

ANALIZA SMANJENJA OGRANIČENJA BRZINE DRUMSKIH VOZILA U NASELJENIM MJESTIMA

Tihomir Đurić, email: drtihodj@gmail.com

Saobraćajni Fakultet Doboj, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Vojvode Mišića br.52, Doboj,
74000, Republika Srpska

Damir Mrkanović, email: damir.mrkanovic@gmail.com

D.O.O. "KIM" Klokotnica, Doboj Istok, Federacija BiH

Vladan Đurić, email: vladandjuric92@gmail.com

Saobraćajni Fakultet Doboj, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Vojvode Mišića br.52,
Doboj, 74000, Republika Srpska

Vedran Bilić, email: bilic.vedran@yahoo.com

„Autoprevoz”, Gradiška, Čede Kovačevića 12, Gradiška, 78400, Republika Srpska

Sažetak: Pod pojmom upravljanja brzinama podrazumjevaju se dvije vrste aktivnosti. Kao prvo, to su aktivnosti upravljača puteva u smislu određivanja, praćenja i izmjena ograničenja brzine na putevima, opreme puta koja ima za svrhu da signalizira vozačima smanjenje brzine, ali i tehničke i druge mjere za smirivanje i usporavanje saobraćaja. Drugi segment aktivnosti usmjerenih na upravljanje brzinama predstavlja prinuda, koja ima za cilj da obezbijedi poštovanje definisanih ograničenja brzine. U radu su istraženi bezbjednosni, energetski i ekološki aspekti smanjenja ograničenja brzine vožnje u naseljenim mjestima. Prikazano je da uz pozitivne rezultate na bezbjednost saobraćaja, smanjenje brzine ima negativni uticaj na ekonomičnost vožnje i zagađivanje okoline.

Ključne riječi: Brzina, naseljeno mjesto, aspekti ograničenja brzine.

ANALYSIS OF REDUCING SPEED LIMITS OF VEHICLES IN TOWNS AND VILLAGES

Abstract: By speed control we mean two types of activities. First, there are activities of road controllers meaning determining, tracking and changing speed limits on the roads, road equipment that is there to signal the speed limit to the drivers, but also the technical and other means of control and slowing down the traffic. The other segment of activities used to control the speed is force, that is used to ensure that the defined speed limit is respected. This paper analyses the safety, energetic and ecological aspects of reducing the speed limit in towns and villages. It is shown that with positive results to the traffic safety, reducing the speed has negative effect on the economy of driving and pollution.

Key words: speed, town and village, aspects of speed limit.

1. UVOD

Nedozvoljena i neprimljiva brzina su najčešći povod saobraćajnih nezgoda na putevima, pa je smanjenje brzine označeno kao najznačajnija strateška aktivnost (Oposenica i dr, 2014; Janković, 2015). Dosljednim provođenjem mjera upravljanja brzinama moguće je smanjiti broj nezgoda sa povrijeđenim licima do 30%, a broj poginulih lica do 50% (ETSC, 2010).

Svjetska istraživanja pokazuju da se brza vožnja pojavljuje kao jedan od najznačajnijih i najučestalijih pojava oblika saobraćajnih nezgoda na putevima. I broj i težina saobraćajnih nezgoda se povećava sa povećanjem brzine. Brza vožnja u naseljenim mjestima, s obzirom na fizičku bliskost sa pješacima, dovodi do velikog broja stradanja ove kategorije učesnika u saobraćaju. Sa porastom sudarnih brzina povećava se težina nezgode, a posebno pri obaranju pješaka. Na primjer, ako je brzina udara u pješaka 30 km/h, onda će poginuti oko 10%

pješaka, pri brzini 40 km/h poginuoće oko 20%, pri 50 km/h gine oko 40% pješaka, a pri 60 km/h gine oko 80%. Ako je pješak udaren vozilom koje se kreće brzinom 80 km/h i više, njegove šanse da preživi su minimalne (Passanen, 1991).

Drugi primjer, ako se dva vozila kreću u naseljenom mjestu jedan pored drugog. Jedno vozilo kreće se brzinom od 50 km/h, a drugo ga pretiče brzinom od 60 km/h. Pretpostavka da dijete trči preko kolovoza na mjestu gdje će se vozilo koje se kreće brzinom od 50 km/h kočenjem zaustaviti. Drugo vozilo, koje takođe koči, će na tom mjestu kretati se brzinom od 44 km/h.

S druge strane, mjere ograničenja brzine vožnje u svijetu pokazale su vrlo pozitivan učinak u pogledu smanjenja broja nezgoda, posebno onih s teškim posljedicama. Potencijalno smanjenje broja povrijeđenih, naročito onih sa teškim posljedicama, u saobraćajnim nezgodama je ogromno. Predviđeno smanjenje je 4% za svaki 1 km/h smanjenja ograničenja brzine. Smanjenja su naročito visoka u slučajevima gde su uključeni ranjivi učesnici u saobraćaju (Vaa, 1997).

Izmjene i dopune Zakona o osnovama bezbjednosti saobraćaja na putevima u BiH, (ZoOBS BiH, 2017), donijele su brojne novine kojih se učesnici u saobraćaju trebaju pridržavati. Između ostalog, smanjuje se broj kaznenih bodova potrebnih za sankcionisanje vozača, kao i dozvoljena brzina u naseljenim mjestima.

U naseljenim mjestima, gdje nema saobraćajnih znakova ograničenja brzine, važi ograničenje brzine od 50 km/h umjesto dosadašnjih 60 km/h, a svako prekoračenje nosi znatno oštrije kazne i veće posljedice. Ukoliko se ograničenje brzine prekorači više od 30 km/h kazna je 400-1000 KM, za prekoračenje brzine od 20 do 30 km/h kazna je 100-300 KM, a ako se vozi 10 do 20 km/h brže od predviđenog ograničenja brzine, kazna je 50 KM.

Novčana kazna od 50,00 do 250,00 KM predviđena je za vozača koji prilikom pokretanja vozila iz mjesta naglo poveća brzinu kretanja na način da dolazi do stvaranja prekomjerne buke i škrife i vozača kod kog se u vozilu u saobraćaju na putu nađe uređaj odnosno sredstvo kojim se može otkrivati ili ometati rad uređaja za mjerenje brzine kretanja vozila. Izmjenama Zakona u oblasti brzina je usklađena sa preporukom Svjetske zdravstvene organizacije.

Sve to, s punim pravom, navodi subjekte koji vode brigu o bezbjednosti saobraćaja na razmišljaja kada su u pitanju uvođenja manjih ograničenja brzine u naseljenim mjestima. Tako je npr. Zakonom o izmjenama i dopunama ZOOPS BiH („Sl. gl. BiH”, br. 8/17) u naseljenim mjestima, gdje nema saobraćajnih znakova ograničenja brzine, propisano ograničenje brzine od 50 km/h umjesto dosadašnjih 60 km/h. Međutim, prije prihvatanja konačnog stava po tom pitanju trebalo je na objektivnan način razmotriti, u kvantitativnom pogledu, pozitivne i negativne posljedice takvih promjena. Ovaj rad predstavlja pokušaj doprinosa razmatranju takvih problema, pri čemu se vodi računa o bezbjednosnim, energetske i ekološkim aspektima posljedica koje nastaju promjenom ograničenja brzine u naseljenim mjestima.

2. BEZBJEDNOSNI ASPEKTI SMANJENJA OGRANIČENJA BRZINE

Bezbjednosni aspekti uglavnom proističu iz skraćivanja zaustavnih puteva pri kočenju, smanjenja dužine potrebnog bezbjednosnog rastojanja između vozila u koloni, te promjene kinetičke energije vozila kao elementa od kojeg, u najvećoj mjeri, zavise posljedice saobraćajnih nezgoda na putevima u drumskom saobraćaju (Đurić, T., i D. Dujaković, 2015).

2.1. Zaustavni put

Smanjenje zaustavnog puta pri kočenju predstavlja direktan doprinos bezbjednosti saobraćaja. Načelno, zaustavni put zavisi o brzini vožnje u skladu sa sledećim modelom:

$$l_z = (t_r + t_a)v + \frac{v^2}{2a} \quad (1)$$

Ako je v_0 sada važeća najveća dozvoljena brzina vožnje, a v neka nova najveća dozvoljena brzina vožnje, onda će odnos odgovarajućih zaustavnih puteva biti:

$$\lambda_z = \frac{l_z}{l_{z0}} = \frac{2a(t_r + t_a)cv_0 + c^2v_0^2}{2a(t_r + t_a)v_0 + v_0^2} \quad (2)$$

gdje je odnos $c = v/v_0$.

Pri srednjem usporenju $a = 5,5 \text{ m/s}^2$, vremenu reakcije vozača $t_r = 0,7 \text{ s}$, vremenu aktiviranja kočionog sistema $t_a = 0,3 \text{ s}$, pri sadašnjoj dozvoljenoj brzini u naseljenim mjestima $v_0 = 60 \text{ km/h} = 16,7 \text{ m/s}$ slijedi:

$$\lambda_z = 0,4c + 0,6c^2 \quad (3)$$

Ako bi se dozvoljena brzina ograničila na 50 km/h, onda bi odnos brzina bio: $c = \frac{50}{60} = 0,833$,

a odnos odgovarajućih zaustavnih puteva: $\lambda_z = 0,747$.

Dakle, smanjenje brzine za 16,7% ima kao posljedicu smanjenje zaustavnog puta za oko 25% što je svakako povoljno.

2.2. Rastojanje vozila u koloni

Potrebno međusobno rastojanje vozila u koloni određeno je putem što ga vozilo koje slijedi, u slučaju nagloga kočenja vozila koje prethodi, prelazi u vremenu potrebnom za reagovanje njegova vozača i aktiviranje njegovih kočnica. Tome treba dodati i potrebno bezbjednosno rastojanje od 2 m.

U skladu s tim potrebno rastojanje iznosi:

$$l = v(t_r + t_a) + 2 \quad (4)$$

Odnos tih rastojanja za brzine v i v_0 iznosit će: $\Delta\lambda = \frac{\Delta l}{\Delta l_0} = 0,89c + 0,11$

Za odnos brzina: $c = 0,833$

$\Delta\lambda = 0,85$

Dakle, smanjenje brzine za 16,7% ima za posledicu smanjenje potrebnog rastojanja za oko 15%.

2.3. Kinetička energija

Kinetička energija vozila određena je izrazom:

$$E_k = \delta \cdot m \frac{v^2}{2} \quad (6)$$

Odnos kinetičkih energija pri brzinama v i v_0 bit će:

$$\varepsilon_k = \frac{E_k}{E_{k0}} = c^2 \quad (7)$$

za $c = 0,833$ je: $\varepsilon_k = 0,69$

Dakle, smanjenju brzine od 16,7% odgovara smanjenje kinetičke energije za oko 31%, što je svakako, sa stajališta težine posledica saobraćajnih nezgoda, vrlo povoljno.

3. ENERGETSKI ASPEKTI

Pri kretanju vozila značajno se mijenja režim vožnje, kako brzina tako i otpori vožnje. Time je uslovljena i promjena režima rada motora, njegova brzina obrtaja i njegov obrtni moment, što opet uzrokuje promjenu u ekonomičnosti, ali i drugih karakteristika rada motora. Ekonomičnost rada motora najčešće se ocjenjuje potrošnjom goriva.

Uobičajeno je da se jedinična potrošnja goriva g_e , g/kWh pri promjenljivom režimu rada motora prikazuje kao funkcija brzine obrtaja motora n , okr./s i jediničnog rada motora – rada po jedinici radne zapremine cilindra u jednom procesu W_e , J/m³.

Prema podacima za jediničnu potrošnju goriva g_e , g/kWh časovna potrošnja goriva g , kg/h iznosi:

$$g_h = \frac{g_e P}{1000} \text{ (kg/h)} \quad (8)$$

gdje je snaga motora P , kW.

Za korisnika vozila relativan je utrošak goriva za jedinicu pređenog puta:

$$G = g_h / v \text{ (kg/km)}, \quad (9)$$

gdje je brzina vožnje v dana u km/h.

Tabela 1. Potrošnja goriva zavisno od stepena prenosa i brzine kretanja vozila

Pokazatelji	Stepen prenosa			
	III		II	
	Brzina vožnje (km/h)			
	60	50	60	50
Snaga motora P , kW	5,65	4,08	5,65	4,18
Jedinična potrošnja g_e , kg/kWh	0,50	0,54	0,58	0,62
Satna potrošnja g_h , kg/h	2,825	2,203	3,277	2,530
Puna potrošnja G , kg/km	0,047	0,044	0,055	0,051

Brzine vožnje $v_{60} = 60$ km/h i $v_{50} = 50$ km/h u gradu je moguće realizovati vožnjom III i II stepena prenosa. Potrošnja goriva za razmatrane slučajeve prikazana je u tabeli 1.

Vozilima koja su kod nas najčešće zastupljena moguće je ostvariti vožnju brzinom v_{60} u III stepenu prenosa, a za brzinu v_{50} prikladniji je II stepen prenosa.

S tom pretpostavkom, pri brzini vožnje od 60 km/h, potrošnja goriva za jedinicu pređenog puta iznositi će 0,047 kg/km, a za brzinu vožnje 50 km/h potrošnja će biti 0,051 kg/km. To znači da će smanjenje brzine vožnje uticati na povećanje potrošnje goriva za oko 8,5%, mjereno po jednom km pređenog puta.

4. EKOLOŠKI ASPEKTI

Izduvni gasovi iz motora vozila su značajan izvor zagađivanja vazduha. Najvažniji štetni sastojci izduvnih gasova su: ugljen-monoksid (CO), različiti ugljovodonici CH i oksidi azota NO_x. Sadržaj tih sastojaka u izduvnim gasovima strogo je ograničen propisima ECE-R15, te tim propisima moraju odgovarati svi automobili koji se danas proizvode.

Emitovane količine štetnih sastojaka izduvnih gasova u jednom satu g_{CO} , g_{CH} , g_{NO_x} , g/h , mogu se izračunati množenjem količina sa snagom motora P. Količina štetnih sastojaka emitovana na pređenom putu od jednog kilometra iznosi:

$$G_{CH} = g_{CO} / v;$$

$$G_{CH} = g_{CH} / v;$$

$$G_{NO_x} = g_{NO_x} / v \quad (\text{g/km}) \quad (10)$$

Emisije štetnih (otrovnih) sastojaka izduvnih gasova motora prikazane su u tabeli 2.

Tabela 2. Emisije štetnih (otrovnih) sastojaka izduvnih gasova motora

Pokazatelji		Stepen prenosa			
		III		II	
		Brzina vožnje (km/h)			
		60	50	60	50
Snaga motora	P, kW	5,65	4,08	5,65	4,08
Jedinična potrošnja	$CO, g/kWh$	100	140	120	140
	CH	11,5	14,5	16	17
	NO_x	6	4	10	7
Satna potrošnja	$g_{CO}, g/h$	565	571	678	571
	g_{CH}	65,0	59,2	90,4	69,4
	g_{NOx}	33,9	16,3	56,5	28,6
Puna potrošnja	$G_{CO}, g/kW$	9,42	11,41	11,3	11,4
	G_{CH}	1,08	1,18	1,51	1,387
	G_{NOx}	0,565	0,326	0,942	0,571

Posljedica smanjenja brzine vožnje automobilom od $v_{60} = 60$ km/h u III stepenu prenosa na $v_{50} = 50$ km/h u II stepenu prenosa jesu:

- povećanje emisije ugljen-monoksida od 9,42 g/km na 11,4 g/km, ili za 21%,
- povećanje emisije ugljovodonika od 1,08 g/km na 1,387 g/km, ili za 28,4%,
- emisija oksida azota praktično ostaje ista.

Sa ekološkog stajališta značajna je i emisija otrovnih olovnih sastojaka s izduvnim plinom. Olovni sastojci nalaze se u benzinu, pa će emisija olovnih sastojaka s izduvavanjem biti proporcionalna potrošnji goriva. Kako putna potrošnja goriva za jedinicu pređenog puta raste sa smanjenjem brzine vožnje od 60 km/h na 50 km/h za 8,5%, logično je isti učinak očekivati i u pogledu emisije olovnih sastojaka.

5. DISKUSIJA/ZAKLJUČAK

Posmatrano sa bezbjednosnog aspekata, ograničenje brzine na 50 km/h u naseljenim mjestima dalo je pozitivne rezultate. S druge strane, energetski i ekološki aspekti ukazuju na to da su se u tom slučaju postigli negativni učinci. Dozvoljena brzina od 60 km/h, na većini saobraćajnica, u naseljenim mjestima predstavlja veliki problem sa bezbjednosnog aspekta i kao problemi zapravo nastaju ako se to ograničenje ne poštuje od strane vozača. Na osnovu provedene analize, u prvom redu zbog pogoršanja ekonomskih i ekoloških parametara, smanjenje ograničenja brzine vožnje u naseljenim mjestima na 50 km/h ima veliko značenje u smanjenju saobraćajnih nezgoda, a pogotovo na smanjenju saobraćajnih nezgoda sa poginulim licima, gdje je potrebno insistirati na većem poštivanju postojećih ograničenja brzine. Eventualna ograničenja brzine na nekim saobraćajnicama, gdje je intenzivan pješački saobraćaj, treba provesti uz pomoć drugih raspoloživih mjera.

Nepredvidiva priroda ljudskog ponašanja u kompleksnom saobraćajnom okruženju znači da je nerealno očekivati da sve saobraćajne nezgode budu spriječene. U tom smislu, inicijative upravljanja brzinama su usmjerene kako na smanjenje vjerovatnoće saobraćajnih nezgoda, tako i njihove težine. To se postiže postavljanjem jasnih i odgovarajućih ograničenja brzine i primjenom čitavog spektra mjera za ostvarivanje uticaja na ponašanje vozača u smislu brzine.

Dobro zamišljena i godinama usavršavana koncepcija smirivanja saobraćaja, a radi bezbjednosti najugroženijih učesnika u saobraćaju, primjenjuje se u većini zemalja. Osim građevinskih zahvata kojima je moguće reorganizovati postojeću sekundarnu mrežu saobraćajnica, smirivanje saobraćaja postiže se i čitavim nizom mjera kojima se ne djeluje samo na svijest i savjest vozača, već ih podstiču na nesvjesno smanjivanje brzine kretanja u susretu sa različitim oblicima drumskih barijera.

Upravljanje brzinama obuhvata širok spektar mjera usmjerenih na uravnotežavanje bezbjednosti i efikasnosti brzine vozila na mreži puteva. Iskustvo je pokazalo da se smirivanje saobraćaja na nivou brzina kretanja 30 km/h ili 40 km/h ne može postići apelovanjem niti prinudom vozača da poštuju propisanu brzinu. Ograničenja brzine zahtijevana saobraćajnim znakovima vozači poštuju vrlo slabo ili nikako. Brzinu kretanja vozači ostvaruju prema drugim uslovima na putu i uslovima okoline, a ne prema saobraćajnim znakovima, pa čak i ako takva ograničenja strogo i učestalo nadzire policija.

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] Commission Of The European Communities (2010), White Paper: European Transport Policy For 2010: Time To Decide, ISBN 92-894-0341-1, Luxembourg, pp.126.
- [3] ETSC (European Transport Safety Council) (2010), EU road safety at stake? ETSC Response to the European Commission's Road Safety Policy Orientations 2011-2020.

- [4] ETSC (European Transport Safety Council) (2011), Traffic Law Enforcement across the EU: Tackling the Three Main Killers on Europe's Roads.
- [5] European Road Safety Atlas (2011), European Road Assessment Programme.
- [6] Final Report on Improvement of Road Safety Management and Conditions in the Republic of Srpska (SweRoad, jun 2012.).
- [7] GRSP/WHO (2008), Speed management: a road safety manual for decision-makers and practitioners. Geneva, Global Road Safety Partnership.
- [8] Janković, D. (2015), "Mjesto i uloga policije u bezbednosti saobraćaja sa posebnim osvrtom na upravljanje brzinama" (doktorska disertacija), Internacionalni univerzitet Brčko, Fakultet za saobraćajno inženjerstvo, Brčko.
- [9] Đurić, T., i D. Dujaković (2015), Procedura vršenja i pristupa procjeni oštećenom vozilu u saobraćajnoj nezgodi, UDC: 343.983:656.1, "Časopis vještak" naučno-stručni časopis iz oblasti teorije i prakse vještačenja, Banja Luka, Vol. 1 (2015) No. 3 (289-468), ISSN 2303-6893.
- [10] Nilsson G. (2014), Traffic safety dimensions and the power model to describe the effect of speed on safety. Bulletin 221, Sweden, Lund Institute of Technology, Lund University.
- [11] OECD/ECMT (2014), Transport Research Centre: Speed Management report, (available in English and French) Paris.
- [12] Osenica, M., S. Aleksić, D. Janković, (2014), Mjere za smanjenje brzine u gradskim oblastima, 12. Međunarodni simpozijum „Prevenција saobraćajnih nezgoda na putevima 2014“, (zbornik radova), str. 39-46, RS, Novi Sad (Borsko Jezero), 09. i 10. oktobar.
- [13] Đurić, T. i Đ. Popović, (2012), Stavovi anketiranih vozača o brzini i prekoračenju dozvoljene brzine, Naučno-stručni skup: Saobraćajnice i optimizacija transporta SioT-2012, Doboj. (Zbornik radova, 121-130)..
- [14] Pasanen, E. (1991). Ajonopeudet ja jalankulkijan turvallisuus [Driving speeds and pedestrian safety]. Espoo, Teknillinen korkeakoulu, Liikennetekniikka.
- [15] T&E – European Federation for Transport and Environment (2006). The car industry's commitment to the EU to reduce CO2 emissions:a brand-by-brand progress report, T&E 06/3, Brussels, Belgium, pp.11, October.
- [16] Vaa, T. (1997). Fartsgrensereduksjon i tettbygd strøk: Virkning på fart og ulykker.(Speed limit reductions in urban areas: Effect on speed and crashes. TØI working report 1085/1997. Oslo, Transportøkonomisk institutt. (In Norwegian with English abstract).
- [17] WHO (World Health Organisation) (2011), Global Plan for the Decade of Action for Road Safety 2011-2020 Geneva, Switzerland.
- [18] (ZoOBS BiH, 2017), Zakon o osnovama bezbjednosti saobraćaja na putevima u Bosni i Hercegovini, (Sl. glasnik BiH, br. 6/06; 75/06; 44/07; 84/09; 48/10; i 8/17).
- [19] Zakon o bezbjednosti saobraćaja na putevima Republike Srpske, (Sl. glasnik RS, br. 63/11).