

PROCJENA PREOPTEREĆENJA VOZILA NA PUTEVIMA U BOSNI I HERCEGOVINI

Zoran Injac, email: zoraninjac@teol.net

Danislav Drašković, email: danislavdraskovic@gmail.com

Goran Amidžić, email: amidzicgoran78@gmail.com

Univerzitet Banja Luka, Fakultet bezbjednosnih nauka, BiH

Sažetak: Broj registrovanih komercijalnih teretnih vozila je u stalnom porastu, a time i saobraćajno opterećenje na putevima u Bosni i Hercegovini. Preopterećenje vozila smatra se jednim od najvećih problema u drumskom saobraćaju zbog moguće štete koju može nanijeti putnoj infrastrukturi. Ovaj rad istražuje preopterećenje vozila na putnoj mreži Bosne i Hercegovine. Glavni ciljevi su utvrđivanje vrste preopterećenih vozila, zastupljenosti preopterećenih vozila i određivanje faktora ekvivalencije (EF). Sekundarni podaci prikupljeni su sa kontrolnih stanica za vaganje uzimajući u obzir ukupnu težinu vozila, distribuciju ukupne težine na osovine vozila i ekvivalentno standardno osovinsko opterećenje za određeni tip vozila u periodu od dvije godine. Zabrinjavajući je utvrđeni stepen preopterećenja koji je izuzetno visok, a posebno se ističu 5-osovinska teretna vozila koja su zastupljena sa 58.7%. Istraživanje je pokazalo da se naizraženiji nivo preopterećenja kreće u granicama 10-20% u odnosu na maksimalno dozvoljenu težinu. Izračunati EF je 3,64 i veći je od standardnog EF-a.

Ključne riječi: *preopterećenje, dimenzionisanje putne infrastrukture, osovinsko opterećenje.*

ASSESSMENT OF VEHICLE OVERLOADS ON ROADS IN BOSNIA AND HERZEGOVINA

Abstract: The number of registered commercial freight vehicles is constantly increasing, and therefore the traffic load on the roads in the Bosnia and Herzegovina. Vehicle overloading is considered as one of the most substantial concerns in road transport due to a possible road surface damage. This paper investigates the vehicle overloading on the roads in the Bosnia and Herzegovina. The main objectives for this study were to determine types of vehicles overloaded, the percentage of overloaded vehicles and an average equivalency (EF) for all vehicles. Secondary data were collected from fixed weighbridge station by considering gross vehicle weight, maximum permissible gross vehicle and axle load for the period of two years. The overloading rate is extremely high, in particular with 5-axle trucks representing 58.7%. The research showed that the increased overload level ranges from 10-20% of the maximum permissible weight. The calculated EF was 3.64 higher than standard EF.

Keywords: *vehicle overloading, design road pavement, axle weight*

1. UVOD

Preopterećenje je definisano kao osovinsko opterećenje koje prelazi zakonom dozvoljene vrijednosti za teretna vozila. Prema [1], očekuje se da će teretna vozila s preopterećenjem dramatičnije doprinijeti akumuliranom oštećenju kolovoza, a tome posebno doprinosi kada se ova veća opterećenja događaju često. Utvrđeno je da povećanje pojavljivanja preopterećenja uzrokuje primjetno povećanje oštećenja kolovoza [2],[3],[4],[15]. Budući da je povećano učešće drumskog prevoza robe u odnosu na druge vidove transporta, očekuje se da će teretna

vozila u dogledno vrijeme ostati uobičajen prizor na našim putevima. Stoga, treba posvetiti posebnu pažnju optimizaciji upotrebe teretnih vozila i oštećenjima na putnoj infrastrukturi koja su uzrokovana od njih.

Teretna vozila koja se kreću od polazišta do odredišta koriste mrežu javnih puteva. Ako se ne sprovodi kontrola osovinskog opterećenja i ukupne masa teretnih vozila, visoka opterećenja mogu nanijeti značajnu štetu putnoj infrastrukturi. Slijedom toga, nametnuta su određena zakonska ograničenja opterećenja. Tri vrste podataka o težini tereta su od posebnog značaja: ukupna težina vozila, distribucija ukupne težine na osovine vozila i ekvivalentno standardno osovinsko opterećenje za određeni tip vozila. Dimenzije, ukupnu masu i osovinsko opterećenje vozila na putevima utvrđuje usvojena podzakonska regulativa (*Službeni glasnik BiH, broj 23/07 i 101/12*). Ponavljanje opterećenja i preopterećenja teških teretnih vozila nepovoljno utiču na kolovoz, projektni vijek kolovoza postaje kraći, iako se isti standard kvaliteta koristi pri projektovanju i izgradnji [5],[6],[7],[8]. U istraživačkoj studiji je navedeno da će, dopuštajući povećanje osovinskih opterećenja sa 10 na 13 tona, kolovozi trajati samo polovinu svog projektovanog vijeka u odnosu na osovinsko opterećenje od 10 tona [11]. Istraživanja u SAD -u i Južnoj Africi su pokazala da su se štete na kolovoznoj konstrukciji uzrokovane preopterećenjem povećale nesrazmjerno, npr. osovinsko opterećenje koje je dvostruko veće od zakonskog ograničenja može uzrokovati 4 do 60 puta veću štetu od dozvoljenog osovinskog opterećenja, zavisno od strukture i vrste puta. Visoka opterećenja točkova vozila, pritisak u gumama, učestalost i trajanje zajedno sa faktorima okoline važni su za performanse kolovoza. Međutim, najvažniji parametar je osovinsko opterećenje. Glavni faktori odgovorni za oštećenja kolovoza uzrokovana teretnim vozilom, kao što su dinamičko osovinsko opterećenje, broj i tip osovina (npr. jednostruki, tandem), svojstva guma (npr. veće širine, dvostruka) i svojstva kolovoza (npr. tip kolovoza, debljina, temperatura i hrapavost) dati su u istraživačkim studijama [1],[9],[10],[12],[13],[18],[19].

Putna mreža u Bosni i Hercegovini obuhvata približno 22.733 km i podijeljena je u četiri glavne kategorije, a to su autoputevi sa naplatom putarine (198 km), magistralni putevi (4.039 km), regionalni putevi (4.496 km), te lokalni putevi, a životni vijek im je između 10 i 15 godina, međutim oštećenja na kolovoznoj konstrukciji i dalje su prisutna i događaju se ranije nego što se očekuje. Jedno od novijih pitanja povezanih s drumskim prevozom je ponašanje preopterećenja koje obično uzrokuju teretna vozila kada se nađu van kontrole, a u isto vrijeme ti putevi nisu u stanju obezbijediti nosivost s određenim projektnim vijekom trajanja. Zabrinjavajući je utvrđeni stepen preopterećenja koji je izuzetno visok, a posebno se ističu 5-osovinska teretna vozila koja su zastupljena sa 58.7%. Istraživanje je pokazalo da se naizraženiji nivo preopterećenja kreće u granicama 10-20% u odnosu na maksimalno dozvoljenu masu. Preopterećena vozila mogla bi ugroziti živote učesnika u saobraćaju. Preopterećenim vozilima je teško upravljati, manje su stabilna i zahtijevaju duži zaustavni put; što ih čini vrlo opasnim, posebno na ostrim krivinama i strmim padinama.

Osim toga, preopterećenje takođe može uzrokovati nekoliko štetnih uticaja na integritet konstrukcije kolovoza. Ne samo da skraćuje vijek trajanja samog kolovoza, već može uzrokovati i ozbiljna oštećenja koja bi mogla dovesti do saobraćajnih nesreća [14],[16],[17]. Zbog ovih problema preopterećenje je prepoznato kao problem o kojem se mora povesti računa. Stoga su glavni ciljevi ove studije bili utvrđivanje vrsta preopterećenih vozila, postotak preopterećenih vozila i prosječna ekvivalentnost (EF) za sva teretna vozila.

2. METODOLOGIJA

Osnovni cilj ovog istraživanja je da se shvati značaj problema preopterećenih vozila, da se na osnovu dostupnih informacija formira baza podataka o mjerenjima ukupne mase i osovinskog opterećenja na putnoj mreži u Bosni i Hercegovini i da se utvrdi u kojoj mjeri je problem preopterećenosti prisutan na našim putevima. Mjerenja ukupne mase i osovinskog opterećenja teretnih vozila na putevima u Bosni i Hercegovini započeta su uvođenjem statičkih vaga koje vrše mjerenje dok je vozilo u mirovanju, odnosno izvan saobraćaja, tako da se dobijaju pouzdani rezultati mjerenja. Ova mjerenja se koriste u svrhu utvrđivanja prekoračenja osovinskog opterećenja i ukupne mase vozila. Prikupljanje podataka je izvršeno na ukupno 45 izabranih lokacija u periodu od dvije godine, na teritoriji cijele Bosne i Hercegovine. Preopterećena vozila koja su razmatrana u ovoj studiji uključuju kruta i zglobna vozila s 2 osovine, 3 osovine, 4 osovine, 5 osovina, 6 osovina i eventualno 7 osovina. Analizirani su postotak preopterećenja vozila i prosječni faktor ekvivalencije (EF) za svaku vrstu vozila kao sekundarni podaci. Procenat preopterećenosti vozila analiziran je u smislu tipova preopterećenih vozila i procenta preopterećenja po vozilima. Od statističkih tehnika za obradu podataka korištene su neparametarske tehnike poput Kruskal-Wallis testa, Man-Whitney U-test, χ^2 test i Fisher-ov test.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

3.1 Broj preopterećenih teretnih vozila

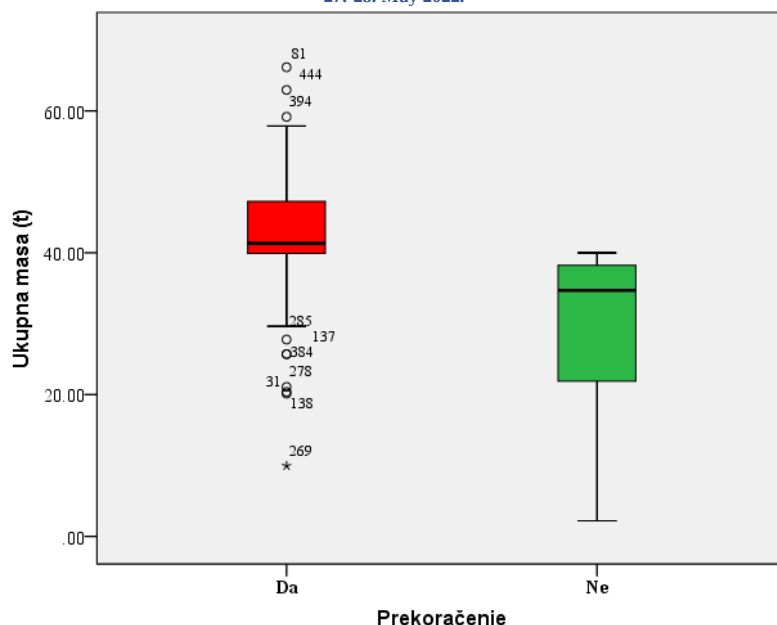
U posmatranom vremenskom periodu izvršeno je ukupno 504 kontrole teretnih vozila mjerenjem osovinskog opterećenja i ukupne mase, korištenjem statičkih vaga, na ukupno 45 izabranih lokacija. Tokom kontrole, u 122 slučaja utvrđeno je da postoji preopterećenje vozila, što predstavlja ukupan procenat 24.2% prekršilaca od broja kontrolisanih (Tabela 1).

Tabela 1: Ukupna težina (t)

Preopterećenje	N	Minimum	Maximum	Range	Median	Mean	Std. Dev.
Da	122	9.96	66.16	56.20	41.3400	42.5475	8.77453
Ne	382	2.20	40.00	37.80	34.7000	29.4702	10.53944
Ukupno	504	2.20	66.16	63.96	36.6500	32.6357	11.58003

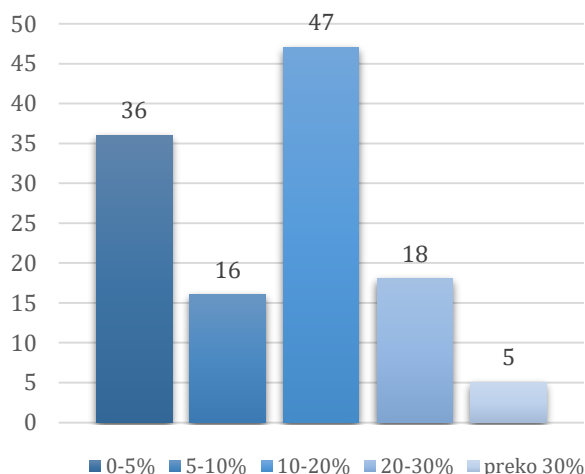
Primjenom Mann-Whitney-jevog U-testa (Slika 1) dobijena je visoko statistički značajna razlika ($U=5653.000$, $z=-12.602$, $p=0.000$) u ukupnoj težini (t) teretnih vozila koji su imali prekoračenje ($N=122$, $Md=41.34$) ukupne težine ili osovinskog opterećenja u odnosu na teretna vozila koja nisu imala prekoračenje ($N=382$, $Md=34.70$).

Intenzitet i kvalitet ovih kontrola ne zadovoljava stvarne potrebe, tako da je broj prekršaja u pogledu preopterećenja teretnih vozila mnogo veći.

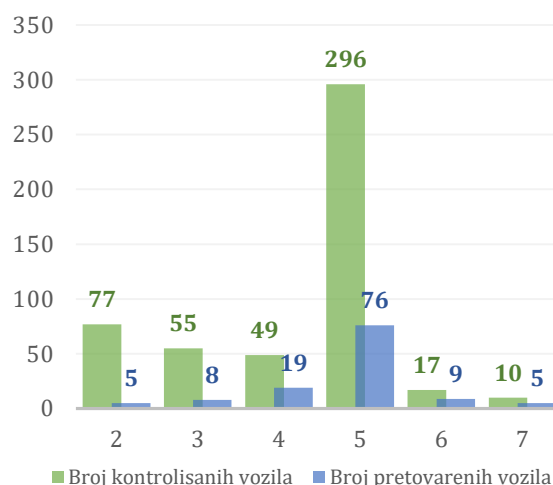


Slika 1: Odnos preopterećenja i ukupne težine vozila

Iako se pretovar u odnosu na ukupno dozvoljenu masu vozila može smatrati prilično visok, još više zabrinjava raspon pretovarne vrijednosti i stepen preopterećenja preko dozvoljenog limita za svaku kategoriju komercijalnih vozila. Analiziran je udio pretovara u odnosu na procentne grupe pretovara (Slika 2) i udio pretovaranih vozila u odnosu na osovinske grupe vozila (Slika 3).



Slika 2: Preopterećenje u procentnim grupama



Slika 3: Preopterećenje u odnosu na broj osovina

3.2 Preopterećenje po vrstama vozila

Posmatrajući strukturu preopterećenih komercijalnih vozila po grupama vozila, najveći procenat zastupljenosti prekoračenja zabilježen je kod petoosovinskih teretnih vozila i iznosi visokih 58.7%. Slijede dvoosovinska teretna vozila sa 15.3%, troosovinska teretna vozila sa 10.9%, a zatim četveroosovinska teretna vozila koja su zastupljena sa 9.7% u posmatranom

uzorku (Tabela 2). Primjenom χ^2 testa dobijena je visoko statistički značajna razlika ($\chi^2=33.260$, $p=0.000$) za prisustvo prekoračenja u odnosu na broj osovina teretnog vozila.

Tabela 2: Prekoračenje

Broj osovina	2	3	4	5	6	7	Ukupno
DA	5 (6.5%)	8 (14.5%)	19 (38.8%)	76 (25.7%)	9 (52.9%)	5 (50.0%)	122 (24.2%)
NE	72 (93.5%)	47 (85.5%)	30 (61.2%)	220 (74.3%)	8 (47.1%)	5 (50.0%)	382 (75.8%)
Ukupno	77 (15.3%)	55 (10.9%)	49 (9.7%)	296 (58.7%)	17 (3.4%)	10 (2.0%)	504 (100.0%)

Istovremeno sa podacima o mjerenju ukupne mase teretnih vozila, analizirani su i podaci o obavljenom mjerenju osovinskog opterećenja i to prema vrstama i grupama osovina, u skladu sa zakonskom regulativom (Tabela 3, 4), što je predstavljeno i grafički (Slika 4,5).

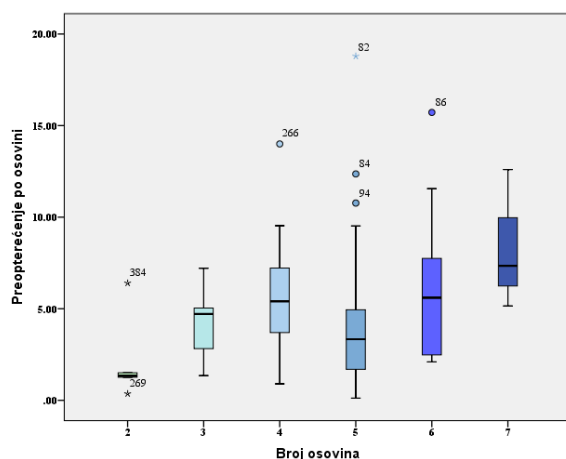
Tabela 3: Preopterećenje po osovinama

Osovina	N	Minimum	Maximum	Range	Median	Mean	Std. Dev.
2	5	.36	6.40	6.04	1.3400	2.1720	2.40494
3	8	1.35	7.21	5.86	4.7150	4.2138	1.94870
4	18	.90	14.00	13.10	5.4050	5.6833	3.23061
5	56	.12	18.79	18.67	3.3400	3.9084	3.33334
6	9	2.10	15.72	13.62	5.6000	6.3678	4.69638
7	3	5.15	12.60	7.45	7.3400	8.3633	3.82897
Ukupno	99	.12	18.79	18.67	3.8700	4.5267	3.48859

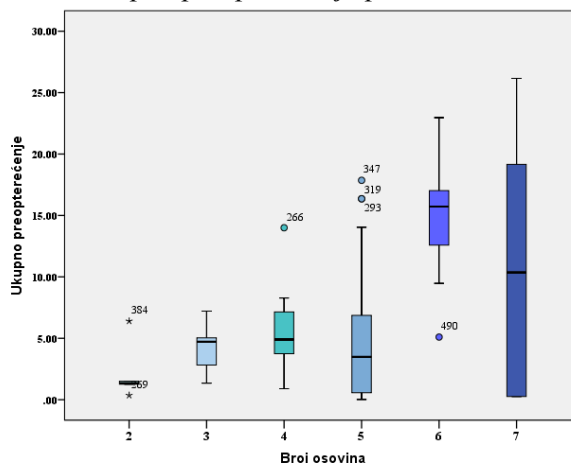
Tabela 4: Ukupno preopterećenje po osovinama

Broj osovina	N	Minimum	Maximum	Range	Median	Mean	Std. Dev.
2	5	.36	6.40	6.04	1.3400	2.1720	2.40494
3	8	1.35	7.21	5.86	4.7150	4.2138	1.94870
4	19	.90	14.00	13.10	4.9000	5.4100	2.91191
5	76	.02	17.86	17.84	3.4900	4.5241	4.57343
6	9	5.10	22.96	17.86	15.7200	14.3611	5.09210
7	5	.26	26.16	25.90	10.3600	11.2400	11.48072
Ukupno	122	.02	26.16	26.14	4.8300	5.5462	5.39209

Slika 4: Preopterećenje po osovinama



Slika 5: Ukupno preopterećenje po osovinama



Testirajući ukupno preopterećenje po osovinama (šest grupa: dvije do sedam osovina) i primjenom Kruskal Wallis-ovog testa dobijena je visoko statistički značajna razlika ($\chi^2=21.283$, $p=0.001$) ukupnog preopterećenja prema osovinama. Nakon toga, izvršena je dodatna analiza primjenom Mann-Whitney U-testa (Tabela 5).

Tabela 5: Značajnost ukupnog preopterećenja po osovinama

Broj osovina	2 (5)	3 (8)	4 (19)	5 (76)	6 (9)	7 (5)
2 (5)		0.091	0.030*	0.468	0.004**	0.600
3 (8)	0.091		0.457	0.573	0.001**	0.557
4 (19)	0.030*	0.457		0.094	0.000**	0.545
5 (76)	0.468	0.573	0.094		0.000**	0.346
6 (9)	0.004**	0.001**	0.000**	0.000**		0.640
7 (5)	0.600	0.557	0.545	0.346	0.640	

Dodatnim testiranjem primjenom Mann-Whitney U-testa dobijena je visoko statistički značajna razlika ukupnog preopterećenja po osovinama ($U=1.000$, $z=-2.867$, $p=0.004$) kamiona sa dvije osovine ($N=5$, $Md=1.34$) i šest osovina ($N=9$, $Md=5.60$); tri osovine ($N=8$, $Md=4.715$) i šest osovina ($U=1.000$, $z=-3.370$, $p=0.001$); četiri osovine ($N=19$, $Md=5.405$) i šest osovina ($U=12.000$, $z=-3.617$, $p=0.000$); te pet osovina ($N=76$, $Md=3.34$) i šest osovina ($U=59.000$, $z=-4.042$, $p=0.000$), a statistički značajna razlika između dvije i četiri osovine ($U=17.000$, $z=-2.169$, $p=0.030$). U ostalim slučajevima nije otkrivena statistički značajna razlika.

3.3 Određivanje faktora ekvivalencije (EF)

Uticaj protoka vozila na saobraćajnicu se obično izražava brojem ekvivalentnog saobraćajnog opterećenja za dimenzionisanje asfaltnih kolovoznih konstrukcija, prema standardu JUS U.C4.010 iz 1981. godine, koje raste sa porastom osovinskog opterećenja vozila s četvrtim stepenom (Slika 6). To znači da slučaj preopterećenja od 10% iznad dozvoljene mase, doprinosi oštećenju kolovozne konstrukcije za 40%.



Slika 6: Odnos preopterećenja vozila i oštećenja kolovoza

Podaci sa mjesta za kontrolu i vaganje analizirani su sortiranjem podataka o vozilima prema broju osovinu i ukupnoj težini vozila. Faktor oštećenja ili faktor ekvivalencije (EF) za svaku ponderisanu osovinu izračunat je pomoću jednačine (1). Tabela 6 prikazuje izračunati EF za sva vozila. Rezultat jasno pokazuje da EF na osnovu trenutnog obima saobraćaja iznosi 3,64. Poređenjem EF-a iz ovog istraživanja sa EF-om za dizajniranje kolovoznih konstrukcija za standardno opterećenje od 80 kN po osovini, koji iznosi 3.0, vidimo da izračunati EF ima veću vrijednost od standardnog.

$$\text{Ekvivalentni Faktor (EF)} = (N/8.16)^{4.5} \quad (1)$$

gdje je:

EF - ekvivalentni faktor efekta oštećenja

N - osovinsko opterećenje (tone)

4.5 - eksponent ekvivalentnosti opterećenja

8.16 - Standardno osovinsko opterećenje (tone)

Tabela 6: Ekvivalentni faktor (EF) za sva vozila

Tip teretnog vozila	Broj vozila	Prosječni ekvivalentni faktor (EF) po osovinama							Ukupni prosječni EF	Ukupni EF	EF za sva vozila
		1	2	3	4	5	6	7			
2-osovine	77	0.08	0.70						0.78	60.06	3.64
3-osovine	55	0.59	0.94	0.96					2.49	136.95	
4-osovine	49	0.75	0.72	1.80	1.81				5.08	248.92	
5-osovina	296	0.36	2.06	0.68	0.65	0.62			4.37	1293.52	
6-osovina	17	0.36	0.34	0.40	1.17	1.19	1.09		4.55	77.35	
7-osovina	10	0.34	0.30	0.28	0.26	0.27	0.24	0.23	1.92	19.20	
UKUPNO	504									1836.00	

Nastala šteta od kumulativnog preopterećenja na kolovoznu konstrukciju se odražava na njen životni vijek, tako što skraćuje vrijeme upotrebe saobraćajnice u odnosu na predviđeni vijek trajanja. Nepredviđeno saobraćajno opterećenje dovodi do ugrožavanja bezbjednog odvijanja saobraćaja, odnosno, u najboljem slučaju, do prijevremenog ulaganja u obnavljanje kolovozne konstrukcije radi održavanja zahtjevanog nivoa kvaliteta i bezbjednosti saobraćaja, uzrokujući povećanje troškova za održavanje putne infrastrukture.

Preopterećenje kao pojava u robnom transportu se sreće u gotovo svim zemljama svijeta i obično je pokazatelj rasta ekonomije, posebno u zemljama u razvoju, kao što je i naša. Sa druge strane, ne možemo zanemariti negativan uticaj na putnu infrastrukturu (kolovoz i mostovi) i bezbjednost saobraćaja prilikom procjene potencijalnih uticaja od preopterećenih vozila.

4. ZAKLJUČAK

Na temelju rezultata istraživanja može se zaključiti sljedeće:

- Rezultati ovog istraživanja su pokazali veličinu problema preopterećenih komercijalnih vozila na putevima u Bosni i Hercegovini. Ono što još više zabrinjava jeste stepen preopterećenja koji je izuzetno visok, posebno se ističu 5-osovinska teretna vozila (58.7%), a zatim slijede 2-osovinska i 3-osovinska teretna vozila. Istraživanjem je utvrđeno da se najizraženiji stepen preopterećenja kreće u granicama 10-20% od dozvoljene ukupne težine,
- Robni drumski saobraćaj može da prouzrokuje velike troškove u pogledu održavanja i rehabilitacije oštećene putne mreže kao rezultat preopterećenosti vozila. Takođe, relativna oštećenja zavise i od vrste i broja osovina na svakom vozilu, kao i vrste kolovoza po kojem se vozilo kreće. Svako vozilo koje se kreće putnom mrežom izaziva trenutno, vrlo malo, ali ipak značajano deformaciju na kolovoznu konstrukciju puta. Ukupni protok vozila ima kumulativni efekat koji postepeno dovodi do deformacije kolovoza, a potom i do pucanja. Stoga, efekat preopterećenja se ne osjeti u jednom danu, ali je itekako vidljiv tokom određenog perioda godina,
- Izračunati EF za trenutni obim saobraćaja bio je veći i iznosio je 3,64 u odnosu na standardni EF koji iznosi 3,0. Može se zaključiti da putna mreža nije dovoljno kvalitetno dimenzionisana jer je trenutno saobraćajno opterećenje značajno veće, a kao rezultat preopterećenih teretnih vozila koja se kreću putnom mrežom Bosne i Hercegovine.

Ukratko, kako bi se spriječilo oštećenje kolovoza zbog povećanog broja preopterećenih vozila, putna mreža u Bosni i Hercegovini mora biti sagledana sa aspekta nosivosti, rekonstruisana i uspostavljena kvalitetna kontrola ukupne mase i osovinskog opterećenja teretnih vozila kako bi odoljela trenutnom i budućem saobraćajnom opterećenju.

LITERATURA

- [1] Mohammadi J. and Shah N. (1992). Statistical evaluation of truck overloads. *Journal of Transportation Engineering*. Vol 118(5): 651-665.
- [2] AASHTO. (1993). AASHTO Guide for Design of Pavement Structure. American Association of State and Highway Transportation Officials, Washington, DC, 1993.
- [3] Walton C. M. and Chien-Pei Yu. (1983). Truck Size and Weight Enforcement: A Case Study. *Transportation Research Record*. Vol (920): 26-33.
- [4] Fekpe E. (1995). Evaluating Truck Weight Regulatory Policies. *Canadian Journal of Civil Engineering*, Vol 22: 1235-39.
- [5] CSIR. (1997). The damaging effects of overloaded heavy vehicles on roads. *CSIR Roads and Transport Technology*, 4th Edition, ISBN: 1-86844-285-3.
- [6] Chatti K. Lee H.S. and Mohtar S.E. (2004). Fatigue Life Predictions for Asphalt Concrete Subjected to Multiple Axle Loadings. *8th International Symposium on Heavy Vehicle Weights and Dimensions*, Gauteng province, South Africa, 2004.

- [7] Abdullah M.E. Zamhari K.A. Buhari R. Nayan M.N. and Hainin M.R. (2014). Short term and long term aging effects of asphalt binder modified with montmorillonite. *Key Engineering Materials*. Vol 594-595: 996-1002.
- [8] Mulyono A.T. Parikesit D. Antameng M. Rahim R. (2010). Analysis of Loss Cost of Road Pavement Distress due to Overloading Freight Transportation, *J. Eastern Asia Soc. For Transp. Stud.* Vol 8: 706-721.
- [9] Karim R.M. Abdullah A.S. Yamanaka H. Abdullah A.S. Ramli R. (2013). Degree of Vehicle Overloading and its Implication on Road Safety in Developing Countries. *Civil and Environmental Research*. Vol 3(12): 20-31.
- [10] Podborochynski D. Berthelot C. Anthony A. Marjerison B. Litzenberger R. Kealy T. (2011). Quantifying Incremental Pavement Damage Caused by Overweight Trucks, *Paper prepared for presentation at the Effects of Increased Loading on Pavement Session of the 2011 Annual Conference of the Transportation Association of Canada*, Edmonton, Alberta, 2011.
- [11] Salem H.M.A. (2008). Effect of Excess Axle Weight on Pavement Life. *Emirates Journal for Engineering Research*. Vol 13(1): 21-28.
- [12] Dodoo N.A. and Thorpe N. (2005). A new approach for allocating pavement damage between heavy goods vehicles for road-user charging. *Transport Policy*. Vol 12: 420-423.
- [13] Idham M.K. Hainin M.R. Yaacob H. Warid M.N.M. and Abdullah M.E. (2013). Effect of Aging on Resilient Modulus of Hot Mix Asphalt Mixtures. *Advanced Materials Research*. Vol 723: 291-297.
- [14] Oluwasola E.A. Hainin M.R. Aziz M.M.A. Yaacob H. and Warid M.N.M. (2014). Potentials of steel slag and copper mine tailings as construction materials. *Material Research Innovations*. Vol 18(S6): 250-254.
- [15] Jacob B. La Beaumelle V.F. (2010). Improving truck safety: Potential of weigh-in-motion technology, *IATSS Research* 34: 9–15.
- [16] Winkler C.B. (2000). Rollover of Heavy Commercial Vehicles. *UMTRI Research Review*. Vol. 31(4): 0739-7100.
- [17] Saifizul A.A. Yamanaka H. Karim M.R. Okushima M. (2011b). Empirical analysis on the effect of gross vehicle weight and vehicle size on speed in car following situation. *Proc. of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*. Vol 8: 305-317.
- [18] Hanscom F. R. (1998). Developing Measures of Effectiveness for Truck Weight Enforcement Activities. *NCHRP Research Results Digest no. 229*.
- [19] Straus S.H. and Semmens J. (2006). Estimating the Cost of Overweight Vehicle Travel on Arizona Highways. *Arizona Department of Transportation*. Final Report 528.