimanja i praćenja stanja saobraćajnica uz pomoć veštačke inteligencije.

U dugoročnom smislu, jedan od pravaca razvoja je i veća primena recikliranih asfaltnih materijala (RAP – Reclaimed Asphalt Pavement) u proizvodnji novih asfaltnih mešavina. Kombinacija modifikovanog SMA i kontrolisane upotrebe recikliranog materijala mogla bi predstavljati model koji istovremeno obezbeđuje visoke tehničke performanse kolovoza i racionalno korišćenje raspoloživih resursa.

5. ZAKLJUČAK

Upravljanje javnim putevima u velikim urbanim sredinama predstavlja kompleksan zadatak koji zahteva stalno prilagođavanje rastućim saobraćajnim potrebama i intenzivnom urbanističkom razvoju grada. Sprovođenje radova u ovakvim uslovima zahteva maksimalno angažovanje svih relevantnih aktera i njihovu konstantnu saradnju u cilju ostvarivanja planiranih intervencija na uličnoj mreži.

Analiza tehnoloških rešenja pokazuje da primena savremenih asfaltnih mešavina, kao što je modifikovani kameno-mastični asfalt (SMA), može bitno unaprediti performanse kolovoza u urbanim uslovima. Veća otpornost na kolotrage, bolja stabilnost pri visokim temperaturama i duži vek trajanja čine ovu vrstu asfalta posebno pogodnom za gradske saobraćajnice sa velikim opterećenjem.

Samo primenom integralnog - sveobuhvatnog pristupa, koji podrazumeva jasno planiranje i projektovanje, preko primene naprednih asfaltnih mešavina, do bolje institucionalne koordinacije, moguće je obezbediti dugoročno kvalitetne, bezbedne i funkcionalne saobraćajnice koje će pratiti dalji razvoj grada Beograda.

Zahvale

Ovom prilikom želimo da izrazimo zahvalnost svojim kolegama i saradnicima iz javno-komunalnog sektora Beograda koji godinama svojim konstantnim angažovanjem i zalaganjem održavaju grad funkcionalnim uprkos konstantnim izazovima koji su u većini slučajeva neočekivani i složeni.

Takođe, zahvaljujemo se kolegama iz struke i prijateljima na razmeni ideja, konstruktivnim diskusijama i savetima koji su doprineli kvalitetu rada.

Literatura

1. **Zakon o putevima Republike Srbije**, „Službeni glasnik RS“, br. 41/2018 i 95/2018.
2. **Skupština grada Beograda (2017)**. Odluka o osnivanju Javnog preduzeća za upravljanje javnim putevima grada Beograda „Putevi Beograda“.
3. **JP „Putevi Beograda“**. Interna dokumentacija i podaci o upravljanju i održavanju gradske putne mreže.
4. **European Asphalt Pavement Association (EAPA) (2014)**. *Stone Mastic Asphalt – SMA Guidelines*.
5. **Shell Bitumen Handbook (2015)**. ICE Publishing, London.
6. **Performance Testing for Hot Mix Asphalt (2009)**. Brown, E.R., Kandhal, P.S., Zhang, J. National Asphalt Pavement Association.
7. **MS-2 Asphalt Mix Design Methods (2018)**. Asphalt Institute
8. **Road Pavements and Performance in Urban Areas**. PIARC – World Road Association (2019).