

Мостови на мрежи државних путева IB реда и подаци потребни за анализу безбедности саобраћаја на мосту

Лазар Савковић^а, Боровоје Алексић^а, Далибор Пешић^б

^а С Пројект д.о.о., Ђорђа Станојевића 11ђ, Београд

^б Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет, Војводе Степе 305, Београд

ПОДАЦИ О РАДУ

DOI: 10.31075/PIS.68.01.05

Стручни рад:

Примљен: 15/01/2022

Прихваћен: 10/03/2022

Кореспондент аутор:

lazar@s-projekt.rs

Кључне речи:

База података

Мостови IB ред

Безбедност саобраћаја

Саобраћајне незгоде у зони моста

РЕЗИМЕ

Мостови представљају грађевине које су направљене ради премошћавања природних или вештачких препрека, као што су водотокови, долине, пруге или путеви. Сврха моста је да се омогући прелаз људима и возилима преко одређене препреке. У раду су представљени резултати истраживања које је спроведено у периоду од 2019. – 2020. године на мостовима на државним путевима IB реда у Републици Србији. Приказана је примењена методологија у прикупљању инвентарских података о мостовима у циљу формирања основне базе података о мостовима. Такође, приказана је и веза одређених података у циљу спровођења анализа безбедности саобраћаја моста. Укупно је идентификовано 974 моста. У раду је приказана и анализа саобраћајних незгода који су се догодили на државним путевима IB реда са специфичним местом "мост", где су откривени најчешћи типови саобраћајних незгода у зони моста. На крају рада дат је критички осврт на поједине елементе моста који могу имати утицаја на безбедност саобраћаја.

1. Увод

Сваке године око 1,35 милиона људи изгуби животе у саобраћајним незгодама. Између 20 и 50 милиона људи задобије повреде у саобраћајним незгодама које нису смртоносне, а многи од њих постају особе са инвалидитетом као резултат повреда у незгодама (WHO, 2021).

Пројектовање путева може имати значајан утицај на безбедност саобраћаја и учесника у саобраћају. У идеалном случају, путеви би требало да се пројектују имајући на уму безбедност свих учесника у саобраћају. То би значило да се обезбеди постојање адекватне инфраструктура за пешаке, бициклисте и мотоциклисте. Мере као што су пешачке стазе, бициклистичке стазе, безбедне раскрснице и друге мере за смиривање саобраћаја могу бити значајне за смањење ризика од повреда међу овим учесницима у саобраћају (WHO, 2021).

Већина истраживања, али и пажња шире јавности је усмерена на безбедност саобраћаја и безбедност путне инфраструктуре. Све више се пажња усмерава на понашање и ставове учесника

у саобраћају, али и на примену савремених алата код управљања безбедношћу путном инфраструктуром, где се у склопу њих врше анализе објеката – мостова, тунела, пропуста и сл. Мали део интересовања је усмерен на безбедност саобраћаја на овим објектима.

Прва асоцијација код шире јавности на безбедност мостова, је управо та да дође до рушења и пада моста и саобраћаја на њему. Према истраживањима у САД-у, у периоду од 1989. до 2000. године се догодило преко 500 "кварова" на конструкцијама мостова (Wardhana and Hadipriono, 2003). Мостови су, као и тунели, затворени простор са ограниченим простором за маневре избегавања (Elvik et al., 2019).

У саобраћајним незгодама на објектима (мостовима и пропустима) учествују возила (или пешаци, бициклисти, итд.) који се крећу преко објекта, испод објекта (моста) или на прилазима објекту (Ogden, 1989).

У прегледу стране литературе, локације мостова су се показале као локације са несразмерно већим бројем незгода у односу на околне путеве (Hurt et al., 2009). Поред тога, незгоде на мостовима имају тенденцију да буду са тежим последицама. То потврђује и преглед података о незгодама из 2005. у држави Канзас. Те године било је 1.919 незгода на мостовима у Канзасу, укључујући 26 незгода са смртним исходом. Док су незгоде на мостовима свеукупно чиниле мање од 3% свих саобраћајних незгода, те године оне су чиниле скоро 7% укупног броја незгода са смртних исходом (Hurt et al., 2009). Укупан број саобраћајних незгода у Канзасу у 2005. и 2006. години је износио 134.135 незгода, док се у зони моста догодило 3.518 незгода, што износи 2,6% од укупног броја незгода у Канзасу (Hurt et al., 2009). У Републици Србији се у периоду од 2016. до 2020. године догодило 2.520 саобраћајних незгода у којима су лица изгубила живот, од којих је у 43 незгоде евидентирано специфично место "мост", што чини скоро 2% у уделу од укупног броја незгода са погинулим (АБС, 2022).

Нека од претходних истраживања су испитивала повезаност између геометријских услова (уздужни нагиб, кривинска карактеристика, ширина коловоза), саобраћајних карактеристика (саобраћајно оптерећење, капацитет, структура тока) и учесталости догађања саобраћајних незгода (Hurt et al., 2009; Milenković and Glavić, 2017; Glavić et al., 2016). Ivey et al. (1979) је развио индекс безбедности моста који је био заснован на десет параметара и то прикупљањем података о ширини моста, релативне ширине моста, заштитне оградe на мосту и оградe на мосту, прилазна прегледност, растојање од краја моста до почетка хоризонталне кривине, нагибе моста, редукцију банке, однос саобраћајног оптерећења и капацитета, структуру тока, дистракција и околина пута. За аутора су три параметра била најважнија и то ширина околине моста, релативна ширина и заштитна ограда. Студија спроведена у Викторији (Road Construction Authority, 1989) о путевима на путној мрежи Викторије, показала је да је око 5% мостова на ванградској мрежи путева оцењено као лоше, према горе наведеним критеријумима (ширина коловоза, оптерећење итд.). Подаци о мостовима у градској и локалној путној мрежи су мање свеобухватни. Међутим, Извештај о викторијанској путној мрежи представља процену да је на локалној путној мрежи Викторије било око 5.500 мостова, од којих је око 5.000 било у ванградским областима.

Циљ овог рада је да прикаже податке које је неопходно прикупити о мостовима, а на основу најбоље праксе и искуства, у циљу формирања основне базе података о мостовима и који би служили за праћење стања мостова, али и података о мостовима који се могу користити у

даљим анализама, попут анализа безбедности саобраћаја на мостовима. Значај редовног праћења стања мостова би омогућио минимизирање ризика од могућих нежељених појава на мостовима, попут неадекватног стања коловозног застора, запушености водотокова и сл., а спровођењем анализа безбедности саобраћаја би такође омогућило минимизирање ризика од настанка саобраћајних незгода, али и смањења тежине последица евентуалних незгода. Поред тога, циљ рада је да укаже на проблем са аспекта безбедности саобраћаја у зони моста, односно да прикаже карактеристике незгода које настају на мостовима.

2. Методологија

У овом раду предмет анализе представљају мостови на мрежи државних путева IБ реда у Републици Србији, без територије АП Косово и Метохија. За потребе овог истраживања вршен је преглед мостова, ради прикупљања тзв. инвентарских података о мосту. Ови подаци представљају основу за формирање основне базе података о мостовима. Поред тога, на основу прикупљених података могуће је вршити и додатне анализе о стању мостова на мрежи државних путева. Истраживање је вршено у периоду од 2019. – 2020. године. Пре вршења теренског дела, креиран је инвентарски образац (лист), којим се олакшава рад истраживача на терену. Подаци који су прикупљени приликом прегледа моста, представљају улазне параметре за вршење систематских прегледа мостова са аспекта геометрије конструкције моста, али и за прегледе моста са аспекта одвијања саобраћаја на мосту. Све оцене стања појединих елемената вршене су на основу Методологије за формирање и праћење основне базе података о државним путевима - ЈП "Путеви Србије" (Mašović et al., 2020).

Инвентарски лист се састојао из неколико поглавља, где су подаци систематизовани у одговарајућим групама којим припадају, а то су:

- Основни подаци о мосту;
- Подаци о путу на коме је мост;
- Подаци о дужини моста;
- Подаци о слободним висинама испод моста;
- Подаци о геометрији пута на мосту;
- Подаци о геометрији моста;
- Подаци о дилатационим справама;
- Подаци о коловозу на мосту;
- Подаци о одводњавању моста;
- Подаци о ивичњаку на мосту;
- Подаци о пешачким (радним) стазама на мосту;
- Подаци о пешачким ограда на мосту;
- Подаци о саобраћајној сигнализацији;
- Подаци о заштитној оградни за возила на мосту.

У оквиру Основних података о мосту, прикупљени су подаци о позицији моста и то на два начина, односно у виду релативне стационаже државног пута и то стационаже почетка, средине и краја моста, али и ГПС координате средине моста у државном координатном систему. Када је реч о групи података о путу на коме је мост, прикупљани су подаци о категорији пута, деоници пута, положај моста (насеље или ван насеља), општина на којој се мост налази.

Код групе података везаних за дужину моста, на терену је мерена укупна дужина моста, али и дужина распонске конструкције моста. Поред ове две дужине, вршена су мерења отвора моста, како би се прецизно утврдило да ли мост задовољава критеријуме у погледу отвора моста дефинисане у Закону о путевима. На овај начин, откривени су нови мостови, који испуњавају критеријум да им је отвор моста већи од 5 m. Код сваког моста мерена је слободна висина испод моста и то на почетку, средини и на крају моста. Такође, вршена је оцена стања запушености водотока испод моста.

Скуп података о геометрији пута на мосту, који је прикупљан за сваки појединачни мост, састоји се од подужног нагиба нивелете моста, попречних нагиба коловоза на мосту, али и постојање вертикалних кривина (конвексне или конкавне уколико их има). Што се тиче геометрије моста, посматран је облик осовине моста, али и њена закошеност, која је такође, мерена на терену. Подаци о дилатационим справама који су прикупљани састојали су се из броја дилатационих справа на мосту и вршена је оцена стања тих дилатационих справа.

Код података о коловозу на мосту, вршена су мерења ширине коловоза на мосту и то на више позиција на мосту и уколико су постојале разлике у ширинама коловоза на мосту, евидентирана је вредност ширине коловоза у опсегу "од – до". Такође, евидентирана је врста коловоза и вршена је оцена стања у каквом се налази коловоз на мосту. Са аспекта одводњавања прикупљани су подаци о врсти система за одводњавање, односно да ли је у питању систем кишне канализације, сливници или се одводњавање врши путем слободног пада. Уколико су сливници начин на који се врши одводњавање, тада је прикупљан податак о броју сливника и вршена је оцена стања запушености сливника.

О ивичњацима на мосту прикупљени су подаци о материјалу од којег је изграђен ивичњак, затим, врста ивичњака (вертикалан или кос), вредности висина ивичњака од ивице коловоза, као и вредности дужине ивичњака. Сви подаци о ивичњацима су прикупљани засебно за леву и десну страну моста.

Када су у питању пешачке стазе на мосту (односно у неким случајевима су радне стазе), прикупљени су подаци такође, засебно за леву и десну страну моста. Прикупљани су подаци о дужинама пешачких стаза, о укупној ширини стазе, али и о слободној ширини пешачке стазе. Врста застора на пешачкој стази је такође прикупљана и вршена је и оцена стања покривке стазе. Као засебна група података, прикупљани су подаци о пешачкој огради на мосту и то о дужини пешачке ограде, материјалу од којег је направљена, али и вршена је оцена стања пешачке ограде.

Подаци који су прикупљени о саобраћајној сигнализацији су вредности ограничења брзине на мосту, затим, вршена је оцена стања хоризонталне и вертикалне сигнализације на мосту. Када је реч о подацима о заштитној огради за возила на мосту, пре свега посматрано је да ли се ради о челичној еластичној огради или о бетонској огради, затим, вршена су мерења размака стубића заштитне ограде, да ли је ограда дистантна или не, као и подаци о дужини заштитне ограде на мосту и њеном стању. На основу свих претходно прикупљених података вршена је процена степена задржавања постојеће заштитне ограде.

Сваки мост је фотографисан, у оба смера возње, као и са бочних страна, али и испод моста (где год је то било могуће), у циљу што квалитетнијег формирања базе података о мостовима.

3. Резултати

У наредном делу рада, биће приказани само најзначајнији резултати добијени овим истраживањем.

На основу извршеног истраживања, на мрежи државних путева IБ реда у Републици Србији, утврђено је да постоје 974 моста, у труп државног пута. Посматрано у односу на положај моста, односно да ли се мост налази на траси проласка државног пута кроз насеље или ван насеља (тј. да ли је мост у зони знакова "III-24" и "III-24.1"), око 82% мостова се налази на делу државног пута ван насеља, а 18% мостова у насељу. У односу на територију Републике Србије, а у складу са поделом управљача државног пута, извршена је и анализа локација мостова по Одељењима за заштиту и одржавање путева, око 11% мостова је на територији одељења Нови Сад, што се територијално поклапа са границама АП Војводина. Затим, следи одељење Ужице са 24% мостова на територији и одељење Београд са око 30% мостова на мрежи државних путева IБ реда. Највећи део мостова се налази на територији одељења Ниш, око 35%, али ово одељење обухвата највећу површину територије.

Табела 2.1. Расподела мостова по територијама

Одељење за одржавање	% расподела мостова	% површине територије
Нови Сад	11%	28%
Београд	30%	23%
Ниш	35%	33%
Ужице	24%	16%

* - без територије Одељења Косово и Метохија



Слика 2.1. Просторни распоред по одељењима за заштиту и одржавање путева

Када је реч о параметру "укупна дужина моста", добијено је да минимална вредност овог параметра износи 5,5 m док максимална вредност износи 1435,8 m. Анализом параметра "дужина распонске конструкције" добијено је да је минимална вредност 5,4 m, а максимална вредност 1425,8 m. Посматрајући податке о отвору моста, односно о његовој ширини, добијено је да је минимална вредност овог параметра 5,0 m, док највећи отвор моста износи 178,0 m. Следећи параметар који описује сваки мост, је слободна висина испод моста, где је у овом истраживању добијено да је минимална вредност слободне висине средине моста 0,6 m, док највећа слободна висина средине моста имала је вредност од 120 m.

Анализом измерених ширина коловоза на мосту, минималне вредности износиле су од око 3,9 m, док највећа укупна ширина коловоза на мосту износила је 15,3 m. Даљом анализом попречног профила моста, утврђено је да се вредност параметра "ширина пешачких (радних) стаза" на мостовима кретала се од 0,2 m па све до 6,0 m.

Код анализе геометријских елемената, издвојени су параметри везани за нагибе коловоза на мосту. Анализом подужног нагиба нивелете моста, добијемо да се мостови налазе у подужном нагибу од 0% па све до 8,6%, при чему око 10% евидентираних мостова је у подужном нагибу преко 3%. Код попречних нагиба коловоза, ове вредности се крећу у интервалу од 0% до 8,1%.

Табела 2.2. Дескриптивна статистика основних параметара мостова

Параметар моста	минимална вредност	максимална вредност	просечна вредност
укупна дужина моста (m)	5,5	1435,8	55,3
дужина распонске конструкције (m)	5,4	1425,8	45,7
отвор моста (m)	5,0	178,0	15,4
слободна висина испод моста – средина (m)	0,6	120,0	5,5
ширина коловоза (m)	3,9	15,3	7,4
ширина пешачких (радних) стаза (m)	0,2	6,0	1,4
подужни нагиб нивелете моста (%)	0%	8,6%	1,3%
попречни нагиб коловоза моста (%)	0%	8,1%	2,5%

4. Анализа саобраћајних незгода на мостовима на државним путевима IБ реда

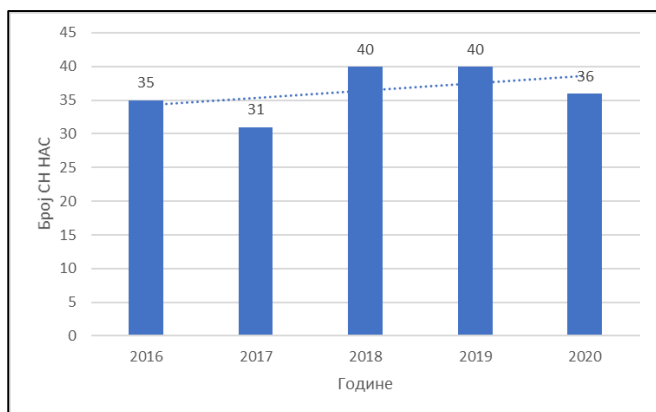
У даљем делу рада, приказани су резултати анализе саобраћајних незгода које су се догодиле у зони мостова на државним путевима IБ реда у Републици Србији, у периоду од 2016.- 2020. године. Подаци су преузети са веб сајта Агенције за безбедност саобраћаја из Интегрисане базе података о обележјима о безбедности саобраћаја (<http://bazabs.abs.gov.rs/>). Како би се добили подаци о саобраћајним незгодама које су се догодиле у зони мостова, изабран је атрибут "специфично место - мост".

Анализом саобраћајних незгода које су се догодиле у зони мостова на државним путевима IБ реда, догодило се укупно 426 незгода, од којих је око 3% незгода било са погинулим лицима. Око 40% незгода се догодила у којима су лица задобила повреде, док је највећи број незгода у зони мостова евидентиран са материјалном штетом, око 57% (Табела и Графикон 4.1).

Табела 4.1. Расподела броја саобраћајних незгода по годинама, на државним путевима IБ реда, специфично место "мост"

Година	СН ПОГ	СН ПОВ	СН НАС	СН МШ	СН УКУПНО
2016	3	32	35	56	91
2017	3	28	31	41	72
2018	3	37	40	52	92
2019	3	37	40	50	90
2020	1	35	36	45	81
Укупно	13	169	182	244	426

Анализом расподеле незгода са настрадалим лицима, по годинама, може се уочити са графикана благо растући тренд саобраћајних незгода. У 2017. години се уочава одступање, односно нешто мањи број незгода са настрадалима у зони моста, као и у 2020. години.

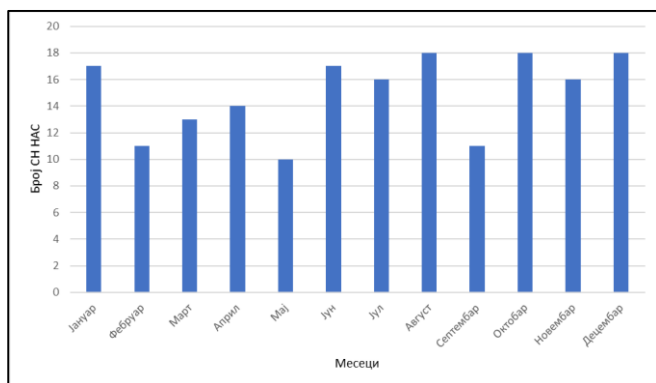


Графикон 4.1. Распредела броја саобраћајних незгода са настрадалима по годинама, на државним путевима IБ реда, специфично место "мост"

На основу анализе незгода по месецима у току године, може се закључити да се укупан највећи број незгода догодио у фебруару и јулу (по 41), док се најмањи број незгода догодио у априлу месецу (Табела 4.2 и Графикон 4.2). Међутим, анализом расподеле незгода са настрадалима по месецима, може се уочити да се најмањи број незгода догодио у месецима мај, фебруар и септембру (10, 11 и 11), док се највећи број незгода догодио у месецима август, октобар и децембар (по 18).

Табела 4.2. Распредела саобраћајних незгода по месецима, на државним путевима IБ реда, специфично место "мост"

МЕСЕЦ	СН НАС	СН МШ	СН УКУПНО
Јануар	17	18	35
Фебруар	11	30	41
Март	13	19	32
Април	17	11	25
Мај	10	25	35
Јун	17	16	33
Јул	16	25	41
Август	18	17	35
Септембар	11	24	35
Октобар	18	20	38
Новембар	16	23	39
Децембар	18	19	37
Укупно	182	244	426



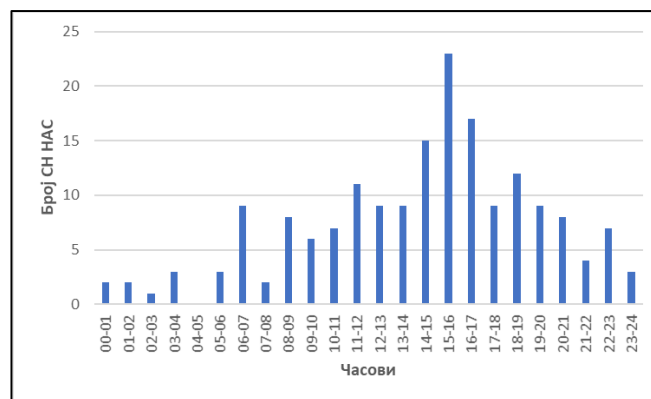
Графикон 4.2. Распредела саобраћајних незгода по месецима, на државним путевима IБ реда, специфично место "мост"

На основу временске анализе саобраћајних незгода и расподеле по часовима у току дана,

може се закључити да се највећи број саобраћајних незгода у зони мостова догађао између 15 и 16 часова, а најмањи број у периоду од 00-06 часова. Посматрајући саобраћајне незгоде са настрадалима, може се уочити да у периоду од 14 часова па све до 19 часова је изражен већи број незгода (Табела 4.3 и Графикон 4.3).

Табела 4.3. Распредела саобраћајних незгода по часовима у току дана, на државним путевима IБ реда, специфично место "мост"

ЧАС	СН НАС	СН МШ	СН УКУПНО
00-01	2	2	4
01-02	2	3	5
02-03	1	4	5
03-04	3	0	3
04-05	3	8	11
05-06	3	4	7
06-07	9	20	29
07-08	2	2	4
08-09	8	4	12
09-10	6	15	21
10-11	7	11	18
11-12	11	17	28
12-13	9	11	20
13-14	9	10	19
14-15	15	8	23
15-16	23	25	48
16-17	17	13	30
17-18	9	8	17
18-19	12	17	29
19-20	9	17	26
20-21	8	11	19
21-22	4	13	17
22-23	7	13	20
23-24	3	8	11
Укупно	182	244	426



Графикон 4.3. Распредела саобраћајних незгода по часовима у току дана, на државним путевима IБ реда, специфично место "мост"

Анализом групе типова саобраћајних незгода (класификација према CADAS-у), може се уочити да је доминантна група типова "СН са најмање два возила – без скретања" и код незгода са настрадалима и код незгода са материјалном штетом, са укупним уделом од око 57% (Табела 4.4). Следећа група типова је "СН са једним возилом" са уделом од 27% и група типа "СН са

најмање два возила – скретање или прелазак" са учешћем од око 11%. Такође, може се уочити да се у зони мостова догађају и незгоде са пешацима, али у значајно мањем уделу, али је већина ових незгода са настрадалим лицима.

Табела 4.4. Расподела незгода према групи типова, на државним путевима IБ реда, специфично место "мост"

ГРУПЕ ТИПА СН	СН НАС	СН МШ	СН УКУПНО
СН са најмање два возила – без скретања	105	141	246
СН са једним возилом	40	73	113
СН са најмање два возила – скретање или прелазак	26	24	50
СН са пешацима	6	1	7
СН са паркираним возила	5	5	10
Укупно	182	244	426

У наставку су приказани најзаступљенији типови саобраћајних незгода у зони моста, које су се догодиле у анализираном периоду на државним путевима IБ реда. За највећи број незгода идентификован је тип "судар у сустизању" (64 СН), где се око 48% незгода са настрадалима догодио на овај начин од укупног броја незгода овог типа (133 СН) (Табела 4.5).

Табела 4.5. Расподела незгода према типовима, на државним путевима IБ реда, специфично место "мост"

ТИПОВИ СН	СН НАС	СН МШ	СН УКУПНО
Најмање два возила која се крећу у истом смеру – сустизање	64	69	133
Најмање два возила – чеони судар	19	5	24
Остале незгоде са најмање два возила – супротни смерови без скретања	12	20	32
Незгода са једним возилом – силазак са коловоза у кривини	10	6	16
Незгода са једним возилом – силазак удесно са коловоза на правцу	10	12	22
Најмање два возила која се крећу истим путем у супротним смеровима уз скретање улево испред другог возила	8	2	10
Најмање два возила која се крећу истим путем у истом смеру уз скретање, скретање удесно испред другог возила	6	9	15
Незгода са једним возилом на коловозу	6	17	23
Незгода са једним возилом – силазак улево са коловоза на правцу	6	14	20
Незгода са једним возилом и превртањем	6	0	6

Затим, следећи идентификовани тип незгоде у зони моста је био "чеони судар" (19 СН) са учешћем од око 10% незгода са настрадалима од укупног броја незгода овог типа (24 СН). Незгоде типа "силазак са коловоза у кривини" и "силазак удесно са коловоза у правцу" са настрадалима (по 10 СН) је следећи тип незгода по заступљености у зони мостова на државним путевима IБ реда. Поред ових типова, заступљени су и типови незгода са једним возилом и то "силазак улево са коловоза" као и незгоде са "превртањем" (Табела 4.5).

5. Дискусија

Анализом саобраћајних незгода које су се догодиле у анализираном периоду, на мрежи државних путева IБ реда, може се закључити да се проценат незгода са настрадалима у зони моста креће око 3%, а што је резултат који прати и број незгода у зони моста у страним истраживањима (Hurt et al., 2009). На основу број незгода у зони моста, може се уочити благо растући тренд незгода са настрадалима на овим објектима. Пад незгода у 2020. години у зони моста, може бити последица пандемије Covid 19, где је дошло до мањег броја кретања возила на путевима.

У страним истраживањима као значајне податке аутори су издвојили параметре на мосту попут ширине коловоза и нагиба. Ови подаци су прикупљени и у овом истраживању, а њихова значајност се може видети са различитих аспеката. Ширина коловоза је елемент пута који одређује могућу брзину кретања возилима. Веома је значајно да ширина коловоза на мосту задржава исте вредности као ширина коловоза испред и иза моста, односно да не постоји сужење коловоза на мосту. Поред ширине коловоза, у овом истраживању пажња је била усмерена и на стање коловоза на мосту. Ако је стање коловоза лоше (постоје ударне рупе, колотрази и сл.), такође може имати утицај и на неефикасно одводњавање, али и евентуално на дестабилизацију возила. Лоше стање коловоза на мосту може утицати и на ефикасност саобраћаја, односно може доћи до опадања брзина у току. У овом истраживању су обрађиване и дилатационе справе (спојнице), као и њихово стање. Лоше стање спојница може условити такође, опадање брзина у саобраћајном току, јер возачи могу успорити возило приликом преласка преко спојнице.

Нагиби коловоза у зони моста су такође препознати у страним истраживањима, а у овом истраживању су такође они препознати као значајни. На мостовима, попречни и подужни нагиби коловоза су задужени за одвођење воде са коловоза. Уколико вредности попречних нагиба нису на задовољавајућем нивоу, може доћи до споријег отицања воде са коловоза и настанка ефекта аквапланинга.

Анализом саобраћајних незгода у зони моста уочен је доминантан тип незгоде који се догађао, а то су судари у сустизању. Разлог настанка овог типа саобраћајних незгода на мосту се не може утврдити без спровођења засебних анализа (дубинске анализе, независне оцене и сл.), али би могао бити везан за лоше стање коловоза или за лоше стање спојница моста, где би возачи успоравали возило како би прошли "препреке" безбедно, док други не би сагледали благовремено саобраћајну ситуацију испред.

Такође, уочено је тип незгода "чеони судар" други по заступљености незгода у зони моста. Разлог тога, може бити управо претходно поменута ширина коловоза. Како наводи Елвик, да су мостови локације са ограниченим простором за маневрисање, нарочито уколико је ширина коловоза мања од ширине коловоза на путу, тада постоји велика вероватноћа од настанак чеоних судара. Поред тога, неадекватно одређена прегледност за претицање, би могла бити узрочник настанка незгода типа "чеони судари". Како разделна линија спада у хоризонталну сигнализацију, она је у овом истраживању садржана у оквиру података о саобраћајној сигнализацији. Овако садржани подаци, у комбинацији са карактеристичним фотографијама би омогућавали детаљне анализе у зони мостова са аспекта безбедности одвијања саобраћаја.

Заштитна ограда је према страним истраживањима, један од елемената пута који је значајан у анализи моста са аспекта безбедности саобраћаја. У овом истраживању су прикупљани подаци о заштитној огради, али они су се сводили искључиво на елементе попут размака стубића ограде, да ли је са дистанцијалом или не, да ли се ради о "super rail" огради и на експертско искуство истраживача у препознавању степена задржавања ограде. Имајући у виду да се одређен број незгода догодио са "слетањем возила са пута", овај елемент пасивне безбедности саобраћаја је изузетно значајан. Заштитна ограда са адекватним степеном задржавања и радном ширином, може ублажити последице саобраћајних незгода, нарочито незгода са слетањем возила. Такође, анализом незгода је уочен тип саобраћајне незгоде, "слетање са коловоза у кривини" који може указивати на проблем у зони моста са аспекта геометрије моста, али и геометрије пута. Подаци о геометрији моста и геометрији пута су садржани у основној бази података о мостовима, тако да се на основу њих могу вршити детаљније анализе саобраћајних незгода.

6. Закључак

На основу истраживања које су спроводили аутори у истраживањима, може се закључити да се ниједно истраживање не може реализовати без поседовања података и квалитетно формиране базе података. Циљ овог рада био је да прикаже податке о мостовима које би требало прикупљати на терену, како би се пре свега могло управљати стањем мостова на мрежи путева, али и спровођењем детаљнијих анализа, попут анализа безбедности саобраћаја.

На основу резултата који су добили страни аутори, у погледу података које је потребно прикупити у зони моста ради спровођења даљих анализа и предложених података који су прикупљани у овом истраживању, може се уочити сличност у погледу опредељених елемената моста, односно података за формирање базе података о мостовима. Поред тога, на основу анализа саобраћајних незгода које су се догодиле у зони моста, могу се уочити карактеристични типови незгода који се могу повезати са елементима пута и моста, а који су били прикупљани приликом овог истраживања, може се указати на оправданост избора података који ће се прикупљати за формирање базе података о мостовима.

Неопходно је напоменути да би требало вршити редовна ажурирања ових база података, нарочито због могуће промене стања појединих елемената мостова, који могу утицати на стварање ризика за све учеснике у саобраћају.

Ограничења у истраживању би се огледала у процени степена задржавања заштитне ограде, с обзиром да се на заштитном уређају не може уочити ознака или тип ограде од стране произвођача, те је процена вршена на основу експертског искустава истраживача.

Поред тога, у раду је приказана анализа саобраћајних незгода које су се догодиле у зони моста на државним путевима IB реда, док податак на ком мосту су се догодиле незгоде није био доступан ауторима. У наредним истраживањима би требало спровести детаљнију анализу незгода и увезати је са елементима моста и пута у чијој зони су се незгоде догодиле, у циљу откривања недостатака моста који могу утицати на настанак и последице незгода.

Правце даљих истраживања потребно је усмерити ка детаљним анализама података елемената мостова, у циљу откривања недостатака који могу утицати на одвијање саобраћаја на мосту. Затим, потребно је спровести анализе безбедности саобраћаја на мостовима засноване на детаљним подацима о саобраћајним незгодама које су се догодиле на мостовима и у зони мостова. У наредним истраживањима потребно је укључити и податке о саобраћајном оптерећењу, као и структури саобраћајног тока, у циљу спознавања услова одвијања саобраћаја који се креће по мосту.

Поред тога, потребно је истражити и дефинисати елементе који имају значајност, са аспекта безбедности пута (моста), као и спроводити провере безбедности саобраћаја мостова, независно од путних деоница.

Bridges on the road network of state roads of the IB class and data required for the analysis of road safety on the bridge

Lazar Savković, M.Sc.TE

S Pojekt Ltd, Belgrade

Borivoje Aleksić, M.Sc.TE

S Pojekt Ltd, Belgrade

Associate professor Dalibor Pešić, Ph.D.TE

University of Belgrade -The Faculty of Transport and Traffic Engineering

Abstract: Bridges are structures designed to bridge natural or artificial obstacles, such as watercourses, valleys, railways, or roads. The purpose of the bridge is to allow people and vehicles to cross a certain obstacle. This paper presents the results of research conducted in the period from 2019 to 2020 on bridges on state roads of the IB class in the Republic of Serbia. The applied methodology in collecting inventory data on bridges in order to form a basic database on bridges is presented. Also, the connection of certain data in order to conduct analyzes of bridge road safety is presented. A total of 974 bridges were identified. The paper also presents the analysis of road crashes that occurred on state roads of the IB class with a specific place "bridge", where the most common types of road crashes in the bridge zone were discovered. At the end of the paper, a critical review is given of certain elements of the bridge that may have an impact on road safety.

Key words: Data Base, Bridge Road IB Class, Road Safety, Road Crashes in Bridge Zone

Литература

- [1] Агенција за безбедност саобраћаја Републике Србије, Интегрисана база података о обележјима безбедности саобраћаја, посећена јануар 2022. године
- [2] Elvik, R., Sagberg, F., & Langeland, P. A. (2019). An analysis of factors influencing accidents on road bridges in Norway. *Accident Analysis & Prevention*, 129, 1-6.
- [3] Ivey, D. L., Olson, R. M., Walton, N. E., Weaver, G. D., & Furr, L. W. (1979). Safety at narrow bridge sites (No. Final Rpt.).
- [4] 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.
- [5] Hurt, M., Schrock, S. D., & Rescot, R. (2009, August). Review of crashes at bridges in Kansas. In *Proceedings of the 2009 Mid-Continent Transportation Research Symposium*, Iowa.
- [6] Mašović, S., Borislav, L., Rade, H., & Nikola, T. (2020). Ново техничко решење базе података о мостовима у Републици Србији. *Пут и саобраћај/ournal of Road and Traffic Engineering*, 66(4), 19-34.
- [7] Milenković, M., & Glavić, D. (2017, May). 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.
- [8] Ogden, K. W. (1989). Crashes at bridges and culverts (No. Report 5).
- [9] World Health Organization, (2021). Road Traffic Mortality Report.
- [10] Wardhana, K., & Hadipriono, F. C. (2003). Analysis of recent bridge failures in the United States. *Journal of performance of constructed facilities*, 17(3), 144-150.