

INDIKATORI BEZBEDNOSTI SAOBRAĆAJA KOJI SE ODNOSU NA BRZINU

SPEED SAFETY PERFORMANCE INDICATORS

Nenad Marković¹, Emir Smailović² i Duško Pešić³

Rezime: Brojna istraživanja pokazuju da oko 90% vozača smatra da su njihove vozačke sposobnosti iznad proseka, kao i da imaju malu verovatnoću da dožive saobraćajnu nezgodu ako upravljaju brzinom većom od dozvoljene. Međutim, istraživanja koje se bave procenama uticaja brzine vozila na stanje bezbednosti saobraćaja, pokazuju da povećanje prosečne brzine toka od 5%, uzrokuje povećanje od najmanje 10% povreda u saobraćaju, kao i povećanje od 20% broja saobraćajnih nezgoda sa smrtnim posledicama. Brzina je prepoznata i kao jedan od ključnih indikatora stanja bezbednosti saobraćaja u Srbiji. U tom smislu tokom 2014. godine, u Srbiji je započet proces praćenja i ocene stanja bezbednosti saobraćaja primenom indikatora bezbednosti saobraćaja koji se odnose na brzinu. U ovom radu su predstavljeni najznačajniji indikatori bezbednosti saobraćaja koji se odnose na brzinu. Takođe, predstavljeni su najznačajniji rezultati merenja indikatora bezbednosti saobraćaja u Srbiji prema rangu saobraćajnica (naselje, van naselja i autoput), kao i prema kategorijama vozila (putnički automobil, teretno vozilo, autobus, mopedi i motocikli).

Ključne reči: indikator, brzina, ocena stanja, izveštavanje

1. UVOD

Brzina kretanja učesnika u saobraćaju predstavlja jedan od glavnih uzroka nastanka povreda u saobraćajnim nezgodama i zbog toga predstavlja jednu od ključnih oblasti u kojoj treba delovati u cilju povećanja nivoa bezbednosti saobraćaja. Elvik and Vaa, T (2004.) ističu da je vožnja brzinom većom od dozvoljene jedan od osnovnih faktora rizika u saobraćaju, koji podjednako utiče kako na broj saobraćajnih nezgoda, tako i na težinu povreda nastalih u tim saobraćajnim nezgodama. Nebezbedna brzina je po pravilu u direktnoj vezi sa nepoštovanjem ograničenja brzine, dok je neprilagođena brzina u vezi sa brzinom koja nije odgovarajuća trenutnim uslovima odvijanja saobraćaja (vremenski uslovi, preglednost, uslovi saobraćajnog toka i sl.).

Istraživanjem (Lipovac, 2008) je pokazano da se sa povećanjem brzine povećava rizik od nastanka saobraćajne nezgode, kao i posledica nastalih u saobraćajnim nezgodama. Ako se posmatra uticaj prekoračenja ograničenja brzine i prosečne brzine kretanja vozila na nastanak saobraćajnih nezgoda i na rizik povređivanja, onda se prema istraživanjima (Taylor et al., 2000) može zaključiti da i prosečna brzina i prekoračenje ograničenja brzine imaju značajan uticaj na izlazne rezultate, odnosno na broj i posledice saobraćajnih nezgoda. Pa tako, prema istraživanjima (Taylor et al., 2000; Elvik and Vaa; 2004, Lipovac, 2008 itd.), ako se smanji prosečna brzina za 1%, tada će broj smrtno stradalih biti smanjen za 4%, a broj teško povređenih za 3%, a ako se broj vozača koji ne poštuju ograničenje brzine duplira, rizik nastanka nezgode se povećava za 10%. Slično tome Finch et al. (1994), na osnovu istraživanja u naselju i van naselja u Finskoj, Nemačkoj, Švajcarskoj i Sjedinjenim Američkim Državama, zaključuju da povećanje prosečne brzine saobraćajnog toka za 1,6 km/h, dovodi do povećanja broja saobraćajnih nezgoda za približno 5%.

Imajući u vidu navedena istraživanja i dobijene zaključke može se tvrditi da se najbolja zavisnost nastalih posledica od brzine, odnosno ne poštovanja ograničenja brzine, može dobiti analizom saobraćajnih nezgoda. Kako je za analizu saobraćajnih nezgoda neophodan protok određenog vremena, to je onemogućeno preventivno delovanje na osnovu ovih analiza u kraćem vremenskom periodu. Za omogućavanje bržeg preventivnog delovanja na podizanje nivoa bezbednosti saobraćaja neophodno je pratiti i analizirati brzine kretanja vozila, broj i stepen prekoračenja brzine, kako bi se ranije uočili problemi i pravovremeno preventivno delovalo u cilju izbegavanja nastanka saobraćajnih nezgoda. Indikatori

¹ Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305, 11000 Beograd, Srbija

² Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305, 11000 Beograd, Srbija

³ Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305, 11000 Beograd, Srbija

безбедности саобраћаја који се тичу брзине имају, између осталог, задатак да уоче евентуално постојање проблема у овом сегменту безбедности саобраћаја пре настанка саобраћајне незгоде или последице саобраћајне незгоде.

2. LITERARNI PREGLED

Retting and Cheung (2008) су истраживали утицај ограничења брзине на брзину кретања возила, детаљније анализирајући индикаторе безбедности саобраћаја повезане са брзином кретања, и то: средњу вредност брзине кретања возила, стандардно одступање и проценат вођача који прекорачују брзину. Истраживање је спроведено на три деонице ван насеља. У Тексасу, 1999. године, по први пут је брзина кретања путничких аутомобила ван насеља ограничена до 120 km/h. Током 2006. године, Комисија која се бави транспортом у Тексасу је донела одлуку да је на три деонице путева ван насеља, ограничење брзине кретања возила до 130 km/h. У истом периоду, донета је одлука и да је ограничење брзине за теретна возила до 120 km/h. Према резултатима истраживања Retting and Cheung (2008) које је спроведено у мају 2006. године, пре и након промене ограничења брзине (са до 120 km/h, на до 130 km/h), средња вредност брзине кретања путничких возила је била 71 km/h, стандардно одступање брзине путничких аутомобила 10 km/h, проценат вођача који прекорачују брзину кретања возила у условима када је дозвољена брзина била до 120 km/h, је 22%, док у условима када је ограничење брзине до 130 km/h, 4% вођача путничких аутомобила су управљали возилом брзином већом од дозвољене. У истом истраживању Retting and Cheung (2008), наводе да просечна брзина тежких теретних возила износи 68 km/h, стандардно одступање брзине 3,8 km/h, а проценат вођача теретних возила који прекорачују брзину је 23%.

Sliogeris (1992) је у Melburnu спровео истраживање о утицају ограничења брзине на број саобраћајних незгода. Наиме, 1987. године, на ванградским путевима у Melburnu, повећано је ограничење брзине са 100 km/h на 110 km/h, а затим је 1989. године враћено на 100 km/h. У закључку истраживања Sliogeris (1992), наводи да се број саобраћајних незгода по пређеном километру повећао за 24,6% у периоду када је важило ограничење брзине до 110 km/h, док се након тог периода број незгода смањило за 19,3%. Током 90-их година, Finch et al. (1991) су такође истраживали, однос просечне брзине саобраћајног тока и ризик од повреда. У свом истраживању Finch et al. (1991) закључују, да на сваким 1 km/h промене просечне брзине, ризик од незгоде се менја за око 3%. Резултати новјих истраживања показују сличне резултате. Слично истраживање спровели су Andresson and Nilsson (1997), у ком су дошли до закључка да, за date категорије путева, stopa повреда у незгодama се менја са квадратом промене средње брзине. Према Andresson and Nilsson (1997), ако се просечна брзина повећа за 5 km/h, број незгода са лаким телесним повредama се повећава за 10%, а незгода са погинулим за 25%. Према истом истраживању, уколико се просечна брзина саобраћајног тока повећа за 10 km/h, повећање броја незгода са погинулим је од 25% до 50%.

Kloeden et al. (1997) у свом истраживању наводе да брзина саобраћајног тока зависи од карактеристика пута, карактеристика возила и вођача, протока возила. Нпр. значајне промене брзине су у саобраћајном току у коме учествују тежа теретна возила и брзи аутомобили, или старији спорји вођачи и млади вођачи који воже брже. Такође, слично томе у условима великог протока (близу нивоа zasićenja), који производи успоравање кретања, долази и до промене брзине. Атори наглашавају значај смањења брзине, како би се смањило ризик од саобраћајне незгоде. У закључку Kloeden et al. (1997), наводе да се незгоде чеће догађају на путевима са честим променama ограничења брзине. Woolley J. (2005) сматра да је ограничење брзине до 50 km/h у јужној Аустралији довело до 20% мање незгода. Наведена процена је извршена према подацима из године пре и након примене ограничења брзине у насељу до 50 km/h. Након смањења ограничења брзине до 50 km/h, уоћен је и пад просечне брзине саобраћајног тока за 2,2 km/h. Занимљив закључак Woolley (2005) наводи да је наведена мера смањења брзине кретања возила на 50 km/h у насељу довела до смањења просечне брзине на магистралним саобраћајницama ван насеља за 0,7 km/h. Fildes et al. (1991) у свом истраживању иштићу повезаност брзине кретања возила и настанка саобраћајне незгоде, наводећи да вођачи који управљају возилом брзином мањом од просечне, имају мање ућеће у саобраћајним незгодama.

Истраживање NHTSA је показало да су саобраћајне незгоде у којима је бар један вођач прекораћо ограничење брзине, или није возио безбедном брзином за постојеће услове, коштале 40,4 милијарди долара 2000. године, што представља 20% укупних економских трошкова за саобраћајне незгоде у САД-у. Према процени истог истраживања, око 32% саобраћајних незгода са погинулим лицима се догоди услед прекораћења брзине.

Rosen and Sander (2009) истраживали су зависност смртног страдања пешака и брзине кретања возила у тренутку судара при пуном чеом судару. У закључку Rosen and Sander (2009) наводе да је ризик смртног

stradanja pešaka dva puta veći ukoliko pri brzini vozila od 50 km/h, u odnosu na brzinu vozila od 40 km/h, kao i da je četiri puta veći u odnosu na brzinu vozila od 30 km/h. U nastavku autori navode da je verovatnoća smrtnog stradanja pešaka 50%, ukoliko dođe do saobraćajne nezgode pri brzini vozila od 50 km/h do 80 km/h.

Pennay, D. (2005) istraživali su stavove o brzini kretanja u Viktoriji, u kome 31% ispitanika veruje da je prekoračenje brzine u redu ukoliko se vozi bezbedno, a 79% veruje da su ograničenja brzine razumna, dok 81% smatra da bi verovatnoća da dođe do nezgode bila veća da su njihove brzine bile za 10 km/h veće. Zanimljivo je da prema istraživanju Pennay, D. (2005), postoji opšta podrška u Viktoriji za ograničenje brzine u naselju do 50 km/h. Prema istom istraživanju, 1995. godine 60% ispitanika Viktorije smatra da bi vozačima trebalo da bude dozvoljeno da se kreću brzinom od 65 km/h ili čak i više na putu sa ograničenjem do 60 km/h. U sličnom istraživanju 2004. godine "samo" 49% ispitanika Viktorije je smatralo da vozačima treba da bude dozvoljeno da se kreću brzinom od 65 km/h. Pennay, D. (2005) u svom dugogodišnjem istraživanju zaključuje da generalno postoji svest o značaju bezbednosti na putu i činjenici da su brzine opasne, pri čemu naglašava rezultat istraživanja da 33% ispitanika u Viktoriji tvrdi da je njihova brzina smanjena u poslednje dve godine (3% je izjavilo da je brzina povećana i 61% tvrdi da je brzina ostala ista). Prema sličnom istraživanju Aarts et al. (2006), više od 80% vozača u Evropi, smatra da je veća brzina, vrlo često ili uvek glavni uzrok saobraćajnih nezgoda na putevima. Aarts et al. (2006) navode da na brzinu kretanja vozila utiče više faktora, kao što su psihičke karakteristike vozača, veštine vozača, karakteristika puta i putnog okruženja, kao i karakteristika vozila.

Islam et al. (2014) istraživali su uticaj smanjenja dozvoljene brzine (sa 50 km/h na 40 km/h) na brzinu vozila na ukupno 65 lokacija, tokom šest meseci istraživanja u Edmontonu. Prostor istraživanja je prema lokacijama i karakteristikama infrastrukture podeljen na tri celine: staro naselje (izgrađeno 1950/1960 godina); naselje izgrađeno po ortogonalnom sistemu; i novo naselje izgrađeno 1970/1980 godina. Istraživanje je obuhvatilo sledeće indikatore bezbednosti saobraćaja povezane sa brzinom: srednja vrednost brzine u uslovima slobodnog saobraćajnog toka (vreme sleđenja između vozila najmanje dve sekunde); standardno odstupanje brzine; distribucija brzina pre i nakon promene ograničenja; procenat prekoračenja 50 km/h i 65 km/h; 85-percentil brzine kretanja vozila. Rezultati istraživanja Islam et al. (2014) pokazuju da je prosečna brzina pre promene ograničenja bila 50,49 km/h, pri čemu je tri meseca nakon promene ograničenja, prosečna brzina toka smanjena za 3,86 km/h, a šest meseci nakon promene ograničenja, prosečna brzina smanjena je za 4,88 km/h. Autori navode da ne postoji značajna statistička razlika promene prosečne brzine pre i nakon promene ograničenja brzine, dok su značajne statističke razlike standardnog odstupanja pre i nakon promene ograničenja. Veće smanjenje brzine saobraćajnog toka snimljeno je kod teških teretnih vozila, u poređenju sa lakim teretnim vozilima. U starom delu istraživanog naselja, procenat vozača koji prekoračuju ograničenje brzine (50%), pre promene ograničenja iznosi 35,3%, tri meseca nakon promene 26,5%, a šest meseci nakon 25,5%. % vozača koji prekoračuju brzinu za više od 15% u starom naselju, tri meseca nakon promene ograničenja iznosi 4,3%, a šest meseci nakon promene ograničenja iznosi 4,2%. Tokom istraživanja (Islam et al., 2014) u starom delu naselja, 85-percentil pre promene ograničenja iznosio je 58 km/h, a tri i šest meseci nakon promene ograničenja iznosi 55 km/h. U naselju sa ortogonalnom saobraćajnom mrežom, 85-percentil brzine toka pre promene ograničenja iznosio je 60 km/h, nakon promene 56 km/h (nezavisno od broja meseci nakon promene ograničenja). U novom naselju u kome su vršena istraživanja, 85-percentil pre promene ograničenja brzine iznosio je 63 km/h, a nakon promene ograničenja 58 km/h. Ukupno posmatrano za sva naselja, procenat prekoračenja brzine kretanja vozila pre promene ograničenja iznosi 39%, dok nakon promene brzine, procenat prekoračenja iznosi 64%. Procenat vozača koji za 15% prekoračuju brzinu pre promene ograničenja iznosi 6%, a šest meseci nakon promene značajno više 14%. U nastavku autori navode da postoji statistički značajna razlika prosečne brzine saobraćajnog toka, nakon promene ograničenja brzine (Islam et al., 2014).

3. PREDMET I METOD ISTRAŽIVANJA

U ovom radu predstavljeni su ključni indikatori bezbednosti saobraćaja povezani sa brzinom. Prema projektu SAFETYNET, indikatori bezbednosti saobraćaja povezani sa brzinom, koji su predloženi i usvojeni su: srednja vrednost brzine, standardno odstupanje, 85-ti percentil brzine, procenat vozača koji prekoračuje ograničenje brzine. U okviru projekta predloženo je da se indikatori koji se tiču brzine posmatraju odvojeno za različite kategorije saobraćajnica (kategorizaciju treba sprovesti prema preporukama datim u okviru

projekta), prema kategoriji vozila, periodima u toku dana, periodima u toku nedelje (npr. radni dani i vikend).

Uvažavajući preporuke projekta SAFETYNET, a imajući u vidu nacionalne specifičnosti u pogledu brzina, u okviru projekta "METODE PRAĆENJA INDIKATORA BEZBEDNOSTI SAOBRAĆAJA U SRBIJI I NJIHOV ZNAČAJ ZA STRATEŠKO UPRAVLJANJE BEZBEDNOŠĆU SAOBRAĆAJA" izvršen je odabir ključnih indikatora bezbednosti saobraćaja koji se odnose na brzinu, i to:

- prosečna brzina vozila,
- 85-ti percentil brzine,
- standardno odstupanje brzine,
- % prekoračenja ograničenja brzine,
- % prekoračenja ograničenja brzine za više od 10 km/h,
- prosečna brzina vozila koja su prekoračila ograničenje brzine.

Na osnovu definisanih uslova projektnog zadatka, u Srbiji su tokom 2014. godine sprovedena terenska istraživanje merenja brzina vozila. Istraživanja su sprovedena u svim policijskim upravama, na saobraćajnicama u naselju, van naselja i na autoputu. U devet policijskih uprava, sprovedeno je istraživanje indikatora bezbednosti saobraćaja koji se odnose na brzine na autoputu (PU Subotica, PU Novi Sad, PU Sremska Mitrovica, PU Beograd, PU Smederevo, PU Kragujevac, PU Jagodina, PU Niš, PU Leskovac), i na po tri lokacije u naselju i van naselja. U ostalih 18 policijskih uprava, istraživanje indikatora brzine vozila, je sprovedeno na po tri lokacije u naselju i van naselja. Ukupno, izvršeno je istraživanje brzine vozila na 171 mernom mestu, od čega je devet lokacija bilo na autoputu, a po 81 merno mesto u naselju i van naselja. Na identičnim lokacijama vršena su istraživanja u dnevnim i noćnim uslovima. U ovom radu su prezentovani rezultati istraživanja brzine vozila u Srbiji, sprovedenog tokom proleća 2014. godine.

Merenje brzine vozila vršeno je na lokacijama u naselju na kojima je brzina vozila bila ograničena do 50 km/h, pri čemu su uslovi na mernim mestima bili takvi da omogućavaju kretanje vozila brzinom većom od 50 km/h. Na lokacijama van naselja, merenje brzine vozila je vršeno na lokacijama na kojima je brzina vozila ograničena do 80 km/h, pri čemu su uslovi na mernim mestima bili takvi da omogućavaju kretanje vozila brzinom većom od 80 km/h. Prema kategoriji, vozila su podeljena na putničke automobile i dostavna vozila do 3,5t, teška teretna vozila preko 3,5t, autobuse, motocikle i mopede.

U ovom radu su predstavljeni najznačajniji rezultati istraživanja brzina vozila u Srbiji, posmatrano za sve navedene indikatore povezane sa brzinom. Predstavljeni su indikatori bezbednosti saobraćaja povezani sa brzinom u naselju, van naselja, na autoputu, kao i prema kategoriji vozila (putnički automobil, teško teretno vozilo, autobusi, motocikli i mopedi). U zavisnosti od vrednosti indikatora, definisane su klase svih indikatora povezanih sa brzinom. Od indikatora bezbednosti saobraćaja koji se tiču brzine, definisane su klase indikatora za srednju vrednost brzine, standardno odstupanje, % vozača koji prekoračuju brzinu, % vozača koji prekoračuju brzinu za više od 10 km/h, 85-i percentil brzine kretanja vozila i prosečna brzina vozila koja su prekoračila ograničenje brzine. Svakoј klasi indikatora je dodeljena određena boja, i to, zelena, žuta, narandžasta, crvena i crna, posmatrano od najbolje do najlošije vrednosti indikatora.

Klase za srednju vrednost brzine, standardno odstupanje, % vozača koji prekoračuju brzinu, % vozača koji prekoračuju brzinu za više od 10 km/h, 85-i percentil brzine kretanja vozila i prosečnu brzinu vozila koja su prekoračila ograničenje brzine su definisane iskustveno, a prema željenom cilju i prema iskustvu najrazvijenijih zemalja u svetu u pogledu stanja bezbednosti saobraćaja (Tabela br. 3.1.).

U delu analize indikatora u vezi brzine, biće prikazan indikator srednja vrednost brzine vozila u saobraćajnom toku (u tabeli: IBS CVB.), koristeći sledeće klase:

- Vrlo visoka vrednost indikatora bezbednosti saobraćaja ($DO \text{ OGRANIČENE BRZINE} \leq IBS$),
- Visoka vrednost indikatora bezbednosti saobraćaja ($OGRANIČENA \text{ BRZINA} < IBS \leq OGRANIČENA \text{ BRZINA} + 1 \text{ km/h}$),
- Srednja vrednost indikatora bezbednosti saobraćaja ($OGRANIČENA \text{ BRZINA} + 1 \text{ km/h} < IBS \leq OGRANIČENA \text{ BRZINA} + 2 \text{ km/h}$),
- Niska vrednost indikatora bezbednosti saobraćaja ($OGRANIČENA \text{ BRZINA} + 2 \text{ km/h} < IBS \leq OGRANIČENA \text{ BRZINA} + 3 \text{ km/h}$),
- Veoma niska vrednost indikatora bezbednosti saobraćaja ($OGRANIČENA \text{ BRZINA} + 3 \text{ km/h} < IBS$).

Tabela 3. Definisanje boje indikatora u vezi brzine

kvalitativna veličina vrednosti indikatora bezbednosti saobraćaja	kvantitativna veličina vrednosti indikatora bezbednosti saobraćaja	boja
vrlo visoka vrednost indikatora bezbednosti saobraćaja	do ograničene brzine \leq IBS CVB.	
	$0\% \leq$ IBS SO. $< 5\%$	
	$0\% \leq$ IBS %PREK. $< 5\%$	
	ograničena brzina $+10\text{km/h} \leq$ IBS %PREK.10km/h	
	do ograničene brzine \leq IBS 85 PERCEN.	
	do ograničene brzine \leq IBS BR.PERK.	
visoka vrednost indikatora bezbednosti saobraćaja	ograničena brzina $<$ IBS SVB. \leq ograničena brzina $+1\text{km/h}$	
	$5\% \leq$ IBS SO. $< 10\%$	
	$5\% \leq$ IBS %PREK. $< 10\%$	
	ograničena brzina $+10\text{km/h} <$ IBS %PREK.10km/h \leq ograničena brzina $+10\text{km/h} + 5\%$	
	ograničena brzina $<$ IBS 85 PERCEN \leq ograničena brzina $+1\text{km/h}$	
	ograničena brzina $<$ IBS BR. PREK. \leq ograničena brzina $+1\text{km/h}$	
srednja vrednost indikatora bezbednosti saobraćaja	ograničena brzina $+1\text{km/h} <$ IBS SVB \leq ograničena brzina $+2\text{km/h}$	
	$10\% \leq$ IBS SO. $< 15\%$	
	$10\% \leq$ IBS %PREK. $< 15\%$	
	ograničena brzina $+10\text{km/h} + 5\% <$ IBS %PREK.10km/h \leq ograničena brzina $+10\text{km/h} + 10\%$	
	ograničena brzina $+1\text{km/h} <$ IBS 85 PERCEN \leq ograničena brzina $+2\text{km/h}$	
	ograničena brzina $+1\text{km/h} <$ IBS BR. PREK. \leq ograničena brzina $+2\text{km/h}$	
niska vrednost indikatora bezbednosti saobraćaja	ograničena brzina $+2\text{km/h} <$ IBS SVB. \leq ograničena brzina $+3\text{km/h}$	
	$15\% \leq$ IBS SO. $< 20\%$	
	$15\% \leq$ IBS %PREK. $< 20\%$	
	ograničena brzina $+10\text{km/h} + 10\% <$ IBS %PREK.10km/h \leq ograničena brzina $+10\text{km/h} + 15\%$	
	ograničena brzina $+2\text{km/h} <$ IBS 85 PERCEN \leq ograničena brzina $+3\text{km/h}$	
	ograničena brzina $+2\text{km/h} <$ IBS BR. PREK. \leq ograničena brzina $+3\text{km/h}$	
veoma niska vrednost indikatora bezbednosti saobraćaja	ograničena brzina $+3\text{km/h} <$ IBS SVB.	
	$20\% \leq$ IBS SO.	
	$20\% \leq$ IBS %PREK.	
	ograničena brzina $+10\text{km/h} + 15\% <$ IBS %PREK.10km/h	
	ograničena brzina $+3\text{km/h} \leq$ IBS 85 PERCEN	
	ograničena brzina $+3\text{km/h} <$ IBS BR. PREK.	

U delu analize indikatora u vezi brzine, biće prikazan indikator standardno odstupanje brzine vozila (u tabeli: IBS SO), koristeći sledeće klase:

- Vrlo visoka vrednost indikatora bezbednosti saobraćaja ($0\% \leq \text{IBS} < 5\%$)
- Visoka vrednost indikatora bezbednosti saobraćaja ($5\% \leq \text{IBS} < 10\%$)
- Srednja vrednost indikatora bezbednosti saobraćaja ($10\% \leq \text{IBS} < 15\%$)
- Niska vrednost indikatora bezbednosti saobraćaja ($15\% \leq \text{IBS} < 20\%$)
- Veoma niska vrednost indikatora bezbednosti saobraćaja ($20\% \leq \text{IBS}$).

U delu analize indikatora u vezi brzine, biće prikazan indikator % vozača koji prekoračuju brzinu vozila (u tabeli: IBS % PREK.), koristeći sledeće klase:

- Vrlo visoka vrednost indikatora bezbednosti saobraćaja ($0\% \leq \text{IBS} < 5\%$)
- Visoka vrednost indikatora bezbednosti saobraćaja ($5\% \leq \text{IBS} < 10\%$)
- Srednja vrednost indikatora bezbednosti saobraćaja ($10\% \leq \text{IBS} < 15\%$)
- Niska vrednost indikatora bezbednosti saobraćaja ($15\% \leq \text{IBS} < 20\%$)
- Veoma niska vrednost indikatora bezbednosti saobraćaja ($20\% \leq \text{IBS}$).

U delu analize indikatora u vezi brzine, biće prikazan indikator % vozača koji prekoračuju brzinu kretanja vozila za više od 10 km/h (u tabeli: % PREK.10km/h), koristeći sledeće klase:

- Vrlo visoka vrednost indikatora bezbednosti saobraćaja ($\text{OGRANIČENA BRZINA} + 10\text{km/h} \leq \text{IBS}$),
- Visoka vrednost indikatora bezbednosti saobraćaja ($\text{OGRANIČENA BRZINA} + 10\text{km/h} < \text{IBS} \leq \text{OGRANIČENA BRZINA} + 10\text{km/h} + 5\%$),
- Srednja vrednost indikatora bezbednosti saobraćaja ($\text{OGRANIČENA BRZINA} + 10\text{km/h} + 5\% < \text{IBS} \leq \text{OGRANIČENA BRZINA} + 10\text{km/h} + 10\%$),
- Niska vrednost indikatora bezbednosti saobraćaja ($\text{OGRANIČENA BRZINA} + 10\text{km/h} + 10\% < \text{IBS} \leq \text{OGRANIČENA BRZINA} + 10\text{km/h} + 15\%$)
- Veoma niska vrednost indikatora bezbednosti saobraćaja ($\text{OGRANIČENA BRZINA} + 10\text{km/h} + 15\% < \text{IBS}$).

U delu analize indikatora u vezi brzine, biće prikazan indikator 85-og percentila brzine kretanja vozila u saobraćajnom toku (u tabeli: IBS 85 PERCEN.), koristeći sledeće klase:

- Vrlo visoka vrednost indikatora bezbednosti saobraćaja ($\text{DO OGRANIČENE BRZINE} \leq \text{IBS}$),
- Visoka vrednost indikatora bezbednosti saobraćaja ($\text{OGRANIČENA BRZINA} < \text{IBS} \leq \text{OGRANIČENA BRZINA} + 1\text{km/h}$),
- Srednja vrednost indikatora bezbednosti saobraćaja ($\text{OGRANIČENA BRZINA} + 1\text{km/h} < \text{IBS} \leq \text{OGRANIČENA BRZINA} + 2\text{km/h}$),
- Niska vrednost indikatora bezbednosti saobraćaja ($\text{OGRANIČENA BRZINA} + 2\text{km/h} < \text{IBS} \leq \text{OGRANIČENA BRZINA} + 3\text{km/h}$),
- Veoma niska vrednost indikatora bezbednosti saobraćaja ($\text{OGRANIČENA BRZINA} + 3\text{km/h} \leq \text{IBS}$).

U delu analize indikatora u vezi brzine, biće prikazan indikator prosečna brzina vozila koja su prekoračila ograničenu brzinu (u tabeli: IBS BR. PREK.), koristeći sledeće klase:

- Vrlo visoka vrednost indikatora bezbednosti saobraćaja ($\text{DO OGRANIČENE BRZINE} \leq \text{IBS}$),
- Visoka vrednost indikatora bezbednosti saobraćaja ($\text{OGRANIČENA BRZINA} < \text{IBS} \leq \text{OGRANIČENA BRZINA} + 1\text{km/h}$),
- Srednja vrednost indikatora bezbednosti saobraćaja ($\text{OGRANIČENA BRZINA} + 1\text{km/h} < \text{IBS} \leq \text{OGRANIČENA BRZINA} + 2\text{km/h}$),
- Niska vrednost indikatora bezbednosti saobraćaja ($\text{OGRANIČENA BRZINA} + 2\text{km/h} < \text{IBS} \leq \text{OGRANIČENA BRZINA} + 3\text{km/h}$),
- Veoma niska vrednost indikatora bezbednosti saobraćaja ($\text{OGRANIČENA BRZINA} + 3\text{km/h} < \text{IBS}$).

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

U sprovedenom istraživanju ukupno je izmerena brzina 94.166 svih vozila na svim saobraćajnicama, i u svim uslovima merenja. Od tog broja 44.278 merenja brzina je bilo u naselju, 42.978 van naselja i 6.910 na

autoputu. Posmatrano prema kategoriji vozila, 65.185 izmerenih brzina pripadaju putničkim automobilima, 10.105 teškim teretnim vozilima, 6.798 autobusima, 6.544 motociklima i 5.534 mopedima. Veći broj merenja brzina (50.691) je sproveden u dnevnim uslovima, u odnosu na 43.475 noćne uslove.

Prosečna brzina putničkih automobila u Srbiji u dnevnim uslovima, u naselju iznosi 54,2 km/h, van naselja 79,3 km/h, a na autoputu 119,5 km/h. Posmatrano za brzinu vozila u noćnim uslovima, rezultati istraživanja pokazuju da nema značajnih razlika (vidi Tabelu br. 4.1.).

85-percentil brzine putničkih automobila u dnevnim uslovima, u naselju iznosi 65 km/h, van naselja 93 km/h, i na autoputu 137 km/h. U noćnim uslovima, neznatno je veća vrednost 85-percentila brzine putničkih automobila na svakoj saobraćajnici. Očekivano, najveće standardno odstupanje brzine kretanja vozila je na autoputu, zatim van naselja i u naselju.

Na osnovu rezultata sprovedenog istraživanja, može se zaključiti da u Srbiji, u dnevnim uslovima 64,1% vozača putničkih automobila upravlja vozilom brzinom većom od ograničenja za naselje, 42,3% brzinom većom od ograničenja za van naselja i 47,2% brzinom većom od ograničenja na autoputu, a što je značajno veći procenat nepoštovanja ograničenja brzine u odnosu na istraživanje Retting and Cheung (2008) sprovedeno u Teksasu, u kome 22% vozača putničkih automobila upravlja vozilom brzinom iznad ograničenja. Zanimljivo je da rezultati istraživanja pokazuju da je % prekoračenja ograničenja brzine vozača putničkih automobila u noćnim uslovima u Srbiji, manji u odnosu na dnevne uslove. Ako se analizira indikator % prekoračenja ograničenja za više od 10 km/h, može se zaključiti da su najveća prekoračenja u Srbiji najčešće na autoputu (25,4%), zatim u naselju (24,3%) i najmanje van naselja (17,6) za dnevne uslove, pri čemu je slična raspodela i u noćnim uslovima.

Prosečna brzina putničkih automobila koji su prekoračili brzinu veća je na sve tri kategorije saobraćajnica u noćnim uslovima, pri čemu na autoputu iznosi 136,7 km/h, van naselja 93,5 km/h, a u naselju 61,1 km/h.

Tabela 4. Indikatori bezbednosti saobraćaja koji se odnose na brzinu putničkih automobila i dostavnih vozila do 3,5t, u Srbiji

	dan			noć		
	naselje	van naselja	autoput	naselje	van naselja	autoput
Prosečna brzina vozila (km/h)	54,2	79,3	119,5	54,7	79,6	118,8
85-ti percentil brzine (km/h)	65	93	137	66	95	139
Standardno odstupanje brzine (km/h)	10,6	14,6	18,2	11,3	15,6	20,3
% prekoračenja ograničenja brzine	64,1	42,3	47,2	62,5	42,3	44,1
% prekoračenja ograničenja brzine za više od 10 km/h	24,3	17,6	25,4	26,2	19,4	26,2
Prosečna brzina vozila koja su prekoračila ograničenje brzine (km/h)	60,3	92,2	134,3	61,1	93,5	136,7

Analiza brzine kretanja teških teretnih vozila u Srbiji, pokazuje da značajno veći % vozača teških teretnih vozila poštuju ograničenja brzine u odnosu na vozače putničkih automobila. Očekivano, procenti prekoračenja, prosečne brzine i ostali indikatori povezani sa brzinom teških teretnih vozila značajno su manji u odnosu na putničke automobile (vidi Tabelu br. 4.2). Prosečna brzina teških teretnih vozila u dnevnim uslovima u naselju iznosi 47,9 km/h, van naselja 67,4 km/h i 84 km/h na autoputu. Slične prosečne brzine kretanja teških teretnih vozila snimljene su i u noćnim uslovima prema kategoriji saobraćajnice. 85-percentil brzine kretanja teških teretnih vozila neznatno je veći u noćnim uslovima (u odnosu na dnevne) i iznosi, u naselju 57 km/h, van naselja 78 km/h, na autoputu 90 km/h. Rezultati istraživanja pokazuju da je standardno odstupanje brzine teških teretnih vozila približno identično na sve tri kategorije saobraćajnice u dnevnim uslovima i iznosi oko 10 km/h. Nešto veće razlike standardnog odstupanja uočene su u naselju i na autoputu u noćnim uslovima (Tabela br. 4.2).

U dnevnim i noćnim uslovima, procenat prekoračenja ograničenja brzina najveće je van naselja i iznosi respektivno 38% i 39,1%, zatim u naselju, respektivno 36,8% i 36,3% i najmanje na autoputu 11,9% u dnevnim uslovima, odnosno 12,7% u noćnim uslovima. Van naselja, u dnevnim i noćnim uslovima približno

10% vozača teških teretnih vozila upravlja vozilom brzinom iznad ograničenja za više od 10 km/h, zatim u naselju približno 8% i na autoputu oko 4% (vidi Tabelu br. 4.2). U Tabeli 2 je prikazana i prosečna brzina teških teretnih vozila prema kategoriji saobraćajnice i uslovima merenja.

Tabela 5. Indikatori bezbednosti saobraćaja koji se odnose na brzinu teških teretnih vozila preko 7,5t, u Srbiji

	dan			noć		
	naselje	van naselja >70	Autoput >90	naselje	van naselja >70	Autoput >90
Prosečna brzina vozila (km/h)	47,9	67,4	84	48,3	67,6	83,4
85-ti percentil brzine (km/h)	56	77	89	57	78	90,0
Standardno odstupanje brzine (km/h)	9,1	10,1	9,3	8,5	10,8	8,9
% prekoračenja ograničenja brzine	36,8	38	11,9	36,3	39,1	12,7
% prekoračenja ograničenja brzine za više od 10 km/h	8,3	9,3	4,4	7,4	10,5	3,9
Prosečna brzina vozila koja su prekoračila ograničenje brzine (km/h)	56,9	77,3	100,5	57	78,1	98,2

Rezultati istraživanja brzine kretanja autobusa u Srbiji pokazuju da su vrednosti indikatora povezanih sa brzinom veće u noćnim uslovima u odnosu na dnevne uslove na svakoj kategoriji saobraćajnice. U Srbiji, prosečna brzina autobusa tokom dana u naselju iznosi 48,8 km/h, van naselja 71,4 km/h, a na autoputu 95,2 km/h, dok u noćnim uslovima, prosečna brzina autobusa u naselju iznosi 49,5 km/h, van naselja 72,6 km/h i na autoputu 97 km/h.

85-percentil brzine kretanja autobusa u Srbiji, posmatrano prema kategoriji saobraćajnice veći je na svakoj saobraćajnici od ograničenja. Tako, u dnevnim uslovima u naselju, 85-percentil iznosi 57 km/h, van naselja 83 km/h, a na autoputu 103 km/h. U noćnim uslovima u naselju, 85-percentil brzine iznosi 58 km/h, van naselja 85 km/h, i na autoputu 105 km/h.

Procenat prekoračenja ograničenja brzine vozača autobusa tokom dana i noći, najveće je u naselju i iznosi respektivno 40% i 42,9%, zatim van naselja 25,4% i 28,4%. Značajan procenat vozača autobusa (30,2%) na autoputu u noćnim uslovima upravlja vozilom brzinom većom od ograničenja za kategoriju vozila, odnosno u dnevnim uslovima 23,6%. Navedeni i svi ostali indikatori brzine bezbednosti saobraćaja povezani sa brzinom autobusa su prikazani u Tabeli br.4.3.

Tabela 6. Indikatori bezbednosti saobraćaja koji se odnose na brzinu autobusa, u Srbiji

	dan			noć		
	naselje	van naselja	Autoput >100	naselje	van naselja	Autoput >100
Prosečna brzina vozila (km/h)	48,8	71,4	95,2	49,5	72,6	97,0
85-ti percentil brzine (km/h)	57,0	83,0	103,0	58,0	85,0	105,0
Standardno odstupanje brzine (km/h)	7,9	12,2	8,5	9,1	12,5	8,9
% prekoračenja ograničenja brzine	40,0	25,4	23,6	42,9	28,4	30,2
% prekoračenja ograničenja brzine za više od 10 km/h	6,7	4,2	2,0	10,4	5,9	4,7
Prosečna brzina vozila koja su prekoračila ograničenje brzine (km/h)	56,2	86,0	104,7	57,5	86,8	106,1

Rezultati istraživanja pokazuju da su najveća prekoračenja brzine uočena kod vozača motocikala. Prema kategoriji saobraćajnice, najveća prekoračenja snimljena su u naselju 70% u dnevnim i noćnim uslovima, van naselja 61,1% u dnevnim i 72,6% u noćnim, i na autoputu 44,7% u dnevnim i 32,7% u noćnim uslovima. Prosečna brzina motocikala u Srbiji, u naselju iznosi 59,3 km/h tokom dana i 60,7 km/h tokom noći. Van

naselja, prosečna brzina motocikala tokom dana iznosi 85,2 km/h, a u noćnim uslovima 89,8 km/h. Zanimljivo je da je na autoputu tokom dana prosečna brzina motocikala 117,9 km/h, dok je u noćnim uslovima manja 110,3 km/h.

Tabela 7. Indikatori bezbednosti saobraćaja koji se odnose na brzinu motocikala, u Srbiji

	dan			noć		
	naselje	van naselja	autoput	naselje	van naselja	autoput
Prosečna brzina vozila (km/h)	59,3	85,2	117,9	60,7	89,8	110,3
85-ti percentil brzine (km/h)	75,0	105,0	138,0	78,0	108,0	132,0
Standardno odstupanje brzine (km/h)	16,3	19,7	22,1	17,3	18,7	20,8
% prekoračenja ograničenja brzine	70,0	61,1	44,7	70,1	72,6	32,7
% prekoračenja ograničenja brzine za više od 10 km/h	40,5	35,6	24,4	45,0	44,0	15,6
Prosečna brzina vozila koja su prekoračila ograničenje brzine (km/h)	66,4	96,7	135,9	68,2	97,8	132,4

Indikatori "% prekoračenja za više od 10 km/h i prosečna brzina vozila koja su prekoračila" motocikala ukazuju na ekstremno visoke vrednosti brzine motocikala u Srbiji. U naselju 40,% motociklista tokom dana i 45% u noćnim uslovima se kreću brzinom većom od 60 km/h, što ukazuje da veličinu problema brzine motocikala u Srbiji. Slično tome, prosečna brzina motociklista koji su prekoračili brzinu van naselja iznosi oko 97 km/h, dok je na autoputu 130 km/h. Navedeni i ostali indikatori brzine kretanja motocikala prikazani su u Tabeli br.4.4.

Indikatori povezani sa brzinom kretanja mopeda u Srbiji se ne razlikuju značajnije u dnevnim i noćnim uslovima. Prosečna brzina mopeda u naselju iznosi 41,8 km/h, a van naselja 43,3 km/h. 85-percentil brzine u naselju i van naselja iznosi respektivno 52 km/h, 51 km/h, dok standardno odstupanje iznosi respektivno 11,2 km/h i 9,2 km/h. Tokom dana 19,1% vozača mopeda prekoračili su brzinu, dok van naselja nisu snimljeni mopedisti koji su prekoračili brzinu. Rezultati istraživanja pokazuju da u noćnim uslovima 19,5% mopedista u naselju i 1% van naselja upravljaju mopedom iznad dozvoljene brzine. U Tabeli 5 su prikazani indikatori bezbednosti saobraćaja koji se odnose na brzinu mopeda u Srbiji.

Tabela 8. Indikatori bezbednosti saobraćaja koji se odnose na brzinu mopeda, u Srbiji

	dan		noć	
	naselje	van naselja	naselje	van naselja
Prosečna brzina vozila (km/h)	41,8	43,3	41,6	44,3
85-ti percentil brzine (km/h)	52,0	51,0	52,0	52,0
Standardno odstupanje brzine (km/h)	11,2	9,2	11,9	9,4
% prekoračenja ograničenja brzine	19,1	0,0	19,5	1,0
% prekoračenja ograničenja brzine za više od 10 km/h	6,3	0,0	6,0	0,0
Prosečna brzina vozila koja su prekoračila ograničenje brzine (km/h)	58,2	0,0	58,6	84,8

5. DISKUSIJA REZULTATA I ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Na osnovu analize rezultata istraživanja brzine kretanja putničkih automobila u Srbiji, može se zaključiti da u naselju postoji najveći broj vozača putničkih automobila, prekršioca, pri čemu je broj ekstremnih prekoračenja najmanji. Sprovedene analize pokazuju da na autoputu i van naselja opada ukupan broj prekršioca, ali raste broj prekršioca za više od 10 km/h. Takvi rezultati se eventualno mogu objasniti time da na autoputu i van naselja češće postoje uslovi za postizanje brzina značajno većih u odnosu na ograničenu brzinu.

Od broja vozača putničkih automobila koji su prekoračili brzinu u naselju, oko 40% su se kretali brzinom do 60 km/h. Ostalih oko 20% vozača putničkih automobila koji u naselju prosečno upravljaju vozilom brzinom većom od 60 km/h čine izuzetno rizičnu grupu i pretnju za sistem bezbednosti saobraćaja. Prosečna brzina prekršioca i 85-percentil brzine pokazuju da na autoputu u Srbiji postoji značajan broj vozača koji upravljaju putničkim automobilom ekstremno velikim brzinama. Slično tome, van naselja oko 25% vozača putničkih automobila u Srbiji upravlja vozilom brzinom većom od 90 km/h.

Ako se posmatra brzina kretanja teških teretnih vozila, može se zaključiti da u naselju i van naselja postoje značajno veći problemi nepoštovanja ograničenja u odnosu na autoput, a što odgovara tehničkim karakteristikama teških teretnih vozila. Približno oko 10% vozača teških teretnih vozila van naselja upravlja vozilom brzinom većom od dozvoljene i oni predstavljaju najznačajniji problem kada se posmatraju teška teretna vozila i njihova brzina. U naselju približno oko 8% vozača teških teretnih vozila upravlja vozilom brzinom većom od 60 km/h, što takođe predstavlja značajnu "pretnju" za sistem bezbednosti saobraćaja.

Kada su upitanju vozači autobusa, najveća prekoračenja snimljena su u naselju, gde oko 40% vozača autobusa upravlja vozilom brzinom većom od 50 km/h. Nešto značajni problem nepoštovanja brzine vozača autobusa uočen je u naselju u noćnim uslovima kada oko 10% vozača prekršioca, upravlja vozilom za 10 km/h većom od ograničenja. Ostali vozači autobusa-prekršioci se kreću brzinama do 7 km/h iznad ograničenja.

Analizom rezultata istraživanja može se zaključiti da najveća prekoračenja i najveće izmerene brzine čine vozači motocikala i oni predstavljaju najrizičniju grupu vozača u Srbiji, ako se posmatra brzina kretanja. Naime, prosečno u Srbiji 70% vozača motocikala prekoračuje ograničenu brzinu, od čega čak 40% u naselju i 45% van naselja to čini za više od 10 km/h. Veličinu problema prekoračenja ograničene brzine motociklista potkrepljuje i činjenica da je 85-percentil brzine motocikala u naselju čak 75 km/h, a van naselja 105 km/h u dnevnim uslovima, odnosno 78 km/h i 108 km/h u noćnim uslovima respektivno. Navedeni podaci ukazuju da potrebu hitnog reagovanja i preduzimanja neophodnih mera koje će biti usmerene ka motociklistima.

6. LITERATURA

- [1]. Aarts, L. & van Schagen, I. (2006) Driving speed and the risk of road crashes: a review. *Accident Analysis and Prevention*, 38, 215-224
- [2]. Andresson, G., and Nilsson, G. (1997). *Speed Management in Sweden: Speed, Speed Limits and Safety*. Swedish National Road and Transport Research Institute, Septembar 1997.
- [3]. Elvik, R. and Vaa, T. (2004). *The Handbook of road safety measures*. Oxford, United Kingdom, Elsevier.
- [4]. Fildes, B.N., Rumbold, G., and Leening, A. (1991). *Speed behaviour and drivers attitude to speeding*. Monash University Accident Research Centre, Report 16. Prepared for VicRoads, Hawthorn, Victoria.
- [5]. Finch, D., Kompfner, P., Lockwood, C., Maycock, G. (1994). *Speed, speed limits and accidents*. In: Project Report 58, Transportation Research Laboratory, Wokingham, England
- [6]. Finch, D.J., Kompfner, P., Lockwood, C.R, and Maycock, G. (1991). *Speed, speed limits and accidents*. Transport Research Laboratory, Project Report 58. Berkshire.
- [7]. <http://www.nhtsa.gov/> posećeno dana: 08.09.2014. godine
- [8]. Islam, T., El-Basyouny, K., Ibrahim, E. S. (2014). The impact of lowered residential speed limits on vehicle speed behavior. *Safety Science* 62, 483-494.
- [9]. Kloeden, C.N., McLean, A.J., Moore, V.M., and Ponte, G. (1997). *Travelling and Speed the Risk of Crash Involvement*. NHNRC Road Accident Research Unit, University of Adelaide.
- [10]. Pennay, D. (2005). *Community attitudes to road safety: Australian Transport Safety Bureau (ATSB) Report CR224*. Retrieved from: http://www.atsb.gov.au/publications/2005/pdf/CR224_Comm_Att.pdf
- [11]. Retting, R. and Cheung, I. (2008) Traffic speeds associated with implementation of 80 mph speed limits on West Texas rural interstates, *Journal of Safety Research* 39, pp. 529-534
- [12]. Rosen, E., Sander, U. (2009). Pedestrian fatality risk as a function of car impact speed. *Accident Analysis and Prevention* 41, 536-542
- [13]. Sliogeris, J. (1992). 110-kilometre per hour speed limit: Evaluation of road safety effects, Melbourne

- [14]. Taylor M.C. et al. (2000). The effects of drivers` speed on the frequency of road accidents. Crowthorne, Berkshire, UK TRL Report No. 421, Transport Research Laboratory (TRL).
- [15]. Woolley J. (2005). Recent Advantages of Lower Speed Limits in Australia, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 6,pp. 3562-3573,2005.
- [16]. Antić, B., Vujanić, M., Pešić, D., Nešić, M., Pešić, S. D., Marković, N., Smailović, E., Rosić, M., Miljković, M., Cerović, M., Vujanić M. M. (2014). Projekat " Istraživanje indikatora performansi bezbednosti saobraćaja u Srbiji za 2014. godinu, prvi presek stanja – rezultati „prolećnog “ istraživanja", Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd
- [17]. Vujanić, M., Pešić, D., Antić, B., Nešić, M., Pešić, S. D., Marković, N., Smailović, E., Rosić, M., Miljković, M., Cerović, M., Božović, M., Vujanić M. M. (2013). Projekat "Metode praćenja indikatora bezbednosti saobraćaja u Srbiji i njihov značaj za strateško upravljanje bezbednošću saobraćaja", Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd
- [18]. Lipovac, K. (2008). Bezbednost saobraćaja. Službeni list, Beograd.