

UDK: 656.1.053:614.862

OCENA UTICAJA SAOBRAĆAJNOG PROFILA PUTA NA NASTANAK SAOBRAĆAJNIH NEZGODA

THE IMPACT OF FREE TRAFFIC ROAD PROFILE ON SAFE TRAFFIC

Nikola Luković¹, Pavle Galić² i Miroslav Vukajlović³

Sažetak: Pravna i tehnička regulativa na području projektovanja puteva (geometrija puta) u Republici Srbiji je sistematski uređena (zakoni, pravilnici i standardi). Osim obezbeđivanja funkcionalnosti, put mora da bude projektovan tako da obezbeđuje saobraćajnu bezbednost vozačima koji put koriste u skladu sa važećim propisima. To znači da elementi puta moraju međusobno da budu usklađeni. Normalno funkcionisanje motornih vozila i drugih korisnika puta je moguće samo ako se na kolovozu u poprečnoj vertikalnoj ravni obezbedi dovoljna širina i visina za saobraćaj pojedine vrste vozila prilikom čega se uzima u obzir i brzina kojom se kreće određeni korisnik puta. Navedeni prostor se naziva saobraćajni profil, koji se određuje na osnovu programskih polazišta i uslova za određeni funkcionalni tip puta prilikom prolaska kroz različito iskorišćene prostore (land-use). U praksi često se dešava da je slobodni saobraćajni profil puta narušen u vidu različitih objekata koji zadiru u definisani prostor i predstavljaju latentnu opasnost i prepreku koju vozači otežano uočavaju. Ova okolnost je u radu prikazana kroz jedan karakterističan slučaj, sa akcentom na istraživanje određenih lokacija prikazanih na mapi, od kojih se na tri dogodile saobraćajne nezgode.

Ključne reči: put, motorna vozila, saobraćajni profil, saobraćajna nezgoda, infrastrukturni sistemi;

Abstract: Legal and technical regulations in the field of road (road geometry) in the Republic of Serbia is systematically arranged (laws, regulations and standards). In addition to providing functionality, the road must be designed so as to provide traffic safety drivers sometimes are used in accordance with the applicable regulations. This means that road elements must be aligned with each other. Normal operation of motor vehicles and other road users is only possible if the pavement in the transverse vertical plane providing sufficient width and height to transport certain types of vehicles during which takes into account the speed set by the particular user times. Said space is called a traffic profile, which is determined on the basis of program benchmarks and conditions for a particular functional type times when passing through different areas exploited (land-use). In practice, it often happens that the free section of the road traffic disrupted in the form of different objects that interfere with the defined space and represent a latent danger and obstacle that drivers difficult to spot.

Key words: road motor vehicle, traffic profile, traffic accidents, infrastructure systems.

1. UVOD

Bezbednost i eksploataciona efikasnost puta u velikoj meri zavisi od toga kako se pri projektovanju uvažavaju odnosi između geometrije puta, ponašanje vozača i karakteristika saobraćajnog toka. Pri projektovanju moraju se poštovati norme i standardi vezani za namenu i kategoriju puta kao i potrebe za prevoženjem robe i putnika. Nameće se potreba da se na najvišem nivou pažnje vodi računa o psihološkim obeležjima, ponašanju čoveka i prirode interakcije vozač-put. Ako put, a naročito objekti (mostovi, vijadukti, tuneli, nadvožnjaci i podvožnjaci, potporne i zaštitne konstrukcije) nisu prilagođeni mogućnostima kako vozila tako i osobinama čoveka tada se povećava stepen rizika i pojava grešaka, a koje su u vezi sa nastankom saobraćajnih nezgoda.

¹ Nikola Lukovic, dipl. inž. saobraćaja, Ul. Jaroslava Černija br. 2, Kragujevac, nikolalukovic82@gmail.com

² dr Pavle Galic, dipl. inž. saobraćaja, Ul. Marka Čelebonovića br. 9714, Beograd, galicpavle@gmail.com

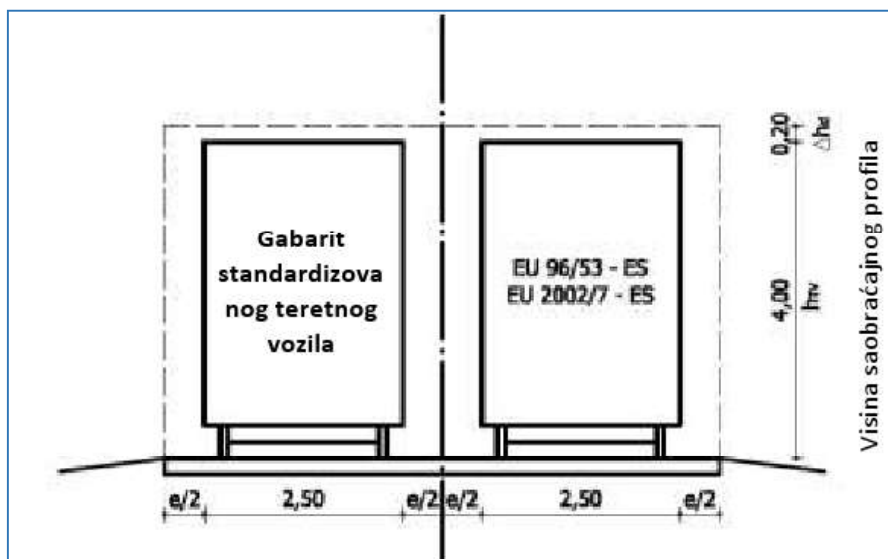
³ sc Miroslav Vukajlović, dipl. inž. saobraćaja, Ul. Dušana Jovanovića br. 4/30, Beograd, mikibanjska@yahoo.com

2. NORMATIVNA REGULATIVA U OBLASTI GRADNJE PUTA SA TEŽIŠTEM NA SLOBODNI SAOBRAĆAJNI PROFIL KAO ZNAČAJNI ELEMENT

Normalno kretanje motornih vozila i drugih korisnika puta je moguće samo ako se na kolovozu u poprečnoj i vertikalnoj ravni obezbedi dovoljna širina i visina za saobraćaj pojedine vrste vozila, prilikom čega se uzima u obzir i brzina kojom se kreće određeni korisnik puta. Ovaj prostor se naziva saobraćajni profil. Da bi se obezbedila sigurnost, pored brzine i dimenzija (gabarita) korisnika treba uzeti u obzir i sigurnosno rastojanje od drugih korisnika puta kao i od fizičkih prepreka sa strane i odozgo. Saobraćajni profil koji je uvećan za ova sigurnosna rastojanja naziva se slobodni profil.

Na javnim putevima treba obezbediti zadovoljavajući saobraćajni profil na pojedinačnoj saobraćajnoj traci za vožnju svih motornih vozila računskom brzinom (V_r) koja je određena programskim uslovima, a određuje se gabaritom teretnog vozila najvećih dimenzija vozila određenih direktivom EU 96/53-ES koja je dopunjena direktivom EU 2002/7-ES. To je gabarit tipičnog standardizovanog teretnog vozila širine $b_v=2,50$ m i visine $h_v=4,00$ m.

Širina saobraćajnog profila sastoji se od širine vozila (2,50 m) i manevarskog prostora na obe strane, a koji zavisi od brzine vožnje (V). Standardna visina saobraćajnog profila sastoji se od visine vozila (4,00 m) i dodatne visine za dinamičke oscilacije prilikom vožnje teretnog vozila koja je određena u vrednosti $\Delta h_v=0,20$ m. Ukupna visina saobraćajnog profila za motorna vozila je 4,20 m, a meri se iznad najviše tačke na kolovozu. Ako se na određenom putu kao sredstvo za uzdužno odvodnjavanje koristi segmentni kanal (kanaleta) u koji vozilo može da skrene, preporučuje se, da se i nad tim delom obezbedi standardna visina.



Slika 1. Visina slobodnog saobraćajnog profila.

Saobraćajni profil kolovoza sačinjavaju saobraćajne trake, ivične trake, te zaustavne trake kada su predviđene. Broj saobraćajnih traka zavisi od vrste i količine saobraćaja u jednom smeru (saobraćajno dimenzionisanje), širina saobraćajnih i ivičnih traka od računске brzine, a širina zaustavnih traka od vrste puta, te strukture saobraćaja koji se na njemu odvija.

Saobraćajni profil za pojedinačnog pešaka određen je širinom 0,75 m i visinom 2,25 m. Površina za saobraćaj pešaka određuje se na osnovu broja pešaka i može da ima jednu, dve ili više traka. Saobraćajni profil površine za pešake je proizvod širine 0,75 m i broja paralelnih traka. Saobraćajni profil za biciklistu je određen širinom bicikliste 0,80 m i manevarskim prostorom po 0,10 m sa svake strane, dakle ukupno 1,00 m, te visinom 2,25 m. Površina za biciklistički saobraćaj određuje se na osnovu broja biciklista i može da ima jednu ili dve trake. Saobraćajni profil površine za bicikliste je proizvod širine 1,00 m i broja paralelnih traka.

Slobodni profil za motorna vozila je prostor definisan širinom kolovoza, širinom bočnog zaštitnog prostora sa svake strane kolovoza i zaštitnom visinom. Na putevima kod kojih su kolovozi u oba smera međusobno razdvojeni (autoputevi) u slobodan profil se ubraja i širina središnje razdelne trake. Ako je u toj traci postavljena potporna konstrukcija (stub ili zid), slobodni profil se određuje za svaki kolovoz posebno. U ovom prostoru ne sme bude nikakvih stalnih fizičkih prepreka. Izuzetak je saobraćajna oprema koja pak sme

da bude postavljena samo na način koji je određen pravilima za postavljanje saobraćajnih znakova uz puteve i tako da ne ograničava zahtevanu preglednost (Pzp).

Standardna zaštitna visina iznad saobraćajnog profila je 0,30 m, a kod novogradnje treba da bude povećana na 0,55 m. Standardna širina bočnog zaštitnog prostora (dz) zavisi od vrste puta, vrste trupa puta (otvorena trasa, na mostu, u tunelu) i od računске brzine. Standardne širine su upisane u tabeli 1.

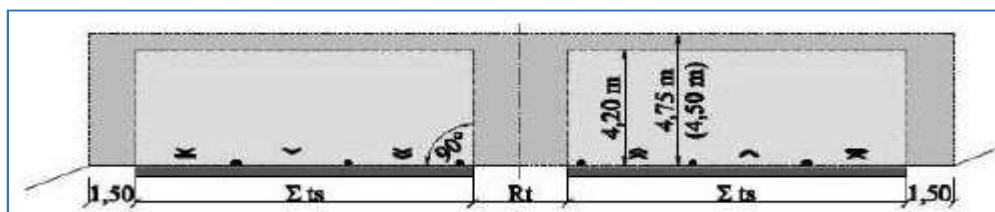
Tabela 1. Standardne dimenzije zaštitne širine

Zaštitna širina	d_z [m]
autoputevi	1,50
$V_{ri} \geq 80$ [km/h]	1,50
$V_{ri} \leq 80$ [km/h]	1,00
do zaštitne ograde	0,50
u tunelu, galeriji, podvožnjaku	1,00

Kada iz opravdanih razloga nije moguće obezbediti dovoljnu širinu bočnog zaštitnog prostora, prepreka treba da bude zaštićena sistemom za zadržavanje vozila (zaštitna ograda). Lice elementa sistema za zadržavanje vozila u ovom i u svim drugim slučajevima mora da bude udaljena od ivice kolovoza najmanje 0,50 m. Širina bočnog zaštitnog prostora ispod nadvožnjaka sa obe spoljašnje strane puta je povećana da bi se obezbedio i prostor za postavljanje uređaja za odvodnjavanje i da bi se obezbedilo optički povoljno rešenje (vozač nema osećaj skučenosti), te prihvatljiviji pejzažni izgled objekta u celini.

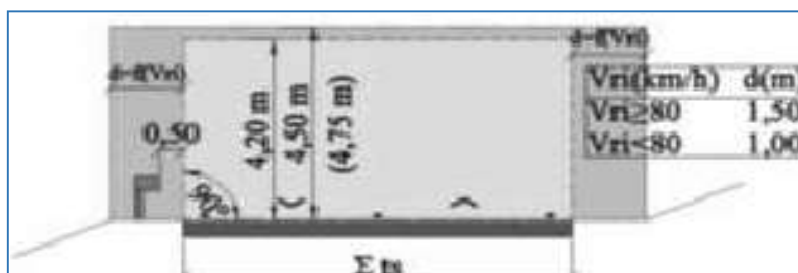
Minimalna širina bočnog zaštitnog prostora u ovom slučaju je 3,00 m kod puteva sa razdvojenim kolovozima (autoputevi) i 3,25 m kod puteva sa jednim kolovozom. Širina može da se suzi do 1,80 m na putevima koji su saobraćajno manje zahtevni (manja brzina vožnje) i u nepovoljnim terenskim uslovima, te kod primene drugačijeg sistema odvodnjavanja. Slobodni profil je pravougaonik položen na kolovoz koji je po pravilu malo nagnut na jednu ili na drugu stranu. Prilikom definisanja položaja donje ivice nadvožnjaka slobodna visina iznad puta se meri od najviše tačke kolovoza do najniže tačke konstrukcije nadvožnjaka.

Kod puteva koji prolaze ispod nadvožnjaka i kroz tunele iz razloga racionalnosti, oblik slobodnog profila je u gornjim uglovima adaptiran i izveden u obliku trougla, različito kod nadvožnjaka i tunela. Primeri saobraćajnih i slobodnih profila za različite vrste puteva su za različita izvođenja (na otvorenoj trasi, na mostu i tunelu) prikazani na slikama 1 i 2. Pri tom su na slikama korišćene sledeće oznake: R_t – središnja razdelna traka, Σts – širina kolovoza i d – širina zaštitne trake.



Slika 2. Slobodni i saobraćajni profil autoputa (otvorena trasa, na mostu, ispod nadvožnjaka)

Slobodni profil za saobraćaj pešaka je prostor koji se sastoji od širine površine za pešake i širine bočnog zaštitnog prostora na obe strane. Širina bočnog zaštitnog prostora za saobraćaj pešaka je 0,25 m. Između dve ili više traka koje su namenjene saobraćaju pešaka, ne računa se zaštitni prostor na spoju susednih traka bočnog zaštitnog prostora. Slobodni profil za biciklistički saobraćaj je prostor koji je sastavljen od širine površine za bicikliste i širine bočnog zaštitnog prostora na obe strane. Širina bočnog zaštitnog prostora za biciklistički saobraćaj je 0,25 m. Između dve ili više traka koje su namenjene za pešački saobraćaj ne računa se zaštitni prostor na spoju susednih traka bočnog zaštitnog prostora. Površine za saobraćaj pešaka i biciklista mogu da se spoje na istoj površini.



Slika 3. Slobodni i saobraćajni profil puta sa jednim kolovozom (otvorena trasa, na mostu, ispod nadvožnjaka)







Kada je na pojedinačnom putu u skladu sa programskim uslovima za projektovanje puteva osim motornog saobraćaja predviđen i saobraćaj pešaka i/ili biciklista, njihovi slobodni profili se smeju spojiti.

3. UTVRĐIVANJE ODSUPANJA OD ZADATIH NORMI – MAPIRANJE RIZIKA

Da bi utvrdili postojanje i učestalost odstupanja od zadatih normi slobodnog i saobraćajnog profila puta, izvršena su merenja na odabranoj deonici puta koja se sastoji od deonice državnog puta I reda u dužini od 23 km, opštinskog puta- gradskih ulica u dužini od 4,6 km i državnog puta II reda u dužini od 5 km. Ukupna dužina deonice 32, 6 km. Na navedenim deonicama su nastale saobraćajne nezgode koje su u vezi sa odstupanjem dimenzija saobraćajnog profila od zadatih normi.

Na izabranom uzorku putne deonice realizovano je merenje slobodnog i saobraćajnog profila, korišćenjem odgovarajućeg uređaja za merenje razdaljine koji je fiksiran za vozilo koje se kretalo navedenom deonicom puta. Rezultati merenja su prikazani u sledećoj tabeli. Broj saobraćajnih nezgoda utvrđen je iz statistike nastalih saobraćajnih nezgoda na teritoriji posmatranog regiona.

Tabela 2. Rezultati merenja

Kilometar puta (km)	Karakteristične tačke	Napomena	Vizuelizacija situacije
0	Naplatna rampa "Batočina" širina saobraćajne trake: 4,60 m slobodan profil do nadstrešnice: 5,50 m;	/	/
3,95	"P" čelična konstrukcija Visina slobodnog profila: 6,00 m;	/	
7,28	Telefonski kabl Visina slobodnog profila: 4,25 m;	Neposredno iznad gornje granice saobraćajnog profila	
13,20	Pešački most iznad kolovoza (prevoj Nikšićkog brda) Visina slobodnog profila: 5,50 m;	/	
14,50	Početak deonice sa fizički odvojenim kolovoznim trakama sa po dve saobraćajne trake	/	/
16,30	Portal sa saobraćajnim znakovima Visina slobodnog profila: 5,50 m;	/	
19,10	Betonski most iznad kolovoza Visina slobodnog profila: 5,40 m;	/	
23	Kružni tok Širina ulivne i izlivne trake: 7 m	/	

25,20	Krošnje drvoreda iznad desne kolovozne trake Visina slobodnog profila: 4,00 m;	Narušen slobodni saobraćajni profil	
25,90	Semafor na portalu iznad desne kolovozne trake Visina slobodnog profila: 4,60 m;	/	
26,20	Semafor na portalu iznad desne kolovozne trake Visina slobodnog profila: 4,60 m;	/	
26,64	Telefonski kabl iznad kolovoza Visina slobodnog profila: 4,40 m;	/	
23,72	Semafor na portalu iznad desne kolovozne trake Visina slobodnog profila: 4,60 m;	/	/
27,07	Krošnje drvoreda iznad desne kolovozne trake Visina slobodnog profila: 4,20 m;	Gornja granica saobraćajnog profila	
27,60	Telefonski kabl iznad kolovoza Visina slobodnog profila: 4,60 m;	/	
30,10	Telefonski kabl iznad kolovoza Visina slobodnog profila: 4,20 m;	Gornja granica saobraćajnog profila	
32,60	Završetak deonice	/	/

Sprovedenim merenjem uzorka deonice puta utvrđeno je da je na jednoj poziciji narušen slobodni saobraćajni profil krošnjama drvoreda koji se pruža duž kolovoza, a na dve pozicije su telefonski kabl i krošnje drveća pozicionirane na granici slobodnog saobraćajnog profila.

Na osnovu utvrđenog ispitivanja, vidljivo je da učestalost pojave zadiranja prepreka u slobodni saobraćajni profil nije zanemarljiva, odnosno na posmatranu deonicu puta u dužini od oko 32,60 km utvrđeno je postojanje prepreke koja narušava saobraćajni profil puta i postojanja dve prepreke koje se nalaze na gornjoj granici slobodnog saobraćajnog profila.

Na ovim lokacijama posmatranog regiona u poslednje tri godine dogodile su se tri saobraćajne nezgode, što zavređuje pažnju i potrebu za dubljim istraživanjem.

4. KARAKTERISTIČNI PRIMER SAOBRAĆAJNE NEZGODE U KOJOJ JE SLOBODNI PROFIL PUTA NARUŠEN NEPROPISNIM POSTAVLJANJEM INFRASTRUKTURNOG SISTEMA

U praksi se sreću slučajevi da dolazi do kontakta karoserije vozila sa delovima infrastrukturnih sistema koji se nalaze u zoni kolovoza, pa su ovakvi događaji neretko predmet analize sudskog veštaka u cilju utvrđivanja

okolnosti i uzroka nastanka saobraćajne nezgode. U ovim slučajevima obaveza je vozača da prati stanje na kolovozu u toku kretanja, uočava, procenjuje i preduzima radnje u cilju izbegavanja kontakta sa preprekama na putu kretanja. Najčešće su ovakvi tipovi prepreka stacionarni, bez dinamike kretanja, pa su kao takvi u svakom slučaju lakši za uočavanje i procenu položaja u odnosu na trajektoriju kretanja vozila. Međutim i pored okolnosti koje na prvi pogled ne bi trebalo da predstavljaju poseban problem u odvijanju javnog saobraćaja na putevima, ovakvi tipovi nezgode se događaju i kao takvi su predmet bavljenja javnih tužilaštva u fazi istrage, odnosno nadležnih sudova u fazi sudskog postupka.

Kao poseban problem se ističe i nadoknada materijalne štete nastale na vozilu i predmetnoj prepreci, a problem je značajniji ukoliko se apostrofira činjenica da se najčešće realizuje kontakt gornjih delova karoserije teretnih motornih vozila sa linijskim preprekama u vidu žica, kablova i sl. Kao sekundarna pojava, veoma često dolazi do obaranja nosećih kablovskih stubova i nastajanja štete na vozilima i objektima koji su locirani duž kolovoza.

U radu je naveden primer jedne tipične saobraćajne nezgode u delu ugrožavanja slobodnog profila koja će osvetliti problem koji se najčešće javlja u toku rekonstruisanja toka i mehanizma nastanka nezgode, kao i ukazati na posledice koje proizilaze iz nastanka iste.

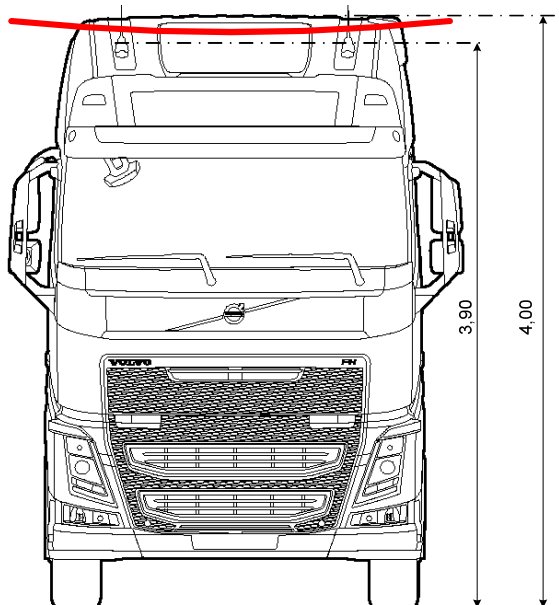
Analizirana saobraćajna nezgoda se dogodila na kolovozu opštinskog puta, koji je namenjen je za dvosmerni saobraćaj, a u zoni nastanka nezgode širok je oko 5,80 m.

Sprovedenim veštačenjem je utvrđeno da je došlo do kontakta gornjeg dela karoserije tegljača i prednjeg levog ugaonog dela priključnog vozila sa samonosećim telefonskim niskofrekventnim pretplatničkim kablom sa izolacijom i omotačem (TK 33), a u sekundarnoj fazi nezgode došlo je do povlačenja i obaranja drvenih stubova na koji je samonoseći kabl bio pripkopčan.

Lice koje upravlja infrastrukturnim sistemom je u izjavi o štetnom događaju između ostalog navelo da je predmetna mreža kablova postavljena pre 25 godina, i u trenutku izgradnje kabl nije bio nizak, ali je nakon toga vršeno nasipanje i asfaltiranje puta, pa je verovatno došlo do smanjenja visine od kolovoza do kabla.

Osiguravajuća društava oba učesnika negiraju odgovornost svojih klijenata, a zadatak veštačenja u sudskom postupku jeste da utvrdi okolnosti i uzrok saobraćajne nezgode, a samim tim i način regresiranja nastale štete.

U primarnom kontaktu došlo je do potpunog preklapanja čeonog profila teretnog vozila sa punim profilom telefonskog kabla na intervalskoj visini od 3,90 do 4,00 m od kolovozne podloge.



Slika 4. Situacioni prikaz pozicija teretnog motornog vozila i infrastrukturnog sistema

U sekundarnoj fazi nezgode je došlo do povlačenja i obaranja dva naspramna drvena stuba. U toku zahvatanja krova vozila sa poprečnim kablom došlo je do obaranja drvenog stuba na tegljač i tom prilikom je nastalo oštećenje na zadnjem desnom spojleru i aparatu sa crevom za kočioni sistem.

Pri izradi predmetnog Nalaza i mišljenja javila su se sledeća ključna pitanja:

Da li pred vozača teretnog vozila možemo postavljati zahtev da ceni visinu postavljenog telefonskog kabla u decimetrima, s obzirom da se telefonski kabel nalazio unutar zone slobodnog saobraćajnog profila (u intervalu 3,90 - 4,00 m)?

Da li opažanje linijske prepreke na graničnoj visini i procenjivanje njenog položaja u trećoj dimenziji (po z – osi), prevazilazi uobičajenu pažnju i psihofizičke sposobnosti prosečnog čoveka-vozača, posebno imajući u vidu da se vidni horizont vozača u toku upravljanja teretnim vozilom nalazi na oko 2,50 m iznad nulte tačke kolovoza?

Pitanja su kompleksna i odgovori na njih svakako nisu jednoznačni i zavise od velikog broja uticajnih faktora, a koji pre svega zavise od konkretne saobraćajne situacije. Ocena ovog pitanja predstavlja ključni deo Nalaza i dalji dok ekspertize u velikoj meri zavisi od ocene ove okolnosti.

5. ZAKLJUČAK

Postojeći putevi veoma često nisu projektovani i izgrađeni po ujednačenim standardima i u skladu sa ponašanjima vozača i obima saobraćaja iz više razloga. Putevi su građeni u različito vreme, a koje je odražavalo različite potrebe i strukturu saobraćaja pa i po različitim propisima i normativima. Izraziti problem su ograničena finansijska sredstva za gradnju pa se u skladu sa tim odstupalo od standarda kako projektovanja tako i gradnje, što se u krajnjem slučaju odražavalo na stvaranje rizika, pa i nastanka saobraćajne nezgode. U urbanim sredinama odstupa se od građevinsko tehničkih rešenja u pogledu profila puta, trase, raskrsnica, širine traka, računskih brzina, kao i objekata na putu, a posebno prilikom rekonstrukcije i rehabilitacije puteva te kategorije. Ovako prisutne razlike dodatno opterećuju vozače i negativno utiču na bezbednost saobraćaja. Kvalitet putne mreža je takav da zahteva efikasano i skupo održavanje, za koje nema dovoljno finansijskih sredstava. U cilju rešenja jednog broja problema treba dati značaj kvalitetnom radu nadzornih organa i inspeksijskih službi u oblasti drumskog transporta i putne infrastructure.

Na osnovu analize prikupljenih podataka utvrđeno je da pravna i tehnička regulativa na području projektovanja puteva (geometrija puta) u Republici Srbiji najčešće nije u potpunosti implementirana. Evidentni su slučajevi da deonice puteva, pre svega opštinske, imaju odstupanja u poprečnoj vertikalnoj ravni, odnosno u obezbeđivanju dovoljne širine i visine za saobraćaj teretnih vozila, pri čemu se uzima u obzir i brzina kojom se kreće posmatrani korisnik puta. U praksi često se dešava da je slobodni saobraćajni profil puta narušen u vidu različitih objekata koji zadiru u definisani prostor i predstavljaju latentnu opasnost i prepreku koju vozači otežano uočavaju.

Takođe, sprovedena istraživanja pokazuju da se još uvek ne poštuju propisane norme u projektovanju i gradnji puteva, a posebno saobraćajnica u urbanim sredinama gde se najčešće dešavaju saobraćajne nezgode.

6. LITERATURA

- [1]. Cvetanović, A., Banić, B. (2001), Osnove saobraćajnica, Građevinski fakultet u Beogradu, Beograd.
- [2]. Inić, M. (1996), Bezbednost drumskog saobraćaja, Univerzitet u Novom sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
- [3]. Справочник по безбедности дорожново движения (1996), Institut ekonomike i transporta, Oslo-Kopenhagen.
- [4]. Priručnik za projektovanje puteva u Republici Srbiji (2012), 4.0 Projektni elementi puta, Beograd.
- [5]. Direktiva EU 96/53-ES
- [6]. Direktiva EU 2002/7-ES