

УТИЦАЈ ВРЕМЕНСКИХ ПРИЛИКА НА НАСТАНАК САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА НА ТЕРИТОРИЈИ ГРАДА БЕОГРАДА У ДУЖЕМ ПЕРИОДУ

INFLUENCE OF WEATHER CONDITIONS ON OCCURRENCE OF TRAFFIC ACCIDENTS IN THE MUNICIPALITY OF BELGRADE IN A LONGER PERIOD OF TIME

Марко Маџовски¹, Немања Дивац² и Душан Милетић³

Резиме: Велики је број различитих фактора који утичу на настанак саобраћајних незгода и њихову тежину. У оквиру фактора окружење налазе се елементи који на различите начине утичу на безбедност саобраћаја. Међу овим елементима посебно се истичу временске прилике као елемент који није довољно истраживан. Како је за поуздано извођење анализа и законитости настанка саобраћајних незгода под утицајем неког фактора потребно анализирати дужи период, у овом раду су анализирани подаци о временским приликама и подаци о саобраћајним незгодама за дужи период. Конкретно је анализирано у којој мери временске прилике утичу на настанак броја и последица саобраћајних незгода, у ком делу дана, недеље, месеца, године, односно кад је доминантно изражена појава повећања саобраћајних незгода (да ли на почетку падавина или током одређеног времена трајања падавина), а кључни резултати приказани су у овом раду. Значај спроведених анализа и утицаја временских прилика огледа се у стварању могућности за планирање мера за унапређење безбедности саобраћаја.

Кључне речи: временске прилике, саобраћајне незгоде, утицај, унапређење безбедности саобраћаја.

1. УВОД

Велики је број различитих фактора који утичу на настанак саобраћајних незгода и њихову тежину (величину последица). Имајући ово у виду, бројни су покушаји научника да ове факторе и њихове утицаје некако систематизују. William Haddon је покушао да их систематизује у матрици, која је по њему и добила назив Хедонова матрица. Основна Хедонова матрица систематизује три фактора безбедности саобраћаја: човек, возило и окружење, и то пре, за време и после саобраћајних незгода. Убрзо се, због своје значајности, јавила потреба да се пут издвоји из окружења као посебан фактор. Тако да је у проширеној Хедоновој матрици систематизовано четири фактора безбедности саобраћаја: човек, возило, пут и окружење (Ч-В-П-О) и то пре, за време и после саобраћајних незгода (Haddon, 1980). Сходно успостављеним дефиницијама активне и пасивне безбедности саобраћаја, има смисла кориговати Хедонову матрицу. Тако кориговна Хедонова матрица посматра утицаје фактора човек, возило, пут и окружење са аспекта активне и пасивне безбедности саобраћаја. У оквиру фактора окружење налазе се елементи који на различите начине утичу на безбедност саобраћаја. Међу овим елементима посебно се истичу клима (посебно временске прилике), породица, прописи, заштитни систем, квалитет увиђаја, уређеност околине пута, здравствена заштита, и други.

Широм света је спроведено много студија које су испитивале утицај временских прилика на безбедност саобраћаја. Неке од њих су у Аустралији, (Keay and Simmonds, 2006), Канади (Andrey et al., 2005), Индији (Mondal et al., 2008), Ирану (Nokhandan et al., 2008), Израелу (Brodsky and Hakkert, 1988), Холандији (Brijs et al., 2008), Шведској (Norrman et al., 2000), Великој Британији (Edwards, 1999) и Сједињеним Државама (Eisenberg, 2004). Многе студије указују да се стопа незгода у условима

¹Студент Саобраћајног факултета, Војводе Степе 305, Београд, Србија, mmaarrkoo92@hotmail.com

²Студент Саобраћајног факултета, Војводе Степе 305, Београд, Србија, divce@yahoo.com

³Студент Саобраћајног факултета, Војводе Степе 305, Београд, Србија, dusanmiletic.sf@hotmail.com

падавина повећава за 50-100% (Andrey et al., 2003; Qiu and Nixon, 2008), са већим порастом током зимских падавина (84% у односу на 71%), већа количина падавина у вези са мањом акумулацијом, и веће тежине последица (Eisenberg, 2004; Andrey, 2010). Резултати ових студија су се преклапали у погледу утицаја падавина на ризик од незгоде. Наиме, у време падавина (град, киша или снег) расте ризик од незгоде.

Посебно значајан утицај на ризик од незгоде и последице незгоде имају неочекиване снежне падавине (први јесењи снег) и падавине после дужег периода без падавина. Са дужином времена појаве лоших временских услова учесници се привикавају на конкретне услове, па тако слаби негативан утицај лоших временских услова (више нису изненадна појава за учеснике). Сходно претходном, када је коловоз мокар, прљав или прекривен снегом јавља се проблем јер је отежано управљање и кочење возила. После дужег периода са лошом подлогом возачи прилагођавају своје понашање и ризик незгоде опада. С тим у вези, у зимским условима се догађа мањи број незгода. Са друге стране, возачи се крећу мањим брзинама, па су и брзине у тренутку судара мање, а самим тим мање и последице незгода. Ове ставове потврђују и домаћа истраживања (Липовац, К., 1993) и показују да појава града највише утиче на ризик од незгоде, а посебно на ризик незгода младих и неискусних возача.

Дејство метеоролошких фактора може се дефинисати као:

- механичко – које физички утиче на возила (ветар, киша, снег, поледица,...),
- визуелно – које смањује видљивост (магла, сумаглица, мрак,...),
- психо-физиолошко - које негативно утиче на психичке и физиолошке функције возача (атмосферски притисак, температура и влажност ваздуха), и
- комбиновано – комбинација претходно наведених

Узимајући у обзир претходне чињенице предмет овог рада је утицај временских прилика на настанак саобраћајних незгода које су се догодиле на територији града Београда за период 01.01.2009. до 31.12.2013. године. Коришћењем базе података о саобраћајним незгодама за период од 2009. до 2013. годину и базе података о метеоролошким приликама за 2009. до 2013. годину извршена је упоредна анализа утицаја временских прилика на настанак саобраћајних незгода.

Сходно претходном, циљ овог рада је да се упоредном анализом временских прилика и саобраћајних незгода покаже законитост настанка саобраћајних незгода под утицајем временских приликама.

2. МЕТОД

Узимајући у обзир утицај временских прилика на настанак саобраћајних незгода извршена је упоредна анализа базе података о саобраћајним незгодама за период од 2009. до 2013. године и базе података о метеоролошким приликама за период од 2009. до 2013. године на територији града Београда.

За потребе овог рада базу података о саобраћајним незгодама је омогућило Министарство унутрашњих послова, док је базу података о временским приликама омогућио Републички хидрометеоролошки завод Србије. База података о саобраћајним незгодама садржи податке за све незгоде, за сваки дан посебно, у периоду од 2009. до 2013. године које си се догодиле на територији града Београда, док база података о временским приликама садржи временске параметре за сваки дан у периоду од 2009. до 2013. години на територији града Београда.

Из базе података о саобраћајним незгодама коришћени су подаци о броју саобраћајних незгода по данима у години. Ови подаци су даље упоредно анализирани са базом података о временским приликама из које су коришћени подаци о температури, падавинама, облачности и осунчаности. Подаци су коришћени како би се утврдила законитост настанка саобраћајних незгода под утицајем временских прилика.

Током истраживања и спровођења анализа коришћене су статистичке методе, којима су улазни подаци из база података обрађивани и добијени резултати рада, од којих су најзначајнији приказани у раду. Подаци су обрађени у програму MS Excel.

3. КЉУЧНИ РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА РЕЗУЛТАТА

У овом делу рада биће представљени најзначајнији резултати истраживања утицаја временски прилика на настанак саобраћајних незгода за период од 2009. до 2013. године на територији града Београда. Приказани резултати показују оне анализе где је утицај временских прилика највећи, односно како и колико временске прилике утичу на настанак саобраћајних незгода.

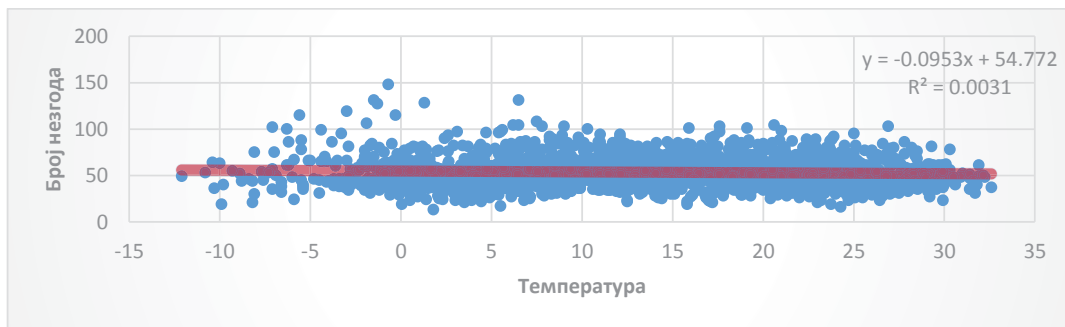
Табела 1. Коефицијенти корелације и детерминације између броја саобраћајних незгода, просечне температуре, просечне количине падавина, просечне облачности и просечне осунчаности.

Корелација са СН				Детерминација са СН			
Темп.	Облачност	Осунч.	Падавине	Темп.	Облачност	Осунч.	Падавине
-0,0556	0,0674	-0,0680	0,0989	0,0031	0,0045	0,0046	0,0098

Табела 2. Дескриптивна статистика

	Средња вредност	Стандардно одступање	N
Број незгода	53.48	16.20	1826
Температура	13.57	9.45	1826
Падавине	1.83	4.69	1826
Облачност	5.34	3.41	1826
Осунчаност	6.18	4.62	1826

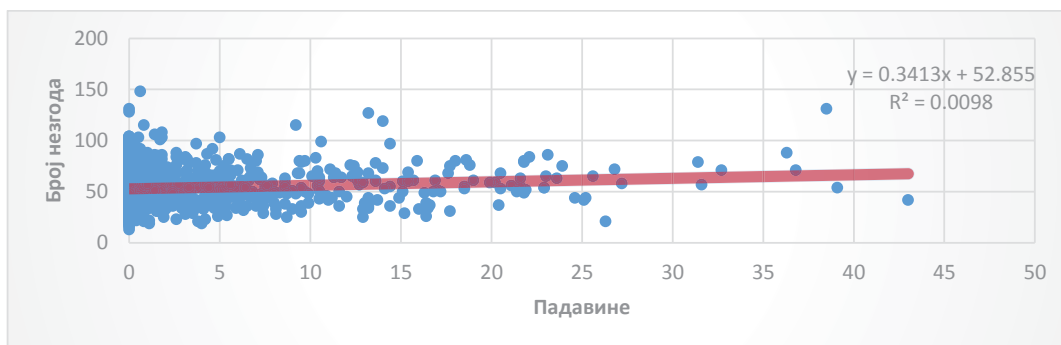
У Табели 1 дат је приказ израчунатих коефицијената корелације и детерминације између саобраћајних незгода и временских варијабли (температура, падавине, облачност и осунчаност), које су коришћене у анализи, док је у Табели 2 дата дескриптивна статистика броја незгода и временских варијабли.



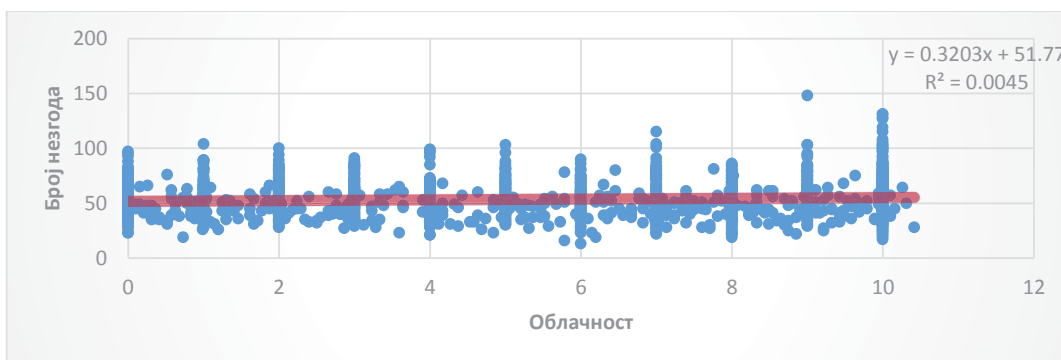
Слика 1. Корелација између броја саобраћајних незгода и просечне температуре

Коефицијент корелације између броја саобраћајних незгода и температуре износи -0,0556 што значи да постоји незнатна негативна веза између ове две варијабле, што се види на Слици 1. Негативан знак коефицијента корелације нам указује на то да се, на пример, са смањењем температуре повећава број саобраћајних незгода, и у овом случају то би се односило на мало повећање броја саобраћајних незгода. Коефицијент детерминације износи 0,0031 чиме се долази до закључка да промена температуре не условљава велику промену у броју саобраћајних незгода.

На Слици 2 приказана је корелација између броја саобраћајних незгода и просечне количине падавина. Видимо да је коефицијент корелације позитивног знака и износи 0,0989 што значи да су падавине незнатно повезане са бројем саобраћајних незгода и да се број саобраћајних незгода креће у истом смеру као и количина падавина, односно са повећањем падавина повећава се и број саобраћајних незгода. Коефицијент детерминације износи 0,0098 што значи да између ове две варијабле готово и да не постоји условљеност.

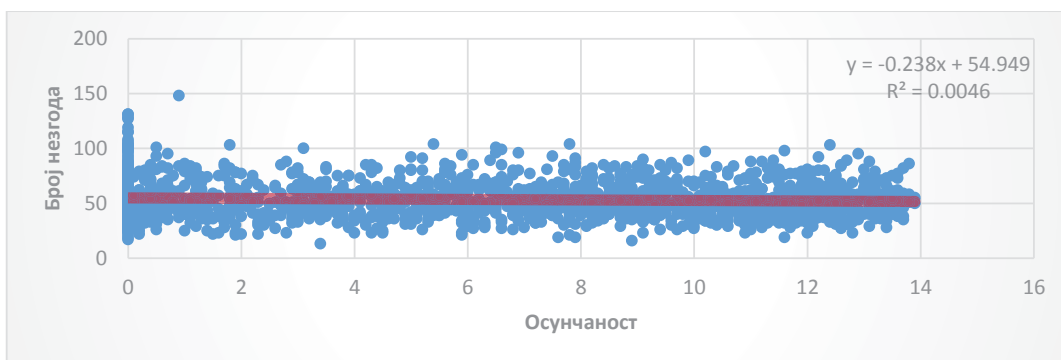


Слика 2. Корелација између броја саобраћајних незгода и просечних падавина



Слика 3. Корелација између броја саобраћајних незгода и просечне облачности

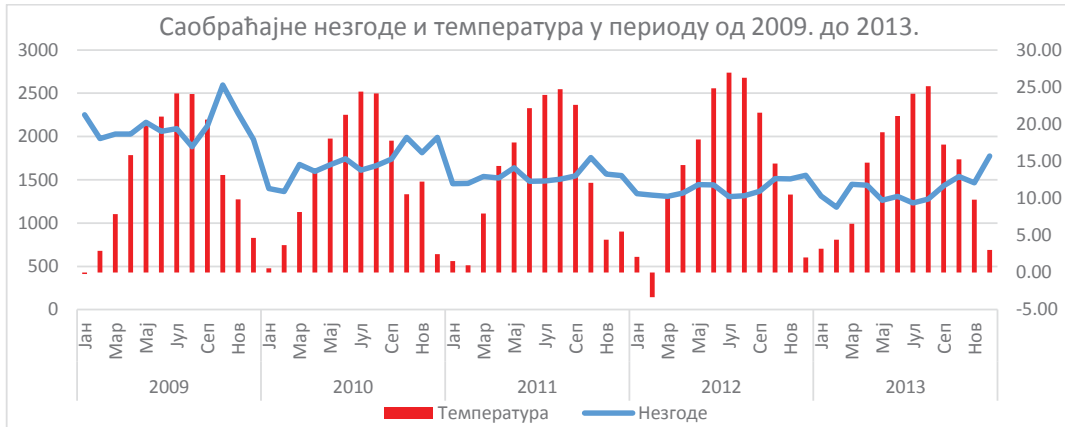
Коефицијент корелације између броја саобраћајних незгода и просечне облачности износи 0,0674 што је незнатна позитивна веза између ове две варијабле, а што је приказано на Слици 3. Коефицијент детерминације износи 0,0045 што значи да облачност не утиче значајно на број саобраћајних незгода. Овде се мора напоменути да појава карактеристичних тачака на целим бројевима потиче због начина мерења и уношења измерених величина. Наиме, само у 2013. години метеоролошки завод је уносио измерене величине у децималном запису, док су се претходних година измерене величине уносили као цели бројеви.



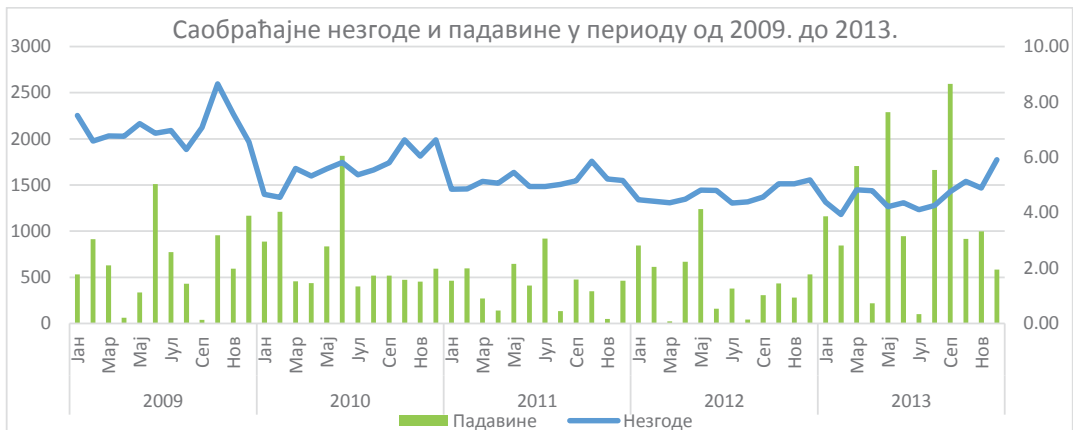
Слика 4. Корелација између броја саобраћајних незгода и просечне осунчаности

Коефицијент корелације између броја саобраћајних незгода и просечне осунчаности износи -0,0680 што представља незнатну негативну везу између ове две варијабле, док коефицијент детерминације износи 0,0046 што указује на врло слабу условљеност варијабле. Све ове вредности су приказане на Слици 4. Резултати следећих анализа приказују утицај временских прилика (температуре, падавина, облачности и осунчаности) на настанак саобраћајних незгода по месецима за период 2009. до 2013. године.

Са Сликe 5 се види упоредни приказ броја саобраћајних незгода и просечне температуре по месецима за период 2009. до 2013. године. Може се уочити да са наглом променом температуре, односно са наглим смањењем температуре долази до наглог повећања броја саобраћајних незгода. Наиме, у 2009. години, како пада температура од августа до октобра месеца (са 24,07 °C на 20,62 °C, па на 13,15 °C респективно) тако се број саобраћајних незгода повећава (са 1883 на 2121, па на 2596 саобраћајних незгода). Такође, у периоду 2010. године, просечна температура у новембру пада са 12,24 °C на 2,47 °C колико је износила у децембру, где то нагло смањење прати пораст броја саобраћајних незгода. Овакве појаве јављају се и у 2011. години, у септембру и октобру, као и у 2013. години у новембру и децембру. Међутим, на графику се јављају и одређене контрадикторности, где са смањењем просечне температуре опада број саобраћајних незгода. С тим у вези, не може се поуздано утврдити повезаност између просечне температуре и броја саобраћајних незгода, односно не може се јасно дефинисати смер утицаја просечне температуре на број саобраћајних незгода.



Слика 5. Упоредни приказ броја саобраћајних незгода и просечне температуре по месецима за период 2009. до 2013. године



Слика 6. Упоредни приказ броја саобраћајних незгода и просечних падавина по месецима за период 2009. до 2013. године

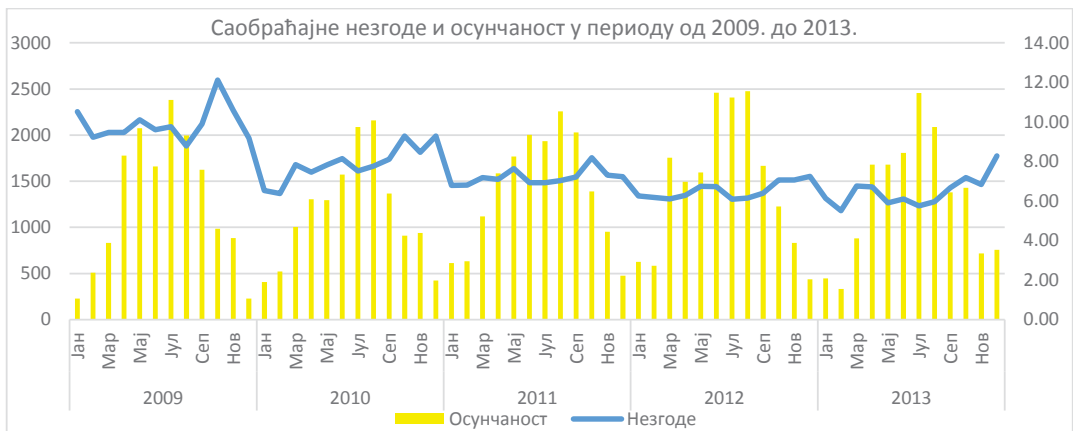
Из упоредног приказа броја саобраћајних незгода и просечних падавина по месецима за период 2009. до 2013. године, који је приказан на Сlici 6, не може се уочити законитост настанка односно утицаја просечних падавина на број саобраћајних незгода. Варирање просечних падавина по месецима не доводи до јасне промене броја саобраћајних незгода. Промене у броју саобраћајних незгода су се догађале под утицајем неког другог фактора или у синергији падавина и неког другог утицајног фактора. Оваква појава захтева дубљу анализу како би се дошло до јасних резултата и утврдили могући утицаји падавина на саобраћајне незгоде.

Утицај облачности на настанак саобраћајних незгода се не може поуздано утврдити, али се упоредним приказом броја саобраћајних незгода и просечне облачности по месецима за период од

2009. до 2013. године може видети како се креће број саобраћајних незгода у односу на повећање или смањење просечне облачности што је приказано на Слици 7. Број саобраћајних незгода у периоду јануар-март 2009. године опада са смањењем просечне облачности, док се јасно са Сlike 7 види да у периоду август-октобар исте године број саобраћајних незгода повећава са повећањем облачности. У периоду август-децембар 2010. године, види се како линија броја саобраћајних незгода прати промену просечне облачности тј. ако се повећава просечна облачност, повећава се и број саобраћајних незгода. Мора се напоменути да су такође присутне и контрадикторности као на пример у периоду фебруар-март 2010. године где се број саобраћајних незгода повећава са смањењем облачности. Овакве контрадикторности се јављају и још на знатном броју места на Слици 7. Имајући претходно у виду, не може се оспорити постојање утицаја облачности на настанак саобраћајних незгода, али је тај утицај знатно мањи у поређењу са осталим варијаблама (температура, падавине, ...), док се, са друге стране, у комбинацији са осталим варијаблама се њихов ефекат додатно повећава.



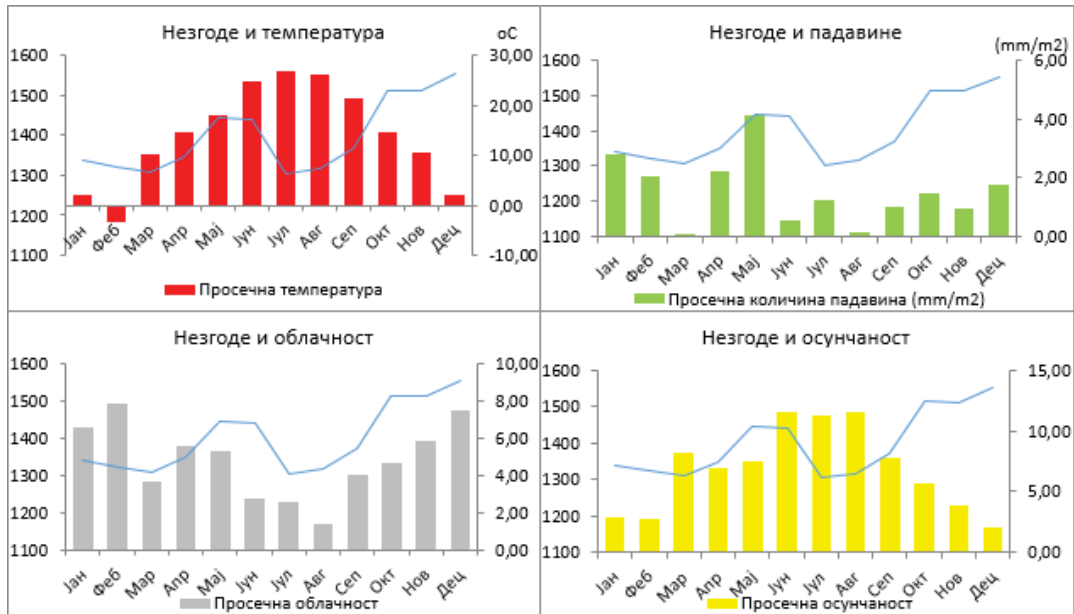
Слика 7. Упоредни приказ броја саобраћајних незгода и просечне облачности по месецима за период 2009. до 2013. године



Слика 8. Упоредни приказ броја саобраћајних незгода и просечне осунчаности по месецима за период 2009. до 2013. године

Упоредни приказ броја саобраћајних незгода и просечне осунчаности по месецима за период 2009. до 2013. године је приказан на Слици 8. Не може се утврдити законитост утицаја просечне осунчаности на број саобраћајних незгода јер на Слици 8. постоје контрадикторности. У периоду јануар-фебруар 2009. године просечна осунчаност расте, а број саобраћајних незгода се смањује, док у периоду април-јун 2010. године просечна осунчаност расте, као и број саобраћајних незгода. Ова контрадикторност се појављује на више места на Слици 8. Једино што се може закључити јесте да се не може поуздано утврдити утицај просечне осунчаности на саобраћајне незгоде као самосталне варијабле.

У наредном делу рада дат је детаљнији приказ утицаја временских прилика на настанак саобраћајних незгода, који се огледа у упоредном приказу броја саобраћајних незгода и временских прилика (температуре, падавина, облачности и осунчаности) по месецима за 2012. годину, што је приказано на Слици 9. Наиме, пораст температуре од марта до маја условио је пораст броја саобраћајних незгода, након чега је са даљим порастом температуре до јула број саобраћајних незгода опадао, што је вероватно последица привикавања возача на високе температуре. Након тога са константним смањењем температуре долази до константног повећања броја незгода све до краја 2012. године. Оваква појава изражена је и у погледу утицаја облачности и осунчаности у 2012. години, нарочито од августа до децембра, где је број саобраћајних незгода растао са порастом облачности и смањивањем осунчаности.



Слика 9. Упоредни приказ броја саобраћајних незгода и временских прилика по месецима за 2012. годину

4. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Литерарним прегледом светских истраживања показано је да временске прилике утичу на настанак саобраћајних незгода, у условима кише повећава се стопа незгода за 50-100% (Andrey et al., 2003; Qiu and Nixon, 2008), са већим порастом током зимских падавина (84% у односу на 71%). Утврђено је да су количина падавина и температура у позитивној корелацији са бројем незгода са повређенима (Bergel et al., 2013). Уколико се број дана са кишом повећа за 1%, стопа незгода се повећа за 0,26%. Ако се за 1% повећа број снежних дана стопа незгода се повећава за 0,1%. Када су температуре за 1°C изнад просечне месечне температуре повећава се број незгода за 0,4% и око 2% на магистралним и аутопутевима респективно.

Уз помоћ података о саобраћајним незгодама (добијених из базе података Министарства унутрашњих послова) и података о временским приликама (добијених из базе података коју је уступио Републички хидрометеоролошки завод Србије), за територију града Београда, спроведено је истраживање у циљу утврђивања законитости између настанка саобраћајних незгода и временских прилика.

Корелација између броја саобраћајних незгода и просечне температуре на дневном нивоу износи - 0,0556 што представља незнатну негативну везу између ове две варијабле, односно да се са повећањем просечне температуре смањује број саобраћајних незгода. Ипак, коефицијент детерминације износи 0,0031 што доводи до закључка да промена температуре не условљава велику промену у броју саобраћајних незгода. Количина падавина има незнатну позитивну везу са саобраћајним незгодама (коефицијент корелације износи 0,0989) што значи да већа количина

падавина доводи до већег броја саобраћајних незгода, и обрнуто, са смањењем падавина смањују се и саобраћајне незгоде. Ако се погледа коефицијент детерминације између ове две варијабле (он износи 0,0098) види се да промена количине падавина доводи до мале промене у броју саобраћајних незгода. Просечна облачност има са саобраћајним незгодама коефицијент корелације од 0,0674 што представља незнатну позитивну везу, међутим ово повећање је незнатно јер коефицијент детерминације износи 0,0045. Осунчаност има негативну корелацију са саобраћајним незгодама (-0,0680) што представља незнатну негативну везу, док коефицијент детерминације износи 0,0046 што указује на врло слабу условљеност варијабле. Упоредном анализом приказа броја саобраћајних незгода и просечне температуре по месецима за период од 2009. до 2013. године уочава се и потврђује се претходно израчунат коефицијент корелације. Наиме, у 2009. години, како пада просечна температура од августа до октобра тако се број саобраћајних незгода повећава. Такође, овакве промене јављају се и у 2010. и 2011. години. Међутим, јављају се и одређене контрадикторности, где са смањењем просечне температуре опада број саобраћајних незгода. Утицај количине падавина на број саобраћајних незгода не може се тачно утврдити јер варирање количине падавина по месецима не доводи до јасне промене броја саобраћајних незгода. Посматрањем упоредног приказа броја саобраћајних незгода и облачности по месецима за период од 2009. до 2013. године не може се уочити тренд промене броја саобраћајних незгода у односу на промену облачности. Број саобраћајних незгода у неким периодима опада са смањењем просечне облачности, док у неким периодима, посматрањем исте године, незгоде расту са повећањем просечне облачности, а тиме се и у овом случају јављају контрадикторности. Што се осунчаности тиче, добијени резултати и се поклапају са добијеним резултатима осталих варијабле. Све претходне појаве захтевају дубљу анализу како би се дошло до јаснијих резултата и утврдили могући утицаји неких од варијабле (температуре, падавина, облачности и осунчаности) на саобраћајне незгоде, односно да ли нека од варијабле утиче самостално на повећање броја саобраћајних незгода или је то повећање резултат синергије варијабле и њиховог заједничког утицаја.

Добијени коефицијенти корелације и детерминације на основу података о саобраћајним незгодама и временским приликама (температуре, падавина, облачности и осунчаности) указују да постоји мала повезаност између варијабле и саобраћајних незгода и самим тим се јавља простор за даље истраживање и дубљу анализу утицаја временских прилика. Анализирани подаци коришћени у овом раду обухватају дужи период (5 година) на основу кога је могуће утврдити неку законитост, али се проблем јавља у детаљношћу и временској прецизности мерења и бележења података.

Свеобухватном анализом података за период од 2009. до 2013. године, на територији града Београда, не може се поуздано утврдити законитост настанка саобраћајних незгода у односу на посматране варијабле (температура, падавине, облачност и осунчаност). Значајно ограничење представљају подаци из коришћених база података. Наиме, за поуздано извођење законитости настанка саобраћајних незгода под утицајем временских прилика потребно је да подаци буду изражени у сату и минути у току дана, односно да се њихова појава у току дана забележи са прецизношћу у сату и минути. Подаци добијени од Министарства унутрашњих послова и Републичког хидрометеоролошког завода Србије представљају податке измерене на дневном нивоу, са просечном вредношћу за конкретан дан, што анализама у овом раду указује да ти подаци нису довољне прецизности која је потребна за квалитетну анализу и утврђивање законитости. Базе података о саобраћајним незгодама и временским приликама, а посебно о променама временских прилика, требају бити јавне и доступне, како би се њиховом употребом, у стручне и научне сврхе, могло утицати на утврђивање постојећег стања и унапређење безбедности саобраћаја. Ово представља предуслов за квалитетне анализе и извођење законитости јер са непрецизним улазним подацима се и све даље анализе и законитости, као крајњи резултат, добијају непрецизно или недовољно прецизно и поуздано.

Имајући све претходно у виду, за поуздано извођење анализа и законитости настанка саобраћајних незгода под утицајем временских прилика неопходно је формирати значајно детаљнију и квалитетнију базу података о саобраћајним незгодама и временским приликама. Потребно је да подаци буду изражени у сату и минути у току дана. Само прикупљањем података и формирањем база података, на претходно наведен начин, могуће је прецизно и поуздано утврдити законитост између настанка саобраћајних незгода и временских прилика, и тиме створити могућности за планирање мера за унапређење безбедности саобраћаја

Признања

Аутори се захваљују Министарству унутрашњих послова на достављеним подацима о саобраћајним незгодама на територији града Београда за период 2009. до 2013. године и Републичком хидрометеоролошком заводу Србије на достављеним подацима о временским приликама на територији града Београда за период 2009. до 2013. године.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Липовац, К., (2008). Безбедност саобраћаја. Службени лист СРЈ, Београд
- [2]. Bergel, R., Debarh, M., Antoniou, C., Yannis, G., 2003. Explaining the road accident risk: weather effects, Accident Analysis and Prevention
- [3]. Hambly, D., 2011. Projected implications of climate change for rainfall-related crash risk. MES thesis. Department of Geography and Environmental Management, University of Waterloo, Waterloo, ON.
- [4]. Kilpeläinen, M., Summala, H., 2007. Effects of weather and weather forecasts on driver behaviour. Transportation Research Part F 10, 288–299.
- [5]. Давидовић Ј., (2013). Утицај временских, метеоролошких и услова околине на настанак саобраћајних незгода, Мастер рад, Саобраћајни факултет, Београд.