



Утицај трепћућег зеленог сигналног појма на понашање возача

Аница Коцић^а, Стаменка Станковић^а, Светлана Чичевић^а, Никола Челар^а, Јелена Кајалић^а, Александар Трифуновић^а

^а Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет, Војводе Степе 305, Београд, Србија

ПОДАЦИ О РАДУ

DOI: 10.31075/PIS.67.01.04
Стручни рад
Примљен: 20/12/2020
Прихваћен: 12/03/2021
Аутор за кореспонденцију:
a.kocic@sf.bg.ac.rs

Кључне речи:

Трепћуће зелено
Сигналисана раскрсница
Понашање возача
Ефикасност саобраћаја
Безбедност саобраћаја

РЕЗИМЕ

Трепћући зелени сигнални појам представља опциону пројектантску меру која се уводи са циљем да упозори возаче да се ускоро завршава зелени сигнални појам. У овом раду су представљени резултати анкете спроведене међу београдским возачима. На основу резултата су анализирани перцепције, знања и ставови о примени и утицају трепћућег зеленог, као и самопријављено понашање возача током промене сигналних појмова када је трепћуће зелено примењено и када није. Резултати су показали да возачи углавном подржавају примену трепћућег зеленог и сматрају да оно доприноси бољој ефикасности и безбедности саобраћаја. Утврђено је и да трећина испитаника успорава при појави трепћућег зеленог, док половина испитаника тада убрзава. Такође, 13% возача је навело да ће покушати да промени траку и прође раскрсницу уколико возило испред њих кочи, што указује на проблем конфликтности одлука возача који се следе. Резултати су показали и да половина испитаника подцењује, а трећина прецењује дужину трајања трепћућег зеленог сигналног појма.

1. Увод

Управљање саобраћајем на сигналисаној раскрсници се спроводи применом светлосних сигнала, којима се врши временска прерасподела права проласка раскрсницом, по прилазима раскрсници. Светлосни сигнали се учесницима у саобраћају приказују посебним уређајима - лантернама (семафорима). Лантерне могу бити намењене возачима, када приказују зелени, жути и црвени сигнални појам, пешацима, када приказују зелени и црвени сигнални појам, бициклистима и возилима јавног превоза. Редослед сигналних појмова намењених возачима може бити зелено - жуто - црвено - црвено/жуто или зелено - трепћуће зелено - жуто - црвено - црвено/жуто. Сигнал трепћуће зелено означава дозвољен пролаз и наговештај скорог престанка дозвољеног пролаза. Дакле, трепћуће зелено је део зеленог сигналног појма. Правилником о саобраћајној сигнализацији је прописано да трепћуће зелено траје 4 s, тако да најзменични интервали укључено-искључено трају по 0,5 s [1]. Међутим, неретко је на раскрсницама у Београду примењен овај сигнални појам, а да траје краће од Правилником прописане дужине трајања.

Примена трепћућег зеленог сигналног појма је према Правилнику о саобраћајној сигнализацији опциона. Међутим, поставља се питање како одлучити да ли применити или не применити трепћуће зелено. Саобраћајни инжењери немају препоруке на основу којих би требало да донесу одлуку приликом пројектовања система управљања саобраћајем светлосним сигналимa на раскрсници. Сигнални појам трепћуће зелено се уводи са циљем да упозори возаче да ускоро долази до промене сигналног појма, тј. да се ускоро завршава зелени сигнални појам.

Поред примене трепћућег зеленог, на раскрсницама се примењују и друга решења којима се учесници обавештавају о скорој промени сигналних појмова. Наиме, примена уређаја за одбројавање трајања светлосних сигнала – каунтера, омогућава да учесници у саобраћају имају увид у то колико још траје тренутни сигнални појам и када ће доћи до промене истог. Каунтери могу служити за одбројавање трајања зеленог или црвеног сигналног појма.

Чињеница је да промена сигналног појма из зеленог у црвено утиче на понашање возача, тако да доносе одлуку да успоре и зауставе се, да наставе да се крећу истом брзином или да убрзају и прођу раскрсницу. Промена зеленог сигналног појма у трепћуће зелено или одбројавање трајања зеленог сигналног појма, доводи до тога да возачи имају увид у то да ће се сигнал ускоро променити. У случају када не постоји трепћуће зелено или каунтер, возачи сазнају да долази до промене сигналног појма тек када се већ појави жути сигнални појам.

Поставља се питање како утицај трепћућег зеленог сигналног појма на понашање возача даље утиче на ефикасност и безбедност саобраћаја на сигнализаним раскрсницама. Наиме, поставља се питање да ли због информације о скорој промени сигналног појма возачи одлучују да се зауставе раније него што би то учинили у случају да немају ту информацију? Уколико се возачи раније заустављају у случају примене трепћућег зеленог, последично долази до смањења ефективног зеленог времена као једног од кључних утицајних параметара на капацитет раскрснице, а самим тим и на ефикасност исте [2]. С друге стране, заустављање возача услед појаве трепћућег зеленог, може бити у супротности са одлуком возача који га следи, због чега може настати саобраћајна незгода [3, 4, 5, 6, 7, 8].

У циљу одговора на питање како примена трепћућег зеленог сигналног појма утиче на понашање возача, спроведена је анкета међу 136 београдских возача. Наиме, у оквиру рада је извршена анализа перцепција (трепћућег зеленог), знања (шта тај појам значи) и ставова (о примени и утицају на ефикасност и безбедност саобраћаја) возача различитих социодемографских карактеристика, као и њихово самопријављено понашање током промене сигналних појмова када је трепћуће зелено примењено.

2. Преглед литературе

Досадашња истраживања ефеката примене трепћућег зеленог сигналног појма или каунтера су углавном спроведена са аспекта безбедности саобраћаја. Кратак преглед тих истраживања је дат у овом поглављу.

Вескер у Израелу и Knoflachер у Бечу су утврдили да је применом трепћућег зеленог смањен број пролазака на црвено и број саобраћајних незгода типа бочни судар [3, 4]. С друге стране, аутори су закључили да је повећан број саобраћајних незгода налетања возила од позади.

Следећим истраживањем у Израелу је утврђено да примена трепћућег зеленог доприноси повећању укупног броја незгода, при чему је забележено значајно повећање незгода типа налетање возила од позади и мало смањење у броју незгода типа бочни судар [5].

Mahalel, и ост. су утврдили да примена трепћућег зеленог код возача изазива раније доношење одлуке и већи број нелогичних одлука о заустављању [6]. Овакве одлуке о заустављању доприносе већој вероватноћи настанка незгоде услед налетања возила од позади. Утврђено је да је већи проценат заустављања у случају примене трепћућег зеленог него без њега, без обзира на време потребно да се стигне до зауставне линије, тј. без обзира на удаљеност и брзину кретања, при чему је разлика значајнија за мање вредности (до 3 s) времена путовања до зауставне линије.

Резултати истраживања у Швајцарској, Аустрији и Немачкој, су показали да примена трепћућег зеленог доприноси већем броју ранијих заустављања, обзиром да возачи подцењују преостало време до краја жутог сигналног појма [9]. Аутори су истакли да је примена трепћућег зеленог сигналног појма допринела смањењу дилема зоне, као зоне у којој се возачи не могу ни безбедно зауставити кочећи пријатним успорењем, нити безбедно проћи раскрсницу брзином испод ограничене брзине. С друге стране, повећана је опциона зона, у којој се возачи могу безбедно и зауставити и проћи, чиме се повећава период неизвесности у коме возачи који се крећу иза неког возила не могу лако предвидети да ли ће се возило испред зауставити или проћи.

Резултати анкете међу израелским возачима су показали да примена трепћућег зеленог не побољшава стање безбедности на раскрсницама, чак и погоршава [7]. Возачи, упркос томе, подржавају примену трепћућег зеленог сигналног појма. Поред тога, возачи не разумеју значење трепћућег зеленог у потпуности и не знају како да се понашају приликом појаве овог сигналног појма. Као резултат његова примена смањује број незгода типа бочни судар, али повећава број незгода типа налетања возила од позади.

Shen и Wang су истраживањем у Кини утврдили да 60% возача одлучује да прође раскрсницу приликом промене сигналног појма и почетка трепћућег зеленог [10].

Tang, и ост. су истраживали утицај примене трепћућег зеленог сигналног појма на понашање у дилема зони и резултати су показали да су параметри којима се одређује дилема зона мањи у случају примене трепћућег зеленог. Већи проценат возача је започео кочење у тренутку појаве трепћућег зеленог (35% возача камиона и 25% возача путничких аутомобила), него у тренутку појаве жутог сигналног појма (25% возача камиона и 20% возача путничких аутомобила), те је утврђено да возачи одлуку доносе у тренутку појаве трепћућег зеленог, уместо у тренутку појаве жутог сигналног појма [8]. Аутори су закључили да примена трепћућег зеленог сигналног појма може утицати на превенцију незгода типа бочни судар, међутим, његова примена може допринети повећању броја незгода типа налетање возила од позади.

Tang, и ост. су на основу резултата истраживања закључили да примена трепћућег зеленог доприноси промени теоријске зоне одлуке. Такође, утврђено је да се применом трепћућег зеленог сигналног појма повећава број заустављања за 14,2% и број агресивних пролазака за 2,3% [11].

Истраживањем спроведеним у Кини је утврђено да већи проценат возача пролази зауставну линију током жутог сигналног појма на градским раскрсницама него на ванградским. Време проласка зауставне линије, које се утврђује у односу на почетак трепћућег зеленог сигналног појма, 0,7 s дуже на ванградским раскрсницама [12].

Истраживање утицаја трепћућег зеленог сигналног појма на ефикасност саобраћаја на раскрсницама регулисаним светлосним сигналимa је спроведено у Београду. Резултати истраживања су показали да је, у просеку, искоришћење жутог сигналног појма (последично и ефективно зелено) краће за 1,70 s уколико је трепћуће зелено примењено [2]. Такође, чак 12% возача се зауставља током трајања трепћућег зеленог сигналног појма, тј. пре краја зеленог. Ови резултати указују на то да примена трепћућег зеленог утиче на смањење капацитета и ефикасности саобраћаја на раскрсницама.

Wanty и Wilkie, су истраживањем ефеката каунтера на Новом Зеланду показали да се смањује безбедност саобраћаја како се повећава проценат возача који касније крећу (имају веће губитке на старту) и возача који пролазе након краја зеленог (користе жути сигнални појам). Утврђено је да се са инсталацијом каунтера повећава безбедност пешака [13].

Резултати анкете спроведене у Љубљани су показали да 84% возача има позитивно мишљење о примени каунтера, док су резултати истраживања на терену показали да су чешћи проласци на црвено и/или жуто уколико је каунтер искључен [14]. Такође, резултати су показали да каунтери имају веома мали ефекат на капацитет градске сигнализационе раскрснице.

Ефекте примене каунтера који одбројавају трајање зеленог су истраживани и у градовима Индије. Резултати су показали да се са применом тих каунтера смањује број пролазака на почетку црвеног, али је утврђено да се возачи у присуству каунтера крећу већим брзинама, које могу водити до настанка незгоде [15].

У Белгији је спроведено истраживање ефеката примене каунтера на сигнализаним раскрсницама са аспекта ефикасности и безбедности саобраћаја помоћу симулатора вожње. Резултати су показали да се повећава број возила који се зауставља, уколико су се током промене сигнала налазили у дилема зони, када је каунтер примењен, што указује на негативне ефекте по ефикасност саобраћаја. Са друге стране, утврђено је да се повећава безбедност

саобраћаја. За возаче који су наишли током црвеног, утврђено је да се применом каунтера повећава ефикасност, јер се време реакције и губици на старту смањују за 1,1 s [16]. Спроведена је и анкета међу учесницима, а резултати су показали да већина возача сматра да каунтер који одбројава трајање зеленог повећава ефикасност и безбедност, док 93% испитаника подржава примену истог обзиром да им помаже при одлуци да ли да се зауставе или прођу. Што се каунтера за одбројавање трајања црвеног тиче, половина испитаника не сматра да доприносе побољшању безбедности, док се сматра да ће ефикасност бити повећана.

Wisetjindawat, и ост. су истраживањем показали да возачи чија возила имају аутоматско гашење у празном ходу, 65% брже реагују када је примењен каунтер [17]. Најбоље резултате у смањењу губитака на старту, али и у спречавању пролазака на црвено пре почетка зеленог, показала је примена одбројавања по секундама када се одбројавање прекида неколико секунди пре краја црвеног (око 3 s пре почетка зеленог).

3. Методологија

За потребе истраживања ставова испитаника, њиховог знања и самопријављеног понашања када је трепћуће зелено примењено и када није, дефинисан је упитник који је примењен приликом спровођења анкете. Упитник је формиран помоћу Google Forms апликације, те је анкета спроведена онлине путем, анонимно. Анкетирање је спроведено међу возачима из Београда.

Првих 6 питања анкете су се односила на социодемографске карактеристике испитаника, као што су пол, старост, образовање, искуство, учесталост вожње и стил вожње. Наредна 4 питања су била у вези ставова и мишљења испитаника о ситуацијама када је примењено трепћуће зелено и када то није случај. Међу овим питањима, испитаницима је постављено и питање да процене вредност трајања трепћућег зеленог сигналног појма. Последња 3 питања упитника су се односила на самопријављено понашање испитаника и ставове о понашању других возача. Укупан број питања је 13.

4. Резултати

Као што је у претходно наведено, анкетом су обухваћени возачи са подручја Београда. У анкети је учествовало 136 испитаника. Најзначајнији резултати анкете приказани су у овом поглављу. У укупном узорку је више мушких испитаника, тачније 70%, у односу на 30% женских испитаника.

Што се старосне структуре испитаника тиче, највише испитаника је старости од 25 до 30 (35%) и од 31 до 40 година (32%). Испитаника млађих од 25 година је 8%, од 51 до 60 година 6% у укупном узорку, док је најмање испитаника старости преко 60 година (4%).

Највећи проценат испитаних возача је са завршеном високом школом или факултетом (56%), док је најмањи проценат испитаника са завршеном само основном школом (<1%). Магистара или доктора наука је 14% у укупном узорку, а испитаника са завршеном средњом школом је 29%.

Карактеристике испитаника су приказане у табелама 1 – 3. Табела 1 показује да испитаника са возачким искуством дужином од 10 година има највише у укупном броју испитаника, тачније 61%, док је најмање испитаника са искуством 4 - 5 година (4%).

Табела 1. Структура испитаника према возачком искуству

Возачко искуство	N	%
од 0 до 3 године	20	15%
од 4 до 5 година	6	4%
од 6 до 10 година	27	20%
више од 10 година	83	61%
укупно	136	

Резултати у табели 2 показују да је, у укупном броју испитаника, највише оних који возе свакодневно (69%), док је најмањи број оних који возе ретко, тачније пар пута месечно (7%).

Табела 2. Структура испитаника према учесталости вожње

Учесталост вожње	N	%
свакодневно	93	69%
понекад (пар пута недељно)	33	24%
ретко (пар пута месечно)	10	7%
укупно	136	

У највећем броју (46%) су испитаници оценили свој стил вожње као опрезан, а у сличном броју су оценили свој стил вожње као неутралан (41%). Најмањи број возача (13%), је свој стил вожње оценио као агресиван (табела 3).

Табела 3. Структура испитаника према стилу вожње

Стил вожње	N	%
агресиван	18	13%
опрезан	62	46%
неутралан	56	41%
укупно	136	

На графику 1 приказани су ставови испитаника по питању примене и утицаја трепћућег зеленог на безбедност и ефикасност саобраћаја. Испитаници у највећем броју подржавају примену трепћућег зеленог сигналног појма (82%), док 7% њих не подржава примену истог. У складу са тим је и већина испитаника оценила да трепћуће зелено позитивно утиче на безбедност и ефикасност саобраћаја на раскрсницама регулисаним семафорима. Важно је истаћи да испитаници у већем проценту мисле да трепћуће зелено доприноси бољој безбедности (85%), него ефикасности (79%) на раскрсницама.

Ставови испитаника

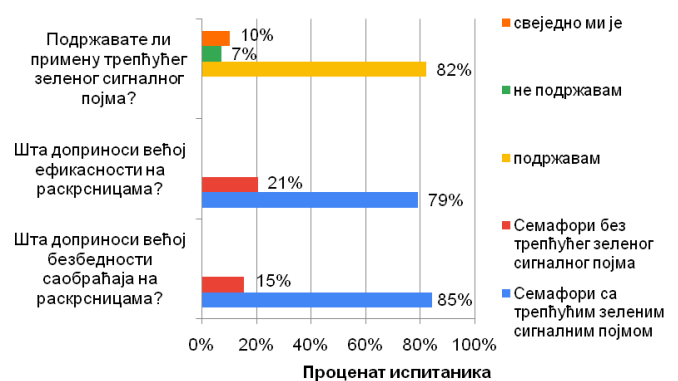


График 1. Ставови испитаника о примени и утицају трепћућег зеленог на безбедност и ефикасност саобраћаја

Трајање трепћућег зеленог сигналног појма

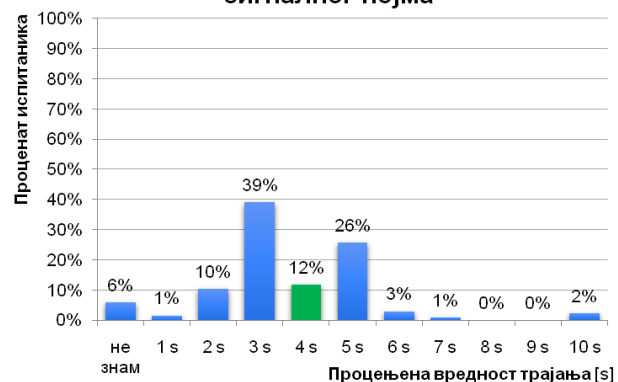


График 2. Процењена вредност трајања трепћућег зеленог сигналног појма

На графику 2 су приказани резултати о процењеној дужини трајања зеленог сигналног појма. Наиме, 6% испитаника се изјаснило да не зна колико траје трепћуће зелено, док се за прописану дужину од 4 s, определило 12% њих. Највећи број испитаника (39%) је проценио да трепћуће зелено траје 3 s, а 10% њих је одговорило да траје 2 s. Овај резултат је очекиван, обзиром да се на раскрсницама може видети дужина трајања 2,5 или 3 s, што је мање од Правилником прописане дужине. Нешто мање од трећине испитаника, тачније 26%, је одговорило да трепћуће зелено траје 5 s, што је такође блиско тачној вредности трајања. С друге стране, занемарив број испитаника се определио за остале вредности трајања трепћућег зеленог.

На основу резултата приказаних на графику 3, може се уочити да највећи проценат испитаника (82%) процењује да остали возачи убрзавају при појави трепћућег зеленог. Ипак, када се ради о самопријављеном понашању, 49% испитаника је одговорило да убрзава при појави трепћућег зеленог, док чак 35% њих успорава. У случају да при појави трепћућег зеленог, возило испред почиње да кочи, већина испитаника (87%) је одговорила да ће и они успоравати.

Ипак, 13% испитаника је одговорило да ће успорити само ако не постоји могућност да промене траку и прођу раскрсницу. У складу са овим резултатом, закључује се да одлуке возача који се следе могу бити неусклађене, што даље може довести до настанка незгоде типа налетање возила од позади.

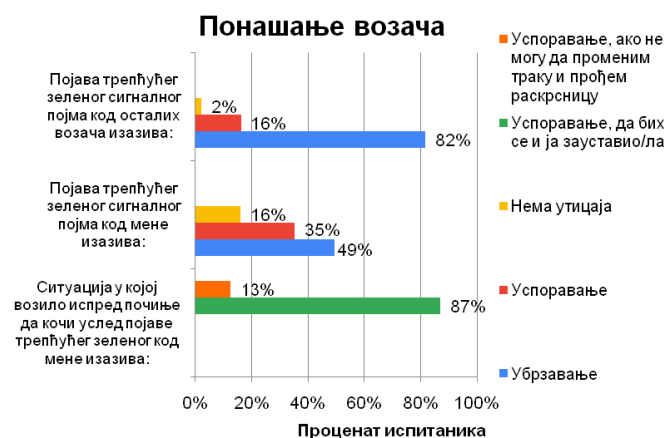


График 3. Ставови испитаника о понашању других возача, самопријављено понашање испитаника у тренутку појаве трепћућег зеленог, и самопријављено понашање у случају да возило испред њих кочи

5. Закључци и препоруке

Примена трепћућег зеленог сигналног појма представља опциону пројектантску меру, и као таква, примена истог би требало да буде заснована на релевантним приручницима и прецизним критеријумима и препорукама. Међутим, примена трепћућег зеленог је постала тренд, те се примењује на свим раскрсницама на којима су у скорије време замењени уређаји и опрема светлосне сигнализације. Узимајући у обзир резултате релевантне литературе доказано је да трепћуће зелено има негативних ефеката, који се пре свега односе на повећање броја незгода услед конфликтности одлука возача који се следе. У овом раду је истраживање утицаја трепћућег зеленог сигналног појма на понашање возача спроведено путем анонимне анкете међу 136 београдских возача. На овај начин анализирани су перцепције (трепћућег зеленог), знања (шта тај појам значи) и ставови (о примени и утицају на ефикасност и безбедност саобраћаја) возача различитих социодемографских карактеристика, као и њихово самопријављено понашање током промене сигналних појмова када је трепћуће зелено примењено.

На основу резултата анкете може се извести генерални закључак да возачи углавном подржавају примену трепћућег зеленог. Такође, возачи углавном сматрају да трепћуће зелено доприноси бољој ефикасности и безбедности саобраћаја. Међутим, у нешто већој мери испитаници сматрају да трепћуће зелено доприноси већој безбедности него ефикасности.

Испитаници у највећој мери процењују да остали возачи убрзавају при појави трепћућег зеленог сигналног појма како би што пре прошли раскрсницу. Међутим, испитаници у знатно мањем броју наводе да и сами убрзавају при појави трепћућег зеленог, већ ипак одлучују да се зауставе. Овај резултат указује на већи број ранијих заустављања у случају примене трепћућег зеленог сигналног појма, што је у складу са литературом [6, 9, 8, 11, 2]. Иако је трепћуће зелено и само део зеленог, те возачи и током његовог трајања имају право проласка, више од трећине испитаника успорава при његовој појави. Узрок ранијих заустављања може бити то да возачи нису у потпуности упознати са значењем трепћућег зеленог сигналног појма.

Даље су резултати указали на проблем конфликтности одлука возача који се следе. Наиме, већина испитаника је одговорила да ће и они успоравати уколико при појави трепћућег зеленог возило испред њих почиње да кочи. Међутим, чак 13% возача је навело да ће покушати да промени траку и прође раскрсницу у тој ситуацији. Овакве ситуације могу допринети настанку саобраћајне незгоде типа налетање возила од позади.

Резултати су показали и да возачи у највећој мери (половина испитаника) подцењују дужину трајања трепћућег зеленог сигналног појма. То је очекивано, обзиром на уочен проблем примене мањих од прописане вредности приликом пројектовања плана рада светлосних сигнала, те возачи могу бити збуњени. Само 12% возача је навело тачну дужину трајања, а чак трећина испитаника је навела вредност већу од стварне.

Овим истраживањем су утврђени углавном позитивни ставови испитаника по питању примене трепћућег зеленог сигналног појма. Међутим, издвојиле су се и недоследности по питању знања и понашања испитаника, које могу имати негативан утицај на ефикасност и безбедност саобраћаја. У складу са овим резултатима, једна од препорука овог рада је да се спроведе едукација саобраћајних инжењера у вези са ставовима и понашањем возача приликом примене трепћућег зеленог сигналног појма. Друга препорука је едукација и самих возача о значењу трепћућег зеленог сигналног појма, те самим тим и правима возача током његовог трајања.

У даљим истраживањима утицаја трепћућег зеленог сигналног појма требало би понашање возача анализирати на основу теренских истраживања на раскрсницама са и без примењеног трепћућег зеленог. Такође, требало би размотрити могућност анкетирања истих возача који су обухваћени теренским истраживањем, обзиром да би се на тај начин јасно утврдили разлози за анализирана понашања.

Flashing green signal effects on drivers' behavior

Anica Kocić, M.Sc.

Faculty of Transport and Traffic Engineering, University of Belgrade, a.kocic@sf.bg.ac.rs

Stamenka Stanković, M.Sc.

Faculty of Transport and Traffic Engineering, University of Belgrade, s.stankovic@sf.bg.ac.rs

Svetlana Čičević, Ph.D.

Faculty of Transport and Traffic Engineering, University of Belgrade, s.cicevic@sf.bg.ac.rs

Nikola Čelar, Ph.D.

Faculty of Transport and Traffic Engineering, University of Belgrade, n.celar@sf.bg.ac.rs

Jelena Kajalić, Ph.D.

Faculty of Transport and Traffic Engineering, University of Belgrade, j.kajalic@sf.bg.ac.rs

Aleksandar Trifunović, Ph.D.

Faculty of Transport and Traffic Engineering, University of Belgrade, a.trifunovic@sf.bg.ac.rs

Abstract: The flashing green signal indicates that the green signal will end, and its application at signalized intersections is optional. This paper presents the results of the survey conducted among Belgrade drivers. The survey was conducted in order to analyze behavior, perceptions, knowledge, and attitudes towards the flashing green signal. Results showed that drivers mostly support the flashing green implementation. Also, respondents expressed an opinion that the flashing green improves traffic efficiency and safety. A third of drivers decelerate and stop when flashing green starts. In a situation where the vehicle in front of them decelerate when flashing green starts, 13% of drivers will try to change lane and pass an intersection. This result indicates that drivers of following cars can have conflicting decisions. Results showed that half of the respondents underestimate the flashing green duration while a third of them overestimate it.

Keywords: flashing green, signalized intersection, drivers' behavior, traffic efficiency, traffic safety

Литература

- [1] Правилник о саобраћајној сигнализацији. Службени гласник Републике Србије, број 85/17
- [2] Kocić, A., Čelar, N., Kajalić, J., & Stanković, S. (2020). Flashing green effects on traffic efficiency. *Journal of Road and Traffic Engineering*, 66(2), 27-31.
- [3] Becker, M. 1971. A study of the effect of a "flashing green" phase in traffic signals at urban intersections. Publication No.71/7, Road Safety Centre, Technion Research & Development Foundation Ltd. Haifa, Israel.
- [4] Knoflacher, H. 1973. Der Einfluss des Grünblinkens auf die Leistungs- fähigkeit und Sicherheit lichtsignalgeregelter Strassenkreuzungen. Schriftenreihe Strassenforschung, 8, Bundesministerium für Öffentliche Bauten, Wien
- [5] Hakkert, A. S. and Mahalel, D. 1978. The effect of traffic signals on road accidents-with special reference to the introduction of a blinking green phase. *Traffic Engineering and Control* 19, 212 - 215.
- [6] Mahalel, D., Zaidel, D. M., Klein, T. 1985. Driver's decision process on termination of the green light. *Accident Analysis & Prevention* 17 (5), 373 - 380.
- [7] Factor, R., Prashker, J. N., Mahalel, D. 2012. The flashing green light paradox. *Transportation Research Part F* 15, 279 - 288.
- [8] Tang, K., Xu, Y., Wang, P., Wang, F. 2015. Impacts of flashing green on dilemma zone behavior at high-speed intersections: Empirical study in China. *Journal of Transportation Engineering* 141 (7).
- [9] Köll, H., Bader, M., Axhausen, K. W., 2004. Driver behaviour during flashing green before amber: a comparative study. *Accident Analysis & Prevention* 36 (2), 273 - 280.
- [10] Shen, J., Wang, W. 2015. Effects of flashing green on driver's stop/go decision at signalized intersection. *Journal of Central South University* 22 (2), 771-778.
- [11] Tang, K., Xu, Y., Wang, F., Oguchi, T. 2016. Exploring stop-go decision zones at rural high-speed intersections with flashing green signal and insufficient yellow time in China. *Accident Analysis & Prevention* 95, 470 - 478
- [12] Tang, K., Wang, F., Yao, J., Sun J. 2017. Empirical Analysis and Modeling of Stop-Line Crossing Time and Speed at Signalized Intersections. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 14, 1 - 13.
- [13] Wanty, D. K., Wilkie, S. M. 2010. Trialling pedestrian countdown timers at traffic signals. Research report 428, NZ Transport Agency
- [14] Rijavec, R., Zakovšek, J., Maher, T. 2013. Acceptability of countdown signals at an urban signalized intersection and their influence on drivers behaviour, *Promet – Traffic&Transportation* 25 (1), 63-71
- [15] Devalla, J., Biswas, S., Ghosh, I. 2015. The effect of countdown timer on the approach speed at signalised intersections. *Procedia Computer Science* 52 ,920 – 925
- [16] van Haperen, W. 2015. The effect of countdown timers on traffic flow and safety: Master thesis, Hasselt University
- [17] Wisetjindawat, W., Fujita, M., Suzuki, K., Miyazaki, H. 2015. Countdown patterns and startup behavior at signalized intersections. *Journal od JSCE* 3, 282-294.