

EFIKASAN PRISTUP UNAPREĐENJU BEZBEDNOSTI PRILIKOM REKONSTRUKCIJE PUTA – ZNAMO PUT!

Miroslav Osoba, Vladan Tubić

Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, Srbija, lorens@sf.bg.ac.yu

Jesper Mertner

COWI A/S, Danska

Rezime: Nebezbednost saobraćaja na putnoj mreži Srbije je veoma ozbiljan problem, a doprinos puta i njegovih činilaca kao faktora rizika je znatan, mada kod nas nedovoljno istražen i verifikovan. Rekonstrukcija puta je prilika da se uz relativno mala i kratkoročna ulaganja u eliminaciju ili ubažavanje rizika ostvare znatni efekti u domenu poboljšanja bezbednosti saobraćaja. Visoku ekonomsku i humanu efikasnost ovakvih ulaganja nije teško egzaktno dokazati. U radu je učinjen prikaz celovite primene savremene referentne metodologije provere opravdanosti ulaganja u unapređenje bezbednosti na značajnom pravcu nacionalne putne mreže. Primenjeni su postupci i modeli vrednovanja i procene efekata bezbednosnih mera veoma bliski onim koji se koriste u naprednom svetu. Prikazani rezultati navode na zaključke koji mogu imati stratešku vrednost i doprineti efikasnom unapređenju putne mreže.

Gljučne reči: Rekonstrukcija puta, istraživanje faktora rizika puta, cost-benefit analiza

THE EFFICIENT APPROACH TO TRAFFIC SAFETY IMPROVEMENT DURING ROAD RECONSTRUCTION – WE KNOW HOW!

Abstract: Road safety is a serious problem in Serbia, road safety performance is very poor by international standards and it is clear that overall conditions of road give significant contribution to such situation. Road reconstruction is a suitable occasion for road risk elimination or its significant reduction. With application of short-term and not too much expensive measures high safety and economic effects can be achieved. The high feasibility of such approach is logical and easy to proof. The paper presents the methodology and findings of a comprehensive project where road safety was enquired in details, risk eliminating measures recommended, evaluated and compared to estimated safety improvement effects. The results promise and stress some strategic destinations.

Key words: Road reconstruction, safety audit, cost-benefit analysis

1. UVOD

Putna mreža Srbije je prema brojnim pokazateljima među najnebezbednijim u regionu i u Evropi. Razlozi za to su brojni, počevši od nasleđenih loših elemenata trase, fizičke oštećenosti kolovoza i drugih posledica njegovog lošeg održavanja, nekvalitetnog i nekompletnog sistema regulisanja saobraćaja kao i elemenata aktivne i pasivne bezbednosti puta (saobraćajne signalizacije i opreme) itd. S druge strane, navedeni nedostaci predstavljaju veliki potencijal za finansijski i vremenski efikasno vidno unapređenje stanja sistema i znatno redukovanje nivoa rizika na putu primenom relativno jeftinih i kratkoročnih intervencija u domenu unapređenja sistema regulisanja saobraćaja i odgovarajućeg kompletiranja sistema namenjenih bezbednosti saobraćaja.

Od nedavno se i u domaćoj stručnoj praksi primenjuje tzv. *safety audit* (istraživanje činilaca rizika puta), u razvijenom svetu verifikovana i priznata metodologija neposrednog utvrđivanja rizika puta. Do veoma kvalitetnih, ažurnih i detaljnih podataka se dolazi

- a) neposrednim obilaskom, osmatranjem i ekspertskom procenom svih elemenata puta i njegovog referentnog okruženja ili
- b) kritičkom proverom svih sagledivih elemenata puta iz projektne dokumentacije novoprojektovanih saobraćajnica.

Prema saznanjima autora, prvu inicijalnu realizaciju ove metodologije u našim nacionalnim okvirima predstavljala je obuka specijalista sa Saobraćajnog fakulteta u Beogradu koju su marta 2003. godine izvršili eksperti danske konsultantske firme COWI. Studija [1] koja je u osnovi ovog rada je prva praktična i celovita primena *safety audit*-a u okviru konkretnog studijskog projekta vezanog za putnu mrežu Srbije.

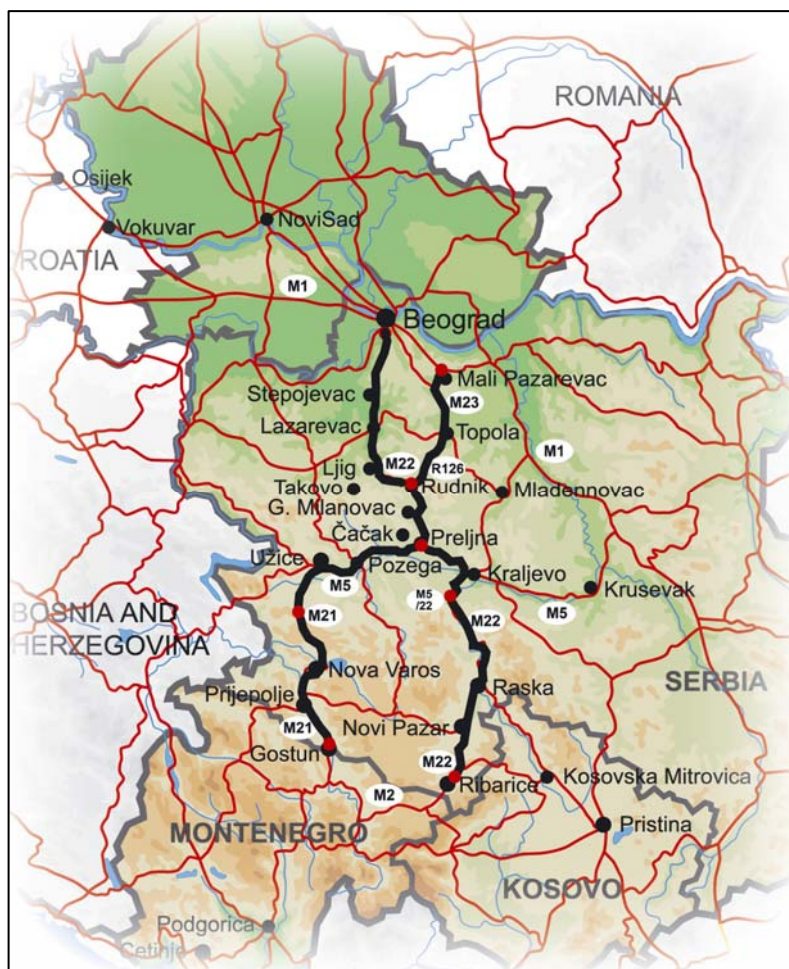
Pored okvirnog prikaza primenjene metodologije istraživanja, u radu je dat i osvrt na postupke za analizu troškova saobraćajnih nezgoda i modele za procenu očekivanih posledica saobraćajnih nezgoda u finkciji prognoziranog saobraćaja i planiranih uslova puta. Na ovim pokazateljima se zasniva analiza očekivanih ekonomskih efekata poboljšanja bezbednosti saobraćaja nakon izgradnje ili rekonstrukcije puteva. Analizom postojećih postupaka i najznačajnijih kvantitativnih vrednosti aktuelnih pokazatelja identifikovani su glavni problemi koji značajno utiču na realnost procene ekonomskih efekata unapređenja bezbednosti saobraćaja. U zaključnim razmatranjima su, uz prikaz rezultata prve celovite primene *Safety audit*-a na putnoj mreži Srbije i rezultata tom prilikom primenjenog vrednovanja, date preporuke za dalje aktivnosti i buduća istraživanja.

2. ISTRAŽIVANJE ČINILACA RIZIKA PUTA

„Studija opravdanosti rekonstrukcije putnog pravca Beograd – granica Crne Gore” je bio projekat finansiran i vođen od strane Evropske agencije za rekonstrukciju (*European Agency for Reconstruction - EAR*) i započet je 2004. godine. Realizacija je poverena međunarodnom konzorcijumu koga su činili danski COWI A/S, francuski BCEOM (*Société Française d’Ingénierie*), Saobraćajni fakultet iz Beograda (Katedra za saobraćajno inženjerstvo) i CPV (Centar za puteve Vojvodine) iz Novog Sada.

Cilj projekta je bilo utvrđivanje ekonomske, ekološke i tehničke isplativosti različitih scenarija rekonstrukcije i eventualne parcijalne izgradnje putnih koridora koji od Beograda vode ka Republici Crnoj Gori, sa posebnim naglaskom na unapređenju svih aspekata bezbednosti postojećeg puta, kao i na ograničenim građevinskim intervencijama na profilu i trasi puta koje bi doprinele povećanju efikasnosti i bezbednosti saobraćajnog procesa.

Ispitivanju su podvrgnute varijante putnog pravca koje su formirane odgovarajućim logičnim kombinovanjem postojećih fragmenata putne mreže (Slika 1). Budući da istraživana mreža ima okvirnu konfiguraciju sličnu latiničnom slovu “X”, četiri bazne varijante su formirane kombinovanjem alternativnih severnih krakova mreže sa alternativnim južnim krakovima. Druge dve varijante su formirane kao kombinacija novoizgrađene autoputske saobraćajnice od Beograda do Požege sa svakim od dva južna kraka postojeće putne mreže.



Slika 1. Konfiguracija projektom razmatrane postojeće putne mreže

Putna mreža podvrgnuta istraživanju duga je nešto preko 550 km i sastoji se od puteva različitih funkcionalnih karakteristika i karaktera trase, od brežuljkaste, preko brdske do planinske. Zahvaljujući toj činjenici rezultati *safety audit*-a su zanimljivi ne samo sa aspekta predmetne mreže već i kao karakteristični za ostale putne saobraćajnice nacionalne mreže sličnih karakteristika.

Metodologija rada na projektu je bila u saglasnosti sa onom koju za takve projektne zadatke preporučuje Direkcija za puteve Danske (*Danish Road Directorate*). Analiza bezbednosnih atributa puta počinje analizom istorijskih podataka o saobraćajnim nezgodama (pokazateljima nebezbednosti) i geometrijskih karakteristika puta iz referentne baze podataka o putevima (*road screening*). Istovremeno i nakon njih radi se *safety audit* istraživanje i time kompletira diagnostika stanja. Slede analiza stanja i preporuke za otklanjanje uočenih nedostataka i rizika. Preporučene mere se vrednuju kroz analizu troškova njihove realizacije i procenjenih efekata njihove primene u pogledu "ušteda" na posledicama saobraćajnih nezgoda (*cost/benefit analysis*). Rezultati ovog vrednovanja bivaju važan deo sveobuhvatnog vrednovanja opravdanosti alternativnih scenarija rekonstrukcije puta.

Najznačajniji nalazi analize podataka o nezgodama su prostorna i vremenska distribucija incidentnih događaja, kao i njihova vrsta (tip saobraćajne nezgode). Podatak koji bi bio dragocen je svakako uzrok nezgode, ali se do njega na osnovu policijskih izveštajaja ne može

doći, odnosno uzrok koji je u njima naveden nije takvog kvaliteta i pouzdanosti da se na bazi njega može osnovano zaključivati. Naime, policijski izveštaji su tradicionalno orijentisani ka adresiranju eventualne krivice na nekog od učesnika, na neprilagođenu vožnju uslovima puta i slično. Karakteristična raspodela činilaca koji su doprineli nezgodama prikazana je u Tabeli 1.

God.	Doprinos nastanku nezgode					
	Neprikladna brzina	Psiho-fizičko stanje vozača	Nepravilno preticanje	Ostale greške učesnika	Greška vozila	Greška puta
2000	41%	6%	14%	~38%	1%	0.1%
2001	59%	3%	4%	~33%	1%	0.1%

Tabela 1. Raspodela dominantnih činilaca nastanka nezgode na razmatranoj mreži na osnovu policijskih izveštaja

Prema obimnim istraživanjima sprovedenim u razvijenom svetu očigledno je da se faktoru puta pridružuje znatno veći uticaj u stvaranju rizika nastanka saobraćajne nezgode (Tabela 2.). Pri tom treba imati u vidu da se radi o putevima koji su neuporedivo kvalitetniji u odnosu na one kojima raspolazemo u našim prostorima.

Činilac	Doprinos nastanku nezgode (%)	
	GB	USA
PUT	2	3
Čovek (učesnik)	65	57
Vozilo	2	2
PUT i čovek	24	27
Čovek i vozilo	4	6
Vozilo i PUT	1	1
PUT, čovek i vozilo	1	3
Ukupno učešće PUTa	28	34

Tabela 2. Raspodela dominantnih činilaca nastanka nezgode prema britanskim i američkim istraživanjima

Na osnovu prethodnog jasno je da je težište analitičkog pristupa problemu identifikacije rizika moralo biti usmereno na ekspertsku procenu objektivnih činilaca rizika puta razmatranjem njegovih fizičkih i funkcionalnih karakteristika. Ovakva analiza ima viši nivo opštosti od analize nezgoda koje su se na putu dogodile jer obuhvata i ona mesta i situacije koje nisu u razmatranom istorijskom periodu bili poprišta incidentnih događaja, ali imaju nesumnjiv „potencijal” da to postanu. Dok je analiza nebezbednosti (saobraćajnih nezgoda) zasnovana na stohastici u događanju i raspodeli nezgoda, *safety audit* posvećuje inicijalno podjednaku pažnju svim činocima puta i među njima na bazi objektivnog nivoa rizika prepoznaje one kojima treba posvetiti i dodatnu pažnju.

Paralelno sa *safety audit*-om vršena je i analiza fizičkih i funkcionalnih elemenata trase na osnovu baze podataka o elementima puta i njegovog referentnog okruženja. Prepoznavane su i prostorno locirane deonice istraživane putne mreže koje su potencijalni nosioci povećanog rizika na osnovu sledećih kriterijuma:

- Horizontalne krivine radijusa manjeg od 400 m i radijusa između 400 i 1000 m,
- Podužni nagib puta veći od 3,5 % na sekcijama dužim od 500 m,
- Sekcije za velikom gustinom raskrsnica i lokalnih priključaka na put,
- Deonice koje prolaze kroz naselja itd.

Safety audit na postojećoj putnoj mreži je vršen neposrednim obilaskom kompletne mreže, pri čemu je njen najveći deo sniman tokom pešačenja. Brojni podaci o činiocima rizika puta koji su prilikom terenskog istraživanja uočeni i zabeleženi prostorno su locirani pomoći GPS uređaja i skladišteni u PDA jedinicu posredstvom posebnog za tu namenu dizajniranog softvera. Kancelarijski deo analize sastojao se od prebacivanja podataka sa PDA uređaja na GIS aplikaciju, gde je vršena dalja detaljna obarada podataka.

Tokom inspekcije postojeće putne mreže koridora Beograd – granica Crne Gore uočeni su, između ostalih, sledeći karakteristični nedostaci i činioci rizika saobraćajnog procesa:

- Riskantno i nedisciplinovan ponašanje korisnika (velike brzine, opasna i nedozvoljena preticanja, riskantno kretanje i ponašanje pešaka itd.),
- Zaštitna ograda nedostaje na najvećem delu deonica gde bi po karakteru puta i neposrednog putnog okruženja bila neophodna, najčešće duž strmih padina nasipa i useka, duž spoljnih i unutrašnjih ivica puta u krivini, spram masivnih krutih objekata u blizini puta (potporni zidoci, stubovi, drveće itd.),
- Postojeća zaštitna ograda je često u lošem stanju, oštećena ili propala od starosti i lošeg održavanja, gotovo po pravilu se ne postavlja u dovoljnoj dužini da bi sprečila kontakt vozila i krutog masivnog objekta,
- Duž planinskog dela mreže česta su mesta odrona kamenja ili sitnog materijala koja zahtevaju odgovarajuću zaštitu,
- Oštre radijusi krivina zahtevaju bolje označavanje horizontalnom i vertikalnom signalizacijom i opremanje elementima optičkog vođenja vozača.
- Većina mostova nije opremljeno zaštitnom ogradom duž prilaza tako da sletanje vozila niz strme padine nasipa koje mostu prethode nije adekvatno sprečeno,
- Mnogi mostovi su ograđeni samo ogradom za pešake, što u slučaju izletanja vozila ne predstavlja dovoljnu zaštitu od pada sa objekta,
- Ulazni portali tunela predstavljaju opasne krute objekte u neposrednoj blizini kolovoza jer nisu zaštićeni odbojnim ogradama niti vizuelno dovoljno naglašeni,
- Nedostatak osvetljenja u tunelima nije kompenziran kvaitetnom signalizacijom i opremom tako da oni predstavljaju veoma riskantne segmente puta,
- Česti su duboki i nezaštićeni drenažni kanali i kolektori velikog promera i masivne konstrukcije,
- Riskantnim se smatraju i nezaštićeni ivičnjaci visine veće od 10 cm, a zaštitna ograda koja se ponekad postavlja iz njih gubi svoj puni smisao i efikasnost,
- Vertikalna signalizacija je nepotpuna i ne obnavlja se nakon oštećenja, uništenja ili uklanjanja sa inicijalne pozicije; ograničenja brzine nisu dosledna niti se logično i konzistentno predočavaju vožćima, što je sučaj i sa znakovima pri prolasku puta kroz naselje i pri najavi oštre krivine,
- Uočena je nesaglasnost vertikalne i horizontalne signalizacije pri kontroli preticanja, kao i nedosledna primena kriterijuma dozvoljenog preticanja duž trase puta,

- Na sekcijama puta sa 2+1 saobraćajnom trakom dozvoljava se preticanje vozila u samostalnoj traci, što se smatra izuzetno riskantnim i neprihvatljivim regulativnim rešenjem,
- Veće raskrsnice duž puta su regulisane na neodgovarajući način, nepregledne, bez funkcionalne podrške raspodeli prioriteta,
- Bezbrojni lokalni priključci su nekontrolisani, bez ikakve signalizacije, neki prilaze putu direktno sa nestabilizovane i nečiste podloge,
- Prolazak puta kroz naselje je neprincipijelno realizovan, prepun rizičnih rešenja i situacija, nedovoljno podržan signalizacijom i opremom, opterećen parkiranjem i pojavom nedisciplinovanih pešaka i biciklista,
- Pešačke komunikacije su nedovoljno udaljene i zaštićene od kolovoza puta i mogućeg izletanja vozila itd.

Na osnovu detaljnih istraživanja formulisane su preporuke za unapređenje analizirane putne mreže i smanjenje nivoa rizika. One su zasnovane na četiri standardna principa:

- treba težiti da nezgode budu izbegnute minimizacijom broja i ozbiljnosti konflikata koji se u saobraćajnom procesu mogu pojaviti,
- put treba da je “tolerantan” prema greškama učesnika, odnosno da ne “kažnjava” korisnike za njihove greške, već da ih amortizuje i bezbedno sanira (*forgiving road and roadside*),
- izgled puta u svakom njegovom segmentu treba da je saglasan sa aktuelnim ograničenjem brzine, što znači da ograničenja brzine treba da su logična i saglasna situaciji, podržana odgovarajućim pratećim merama „smirivanja” brzine (*calming*),
- često je radi izbegavanja rizika potrebno ići i iznad tradicionalnih standarda u putogradnji (krivine, bezbedni putni pojas, raskrsnice).

Takođe je pri saniranju uočenih rizika primenjivan i značajan trostepeni operativni pristup, prema kome se uzroci rizika prvenstveno (1.) uklanjaju, ako to nije moguće (2.) zaštitnom opremom se štiti (zaprečava) prilaz njima, a ako ni to nije moguće tek onda se (3.) na odgovarajući način rizični objekti obeležavaju da bi učesnici bili svesni visokog nivoa rizika i sami se prilagodili toj činjenici.

Prema navedenim principima za uočene bezbednosne nedostatke istraživane mreže su date detaljne preporuke za sanaciju rizika. Među najznačajnijim i najzastupljenijim preporučenim merama su:

- Postavljanje elastične odbojne ograde duž jedne ili obe ivice kolovoza spram strmih strana nasipa i useka, na prilazima putnim objektima ili ispred masivnih prepreka u bezbednoj zoni puta koje se ne mogu ukloniti (potporni zidovi, zidani objekti itd.); u studiji je preporučena primena prosečno 1,24 km ograde na km puta razmatrane mreže;
- Rešenja zasnovana na zaštitnoj ogradi i drugim merama na ulaznim portalima tunela, na mostovima i drugim fiksnim masivnim objektima;
- Unapređenje raskrsnica izbegavanjem četvorokrakih, preoblikovanjem trokrakih i smirivanjem brzina na njihovim prilazima, obezbeđenjem traka za usporavanje vozila u skretanju, redukcijom levih skretanja itd.;
- Mere smirivanja saobraćaja (fizičke kontrole brzine) na odsecima puta na prilazu i kroz naselje, uz obezbeđenje odvojenih ili zaštićenih pešačkih komunikacija;

- Blagovremena najava i dosledna primena lokalnog ograničenja brzine pred ostrim krivinama i drugim kritičnim tačkama;
- Redukovanje dužine sekcija puta sa režimom 2+1 trake, uz zabranu preticanja na samostalnoj traci;
- Preprojektovanje autobuskih stajališta u skladu sa bezbednim principima i funkcionalno obezbeđenje odgovarajućih pešačkih veza i prilaza;
- Obezbeđenje i upotpunjenje konzistentnog i kvalitetnog sistema vertikalne i horizontalne signalizacije koji sa korisnicima permanentno “komunicira” i nudi operativnu informaciju od značaja za bolje prilagođavanje vožnje uslovima puta...

Veoma značajan deo projekta je posvećen proceni troškova aplikacije primenjenih mera jer se sa njima neposredno ulazi u proces vrednovanja i procene opravdanosti investicija. Troškovi predloženih mera su prilagođeni “cenovniku” koji se primenjuje u međunarodnim okvirima, a pojedine od jediničnih cena su navedene u Tabeli 3. Ukupni troškovi svih predloženih mera unapređenja bezbednosti razmatrane putne mreže iznose oko 36 miliona EUR ili oko 65 hiljada EUR po kilometru puta. Naravno, severni deo mreže sa povoljnijom trasom i ravnijim terenom zahteva oko 45 do 55 hiljada EUR/km, dok se na planinskom terenu južnog dela mreže prosečni troškovi kreću između 60 i 80 hiljada EUR/km.

Mera	EUR
Elastična zaštitna ograda (po km, duž jedne ivice kolovoza)	29.400
Centralna elastična zaštitna ograda (po km)	42.400
Unapređenje hor. i vert. signalizacije u oštroj krivini	300
Unapređenje hor. i vert. signalizacije duž puta (km)	2.500
“Vibrirajuće” trake (<i>rumble stripes</i>) i znakovi za lokalnu kontrolu i smirivanje brzina na opasnoj lokaciji	600
Unapređenje traka za ubrzavanje i usporavanje pri skretanju	5.000
Unapređenje kompletne signalizacije na raskrsnici	900
Obezbeđenje odgovarajućeg autobuskog stajališta	12.000
Obeležavanje i fizičko obezbeđenje tunelskog ulaza	5.900
Osvetljenje unutar tunela (po tunelu, okvorno)	500.000
Postavljanje svetlosnih signala na raskrsnici	80.000
Preoblikovanja četvorokrake u kružnu raskrsnicu	250.000
Unapređenje četvorokrake raskrsnice	200.000
Zaštita puta od odrona zemlje i kamena (po km)	100.000
Unapređenje pešačkih komunikacija (po km)	10.000
Izgradnja pešačkih komunikacija (po km)	25.000
Obezbeđenje prilaza mostovima (po mostu)	5.900

Tabela 3. Jedinične cene bezbednosnih mera i opreme

3. OSVRT NA OSNOVNE PROBLEME U VREDNOVANJU EFEKATA OD BEZBEDNOSTI SAOBRAĆAJA U SRBIJI

Svi projekti, bilo da se radi o merama poboljšanja kvaliteta kolovoza, povećanja kapaciteta puta, ili merama za snižavanje rizika od nezgoda, podležu analizi ekonomske opravdanosti. Značajan segment dobiti u skoro svim projektima koji se tiču putne mreže, a u merama za eliminaciju opasnih mesta i celokupnu dobit, predstavlja vrednost broja izbegnutih saobraćajnih nezgoda ukoliko se primeni predložena mera. Razlike izražene u broju

izbegnutih pojedinih vrsta nezgoda godišnje, u skladu sa prognoziranim saobraćajem na posmatranoj mreži u n -togodišnjem periodu analize, predstavljaju predmer efekata u bezbednosti saobraćaja, koji se očekuju od realizacije projekta. Poznavanjem vrednosti ukupnih društvenih troškova (gubitaka) za osnovne vrste saobraćajnih nezgoda, i modelima koji će kvantifikovati određene mere poboljšanja putnih i saobraćajnih uslova sa aspekta bezbednosti, mogu se identifikovati očekivani ekonomski efekti smanjenja rizika puta.

U velikom broju studija opravdanosti izgradnje i revitalizacije putnih deonica, urađenih u našoj zemlji u proteklom 25-togodišnjem periodu, pokazalo se da učešće ekonomskih koristi po osnovu poboljšanja bezbednosti iznosi oko 2 - 6%, što je znatno manje od globalnih ocena koje su iznesene na brojnim stručnim i naučnim skupovima posvećenim problemima bezbednosti saobraćaja.

Za analizu troškova saobraćajnih nezgoda, pri izradi studija opravdanosti projekata puteva, i na osnovu postojećih Uputstava za izradu studija opravdanosti [2] u našoj zemlji najčešće su u upotrebi bila sledeća dva postupka:

1. Postupak prema preporukama *Dorsch-Berger* koji je u upotrebi od 1974.g.,
2. Kombinacija tih preporuka sa savremenijim rezultatima analiza [4].

U Srbiji još uvek ne postoje u dužem roku sistematski evidentirani i analizirani osnovni podaci o troškovima telesnih povreda u saobraćajnim nezgodama, kao ni sveobuhvatna istraživanja za utvrđivanje troškova nezgoda sa smrtnim ishodom. Ova istraživanja treba da budu izvršena i prihvaćena - preporučena na nivou zemlje za određene vremenske periode, a ne da se jedinični troškovi nezgoda usvajaju za svaki slučaj (studiju izvodljivosti) posebno.

Kombinujući mnoge preporuke sa rezultatima analiza i dugogodišnjim iskustvom u izradi studija opravdanosti u literaturi [4] data je preporuka o prosečnim jediničnim cenama – za napred navedene osnovne grupe troškova. Prosečni ponderisani trošak 1 saobraćajne nezgode zbog nedostupnosti podataka o strukturi saobraćajnih nezgoda u Srbiji (Jugoslaviji) računat je na osnovu orijentacionih podataka.

Problem izračunavanja troškova saobraćajnih nezgoda dugo zaokuplja pažnju stručnjaka iz celog sveta. Do 2000. godine pojavio se je veliki broj modela, ali su osnovni problem bile velike razlike između ovih modela u različitim državama sveta. Nakon par godina unificiranja, tj. već od 2002. godine, razlike između ovih modela su se smanjile na meru dovoljnu da bi se rezultati dobijeni raznim modelima mogli uporediti. U svetu se izvodi sve veći broj istraživanja sa ciljem dobijanja što preciznijih vrednosti ovih troškova. Takođe, sve veći broj država u svetu prihvata modele kao zvanične i služi se njima u procenama troškova. Za razliku od savremenih trendova gde se već vrši i međudržavna saradnja po ovim pitanjima, kod nas još uvek osim pokušaja pojedinih eksperata, postoji elementarni problem - nepostojanje zvanično verifikovanog modela za proračun socio-ekonomskih posledica saobraćajnih nezgoda na nivou države.

U tabeli 4., prikazani su rezultati istraživanja za definisanje jediničnih troškova saobraćajnih nezgoda za osnovne grupe posledica, kao i domaće preporuke. Analiza podataka iz tabele 4 ukazuje na desetostruko manje vrednosti jediničnih troškova nezgoda koje su preporučene u našoj zemlji. Naravno da su prosečne vrednosti u zemljama koje su na sličnom ekonomskom nivou razvoja kao naša značajno manje nego u ekonomski razvijenim zemljama, ali ovakve razlike urgentno zahtevaju obimna i sveobuhvatna istraživanja. Sa ovim problemom susreli su se i autori niza značajnijih studija opravdanosti koje su rađene u našoj zemlji od 2001.godine, bilo da su te studije rađene zajedno sa stranim ekspertima ili su bile osnov za pregovore sa međunarodnim finansijskim institucijama. U tabeli 5. su prikazane vrednosti jediničnih

troškova saobraćajnih nezgoda koje su ekspertski procenjivane na osnovu inostranih modela i vrednosti koje su korišćene u fizibiliti studijama u zemljama regiona. Eksperski procenjivane i usvajane vrednosti su skoro udvostručene u periodu 2002.-2006. godine u funkciji ekonomskog oporavka zemlje, porasta nacionalnog dohotka, ali promene pristupa i odnosa stručne javnosti prema problemima bezbednosti saobraćaja.

MODEL	Godi- na	Jedinični troškovi (EUR)			
		Smrtni ishod	Teška telesna povreda	Laka telesna povreda	Materijalna šteta
Preporuka za Srbiju [4]	1997	53.180		1.150	500
Model iz Viktorije (Australija) ¹	1997	311.642		12.677	571
Model iz Kalifornije ²	1998	883.140		20.380	3.110
Model UNITE (preporuka EU) ³	1998	1.500.000	195.000	15.000	
Model iz Švedske ⁴	2002	1.959.000	350.000	20.000	1.500
Model iz Londona ⁵	2002	1.062.415	147.926	10.773	-
Model iz SAD ⁶	2003	935.992		38.025	6.850

Tabela 4: Jedinični troškovi saobraćajnih nezgoda iz relevantne literature

NAZIV STUDIJE	Jedinični troškovi saobraćajne nezgode sa (EUR)			Prosečna cena 1 saobr. nezgode (EUR)
	Poginulim	Povredje- nim licima	Materija- lnom štetom	
STUDY OF PRIORITY (URGENT) INTERVENTIONS ON THE ARTERIAL ROAD NETWORK OF THE REPUBLIC OF SERBIA, Faculty of Transport and Traffic Engineering, Belgrade, 2002	65.000	1.800	700	4.000
REBIS - RECONSTRUCTION OF BALKAN INFRASTRUCTURE – TRANSPORT, CARDS PROGRAMME, Consorciium COWI, ISF, et al., 2003	75.000	2.500	850	4.950
FEASIBILITY STUDY FOR SECOND CARRIAGEWAY LANE CONSTRUCTION ON E-75 (M-22) HIGHWAY, STRETCH: NOVI SAD - BELGRADE, Faculty of Transport and Traffic Engineering, Belgrade, 2003	75.000	2.500	850	4.950
STUDIJA OPRAVDANOSTI IZGRADNJE DRUGE KOLOVOZNE TRAKE AUTOPUTA E-75 (M -1), DEONICA: SRPSKA KUĆA – GRANICA BJR MAKEDONIJE (HELENIC PLAN), Saobraćajni fakultet, Beograd, 2003.	90.000	3.000	950	5.950
TEHNICAL ASSISTANCE PROJECT AND ROADS RECOVERY PLAN, BoozAllen Hamilton, USA, Republička direkcija za puteve, Beograd, 2004	110.000	4.500	1.000	6.500
FEASIBILITY STUDY FOR BELGRADE – MONTENEGRO ROAD, SERBIA (Serbia and Montenegro), COWI, BECOM, TTF, CPV, Belgrade, 2006.	287.000	37.000 (teške p.) 3.000 (lake p..)	1.000	-

Tabela 5. Prosečne jedinične cene saobraćajnih nezgoda korišćene u studijama opravdanosti radjenim u Srbiji regionu u periodu 2002.-2006.godina

¹ Watson, W., Ozanne-Smith, J., Monash University Accident Research Centre, Report #124, 1997

² Pacific Institute for Research and Evaluation, Miller, T., Lestina, D., Spicer, R. Highway crash costs in the United States by driver age, blood alcohol level, victim age, and restraint use. Accident Analysis and Prevention (30)2:137-150. 1998.

³ European Union, Competitive and Sustainable Growth Research Programme, Brochure, 1998.

⁴ Swedish National Road Administration (SRNA), SIKÅ, Statens Institut for Kommunikationsanalys. Oversyn av samhällsekonomiska kalkylprinciper och kalkylvarden pa transportområdet, Rapport 2002:4, ASEK Stockholm 2002

⁵ Matrix MHA Research and Consultancy, Accident and Injury Expert Group, Too high a price: Injuries and accidents in London, London September 2002

⁶ National Safety Council (NSC), USA, 2003.

Jasno je da je sa visokom vrednošću jediničnih troškova lako opravdati svako ulaganje u rehabilitaciju ili rekonstrukciju u cilju povećanja bezbednosti. Prema tome vrednost saobraćajne nezgode odražava pred ekonomskog i opšti stav društva (strategiju) prema bezbednosti u saobraćaju. Stoga je veoma važno da se usvoje opšte važeće standardne vrednosti troškova pojedinih kategorija saobraćajnih nezgoda, odnosno da se verifikuju metodologije, kako bi se postigla uporedivost rezultata raznih studija.

U vrednovanju projekata puteva neophodno je i da se utvrdi uticaj tehničko - eksploatacionog stanja puta na učestalost saobraćajnih nezgoda. Na žalost, postoje i drugi brojni činioci koji mogu uticati na pojavu saobraćajne nezgode. Saobraćajne nezgode se najčešće događaju kao posledica delovanja više činilaca, odnosno više nepovoljnih okolnosti.

S obzirom na opšte teškoće po pitanju razvoja modela za utvrđivanje broja i karakteristika saobraćajnih nezgoda, a i s obzirom da u Srbiji i Jugoslaviji nisu postojala odgovarajuća istraživanja, to su u prvim Jugoslovenskim upustvima za izradu studija o izvodljivosti puteva iz 1974. godine preporučena odgovarajuća uopštavanja, o zavisnosti saobraćajnih nezgoda od putnih i saobraćajnih uslova, iz inostranih izvora. Isti model zavisnosti i uopštavanja preporučeni su za korišćenje i Uputstvima za izradu studija izvodljivosti iz 1992. godine [2].

Pošto podaci o broju saobraćajnih nezgoda po 1 km na konkretnim deonicama za duži vremenski period nisu bili raspoloživi, a samim tim i ozbiljnija istraživanja ovog problema, to je preduzeto poboljšavanje modela za utvrđivanje broja nezgoda u periodu do 1997.g. [4]. Kao osnova su poslužili rezultati istraživanja vršenih u SAD, publikovanih u renomiranim naučno-stručnim časopisima. Na bazi ovih istraživanja definisani su odgovarajući empirijski modeli o zavisnosti broja nezgoda od karakteristika puta (kontrola pristupa, uzdužnog nagiba, radijusa manjih od 400m, itd.,) i veličine saobraćajnog toka [5].

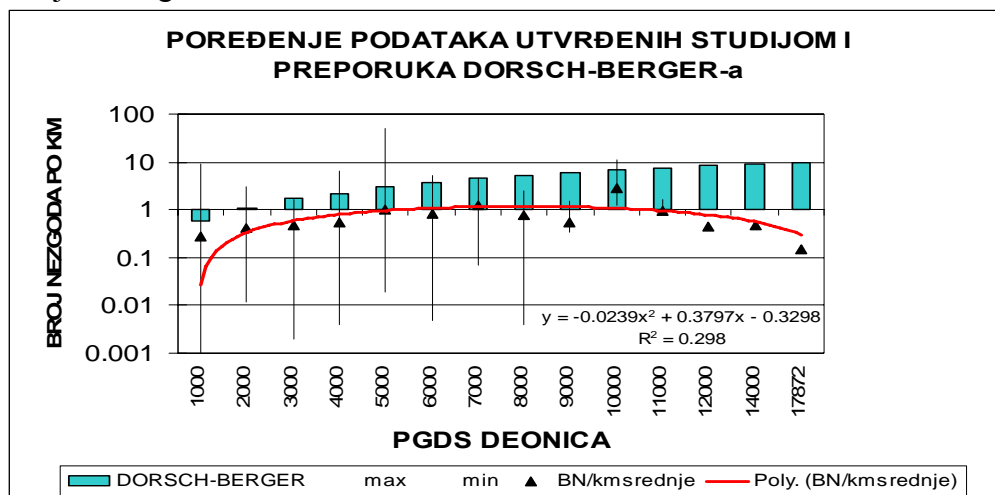
Generalno posmatrajuci sa teoretsko-metodološkog aspekta, prvi postupak potpuno zanemaruje efekte bilo kakvih intervencija osim promene tipa puta. Čak i kod same promene tipa puta se zanemaruje veći stepen pozitivnih uticaja te promene kod rekonstrukcije ili izmeštanja trase za neku deonicu visokog rizika u odnosu na manje rizične deonice. To praktično znači da će intervencije na najrizičnijim i najbezbednijim deonicama imati iste efekte u pogledu bezbednosti. Na Slici 2 prikazane su minimalne, maksimalne i ponderisane prosečne vrednosti broja nezgoda po km za deonice sa određenim saobraćajnim opterećenjem utvrđene analizom realnih podataka za 2000. i 2001. godinu na magistralnoj mreži Srbije.

Drugi postupak uvodi u proračun nešto izmenjene vrednosti broja nezgoda osnovnih tipova puta kao i uticaj karakteristika trase, sve na osnovu američkih iskustava iz kraja 80-tih. Mada se postavlja pitanje validnosti faktora uticaja pojedinih karakteristika u našim uslovima, obzirom da se pretežno radi o odnosima, a ne veličinama verovatno ne postoje velika odstupanja. Svakako je pozitivno to što je uveden uticaj nepovoljnijih geometrijskih uslova trase i poprečnog profila.

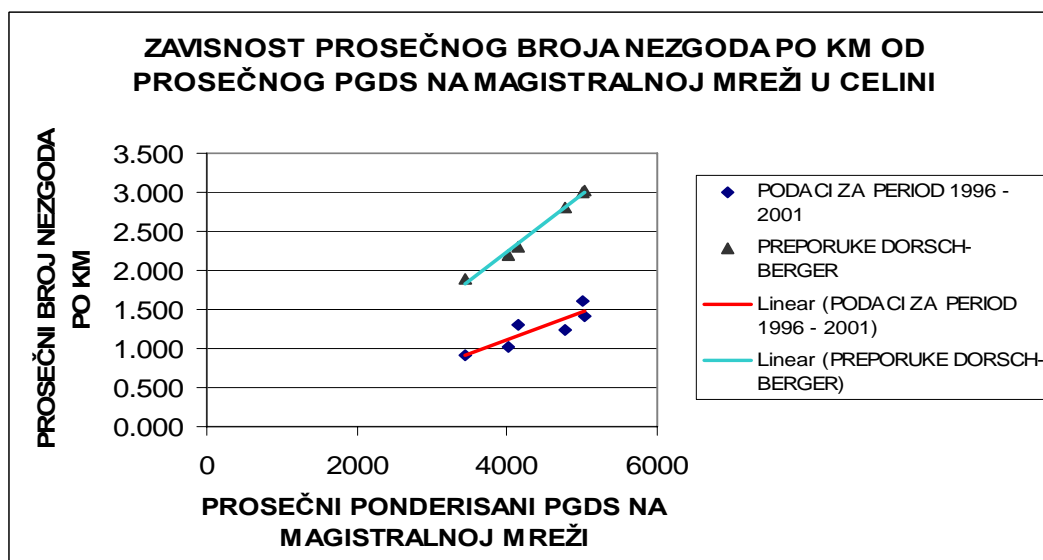
Na Slikama 2 i 3 je prikazan odnos vrednosti iz *Dorsch-Berger*-ovih preporuka i prosečnih vrednosti na našoj magistralnoj mreži. Na Slici 2 je prikazan prosečan broj nezgoda po km za period 2000.- 2001.g. na deonicama pojedinih kategorija saobraćaja, a na Slici 3 prosečan broj nezgoda po km za magistralnu mrežu u celini u zavisnosti od prosečnog ponderisanog saobraćaja na razmatranoj mreži za period od 1996. - 2001.g. Vrednosti iz preporuka ne odgovaraju ni vremenskom ni prostornom proseku, što je, uostalom, već ranije utvrđeno, niti su saglasni trendovi regresionih funkcija. Dati podaci su samo detaljnija kvantifikacija odstupanja. Najzanimljivija je činjenica da su *Dorsch-Berger*-ove prognoze daleko nadmašile stvarne vrednosti na našim putevima, mada je poznato da je rizik na našim putevima veoma visok.

Dati dijagrami i analize u mogu da posluže samo kao indikacija za dalja istraživanja sa ciljem:

- Obezbeđivanja pouzdanih informacija i naučno utemeljenih analiza o ekonomskim gubicima društva koji nastaju kao posledica saobraćajnih nezgoda.
- Utvrđivanja pouzdanih kvantifikatora (provereni u našim uslovima) ili razvoj sopstvenih modela kojim se iskazuje uticaj tehnicko-eksploatacionih karakteristika puta, regulativno upravljačkih mera uključujući ITS i karakteristika saobraćajnog toka na broj i strukturu saobraćajnih nezgoda.



Slika 2. Poređenje podataka o stvarnom broju nezgoda na nivou deonica za magistralnu putnu mrežu u 2000. i 2001. godini sa preporukama iz uputstava koja su još uvek u primeni [2]



Slika 3. Poređenje prosečnog broja nezgoda po km na dvotračnim putevima magistralne mreže za period 1996.-2001.g., sa preporukama [2]

4. REZULTATI *COST-BENEFIT* ANALIZA PRIMENOM REFERENTNE METODOLOGIJE IZ STUDIJE^[1]

U okviru ove tačke dati su sumarni rezultati vrednovanja efekata unapređenja bezbednosti puta na osnovu rizika utvrđenih *safety audit*-a istraživanjem u okviru studijskog projekta [1]. I ova analiza je, kao i prethodni dijagnostika i istraživanje, rađena prema aktuelnoj metodologiji Direkcije za puteve Danske (*Danish Road Directorate*).

Procena efekata primene mera za otklanjanje ili umanjeње rizika vršena je za 4 varijante mreže i za *do minimum* scenario. Očigledan je zaključak da se relativno visoki efekti mogu očekivati od predviđenih mera nastalih sveobuhvatnim pristupom u domenu bezbednosti saobraćaja na analiziranim mrežama. To je zato što se primenom specifičnih mera i osetljivim modelima dobila relativno velika ušteda u broju i posledicama nezgoda koje se izbegavaju u prognoznom periodu.

	Očekivani efekti (godišnje) u 2009.g.				Očekivani efekti (godišnje) u 2014.g.				Očekivani efekti (godišnje) u 2024.g.			
	Broj Nezgoda	Poginuli	Teže povredjeni	Lakše povredjeni	Broj Nezgoda	Poginuli	Teže povredjeni	Lakše povredjeni	Broj Nezgoda	Poginuli	Teže povredjeni	Lakše povredjeni
Samo mere bezbednosti*	584	26	93	198	661	29	104	222	802	35	124	267
Alt. 1	587	27	100	232	662	30	111	260	810	36	134	314
Alt. 2	481	25	86	178	546	28	97	201	653	33	115	238
Alt. 3	631	31	108	237	720	34	123	268	875	41	147	322
Alt. 4	473	22	79	170	526	24	87	187	638	29	104	223

*) *Samo mere bezbednosti na celoj posmatranoj putnoj mreži*

Tabela 6. Sumarni prikaz očekivanih efekata iz bezbednosti saobraćaja – nivo PGDS-a u 2009., 2014 i 2024. godini

Za postojeći nivo saobraćaja procenjuje se "sprečavanje" prosečno 490 nezgoda godišnje, broj izbegnutih poginuća i povredjivanja je respektivno 20 i 240 na godišnjem nivou. Pod uslovom da se primene sve predviđene mere očekuju se efekti od 35-37% redukcije broja i posledica nezgoda u odnosu na *do minimum* scenario bez bezbednosnih mera. Efekti se dodatno i značajno uvećavaju sa porastom saobraćajnih tokova u 2014. i 2024. godini (vidi Tabelu 6.)

Značajni efekti od poboljšanja bezbednosti su identifikovani i za razmatrane varijante. Primenom mera iz domena bezbednosti saobraćaja za varijante projekta A1-A4 očekivani efekti se mogu iskazati redukcijom od 30-40% u broju nezgoda, poginulih i lakše i teže povredjenih u odnosu na varijantu *do minimum*. Ovo je uslovljeno preporukom da se tokom razrade ostalih delova projekne dokumentacije dosledno primene preporuke i mere bezbednosti koje su specificirane. Dodatni troškovi za mere iz domena bezbednosti saobraćaja uključeni su u ukupnu masu troškova za realizaciju projekta. Navedeni rezultati analize očekivanih efekata dati u Tabeli 6 korišćeni su kao ulaz za ekonomsku analizu.

Jedan od ključnih faktora koji utiču na rezultate proračuna ekonomskih koristi od bezbednosti saobraćaja su i jednični troškovi posledica od saobraćajnih nezgoda. Za potrebe studije [1] na osnovu dodatnih analiza inostranih i domaćih eksperata usvojene su kao jedinični trošakovi nezgoda sa poginulima, tesko i lako povredjenima i materijalnom štetom od: 287,000/ 37,000/

3,000/ 1,000 EUR. Preporučene vrednosti su kao što se vidi iz Tabele 4 značajno veće od svih do sada primenjivanih u Srbiji i regionu.

Sumarni rezultati ekonomske analize primene mera iz domena bezbednosti saobraćaja su:

- Neto Sadašnja Vrednost od €257 million
- Interna Stopa Rentabiliteta od 42%.

Iz prethodnog sledi da su investicije za poboljšanje bezbednosti na putevima veoma isplative, čak i ako ih ne prate ostale investicije.

Rezultati costs/benefits analize za 4 studijom razmatrane alternative u odnosu na do minimum scenario dati su u Tabeli 7. Ključni ekonomski pokazatelji i kriterijumi cost/benefit analize su neto sadašnja vrednost (NSV) pri diskontnoj stopi od 7%, interna stopa rentabiliteta (ISR) i troškovi gradjenja. Za sve alternative u troškove su uključeni troškovi gradjenja + održavanja, a ekonomske koristi su indukovane na osnovu sledeće 4 osnovne grupe očekivanih ušteta od:

- troškova eksploatacije motornih vozila,
- smanjenja vremena putovanja
- saobraćajnih nezgoda i
- smanjenja emisije štetnih gasova.

	<i>Investicije</i>	<i>NSV (7%)</i>	<i>ISR</i>
<i>Alternativa 1 – Zapadna varijanta</i>	828 M€	267 M€	10.1%
<i>Alternativa 2 – Istočna varijanta</i>	810 M€	609 M€	14.6%
<i>Alternativa 3 – Zapadna varijanta severno, Istočna varijanta južno</i>	896 M€	523 M€	12.4%
<i>Alternativa 4 – Istočna varijanta severno, Zapadna varijanta južno</i>	742 M€	385 M€	12.2%
<i>Samo mere iz domena bezbednosti saobraćaja</i>	36 M€	257 M€	42%

Tabela 7. Osnovni rezultati ekonomskog vrednovanja

Udeo svake komponente koristi u ukupnim koristima varira u zavisnosti od alternative, što je prikazano u Tabeli 8. Koristi od vremena putovanja su za sve alternative najznačajnije koristi, dok su koristi od troškova eksploatacije motornih vozila manje i sa značajnom razlikom između alternativa. Ono što je veoma značajno je istaći da je procentualno učešće koristi od troškova saobraćajnih nezgoda u rasponu od **21 – 29%**, što je petostruko veće od uobičajenih vrednosti koje su se do ove studije dobijale u našoj zemlji.

Koristi od smanjenja troškova eksploatacije motornih vozila	Koristi od smanjenja vremena putovanja	Koristi od saobraćajnih nezgoda	Koristi od smanjenja emisije štetnih gasova
6% - 24%	54% - 60%	21% - 29%	1% - 5%

Tabela 8. Struktura ekonomskih koristi po osnovnim grupama

5. ZAKLJUČCI I PREPORUKE

Poslednjih godina se, i pored mnogo dilema i lutanja, metodologija rada na projektima rekonstrukcije i rehabilitacije putne mreže, kao i na studijama opravdanosti takvih i sličnih poduhvata sve više orijentišu ka i približavaju iskustvima, praksi i modelima koji se koriste u razvijenom svetu. Loši apsolutni i relativni pokazatelji nebezbednosti saobraćaja na našoj putnoj mreži treba da predstavljaju snažno, nesporno i duboko humano uporište strateškom opredeljenju da se na najvišem nacionalnom nivou odlučno i efikasno suoči sa problemom bezbednosti saobraćaja.

Nema niti jednog racionalnog razloga da se ne “iskoristi” ogroman potencijal unapređenja postojeće putne mreže koji leži u njenom lošem fizičkom stanju i lošoj opremljenosti signalizacijom i opremom namenjenom smanjenju rizika u saobraćajnom procesu. Tokom realizacije projekata rehabilitacije i rekonstrukcije putne mreže učešće ekonomskih koristi po osnovu poboljšanja bezbednosti bi trebalo da bude znatno veće od u dosadašnjim studijama tradicionalnih 2-6%.

Faktor puta kao činilac nastanka saobraćajnih nezgoda jeste, za razliku od čoveka i vozila, društveno svakako najupravljiviji činilac koji se na organizovan i stručno utemeljen način izvesno može znatno unaprediti. Dobar početak je razvijanje svesti i osećaja u stručnim krugovima o objektivnom značaju toga i mogućnostima koje su na raspolaganju. Potrebno je samo što pre i doslednije prihvatiti savremene metode i praksu objektivnog utvrđivanja činjenica i razviti ili prilagoditi internacionalno priznate modele vrednovanja koji efikasno podržavaju strategiju unapređenja bezbednosti.

U radu izloženi rezultati studije kojom je celovito tretiran obiman segment putne mreže i važan putni pravac ukazuju i egzaktno na osnovne nedostatke karakteristične za nacionalnu putnu mrežu, načine kako bi se sa uočenim problemom trebalo operativno suočiti i visok stepen ekonomske i humane isplativosti takvog pristupa. Oni istovremeno otvaraju mnoga pitanja iz domena definisanja procedura za obezbeđivanja pouzdanih informacija koje su preduslov za naučno utemeljene analize, razvoja sopstvenih ili kalibrisanja opštih analitičkih modela procene i vrednovanja efekata povećane bezbednosti saobraćaja koji će procesu povećanja bezbednosti puta dati operativnost i toliko neophodno ubrzanje.

REFERENCE

- [1] *“Feasibility Study for Belgrade-Montenegro Road”*, Consortium COWI A/S (Denmark), BCEOM (France), TTEF (Serbia), CPV (Serbia) 2006
- [2] *Uputstva za izradu studija o izvodljivosti puteva – 1992.*, Savez organizacija za puteve Jugoslavije, Institut saobraćajnog fakulteta, Beograd, 1992.
- [3] Tubić, V., Mijušković, V., et al., *Priority Assessment of the Most Urgent Interventions Needed on Arterial Road Network*, Republic of Serbia Road Directorate, Faculty of Transport and Traffic Engineering, Belgrade, 2002
- [4] Kuzović Lj., *Utvrđivanje potreba i opravdanosti izdvajanja tranzitnog saobraćaja sa gradskih arterija izgradnjom obilaznica*, Saobraćajni fakultet, Beograd, 1997. g. (Monografija)
- [5] Rahim F. Benekohal, and Asma M. Hashmi *“Procedures for Estimating Accident Reductions on two-lane highways”*, *Journal of Transportation Engineering*, American Society of Civil Engineers, Vol.118, No.1., Jan./Febr. 1992. g.
- [6] Vukanović, S., i ostali, *Studija principa regulisanja saobraćaja na magistralnoj mreži puteva Republike Srbija sa posebnim osvrtom na deonicu autoputa kroz Beograd*, Institut saobraćajnog fakulteta, Beograd, 2002.
- [7] SIKÅ, *Statens Institut for Kommunikationsanalys. Oversyn av samhallsøkonomiska kalkylprinciper och kalkylvarden pa transportområdet*, Rapport 2002:4, ÅSEK Stockholm