

ЗБОРНИК РАДОВА

7. научно-стручни скуп “Пут и животна средина”

Врњачка Бања, 24-26 мај 2023.

PROCEEDINGS

The 7th Scientific-Expert Meeting “Road and Environment”

Vrnjaska Banja, Serbia, May 24-26, 2023.

Издавач

Српско друштво за путеве “Via Vita”

Булевар Пека Дапчевића 45, 11000 Београд

За издавача

Душан Савковић, дипл. инж. грађ.

Уредници

Ванредни професор др Игор Јокановић, дипл. инж. грађ.

Ђорђе Митровић, дипл. инж. грађ.

Графички дизајн

Омнибус, Београд

Тираж

120

ISBN 978-86-88541-16-9

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

502.17:625.7/.8(082)(0.034.2)
502.17:656.1(082)(0.034.2)
625.7:551.583(082)(0.034.2)

НАУЧНО-стручни скуп “Пут и животна средина” (7 ; 2023 ; Врњачка Бања)

Зборник радова [Електронски извор] = Proceedings / 7. научно-стручни скуп “Пут и животна средина”, Врњачка Бања, 24-26 мај 2023. = The 7th Scientific-Expert Meeting “Road and Environment” Vrnjaska Banja, Serbia, May 24-26, 2023. ; уредници Игор Јокановић, Ђорђе Митровић. - Београд : Српско друштво за путеве Via Vita, 2023 (Београд : Омнибус).

Системски захтеви: Нису наведени. - Насл. са насловне стране документа. - Тираж 120. - Уводна реч / Ђорђе Митровић, Игор Јокановић. - Библиографија уз сваки рад. - Abstracts.

ISBN 978-86-88541-16-9

а) Путеви -- Животна средина -- Зборници б) Друмски саобраћај -- Животна средина -- Зборници в) Путеви -- Климатски утицај -- Зборници

COBISS.SR-ID 116051209

ASPEKTI ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE U OKVIRU BAZA PODATAKA O MOSTOVIMA U REPUBLICI SRBIJI

Mašović Snežana¹, Borislav Lazić², Rade Hajdin³, Nikola Tanasić⁴, Dragan Mašović⁵

¹ Univerzitet u Beogradu Građevinski fakultet, Bulevar krača Aleksandra 73, Beograd, Srbija smasovic@grf.bg.ac.rs,

² Pro-Inženjering, Bulevar Zorana Đinđića 50/3, Novi Beograd, Srbija lazic@pro-inzenjering.com,

³ Infrastructure Management Consultants Ltd. (IMC), Bellerivestrasse 209, 8008 Zürich, Switzerland Rade.Hajdin@imc-ch.com,

⁴ Infrastructure Management Consultants GmbH Mannheim, Landsknechtweg 28, 68163 Mannheim, Germany, Nikola.Tanasic@imc-de.com

⁵ CRBC SERBIA OGRANAK BEOGRAD UŽIČKA 58A Srbija, draganmasovic@gmail.com

Rezime: U republici Srbiji postoji Baza podataka o mostovima još od devedesetih godina prethodnog veka. Ova baza je u nadležnosti JP Putevi Srbije pod čijom inicijativom je izvršena revizija podataka iz baze i, u okviru projekta: **Ažuriranje metodologije za pregled i vrednovanje stanja mostova i izrada novih aplikacija za upravljanje bazom podataka o mostovima**, izrađena je nova metodologija na kojoj je zasnova tekuća verzija ove baze. U radu je opisano novo tehničko rešenje baze podataka o mostovima koje je primenjeno kroz novu Software-sku aplikaciju Baze podataka o mostovima. Prvobitna verzija baze je sadržala segmente, koji, na žalost, nisu aktivirani a odnose se na preduzete mere održavanja i odgovarajuće troškove. Predviđeno je da se ovi segmenti popunjavaju sukcesivno u narednom periodu. Kako u vreme nastanka baze (rane devedesete godine prošlog veka) aspekt zaštite životne sredine nije bio u dovoljnoj meri zastupljen, kako u okviru projektovanja, izgradnje ili tokom eksploatacije objekata, postojeća baza nije tretirala ova pitanja. Tokom daljeg razvoja baze predviđa se da se i ova problematika uzme u obzir.

Ključne reči: baza podataka, mostovi, rizik, zaštita životne sredine

ASPECTS OF ENVIRONMENTAL PROTECTION IN THE FRAMEWORK OF THE DATABASE ON BRIDGES IN THE REPUBLIC OF SERBIA

Mašović Snežana¹, Borislav Lazić², Rade Hajdin³, Nikola Tanasić⁴, Dragan Mašović⁵

¹ Univerzitet u Beogradu Građevinski fakultet, Bulevar krača Aleksandra 73, Beograd, Srbija smasovic@grf.bg.ac.rs,

² Pro-Inženjering, Bulevar Zorana Đinđića 50/3, Novi Beograd, Srbija lazic@pro-inzenjering.com,

³ Infrastructure Management Consultants Ltd. (IMC), Bellerivestrasse 209, 8008 Zürich, Switzerland Rade.Hajdin@imc-ch.com,

⁴ Infrastructure Management Consultants GmbH Mannheim, Landsknechtweg 28, 68163 Mannheim, Germany, Nikola.Tanasic@imc-de.com

⁵ CRBC SERBIA OGRANAK BEOGRAD UŽIČKA 58A Srbija, draganmasovic@gmail.com

Abstract: In the Republic of Serbia, the Bridge Database existed since the nineties of the previous century. This database is under the jurisdiction of PE Roads of Serbia that initiates the data revision and, as part of the project: **Updating the methodology for the review and evaluation of the state of bridges and the development of new applications for the management of the bridge database**, a new methodology was created on which it is based current version of this database. The paper describes a new technical solution of the bridge database, which was implemented through the new Bridge Database software application. The original version of the database contained segments, which, unfortunately, have not been activated and refer to the maintenance measures taken and the corresponding costs. It is planned that these segments will be filled successively in the coming period. Since, at the time of the creation of the base (early nineties of the last century), the aspect of environmental protection was not sufficiently represented, both within the design, construction and exploitation of facilities, the existing base did not deal with these issues. During the further development of the database, it is expected that this issue will be taken into account.

Keywords: database, bridges, risk, environmental protection

¹ Snežana Mašović: smasovic@grf.bg.ac.rs

1. UVOD

Baza podataka o mostovima je osmišljena zbirka podataka o mostovima određene putne mreže. U Republici Srbiji je razvijena verzija SR-01 1988., zatim je 1990. ušla u upotrebu verzija SR-02, a kasnije 1998. verzija SR-03. 2012 [1,2]. U bazi se aktivira segment **Nosivost mosta**, a na osnovu tadašnjeg metodološkog rešenja [3-5]. Nabrojane verzije baze su razvijene kroz originalni istraživači projekat urađen u Institutu za puteve na osnovu dostupnih saznanja o sadržaju sličnih baza u razvijenim zemljama. Iako je navedeno rešenje verifikovano višegodišnjom praksom upotrebe unetih podataka iz baze, novo rešenje, nakon revizije postojećeg, uvodi određene izmjene i dopune kako u okviru podataka inventara tako i u okviru evaluacije i vrednovanja mostova po nekoliko parametara. Adekvatno zasnovana baza podataka je preduslov za uvođenje savremenog sistema upravljanja mostovima.

Pored restrukturiranja postojećih podataka u bazi, što će, zahvaljujući novom korisničkom interfejsu, značajno olakšati korišćenje podataka iz baze za potrebe JP Putevi Srbije kao i, u skladu sa politikom transparentnosti i dostupnosti podataka, različitim korisnicima (na više nivoa). Nivoi pristupa bazi podataka korisničkih priručnika će biti definisani posebnim ograničenjima uz aplikaciju baze.

Ovaj rad detaljno opisuje novo metodološko rešenje, kako u okviru već postojećih segmenata baze podataka, tako i u svrhu uspostavljanja novih segmenata koji su predviđeni kao ažuriranje - unapređenje metodologije za pregled i ocjenu (vrednovanje) stanja mostova. Takođe je sačinjen rečnik baze podataka mosta, obogaćen skicama, kako bi korisnici baze, ali i inspektori koji pregledaju i ocenjuju mostove lakše koristili. Rečnik je u svemu saglasan sa pojmovnikom prikazanom u literaturi [6].

U prethodnoj, kao i u tekućoj verziji rešenja pitanje zaštite sredine nije posebno razmatrano. Međutim u skladu sa najnovijim saznanjima iz ove oblasti, kao i sve većem broju naučnih radova posvećenih ovoj problematici u narednom periodu je preporučljivo da se podaci o inventaru na nivou pojedinačnog mosta prošire podacima o biodiverzitetu na lokaciji mosta. Takođe da se uporedo sa podacima o održavanju mostova, uvrste i podaci o parametrima koji utiču na životnu sredinu radi izbora odgovarajućih mera održavanja mostova koji će u optimalnoj meri biti u skladu sa zaštitom životne sredine.

2. SEGMENTI BAZE

Na nivou pojedinačnog mosta informacije su grupisane u segmente. Predviđeni su sledeći segmenti:

1. inventar;
2. podaci o stanju;
3. podaci o nosivosti;
4. podaci o planiranim i izvedenim radovima;
5. evidenciju prelaska vanrednih tereta;
6. ostali podaci.

Od predviđenih segmenata samo su segmenti 1 - Inventar; 2 - Podaci o stanju i 3 - Podaci o nosivosti bili delimično popunjeni usled nedostatka resursa. Kako podaci o nosivosti iziskuju statičku kontrolu ugroženih elemenata mosta ovaj se segment pounjava sporo i uglavnom prema posebnim zahtevima.

2.1. Inventar

Inventar je skup podataka kvazistatičkog karaktera (uslovno nepromenljivog karaktera), pri čemu je za svaki most, dodeljuje ID broj, otvara dosije i unose određeni podaci inventara. Postoje sljedeće grupe podataka o inventaru:

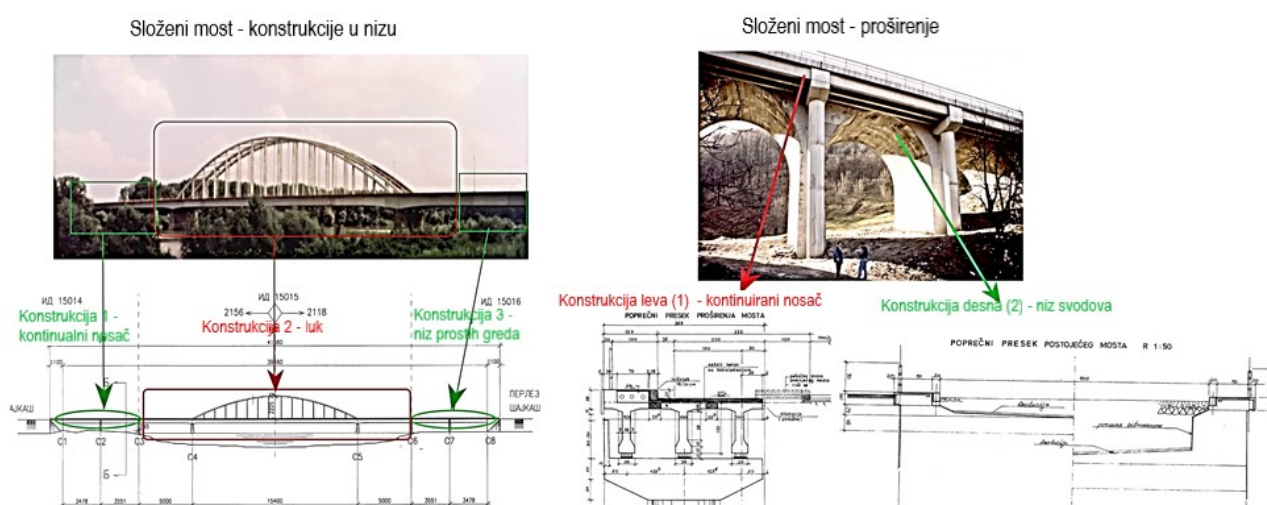
- o lokaciji mosta (vrsta i broj puteva, stacionaža...);
- o geometriji mosta (rasponi, širina kolovoza i pješačkih staza...);
- o konstrukciji (statički sistem);
- o pratećim sadržajima (ograda, ivičnjaci...)
- o odgovornostima i nadležnostima (projektant, izvođač, nadzor, održavanje)
- o drugim važnim činjenicama:
 1. Naziv mosta
 2. Namena mosta
 3. Vrsta i naziv prepreke
 4. Vrste saobraćaja na mostu
 5. Stacionaže početka, sredine i kraja mosta (km)
 6. GPS X, Y I Z koordinate sredine mosta

Radi što ujednačenijem upisu ovih podataka pripremljeni su predefinisani odgovori za pojedine parameter iako je predviđena mogućnost unos u formi slobodnog teksta ako ni jedan od ponuđenih odgovora ne odgovara stanju na terenu. Rečnik baze podataka, priložen metodološkom rešenju baze podataka obogaćen skicama

značajno olakša adekvatan unos. Takođe je, novom softwear-skom aplikacijom, predviđeno da se unese grafička dokumentacija i/ili fotodokumentacija sa pregleda.

Često se na istoj lokaciji, preko iste prepreke, nalazi više međusobno nezavisnih konstrukcija koje koriste zajedničke srednje stubove na mestima gde se jedna završava i počinje druga (u podužnom smislu) ili, se u poprečnom smislu, nalazi više samostalnih konstrukcija pod zajedničkom saobraćajnom površinom, definisan je pojam složenog mosta. Svaka od konstrukcija koje čine složeni most ima svoj **ID** imajući u vidu da konstrukcije mogu biti i različitih statičkih sistema ili različitih poprečnih preseka (slika 1.). Složeni most takođe ima svoj **ID**, međutim, bez posebnih opisa ili ocjena, već samo predstavljajući skup svih konstrukcija koje čine jedan most.

Kod konstrukcija u nizu postoji problem definisanja krajnjih stubova i ostalih nosećih elemenata koji povezuju most i nasip. Naime, most je povezan sa ostatkom kolovoza upravo preko krajnjih stubova i seta nosećih elemenata (krila, prelaznih ploča, nasipa i šljunčanih klinova), dok neki od središnjih konstrukcija u nizu nemaju vezu sa nasipima na krajevima mosta. U tom smislu, međukonstrukcije u nizu nemaju krajnje stupove kao što se obično definiše za mostove. Dakle, most ima dva krajnja stuba, dok konstrukcija ne mora imati krajnji stub koji ga povezuje sa nasipom. Konačno stanje složenog mosta se sada izvodi iz stanja svih konstrukcija koje ga sačinjavaju i to kao najgore stanje među konstitutivnim konstrukcijama.



Slika 1. Primeri složenih mostova

Source: (Baza podataka o mostovima foto dokumentacija - adaptirano)

2.1.1. Struktura inventarskih podataka

Inventarski podaci su grupirani u četiri jedinice:

1. Osnovni inventarni podaci o mostu:

- Naziv mosta;
- Datum registracije mosta;
- Kategorija puta na kojem se most nalazi;
- Ukupna dužina mosta i ukupna širina mosta;
- Tip mosta/Konfiguracija mosta (broj konstrukcija u uzdužnom pravcu/ Broj objekata u poprečnom pravcu);
- Naziv prepreke / Vrsta prepreke;
- Otvori mostova (m);
- Slobodna visina ispod mosta u zavisnosti od objekta premošćavanja;
- Vrste saobraćaja na mostu;
- Lokacija mosta / Karakteristike mikroklimе na lokaciji mosta;
- PGDS (vozila/dan);
- Mogućnost zaobilaznja prepreke - slobodan tekst;
- Odeljenje zaštite i održavanja/Kompanija zadužena za održavanje/Opština.

2. Inventar saobraćajnog profila mosta:

- Osnovne informacije o putu u zoni mosta;
- Geometrija puta na mostu / Geometrija mosta;
- Podaci o kolovozu na mostu;
- Ivičnjak na mostu / Pešačka (radna) staza na mostu;
- Ograda za pješake / Zaštitna ograda za vozila;

- Saobraćajna signalizacija i saobraćajna oprema na mostu.
3. Inventarski podaci o konstrukciji/konstrukcijama mosta:
- Statički sistem konstrukcije
 - Rasponi kolovozne konstrukcije
 - Tip poprečnog preseka kolovozne konstrukcije
 - Materijal kolovozne konstrukcije
 - Geološki profil
 - Temelji krajnjih stubova
 - Temelji srednjih stubova
 - Opis krajnjih stubova
 - Opis srednjih stubova
 - Opis svoda
 - Opis luka
 - Opis nadlučnog zida
 - Opis vješaljki
 - Opis pilona
 - Opis kosih zatega
 - Opis užeta (kod visećih mosta)
 - Materijal substrukture
 - Način izgradnje
 - Podaci o odgovornostima i nadležnostima (projektant, izvođač, nadzor)
4. Inventar opreme mosta:
- Dilatacione sprave na mostu;
 - Hidroizolacija;
 - Ležišta;
 - Zaštita od korozije;
 - Drenaža na mostu.

2.1.2. Kategorija mosta

Kategorija mosta se definiše karakterističnim celim brojem od 1 do 5 (označen kao KM). Ovaj parametar je izveden iz tri podatka koji predstavljaju kvazi-inventarske podatke (prefiks 'kvazi' treba shvatiti kao mogućnost da se podaci mogu promijeniti tokom radnog veka mosta kao rezultat promena u zakonskim i podzakonskim aktima [8 -13] na osnovu kojih se klasifikuju određeni parametri, kao i promene intenziteta saobraćaja na mostu (promene PGDS). Elementi na osnovu kojih je opisana kategorija mosta su:

1. Kategorija puta na kojem se nalazi most;
2. PGDS (prosječni godišnji dnevni saobraćaj);
3. Vrsta prepreke.

Skala za svaki od ovih parametara ima 5 gradacija koje su precizno definisane u okviru metodologije a u skladu sa zakonskim i podzakonskim aktima, dok je u tabeli 1 prikazana kombinacija ocena za određivanje kategorije mosta.

Tabela 1. Određivanje kategorije mosta

Opis	Kategorija mosta (KM)	Kombinacija oceana parametara
Most od izuzetnog značaja	1	Bilo koji parametar ocenjen ocenom 5 ili bar dva parametra ocenjeno ocenom 4
Most od velikog značaja	2	Samo jedan parametar ocenjen ocenom 4 ili sva tri parametra ocenjena ocenom 3
Most srednjeg značaja	3	Maksimalno dva parametra ocenjena ocenom 3
Most manjeg značaja	4	Najveća ocena bilo kog parametra je 2 2
Most malog značaja	5	Svi parametri ocevni ocenom 1

Izvor: (Tehničko rešenje projekta ažuriranje-unapređenje metodologije za pregled i vrednovanje (ocenu) stanja mostova)

Na osnovu ovako određene kategorije mosta, u kombinaciji sa ocenama elemenata mosta utvrđenim tokom pregleda, moguće je donijeti odluke o potrebnim mjerama, uzimajući u obzir rizik u pogledu posljedica ako most ugrožava saobraćaj na ili ispod mosta. Shodno tome veći se značaj daje mostovima kod kojih su posljedice otkaza veće. Na primjer, most na nekategorisanom putu, koji je u veoma lošem stanju, ugrožava saobraćaj na putu ispod mosta, a samim tim se povećava značaj ovog mosta.

2.2. Ocene stanja mosta

2.2.1. Indikatori stanja konstrukcije mosta

Spisak elemenata konstrukcije koji se ocenju je: 1. temelji krajnjih stubova, 2. temelji srednjih stubova, 3. krajnji stubovi sa anđeoskim krilima, 4. srednji stubovi ili piloni, 5. ploča i konzole, 6. glavni nosač superstrukture, 7. poprečni nosač, 8. spregovi 9. luk ili svod 10. nadlučni zid 11. vešaljka 12. noseće uže (viseći most) 13. kose zatege i 14. ležišta. Ovaj je spisak generički obzirom da most obično poseduje veći broj elemenata istog tipa, dok pojedini elementi ne postoje zavisno od statičkog sistema. Ocene se kreću na skali 1-5 pri čemu 1 označava najbolje stanje (kao novo), dok 5 označava da je element u kritičnom stanju sa velikom verovatnoćom loma. Ukoliko most ima više elemenata istog tipa ocena za taj element je najgora od ocena dodeljenim pojedinačnim elementima tog tipa. Npr. ako postoji više srednjih stubova ocena za srednji stub je određena ocenom stuba koji je u najlošijem stanju. Ove ocene, obzirom da se određuju na bazi vizuelnog pregleda mogu biti subjektivne te je zato neophodno dokumentovati datu ocenu fotografijom koja se takođe prilaže u bazu. Tabela 2 služi kao pomoću pri ocenjivanju elemenata konstrukcije.

Tabela 2. Uputstvo za dodeljivanje ocena nosećim elementima konstrukcije

Element/grupa elemenata	Opisna ocena / Opis stanja	Numerička vrednost
Elementi konstrukcije (za svaki od prvih 13 pobrojanih elemenata)	Dobro / nema vidljivih oštećenja elemenata ili element ne postoji	1
	Prihvatljivo / Uočavaju se simptomi procesa ugrožavanja na mestima koja nisu izložena značajnim naprezanjima (van osetljivih zona)	2
	Nepovoljno / Simptomi nepovoljnih procesa u kritičnim zonama elementa	3
	Veoma loše / Aktivan nepovoljni proces u kritičnim zonama elementa sa mogućnošću smanjenja nosivosti elementa	4
	Kritično / Velika verovatnoća gubitka nosivosti elementa	5
Ležišta	Dobro / nema vidljivih oštećenja elemenata ili ležišta ne postoje	1
	Prihvatljivo / Početne pojave korozije delova elemenata ležišta	2
	Nepovoljno / Značajna korozija elemenata ležišta	3
	Vrlo loše / Pogoršanje opšteg stanja sa pretnjom daljeg negativnog razvoja	4
	Kritično / Zaglavljenost, prestanak funkcije, teška oštećenja sa posledicamama na rasponskoj konstrukciji.	5

Pri davanju ocena potrebno je odgovarajuća inženjerska procena imajući u vidu da se ocene samih elemenata direktno preslikavaju na ocenu stanja konstrukcije u pogledu nosivosti. Ovo podrazumeva da su učesnici u pregledu mostovskih konstrukcija upoznati sa statičkim radom različitih statičkih sistema mostova radi identifikacije kritičnih zona elemenata, kao i razumevanja sadejstva elemenata konstrukcije. Očito je da ocene mogu biti subjektivne pa je zato neophodno odgovarajuće iskustvo stručnog tima za inspekciju mosta. Vođa tima bi svakako morao biti licencirani master inženjer konstruktivnog modula Građevinskog fakulteta sa minimalno 3 godine iskustva u pregledu mostova.

2.2.2. Indikatori daljeg propadanja konstrukcije mosta

Među elementima koji se pregledaju i ocenjuju su i elementi koji ukazuju na mogućnost daljeg propadanja konstrukcije. Radi se uglavnom o zamenjivim elementima opreme mosta. U ovu grupu su uključena i ležišta iako se njihova ocena već vrednuje u oceni nosivosti konstrukcije. To i proizilazi iz njihove dvojne funkcije nosivosti, kao elemenata koji prenose opterećenja, i artikulacije, kao elemenata koji omogućavaju pomeranje konstrukcije. Ostali elementi su: 1 - Dilatacione sprave; 2 - Kolovoz; 3 - Hidroizolacija; 4 - Sistem za odvodnjavanje; 5 - Vodotok ili područje ispod mosta; 6 - Instalacije.

Element 'Hidroizolacija' nije direktno dostupna vizuelnom pregledu, ali se na osnovu inženjerske procene može i ovom elementu dati ocena, uglavnom na osnovu pojava procurivanja kroz kolovoznu ploču. Ocena hidroizolacije je blisko vezana sa ocenom kolovoznog zastora. Detaljna uputstva za formiranje ocena poledinih elemenata se nalazi u [7,17].

Zajednička ocena daljeg propadanja konstrukcije, označena kao DP, se određuje prema tabeli 3.

Tabela 3. Uputstvo za formiranje indikatora daljeg propadanja konstrukcije mosta

Opis	Ocena	Kombinacija ocena
Malo verovatno značajnije propadanje do sledećeg pregleda	1	Svi elementi ocenjeni sa 1
Propadanje će se nastaviti na sličan način kao od predhodnog pregleda	2	Najveća ocena među elementima je 2
Propadanje će se intenzivirati	3	Maksimalna ocena među elementima 3 i najviše tri elementa ima ocenu 3.
Veoma loša prognoza	4	Najveće ocena je 4 i ima samo jedna ocena 4, ili četiri elmenta ima ocenu 3.
Kritično po pitanju daljeg propadanja konstrukcije	5	Jedna ocena je 5 ili bar dva elementa imaju ocenu 4.

2.2.3. Indikatori bezbednosti saobraćaja

Među elementima koji se pregledaju i ocenjuju su i elementi koji ukazuju na bezbednost saobraćaja na ili ispod mosta. Radi se o elementima saobraćajne opreme, elementima veze mosta i puta na nasipu i eventualnih pratećih elemenata. Pojedini elementi su već ocenjeni u okviru indikatora daljeg propadanja (npr. dilatacione sprave), što je posledica njihove višestruke uloge. Međutim procenjene količine za popravku se iskazuju u okviru zapisnika o pregledu Indikatora bezbednosti saobraćaja. Ima ukupno 13 elemenata: 1 - Geometrija mosta; 2 - Dilatacione sprave; 3 – Kolovoz; 4 - Sistem za odvodnjavanje; 5 - Pešačke staze; 6 - Slobodno stojeća krila; 7 – Klinovi; 8 – Prelazne ploče; 9 – Kegle ili propušteni nasip; 10 – Signalizacija; 11 – Ograde; 12 – Ivičnjaci; 13 - Instalacije. Od značaja je primetiti da elementi "Klinovi" i "Prelazne ploče" nisu dostupni vizuelnom pregledu, već se ocena izvodi iz gotovo identičnog opisa oštećenja. Tako da su te dve ocene u tesnoj vezi (mogu se računati kao jedna jer su uglavnom identične). Ovim elementi se može pridružiti i ocena "Kegle/propušten nasip", te se od ova tri elementa formira jedinstvena ocena (izborom najveće od datih ocena). Na taj način je ukupan broj ocena (ne elemenata) sveden na deset. Od ovih deset (10) ocena formira se indikator Bezbednosti saobraćaja (BS) prema tabeli 4.

Tabela 4. Uputstvo za formiranje indikatora bezbednosti saobraćaja

Opis	Ocena	Kombinacija ocena
Bezbednosti saobraćaja zadovoljavajuća	1	Svi elementi ocenjeni sa 1
Bezbednost saobraćaja u manjoj meri ugrožena	2	Najveća ocena među elementima je 2
Bezbednost saobraćaja se ne može garantovati	3	Najveća među ocenama je 3 i ima manje od tri ocene 3
Bezbednost saobraćaja ugrožena u većoj meri	4	Najveća među ocenama je 4 i ima samo jedna ocena 4, ili su četiri elementa ocenjena sa 3
Kritično po pitanju daljeg propadanja konstrukcije	5	Jedna ocena je 5 ili dve ocene su 4, ili je sedam ocena je 3

2.3. Segment Nosivost

Detalje u vezi sa proračunim nosivosti mostova se mogu naći u Uputstvu za primenu pravilnika o utvrđivanju nosivosti postojećih mostova na državnim putevima sa komentarima [3-5]. Novo pripremljeni formulari se nalaze u prilogu ovog izveštaja i ono sadrže sledeće grupe podataka (u sličnoj strukturi kako je bila predviđena i u prethodnoj verziji baze). Tako se unose opšti podaci o mostu, nakon čega slede sledeće grupe podataka:

- Povod za proveru nosivosti mosta
- Popis oštećenih elemenata sa ocenama stanja
- Popis računskih šema opterećenja sa kojima je vršena provera nosivosti
- Popis proveranih i kritičnih elemenata i za svaki kritični element u odgovarajućem broju (kritičnih) nakon čega se u bazu unose sledeći podaci:
 1. Statički uticaji u kritičnim elementima
 2. Primenjen metod kontrole kritičnijh elemenata
 3. Karakteristike preseka kritičnih elemenata
 4. Kvalitet materijala kritičnih elemenata
 5. Primenjeni koeficijenti sigurnosti, odnosno primenjeni dopušteni naponi (inventarski i radni)
- Po svakom kritičnom elementu se zatim unosi:
 1. Inventarska i radna nosivost o

2. Inventarski i radni faktor nosivosti.

Podaci koje je ovde potrebno upisati su rezultat kontrolnog statičkog proračuna, u svemu prema ###. Treba imati u vidu da su elementi konstrukcije (za koje se vrši provera nosivosti) u inventaru, kao i u pregledima prikazani u generičkoj formi, ne vodeći računa o broju elemenata u sklopu konstrukcije mosta (npr. veći broj glavnih, poprečnih nosača i slično), a kako pravilnik ne daje instrukcije kako postupiti u tom slučaju, neophodno je da ukoliko ima više elemenata koji pripadaju istom generičkom opisu izvršiti kontrolu za svaki od njih na kome su uočena oštećenja. Za ovo je neophodan dodatni sistematski pregled neposredno pre vršenja kontrole nosivosti. Nakon kontrolnog statičkog proračuna u bazu se unose podaci koji odgovaraju onom elementu, iz grupe elemenata koji imaju isti generički opis, sa najmanjim inventarskim i/ili radnim faktorom nosivosti. Radna i/ili inventarska otpornost se određuje na osnovu dimenzija preseka i karakteristika materijala. Ukoliko se kontrola vrši prema dopuštenim naponima dobijaju se za svaki oblik naprezanja (presečne sile) dve vrednosti otpornosti: inventarska i radna.

Konačno se od više kontrolisanih generičkih elemenata identifikuje onaj sa najmanjim faktorima nosivosti kao merodavni i na osnovu rezultata tog elementa se upisuju:

- Inventarska dozvoljena težina vozila i odgovarajuće osovinsko opterećenje;
- Radna dozvoljena težina vozila i osovinsko opterećenje.

Organizacija koja je vršila kontrolu nosivosti predlaže radove na mostu radi uspostavljanja adekvatne nosivosti kao sastavni deo izveštaja, koji se unosi u bazu.

2.4. Segment: Ocena ugroženosti od prirodnih nepogoda na nivou pojedinačnog mosta

Ovaj segment se nalazi u početnoj fazi razvoja i za sada pokriva unos podataka radi ocene ugroženosti od poplava.

2.4.1. Dopunski podaci o mikrolokaciji

Za ovu grupu podataka je poželjno koristiti hidrološke, hidrotehničke i geološke podloge kako bi se procenila izloženost poplavama:

- Zabeležena visina velike vode i njen povratni period kao i mogućnost dopiranja vode do ležišta superstrukture
- Istorijat poplava sa maksimalnim nivoima vode
- Rečno korito i tip rečnog tla
- Opis rečnog korita i rečnog dna
- Mogućnost i pojava nagomilavanja nanosa.

Uz istorijat poplava, neophodno je navesti godinu, a zatim u slobodnom tekstu dati procenu magnitude (npr. 50-to godišnja voda), da li je voda prešla preko konstrukcije, eventualna oštećenja prilaznih saobraćajnica, trajanje poplave i slično. Zapisi ovog tipa se dopunjavaju nakon svake poplave.

2.4.2. Dopunski podaci o konstrukciji mosta

Radi ocene ugroženosti mosta od poplava potrebni je izvršiti dopune inventarskih listova. Ove dopune se obavljaju periodično, odnosno kontrolišu pri sistematskom pregledu mosta, ili se upisuju pri specijalističkom pregledu [14], koji ima za cilj ocenu ugroženosti od poplava. Kao potpuno nov podatak unosi se broj raspona. Numeracija stubova se obavlja u pravcu rasta stacionaže. Nakon toga je potrebno za svaki stub mosta ukuljučivo i krajnje stubove popuniti tabelu za dopunu inventarskih podataka o konstrukciji mosta radi ocene ugroženosti od poplava. U ove podatke spadaju:

- Broj stuba i opis stuba
- Veza stuba sa superstrukturom i tip ležišta
- Vrsta i dubina fundiranja i tip tla u temeljnoj spojnici
- Zaštitne mere protiv štetnog delovanja vode

2.4.3. Dopunski podaci u okviru pregleda

Među pregledanim elementima: temelji krajnjih i srednjih stubova, krajnji i srednji stubovi, područje ispod mosta, kegle i klinovi/pristupni nasip, pored godine pregleda, ocena i opis dopunjuje se spisakom mogućih oštećenja i konstatuje se da li je uočeno štetno delovanje vode i/ili prateće posledice. Pomenuti spisak je dat u formi izbora sa liste i/ili komentara i predstavlja dopunu već unetih ocena ovih elemenata sa stanovišta ugroženosti od poplava. Konstatuje se da li postoje oštećenja na superstrukтури ili opremi mosta koja su uzrokovana sleganjima ili drugim oštećenjima temelja nastalih podlokavanjem.

2.4.4. Predlog mera radi zaštite od poplava

Iako se segment baze nalazi tek u začetku, odnosno relativno malo postojećih podataka se može iskoristiti za njegovo popunjavanje, predviđeno je da se prema kataloškim odrednicama predlože mere kako radi dopunjavanja postojećih podataka tako i radi postavljanja mere zaštite od poplava. Ovde treba imati u vidu da je predviđeno da se može izabrati više mera istovremeno.

2.5. Segment: Evidentiranje specijalnog transporta

U skladu sa zakonskim aktima [15,16] podnosioci zahteva za vanredni prevoz dostavljaju podatke koje je potrebno evidentirati u bazi, kako bi se olakšalo i ubrzalo izdavanje dozvola.

Predviđeno je da se podaci o vanrednom prevozu, na osnovu već izdatih dozvola, implementiraju u bazu. Nakon toga, se za svaki naredni zahtev ažuriraju/dodaju. Radi evidentiranja specijalnih transporta predviđeno je da se u bazu unose sledeći podaci:

- Podnosilac zahteva za specijalni transport
- Datum podnošenja zahteva
- Broj zahteva
- Specifikacija specijalnog transporta:
 1. Vršilac kontrole
 2. Datum izdavanja dozvole
 3. Važenje dozvole.

3. PREDLOG MERA NA BAZI RIZIKA

Kombinacija ocene stanja konstrukcije (SK) i kategorije mosta (KM) ukazuje na rizik od otkaza konstrukcije. Na taj način se iskazuje prioritet u održavanju konstrukcije. U slučaju složenih mostova usvaja se kao stanje mosta najgora među ocena stanja pojedinačne konstrukcije. Ova kombinacija je prikazana matricom rizika na slici 2.

	SK	1	2	3	4	5
KM						
1						
2						
3						
4						
5						

Slika 2. Matrica rizika konstrukcije mosta

Source: (Mašović, S.; Lazić, B.; Tanasić, N.; Hajdin, R. (2019). Ažuriranje-unapređenje metodologije za pregled i vrednovanje (ocenu) stanja mostova (Radna verzija). Beograd, Srbija. 106 p)

Kombinacija ocene indikatora daljeg propadanja konstrukcije (DP) i kategorije mosta (KM), prikazana je matricom rizika na Slici 3, ukazuje na rizik u smislu daljeg propadanja konstrukcije mosta. Na taj način se iskazuje prioritet u održavanju elemenata koji utiču na nastavak propadanja konstrukcije.

	DP	1	2	3	4	5
KM						
1						
2						
3						
4						
5						

Slika 3. Matrica rizika daljeg propadanja mosta

Source: (Mašović, S.; Lazić, B.; Tanasić, N.; Hajdin, R. (2019). Ažuriranje-unapređenje metodologije za pregled i vrednovanje (ocenu) stanja mostova (Radna verzija). Beograd, Srbija. 106 p)










Kombinacija indikatora bezbednosti saobraćaja (BS) i kategorije mosta (KM) ukazuje na rizik po odvijanje saobraćaja. Na taj način se iskazuje prioritet u održavanju elemenata koji utiču na bezbednost saobraćaja. Ova kombinacija je prikazana matricom rizika na slici 4.

	BS	1	2	3	4	5
KM						
1						
2						
3						
4						
5						

Slika 4. Matrica rizika bezbednosti saobraćaja

Source: (Mašović, S.; Lazić, B.; Tanasić, N.; Hajdin, R. (2019). Ažuriranje-unapređenje metodologije za pregled i vrednovanje (ocenu) stanja mostova (Radna verzija). Beograd, Srbija. 106 p)

Uz osnovne inventarske podatke o mostu prikazuju se datumi utvrđenog: 1 - stanja konstrukcije; 2 - indikatora propadanja; 3 - bezbednosti saobraćaja, uz odgovarajuće oznake u bojama prema slici 5.

Indikatori	Stanje konstrukcije	Indikacija daljeg propadanja	Bezbednost saobraćaja
Generička mera održavanja			
Izbor između redovnog održavanja i pojačanog redovnog održavanja			
Izbor između pojačanog redovnog održavanja, investicionog održavanja i planiranja sanacije			
Neophodna sanacija			

Slika 5. Prikaz predloga mera na bazi rizika

Source: (Mašović, S.; Lazić, B.; Tanasić, N.; Hajdin, R. (2019). Ažuriranje-unapređenje metodologije za pregled i vrednovanje (ocenu) stanja mostova (Radna verzija). Beograd, Srbija. 106 p)

U sklopu projekta "Ažuriranje metodologije za pregled i vrednovanje stanja mostova i izrada novih aplikacija za upravljanje bazom podataka o mostovima" izrađena je i softverska aplikacija potpuno usaglašena sa opisanom metodologijem. Prethodno je izvršena konverzija ocena iz prethodne verzije na novi način ocenjivanja, tako da svi elementi imaju ocene na skali 1 do 5.

4. DALJI RAZVOJ BAZE PODATAKA I EFEKTI NA ŽIVOTNU SREDINU

Baza podataka o mostovima, kao uređen skup podataka o već postojećim konstrukcijama je prevashodno formirana radi određivanja optimalne politike održavanja. Ona se naravno može i treba razvijati uvođenjem parametara vezanim za zaštitu životne sredine. Za sada podaci prikupljeni u bazi mogu pomoći u izboru adekvatnih mera održavanja koje će imati što manji nepoželjan efekat na životnu sredinu. Podatke koje je potrebno implementirati pri daljem razvoju baze je treba formulisati u skladu sa Zakonom o zaštiti životne sredine [18].

Kako je baza formirana kao sredstvo za odlučivanje o optimalnoj politici održavanja mostova, sa aspekta zaštite životne sredine, učinjen je iskorak već u tekućoj verziji kroz segment **Ocena ugroženosti od prirodnih nepogoda na nivou pojedinačnog mosta**, koji treba da sadrži podatke od interesa za ugrožavanje životne sredine u smislu erozije rečnog dna i zaštite biodiverziteta u konkretnom rečnom dobru.

Tokom životnog veka mostovske konstrukcije sprovode se različite mere održavanja koje tokom sprovođenja utiču na životnu sredinu u okolini posmatranog objekta. Već i sami podaci o lokaciji mosta u okviru segmenta baze **Inventar** uazuje na potencijalne efekte na životnu sredinu. Pored toga predlaže se da se u okviru inventara uvrste i podaci o biodiverzitetu u neposrednoj okolini mosta.

Tokom izgradnje ali i sanacija, rekonstrukcija i ostalih mera održavanja mostova (npr. zamena asfaltnog zastora) ostvaruje se određen uticaj na kvalitet vazduha i klimu. Ovo se dešava usled sagorevanja goriva (za građevinsku opremu, generatore, transportna vozila) kao i ostalih građevinskih radova, (iskopavanje, bušenje i vađenje kamena i drobljenje, erozija vjetrom i prašina s puta). Ključni uticaj nastaje usled prašine i emisije ugljen dioksida od sagorevanja goriva teške opreme tokom perioda izvođenja radova. Nakon izgradnje ili mere održavanja, ovi efekti se vraćaju na normalan (postojeći) nivo u regionu. Prašina i efekti sagorevanja mogu uzrokovati preseljenje životinja i ptica iz područja oko gradilišta. Pored ovoga tokom dužeg vremenskog perioda, postojanje mosta (kao i puta na kome se on nalazi) povećava se obim saobraćaja, što takođe dovodi do veće emisije ugljen-dioksida u tom području. Međutim, s druge strane to će smanjiti ukupnu potrošnju goriva eliminirajući potrebu da se vozi dužim obilaznim putem, a količina emisija u cijelom regionu će se smanjiti. U slučaju da se rečnim transportom upravlja trajektom, tada će se nakon izgradnje mosta eliminisati potrošnja goriva za povezanu vožnju trajekta. Drugi faktor koji potencijalno utiče na kvalitet vazduha je oslobađanje zagađivača vazduha tokom hemijskih izlivanja.

Izgradnja mosta i puta može prouzrokovati nestabilnost kosina, ovisno o nagibu terena, teksturi i vlažnosti materijala, te vegetacijskom pokrivaču. Poremećaj terena duž puta može biti uzrokovano habanjem kolovoza te taloženjem produkata ovog habanja što u dužem periodu kasnije može utjecati na rast vegetacije. Izgradnja često dovodi do uklanjanje vegetacije, čime se izlaže tlo i povećava vjerovatnoća erozije tla. Zbijanje tla rezultira smanjenjem poroznosti i povećanjem nasipne gustine tla, a takođe može uzrokovati promjenu rasta vegetacije. Prolijevanja i curenja tokom svih faza izvođenja i eksploatacije mogu rezultirati izmjenom hemijskih i fizičkih svojstava tla, što zauzvrat može utjecati na vegetaciju, površinske vode i kvalitet podzemnih voda.

Po pitanju kvaliteta vode u vezi sa projektom mosta što obuhvata potencijalno ispuštanje materijala i/ili hemikalija u riječni tok, prvenstveno tokom izgradnje. Ako tokom izgradnje/sanacije mosta otpadne deo ili materijal, nizvodno od mosta je efekat najveći. Efekat je uglavnom kratkotrajan vezano za trajanje izvođenja radova. Mogu se koristiti različite građevinske tehnike da se minimizira ili eliminiira mogućnost velikog i stalnog zagađivanja ovog tipa. Vreme izvođenja radova je moguće izabrati da se izbegnu kritični periodi za okolni biodiverzitet. Sa time u vezi trebalo bi u bazu podataka uvrstiti i okolni biodiverzitet kao kvazi-stalni podatak. Do zagađenja može doći u celom životnom veku mosta kako u vidu erozije obala tako i usled curenja sa kolovoza ukoliko nije adekvatno rešen drenažni sistem. S tim u vidu potrebno je adekvatno održavanje drenažnog sistema mosta, kao i njegova eventualna zamena u zatvoreni drenažni sistem na mostu. Svi ovde pobrojani parametri su već iskazani u okviru parametara daljeg propadanja (DP) kao: kolovoz, sistem za odvodnjavanje, vodotok i područje ispod mosta i instalacije (kako one u funkciji mosta tako i komunalne infrastrukture koja se prevodi preko mosta. Stanje ovih parametara je moguće povezati sa efektima na okolinu samog mosta.

Parametri bezbednosti saobraćaja se takođe oslikavaju na životnu sredinu, naročito u vodi opasnosti usled emisija gasova ili curenja opasnih materija koje se prevoze određenom deonicom na kojij je most. Ovo se naročito može povezati sa izdavanjem dozvola za specijalni transport gde prevoznici pri podnošenju zahteva dostavljaju i podatke o tipu tereta (pored podataka o gabaritima i težini vozila).

Povećani nivoi buke u okolini mosta treba očekivati tokom njegovog izvođenja. Buka tokom izgradnje/sanacije izaziva premeštanje životinja i ptica iz područja oko mosta. Buka je pitanje koje je prisutno tokom čitavog eksploatacionog veka mosta, ali će verovatno biti najintenzivnije tokom izgradnje, što je relativno kratkotrajno aktivnost. Buka tokom ovog perioda bila bi povezana sa vrstom teške opreme tokom izgradnje, kao i uslova životne sredine (prisustvo vegetacije). Iz ovog razloga potrebno je razmotriti potrebu za postavljanjem i održavanjem bukobrana na mostu koje treba zatim uvesti u inventar opreme mosta.

Pojedinim postojećim mostovima je potrebno ojačanje za nove uslove saobraćaja, što iziskuje korišćenja velikih količina materijalnih i energetskih resursa, proizvođači emisije gasa i čvrstog otpada. U skorije vreme značajan broj naučnih radova [19-26] se bavi procenom životnog ciklusa mostova kroz analizu mogućih mera odražavanja/ojačanja često pomoću Eco-indicator 99 [20] da bi se smanjili ukupni negativni uticaji na životnu sredinu u okolini mosta.

Ovo bi bilo nemoguće ostvariti bez adekvatne, dobro strukturirane baze podataka koju bi u narednom periodu trebalo obogatiti parametrima za ocenu potencijalnog ugrožavanja životne sredine. Istraživanja u ovom smeru su neophodna i preporuka je autora da se nastavi rad na implementiranju potrebnih parametara i indikatora efekata radova na postojećim mostovima na životnu sredinu. Ovo bi takođe trebalo povezati sa potencijalnim obilascima koji proističu iz nemogućnosti upotrebe mosta za vreme izvođenja radova na održavanju koje svakako dovodi do povećanog zagađenja na drugim saobraćajnicama kojima se ostvaruje obilazak.

5. ZAKLJUČAK

U okviru projekta "Ažuriranje-unapređenje metodologije za pregled i vrednovanje (ocenu) stanja mostova" sagledan je celokupan dosadašnji višegodišnji rad na izradi, unapređenju i popunjavanju Baze podataka o mostovima u Srbiji. Tokom rada sa bazom javio se ne mali broj dilema u vezi ispravnog popunjavanja podataka

koji su mahom proistekli iz određenih nedostataka u osnovnom metodološkom rešenju na kome je baza zasnovana. Uočeno je da pojedini statički sistemi nisu tretirani na pravi način, što je ispravljeno u ovom novom metodološkom rešenju, iako je zastupljenost takvih statičkih sistema u ukupnom broju mostova nevelika. Prvobitno opredeljenje da se tretiraju pojedine konstrukcije koje sačinjavaju most, dovelo je do problema i ad hok rešenja po pitanju složenih mostova. U novoj verziji baze ovaj je problem detaljno razmatran i predloženo je rešenje za obradu mostova koji sadrže više konstrukcija, kako bi se oni mogli adekvatno tretirati. Izvršene su i korekcije po pitanju inventarskih podataka, kako bi se mogli na ispravan način uneti podaci za mostove statičkih sistema koji nisu bili razmatrani u prethodnoj metodologiji. Uveden je novi parametar Kategorija Mosta, koji indirektno ukazuje na značaj mosta, u smislu veličine posledica koje bi bile izazvane ukoliko dođe do parcijalnog ili totalnog kolapsa mosta. Ocenjivanje je znatno pojednostavljeno, posebno se ocenjuju elementi koji su deo konstrukcije mosta i zbirna ocena se iskazuje parametrom koji je nazvan Stanje Konstrukcije (SK). Druga grupa elemenata koja iskazuje jedinstvenu ocenu kao Dalje Propadanje (DP), ima značaj za planiranje održavanja. Treća grupa elemenata, čija ocena je prikazana kao Bezbednost Saobraćaja (BS), ukazuje na potrebu za radovima odražavanja koji će obezbediti zadovoljavajuću bezbednost odvijanja saobraćaja, i nije direktno vezana sa stanjem konstrukcija/konstrukcije mosta. Ovi radovi se češće izvršavaju, bez intervencija na samoj konstrukciji/konstrukcijama mosta, te se odvajanje ocena i zapisnika može smatrati značajnim unapređenjem postojeće metodologije. Dostupnost i preglednost baze omogućuje njeno intenzivnije korišćenje. Predlaže se održavanje kurseva i obuke radi upotrebe i ažuriranja podataka u bazi, rada sa aplikacijom baze i slično. Povretne informacije sa ovih kurseva, daće uvid u probleme koje su korisnici baze primetili, pa se na adekvatan način mogu korigovati, kroz buduće ugovore u smislu održavanja baze. U skladu sa savremenim istraživanjima u oblasti zaštite životne sredine potrebno je u bazu implementirati i podatke kojima se može vrednovati i uticaj postojećih mostova (koji su upisani u bazu) na potencijalno zagađenje kao i mogućnosti primene odgovarajućih mera za smanjenje istog. Ovaj posao zahteva kontinuirano praćenje saznanja iz oblasti zaštite životne sredine i uspostavljanje i ponderisanje odgovarajućih parametara kako bi se mogli adekvatno implementirati u Bazu podataka o mostovima.

Zahvale

Autori se zahvaljuju na podršci javnom preduzeću „Putevi Srbije“ koje je iniciralo rad na projektu „Ažuriranje metodologije za pregled i vrednovanje stanja mostova i izrada novih aplikacija za upravljanje bazom podataka o mostovima“ i pružanju uvida u postojeće podatke Baze Podataka o Mostovima. Posebno želimo da se zahvalimo g. M. Veljoviću i pokojnom g. D. Bebiću na razmeni stručnosti i praktičnog iskustva u vezi sa inspekcijama i održavanjem mostova. Takođe se zahvaljujemo kompaniji Infrastructure Analytics iz Beograda koja je izradila aplikaciju nove baze podataka o mostovima na bazi opisanog tehničkog rešenja čime je verifikovana mogućnost implementacije ovog rešenja.

Literatura

- [1] Institut za puteve, a.d.-Beograd. (1998). *Tehničko rešenje Baze podataka o mostovima (Knjiga 1)*. Beograd: Institut za puteve, a.d.- Beograd, Srbija. 117 p.
- [2] Institut za puteve, a.d.-Beograd. (1998). *Tehničko rešenje Baze podataka o mostovima (Knjiga 2)*. Beograd: Institut za puteve, a.d.- Beograd, Srbija. 148 p.
- [3] Institut za puteve, a.d.- Beograd (1998.); PRO – INŽENJERING d.o.o. Beograd (2012): *Tehničko rešenje baze podataka o mostovima (Knjiga 3)*. PRO – INŽENJERING d.o.o. Beograd, Srbija. 112 p.
- [4] PRO – INŽENJERING d.o.o. Beograd (2012): *Pravilnik o utvrđivanju nosivosti postojećih mostova na državnim putevima (Nacr. rev2)*. Beograd, Srbija. 12 p.
- [5] PRO – INŽENJERING d.o.o. Beograd (2012): *Uputstvo za primenu pravilnika o utvrđivanju nosivosti postojećih mostova na državnim putevima sa komentarima*. Beograd, Srbija. 24 p.
- [6] Pržulj M. : *Mostovi : Udruženje "Izgradnja"* Beograd. (2014), Srbija. 719 p.
- [7] Mašović, S.; Lazić, B.; Tanasić, N.; Hajdin, R. (2019). *Ažuriranje-unapređenje metodologije za pregled i vrednovanje (ocenu) stanja mostova (Radna verzija)*. Beograd, Srbija. 106 p
- [8] Uredba o kategorizaciji državnih puteva ("Sl. glasnik RS", br. 105/2013 i 119/2013)
- [9] Uredba o kriterijumima za kategorizaciju javnih puteva : "Službeni glasnik RS", 2019. br. 38
- [10] Uredba o kategorizaciji železničkih pruga koja pripada javnoj železničkoj infrastrukturi. Beograd : "Službeni glasnik RS", 2019. br. 50.
- [11] Uredba o kategorizaciji međunarodnih i međunarodnih vodnih puteva. Beograd : "Službeni glasnik RS", 2016. br. 109.
- [12] Pravilnik o kategorizaciji vodnih puteva za plovidbu plovila za rekreaciju . Beograd : "Službeni glasnik RS", 2019. br. 23.
- [13] Pravilnik o kategorizaciji državnih vodnih puteva. Beograd : "Službeni glasnik RS", 2013. br. 115.

- [14] Pravilnik o radovima na redovnom održavanju javnih puteva. (2020). (15). Beograd: "Službeni glasnik RS". Br. 20
- [15] Pravilnik o Uslovima Za Izdavanje Dozvole Za Vanredni Prevoz. Beograd : „Službeni glasnik RS”, 2019. 6. Beograd, Srbija. 7 p.
- [16] Pravilnik o Načinu Obavljanja Vanrednog Prevoza. Beograd : „Službeni glasnik RS”, 2019.6. Beograd, Srbija. 5 p.
- [17] Mašović, S.; Lazić B.; Hajdin R. ; Tanasić, N. 2020. Novo tehničko rešenje baze podataka o mostovima u Republici Srbiji, Put i saobraćaj LXVI, 4/2020: 19-34.
- [18] Zakon O Zaštiti Životne Sredine, "Sl. glasnik RS", br. 135/2004, 36/2009, 36/2009 - dr. zakon, 72/2009 - dr. zakon, 43/2011 - odluka US, 14/2016, 76/2018, 95/2018 - dr. zakon i 95/2018 - dr. zakon"
- [19] Pang, B., Yang, P., Wang, Y. et al. 2015. Life cycle environmental impact assessment of a bridge with different strengthening schemes. *Int J Life Cycle Assess* 20, 1300–1311. <https://doi.org/10.1007/s11367-015-0936-1>
- [20] Goedkoop M. J.; Spriensma R.; 2001. The Eco-Indicator 99: A Damage Oriented Method for Life Cycle Impact Assessment. PRé Consultants b.v., Amersfoort, The Netherlands, Goedkoop M, Spriensma R (2000) The Eco-indicator 99: a damage oriented method for life cycle impact assessment—methodology report. Available at: www.pre.nl
- [21] Hammervold J, Reenaas M, Brattebø H (2009) Environmental effects-life cycle assessment of bridges. SubProject 2 (SP2), ETSI Project (Stage 2), Norwegian University of Science and Technology, Norway
- [22] Hammervold J, Reenaas M, Brattebø H (2013) Environmental life cycle assessment of bridges. *J Bridg Eng* 18(2):153–161
- [23] Horvath A, Hendrickson C (1998) Steel versus steel-reinforced concrete bridges: environmental assessment. *J Infrastruct Syst* 4(3):111–117
- [24] Čokić M.; petronijević P.; Todorović M. S.; Pecić N. (2015) Analiza vezane energije i emisije CO² pri izvođenju mostovske konstrukcije sa stanovišta održivosti. *GRAĐEVINSKI MATERIJALI I KONSTRUKCIJE* 58 (2015) 2 (3-20), doi:10.5937/grmk1502003C
- [25] Lounis Z, Daigle L (2007) Environmental benefits of life cycle design of concrete bridges. Proceedings of the 3rd International Conference on Life Cycle Management, Zurich, Switzerland, August 27-29, 2007, pp 1–6
- [26] Zhang Y. (2008): Ecologically based LCA—an approach for quantifying the role of natural capital in product life cycles. The Ohio State University, the United States of America