

Утицај просечне брзине саобраћајног тока на ризик настанка незгоде

Далибор Пешић^а, Борис Антић^а, Емир Смаиловић^{а*}, Бојана Тодосијевић^а

^а Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет

ПОДАЦИ О РАДУ

DOI: 10.31075/PIS.65.02.05

Стручни рад

Примљен: 02/02/2019

Прихваћен: 01/06/2019

Кореспондент аутор:

e.smailovic@sf.bg.ac.rs

Кључне речи:

Просечна брзина саобраћајног тока

Ризик настанка незгоде

Безбедност саобраћаја

Двотрачни пут

Рурално подручје

РЕЗИМЕ

Карактеристике саобраћајног тока имају значајан утицај на ризик настанка незгоде. Најзначајније карактеристике саобраћајног тока, чији утицај је предмет бројних истраживања су проток, густина, просечна брзина, дисперзија брзина, као и структура саобраћајног тока. Наведене карактеристике су у јакој међусобној корелацији, па тако промене једног параметра условљава промене осталих параметара. Истраживања показују да параметри саобраћајног тока повезани са брзином имају значајан утицај на ризик настанка незгоде. Због тога је у овом истраживању извршена анализа утицаја промене просечне брзине саобраћајног тока на ризик настанка незгоде. Истраживање обухвата деоницу двотрачног државног пута од Прељине до Љига. Након изградње ауто-пута на наведеној деоници двотрачног пута дошло је до промена карактеристика саобраћајног тока, при чему је у овом истраживању разматран утицај промене просечне брзине саобраћајног тока на ризик настанка незгоде. Повезаност брзине саобраћајног тока и ризика настанка незгоде потврђена је у овом истраживању, тако да са повећањем просечне брзине расте и ризик настанка незгода..

1. Увод

Ризик настанка незгоде на одређеним деловима путне мреже зависи од великог броја фактора који утичу на настанак или на последице. Фактори који утичу на безбедност путне мреже су предмет бројних истраживања, са циљем њиховог препознавања и квантификовања њихових утицаја.

Карактеристике пута, као и услови у саобраћајном току битно зависе од категорије саобраћајнице. Управо из тог разлога се степен развоја путне мреже најчешће изражава процентуалним учешћем одговарајућих саобраћајница у целокупној путној мрежи.

Путну мрежу једне државе чине саобраћајнице различитих категорија. Ауто-путеви су препознати као најбезбеднија категорија саобраћајница јер се на њима бележи најмањи број саобраћајних незгода по броју пређених километара, као показатељу изложености у саобраћају.

Ово може бити последица тога што су коловозне траке за супротне смерове физичке раздвојене, потпуна је контрола приступа, смањен је број и тежина конфликта итд. Са друге стране, путеве на којима коловозне траке нису физички раздвојене карактерише већи ризик од настанка саобраћајних незгода. Поред тога што коловозне траке нису физички раздвојене, разлог могу бити и знатно нижи стандарди за пројектовање и одржавање путева. За ове путеве се везује 4 до 6 пута већи ризик од смртог страдања него што је то случај на ауто-путевима (Elvik и Vaa, 2004).

У досадашњим истраживањима је препознато да, поред бројних карактеристика пута (Glavic, et al. 2016; Milenkovic, et al. 2017), услови у саобраћајном току такође битно утичу на настанак саобраћајних незгода и значајно одређују величину последица које том приликом настају. Управо због тога услови у саобраћајном току се често јављају као предмет истраживања у области безбедности саобраћаја. Најчешће истраживани услови у саобраћајном току су проток, брзина, густина, учешће комерцијалних возила и др.

Велики број истраживања у овој области је усмерен ка испитивању везе која постоји између просечне брзине саобраћајног тока и ризика настанка незгоде. Истраживањима је потврђено да просечна брзина возила, као и удео возача који прекорачују ограничење брзине, имају значајан утицај на коначне исходе, односно на број саобраћајних незгода и величину њихових последица (Taylor et al., 2000). Овим истраживањима је показано да смањење просечне брзине за 1% доприноси смањењу броја смртно страдалих лица у саобраћајним незгодама за 4%, а смањењу броја тешко повређених лица за 3%.

Са друге стране, двоструко већи број возача који прекорачују ограничење брзине доводи до повећања ризика од настанка незгода за 10% (Taylor et al., 2000; Elvik и Vaa, 2004; Aarts и Schagen, 2006). Taylor et al. (2002) су показали да са повећањем просечне брзине за 10% долази до повећања броја настрадалих до 30%. Резултати спроведених студија указују да повећање просечне брзине возила за 1 km/h доприноси повећању укупног броја саобраћајних незгода за 3%. Овај пораст је интензивнији када је реч о броју саобраћајних незгода са погинулима и износи 5% (Finch et al., 1994).

Према другим истраживањима, смањење просечне брзине за 5 km/h за последицу има смањење броја саобраћајних незгода са погинулима за 22%, са тешко повређенима за 16% и са лако повређенима за 10% (ETSC, 2010).

На ризик од настанка незгода у великој мери утиче и дисперзија брзина (Lave, 1985; Aljanahi et al. 1999). Наиме, уколико се у саобраћајном току налазе возила која проузрокују велику дисперзију брзина (екстремно брза возила и спора возила), тада долази до повећања броја претицања, а самим тим и опасних ситуација и саобраћајних незгода (Elvik и Vaa, 2004). Дисперзија брзина може имати значајан ефекат на двотрачним коловозима.

Француска је успела да оствари највеће ефекте, када је реч о смањењу броја саобраћајних незгода са смртним исходом, захваљујући смањењу брзине. Позитивни ефекти су остварени и у Белгији (на свим путевима), Великој Британији (на градским саобраћајницама) и Холандији (на ауто-путевима) (Ђерић et al., 2014).

Предмет овог истраживања је утицај просечне брзине саобраћајног тока на ризик настанка незгоде на двотрачном руралном путу од Прељине до Љига. Изградњом аутопута на деоници од Прељине до Љига дошло је до значајних промена у саобраћајном току двотрачног пута. Због тога циљ овог истраживања јесте да се размотри утицаји промена услова у саобраћајном току на ризик настанка незгоде.

Отварањем за саобраћај ауто-пута 2016. године дошло је до прерасподеле ПГДС-а, односно привлачења новог саобраћаја, због чега су промењени услови у саобраћајном току на двотрачном путу. Отварањем ауто-пута за саобраћај, проток возила на двотрачном путу је смањен, чиме су измењени и услови саобраћајног тока. Промена просечне брзине има један од најзначајнијих утицаја на ризик настанка незгоде.

2. МЕТОДОЛОГИЈА

2.1. Подаци коришћени у истраживању

У овом истраживању коришћене су две групе података. Прву групу података чине подаци о саобраћајним незгодама које су се догодиле на двотрачном путу IB реда број 22, на деоници од Љига до Прељине, у периоду од 2015-2018. године.

Прве две године истраживања (2015. и 2016. година) представљају период пре отварања аутопута, док се подаци за остале две године односе на период када су обе саобраћајнице биле у функцији. У 2017. и 2018. години дошло је до промена у условима саобраћајног тока на двотрачном путу

Другу групу података чине подаци Јавног предузећа Путеви Србије који се односе на карактеристике пута и услове у саобраћајном току.

Подаци о условима у саобраћајном току су прикупљени помоћу аутоматских бројача саобраћаја. На двотрачном путу се налазе три аутоматска бројача која прикупљају податке о протоку, категорији возила и брзини. Аутоматски бројач за свако возило прикупља податке о категорији возила и брзини.

Агрегирањем података за категорију возила добијени су подаци о протоку одређене класе возила. Брзина саобраћајног тога коришћена у истраживању представља просечну брзину, односно аритметичку средину брзина свих возила у саобраћајном току на попречном пресеку, и то са сва три постојећа бројача.

Овим истраживањем је обухваћено 266 саобраћајних незгода које су се у посматраном периоду догодиле на двотрачном путу који се састоји од две возне траке, које нису физички раздвојене, при чему су укрштања изведена у нивоу.

Дозвољена брзина на овој саобраћајници износи до 80 km/h, осим на делу проласка пута кроз урбана насеља, где је дозвољена брзина до 50 km/h.

2.2. Анализа података

Истраживање је конципирано са циљем да сагледа како промене у условима саобраћајног тока на двотрачном путу, утичу на ризик настанка незгоде на том путу. Промене у условима саобраћајног тока су везане за отварање ауто-пута и прерасподеле протока између две саобраћајнице различите категорије. Смањење протока возила на двотрачном путу услед прерасподеле саобраћајног тока, допринео је повећању брзина у саобраћајном току. Према резултатима претходних истраживања, повећање просечне брзине саобраћајног тока повезано је са бројем и тежином саобраћајних незгода. Због тога је у овој анализи значајно размотрити промену ризика настанка саобраћајне незгоде, и то у зависности од последица које том приликом настају.

Како би се сагледале промене ризика настанка незгода на посматраном сегменту путне мреже, анализиран је релативни ризик на двотрачном путу након промене услова саобраћајног тока, у односу на претходни период (Abdel-Aty et al., 2011).

$$OR_{SC_i} = \frac{Type(BDC_i)/Type(ADC_i)}{All(BDC)/All(ADC)} \quad (1)$$

$Type(BDC_i)$ – број саобраћајних незгода типа i на двотрачном путу пре промене услова саобраћајног тока;

$Type(ADC_i)$ – број саобраћајних незгода типа i на двотрачном путу након промене услова саобраћајног тока;

$All(BDC)$ – број свих саобраћајних незгода на двотрачном путу промене услова саобраћајног тока;

$All(ADC)$ – број свих саобраћајних незгода на двотрачном путу након промене услова саобраћајног тока.

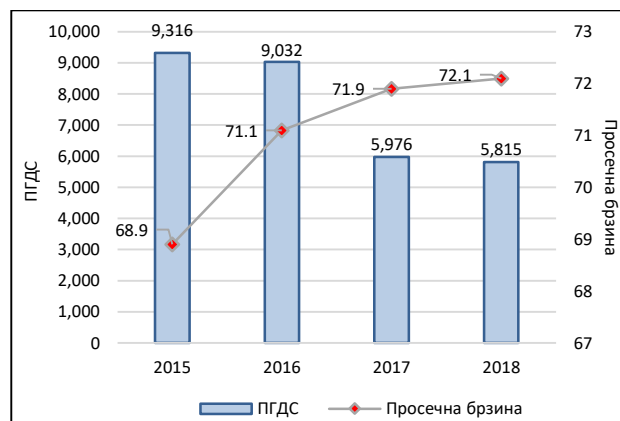
Сврха примене релативног ризика у овој анализи јесте да укаже на степен промене ризика настанка саобраћајне незгоде услед повећања просечне брзине саобраћајног тока. Релативни ризик је анализиран у зависности од тежине саобраћајне незгоде, односно тога да ли је реч о саобраћајним незгодама са материјалном штетом, повређеним или погинулим лицима.

3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

На предметној деоници државног пута IБ реда број 22 (Љиг - Прељина) након изградње ауто-пута дошло је смањења ПГДС-а, зато је део саобраћајног тока преусмерен на ауто-пут.

На двотрачном путу ПГДС је 2015. године износио 9.316 возила, док је у 2018. години ПГДС смањен на 5.815. Смањење ПГДС-а на двотрачном путу је у директној вези са отварањем новог ауто-пута који представља алтернативну путању постојећем двотрачном путу (Графикон 1).

Смањење протока возила на посматраном двотрачном путу од 37% је повезано са повећањем просечне брзине саобраћајног тока за 3,2 km/h, односно 4,6%. Просечна брзина возила је услед промене услова у саобраћајном току повећана са 68,9 km/h, у 2015. години, на 72,1 km/h у 2018. години (Графикон 1).



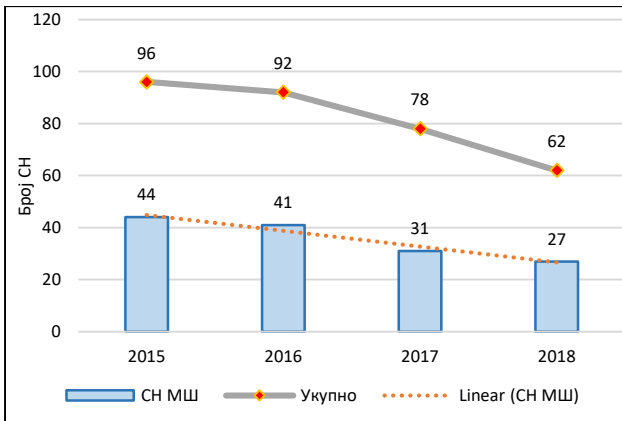
Графикон 1. Промена ПГДС-а и просечне брзине на двотрачном путу у периоду 2015-2018. године

Смањење протока возила, повезано је са повећањем просечне брзине возила у саобраћајном току. Наведене промене услова саобраћајног тока утичу на ризик настанка незгоде. Промене услова у саобраћајном току су утицале на смањење броја саобраћајних незгода на двотрачном путу. Током 2015. године на предметној деоници се догодило 96 саобраћајних незгода, док укупан број свих саобраћајних незгода у току 2018. године износи 62, што представља смањење од око 35%.

Осим укупног броја саобраћајних незгода, веома важан показатељ стања безбедности саобраћаја представља структура саобраћајних незгода. Удео саобраћајних незгода са материјалном штетом, саобраћајних незгода са повређеним лицима и саобраћајних незгода са погинулим лицима у укупном броју саобраћајних незгода пружа значајне информације о утицају насталих промена у условима саобраћајног тока на безбедност посматране деонице.

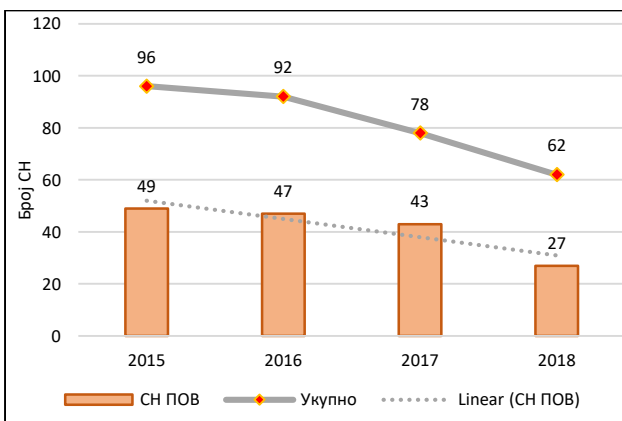
Када је реч о саобраћајним незгодама са материјалном штетом, број незгода бележи опадајући тренд у посматраном периоду. У току 2017. године забележено је смањење броја незгода са материјалном штетом од 29% у односу на 2015. годину и око 24% у односу на 2016. годину.

Смањење броја ове групе саобраћајних незгода је још веће уколико се анализира број незгода које су евидентирани у току 2018. године. Тачније, у 2018. години је забележено смањење које износи око 39% у односу на 2015. годину, односно око 34% у односу на 2016. годину (Графикон 2).

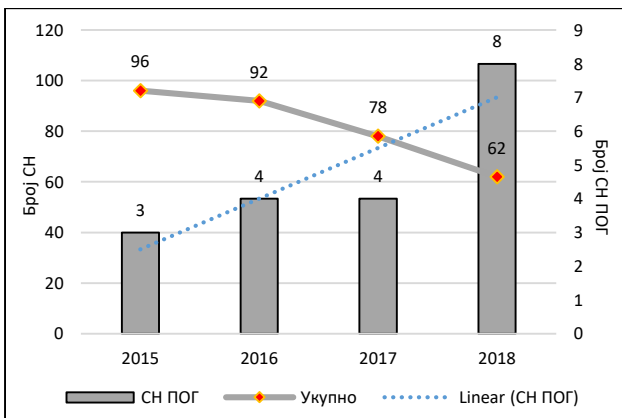


Графикон 2. Промена броја саобраћајних незгода са материјалном штетом на двотрачном путу у периоду 2015-2018. године

Број саобраћајних незгода са повређеним лицима такође бележи опадајући тренд услед смањења протока и повећања просечне брзине на посматраном двотрачном путу. Забележено смањење у 2017. години износи око 12% у односу на 2015. годину, а око 8% у односу на 2016. Знатно веће смањење броја саобраћајних незгода са повређеним лицима је забележено у 2018. години и износи око 45% у односу на 2015. годину и око 42% у односу на 2016. годину (Графикон 3).



Графикон 3. Промена броја саобраћајних незгода са повређеним лицима на двотрачном путу у периоду 2015-2018. године



Графикон 4. Промена броја саобраћајних незгода са погинулим лицима на двотрачном путу у периоду 2015-2018. године.

Промене услова у саобраћајном току нису дале позитивне ефекте на број саобраћајних незгода са најтежим последицама. Док су у 2015. години забележене 3, а у 2016. години 4 саобраћајне незгоде са погинулим лицима на посматраној саобраћајници, број незгода са смртним последицама у 2018. години износи 8, што представља повећање за око 166% у односу на 2015. годину и за 100% у односу на 2016. годину (Графикон 4).

Утицај брзине на ризик настанка незгоде може се сагледати разматрањем ризика настанка незгоде у зависности од просечне брзине саобраћајног тока. Ризик настанка незгоде представљен као количник шанси пре и након промене услова саобраћајног тока, показује да се ризик настанка незгоде са погинулим лицем значајно повећава. Око 2 пута је већи ризик настанка незгоде са погинулим лицима 2018. године, у поређењу са 2016. годином.

Табела 1. Број саобраћајних незгода према последицама, просечна брзина и релативни ризик на двотрачном путу за период 2015-2018. године

Година	Бр. С Н	Просечна брзина (km/h)	Бр. С Н	Прос. брзина (km/h)	OR _{sc}	
						Година
2015	96	68,9	2017	78	71,9	0,78
СН са материјалном штетом	44	68,9	СН са материјалном штетом	31	71,9	0,68
СН са повређеним лицима	49	68,9	СН са повређеним лицима	43	71,9	0,84
СН са погинулим лицима	3	68,9	СН са погинулим лицима	4	71,9	1,28
2016	92	71,1	2018	62	72,1	0,66
СН са материјалном штетом	41	71,1	СН са материјалном штетом	27	72,1	0,65
СН са повређеним лицима	47	71,1	СН са повређеним лицима	27	72,1	0,57
СН са погинулим лицима	4	71,1	СН са погинулим лицима	8	72,1	1,97

Методолошка поставка овог истраживања заснива се на разматрању просечне брзине и ПГДС-а, док остали параметри саобраћајног тока остају приближно исти. У прилог томе говоре и резултати истраживања да се учешће комерцијалних возила у саобраћајном току након отварања ауто-пута незнатно променило, тако да дошло до повећања учешћа комерцијалних возила мање од 1%.

Смањењем ПГДС-а и повећањем просечне брзине саобраћајног тока, уз остале непромењене услове, укупан број незгода се смањује, при чему се број незгода са најтежим последицама значајно повећава (Табела 1).

Смањење ПГДС и повећање брзине саобраћајног тока доводи до мањег ризика настанка саобраћајне незгоде са повређеним лицима. Тачније, овај ризик је 2018. године у односу на 2016. годину био 1,7 пута мањи, а 2017. у односу на 2015. годину 1,2 пута мањи.

Када је реч о саобраћајним незгодама са материјалном штетом, ризик од настанка незгоде је смањен за око 1,5 пута како 2018. године у односу на 2016. годину, тако и 2017. године у односу на 2015. годину.

Уколико се анализира ризик настанка саобраћајних незгода са најтежим последицама у 2017. години у односу на 2015. годину, овај ризик је већи у 2017. години за 1,3 пута. Наведени ризик укључује незгоде и просечну брзину. Свакако да је у промену ризика потребно укључити и друге факторе саобраћајног тока.

4. ДИСКУСИЈА РЕЗУЛТАТА И ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Ово истраживање разматра утицај промене услова саобраћајног тока на ризик настанка незгоде.

На деоници државног пута IB реда број 22, од Љига до Прељине која је предмет истраживања, након 2016. године дошло је до промене услова саобраћајног тока услед отварања ауто-пута који представља алтернативну путању двотрачном путу од Љига до Прељине. Отварање ауто-пута за саобраћај је допринело смањењу ПГДС-а на двотрачном путу IB реда бр. 22. Са смањењем ПГДС-а на двотрачном путу, очекивало би се смањење ризика настанка незгода. Међутим, веза између ПГДС-а и ризика настанка незгоде је комплексна, због чега није могуће једноставно сагледати утицаје на стање безбедности саобраћаја.

Смањење ПГДС-а на двотрачном путу условило је повећање просечне брзине саобраћајног тока. Овим истраживањем је показано да смањење ПГДС-а за 15% доводи до повећања просечне брзине саобраћајног тока за око 1 km/h. Многи истраживачи у овој области указују да са повећањем просечне брзине саобраћајног тока за 1 km/h долази до повећања броја незгода са настрадалима. Резултати овог истраживања показују да са повећањем просечне брзине возила у саобраћајном току за 3,2 km/h долази до повећања броја саобраћајних незгода са смртним исходом до 75%. Повећање просечне брзине саобраћајног тока за 1,5 km/h доводи до повећања ризика настанка незгода са погинулим лицима за 30%. Већа просечна брзина саобраћајног тока представља кључни фактор настанка већег броја саобраћајних незгода са најтежим последицама.

Наведени закључак овог истраживања се односи на двотрачни пут ван насеља. До сличних закључака су дошли и други истраживачи за различите категорије саобраћајница. Осим повећања просечне брзине саобраћајног тока, додатан допринос повећању ризика настанка саобраћајне незгоде са погинулим лицима даје повећање учешћа комерцијалних возила у незгодама.

У посматраном периоду, дошло је до повећања учешћа комерцијалних возила у незгодама са настрадалима од 2,5 пута. Наведени резултати се могу тумачити као последица повећања просечне брзине саобраћајног тока. Наиме, у наведеном периоду није дошло до значајнијег повећања учешћа комерцијалних возила у саобраћајном току. Већа брзина саобраћајног тока довела је до повећања тежине последица за учеснике незгодама који не припадају комерцијалним возилима. Отуда веће учешће комерцијалних у незгодама са настрадалим лицима услед веће просечне брзине саобраћајног тока.

Истраживањем су потврђене раније утврђене везе између просечне брзине возила у саобраћајном току и ризика настанка саобраћајних незгода.

Ефекте изградње инфраструктуре потребно је анализирати и пратити, како би се правилно препознали могући негативни утицаји. У оквиру истраживања приказаног у раду разматран је утицај промене услова саобраћајног тока на безбедног саобраћаја. Промене услова у саобраћајном току су узроковане изградњом ауто-пута, што је са једне стране повећало укупан ПГДС између Љига и Прељине, а с друге стране смањило ПГДС на двотрачном ванградском путу.

Резултати овог истраживања показују да смањење ПГДС-а на двотрачном путу доводи до повећања просечне брзине саобраћајног тока, што заједно има негативан утицај на безбедност предметне деонице.

Ризик настанка незгода је у позитивној корелацији са просечном брзином. Неки аутори истичу разлику у јачине везе просечне брзине и ризика настанка незгоде. Тако је са повећањем просечне брзине на неким путевима, као што је нпр. ауто-пут са већим бројем возних трака, могуће незнатно повећање ризика настанка незгода.

Резултати истраживања су актуелни и значајни не само за Србију, већ генерално за све двотрачне путеве. Са аспекта постојеће путне мреже, резултати студије се могу тумачити на начин ефеката изградње брзих саобраћајница на промену услова у саобраћајном току.

Изградња било ког инфраструктурног објекта мења услове саобраћаја на одређеном делу путне мреже. Ово истраживање је показало да изградњом аутопута долази до смањења ПГДС-а на алтернативним двотрачним саобраћајницама. Резултати истраживања се могу и из тог аспекта посматрати, као ефекат изградње ауто-пута на безбедност саобраћаја путне мреже.

У будућим истраживањима потребно је за дужи временски период и за већи број деоница различитих категорија пута истражити ефекте промене нових инфраструктурних објеката на безбедност путне мреже. Резултати ове студије се могу применити на све деонице са истим попречним профилем изграђеног и постојећег пута. Чест случај изградње нових путева је изградња пута веће категорије, због чега резултати ове студије имају практичну примену. За различите попречне профиле путева, потребно је спровести додатна истраживања.

The impact of the average traffic flow speed on occurrence risk of road crash

Dalibor Pešić, Ph.D. TE

Boris Antić, Ph.D. TE

Emir Smailović, M.Sc. TE

Bojana Todosijević, M.Sc. TE

University of Belgrade - The Faculty of Transport and Traffic Engineering,

Abstract: Traffic flow characteristics have a significant impact on occurrence risk of road crash. The most important characteristics of the traffic flow, the impact of which is the subject of numerous studies, are the traffic flow, density, average traffic flow speed, dispersion of traffic flow speeds, as well as the contents of vehicle in traffic flow. These characteristics are in strong correlation between each other, so changes in one parameter conditional make change of other parameters. Research shows that speed-related traffic flow parameters have a significant impact on occurrence risk of road crash. Therefore, in this study an analysis of the impact of the change in the average speed of the traffic flow on the risk of an accident occurred. The research includes a section of the single carriageway from Preljina to Ljig. After the construction of the highway in the stated section of the single carriageway, a change in the characteristics of the traffic flow occurred, with this study examining the impact of changing the average speed of the traffic flow to the occurrence risk of road crash. The connection between the speed of traffic flow and the risk of accidents has been confirmed in this study, so with the increase in average speed the risk of accidents increases.

Key words: average traffic flow speed, risk occurrence of crash, traffic safety, single carriageway, rural area

Литература

- [1] Aarts, L., Schagen, I. (2006). *Driving speed and the risk of road crashes*.
- [2] Elvik, R., Vaa, T. (2004). *The Handbook of Road Safety Measures*.
- [3] ETSC. (2010). *Towards Safe and Sustainable Road Transport*.
- [4] Finch, D., Kompfner, P., Lockwood, C., Maycock, G. (1994). *Speed, speed limits and accidents*.
- [5] 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).
- [6] Ђерић, М., Марић, Б., Андрић, З. (2014). *Значај праћења индикатора безбедности саобраћаја - брзина кретања возила*. Зајечар.
- [7] Aljanahi, A. A. M., Rhodes, A. H., Metcalfe, A. V. (1999). *Speed, speed limits and road traffic accidents under free flow conditions*. *Accid. Anal. Prev.* 31, 161-168.
- [8] Lave, C.A. (1985). *Speeding co-ordination and the 55-miles/h limit*. *Am. Econ. Rev.* 75, 1159-1164.
- [9] Taylor, M.C., Baruya, A., Kennedy, J.V. (2002). *The relationship between speed and accidents on rural single-carriageway roads*. In: TRL Report 511. Transport Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- [10] Abdel-Atya, M., Ekrama, A. A., Huangb, H., Choic, K. (2011). *A study on crashes related to visibility obstruction due to fog and smoke*. *Accid. Anal. Prev.* 43, 1730-1737.
- [11] Glavić, D., Mladenović, M., Stevanovic, A., Tubić, V., Milenković, M., & Vidas, M. (2016). *Contribution to accident prediction models development for rural two-lane roads in Serbia*. *Promet-Traffic&Transportation*, 28(4), 415-424.
- [12] Milenković, M., & Glavić, D. (2017). *Analysis of relations between freeway geometry and traffic characteristics on traffic accidents*. In *International Symposium on Innovative and Interdisciplinary Applications of Advanced Technologies* (pp. 539-548). Springer, Cham.