

Анализа кредибилитета ограничених брзина - студије случаја Батајница и Нова Пазова

Милан Кнежевић^а, Марко Вукојевић^а

^а Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет,

ПОДАЦИ О РАДУ

DOI: 10.31075/PIS.68.04.08
Стручни рад
Примљен: 12/11/2022
Прихваћен: 13/12/2022
Коресподент аутор:
knezevicmilan4@gmail.com

Кључне речи:

Управљање брзинама
Ограничење брзине
Прекорачење брзине
Саобраћајне незгоде

РЕЗИМЕ

Комплексни и често контрадикторни циљеви у саобраћајном инжењерству, пре свега са аспекта ефикасности и безбедности саобраћаја, довели су до потребе за управљањем брзинама. Једна од мера за управљање брзинама је ограничење брзине. Лоше постављено ограничење брзине може довести до негативних последица. Ограничење брзине које није у складу са перцепцијом возача у односу на путне и саобраћајне карактеристике, не сматра се кредибилним. У овом раду је испитан кредибилитет ограничених брзина на две деонице између насеља Батајница и Нова Пазова. Кроз методологију рада су анализиране путне карактеристике деоница, брзине (рачунска брзина, слободна брзина, експлоатациона брзина и ограничена брзина) и саобраћајне незгоде. Анализом свих наведених параметара испитан је кредибилитет постављених ограничења брзина у 2019. и 2020. години, па су на основу резултата истраживања дате препоруке.

1. Увод

Брзина представља један од основних параметара саобраћајног тока и као таква јесте темељ при реализацији баланса између ефикасности и безбедности саобраћаја. Ограничење брзине је мера у поступку управљања брзинама у саобраћају међутим, лоше ограничење брзине доводи до непоштовања прописа чиме се повећава ризик од настанка незгоде као и повећања последица. Бројна истраживања су утврдила веома јаке корелативне везе између експлоатационе брзине и ризика од незгоде, односно између брзина и последица незгода (Aarts and van Schagen, 2006; Elvik et al., 2004).

Ограничење брзине треба првенствено да постигне хармонизацију саобраћајног тока, односно ограничавањем брзине приморавамо возаче да сви возе приближно једнаким брзинама. Хармонизација саобраћајног тока смањује дисперзију брзине у току чиме се смањује ризик од настанка незгоде (Тубић, и остали 2018.). Односно већа дисперзија брзина возила у току је повезана са већом стопом незгода (Aarts & van Schagen, 2006), као и тежина последица тих незгода (Yu and Abdel-Aty, 2014a, 2014b). Хармонизован саобраћајни ток је такав саобраћајни ток у којем је дисперзија брзина минимална.

Кредибилно ограничење брзине се дефинише као ограничење брзине које је у складу са перцепцијом возача условљено путним и саобраћајним карактеристикама (Тубић, и остали 2018.). Возачи ће се кретати већим брзинама уколико је то у складу са њиховом перцепцијом али је могуће дефинисати ограничење које ће бити кредибилно за највећи број возачау саобраћајном току (Yao Yao и остали 2019). Кредибилно ограничење брзине је ограничење које одговара техничким карактеристикама пута и условима у саобраћајном току (SWOV, 2012) као и да фактор окружења пута има додатан утицај на кредибилитет поред техничких карактеристика (Goldenbeld и van Schagen, 2007, Aarts и остали, 2009).

Циљ овог рада је да се испита кредибилитет ограничења на конкретне две деонице. Рад се састоји од: Методологије истраживања, где је наведен нови концепт анализе кредибилитета ограничених брзина, затим анализе, где је примењена претходно наведена методологија рада, резултата анализе, препоруке на основу резултата и закључка.

2. Методологија истраживања

План активности истраживања се ослањао на алгоритму новог концепта анализе кредибилитета који је дефинисан на Саобраћајном факултету. Алгоритам истраживања у овом раду се разликује од оригиналног изменом теренског истраживања методе покретног посматрача са анализом саобраћајних незгода.

Деонице на којима се вршило испитивање су следеће:

- Деоница 1 : Стара Пазова - Нова Пазова, АБС 2048
- Деоница 2 : Нова Пазова - Батајница, АБС 1072

Анализиране деонице припадају путевима са доминантно локалним кретањима. Деонице се налазе између насеља Батајница, Нова Пазова и Стара Пазова, а детаљнији опис микро и макро локације је описан у наредном поглављу рада.

За истраживање су одабране две године (2019. и 2020. год) на основу званичних података из Базе о бројању саобраћаја коју објављује ЈП „Путеви Србије“).

Техничко-експлоатационе карактеристике деоница су утврђене на основу ажурне и најновије Базе података о државним путевима. У оквиру ових карактеристика спадају све геометријске карактеристике од којих директно зависи слободна брзина саобраћајног тока као што су ширина коловоза, минимални радијус хоризонталне кривине, максимални и просечни уздужни нагиб и ширина банке.

Прорачун слободних брзина (образац 1) извршен је применом модела који је развијен на Саобраћајном факултету, на основу бројних домаћих и иностраних истраживања (Кузовић, 2000). Модел се заснива на прорачуну слободне брзине на основу техничко-експлоатационих карактеристика деонице и процента протока сваке категорије возила.

$$V_{sl} = \sum \%q_{i,k} * \min(V_{sl,i,j}) \quad (1)$$

- i - година
- k - категорија возила (ПА,БУС, ТВ,АВ)
- j - техничка карактеристика (ШТ, Rmin, UN)

За разлику од слободне брзине, експлоатациона брзина (образац 2) представља реалну брзину саобраћајног тока на коју утичу и услови у току као што су проток возила, структура тока, временске неравномерности и др. У овом раду коришћен је линеарни модел прорачуна експлоатационе брзине (Кузовић, 2000).

$$V_e = \left(V_{sl} - q_m / C * (V_{sl} - V_c) \right) * \left((1 - R) * \frac{R * P}{100} \right) \quad (2)$$

Анализа прекорачених брзина извршена је на основу података реалних експлоатационих брзина са АБС-а, који се налазе у Базе података о бројању саобраћаја.

Поред анализе брзине, иако није у фокусу овог рада, извршена је и анализа броја саобраћајних незгода у односу на дефинисана ограничења брзина.

На основу свих претходних корака спроведена је синтезна анализа у којој је се укрштају сви наведени параметри ради добијања закључка о кредибилитету ограничених брзина на посматраним деоницама.

Сви прорачуни су извршени у софтверу „Microsoft Excel“, а најбитнији излазни резултати и међурезултати ће бити приказани у даљем раду.

3. Анализа

3.1. Микролокација и макролокација деонице

Предметне деонице припадају истом државном путном правцу (пут 100), односно путу II – А реда. Предметни пут 100 се протеже од Хоргоша, преко Суботице, Бачке Тополе, Новог Сада и Инђије, да би се пролазећи кроз Стару Пазову завршио на територији града Београда (Референтни систем, ЈП Путеви Србије). Пут, као и предметне деонице се налазе на територији Војводине и града Београда, где је управо једна од тачака почетка/завршетка једне деонице заправо граница са Аутономном Покрајином Војводином. У непосредној близини предметних деоница се налази и аутопут Е-75 (коридор X) који привлачи велики број даљинских кретања у потезу од Београда ка Новом Саду, и даље. Пут на којем се налазе предметне деонице је познат и под именом „Стари новосадски пут“.

Предметне деонице (табела 1) повезују насеља Стара Пазова и Нова Пазова (конкретно деоница 10023) и Нову Пазову са насељем Батајница (деоница 10024). У непосредној близини границе АП Војводине и границе две предметне деонице се налази Војни аеродром „Пуковник - пилот Миленко Павловић“ Батајница. Обе предметне деонице представљају двотрачни тип пута и за њих је карактеристичан равничарски тип терена.

Табела 1. Ознака, назив и дужина деоница

Ознака	Назив	Дужина
10023	Стара Пазова (центар) – Граница АПВ (Нова Пазова)	9.614 km
10024	Граница АПВ (Нова Пазова) - Батајница	3.177 km

Извор: (Референтни систем ЈП „Путеви Србије“)

Аутоматски бројачи саобраћаја помоћу којих су прикупљени подаци важни за детаљну анализу су:

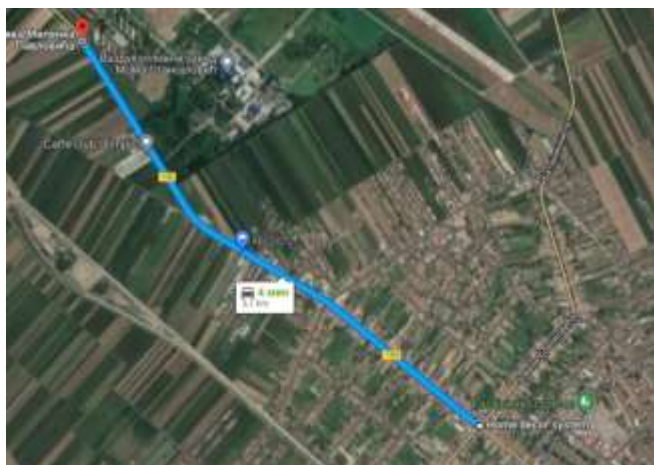
Табела 2. Подаци о аутоматским бројачима саобраћаја

Назив	Деоница за коју се везују подаци	Географске координате позиције бројача
АБС 1072	10024	44.91474687 СГШ 20.25816308 ИГД
АБС 2048	10023	44.97126154 СГШ 20.17635039 ИГД

Извор: (Аутори)

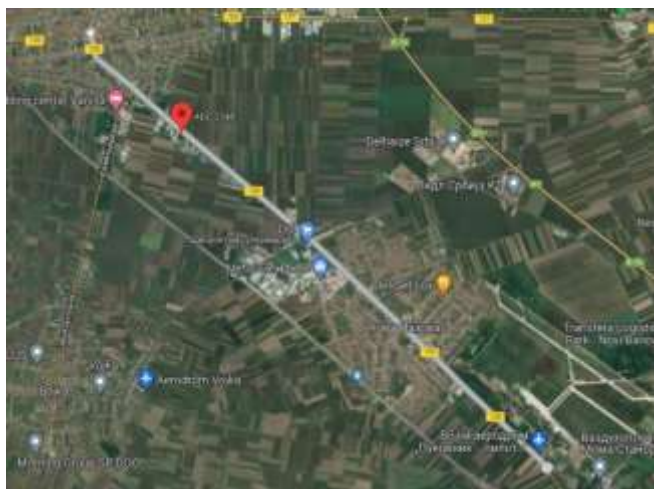
Позиција АБС-а 1072 је на самом излазу из насеља Батајница, ограничење брзине у зони бројача је смањено са 60 km/h на 50 km/h у 2020-ој години постављањем знака за улазак у насеље (III-24) на 556m од бројача у смеру ка Новом Саду. На слици 1 приказан је положај бројача на деоници.

АБС 2048 се налази 600m од насеља Стара Пазова, ограничење брзине у зони овог бројача је 80 km/h. На слици 2 приказан је положај бројача на деоници.



Слика 1. Положај АБС 1072

Извор: (Аутори)



Слика 2. Положај АБС 2048

Извор: (Аутори)

3.2. Техничко-експлоатационе карактеристике деоница и достигнути саобраћајни захтеви у анализираним годинама

У оквиру овог поглавља дефинисане су техничко-експлоатационе карактеристике деоница и достигнути саобраћајни захтеви у анализираним годинама.

Табела 3. ТЕ карактеристике деонице 1

Карактеристика	Вредност
Тип пута	Двотрачни
Дужина [m]	9 592
Број ст	2
Ширина ст [m]	3,4
Ширина банке [m]	1
Rmin [m]	276
Unpros [%]	0,1
Unkr [%]	0,5
Дужина Unkr [m]	274

Извор: (Аутори)

Табела 4. ТЕ карактеристике деонице 2

Карактеристика	Вредност
Тип пута	Двотрачни
Дужина [m]	3 144
Број ст	2
Ширина ст [m]	3,7
Ширина банке [m]	1
Rmin [m]	764
Unpros [%]	0,1
Unkr [%]	0,2
Дужина Unkr [m]	42,5

Извор: (Аутори)

У наредној табели приказане су вредности саобраћајних захтева на предметним деоницама за 2019. и 2020. годину кроз вредности ПГДС-а.

Табела 5. ПГДС за предметне деонице за сваку анализирану годину

Деоница 1, АБС 2048		Деоница 2, АБС 1072	
2019	2020	2019	2020
10697 voz/dan	10220 voz/dan	7709 voz/dan	8008 voz/dan

Извор: („Бројање саобраћаја“, ЈП „Путеви Србије“)

Са претходне табеле се примећује да ситуација актуелна (пандемија Covida-19) за 2020. годину није утицала на смање саобраћајних захтева (ПГДС-а) у већој мери. На деоници где је позициониран АБС 2048 дошло је до смањења ПГДС-а али не у мери која би значајно променила услове у саобраћајном току (пре свега промену експлоатационе брзине, више о томе у наставку), али за деоницу где је позициониран АБС 1072 је изненађујуће (с обзиром на мању мобилност становника, присуство забране кретања, услед пандемије) дошло до повећања ПГДС-а за две анализиране године.

4. Резултати анализе

У овом поглављу приказана је детаљна анализа и синтеза добијених резултата у овом истраживању. У наредним табелама приказане су брзине које су коришћене у анализи.

Табела 6. Вредности ограничење, слободне, реалне експлоатационе и експлоатационе брзине прорачунате по моделу, 2019. године

2019	Vog	Vsl	Ve	Ve (ABS)
АБС 1072	60	117	100	62
АБС 2048	80	93	79	69

Извор: (Аутори)

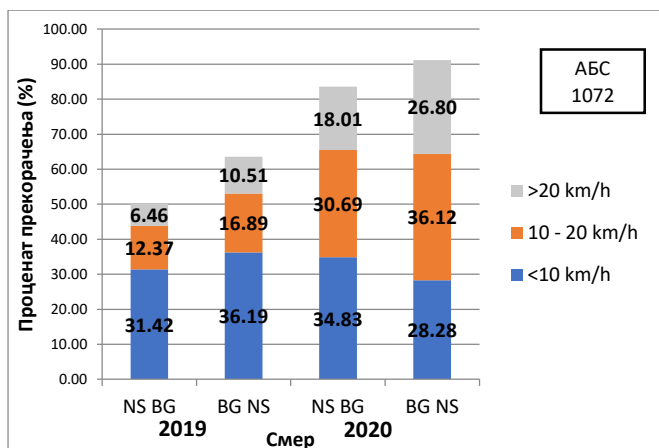
Табела 6. Вредности ограничење, слободне, реалне експлоатационе и експлоатационе брзине прорачунате по моделу, 2020. године

2019	Vog	Vsl	Ve	Ve (ABS)
АБС 1072	50	117	98	62
АБС 2048	80	93	79	70

Извор: (Аутори)

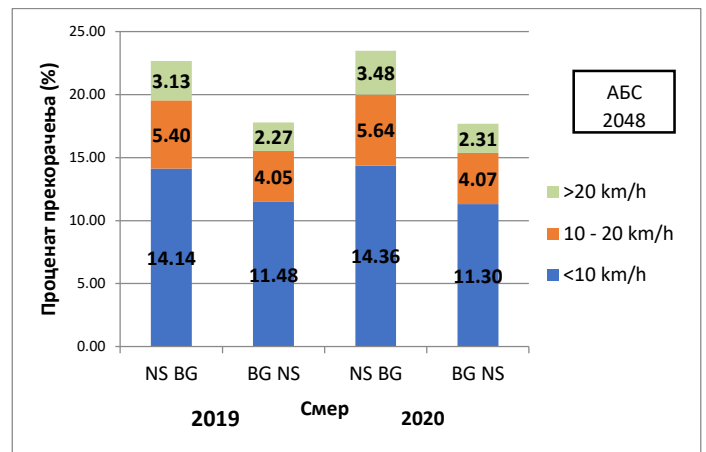
На деоници где се налази АБС 1072 као што је раније наглашено, дошло је до смањења ограничења брзина са 60 km/h на 50 km/h. На приказаном графика прекорачења брзина на АБСу 1072 за године 2019 и 2020, као и раније приказаном табелом јасно видимо за колико се променио проценат возача који укупно прекорачује брзину, али и процентуални удео у тим ограничењима према класама <10 km/h (класа 1), између 10 km/h и 20 km/h (класа 2) и >20 km/h (класа 3). Променом ограничења брзине се и променио проценат претицања, повећао се, где у 2020. години на смеру НС – БГ преко 80% корисника прекорачује брзину, а у смеру БГ – НС чак преко 90%.

За смер од Београда ка Новом Саду је карактеристичан већи проценат прекорачења за обе посматране године, посебно треће класе прекорачења која је очигледно најкритичнија класа.



Слика 3. Процент прекорачења брзине у зависности од класе забележене на АБС 1072 по смеровима кретања
Извор: (Аутори)

У случају АБСа 2048 ограничење брзине је остало исто за обе посматране године. На овој деоници је карактеристично да је за временски период од 2019-2020 уочљива стабилност процента прекорачења, није се мењала у већој мери, како укупна тако и за сваку класу прекорачења брзине посебно. Најприсутнија класа прекорачења брзине јесте класа 1 коју чине више од 50% укупних прекорачења како за један, тако и други смер у обе посматране године.

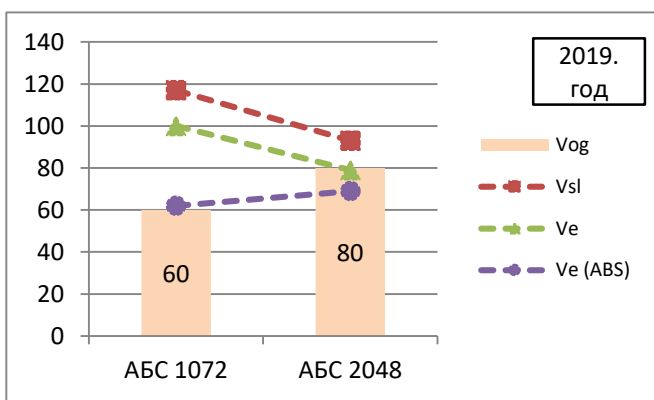


Слика 4. Процент прекорачења брзине у зависности од класе забележене на АБС 2048 по смеровима кретања
Извор: (Аутори)

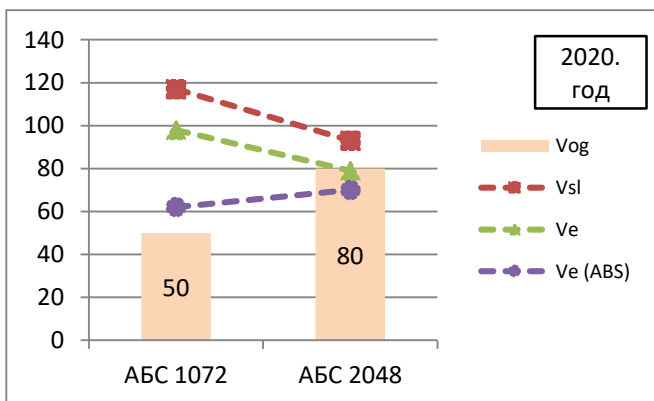
Анализом брзина (дијаграм 3) утврђено је да су у обе године посматрања реалне експлоатационе брзине ниже од прорачунаних експлоатационих брзина на основу модела. Међутим, реална експлоатациона брзина забележена на АБС 1072 је значајно нижа од експлоатационе брзине по моделу, у односу на АБС 2048. Добијени резултат указује и потврђује тврдњу Тубића и осталих сарадника (2018.). Услови на деоници са АБС 1072 онемогућавају реализацију већих брзина јер деоница у скоро половини своје дужине пролази кроз насеље што доводи до отежаних услова (лошија контрола приступа, присуство пешака,...) у саобраћајном току. Такође, треба узети у обзир да је локација АБС-а 1072 у близини граница насеља што такође може утицати на мање брзине кретања. Године 2019-е реална експлоатациона брзина измерена на бројачу и ограничена брзина имају скоро једнаке вредности (Ve-ABS = 62 km/h, Vo = 60 km/h), међутим, то није случај и за 2020. годину. У овој години ограничење брзине се смањило на 50 km/h што није утицало на смањење експлоатационе брзине са бројача, која је те године износила 62 km/h. Ово указује да промена ограничене брзине није утицала на понашање возача, већ да услови у току и у овој години посматрања нису омогућили веће брзине. Ово потврђује и анализа прекорачења брзина у којој је утврђено да је 2019-е године просечан број прекорачења на деоници са АБС-ом 1072 за оба смера био 56,92%, а 2020-е године 87,37%.

Дакле, смањење ограничене брзине на 50 km/h на посматраној деоници није било оправдано, што може довести до губљења поверења у систем управљања брзинама од стране возача.

Када је реч о деоници са АБС-ом 2048 (дијаграм 4), експлоатациона брзина измерена на бројачу је у обе године усаглашена са ограниченом брзином на деоници. Ограничење брзине на овој деоници је 80 km/h што је у складу са рангом пута. Анализа прекорачења брзина на овој деоници показује да је 2019-е године просечно прекорачење брзине у оба смера било 20,24%, а 2020-е године 20,58. Ово указује да возачи на овој деоници прихватају мере управљања брзинама и да је ограничена брзина адекватно постављена и да је у складу са захтевима саобраћаја.



Слика 5. Однос ограничене, слободне, измерене и прорачунате експлоатационе брзине, 2019. године
Извор: (Аутори)



Слика 6. Однос ограничене, слободне, измерене и прорачунате експлоатационе брзине, 2020. године
Извор: (Аутори)

Конечно, анализом брзина на основу података са аутоматског бројача саобраћаја и прорачуном експлоатационих брзина на основу линеарног модела може се закључити да ће возачи прихватити мере ограничења брзине уколико се ограничена брзина не разликује много од експлоатационе брзине по моделу у случајевима када техничко-експлоатације карактеристике дозвољавају реализацију већих брзина.

Потребно је да мере управљања брзинама буду у складу са моделима експлоатационих брзина како би се одржао кредибилитет ограничења и поверење возача у систем мера које доноси управљач пута.

Са аспекта безбедности саобраћаја у концепту управљања брзинама важно је приказати број саобраћајних незгода и структуру (последике) тих незгода, да би могла да се утврди ефикасност примењене мере, односно постављених ограничења. Кроз наредну табелу је приказан број саобраћајних незгода, укупан, са погинулим, настрадалим, повређеним и само материјалном штетом у периоду од 2019-2021. године.

Табела 7. Број и структура саобраћајних незгода предметних деоница за анализирани период

Година	Деоница	СНпог	СНпов	СНнас	СНмаш	СНук
2019	1 НП	2	9	11	0	11
2020	1 НП	0	1	1	2	3
2020	2 Б	1	0	1	0	1
2021	1 НП	0	5	5	1	6
2021	2 Б	0	1	1	0	1

Извор: („Интегрисана база података о обележјима безбедности саобраћаја“)

Као што се види у табели 7, нема података о саобраћајним незгодама у 2019. години за деоницу Граница АПВ – Батајница, јер није било забележених незгода на тој деоници. Чињеницом да су се наредне две године (2020. и 2021) догодиле незгоде на поменутој деоници, смањење ограничења са 60 km/h на 50 km/h није довело у овом анализираном периоду до побољшања стања безбедности саобраћаја.

Међутим, на деоници Стара Пазова (центар) – Граница АПВ се може размотрити (уколико је фактор пута утицајан на настанак и последице незгода, а ни једна друга мера не може ефикасније побољшати безбедност саобраћаја) промена (смањење) ограничења на појединим деловима мреже, посебно на прилазима насеља кроз која се пружа деоница да би се смањиле последице незгода које су присутне на предметној деоници у анализираном периоду времена.

5. Препоруке

На основу свих наведених резултата који су добијени истраживањем ове студије случаја, доносе се следеће препоруке о изменама на деоници у Батајници.

- Потребно је изместити знак за улазак у насеље III-24 за 373,77m од тренутног положаја у смеру ка Батајници, где је тренутна позиција постављена далеко у односу на реалан улаз у насеље, на деоници где је позициониран АБС 1072;

- Уколико је неопходно да се ограничење брзине задржи на нижим брзинама потребно је поставити „капије“ пред улазак у насеље. Мењањем техничко-експлоатационим карактеристика пута потребно је физички приморати возача да се креће нижим брзинама;
- Неопходно је постепено смањивати ограничену брзину, односно уколико је ограничена брзина 80 km/h пре уласка у насеље је потребно смањити брзину на 60 km/h како би прилагодили саобраћајни ток (брзине корисника) за улазак у насеље (што се посебно односи на деоницу где је позициониран бројач 2048);
- Испитати могућност употребе VMS-а (Интелигентних транспортних система), у процесу управљања брзинама, на предметним деоницама да би се динамичким управљањем брзинама што рационалније испунили захтеви ефикасности, безбедности саобраћаја, оптимизовали трошкови корисника и што мање нарушила животна средина.

6. Закључак

Ограничење брзине представља основну меру управљања брзинама чија је сврха првенствено постизање хармонизације саобраћајног тока. Хармонизацијом тока се смањује дисперзија брзина у саобраћајном току чиме се постиже већи ниво безбедности саобраћаја. Проблем са овом мером настаје када ограничење брзине није постављено у складу са техничко-експлоатационим карактеристикама пута, саобраћајним захтевима и окружењу пута.

У раду је извршена анализа брзина на две деонице државног пута другог А реда, а у питању су деонице код насеља Батајница и Стара Пазова. Упоредном анализом реалних експлоатационих брзина измерених на бројачу и прорачунатим експлоатационим брзинама на основу линеарног модела показано је да услови на деоници са АБС 1072 онемогућавају реализацију већих брзина јер деоница пролази кроз насеље што доводи до отежаних услова у саобраћајном току због присуства локалних кретања. Промена ограничења брзине на деоници са АБС-ом 1072 са 60 km/h на 50 km/h довела је до повећања процента прекорачења брзине за 30,45%. Ово указује да није постављено адекватно ограничење брзине и да је смањење брзине лоша управљачка мера. У овом случају, лоше је постављен знак за улазак у насеље III-24 који се налази на 556m пре бројача и уласка у насеље.

За разлику од поменуте деонице, друга анализирана деоница на којој се налази АБС 2048. Анализом брзина на овој деоници показује да је експлоатациона брзина измерена на бројачу у обе

године усаглашена са ограниченом брзином на деоници. Анализа прекорачења брзина не показује промене у проценту возача који прекорачују брзину у обе године за које је рађено истраживање. Ограничење брзине на овој деоници је 80 km/h што је у складу са рангом пута.

Анализом брзина на основу података са аутоматског бројача саобраћаја и прорачуном експлоатационих брзина на основу линеарног модела може се закључити да ће возачи прихватити мере ограничења брзине уколико се ограничена брзина не разликује много од експлоатационе брзине по моделу у случајевима када техничко-експлоатационе карактеристике дозвољавају реализацију већих брзина. Потребно је да мере управљања брзинама буду у складу са моделима експлоатационих брзина како би се одржао кредибилитет ограничења и поверење возача у систем мера које доноси управљач пута.

Уколико је са аспекта безбедности саобраћаја потребно смањити брзину саобраћајног тока потребно је ускладити техничко-експлоатационе карактеристике са жељеним ограничењем. Ово се може посебно размотрити на улазима у насеља где уколико ниједна друга мера не доноси побољшање стања безбедности саобраћаја.

Analysis of speed limits credibility - Case studies for Batajnica and Nova Pazova**Milan Knezevic**

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

Marko Vukojevic

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

Abstract: Complex and often contradictory aims in traffic engineering, primarily from the aspect of traffic efficiency and safety, have led to the need for speed management. One of the speed management measures is the speed limit. A poorly set speed limit can lead to negative consequences. A speed limit that is not in accordance with the driver's perception in relation to road and traffic characteristics is not considered credible. This paper examines the credibility of speed limits on two sections between the settlements of Batajnica and Nova Pazova. Through the paper methodology, the road characteristics of sections, speed (calculated speed, free speed, exploitation speed and limited speed) and traffic accidents were analysed. The credibility of the set speed limits in 2019 and 2020 was examined by analysing all the mentioned parameters. Recommendations were made based on the results of the research.

Литература

- [1] Aarts, L., van Schagen, I. (2006). Driving speed and the rate of road crashes: a review of recent studies. *Accident Analysis & Prevention*, 38, 215–224.
- [2] Elvik, R., Christensen, P., and Amundsen, A. (2004). Speed and road accidents: an evaluation of the power model. TØI Report 740/2004, Oslo, Norway.
- [3] Yu, R., Abdel-Aty, M. (2014a). Analyzing crash injury severity for a mountainous freeway incorporating real-time traffic and weather data. *Saf. Sci.* 63, 50–56.
- [4] Yu, R., Abdel-Aty, M. (2014b). An optimal variable speed limits system to ameliorate traffic safety risk. *Transport. Res. Part C: Emerg. Technol.* 46, 235–246.
- [5] Solomon, D. (1964). Accidents on main rural highways related to speed, driver, and vehicle. Washington DC: US Department of Commerce, Bureau of Public Roads.
- [6] Тубић, В. Милошевић, Ј. Степановић, Н. Миљуш, С. Петковић, М. (2018.) Нови концепт анализе кредибилитета ограничених брзина, 7. Међунаордна Конференција „Безбједност саобраћаја у локалној заједници“, Република Српска, Бања Лука
- [7] Кузовић, Љ. (2000). Капацитет и ниво услуге друмских саобраћајница, Саобраћајни факултет Универзитета у Београду, Београд.
- [8] SWOV, SWOV Fact Sheet Towards Credible Speed Limits, 2012 Leidschendam, the Netherlands.
- [9] C. Goldenbeld, I. van Schagen, The Credibility of speed limits on 80km/h rural roads: the effects of road and person (ality) characteristics, *Accid. Anal. Prev.* 39 (6) (2007) 1121-1130
- [10] L. Aarts, et al., Towards safe speeds and credible speed limits, 4th International Symposium on Highway Geometric Design, Netherlands 2009.
- [11] Yao Yao, Oliver Carsten, Daryl Hibberd (2019) A close examination of speed limit credibility and compliance on UK roads. *International Association of Traffic and Safety Sciences*