

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
САОБРАЋАЈНИ ФАКУЛТЕТ

Милан Ж. Тешић

**ОЦЕЊИВАЊЕ БЕЗБЕДНОСТИ
САОБРАЋАЈА НА ОСНОВУ
КОМПОЗИТНОГ ИНДЕКСА
БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА**

Докторска дисертација

Београд, 2018

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF TRANSPORT AND TRAFFIC
ENGINEERING

Milan Ž. Tešić

**ROAD SAFETY ASSESSMENT BASED
ON A ROAD SAFETY PERFORMANCE
INDEX**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2018

МЕНТОР:

др **Крсто ЛИПОВАЦ**, редовни професор
Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет, Србија

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

др **Милан ВУЈАНИЋ**, редовни професор (у пензији),
Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет, Србија

др **Борис АНТИЋ**, ванредни професор,
Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет, Србија

др **Далибор ПЕШИЋ**, ванредни професор,
Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет, Србија

др **Елке ХЕРМАНС**, ванредни професор,
Универзитет у Хаселту, Институт за истраживања у транспорту (ИМОБ),
Белгија

Датум одбране: _____ . године

ИЗЈАВЕ ЗАХВАЛНОСТИ

Научно и стручно усавршавање на путу кроз докторске студије дало ми је ширину у размишљању и схватању животних принципа. Сусрет и рад са стручним и добрим људима чинило је ово путовање угодним и друштвено богатим. Искористио бих прилику да се захвалим многим особама које су на различите начине помогле у достизању овог циља.

Захвалност дугујем драгом професору и ментору проф. др Крсти Липовцу који је својом подршком и саветима допринео квалитету ове докторске дисертације. Била ми је част имати ментора који је осим подршке у научном усавршавању делио савете за безбедно путовање кроз живот.

Захвалио бих се проф. др Милану Вујанићу на корисним сугестијама за унапређење докторске дисертације и мудрим саветима који су допринели мом животном сазревању. Даље, желим да се захвалим и осталим члановима Комисије за оцену и одбрану, проф. др Далибору Пешићу и проф. др Борису Антићу на корисним саветима и сугестијама, које су омогућиле да ова докторска дисертација буде још квалитетнија. Такође, желим да се захвалим проф. др Елке Херманс са Универзитета у Хаселту, Белгија, на одвојеном времену и подршци приликом припреме научних радова који су проистекли из ове докторске дисертације.

Желим да се захвалим родитељима, сестрама, пријатељима и колегама на подршци и разумевању.

Највећу захвалност дугујем супрузи Сузани која ми је била главна подршка и ослонац у изради докторске дисертације. Хвала за љубав, стрпљење и разумевање у достизању овог животног циља и којој посвећујем ову докторску дисертацију.

У Београду, 2018. године

Милан ТЕШИЋ

ОЦЕЊИВАЊЕ БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА НА ОСНОВУ КОМПОЗИТНОГ ИНДЕКСА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА

Сажетак: Анализирајући научну литературу, уочава се огроман напор аутора да дефинишу методологију за прорачун композитног индекса безбедности саобраћаја (КИБС) на некој територији. Питање које још није у потпуности решено, односи се на избор индикатора за прорачун композитног индекса. КИБС добијен на основу шире листе индикатора безбедности саобраћаја (ИБС) омогућава доносиоцима одлука прецизније дефинисање благовремених мера за унапређење. Међутим, тешко је обезбедити квалитетне базе података које обухватају упоредиве ИБС, јер је мали број истих индикатора доступан за већи број територија. Практично, јавља се потреба за прорачуном КИБС са ограниченим бројем индикатора (КИБС_{огрⁿ}) који обезбеђује довољно квалитетно поређење што више територија. Поузданост КИБС_{огрⁿ} је анализиран применом методе Анализа обавијања података (DEA) и корелационе анализе. Предложеном методологијом утврђена је јака линеарна зависност између вредности КИБС_{огрⁿ} и КИБС. На основу тога, дефинисани су најутицајнији индикатори и фазе праћења ИБС што доприноси стандардизацији индикатора и процедурама прикупљања података. Овако дефинисан мањи сет најзначајнијих индикатора може послужити за једноставно поређење стања безбедности саобраћаја на територији и процени ефеката предузетих мера. Такође, овај приступ прорачуна КИБС је примењив у случајевима када се анализира шири сет индикатора што обезбеђује прецизнију идентификацију кључних проблема и поузданије поређење територија.

Кључне речи: композитни индекс безбедности саобраћаја, најзначајнији индикатори безбедности саобраћаја, поређење територија

Научна област: Безбедност саобраћаја

Ужа научна област: Превентива и безбедност у саобраћају

УДК:

ROAD SAFETY ASSESSMENT BASED ON A ROAD SAFETY PERFORMANCE INDEX

Abstract: The review of the literature has shown great efforts of the authors who tried to define the methodology for calculating the composite road safety index on a territory. The question that has not been fully resolved yet concerns the selection of indicators. Road safety performance index (RSPI) obtained on the basis of a larger number of safety performance indicators (SPIs) enable decision makers to more precisely define the earlier goal-oriented actions. Providing high quality national and international databases that would include comparable SPIs seems to be difficult since a larger number of territories dispose of a small number of identical indicators available for use. Therefore, there is a need for calculating a RSPI with a limited number of indicators ($RSPI_{ln}^n$) which will provide a comparison of a sufficient quality, of as many territories as possible. The application of the Data Envelopment Analysis method and correlative analysis has helped to check if the $RSPI_{ln}^n$ is likely to be of sufficient quality. A strong correlation between the $RSPI_{ln}^n$ and the RSPI has been identified using the proposed methodology. Based on this, the most contributing indicators and methodologies for gradual monitoring of SPIs, have been defined for each territory analyzed. This will help achieve the standardization of indicators that need to be monitored including data collection procedures. A smaller set of significant indicators defined in this manner can serve for a simple and fast understanding of a road safety situation. This universal index approach is applicable in cases when a broader comprehensive set of indicators is analyzed, which provides a rank the territories in a more meaningful way.

Key words: Traffic Safety, Composite Road Safety Performance Index, The Most Significant Safety Performance Indicators, Cross-Territory Comparison

Scientific field: Traffic Safety

Scientific subfield: Preventive and Traffic Safety

UDC:

САДРЖАЈ

ЛИСТА СЛИКА	vii
ЛИСТА ТАБЕЛА.....	ix
ЛИСТА СКРАЋЕНИЦА	xi
1. УВОД.....	1
1.1. Основни и изведени појмови	8
1.2. Предмет и научни циљ истраживања	12
1.3. Полазне хипотезе и образложење мотива	16
1.4. Методи истраживања и основна ограничења у истраживању	17
1.5. Приказ садржаја докторске дисертације	19
2. ПРАЋЕЊЕ СТАЊА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА	24
2.1. Проблем безбедности саобраћаја	24
2.2. Сегменти праћења стања безбедности саобраћаја	28
2.2.1. Саобраћајне незгоде и њихове последице	29
2.2.2. Индикатори безбедности саобраћаја	31
2.2.3. Понашање и ставови учесника у саобраћају	38
2.3. Закључци.....	39
3. ПРЕГЛЕД РЕЛЕВАНТНЕ ЛИТЕРАТУРЕ	43
3.1. Увод	44
3.1.1. Образложење мотива за преглед литературе	44
3.1.2. Композитни индекс- основе	47
3.1.3. Циљеви.....	48
3.2. Методологија	48
3.2.1. Критеријуми.....	48

3.2.2. Научне базе.....	49
3.2.3. Стратегија претраге.....	50
3.2.4. Начин претраге литературе.....	50
3.3. Синтеза података.....	51
3.3.1. Показатељи безбедности саобраћаја	51
3.3.2. Методе за доделу тежинских коефицијената и агрегацију показатеља	63
3.3.3. Дизајн композитног индекса безбедности саобраћаја.....	69
3.4. Синтеза и дискусија.....	74
3.4.1. Који типови индикатора безбедности саобраћаја се најчешће користе за прорачун КИБС?	75
3.4.2. Који кључни индикатори безбедности саобраћаја се најчешће користе за прорачун КИБС?	76
3.4.3. Која метода за доделу тежинских коефицијената се најчешће користи за креирање КИБС?	77
3.4.4. Која метода агрегације показатеља се најчешће користи за креирање КИБС?	79
3.4.5. Који дизајн КИБС веродостојно и поуздано представља стање безбедности саобраћаја на територији?	80
3.5. Закључна разматрања	82
4. ПОРЕЂЕЊЕ ТЕРИТОРИЈА НА МЕЂУНАРОДНОМ НИВОУ	85
4.1. Методологија истраживања	86
4.1.1. Циљеви истраживања.....	86
4.1.2. Прикупљање и избор индикатора.....	87
4.1.3. Кориштена методологија	91
4.1.4. Процедуре.....	100
4.2. Резултати	101

4.2.1. Корелативна анализа између КИБС _{орг^п} и КИБС.....	102
4.2.2. Промена ранга земаља у зависности од КИБС _{орг^п} и корелативна анализа са коначним показатељима.....	104
4.2.3. Идентификација најутицајнијих индикатора за сваку земљу и дефинисање приоритетних фаза праћења индикатора.....	109
5. ПОРЕЂЕЊЕ ТЕРИТОРИЈА НА НАЦИОНАЛНОМ НИВОУ	117
5.1. Методологија истраживања.....	118
5.1.1. Циљеви истраживања.....	118
5.1.2. Прикупљање и избор индикатора.....	119
5.1.3. Кориштена методологија	124
5.1.4. Процедуре.....	129
5.2. Резултати поређења територија на националном нивоу	131
5.2.1. Корелативна анализа између КИБС _{орг^п} и КИБС.....	131
5.2.2. Промена ранга земаља у зависности од КИБС _{орг^п}	135
5.2.3. Идентификација најутицајнијих индикатора за сваку полицијску управу и дефинисање приоритетних фаза праћења индикатора... ..	143
6. ДИСКУСИЈА	152
6.1. Избор индикатора безбедности саобраћаја	152
6.2. Поређење на међународном нивоу- Дискусија резултата	154
6.2.1. Промена ранга земаља.....	154
6.2.2. Идентификација најутицајнијих индикатора за сваку земљу и дефинисање приоритетних фаза праћења индикатора.....	157
6.3. Поређење територија на националном нивоу- Дискусија резултата..	159
6.3.1. Промена ранга полицијских управа	161
6.3.2. Идентификација најутицајнијих индикатора за сваку ПУ и дефинисање приоритетних фаза праћења индикатора.....	165

7. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА И ПРАВЦИ ДАЉЕГ ИСТРАЖИВАЊА	170
7.1. Научни доприноси докторске дисертације.....	170
7.2. Главне препоруке за прорачун поузданог КИБС.....	179
7.3. Закључци и правци будућег истраживања	181
ЛИТЕРАТУРА	188
ПРИЛОЗИ	203
Прилог А. Табеларни преглед анализираних литературе	203
Прилог Б. Нормализоване вредности и припадајуће тежине за сваки ИБС.....	209
Прилог Ц. Рангирање земаља на основу вредности КИБС и КИБС _{огр^н}	210
Прилог Д.1. Нормализоване вредности за сваки ИБС- Национални ниво	211
Прилог Д.2. Рангирање полицијских управа на основу вредности КИБС и КИБС _{огр^н}	212
Прилог Д.3. Стандардно одступање ранга полицијских управа према КИБС _{огр^н}	213
БИОГРАФИЈА АУТОРА	215

ЛИСТА СЛИКА

Слика 2.1. Сегменти праћења стања безбедности саобраћаја.....	29
Слика 2.2. Вертикална хијерархија елемената система безбедности саобраћаја (прилагођена у складу са Land Transport Safety Authority, 2000; European Transport Safety Council, 2001; Vis et al., 2005 и Lipovac et al., 2012).....	34
Слика 2.3. Место индикатора безбедности саобраћаја у систему управљања безбедношћу саобраћаја (Пешић и Антић, 2012б).....	35
Слика 3.1. Ток претраживања и избор публикација које ће ући у литерарни преглед (Слика прилагођена у складу са Moher et al., 2015; Caird et al., 2014; Liberati et al., 2009).....	51
Слика 4.1. Дијаграм тока за прорачун $KIBS_{op}^n$	100
Слика 4.2. Промена ранга земаља у функцији $KIBS_{op}^n$	105
Слика 4.3. Мапа земаља рангираних према вредности $KIBS_{op}^3$: 2_5_6.....	106
Слика 4.4. Мапа земаља рангираних према вредности $KIBS_{op}^4$: 1_2_5_6.....	106
Слика 4.5. Мапа земаља рангираних према вредности $KIBS_{op}^5$: 1_2_3_5_6.....	107
Слика 4.6. Мапа земаља рангираних према вредности КИБС (свих 6 индикатора).....	107
Слика 5.1. Понашање индикатора безбедности саобраћаја према временским пресецима и према полицијским управама.....	123
Слика 5.2. Дијаграм тока за прорачун $KIBS_{op}^n$	130
Слика 5.3. Линеарна зависност $KIBS_{op}^3$: 5_6_8 и КИБС.....	134
Слика 5.4. Линеарна зависност $KIBS_{op}^4$: 3_5_6_8 и КИБС.....	134
Слика 5.5. Линеарна зависност $KIBS_{op}^5$: 3_4_5_6_8 и КИБС.....	134
Слика 5.6. Мапирање полицијских управа на основу вредности индекса перформанси безбедности саобраћаја за 2014. годину (пролеће-2014а и јесен-2014б).....	136

Слика 5.7. Мапирање полицијских управа на основу вредности индекса перформанси безбедности саобраћаја за 2015. годину (пролеће-2015а и јесен-2015б)	136
Слика 5.8. Мапирање полицијских управа на основу вредности индекса перформанси безбедности саобраћаја за 2016. годину (пролеће-2016а и јесен-2016б)	137
Слика 5.9. Промена ранга полицијских управа у функцији $KIBS_{огр}^n$ за временске пресеке: 1.2014 а) пролеће; б) јесен; 2. 2015 а) пролеће; б) јесен; 3. 2016 а) пролеће; б) јесен	138
Слика 5.10. Просечне вредности одступања ранга полицијских управа у зависности од $KIBS_{огр}^n$ према временским пресецима.....	139
Слика 5.11. Линеарна зависност ранга полицијских управа на основу вредности $KIBS_{огр}^n$ и $KIBS$ за период од 2014. до 2016. године.....	140
Слика 5.12. Промена ранга ПУ Суботица и ПУ Београд према вредностима $KIBS$ и $KIBS_{огр}^n$ за све временске пресеке	142
Слика 5.13. Промена ранга ПУ Пожаревац и ПУ Пирот према вредностима $KIBS$ и $KIBS_{огр}^n$ за све временске пресеке.....	142

ЛИСТА ТАБЕЛА

Табела 3.1. Листа најчешће кориштених ИБС у анализираним студијама према хијерархијском нивоу	59
Табела 4.1. Детаљна статистичка анализа обухваћених индикатора.....	90
Табела 4.2. Доње и горње границе удела сваког индикатора у укупној вредности КИБС (Преузето из Hermans, 2009а)	98
Табела 4.3. Најзначајнији индикатори безбедности саобраћаја на основу јачине линеарне зависности са КИБС	103
Табела 4.4. Корелативна анализа између ранга земаља на основу $KIBS_{огр}^n$ и КИБС и Вилкоксеновог теста ранга (Wilcoxon Signed Ranks Test)....	108
Табела 4.5 . Корелативна анализа вредности $KIBS_{огр}^n$ са јавним ризиком и Human Development Index	109
Табела 4.6. Најугицајнији индикатори за сваку земљу и дефинисање приоритетних фаза праћења индикатора	112
Табела 4.7. Корелативна анализа $KIBS_{нуиз}^n$ и $KIBS_{огр}^n$ добијеног на основу најфреквентнијих комбинација индикатора (у складу са Табелом 4.5.).	114
Табела 4.8. Вилкоксенов теста ранга земаља ранжираних на основу вредности $KIBS_{нуиз}^n$ и $KIBS_{огр}^n$ добијеног на основу најфреквентнијих комбинација индикатора (у складу са Табелом 4.6.).	114
Табела 5.1. Корелација између ИБС и коначних исхода	120
Табела 5.2. Доступност података о индикаторима безбедности саобраћаја према временским пресецима	121
Табела 5.3. Детаљна статистичка анализа обухваћених индикатора.....	122
Табела 5.4. Доње и горње границе удела сваког индикатора у укупној вредности КИБС.....	128
Табела 5.5. Најзначајнији индикатори безбедности саобраћаја на основу јачине линеарне зависности са КИБС	132

Табела 5.6. Корелативна анализа између ранга полицијских управа на основу КИБС _{орг^н} и КИБС за период од 2014. до 2016. године	140
Табела 5.7. Корелативна анализа између ранга земаља на основу КИБС _{орг^н} и КИБС и Вилкоксеновог теста ранга (Wilcoxon Signed Ranks Test)	140
Табела 5.8. Најутицајнији индикатори за сваку полицијску управу и дефинисање приоритетних фаза праћења индикатора	146
Табела 5.9. Заступљеност појединих индикатора безбедности саобраћаја у „најутицајнијим индикаторима (КИБС _{нуи^н}) по полицијским управама	148
Табела 5.10. Учесталост најутицајнијих комбинација индикатора по полицијским управама	149
Табела А.1. Табеларни преглед анализираних литературе	203
Табела Б.1. Нормализоване вредности и припадајуће тежине за сваки ИБС	209
Табела Ц.1. Рангирање земаља на основу вредности КИБС и КИБС _{орг^н} добијених од 3, 4 и 5 најзначајнија ИБС.....	210
Табела Д.1. Нормализоване вредности за сваки ИБС- Национални ниво.....	211
Табела Д.2. Рангирање полицијских управа на основу вредности КИБС и КИБС _{орг^н} добијених од 3, 4 и 5 најзначајнија ИБС.....	212
Табела Д.3. Стандардно одступање ранга полицијских управа према КИБС _{орг^н} у односу на ранг према КИБС, за све временске пресеке.....	213

ЛИСТА СКРАЋЕНИЦА

AHP	Analytic Hierarchy Process
BA	Budget Allocation
BC	Безбедност саобраћаја
БДП	Бруто домаћи производ
CARE	Community Road Accident Database
CARRS-Q	The Centre for Accident Research and Road Safety- Queensland
CPLEX	High-performance mathematical programming solver for linear programming, mixed integer programming, and quadratic programming
CRSI	Composite Road Safety Indicator
DEA	Data envelopment analysis
DRL	Daytime Running Lights
EC	European Commission
EP Council	European Parliament Council
ETSC	European Transport Safety Council
EY-21	Група од 21 земље Европске уније укључујући Швајцарску
EY	Европска унија
EURF	European Union Road Federation
EUROSTAT	European Statistical System
EW	Equal Weighting
FDEA	Fuzzy Data Envelopment Analysis
IBM CPLEX	Софтверски пакет за оптимизацију
IBM SPSS	Програм за статистичку анализу података
IDEA	Imprecise Data Envelopment Analysis
IRTAD	International Road and Transport Accident Database
ITF	International Transport Forum
ИБС	Индикатори безбедности саобраћаја
КИ	Композитни индекс
КИБС	Композитни индекс безбедности саобраћаја
LMICs	Low and Middle-income countries
LTSA	Land Transport Safety Authority
MLDEA	Multy Layer Data Envelopment Analysis
MS Excel	Microsoft Excel
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
ОНБС	Методe оценe нивоa безбедности саобраћаја

OWA	Ordered Weighted Averaging
PCA	Principal Component Analysis
PIARC	Светска путна асоцијација
PIN	Performance index
PRISMA	Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols
PROMETHEE	Preference Ranking Organization METHod for Enrichment of Evaluations
ПГДС	Просечни дневни годишњи саобраћај
ПУ	Полицијска управа
RAP	Road Assessment Program
SDGs	Sustainable Development Goals
TOPSIS	Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution
UN	United Nation
UN/ECE	United Nation Economic Commission for Europe
WHO	World Health Organisation

Оцена безбедности саобраћаја на основу
композитног индекса безбедности саобраћаја
Докторска дисертација, Саобраћајни факултет, 2018

1.

УВОД

1. УВОД

Резолуцијом Уједињених нација ([A/RES/64/255](#)¹, од дана 10.05.2010. године) о унапређењу безбедности саобраћаја промовисана је важност међународне и националне координације кључних субјеката система безбедности саобраћаја са циљем смањења броја настрадалих у саобраћајним незгодама и укупних трошкова саобраћајних незгода широм света. Овом резолуцијом су дефинисане приоритетне активности на глобалном, националном и локалном нивоу.

У оквиру наведене резолуције, чланице Уједињених нација су прогласиле период од 2011. до 2020. године Деценијом акције безбедности саобраћаја на путевима, дефинишући свеобухватан сет глобаних циљева безбедности саобраћаја са циљем смањења погинулих и тешко повређених лица у саобраћајним незгодама на светском нивоу за 50% до 2020. године.

У наставку, развојем Циљева одрживог развоја (ЦОР), (енг. Sustainable Development Goals (SDGs²)) тежило се развоју циљева који се искључиво односе на транспорт при чему се безбедност саобраћаја препознаје и намеће као кључно питање. Пред чланицама Уједињених нација се нашло превише приоритетних области за решавање, те није било могуће дефинисати „безбедност саобраћаја“ као самосталан приоритет. Уместо тога, договорено је да два од укупно 17 циљева одрживог развоја обухвате питање безбедности саобраћаја и то су: ЦОР 3- Добро здравље и добробит и ЦОР 11- Одрживи градови и заједнице. Циљем 3.6. се настоји пратити и смањити број погинулих и тешко повређених лица у саобраћајним незгодама за 50% до 2020. године, док се циљем ЦОР 11.2. настоји осигурати приступ безбедном, доступном и одрживом превозу до 2030. године. Не дуго за тим,

¹ Генерална скупштина Уједињених нација, <http://www.un.org/en/ga/64/resolutions.shtml>, посећено 9.3.2018.

² Уједињене нације, <http://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>, посећено 9.3.2018.

уследила је друга Конференција о безбедности саобраћаја на високом нивоу на тему „Време је за резултате“ као и Бразилска декларација о безбедности саобраћаја на путевима (новембар, 2015. годину у Бразилу). Посебна пажња на конференцији била је усмерена на будуће деловање и активности у наредних пет година Деценије акције безбедности саобраћаја на путевима 2011-2020, које је неопходно предузети у оквиру дефинисаних циљева ЦОР 3 (3.6) и ЦОР 11 (11.2.).

Тренутно стање безбедности саобраћаја на глобалном (међународном) нивоу је сумирано и представљено у Глобалном извештају о безбедности саобраћаја за 2015. годину ([World Health Organization, 2015](#)). Овај извештај обухвата неколико специфичних циљева: 1) представљање стања безбедности саобраћаја у свим земљама чланицама; 2) идентификовање разлика у системима и нивоу безбедности саобраћаја између земаља чланица и подстицање активности; 3) праћење напретка земаља чланица у имплементацији мера за унапређење дефинисаних кроз Глобални план Деценије акције безбедности саобраћаја на путевима (2011-2020) и 4) пружање основних информација и података који обезбеђују праћење међународних процедура и политика које дефинишу област безбедности саобраћаја.

Иако постоје позитивни примери побољшања, код неких земаља ситуација је свеобухватно забрињавајућа односно ниво безбедности саобраћаја је на врло ниском нивоу, нарочито у средње и ниско развијеним земљама. Са око 1.3 милиона погинулих и око 50 милиона тешко повређених лица на путевима сваке године, ситуација је и даље врло озбиљна.

Нови циљеви одрживог развоја који се односе на безбедност саобраћаја³ су озбиљнији од претходно дефинисаних циљева јер захтевају истинско

³ Светска здравствена организација, http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_traffic/12GlobalRoadSafetyTargets.pdf?ua=1, посећено 9.3.2018.

деловање и смањење до 50% смртности у саобраћају у односу на изворну, базну годину (2010. година)⁴. Са друге стране, сасвим је јасно да циљеви дефинисани Деценијом акције за безбедност саобраћаја на путевима (2010-2020) не могу бити испуњени. Нови циљеви одрживог развоја су дефинисани у пет основних стубова и то: управљање безбедности саобраћаја, безбеднији путеви, безбеднија возила, безбеднији учесници и мобилност и нега након саобраћајне незгоде.

Колика је важност дефинисања реалних циљева, потврђује чињеница да већи ниво безбедности саобраћаја бележе оне земље које су унапред поставиле циљеве и периодично извештавале о трендовима индикатора у односу на дефинисане циљеве. У том контексту, дефинисани циљеви одрживог развоја и пратећи индикатори омогућавају праћење стања безбедности саобраћаја и пружају прилику за дефинисање кључних области деловања како би се достигли унапред зацртани циљеви.

Европски савет за безбедност саобраћаја (енг. European Transport Safety Council (ETSC)) дефинисао је одговарајуће подциљеве који би били корисни и употребљиви за ниво Европске уније и који би помогли доносиоцима одлука да прате напредак и дефинишу приоритетне и благовремене мере и поступке за унапређење безбедности саобраћаја у земљама чланицама. Иако је усаглашен будући циљ који се односи на смањење тешких телесних повреда у саобраћајним незгодама и предвиђен је план циљева за остале индикаторе успешности у периоду од 2020. до 2030. године, Европска унија прати само циљ смањења погинулих лица у саобраћајним незгодама.

Примарни циљ употребе индикатора безбедности саобраћаја⁵ јесте утврђивање постојећег стања/ перформанси система безбедности

⁴ Између 2013. и 2016. године, годишња стопа смртности на глобалном нивоу је повећана са 1.24 милиона на 1.34 милиона. Због тога су врло мале шансе да се достигну дефинисани циљеви УН Деценије акције за безбедност на путевима 2010-2020.

⁵ Индикатори безбедности саобраћаја- скр. ИБС

саобраћаја. Са друге стране, секундарни циљ употребе ИБС је могућност поређења територија или рада одређених субјеката система безбедности саобраћаја на међународном, националном и локалном нивоу. Према томе, данас се у свету чине огромни напори да развију и идентификују приоритетни (најзначајнији) индикатори безбедности саобраћаја. Посматрајући овај проблем мало дубље, може се закључити да је свака земља, регија, локална заједница или деоница пута специфична на свој начин. Осим тога, тешко је утврдити граничну вредност посматраних индикатора, тј. тешко је дефинисати граничну вредност када је неко подручје „безбедно“, а када „небезбедно“. Одговори на ово и слична питање врло су сложени и различити, те зависе од низа утицајних фактора (расположиви капацитети безбедности саобраћаја, степен моторизације, густина насељености, опремљеност путне инфраструктуре, итд.). У свету се све више развијају и дефинишу индикатори безбедности саобраћаја као што су: проценат употребе сигурносног појаса ([Calisir et al., 2002](#); [Bendak, 2005](#); [Routley et al., 2008](#); [Lipovac et al., 2015](#), итд.), проценат употребе мобилног телефона за време вожње ([Lipovac et al., 2017](#)) проценат возача у саобраћајном току изнад дозвољене количине алкохола у крви ([Assum et al., 2010](#)), проценат прекорачења брзина путничких аутомобила, и сл.).

Државе могу побољшати безбедност саобраћаја на путевима на основу својих искустава, системског праћења и на основу поређења са другим земљама ([Bax et al., 2012](#)). Да би се обезбедило системско праћење безбедности саобраћаја и поређење са другим територијама, потребно је ући у поступак одабира релевантних индикатора безбедности саобраћаја који што квалитетније и прецизније представљају постојеће стање ([Pešić, 2012a](#)). Развој научне мисли о индикаторима безбедности саобраћаја се у последњој декади веома брзо развијала ([Al- Haji, 2005](#); [Vis, 2005](#); [Wegman et al., 2005](#); [Hakkert and Gitelman, 2007a](#); [Hakkert et al., 2007b](#); [Hermans et al., 2007](#); [Gitelman et al., 2014](#); [Bastos, 2014](#); [Bastos et al., 2015](#), итд.).

Уназад неколико година, улажу се напори на успостављању везе између различитих земаља света. У почетној фази, у извештајима су поређене земље на основу броја и последица саобраћајних незгода. Надаље, развојем и схватањем проблема безбедности саобраћаја, развијају се и методе за поређење стања безбедности саобраћаја на подручју. Наиме, научна јавност уочава да је систем безбедности саобраћаја захтева мултисекторски приступ и да зависи од много фактора. С тим у вези, данашње методе поређења нивоа безбедности саобраћаја обухватају мноштво фактора, тежећи да све показатеље сведу на исту величину и да им додели што прецизнији тежински коефицијент, који веродостојно представља специфичности подручја које се пореди. У зависности од намене композитног индекса⁶, у фази одабира репрезентних индикатора стања безбедности саобраћаја на територији, потребно је анализирати све категорије (нивое) индикатора из система безбедности саобраћаја према [Land Transport Safety Authority, 2000](#) и [Koornstra et al., 2002](#). У назад неколико година, улажу се напори на утврђивању корелативних веза између појединих нивоа „пирамиде“, односно њиховог утицаја на коначну оцену безбедности саобраћаја. Систем безбедности саобраћаја обухвата четири нивоа индикатора (посматрано од врха ка дну) и то су: излазни резултати или коначни исходи (нпр. број погинулих на 100.000 становника и др.); међуизлазни резултати (индикатори безбедности саобраћаја); ИБС који се односе на политике у саобраћају (мере и акциони план) и индикаторе који се односе на структуру и културу становништва. У претходном периоду уложени су значајни напори за утврђивање корелативне везе између одређених нивоа "пирамиде", тј. њиховог утицаја на коначне исходе.

За сваки ниво система безбедности саобраћаја могуће је дефинисати широк спектар индикатора. Квалитет добијеног композитног индекса највише

⁶ Композитни индекс представља комбинацију одређеног сета индикатора којим су додељени тежински коефицијенти чиме је одређена важност односно значај индикатора

зависи од степена различитости дефиниција ових индикатора, квалитета система за њихово прикупљање и јачине њихове корелативне везе са излазним показатељима. У том случају, развој одрживих система за периодично праћење већег броја индикатора на већем броју територија може бити врло захтевно.

Покретачки импулс за поређење земаља са аспекта безбедности саобраћаја кренуо је пројектом SUNflower ([Koornstra et al., 2002](#)), SUNflower+6 ([Wegman et al., 2005](#)) и SUNflowerNext ([Wegman et al., 2008](#)) који, суштински, представљају платформе за поређене земаља према одабраним критеријумима. Кључни проблем који се јављао при тумачењу резултата у овим студијама односи се на поређење земаља са различитим степеном развијености, обимом саобраћаја, демографским и географским карактеристикама и сл. Тај проблем се превазилазио груписањем земаља са истим или приближно сличним карактеристикама. На овај начин се проблем није решио, него се само пренео на виши ниво (мањи број група земаља). [Vis and Eksler \(2008\)](#) покушали су решити овај проблем проширујући спектар критеријума за поређење. Аутори су посматрали три нивоа података, а то су: прикупљање и анализа података на макро нивоу, дубинска анализа података о саобраћајним незгодама и њиховим последицама и анализа политика безбедности саобраћаја (стратегије и акциони планови).

Следећи корак у поређењу земаља је ишао у правцу груписања релевантних индикатора безбедности саобраћаја и њихово свођење на једну, заједничку, меру односно вредност која представља релативни ниво безбедности саобраћаја ([Al-Haji, 2005, 2007](#); [Hermans, 2009a](#); [Gitelman et al., 2010](#); [Wegman and Oppe, 2010](#); [Shen, 2011b](#); [Bax et al., 2012](#); [Pešić, 2013](#)). Мисао која се прожима кроз наведене радове се још истражује, развија и унапређује, што представља основу савременог концепта поређења земаља са аспекта безбедности саобраћаја.

Еволуција мисли о оцени нивоа безбедности саобраћаја на одређеној територији се трансформисала у две фазе. Прва фаза окупља ауторе који су композитни индекс рачунали у оквиру само једног нивоа система безбедности саобраћаја ([Farchi et al., 2006](#); [Hermans, 2009a](#); [Shen et al., 2011a](#); и др.). У другој фази, аутори су прорачунавали композитни индекс на основу индикатора из различитих нивоа као што су: ([Wegman et al., 2005](#); [Wegman et al., 2008](#); [Wegman and Oppe \(2010\)](#); [Gitelman et al., 2010](#); [Hermans et al., 2010a](#); [Chen et al., 2016](#) итд.). Поред наведеног, у литератури се појављују радови у којима је дефинисан специфични композитни индекс безбедности саобраћаја који је фокусиран искључиво на једну област ризика, као на пример: композитни индекс безбедности саобраћаја који се односи на околину (енг. composite road environment risk index), композитни индекс безбедности саобраћаја који се односи на алкохол (енг. alcohol index), итд. ([Intan Suhana et al., 2014](#); [Shen et al., 2014](#)).

Са развојем композитног индекса безбедности саобраћаја развијала се потреба за избор најбољег метода за прорачун композитног индекса. Група аутора [Rosić et al., 2017](#) развили су поступак за избор оптималног метода за прорачун композитног индекса безбедности саобраћаја који се прорачунава помоћу Анализе обавијања података- DEA (енг. Data Envelopment Analysis) и методе за вишекритеријумско одлучивање TOPSIS (познате као MCDM- Multi Criterial Decision Making). Аутори су применом PROMETHEE- RS методе изабрали оптимални метод за креирање композитног индекса безбедности саобраћаја међу шест различитих модела базираних на DEA и TOPSIS методи. Предложени модел је тестиран на 27 полицијских управа у Србији. Анализа је показала да су DEA-WR (енг. DEA-weight restriction) и DEA методе најповољније методе за креирање композитног индекса безбедности саобраћаја међу свим анализираним методама у овој студији.

У оквиру ове докторске дисертације кориштене су опште прихваћени појмови из области безбедности саобраћаја и исти су приказани у [Поглављу 1.1](#). Поред појмова који су дефинисани кроз научну литературу ([European Transport Safety Council, 2001](#); [Al- Haji, 2005](#); [Nardo et al., 2005a](#); [Hakkert et al., 2007a](#); [Vis and Eksler, 2008](#) и др.), у овом поглављу су изведени и дефинисани појмови за потребе ове докторске дисертације. У наставку, представљени су предмет и научни циљ истраживања ([Поглавље 1.2](#)). Полазне хипотезе и образложење мотива за избор теме докторске дисертације је дато у [Поглављу 1.3](#). На крају овог уводног поглавља, ограничења и правци будућег истраживања као и садржај докторске дисертације по поглављима детаљније је представљен у [Поглављу 1.4](#) и [Поглавље 1.5](#).

1.1. Основни и изведени појмови

У овом поглављу су дефинисани основни и изведени појмови који су кориштени у оквиру ове докторске дисертације:

- Коначни исходи (енг. Final outcomes) представљају директне, излазне индикаторе који се односе на последице саобраћајних незгода (погинула лица, тешко и лакше повређена лица), као и укупне друштвене трошкове, који су произашли из њих итд., ([Koonstra et al., 2002](#));
- Стопа смртности у саобраћајним незгодама (енг. Mortality rate) представља број погинулих лица на једној територији у односу на укупан број становништа који живи на тој територији (најчешће: у односу на 100.000 становника), ([Bastos, 2014](#));
- Међуизлазни резултати (енг. Intermediate outcomes) представљају сваку меру која има узрочну везу са коначним исходима, као на пример: вожња под дејством алкохола, прекорачење брзине, употреба сигурносног појаса, употреба дневних светала на аутомобилима, опремљеност путева, нега након саобраћајне

- незгоде и многи други индикатори, ([European Transport Safety Council, 2001](#));
- Индикатори безбедности саобраћаја (енг. *Safety Performance Indicators*) су мере (показатељи) које представљају оне оперативне услове саобраћаја који утичу на перформансе система безбедности саобраћаја ([Hakkert et al., 2007a](#));
 - Додела тежинских коефицијената или пондерисање (енг. *Weighting*) је метод (техника) за доделу тежинских коефицијената односно пондерисање индикатора, ([Nardo et al. 2005b](#)). Постоје два типа метода за доделу тежинских коефицијената: субјективне (експертска оцена) и објективне као што су: Факторска анализа (енг. *Factor Analysis*), Анализа кључних компоненти (енг. *Principal Component Analysis*), Анализа обавијања података (енг. *Data Envelopment Analysis*), итд..
 - Агрегација (енг. *Aggregation*) је математички модел помоћу којег се пондерисане вредности индикатора комбинују у један индекс, ([Nardo et al. 2005b](#)). Методе које се користе за агрегацију показатеља су: линеарна-, геометријска-, аритметичка агрегација, метод пондерисања оператора по утврђеном редоследу (енг. *ordered weighted averaging operators*), итд.;
 - Композитни индекс безбедности саобраћаја (енг. *Road Safety Performance Index*), (скр. КИБС) представља комбинацију одређеног сета индикатора безбедности саобраћаја којим су додељени тежински коефицијенти чиме је одређена важност односно значај индикатора, ([Hermans, 2009a](#));
 - Јавни ризик на основу пондерисаног броја настрадалих лица (енг. *Public risk based on the weighted number of casualties*), (скр. ЈПБН) представља пондерисани број страдања изражен у односу на 10.000

- становника. Коришћени пондери (тежински фактори) у анализи су:
- 1) Погинуло лице - пондер 85; 2) Тешко повређено лице - пондер 10;
 - 3) Лако повређено лице - пондер 1, ([Kukić et al., 2013](#));
- Саобраћајни ризик на основу пондерисаног броја настрадалих лица (енг. *Traffic risk based on the weighted number of casualties*), (скр. СПБН) представља пондерисани број страдања изражен у односу на 10.000 возила. Коришћени пондери (тежински фактори) у анализи су: 1) Погинуло лице - пондер 85; 2) Тешко повређено лице - пондер 10; 3) Лако повређено лице - пондер 1, ([Kukić et al., 2013](#));
 - Јавни ризик на основу повређених лица (енг. *Public risk based on the number of injured*), (скр. ЈР_Повређени) представља број повређених лица у саобраћајним незгодама у току године, изражен у односу на 10.000 становника, ([Kukić et al., 2013](#)) и
 - Саобраћајни ризик на основу броја повређених (енг. *Traffic risk based on the number of injured*) (скр. СР_Повређени) представља број повређених лица у саобраћајним незгодама у току године, изражен у односу на 10.000 возила, ([Kukić et al., 2013](#)).

У наставку су наведени изведени појмови који су дефинисани у оквиру ове докторске дисертације:

- Директни показатељи представљају показатеље који се односе на последице саобраћајних незгода као што су: број саобраћајних незгода, јавни ризик, саобраћајни ризик, саобраћајно- динамички ризик, друштвени трошкови и сл.;
- Индиректни показатељи су показатељи који одређују стање безбедности саобраћаја на „индиректан начин“ тј. у корелацији су са директним показатељима (саобраћајним незгодама и њиховим последицама). Представници индиректних показатеља су: индикатори безбедности саобраћаја (енг. *Safety performance indicators*) који се могу односити на алкохол, брзину, заштитне

- системе, итд.); индикатори који се односе на политике безбедности саобраћаја (енг. Policy performance indicators), као нпр. мере и програми безбедности саобраћаја, и многи други индикатори;
- Композитни индекс безбедности саобраћаја са ограниченим бројем индикатора (енг. Road Safety Performance Index with a limited number of SPIs (скр. КИБС_{огрⁿ}) представља комбинацију ограниченог броја индикатора безбедности саобраћаја (мањег сета индикатора) којим су додељени тежински коефицијенти;
 - Композитни индекс безбедности саобраћаја са ограниченим бројем (од три/ четири/ пет) индикатора (енг. Road Safety Performance Index with a limited number (three/ four/ five) of SPIs) (скр. КИБС_{огр³}/ КИБС_{огр⁴}/ КИБС_{огр⁵}) представља комбинацију од три/ четири/ пет индикатора безбедности саобраћаја којим су додељени тежински коефицијенти;
 - Најзначајнији индикатори безбедности саобраћаја (енг. the most significant indicators) одређују вредност композитног индекса безбедности саобраћаја који има највећу линеарну зависност са композитним индексом безбедности саобраћаја добијеног на основу свих анализираних индикатора на некој територији;
 - Најутичајнији индикатори безбедности саобраћаја у земљи (енг. the most contributing indicators per country), (скр. НУИЗ) је сет индикатора који највише доприносе (дају највећи производ вредности индикатора и њима додељене тежине) вредности композитног индекса безбедности саобраћаја добијеног на основу свих анализираних индикатора и
 - Најутичајнији индикатори безбедности саобраћаја у полицијској управи (енг. the most contributing indicators per police department), (скр. НУИП) је сет индикатора који имају највећу линеарну

зависност са композитним индексом безбедности саобраћаја добијеног на основу свих анализираних индикатора у некој полицијској управи.

1.2. Предмет и научни циљ истраживања

Због мултидисциплинарног карактера безбедности саобраћаја доносиоци одлука треба да узму у обзир бројне утицајне факторе приликом доношења одлука. Широки спектар утицајних фактора се може смањити применом композитног индекса безбедности саобраћаја, који се све више користи у поређењу територија на међународном нивоу. Представљајући значај и методологију за прорачун композитног индекса, [Saisana and Tarantola \(2002\)](#) и [Nardo et al. 2005b](#) сумирали су предности и недостатке композитног индекса. Према претходно наведеним ауторима, композитни индекс омогућава: 1) сумирање сложених и вишедимензионалних проблема дајући подршку доносиоцима одлука; 2) „ширу слику“ проблема дајући могућност лакшег тумачења проблема; 3) лакше ранигање територија када су у питању проблеми на које утиче бројни фактори; 4) јавни интерес за одређене проблеме, пружајући приказ напретка током времена; 5) смањење листе индикатора који описују одређени проблем. Основни недостаци композитног индекса су следећи: 1) композитни индекс може послати погрешну поруку односно информацију о будућем деловању, уколико се погрешно прорачуна или интерпретира; 2) „шира слика“ проблема може довести до површности у процесу одлучивању (препоручује се употреба композитног индекса са детаљним индикаторима како би се обезбедила прецизност и квалитет у одлучивању); 3) различите фазе у прорачуну композитног индекса (избор индикатора, метода нормализације, метода доделе тежинских коефицијената, метода агрегације и сл.) могу довести до погрешних закључака и због тога морају бити засноване на научним и статистичким начелима; 4) прорачун композитног индекса захтева

квалитетне и веродостојне податке о индикаторима који карактеришу проблем, што је у пракси врло тешко.

Међутим, у свету још није усвојен коначан став о овој проблематици, те бројни аутори усавршавају методологију и методе за што прецизније одређивање вредности КИБС. Прецизност и поузданост КИБС не зависи само од избора индикатора, метода за доделу тежинских коефицијената и метода за агрегацији података него и од јачине корелативне везе са саобраћајним незгодама и њиховим последицама ([Hermans et al., 2009b](#)). Различите комбинације ИБС дају различите вредности КИБС што утиче на прецизност и поузданост поређења територија. Ово је посебно изражено код поређења територија на основу индикатора који припадају свим слојевима система безбедности саобраћаја, мерених у једном временском пресеку ([Wegman et al., 2008](#)) и обезбеђује идентификацију кључних проблема и предузетих успешних мера у систему безбедности саобраћаја ([Wegman et al., 2005](#)).

Међутим, поставља се питање: *Која комбинација индикатора безбедности саобраћаја даје композитни индекс безбедности саобраћаја који је довољно прецизан, квалитетан, поуздан и обезбеђује једноставно и брзо разумевање стања безбедности саобраћаја?* Одговор на ово питање је отворене природе и захтева много истраживања укључујући што већи број индикатора безбедности саобраћаја са циљем дефинисања листе кључних и најзначајнијих индикатора који веродостојно представљају стање безбедности саобраћаја на територији. Овако идентификована листа кључних индикатора обезбеђује доносиоцима одлука једноставно уочавање кључних проблема безбедности саобраћаја и препознавање ефикасних и неефикасних мера. Слабост идентификације листе кључних ИБС на основу ширег сета индикатора се огледа у постојању и јачини корелативне везе са коначним исходима и њихове међусобне повезаности, нарочито када се у анализу уводе искључиво индикатори који су мерени у

једном временском пресеку. Неусаглашеност методологија за прорачун (креирање) КИБС доводи до различитости приликом избора индикатора и метода за прорачун КИБС. Из тог разлога, истраживање у овој докторској дисертацији је фокусирано на избор "најзначајнијих индикатора безбедности саобраћаја" који улазе у процес израчунавања композитног индекса са ограниченим бројем индикатора у условима недоступности или оскудности података.

Досадашњим истраживањима о поређењу територија дефинисане су благовремене мере за унапређење стања безбедности саобраћаја и идентификоване су успешне праксе. Такође, аутори су препоручили да се што шири сет прихватљивих и доступних ИБС укључи у прорачун композитног индекса ([Al- Haji, 2005, 2007](#); [Wegman et al. 2008](#); [Shen et al., 2015a](#)) уз проверу осетљивости ([Hermans et al., 2007, 2009b](#); [Hermans, 2009a](#); [Shen et al., 2011b](#)). То није нимало једноставно, јер нису доступни подаци о индикаторима у међународним и националним базама и зато што се њихове дефиниције значајно разликују. Компромис између потребе (што више индикатора) и стварног стања (доступности само одређеног броја индикатора за одређене територије) јесте идентификација сета најзначајнијих индикатора безбедности саобраћаја. Овај сет индикатора имају највећи утицај на КИБС и има највећу корелативну везу са коначним рангом територија ранжираних на основу вредности КИБС добијеног на основу свих анализираних индикатора. На тај начин се делимично превазилази проблем доступности података тако што се смањује број индикатора који улазе у композитни индекс. Због ограничене доступности података о истим индикаторима за што већи број територија у одређеном периоду, број укључених индикатора може да варира. Композитни индекс добијен на основу ширег сета индикатора обезбеђује прецизнију идентификацију кључних проблема и успешних мера за унапређење безбедности саобраћаја на територији. Ипак, $КИБС_{огр}^n$ (добијен на основу ужег сета индикатора) представља довољан и ефикасан начин за праћење

и разумевање проблема безбедности саобраћаја те подстиче развој одрживог система периодичног мерења индикатора код ниже ранжираних територија. Оптималним избором индикатора могуће је на једноставнији начин пратити стање безбедности саобраћаја те поредити што већи број територија.

Основни циљ ове докторске дисертације јесте развој оригиналне, научно признате и прикладне методологије за прорачун композитног индекса безбедности саобраћаја са ограниченим бројем индикатора ($КИБС_{огр^n}$) који се може користити за веродостојно поређење територија (земље, региони, локалне заједнице, полицијске управе и сл.). У ту сврху, кориштена је ДЕА метода за оптимизацију и избор најзначајнијих индикатора (комбинација од пет, четири или само три ИБС). Овај метод обезбеђује релевантну, поуздану и упоредиву вредност $КИБС_{огр^n}$ и која има најјачу линеарну зависност са вредношћу ИБС добијеног на основу свих ИБС. У зависности од типа $КИБС_{огр^n}$ вршена је упоредна анализа ранга територија, наглашавајући јачину корелативне везе са коначним исходима (стопа смртности, пондерисани јавни и саобраћајни ризик, степен људског развоја и сл.). Применом поменути методологије, идентификовани су најзначајнији индикатори безбедности саобраћаја за земље на међународном нивоу на основу мерених индикатора у само једном временском пресеку, као и најзначајнији индикатори за полицијске управе на националном нивоу који су мерени у неколико временских пресека. На овај начин је омогућено поређење већег броја територија јер се смањују напори за прикупљање и праћење индикатора, што индиректно утиче на развој и успостављање периодичног и одрживог система праћења индикатора безбедности саобраћаја у анализираним територијама.

У том контексту, спроведено истраживање обезбеђује идентификовање најутицајнијих индикатора у анализираним територијама и даје могућност праћења заједничких комбинација ИБС. Такође, истраживање обезбеђује

стандардизацију индикатора и дефинисање кључне листе заједничких индикатора за поређење. Практично, анализа је показала да је могуће са $KIBS_{org}^n$ веродостојно поредити територије у условима када је доступност истих индикатора за што већи број територија кроз неколико временских пресека, прилично ограничена.

Кориштена методологија за прорачун $KIBS_{org}^n$ је универзална, отвореног карактера и омогућава проширење података за анализу у три правца: 1) просторни: могуће је укључити већи број земаља, региона и сл. (територија) тако што би се додали одговарајући подаци; 2) временски: могуће је обухватити више година (временских пресека) и 3) квантитативни: укључити већи број, односно другачије индикаторе. Имајући наведено у виду, овај концепт је значајан за развој КИБС. На овај начин се јача веродостојност, прихватљивост и будући развој композитног индекса безбедности саобраћаја са ограниченим бројем индикатора за анализирани сет података.

1.3. Полазне хипотезе и образложење мотива

Докторска дисертација заступа **основну хипотезу** да се на основу композитног индекса безбедности саобраћаја са ограниченим бројем улазних индикатора може прецизно оценити стање безбедности саобраћаја, а потом и међусобно поредити подручја по нивоу (рангу) композитног индекса. Имајући то у виду, испитана је прецизност $KIBS_{org}^n$ у односу на избор комбинације улазних индикатора. Шире гледајући, прецизност и квалитет композитног индекса зависи од броја индикатора безбедности саобраћаја који се прате на територији. Наиме, користећи већи број улазних индикатора, добија се прецизнија оцена стања безбедности саобраћаја, али се довољна прецизност може добити и са пет, четири или само три улазна показатеља, посебно у реалним условима тј. у условима недоступности и/ или недостатка података.

Мотив за избор ове теме је проистекао из актуелности, свеобухватности и занимљивости теме. У свету још није усвојен коначан став о овој проблематици, те бројни аутори усавршавају методологију и метод за што прецизније одређивање вредности композитног индекса са једне стране и што прецизнијег и једноставнијег начина представљања нивоа безбедности саобраћаја на територији. Међутим, највећи степен различитости се примећује код избора индикатора за прорачун композитног индекса безбедности саобраћаја ([Hermans et al., 2009b](#)). Наиме, избор индикатора је један од најзахтевнијих корака у прорачуну композитног индекса и највише доприноси квалитету композитног индекса.

Дефинишући комбинације индикатора који ће ући у прорачун композитног индекса, могуће је на једноставан начин пратити стање безбедности саобраћаја у реалним условима тј. условима оскудности или недоступности података. На тај начин се тежња усмерава на дефинисање „прага“ за „безбедно“ односно „небезбедно“ подручје (земља, регион, ентитет, полицијску управу и сл.) са циљем дефинисања одговарајућих мера за унапређење стања безбедности саобраћаја у подручјима која имају низак КИБС.

1.4. Методи истраживања и основна ограничења у истраживању

У докторској дисертацији су кориштене следеће **методе научног истраживања**: компарација; једнострука корелациона анализа; анализа обавијања података (Data Envelopment Analysis, DEA) и упоредна анализа. Као методе за агрегацију показатеља кориштене су: метод пондерисања оператора по утврђеном редоследу (енг. ordered weighted averaging (OWA)) и линеарна агрегација. Метод пондерисања оператора по утврђеном редоследу (OWA) је врло употребљива метода за агрегацију показатеља приликом прорачуна КИБС јер омогућава доносиоцима одлука/ субјектима система безбедности саобраћаја/ експертима на националном нивоу да усагласе ставове око језичке формулације критеријума за потребе

ове методе ([Hermans, 2009a](#)). Ово доприноси високом степену прихватљивости добијених резултата, што на крају обезбеђује једноставно дефинисање благовремених мера за унапређење стања безбедности саобраћаја. Метод линеарне агрегације је кориштен по препорукама [Nardo et al., 2005a](#) и препорукама [Pešić, 2012a](#) који је вршио тестирање, при чему је метод линеарне агрегације добио најбољу оцену према унапред дефинисаним критеријумима.

Развој система за периодично праћења индикатора безбедности саобраћаја и оправданост улагања територија у праћење најзначајнијих индикатора безбедности саобраћаја, треба посматрати кроз следећа ограничења:

- **прецизност и поузданост избора најзначајнијих индикатора пропорционално расте са бројем укључених индикатора** (на основу више анализираних индикатора, добија се прецизнија листа најзначајнијих индикатора);
- врло је захтевно да **велики број територија мери и прати што шири спектар индикатора безбедности саобраћаја** јер је неопходно да имају развијен поуздан систем прикупљања података и усклађене методологије за мерење и праћење одређеног сета индикатора;
- **недоступност, оскудност, упитан квалитет доступних података, различитост у дефиницијама** индикатора безбедности саобраћаја, као и **слаба међусобна корелативна зависности** улазних елемената са коначним излазима;
- код поређења на међународном нивоу, једно од ограничења овог истраживања јесте избор **само једног индикатора из сваке области ризика** (на што је указано у [Gitelman et al., 2010](#)). Ово је посебно изражено у делу индикатора који се односе на брзину и алкохол. Ови индикатори су преузети из SARTRE (The Social Attitudes to Road

Traffic Risk in Europe) пројекта и њихове вредности се заснивају на **субјективним проценама испитаника**.

- код поређења територија на националном нивоу, потребно је истаћи ограничење које се односи на вредности индикатора безбедности саобраћаја за оне **временске пресеке за која нису вршена мерења на терену** (нпр. „процент возача у саобраћајном току под утицајем алкохола“ и „процент прекорачења путничких аутомобила за преко 10 km/h“ су мерени само једанпут годишње, у јесен). У будућности треба тежити за оним индикаторима коју се мере два пута годишње, изузев ако методологијом за праћење индикатора није другачије дефинисано.

1.5. Приказ садржаја докторске дисертације

У **поглављу бр. 1.** су представљени основни и изведени појмови који су кориштени у овој докторској дисертацији. Детаљно је образложен мотив за избор теме, полазне хипотезе, ужи и шири предмет и циљ истраживања. На крају су дата ограничења при истраживању тј. поређењу територија на међународном и националном нивоу и правци будућих истраживања.

Поглавље бр. 2. даје приказ бројних светских искустава у области праћења стања безбедности саобраћаја. Акцент је усмерен на четири сегмента праћења стања безбедности саобраћаја (наводећи од доле према горе) и то: 1) понашање и ставови учесника у саобраћају; 2) индикатори безбедности саобраћаја; 3) саобраћајне незгоде и 4) последице саобраћајних незгода.

У **поглављу бр. 3.** је дат литерарни преглед у складу са PRISMA-P (*Preferred Reporting Items for Systematic review and Meta-Analysis Protocols*) 2015 протоколу за преглед литературе и мета анализу. Анализирана литература је систематизована и дати су одговори на кључна питања:

- Који типови индикатора безбедности саобраћаја се најчешће користе за прорачун КИБС?

- Који кључни индикатори безбедности саобраћаја се најчешће користе за прорачун КИБС?
- Која метода за доделу тежинских коефицијената се најчешће користи за креирање КИБС и како утиче на његову вредност?
- Која метода агрегације података се најчешће користи за креирање КИБС?
- Који дизајн КИБС веродостојно и поуздано представља стање безбедности саобраћаја на територији?

Одговори на постављена питања у овом поглављу су дали смернице за развој методологије за прорачун композитног индекса безбедности саобраћаја са ограниченим броје индикатора и анализе добијених резултата.

Поглавље бр. 4. се бави поређењем територија- земаља на међународном нивоу. У њему су дате информације о простору (земљама) које су биле предмет истраживања, периоду којима припадају доступни подаци о индикаторима безбедности саобраћаја и коришћеном софтверу за метод оптимизације избора индикатора (генерисања комбинација индикатора) безбедности саобраћаја. У овом поглављу представљени су резултати примењене методологије на одабране земље. Наиме, међународни ниво поређења територија обухвата 21 земљу Европске уније укључујући Швајцарску. Подаци за међународни нивоу су преузети из [Hermans, 2009a](#). Прорачун вредности композитног индекса се заснива на примени DEA метода. Тежински коефицијенти индикатора су одређивани применом експертске методе расподеле буџета (енг. Budget allocation). Као метода за агрегацију показатеља коришћена је метода за пондерисање оператора по утврђеном редоследу (енг. Ordered Weighted Averaging (OWA)) и линеарна агрегација (енг. Linear Aggregation). Развој система комбинација, метод оптимизације и прорачун $KIBS_{opt}^n$ вршен је помоћу програма IBM CPLEX а према унапред исписаном алгоритму. Корелациона анализа између

променљивих је спроведена помоћу програма IBM SPSS v.20, док су све остале анализе вршене у MS Excel-у.

Поред територијалне, постоји друга, важнија разлика у подацима који су анализирани кроз докторску дисертацију. Подаци за међународни ниво представљају тренутни пресек стања (енг. „snapshot“ или „footprint“) у погледу одабраних шест индикатора безбедности саобраћаја и припадају периоду од 2002. до 2008. године. Осам индикатора безбедности саобраћаја који су одабрани и анализирани за национални ниво (полицијске управе у Србији) припадају периоду од 2014. до 2016. године и резултат су периодичног система мерења (временска серија мерења или енг. times series), те обезбеђује примену корелационе анализе за избор најугицајнијих индикатора по полицијским управама у Србији, што је наглашено у **Поглављу бр. 5.**

У овом поглављу детаљно је представљен начин избора индикатора безбедности саобраћаја који треба да уђу у прорачун композитног индекса на националном нивоу, односно на подручју Србије. Национални ниво обухвата свих 27 полицијских управа у Србији. Подаци су добијени из базе података Агенције за безбедност саобраћаја Србије (погледати линк: <http://www.abs.gov.rs/gis-baza>). Индикатори су бирани на основу јачине корелационе везе са коначним излазима безбедности саобраћаја и то: 1) *Јавни ризик на основу пондерисаног броја настрадалих лица*; 2) *Саобраћајни ризик на основу пондерисаног броја настрадалих лица*; 3) *Јавни ризик на основу повређених лица* и 4) *Саобраћајни ризик на основу повређених лица*. Кроз анализираних три године тј. од почетка мерења ИБС на територије Србије, подаци су мерени на полугодишњем нивоу тако да су за анализу кориштени подаци за шест временских пресека (пролеће 2014. год.; јесен 2014. год.; пролеће 2015. год.; ...; јесен 2016. год.).

Дискусија резултата у оквиру **поглавља бр. 6.** је усмерена на два аспекта: 1) Поређење и рангирање територија на међународном и националном нивоу

и 2) Идентификација ИБС који највише учествују у вредности композитног индекса и приоритетних фаза за праћење индикатора на међународном и националном нивоу. Даље, представљени су научни доприноси ове докторске дисертације са освртом на примену резултата у систему управљања безбедности саобраћаја на међународном и националном нивоу, а у условима оскудности и недоступности података о индикаторима безбедности саобраћаја.

Закључци и правци даљег истраживања су сумирани у поглављу бр. 7. У њему су сумирани најзначајнији резултати рада, представљена су ограничења овог истраживања и дате су препоруке за будућа истраживања.

Оцена безбедности саобраћаја на основу
КОМПОЗИТНОГ ИНДЕКСА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА
Докторска дисертација, Саобраћајни факултет, 2018



2.

**ПРАЋЕЊЕ СТАЊА
БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА**

2. ПРАЋЕЊЕ СТАЊА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА

У овом поглављу, акценат је дат различитим сегментима праћења стања безбедности саобраћаја са освртом на улогу и допринос сваког сегмента на управљање безбедношћу саобраћаја. На почетку поглавља представљена је пета фаза (парадигма) развоја теоријске мисли о безбедности саобраћаја која траје од 2000. године до данас. Ову фазу карактерише увођење појма „индикатора безбедности саобраћаја“ ([Поглавље 2.1.](#)). Даље, представљени су сегменти праћења безбедности саобраћаја ([Поглавље 2.2.](#)) на територији и то: 1) саобраћајне незгоде и њихове последице; 2) индикатори безбедности саобраћаја са посебним освртом на: појам, дефиниције, место у систему безбедности саобраћаја и област дефинисања индикатора и 3) понашање и ставови учесника у саобраћају. У [Поглављу 2.3.](#) су дати најзначајнији закључци истичући важност савременог, хуманог начина праћења стања безбедности саобраћаја и његов значај за праћење стања безбедности саобраћаја на територији.

2.1. Проблем безбедности саобраћаја

Друштво као целина, није одувек на исти начин схватало проблем безбедности саобраћаја. Проблем саобраћајних незгода није имао исту важност, нити је третиран и решаван на исти начин.

Развијене земље су се знатно раније суочиле са овим проблемима, пре су схватиле природу и озбиљност, те су много раније почеле радити на превазилажењу проблема небезбедности на путевима.

Друштво је прошло кроз неколико фаза разумевања и решавања проблема безбедности саобраћаја на путевима које могу бити дефинисане на различите начине. До сада је дефинисано и анализирано 5 парадигми безбедности саобраћаја, као што је приказано у [Табели 2.1.](#)

Табела 2.1. Парадигме безбедности саобраћаја

Аспекти	Парадигма I	Парадигма II	Парадигма III	Парадигма IV	Парадигма V
Период трајања	1900 - 1925/35	1925/35 - 1965/70	1965/70 - 1980/85	1980/85 - 1995/2000	од 1995/2000 до данс
Кратак опис	Контрола моторног саобраћаја	Управљање саобраћајним ситуацијама	Управљање саобраћајним системом	Управљање транспортним системом	Управљање транспортом и системом безбедности саобраћаја
Главне мере	Законска принуда	Примена инжењерских мера за возила и путеве, психологија	Саобраћајно инжењерство и медицина, статистичка обрада података	Напредна технологија, анализа система, социологија, комуникација	Интегрисани приступ са освртом на: координацију и кооперацију између свих нивоа
Појмови кориштени за нежељене догађаје	Судар	Незгода	Незгода, жртва	Патња, трошкови	Патња, трошкови, друштвена (национална) срамота
Претпоставке у вези безбедности	Прелазни проблем, случајна грешка	Проблем индивидуе, недостатак морала и вештина	Отказ саобраћајног система	Изложеност ризику	Глобални проблем, Индикатори безбедности саобраћаја („хумано“ праћење стања)
Подаци и концепти истраживања	Основна статистика, одговор на питање „Шта?“	Узроци незгода; одговор на питање „Зашто?“	Анализа уложеног и добијеног изражено кроз питање „Како?“	Више-димензионални	Више-димензионални
Организациона форма	Одвојени напори (суђење и испитивање грешака)	Усклађени напори на волонтерској бази	Напори у складу са програмима, политички верификовани	Децентрализац ија, управљање на локалу	Од глобалног, кроз национални до локалног нивоа („Мисли глобално, делуј локално“)
Типичне контра-мере	Преглед возила и контрола у околини школа	Доктрина ЗЕ, анализа возача склоних незгодама	Комбинација мера за смањење ризика	Повезивање и цена	„Safe system approach“
Ефекти	Постепено повећање саобраћајних и здравствених ризика	Убрзано повећање здравствених праћено смањењем саобраћајних ризика	Узастопно смањење здравствених и саобраћајних ризика	Континуирано смањење саобраћајних незгода са смртним последицама	Континуирано смањење стреса, незгода, патње и укупних трошкова

Извор: Organisation For Economic Co-Operation And Development Road Transport Research (https://en.wikipedia.org/wiki/Management_systems_for_road_safety, 22.02.2018)

Парадигма V (од 1998. године) обезбеђује услове за глобално управљање безбедности на путевима. Национални системи безбедности саобраћаја успостављени су у најразвијенијим земљама, у парадигми 4 (од 1980/85).

Резултат таквог развоја била је поларизација земаља на оне које су успеле значајно смањити број жртава и оне које нису имале заштитни систем од саобраћајних незгода. Након што су развијени јаки заштитни системи и повољни трендови који су успостављени у најразвијенијим земљама, више пажње се усмеравало на остатак света, тј. на средње и ниско развијене земље.

Оно што је битно нагласити у овој фази јесте документ под називом „Индикатори безбедности саобраћаја“ (енг. *Transport safety performance indicators*) из 2001. године, који је објавио Европски савет за безбедност саобраћаја ([European Transport Safety Council, 2001](#)). Тиме се практично увео појам „индикатора безбедности саобраћаја“ и поставио основу за другачији, савремени начин праћења стања безбедности саобраћаја. Поред тога, овим документом је представљена веза индикатора безбедности саобраћаја са саобраћајним незгодама и њиховим последицама, те су представљене успешне праксе мерења најзначајнијих индикатора у одабраним земљама.

Пошто је познато да развој неке науке односно неке области зависи од развијених мерења, мерних инструмената и прецизности мерења, слична се аналогија може применити и на безбедност саобраћаја ([Pešić, 2012a](#)). Да би се примениле адекватне мере ради унапређења безбедности саобраћаја претходно је неопходно ([Lipovac, 2008](#)):

- утврђивање постојећег стања;
- дефинисање жељеног стања и
- конструкција управљачких мера за унапређење.

Циљ мерења у безбедности саобраћаја јесте утврђивање чињеничног стања односно нивоа безбедности/небезбедности неке појаве. Из тих разлога, праћењем показатеља безбедности саобраћаја омогућава се утврђивање постојећег стања и предвиђање будућег стања посматраног показатеља. Предност праћења показатеља безбедности саобраћаја јесте утврђивање ефеката употребљених мера за унапређење безбедности саобраћаја.

Показатељи безбедности саобраћаја представљају измеритеље појава у безбедности саобраћаја. Дакле, показатељи су мере у безбедности саобраћаја и могу се изражавати *квантитативно* и *квалитативно*. Први начин је најчешћи, нпр. нумерички податак о броју и/или последицама саобраћајних незгода. Са друге стране, квалитативни показатељи су показатељи, који на дескриптиван (описни) начин дају величину мере неке појаве у саобраћају (нпр. "веома безбедно", "средња вредност индикатора безбедности саобраћаја", итд.).

Генерално посматрајући, показатељи безбедности саобраћаја се могу поделити у две категорије, а то су: директни и индиректни показатељи безбедности саобраћаја. Рад на безбедности саобраћаја се у основи заснива на директним показатељима безбедности саобраћаја ([European Transport Safety Council, 2001](#)). Они произилазе из саобраћајних незгода и последица тих незгода (број погинулих лица, број тешко и лако повређених лица, материјална штета). Суштински, директни показатељи представљају негативне последице одвијања саобраћаја. Недостаци директних показатеља безбедности саобраћаја су ([European Transport Safety Council, 2001](#)):

- број саобраћајних незгода/ повреда је последица флукуације (нестабилности) што значи да краткорочна промена вредности овог показатеља не одражава систем у дугорочном периоду;
- извештавање о саобраћајним незгодама и њиховим последицама у званичној статистици је непотпуна;
- број саобраћајних незгода не говори о процесима који доводе до саобраћајне незгоде (посебно ако се посматра дужи временски период) и
- у циљу ефикасне мере за смањење саобраћајних незгода и њихових последица, неопходно је разумети процес који доводи до настанка истих.

Препознати недостаци код директних показатеља безбедности саобраћаја, могуће је превазићи индиректним показатељима безбедности саобраћаја. Индиректни показатељи безбедности саобраћаја су оне појаве које доприносе настанку саобраћајне незгоде као што су: *вожња под дејством алкохола, употреба сигурносног појаса, прекорачење ограничења брзине, степен моторизације, број и тежина конфликта у саобраћају, ниво изложености у саобраћају, и сл.*

Када су у питању индиректни показатељи безбедности саобраћаја (или индикатори безбедности саобраћаја), пажња се све више усмерава на показатеље/мере понашања, безбедности путева, капацитете институција, квалитет услуге збрињавања након саобраћајних незгода и сл..

Индиректни показатељи безбедности саобраћаја не односе директно на саобраћајне незгоде и последице тих незгода, већ се односе на појаве, које су мање или више повезане са саобраћајним незгодама и последицама саобраћајних незгода ([Pešić, 2012a](#)) као нпр. већи проценат коришћења сигурносних појасева указује на већу безбедност, јер су, по правилу, последице саобраћајних незгода мање због употребе сигурносног појаса ([Salzberg et al., 2002](#); [Stephoe et al., 2002](#); [Koushki et al. 2003](#) и [Elvik et al., 2004](#)), веће брзине кретања возила указују на веће последице саобраћајних незгода, јер су, по правилу, сударне брзине веће и сл.

У наставку овог поглавља дат је осврт на различите сегменте праћења стања безбедности саобраћаја.

2.2. Сегменти праћења стања безбедности саобраћаја

Генерално, праћење стања безбедности саобраћаја можемо поделити у четири сегмента као на [Слика 2.1](#). Традиционални приступ подразумева праћење стања на основу саобраћајних незгода и њихових последица, док савремени приступ подразумева праћење стања на основу индикатора безбедности саобраћаја као и ставова учесника у саобраћају о појединим факторима ризика који доприносе настанку саобраћајне незгоде.



Слика 2.1. Сегменти праћења стања безбедности саобраћаја

2.2.1. Саобраћајне незгоде и њихове последице

Традиционални приступ праћења и оцењивања стања безбедности саобраћаја темељи се искључиво на **подацима о саобраћајним незгодама и последицама саобраћајних незгода**. Према величини која карактерише, показатељи безбедности саобраћаја се дијеле на *апсолутне* (енг. *output indicators*) и *релативне* (енг. *final outcomes*) показатеље безбедности саобраћаја ([Lipovac, 2008](#)).

Апсолутни показатељи безбедности саобраћају су нумеричке вредности које се добијају на једноставан начин, бројањем односно евидентирањем и то су:

- број настрадалих;
- број погинулих у саобраћајним незгодама;
- број теже повређених;
- број лакше повређених и
- величина материјалне штете.

Поред наведеног, излазни показатељи могу да узму у обзир структуру саобраћајних незгода и последица, величину материјалне штете и сл.

Релативни показатељи безбедности саобраћаја се добијају као количник неког од апсолутних показатеља (о броју незгода или последица незгода) и неке друге значајне величине или неког другог апсолутног показатеља безбедности саобраћаја (број становника, број возача, број возила, број пређених километара, дужина деонице пута, број тона километара, број путних километара итд.). Најчешће кориштени релативни показатељи безбедности саобраћаја су ([Lipovac, 2008](#)):

- **Јавни ризик** – годишњи број смртно страдалих особа у саобраћајним незгодама у односу на број становника;
- **Саобраћајни ризик** – годишњи број смртно страдалих особа у саобраћајним незгодама у односу на број регистрованих моторних возила и
- **Динамички ризик** – годишњи број смртно страдалих особа у саобраћајним незгодама у односу на извршени транспортни рад (пређених километара, возило- километара, путник- километара, тона- километара).

Међутим, приликом анализе и поређења према овим показатељима неопходно је проверити да ли се дефиниције подударају између територија које се пореде. Наиме, највеће разлике у дефиниција се јављају код динамичког ризика о чему ће више речи бити у [Поглављу 3](#). ове докторске дисертације.

У свим земљама је, у првој фази развоја безбедности саобраћаја, традиционални приступ био једини начин праћења безбедности саобраћаја. Овакав приступ није хуман (стање се оцењује тек када су настале последице), нити даје могућност препознавања горућих проблема које је потребно хитно решавати. Наиме, систем безбедности саобраћаја представља један одбрамбени систем од саобраћајних незгода. Да би овај систем функционисао и „лечио“ потребно је деловати узрочно а не последично.

2.2.2. Индикатори безбедности саобраћаја

Данас се чине напори да се унапреди традиционални начин праћења. У том смислу, у свету се развија савремени начин управљања безбедности саобраћаја, који се заснива на праћењу широког спектра индикатора безбедности саобраћаја. Праћење индикатора безбедности саобраћаја (као додатак праћењу саобраћајних незгода, повреда и погинулих у саобраћају) је један од савремених приступа који има највише потенцијала за унапређење безбедности саобраћаја.

Појам индикатора безбедности саобраћаја

Схватајући проблем мерења на глобалном нивоу, Европски савет за безбедност саобраћаја је дефинисао појам „перформансе система безбедности саобраћаја“ (енг. Safety Performance) и „индикатора безбедности саобраћаја“ (енг. Safety Performance Indicators, скр. SPIs).

Такође, [European Transport Safety Council, 2001](#) и [Luukkanen, 2003](#) сматрају да индикатори безбедности саобраћаја дају квалитетнију и потпунију слику нивоа безбедности саобраћаја и процеса који могу довести до саобраћајних незгода. У наставку је дат преглед неколико дефиниција индикатора безбедности саобраћаја:

Дефиниција ([European Transport Safety Council, 2001](#)):

„Промена нивоа безбедности саобраћаја у току времена, изражена кроз смањење броја саобраћајних незгода и последица саобраћајних незгода представља побољшање перформанси система безбедности саобраћаја. Индикатори безбедности саобраћаја представљају било коју меру која је узрочно везана за саобраћајне незгоде и последице саобраћајних незгода“

Дефиниција ([Hakkert et al, 2007a](#)):

„Индикатори (показатељи перформанси) безбедности саобраћаја су мере (показатељи) оних радних услова у друмском саобраћајном систему који утичу на перформансе безбедности саобраћаја.“

Дефиниција ([Hermans, 2009a](#)):

„Индикатори безбедности саобраћаја представљају био коју меру која је узрочно везана са саобраћајним незгодама или последицама, употребљену уз број саобраћајних незгода или последице а којом се указује на перформансе безбедности саобраћаја или боље разумевање процеса који доводе до саобраћајних незгода.“

Дефиниција ([Кукић, 2014](#)):

„Индикатор безбедности саобраћаја – је показатељ стања безбедности саобраћаја који не представља конкретан број саобраћајних незгода или последица, дакле није излазни или коначан показатељ стања безбедности саобраћаја, али је у одређеној каузалној вези са овим показатељима, односно настанком саобраћајних незгода.“

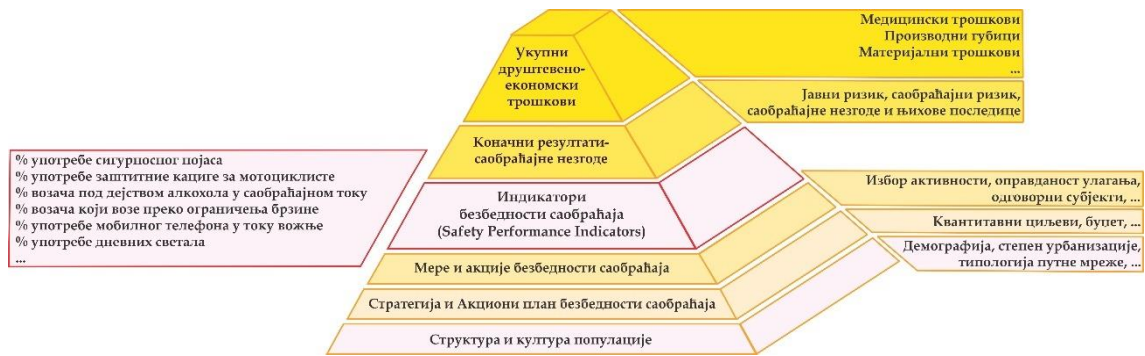
Претходне дефиниције се могу систематизовати у једну дефиницију индикатора безбедности саобраћаја и то:

Индикатори безбедности саобраћаја (Safety Performance Indicators) су међуизлазни показатељи који мере ниво промене стања безбедности саобраћаја у току времена а који имају јаку корелативну везу са коначним исходима (излазним показатељима).

Праћење индикатора безбедности саобраћаја на свим нивоима (међународни, национални, регионални, локални, и сл.) помаже дефинисању проблема безбедности саобраћаја, одговорности и оптималних контрамера које ће највише допринети унапређењу безбедности саобраћаја.

Место индикатора безбедности саобраћаја у систему безбедности саобраћаја

У основи вертикалне хијерархије система безбедности саобраћаја налази се структура и култура становништва, законска и друга решења на одређеној територији. На основу ових социолошких и културолошких карактеристика, друштвених, моралних и законских мера дефинишу се **политике безбедности саобраћаја**. Из политика безбедности саобраћаја произилазе, дефинише и усваја се **стратегија безбедности саобраћаја** на одређеној територији. Стратегија, између осталог, одређује постојеће стање, квантитативне и квалитативне циљеве и кључне области рада у безбедности саобраћаја. На основу стратегије доносе се **акциони (стратешки) планови безбедности саобраћаја** који дефинишу најважније мере и активности које ће се предузимати у посматраном периоду (обично једна, две или пет година), одговорне субјекте и потребна средства за реализацију истих. Када се спроводе мере, најпре се виде први, непосредни, **међурезултати (енг. Intermediate outcomes)** који се могу мерити **индикаторима безбедности саобраћаја (енг. Safety Performance Indicators)**. Ови резултати су у тесној корелацији са очекиваним **бројем незгода и величином последица незгода** (погинули, повређени и материјалне штете) који одређују **укупне друштвено-економске трошкове саобраћајних незгода**. У ланцу: **ПОЛИТИКА (СТРАТЕГИЈЕ) - ПЛАН - МЕРЕ - САОБРАЋАЈНЕ НЕЗГОДЕ - ДРУШТВЕНО- ЕКОНОМСКИ ТРОШКОВИ НЕЗГОДА, међурезултати и индикатори безбедности саобраћаја** су заузели веома значајно место ([Слика 2.2.](#)). Анализирајући елементе система безбедности саобраћаја може се закључити да индикатори безбедности саобраћаја допуњују слику о стању и проблемима безбедности саобраћаја и пре него што се догоде саобраћајне незгоде. На пример, политиком се одређује да ће се смањивати страдање на путевима, а стратегијом се утврђује да ће употреба сигурносних појасева бити кључна област рада. Акционим планом се дефинишу мере у циљу унапређења употребе сигурносног појаса, а саобраћајна полиција и други субјекти спроводе дефинисане мере.

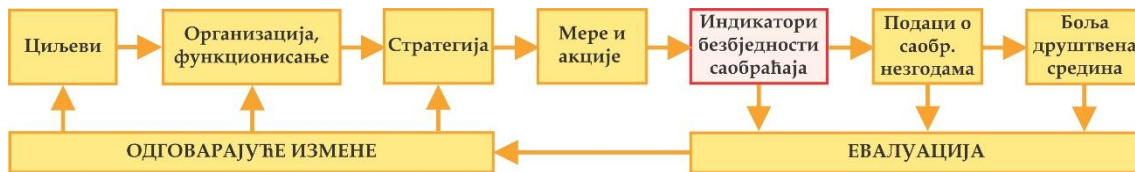


Слика 2.2. Вертикална хијерархија елемената система безбедности саобраћаја (прилагођена у складу са [Land Transport Safety Authority, 2000](#); [European Transport Safety Council, 2001](#); [Vis et al., 2005](#) и [Lipovac et al., 2012](#))

Непосредни резултат (међурезултат) је побољшање у погледу употребе сигурносних појасева (унапређени прописи, возила, знање, ставови, понашање у овој области), а индикатори којима се мери стање су проценти употребе сигурносног појаса, (за возаче, сувозаче, путнике на задњем седишту, у насељима, на отвореним путевима, на аутопутевима). Коначан резултат је смањење броја и последица саобраћајних незгода проузрокованих некориштењем сигурносног појаса, односно смањивање укупних друштвено- економских трошкова саобраћајних незгода. Претходна слика показује, да индикатори безбедности саобраћаја представљају везу између управљачких мера (стратегија, акционих планова, мера и акција у безбедности саобраћаја) и нежељених последица одвијања саобраћаја односно саобраћајних незгода ([Vis et al., 2005](#)). Такође, [Hakkert et al., 2007a](#) је представио модел управљања безбедношћу саобраћаја у ком су индикатори безбедности саобраћаја налазе у тзв. оперативним условима саобраћаја (као што су: прекорачење брзине, употреба сигурносног појаса, и сл.).

У сваком од нивоа у оквиру пирамиде је могуће дефинисати одговарајуће индикаторе безбедности саобраћаја, који би евентуално могли бити добри параметри за дефинисање стања безбедности саобраћаја ([Pešić and Antić, 2012b](#)). Овакав приступ се може применити на глобалном (међународном),

националном или локалном нивоу, али и на нивоу појединих субјеката (нпр. могу се дефинисати и пратити индикатори безбедности саобраћаја значајни за рад саобраћајне полиције). [Pešić and Antić, 2012b](#) су графички (Слика 2.3.) представили унапређен модел који показују место индикатора безбедности саобраћаја у целом циклусу унапређења система безбедности саобраћаја.



Слика 2.3. Место индикатора безбедности саобраћаја у систему управљања безбедношћу саобраћаја ([Pešić and Antić, 2012b](#))

Према ауторима, индикатори безбедности саобраћаја служе за евалуацију и вредновање употребљених мера за унапређење система безбедности саобраћаја. Тиме се постиже ефекат „бумеранга“ односно што се више капацитета улаже у управљачке мере, то ће резултати бити приближнији унапред дефинисаном - жељеном стању.

Прецизније анализирајући претходне две деценије са аспекта праћења и оцене нивоа безбедности саобраћаја, у научној литератури се примећују слични, али и различити ставови када је у питању одабир оних индикатора који најрелевантније представљају систем безбедности саобраћаја на неком подручју (више детаља о избору индикатора за оцену нивоа безбедности саобраћаја у [Поглављу 3.](#)).

Области дефинисања индикатора безбедности саобраћаја

Према препорукама у Извештају "Индикатори безбедности саобраћаја" ([European Transport Safety Council, 2001](#)) издвојено је седам основних подручја (области) за развој индикатора:

- Алкохол и дроге;
- Брзина;

- Заштитни системи;
- Дневна светла;
- Возила;
- Путеви и
- Здравствена заштита.

[Hermans et al., \(2007, 2008a, 2008b, 2009a, 2009b\)](#); [Shen et al. \(2011a, 2011b\)](#); [Pešić, 2012a](#) су уважили ове препоруке бавећи се проблемом оцене нивоа безбедности саобраћаја на територији. Са друге стране, „Глобалним планом Деценије акције безбедности на путевима 2010-2020“ ([World Health Organization, 2011a](#)), представљена је основа система безбедности саобраћаја, кроз пет стубова, а то су:

- организација и управљање безбедношћу саобраћаја;
- безбеднији путеви;
- безбеднија возила;
- безбеднији учесници у саобраћају и
- нега након саобраћајне незгоде.

Наведене области дефинисања индикатора (према [European Transport Safety Council, 2001](#)) обухватају четири стуба (2-5), док први стуб није обухваћен. Са друге стране, није случајно што се „организација и управљање безбедношћу саобраћаја“ налази на првом месту у систему безбедности саобраћаја према [World Health Organization \(2011a\)](#). Наиме, систем безбедности саобраћаја у највећој мери зависи од расположивих капацитета, унапред дефинисаних стратегија и програма и укључености субјеката у предузимање мера за унапређење безбедности саобраћаја ([Lipovac et al., 2014a, 2014b](#)). Најчешће се при спровођењу активности јавља проблем ниског нивоа професионализма у безбедности саобраћаја. Последица таквог стања јесте нестручно, „ad hoc“ бављење безбедношћу саобраћаја, немогућност дефинисања квалитетних и ефикасних мера, недостатак праћења ефеката спроведених мера, трошење скромних

финансијских средстава и других ресурса на контрамере које не дају највеће ефекте, итд.

У свету су примењивани различити концепти управљања безбедности саобраћаја. Резултати и закључци су скоро идентични: само координисано деловање субјекта може допринети вишем нивоу безбедности на путевима ([Centre for Accident Research and Road Safety Queensland, 2011](#) и [Bourgondien, 2012](#)). Схватајући претходно наведени проблем, поставља се питање: *Да ли је корисно пратити индикаторе безбедности саобраћаја у држави или локалној заједници, ако не постоје капацитети (разумевање) који ће спровести кључне закључке истраживања?* Одговор на ово питање се крије у утврђивању расположивих капацитета на одређеном подручју. За оцењивања капацитета државе односно локалне заједнице [Al Haji \(2005\)](#) и [Bliss and Breen \(2009\)](#) су користили модел бенчмаркинга (енг. benchmarking), да би утврдили постојеће стање расположивих ресурса за организацију и управљање безбедношћу саобраћаја. Тек након реализације ове фазе, има смисла реализовати процес бенчмаркинга на остале стубове препоручене од [World Health Organization \(2009a\)](#). Поред тога, важно је дефинисање индикатора који се односе на расположиве ресурсе и снагу посматране територије да се „бори“ против проблема небезбедности на путевима. [Bliss and Breen \(2009\)](#) су предложили области унутар стуба 1 – организација и управљање безбедношћу саобраћаја, за које је потребно развити и дефинисати индикаторе безбедности саобраћаја:

- усмеравање на резултате;
- координација;
- закони;
- финансирање и расподела ресурса;
- промовисање;
- праћење и процена и
- истраживање, развој и преношење знања.

Организација безбедности саобраћаја у територијама које су постигле значајна побољшања индикатора безбедности саобраћаја је резултат дугогодишње изградње капацитета и инвестиционих програма. То је процес непрекидног развоја, обзиром на непрекидно прилагођавање великим политичким и економским променама. Територије са ниским вредностима индикаторима безбедности саобраћаја не могу да очекују да ће организациону структуру и процесе попут оних у земљама са добром праксом постићи једноставно. Постизање добрих перформанси система подразумева дуг институционални процес, подржан политичком вољом, како би се поставио систем потребан за успешно руковођење.

2.2.3. Понашање и ставови учесника у саобраћају

Четврти и најзахтевнији сегмент у пирамиди праћења стања безбедности саобраћаја су ставови и понашање учесника у саобраћају. Ставови имају огроман утицај на понашање људи у саобраћају. Широко је прихваћена чињеница да су људски фактори присутни у већини, ако не и у свим саобраћајним незгодама ([Assum, 1997](#) и [Lipovac, 2008](#)). То је главни разлог за допринос испитивања ставова у откривању улоге људских фактора у изазивању саобраћајних незгода.

Пројекат који се бави испитивањем ставова о ризицима у друмском саобраћају је *SARTRE – Social Attitudes to Road Traffic Risks in Europe*⁷ који је реализовала Европска комисија. До сада су реализоване четири фазе пројекта под називом SARTRE I (1991; 15 земаља), SARTRE II (1996; 19 земаља), SARTRE III (2002; 23 земље) и SARTRE IV (2011; 19 земаља). SARTRE је истраживачки пројекат усмерен ка истраживању ставова возача широм Европе, на основу пријављеног сопственог и понашања других учесника у саобраћају. У свим земљама направљен је покушај формирања

⁷ SARTRE – Social Attitudes to Road Traffic Risks in Europe, <http://www.attitudes-roadsafety.eu/>, посећено 9.3.2018.



репрезентативног узорка активних возача. Методе за испитивање су се разликовале у зависности од земаља. Најважнији начин прикупљања података био је процес случајног избора, или избор унапред ограниченог броја испитаника. Без обзира да ли су појединци бирани случајно, или из неких ограничења популације, увек је узимана у обзир одређена демографска расподела и равнотежа између ванградских и градских области ([Kukić, 2014](#)). У оквиру ових истраживања, анализирани су бројни ставови активних возача који се односе на: вожњу под дејством алкохола, употребу сигурносног појаса, вожњи при брзинама већим од дозвољених и сл. На тај начин добија се јасан преглед ставова активних возача који генеришу њихова стварна понашања на путевима.

На основу оваквих и сличних истраживања, ситуација у различитим подручјима може се побољшавати или погоршавати, пратећи развој и дејство појединачних противмера.

2.3. Закључци

Искуства најразвијенијих земаља указују да су најзначајније ефекте у смањивању броја саобраћајних незгода и последица постигле оне државе које доследно спроводе принципе стратешког управљања безбедношћу саобраћаја ([Lipovac et al., 2012](#)). Да би овакав приступ био остварљив, потребно је подстаћи и помоћи политичке власти да рад у безбедности саобраћаја дефинишу као политички приоритет. Поред тога, треба да се примењује тзв. "top-down" и "down-top" модел координације и кооперације између субјеката како на националном, тако и на локалном нивоу. [Tingvall et al. \(2010\)](#) сматрају да индикатори безбедности саобраћаја омогућавају земљама да развију систем усмерених иницијатива, узимајући у обзир чињеницу да унапређење безбедности саобраћаја почива на хоризонталној и вертикалној координацији субјеката система безбедности саобраћаја. Даље, [Eksler \(2010\)](#) тврди да се индикатори безбедности саобраћаја,

традиционално, мере на националном нивоу, јер су националне власти преузеле главну улогу у управљању безбедношћу саобраћаја. Међутим, улога локалних власти мора се више истаћи. Мерење индикатора безбедности саобраћаја на нивоу локалне заједнице обезбеђује улазне информације (податке) за напредак у безбедности саобраћаја, што имплицитно доводи до повећања одговорности политичких и других актера у локалној заједници. Како је према [Wegman, et al. \(2010\)](#) и [Eksler, \(2010\)](#) важно поређење индикатора безбедности саобраћаја међу земљама света, тако их је важно поредити међу полицијским управама или локалним заједницама. Тако би дошао до изражаја такмичарски дух појединих градова, општина, па и држава, у погледу унапређења безбедности саобраћаја ([Tešić et al., 2012](#)). [Eksler, \(2010\)](#) и [Lipovac, et al. \(2012\)](#) су закључили да је свака локална заједница специфична са аспекта безбедности саобраћаја: у начину управљања безбедности саобраћаја, према безбедности путне мреже, према свести учесника у саобраћају, према понашању у саобраћају (употреба сигурносних појасева, кацига, вожња под дејством алкохола, вожњи при брзинама већим од дозвољених), према броју и опремљености хитних служби на подручју, итд. Свака локална заједница има специфичну структуру институција безбедности саобраћаја. Зато је потребно, за сваку локалну заједницу, мерити индикаторе безбедности саобраћаја и вршити рангирање према успешности. Када се дефинише оваква платформа за рад на унапређењу безбедности саобраћаја, може се говорити о примени индикатора безбедности саобраћаја, као додатном начину праћења безбедности саобраћаја.

За време и после светске економске кризе (период од 2008. године) све више се напора и активности улаже у савремене процедуре и принципе „штедње“ државних буџета. Из тог разлога, развија се и јача савремени приступ унапређења безбедности саобраћаја који тежи „предухитрити“ саобраћајне незгоде, чиме би се директно утицало на смањење укупних

друштвених трошкова, изражених кроз број погинулих и тешко повређених људи, материјалну штету, негу после саобраћајне незгоде и сл. У складу са тим, [Al Haji, 2007](#); [Hakkert et al., 2007a](#); [Hollo et al., 2010](#); [Gitelman et al., 2010](#); [Wegman et al., 2010](#) и [Pešić et al., 2012a, 2013](#), предлажу увођење бројних индикатора безбедности саобраћаја, како би се прикупиле информације о саобраћајним незгодама, перформансама система и ефикасности мера за унапређење разних сегмената безбедности саобраћаја. Процес праћења индикатора безбедности саобраћаја је веома озбиљан процес који треба да траје у континуитету више од пет година.

Овај модел се може преликати на остале субјекте („road safety stakeholders“) безбедности саобраћаја ([Lipovac et al., 2013](#); [Babae et al., 2014, 2016](#)). Прецизно дефинишући индикаторе за мерење ефикасности, односно успешности рада за сваки субјекат безбедности саобраћаја (нпр. полицијских службеника, хитних служби, и сл.), могуће је прецизно одредити у којој је мери субјекат одговоран за лоше стање безбедности на путевима.

Кључ у дефинисању одговарајућих индикатора успешности рада јесте сагледавање свих активности које обавља посматрани субјекат. У каснијој итерацији, врши се избор најпотребнијих (енг. *the best needed*) и најдоступнијих (енг. *the best available*) индикатора чије праћење је прихватљиво имајући у виду финансијске и друге, практичне разлоге. Треба узети у обзир могућа ограничења, као што су: непостојање усаглашеног метода мерења индикатора безбедности саобраћаја, различите дефиниције индикатора, међусобна зависност рада појединих субјеката, приступ националним и међународним базама података итд.

Оцена безбедности саобраћаја на основу
композитног индекса безбедности саобраћаја
Докторска дисертација, Саобраћајни факултет, 2018

3.

**ПРЕГЛЕД РЕЛЕВАНТНЕ
ЛИТЕРАТУРЕ**

3. ПРЕГЛЕД РЕЛЕВАНТНЕ ЛИТЕРАТУРЕ

Поређење подручја у области безбедности саобраћаја, у свету све више добија на значају. Да би поређење било изводљиво и применљиво, потребно је дефинисати заједничку меру (оцену), која омогућава поређење различитих подручја по структури, државном уређењу, степену развоја, густини насељености, географским одликама и сл. Са тежњом ка унапређењу безбедности саобраћаја, расте потреба да територије сарађују и размењују успешне праксе. У последње време, КИБС се све чешће користи као алат за сагледавање целокупне слике о стању безбедности саобраћаја и дефинисање превентивних и благовремених мера за унапређење постојећег стања.

У оквиру овог прегледа релевантне литературе анализирано је укупно 245 сажетака, при чему је 30 комплетних радова подвргнуто детаљном читању и дубинској анализи а све у складу са критеријумима који су дефинисани кроз PRISMA протокол. Ово поглавље даје преглед студија у којима су анализирани типови и најчешће кориштени показатељи безбедности саобраћаја, методе за доделу тежинских коефицијената, методе за агрегацију показатеља и типови дизајна композитног индекса. Анализа је показала да су бројни аутори покушавали на разне начине да дефинишу групу релевантних показатеља, који што верније одређују стање безбедности саобраћаја и доприносе квалитетној и поузданој вредности композитног индекса. Резултати су показали да се све више користи комбинација директних и индиректних показатеља односно индикатора који припадају различитим нивоима система безбедности саобраћаја. Даље, дефинисана је листа најчешће кориштених индикатора за поређење територија. Најзаступљеније методе за доделу тежинских коефицијената и агрегацију показатеља су представљене и анализиране. Основни циљ овог поглавља јесте приказ најзаступљенијег дизајна (начина прорачуна) КИБС

а који веродостојно и поуздано представљају стање безбедности саобраћаја. На основу резултата литерарног прегледа, будућим креаторима КИБС биће омогућено да на једном месту сагледају препоруке за избор кључних индикатора, метода за доделу тежинских коефицијената и агрегацију показатеља у функцији намене композитног индекса.

У [Поглављу 3.1.](#) представљена су образложења за преглед литературе, основа композитног индекса и дефинисана су истраживачка питања. Наредно поглавље ([Поглавље 3.2.](#)) даје приказ методологије за преглед литературе, укључујући дефинисање критеријума на основу којих су биране студије и радови. У последњем делу овог поглавља приказан је алгоритам претраживања и избора радова за дубинску анализу. У [Поглављу 3.3.](#) представљени су кључни резултати анализе одабране литературе. Литература је анализирана и груписана на основу најзначајнијих разлика (компаратора) у обухваћеним студијама и радовима и то: 1) Група 1- типови показатеља безбедности саобраћаја; 2) Група 2- методе за доделу тежинских коефицијената и агрегацију показатеља и 3) Група 3- врсте дизајна КИБС. Дискусија представљених резултата је дата у форми одговора на претходно дефинисана истраживачка питања ([Поглављу 3.4.](#)). Закључак и предлози за даљи рад су дати на крају у [Поглавље 3.5.](#)

3.1. Увод

3.1.1. Образложење мотива за преглед литературе

Државе могу побољшати безбедност саобраћаја на путевима на основу својих искустава, системског праћења и на основу поређења са другим земљама ([Bax et al., 2012](#)). Да би се обезбедило системско праћење безбедности саобраћаја и поређење са другим земљама, потребно је ући у поступак одабира релевантних показатеља безбедности саобраћаја који што квалитетније и прецизније представљају постојеће стање ([Pešić, 2012a](#)).

Развој научне мисли о ИБС се у последње време веома брзо развијала ([Al-Haji, 2005](#); [Vis, 2005](#); [Wegman et al., 2005](#); [Hakkert and Gitelman, 2007a](#); [Hakkert et al., 2007b](#); [Hermans et al., 2008a](#); [Gitelman et al., 2014](#)). Аутори су се бавили избором и предлогом најбољих индикатора безбедности саобраћаја како би се одредио ниво безбедности саобраћаја (композитни индекс) на неком подручју.

Први покушај дефинисања нивоа безбедности саобраћаја на основу неколико параметара датирају од 1938. године од аутора F. Raingold's (преузето из [Dragač and Vujanić, 2002](#)) који је дефинисао тзв. „степен ризика“. Данас, значајан број истраживања у области безбедности саобраћаја посвећен је развоју модела за реално представљање нивоа безбедности саобраћаја. Већина модела је дизајнирана на основу одговарајућег броја показатеља безбедности саобраћаја, који реално одређују ниво безбедности саобраћаја.

У фази одабира одговарајућих индикатора стања безбедности саобраћаја на територији, неопходно је анализирати све категорије индикатора у оквиру свих нивоа система безбедности саобраћаја према [Land Transport Safety Authority, 2000](#) and [Koornstra et al., 2002](#). Систем безбедности саобраћаја (тзв. „хијерархијска пирамида“) обухвата четири нивоа индикатора (посматрано од врха ка дну) и то су: излазни резултати или коначни исходи (нпр. број погинулих на 100.000 становника и др.), међуизлазни резултати (индикатори безбедности саобраћаја); индикатори перформанси који се односе на политике у саобраћају (мере и акциони план), (тзв. ниво „политике безбедности саобраћаја“) и индикатори перформанси који се односе на структуру и културу становништва (тзв. ниво „структура и култура становништва“). У назад неколико година, улажу се напори на утврђивању корелативних веза између појединих нивоа система, односно њиховог утицаја на коначну оцену безбедности саобраћаја ([World Health Organization, 2004](#); [Al-Haji, 2005](#); [Pešić, 2012a](#)).

Поједини аутори довели су у вези индикаторе безбедности саобраћаја и последице саобраћајних незгода ([Hermans 2009a, 2010a](#); [Bastos, 2014](#); [Shen et al., 2011a, 2011b](#)). Такође, [Kukić et al., 2016](#) довели у везу број саобраћајних незгода и њихових последица са бројем становника и бројем регистрованих возила (за исти период) што им је послужило за прорачун ризика повређивања у саобраћају, на основу чијих вредности су поређене територије.

Методe поређења територија су се почеле развијати паралелно са новим проблемима у безбедности саобраћаја. Постојеће методе за поређење територија укључују у прорачун различите показатеље безбедности саобраћаја који представљају специфичности различитих области безбедности саобраћаја.

Покретачки импулс за поређење земаља са аспекта безбедности саобраћаја кренуо је пројектом SUNflower ([Koornstra et al., 2002](#)), SUNflower+6 ([Wegman et al., 2005](#)) и SUNflowerNext ([Wegman et al., 2008](#)) који, суштински, представљају платформе за поређене земаља према одабраним критеријумима. Кључни проблем који се јављао при тумачењу ових резултата се односи на поређење земаља са различитим степеном развијености, демографским и географским карактеристикама и сл. Тај проблем се превазилазио груписањем земаља са истим или приближно сличним карактеристикама. На овај начин се проблем није решио, него се само пренео на виши ниво (мањи број група земаља). [Vis and Eksler \(2008\)](#) су покушали решити овај проблем проширујући спектар критеријума за поређење. Аутори су посматрали три нивоа података, а то су: прикупљање и анализа података на макро нивоу (29 Европских земаља), дубинска анализа статистике (саобраћајних незгода и њихових последица) и анализа политика безбедности саобраћаја.

Следећи корак у поређењу земаља је ишао у правцу груписања релевантних индикатора безбедности саобраћаја и њихово свођење на

једну, заједничку, меру односно вредност која представља релативни ниво безбедности саобраћаја ([Al-Haji, 2005, 2007](#); [Hermans, 2009a](#); [Gitelman et al., 2010](#); [Wegman and Oppe, 2010](#); [Shen, 2011a](#); [Bax et al., 2012](#); [Pešić, 2012a](#); [Bastos, 2014](#), итд.). Детаљан осврт на бенчмаркинг безбедности саобраћаја на међународном нивоу представио је [Shen et al., 2015a](#). Аутори су представили теоријску основу бенчмаркинга безбедности саобраћаја и успоставили су процес бенчмаркинг који се састоји од 5 кључних активности. Надаље, аутори су овим радом дали акценат на КИБС као врло доступан и прихватљив алат за бенчмаркинг. Мисао која се прожима кроз наведену литературу се још истражује, развија и унапређује, што представља основу савременог концепта поређења земаља са аспекта безбедности саобраћаја.

3.1.2. Композитни индекс- основе

[Saisana and Tarantola \(2002\)](#) су представили методологију за израду композитног индекса, дајући акценат на методолошке приступе и студије које показују на који се начин и помоћу којих техника се може доћи до релевантног композитног индекса за посматрани критеријум (на пример: Human Development Index, Summary Innovation Index, Internal Market Index, Composite Leading Indicators, итд.). [Saisana et al., \(2005\)](#) су исте године направили корак даље и представили технику непоузданости и осетљивости података као значајну технику за проверу квалитета добијеног композитног индекса. У наставку, аутори [Nardo et al., \(2005a\)](#), су детаљно представили и објаснили избор показатеља, техника за њихову обраду, метода за доделу тежинских коефицијената и агрегацију показатеља, те детаљнију анализу непоузданости и осетљивости података. Као крајњи резултат њиховог рада, проистекао је приручник за израду композитног индекса ([Nardo et al., 2005a](#)). Ова група аутора је груписала дотадашња сазнања, систематизујући следеће: 1) кораке за израду композитног индекса; 2) оквире за израду композитног индекса водећи рачуна о доступности података, њиховој анализи, релевантности података,

употребљивости и сл. и 3) алате за дефинисање композитног индекса (од техника за обраду података, преко нормализације, доделе тежина и агрегације показатеља па до анализе непоузданости и осетљивости података).

3.1.3. Циљеви

Главни циљ у овом поглавља је пронаћи одговор на следећа дефинисана истраживачка питања:

- Који типови индикатора безбедности саобраћаја се најчешће користе за прорачун КИБС?
- Који кључни индикатори безбедности саобраћаја се најчешће користе за прорачун КИБС?
- Која метода за доделу тежинских коефицијената се најчешће користи за креирање КИБС?
- Која метода агрегације података се најчешће користи за креирање КИБС?
- Који дизајн КИБС веродостојно и поуздано представља стање безбедности саобраћаја на територији?

Такође, основни циљ овог систематског прегледа литературе јесте разумевање идеје о потреби дефинисања и употреби КИБС. Такође, уочене су различитости у приступима истом проблему, дајући преглед најзначајних запажања у погледу типова показатеља, метода за доделу тежинских коефицијената, метода за агрегацију показатеља и типова прорачуна КИБС.

3.2. Методологија

3.2.1. Критеријуми

У овом прегледу литературе, анализирани су сви наслови и сажетци радова који су били предмет претраге електронске базе научних радова према

унапред дефинисаним кључним речима. Поступак анализе литературе је прилагођен PRISMA-P 2015 протоколу који је развијен од [Moher et al. 2015](#). Студије су анализирани, прегледане и груписане на основу најзначајнијих разлика (компаратора) међу анализираним студијама и односе се на: Група I: 1) типови индикатора безбедности саобраћаја за прорачун КИБС и 2) кључни индикатори безбедности саобраћаја за прорачун КИБС; Група II: 1) методе за доделу тежинских коефицијената и 2) методе за агрегацију показатеља и Група III: 1) типови дизајна КИБС и 2) ниво поређења територија у зависности од намене КИБС.

3.2.2. Научне базе

Анализа литературе је обухватала претрагу онлајн база научних часописа и то: Science Direct (www.sciencedirect.com), PubMed (www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed), Springer (<http://www.springer.com/gp/>) and Transportation Research Board (<http://trrjournalonline.trb.org/>). Кључне речи за претрагу су биле: *composite road safety index, the level of road safety, road safety performance index, road safety performance indicators* и *composite index*.

Приликом претраживања акценат је дат на онлајн часописе као што су: Accident Analysis and Prevention, Transportation Research, Safety Science, Journal of Safety Research, Open Journal of Safety and Technology, Journal of Natural Science Research, Advances in Social Sciences Research Journal, Open Journal of Safety Science and Technology, Journal of Natural Sciences Research и др.. У наставку су претраживане многобројне интернет адресе са циљем проналажења докторских дисертација, техничких извештаја, зборника радова, студија, пројеката и сл., а који су уско везани за област композитног индекса у безбедности саобраћаја. Претраживање научних база је обухватило временски период од 2000. године, јер се у том периоду јављају први документи који говоре о композитним индексима. Иако поједине анализирани студије нису обухватале сва четири компаратора, исте су

укључене у детаљну анализу. У анализи није било ограничења када је у питању година публикавања или статус публикације (објављено, у поступку објаве (енг. in press), и сл.). Иста је обухватала радове који су били искључиво на енглеском језику, што је било једино ограничење приликом претраге.

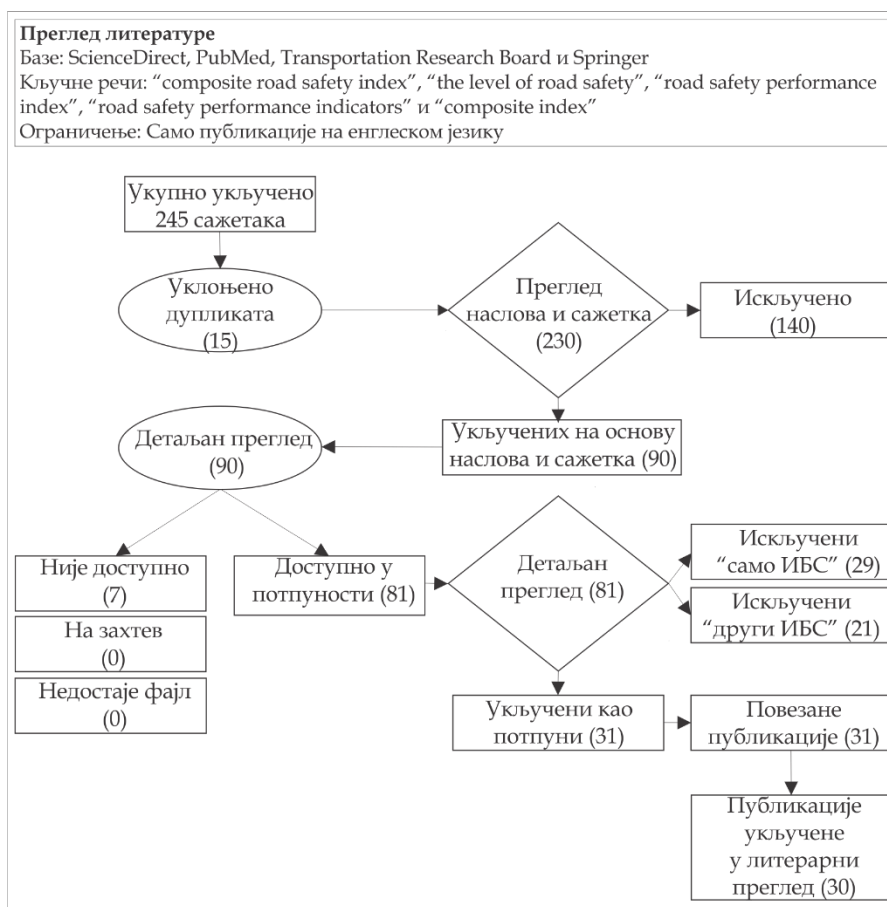
3.2.3. Стратегија претраге

Поступак избора литературе за детаљнију анализу је приказан на [Слици 3.1](#). Анализа се састојала из двије фазе. Прва фаза је обухватала претрагу научних база према унапред дефинисаним кључним речима (245 сажетака). Након резултата претраге, приступило се детаљној анализи наслова и абстракта. Друга фаза анализе, обухватала је прикупљање комплетних радова који су прошли прву фазу (81 рад). После тога, приступило се детаљној анализи комплетних радова. Многобројни радови су искључени из даље анализе, јер су се односили на „индикаторе безбедности саобраћаја“ („само ИБС“) или на друге типове индикатора као што су индикатори перформанси који се односе на политике безбедности саобраћаја, структуру и културу популације итд. („други индикатори“). Међу овим радовима, одабрано је укупно 30 радова који су били предмет детаљног литерарног прегледа. Ови радови обрађују проблематику прорачуна КИБС, а преостали анализирани радови су индиректно везани за ову проблематику ([Wegman et al., 2005](#); [Vis, 2005](#); [Hakkert and Gitelman, 2007a](#); [Hakkert et al., 2007b](#); [Gitelman et al., 2014](#)).

3.2.4. Начин претраге литературе

Сви радови који су били предмет детаљне анализе (30 публикација) учитани су у програм Eppi Viewer 4.04 (програм за анализу литературе) у ПДФ формату. Пре анализе радова, дефинисани су укључујући/искључујући критеријуми за избор одговарајуће литературе. Предметне студије су хомогеног карактера што значи да су сличне по критеријумима

за анализу. Такође, исте су и дескриптивног (описног) карактера односно компаратори нису нумеричке вредности.



Слика 3.1. Ток претраживања и избор публикација које ће ући у литерарни преглед
 (Слика прилагођена у складу са [Liberati et al., 2009](#); [Caird et al., 2014](#); [Moher et al., 2015](#))

3.3. Синтеза података

Информације о основним карактеристикама (дефинисаним компараторима) укључених студија у анализу су представљене у табели ([Прилог А.1.](#)).

3.3.1. Показатељи безбедности саобраћаја

Упоредна анализа компаратора групе I обухвата анализу типова индикатора и преглед кориштених индикатора за прорачун КИБС са освртом на њихове основне разлике. [Табела А.1.](#) у [Прилогу А](#) даје листу свих

3

коришћених индикатора са освртом на области ризика којим припадају, типове и базе података из којих су преузете вредности индикатора (од [Колоне А.1.1.](#) до [Колоне А.1.3.](#)).

Типови показатеља безбедности саобраћаја

Директни показатељи безбедности саобраћаја

На основу резултата детаљног истраживања у оквиру докторске дисертације [Bastos, 2014](#) и у оквиру публикација [Bastos et al., 2015, 2016](#) уочено је да су аутори узимали су обзир само коначне исходе при томе анализирајући јавни ризик (изражен као број погинулих на 100.000 становника), саобраћајни ризик (број погинулих на 10.000 регистрованих возила) и динамички ризик (број погинулих на милијарду пређених возило километара, за подручје Бразилије) и динамички ризик (број погинулих на милијарду пређених путничких возило километара, за подручје Европе). Аутори су користили искључиво директне показатеље (коначне исходе саобраћајних незгода) на основу резултата добијених приликом припреме података за прорачун композитног индекса. Користећи корелациону анализу, примећена је слаба корелација између ИБС и коначних исхода за 27 држава у Бразилу. Даље, један од фактора који доприноси избору директних индикатора јесте тај да значајан број података о ИБС није био доступан у међународним или националним базама за посматране земље (нарочито у државама које припадају Бразилу).

[Sutiwipakorn and Prechaverakul \(2002\)](#) су дали предлог за мерење нивоа безбедности саобраћаја на основу само два директна показатеља безбедности саобраћаја, а то су: јавни и саобраћајни ризик. Наиме, ови аутори су преставили два нивоу примене РОСА (енг. ROad SAfety) индекса и то поређење територија и поређење деоница. За први ниво поређења, аутори су користили следеће излазне показатеље: јавни ризик (број погинулих на 100.000 становника), саобраћајни ризик (број погинулих на

10.000 регистрованих возила) и број повређених лица која су болнички збринута на 100.000 становника односно 10.000 регистрованих возила. Поступак добијања КИБС реализован је кроз фазе стандардизације и нормализације података, доделе тежинских коефицијената па све до агрегације показатеља. За поређење деоница, аутори су користили три директна показатеља и то: стопу саобраћајних незгода, стопу смртности и стопу повреда, све у односу на 100 милиона возило километара. РОСА индекс у овом случају је кориштен за поређење нивоа опасности на деоницама које су биле предмет анализе.

Индиректни показатељи безбедности саобраћаја

Аутори [Hermans et al. \(2007, 2008a, 2008b, 2010b\)](#) дошли су до закључка да груписање индиректних показатеља (у овом случају: индикатора безбедности саобраћаја) тј. избор индикатора за улаз у прорачун, представља фактор који највише утиче на вредност композитног индекса. Аутори су показали да индикатори који се односе на понашање учесника у саобраћају и то: проценат возача који управљају возилом под утицајем алкохола изнад дозвољене границе, проценат возача који управљају возилом изнад ограничене брзине кретања и проценат употребе сигурносног појаса путника на предњим седиштима код аутомобила, дају највећи допринос вредности композитног индекса односно највише утичу на целокупно стање безбедности саобраћаја. У овом случају, типови и врсте улазних података преузети су из SafetyNet пројекта ([Vis et al., 2005](#); [Hakkert and Gitelman, 2007a](#); [Hakkert et al., 2007b](#)) и других међународних и националних база података. [Hermans, 2009a](#) представила је комплетну методологију за прорачун композитног индекса за поређење територија фокусирајући се на избор потребних и доступних ИБС. Улазни подаци за прорачун изабрани су у складу са [Al-Haji, 2005](#) и базирају се на седам области ризика (алкохол и дроге; брзина; заштитни системи; видљивост;

возила; инфраструктура и њега након саобраћајне незгоде (сви индикатори су приказани у [Колони А1.2.](#)).

[Shen et al. \(2011a\)](#) вршили су шири ниво анализе те су се базирали на поређење земаља у сегменту стратешких докумената и програма активности. Аутори су користили широк спектар индикатора перформанси који се односе на политике безбедности саобраћаја те су представили модел за прорачун КИБС који се односи на политике безбедности саобраћаја, а на основу 5 група квалитативних индикатора који обухватају: 1) циљеве; 2) избор мера и акција; 3) економску оправданост улагања; 4) праћење индикатора и 5) програми субјеката безбедности саобраћаја. За сваку групу индикатора аутори су дефинисали појмове и припадајуће вредности. Подаци су за ову анализу преузети из SUNFlower NEXT извештаја (погледати [Wegman et al. 2008](#)).

У наредној студији, индекс је кориштен за утврђивање опасних места на путној мрежи на бази индикатора који описују актуелне проблеме путне околине дуж посматраних деоница. На том трагу, [Intan Suhana et al. \(2014\)](#) анализирали су одступање резултата између броја саобраћајних незгода и вредности композитног индекса који се односи на путну околину. Овај индекс је добијен на основу 11 међуизлазних (индиректних) показатеља који описују ниво услуге путне мреже (број пешака, број мотоциклиста, број сигналисаних и несигналисаних раскрсница, итд.). Аутори су закључили да је композитни индекс који се односи на путну околину корисна проактивна метода за идентификацију опасних деоница у поређењу са реактивном методом која се заснива на анализи података о саобраћајним незгодама.

Комбиновани тип индикатора безбедности саобраћаја

Прво, [Al- Haji \(2005\)](#) је развио и дефинисао Road Safety Development Index (RSDI) који се састоји од показатеља подељених у три стуба: безбеднији производ (енг. Safer Product), безбеднији људи (енг. Safer People) и

безбеднији систем (енг. Safer System). Овај индекс укључује коначне исходе (број погинулих у оквиру 30 дана у односу на 10.000 регистрованих возила односно 100.000 становништва и проценат промене броја погинулих у периоду од 2000. до 2003 године) и индиректне показатеље који се односе на: безбедност возила, стање на путевима, понашање учесника у саобраћају, принуду, организацију и друштвене трошкове (погледати [Колону А.1.2](#)). За сваку од ових осам категорија дефинисани су под-индикатори за даљу анализу у раду. Надаље, [Al- Haji \(2007\)](#) анализирао је практичну примену RSDI на високо моторизованим (енг. High Motorised Countries) и ниско моторизованим земљама (Low Motorised Countries) у Југоисточној Азији.

У исто време, [Wegman et al. \(2005\)](#) представили су SUNflower+6 пројекат у којем су анализирали и упоређивали стање безбедности саобраћаја у 10 земаља, на основу података преузетих из међународних база и периодичних извештаја. Земље су груписане у три групе на основу сличних карактеристика. Поређење земаља је вршено на основу директних показатеља (јавни ризик, саобраћајни ризик и стопа смртности) и индиректних показатеља (вожња под дејством алкохола, употреба сигурносног појаса, брзина, вид транспорта, пешаци и бициклисти, мотоциклисти, млади возачи и имплементација јефтиних мера за унапређење инфраструктуре).

Дефинишући нови приступ „отиска“ (енг. footprint sheme), аутори су анализирали четири нивоа ИБС. Такође, аутори су омогућили поређење земаља према истим показатељима и по истим условима. [Wegman et al., 2008](#) и [Wegman and Oppe \(2010\)](#) су развили оквир за примену бенчмаркинга безбедности саобраћаја на земље и регионе, заснованом на ИБС из свих нивоа, тежећи изради SUNflower индекса безбедности саобраћаја. Аутори су овде груписали индикаторе у три групе: 1) Индикатори безбедности саобраћаја, 2) Индикатори перформанси који се односе на имплементацију мера и 3) Индикатори перформанси који се односе на

политике безбедности саобраћаја. Унутар сваке категорије дефинисани су под-индикатори, који још више доприносе прецизношћу добијеног КИБС, [Колона А.1.2](#)). Исти начин избора индикатора за прорачун композитног индекса употребљен је код [Gitelman et al., 2010](#). Даље, [Wegman and Oppe \(2010\)](#) истраживали су могућност упоређивања земаља са различитим карактеристикама. У ту сврху, земље су груписане на три нивоа. Први ниво је одредио мали број стручњака, други ниво је одређен на основу стања и развоја безбедности на путевима, за које су обезбеђени расположиви подаци и трећи ниво је узео у обзир бројне социо-економске и географске карактеристике. На основу истих индикатора, [Chen et al., 2016](#) представили су нови метод (the Entropy embedded RSR) у процесу бенчмаркинга безбедности саобраћаја за идентификацију успешних пракси (енг. best-in-class). [Wilmots et al., \(2009\)](#) су као и [Wegman et al., \(2005\)](#) посматрали показатеље безбедности саобраћаја у три нивоа. Њихово истраживање у овом раду је остало на нивоу анализе ових индикатора, не улазећи у проблематику изградње КИБС. У свом раду су посебно анализиране следеће категорије индикатора: пет излазних показатеља, седам индикатора безбедности саобраћаја и пет индикатора који припадају најнижем нивоу система безбедности саобраћаја (структура популације и култура), (погледати [Колону А.1.2](#)).

Значајан прекорет у избору релевантних показатеља за прорачун КИБС су начинили ([Hermans et al., 2010a](#)). Наиме, у дотадашњим радовима, ова група аутора је узимала у обзир седам категорија ИБС које је препоручила ([Vis, 2005](#); [Hakkert and Gitelman, 2007a](#)). Разлог за овакав правац истраживања академских кругова јесте тај да до тада није постојала агрегација индикатора са различитих нивоа у једну заједничку оцену, него само агрегација индикатора који припадају истом нивоу система безбедности саобраћаја. У овом раду, аутори су представили хијерархијску структуру

индикатора и њихових под-индикатора (погледати [Колону А.1.2.](#)). На основу такве поделе, приступили су даљој анализи и изради КИБС.

У даљем раду [Shen et al. \(2011b\)](#) приказали су примену DEA модела за агрегацију показатеља на различите нивое перформанси система односно ИБС уводећи појам Multi Layer DEA (MLDEA). Приликом овакве анализе издвојило се пет хијерархијских нивоа система безбедности саобраћаја. Са једне стране, груписање је извршено са директним показатељима код којих се издвајају две групе: саобраћајне незгоде и последице, а са друге стране, груписање је извршено са ИБС, код којих се издвајају три групе: алкохол, брзина и заштитни системи, (погледати [Колону А.1.2.](#)). [Shen et al. \(2014\)](#) су рачунали КИБС за један индикатор безбедности саобраћаја који се односи на алкохол, посматрајући га кроз три нивоа: коначни показатељи (број саобраћајних незгода које су проузроковане вожњом под дејством алкохола), ИБС (процент возача који возе под дејством алкохола изнад законски дозвољене количине алкохола у крви) и индикатори који се односе на политике безбедности саобраћаја (ефективност принуде по питању вожње под дејством алкохола). Надаље, [Bax et al. \(2012\)](#) су креирали композитни индекс на основу показатеља безбедности саобраћаја који припадају различитим нивоима. За прорачун сваког појединачног КИБС по нивоу, користили су следеће показатеље: излазни показатељи (укупно седам), ИБС (укупно осам) и индикатора који се односе ниво „структуре и културе становништва“ (укупно осам) (погледати [Колону А.1.2.](#)). На крају, дошли су једног заједничког (кумулативног) индекса безбедности саобраћаја. Такође, [Papadimitriou and Yannis \(2013\)](#) су се бавили дефинисањем КИБС за сваки од нивоа показатеља безбедности саобраћаја као што су радили [Bax et al. \(2012\)](#). Такође, унутар свих група показатеља, извршена је селекција најприхватљивијих показатеља безбедности саобраћаја. [Akaateba \(2012\)](#) се бавила рангирањем по десет земаља у Европској унији и Азији. Наиме, предмет анализе у овом раду су били

следећи показатељи безбедности саобраћаја: јавни и саобраћајни ризик, услови на путу, писменост одраслих у смислу познавања саобраћајних прописа, ниво урбанизације, квалитет медицинске услуге и висина бруто домаћег производа (скр. БДП). Вредности претходно поменутих индикатора су преузете из различитих међународних и неколико националих база података. Сличном проблематиком су се бавили [Oluwole et al. \(2013\)](#). Они су представили модел за израду КИБС укључујући различите групе индикатора у две различите методе за добијање индекса. У првом методу (average method) су употребили ИБС као и код ([Hermans et al., 2008a](#); [2008b](#)) док у другом методу (based on theories for each indicator) су узели у обзир и директне показатеље безбедности саобраћаја (јавни и саобраћајни ризик). [Pešić \(2012a\)](#) и [Pešić et al. \(2013\)](#) су представили нови метод за оцену безбедности саобраћаја на подручју. Наиме, улаз за овај метод чине шест показатеља безбедности саобраћаја и то: јавни, саобраћајни и динамички ризик, проценат употребе сигурносног појаса, проценат возача који возе под дејством алкохола и проценат возила који прекорачују ограничење брзине. На основу ових показатеља безбедности саобраћаја, оцена нивоа безбедности саобраћаја неког подручја је прихватљива и поуздана као реална слика стања безбедности саобраћаја на неком подручју.

Најчешће кориштени ИБС према хијерархијским нивоима система безбедности саобраћаја

У [Табели 3.1](#) приказана је листа најчешће кориштених индикатора безбедности саобраћаја за прорачун КИБС а који се појављују најмање два пута у анализираним студијама. Преглед индикатора је дат према хијерархијском нивоу пирамиде система безбедности саобраћаја ([Koonstra et al., 2002](#)). Разликују се четири нивоа индикатора (од врха према доле) и то: излазни показатељи, индикатори безбедности саобраћаја, индикатори перформанси који се односе на политике безбедности саобраћаја и

индикатори перформанси који се односе на структуру и културу популације.

Табела 3.1. Листа најчешће коришћених ИБС у анализираним студијама према хијерархијском нивоу

Ранг	Изразни показатељи	Бр. студија (%)	Индикатори безбедности саобраћаја	Бр. студија (%)	Индикатори перформанси-политике безбедности саобраћаја	Бр. студија (%)	Индикатори перформанси-структура и култура популације	Бр. студија (%)
1.	Јавни ризик	13 (43.3%)	Средња старост возног парка Област ризика: ВОЗИЛА	19 (63.3%)	Циљеви	3 (10.0%)	Процент популације у градовима	3 (10.0%)
2.	Саобраћајни ризик	10 (33.3%)	% возача са количином алкохола у крви изнад дозвољене границе Област ризика: АЛКОХОЛ	11 (36.7%)	Избор мера и акција	2 (6.7%)	БДП по глави становника	3 (10.0%)
3.	Динамички ризик	5 (16.7%)	% употребе сигурносног појаса (предња седишта) Област ризика: ЗАШТИТНИ СИСТЕМИ	10 (30.0%)	Економска оправданост улагања	2 (6.7%)	Степен људског развоја	2 (6.7%)
4.	Учешће пешака у укупном броју погинулих	3 (10.0%)	% возача који не поштују ограничење брзине Област ризика: БРЗИНА	8 (26.7%)	Праћење перформанси система	2 (6.7%)	Очекивана дужина животног века	2 (6.7%)
5.	Просечно годишњи смањење погинулих	2 (6.7%)	Удео аутопутева у укупној путној мрежи Област ризика: ПУТ	6 (20.0%)	Програми субјеката безбедности саобраћаја	2 (6.7%)	Густина насељености	2 (6.7%)
6.	Учешће бициклиста у укупном броју погинулих	2 (6.7%)	% употребе сигурносног појаса (задња седишта) Област ризика: ЗАШТИТНИ СИСТЕМИ	3 (10.0%)				
7.	Учешће мотоциклиста у укупном броју погинулих	2 (6.7%)	Закон о употреби дневних светала Област ризика: УПОТРЕБА ДНЕВНИХ СВЕТАЛА	3 (10.0%)				
8.			Удео БДП утрошеног на здравствену негу Област ризика: НЕГА НАКОН СН	3 (10.0%)				

Резултати показују да се индикатори “број погинулих на 100.000 становника” (појављују се у 13 од 28 студија) и “број погинулих на 10.000 становника” (појављују се у 3 од 28 студија)

регистрованих возила” (10 пута) истичу у оквиру нивоа излазних показатеља. Посматрајући ниво ИБС, уочава се чак осам најзаступљенијих индикатора за прорачун композитног индекса, међу којима се истичу следећи: “средња старост возног парка” (19 пута); „процент возача са количином алкохола у крви изнад дозвољене границе” (11 пута) и “процент употребе сигурносног појаса (предња седишта)”, (10 пута). У оквиру овог нивоа уочене су минорне разлике између дефиниција индикатора те су исте сврставане у исту област ризика као нпр. индикатор “средња старост возног парка” и “удео возила испод 6 година старости у возном парку” су сврстани у област ризика „безбеднија возила“. Само поједине студије су се бавиле прорачуном композитног индекса користећи квалитативне показатеље безбедности саобраћаја ([Wegman et al., 2008, 2010](#); [Shen et al., 2011a](#); [Chen et al., 2016](#)). Најчешће кориштени индикатори перформанси који се односе на политике безбедности саобраћаја су: циљеви/ национални програми (3 пута), избор интервенција, економска оправданост улагања, праћење перформанси система и програми субјеката система безбедности саобраћаја (сваки индикатор се појављује два пута). Слична ситуација је са употребом индикатора перформанси који се односе на структуру и културу популације, код којих су најчешће кориштени следећи индикатори: проценат популације у градовима (енг. the percentage of population urban), (3 пута); бруто домаћи производ по глави становника (енг. GDP per capita (US dollars)), (3 пута); индекс људског развоја (енг. Human Development Index (HDI)); очекивана дужина животног века (енг. Life expectancy at birth (in years)) и густина насељености (енг. the population per 1 km² of a country's territory), (сваки индикатор се појављује два пута).

Доступност индикатора и њихове разлике у дефиницијама

Да би индикатори били прихватљиви за прорачун КИБС, индикатори морају испунити неколико критеријума, нпр. морају да буду релевантани, мерљиви и свеобухватани, доступни, поуздани, упоредиви, специфични и

осетљиви, као што препоручује ([Hermans, 2009a](#)). Разлике у дефиницијама међу индикаторима су видљиве на једном нивоу (или у истој области ризика) што је врло приметна карактеристика индиректних индикатора. Дефиниције и начини мерења директних индикатора су једноставније. Најчешће разлике се јављају при снимању и мерењу пређених километара. Према [Al Haji, 2007](#) индикатор “погинули у односу на пређене возило километре” је врло прихватљив и употребљив индикатор, али овај индикатор није доступан за велики број земаља и његова вредност значајно варира у развијеним земљама. Ово је посебно изражено у ниско развијеним земљама, јер недостају подаци о пређеним возило километрима. Са друге стране, у појединим студијама разликује се дефиниција овог индикатора. Наиме, [Wegman et al. \(2008\)](#) дефинише стопу смртности као однос укупног броја погинулих у једној земљи у току једне године и укупног броја пређених возило километара у једној години. Без обзира на дефиницију, аутори су за потребе истраживања ипак користили вредности „погинули у односу на 10 милијарди путничко возило километара“ чије су вредности преузели из међународних база.

Са друге стране, [Pešić et al. \(2013\)](#) дефинише динамички ризик као годишњи број саобраћајних незгода са погинулим у односу на 100.000.000 возило километара. Иако је у научној јавности препознато неколико метода за процену (утврђивање) возило километара, подаци о броју возило километара за Србију у овој студији су добијени на основу ПГДС. За остале територије подаци су преузети из међународних база. Евидентно је да дефиниција „возило километара“ варира од територије до територије (passengers vs total vehicle kilometres) и да се евидентира на различите начине. Ове разлике су очигледне у студији [Bastos et al., 2014](#). Аутори су користили обе дефиниције овог показатеља и то на следећи начин: 1) За случај земаља које припадају Бразилу, користили су индикатор „погинули у односу на милијарду возило километара“ и 2) За случај земаља Европске

уније, користили су „погинули у односу на милијарду прећених путничко возило километара. Ово је последица недоступности података за земље које припадају Бразилу и процена броја прећених километара је вршена на основу продаје горива и карактеристика возног парка. Схватајући значај и узимајући у обзир ограничења, овај индикатор треба уврстити у прорачун композитног индекса када је то год могуће.

Анализирајући алкохол као један од индикатора који има најзначајнији удео у целокупној вредности композитног индекса ([Hermans et al., 2008b](#)), видљива су различита схватања и дефиниције под-индикатора у оквиру ове области ризика. Дакле, појављују се варијације као на пример: проценат возача под дејством алкохола изнад дозвољене законске границе утврђен приликом контроле на путевима, број провера алкохолисаности возача од стране полиције у односу на 1.000 становника или проценат саобраћајних незгода са смртним последицама које су проузорковане минимално једним возачем под дејством алкохола. Начин праћења овог индикатора је сличан у свим анализираним студијама и заснива се на подацима из међународних или националних база (веома често се користе подаци министарства здравља и полицијских извештаја).

Када је у питању област ризика “брзина” нема пуно осцилација у дефиницији овог индикатора. Наиме, кроз студије се провлаче две дефиниције. Прва дефиниција се ослања на ограничење брзине у зависности од категорије пута, док се друга дефиниција заснива на средњој брзини у насељу, ван насеља и на аутопуту. Када је реч о прикупљању података за овај индикатор највећи број студија је користио податке из међународних база. Међутим, [Al Haji \(2007\)](#) је користио резултате SARTRE анкетног упитника за потребе ове студије. Посебну пажњу треба усмерити на дефиницију „прекорачења брзине“ (енг. speeding). Наиме, [Bastos \(2014\)](#) под “број прекршаја- прекорачења брзине по глави становника”

подразумијева број прекршаја као последицу вожње преко дозвољене брзине кретања по глави становника/ број возила.

Док [Pešić et al. \(2013\)](#) под појмом „прекорачења брзине“ подразумева проценат прекорачења ограничења брзине. Подаци о прекорачењу брзине за земље у свету се могу пронаћи у међународним базама података или извештајима међународних пројеката. Највећи број земаља приликом мерења прекорачења брзине узима у обзир различите категорије саобраћајница и дефинише прекорачења управо у зависности од категорије саобраћајница.

У дефиницијама индикатора у оквиру преосталих области ризика (возило, пут, употреба дневних светала, итд.) не постоје значајне разлике које могу довести до погрешних закључака приликом упоредне анализе земаља. Широк спектар дефиниција може се очекивати код индикатора перформанси који се односе на политике безбедности саобраћаја и структуру и културу популације.

У недостатку свеобухватнијих истраживања, намена композитног индекса на основу ових индикатора може значајно варирати. То увелико доприноси доносиоцима одлука да изаберу своје подручје деловања, да их оцене и пореде са другим територијама.

3.3.2. Методе за доделу тежинских коефицијената и агрегацију показатеља

Упоредна анализа компаратора II групе обухвата анализу кориштених метода за доделу тежинских коефицијената и агрегацију показатеља у процесу конструкције КИБС ([Табела А.1.](#), [Колона А.1.4.](#) и [Колона А.1.5.](#)).

Методе за доделу тежинских коефицијената

Анализирајући литературу са аспекта метода за доделу тежинских коефицијената, може се закључити да постоји широк спектар кориштених метода. Поред тога што се методе за доделу тежинских коефицијената деле

на субјективне и објективне, исте је могуће поделити на: 1) методе које додељују једнаке тежинске коефицијенте сваком индикатору и 2) методе које додељују различите тежинске коефицијенте индикаторима који се користе за прорачун КИБС. Предност друге групе метода за доделу тежинских коефицијента се односи на могућност уочавања приоритета будућег деловања (већи коефицијент представља важнији индикатор (или област ризика)).

[Al-Haji \(2005, 2007\)](#) је користио три методе за доделу тежинских коефицијената како би прорачунао вредност Road Safety Development Index (RSDI) и то: једнако факторисање (енг. simple equal average), анализа кључних компоненти (енг. principal components analysis (PCA)) и техника теоријске процене (енг. the assessment technique from literature and theory review). Упоредивањем вредности RSDI за изабране земље, аутор је добио врло сличне вредности добијене кориштењем "једнаког факторисања" и "технике теоријске процене". Насупрот томе, на вредност RSDI значајно утиче метода PCA, при чему је промена вредности индекса у неким земљама врло висока, чак и до 25%. На основу овога може се закључити да је вредност RSDI прилично осетљива на промену тежине, нарочито када се користи PCA метода.

[Akaateba \(2012\)](#) поредила је територије на основу вредности КИБС добијеног помоћу две методе: једнако факторисање (енг. Simple Average Technique) и мултирегресиона анализа (енг. Multiple Regression Analysis). Делимично исте методе су користили [Oluwole et al., \(2013\)](#). Наиме, аутори су поредили два приступа за добијање композитног индекса: Приступ-1 једнако факторисање и Приступ 2- технике теоријске процене. Дошли су до резултата да приступ-1 једнако факторисање даје бољу оцену (индекс) стања безбедности саобраћаја у односу на приступ 2.

Развој SUNflower индекса је представљен у раду [Wegman et al. \(2008\)](#) и [Wegman and Oppe \(2010\)](#), у којем су детаљније представљене методе за

доделу тежинских коефицијената. Аутори су користили анализу кључних компоненти (енг. Principal Component Analysis (PCA)) и заједничку факторску анализу (енг. Common Factor Analysis (FA)) као методе за доделу тежинских коефицијената (за додатне информације о наведеним методама детаљније погледајте литературу). Посебно је важно посматрати резултате по PCA групама. Такође, [Papadimitriou and Yannis \(2013\)](#) користили су измењен метод анализе кључних компоненти (PCA). Разлог томе јесте што овај метод препознаје само линеарне везе између квантитативних променљивих. Дискретне (ординалне) варијабле које се појављују у овом истраживању су кодиране варијабле у оквиру скале одговора. Да би превазишао претходно поменути недостатак методе PCA, аутори су користили Categorical Principal Component Analysis (CATPCA), која припада широкој породици техника за оптимизацију.

За комбинацију основних индикатора, [Gitelman et al. \(2010\)](#) применили су две методе за доделу тежинских коефицијената и то: анализу кључних компоненти и факторску анализу. Ове методе су коришћене ради прорачуна могућих комбинација у оквиру сета индикатора користећи најмањи могући број фактора. Резултати су показали да се вредност композитног индекса добијеног из свих основних индикатора највише разликује у односу на остале комбинације.

Приликом анализе литературе, истиче се група аутора која је користила DEA метод за прорачун композитног индекса (Data Envelopment Analysis - [Charnes, Cooper, and Rhodes, 1978](#)) и одређене њене изведене верзије. У наставку, [Hermans et al. \(2008a, 2008b, 2009a\)](#) нагласили су да додела тежинских коефицијената и агрегација индикатора су незаобилазни кораци у алгоритму за добијање композитног индекса. Они су анализирали пет метода за доделу тежинских коефицијената и то: једнако факторисање, факторску анализу, расподелу буџета, аналитички хијерархијски процес и анализа обавијања података. Применом DEA модела дошло се до најбољег

поклапање резултата (ранга земаља) са бројем погинулих на милион становника (јавни ризик). Аутори су закључили да DEA модел додељује највеће тежине индикаторима понашања учесника у саобраћају који припадају следећим областима ризика: алкохол и лекови, брзина и заштитини системи, док индикаторима који се односе на путеве даје врло малу вредност тежинског коефицијента. [Hermans et al. \(2007\)](#) указали су на утицај избора метода за доделу тежинских коефицијената на коначни ранг (оцену) безбедности саобраћаја једне земље. У складу са тим, аутори сугеришу да се посебна пажња посвети примени анализе осетљивости података, како би поузданост индекса била на што већем нивоу. Суштина јесте да се добије што прецизнији композитни индекс.

[Shen et al. \(2011a\)](#) су за агрегацију показатеља користили две верзије DEA модела: Imprecise DEA i Fuzzy DEA. Анализа резултата показује да се CIS (енг. crisp index score) добијен на основу IDEA модела може једноставно користити и интерпретирати док је FIS (енг. fuzzy index scores) који се добија на основу различитих нивоа вероватноће корисни у откривању неизвесности повезаних са људским понашањем. Значајно поклапање резултата потврђује поузданост ова два модела и подразумева њихову употребу за моделирање квалитативних података. У међувремену, [Shen et al. \(2011b\)](#) развили су Multilayer DEA модел који подразумева, добијање композитног индекса за сваки ниво показатеља безбедности саобраћаја. У овом раду, сваки хијерархијски ниво (ниво система безбедности саобраћаја) и сваки индикатор има своју тежину. Резултату су показали да композитни индекс добијен на основу ИБС и композитни индекс добијен на основу коначних исхода имају јаки корелативну везу. Даље усавршавање и примену DEA модела у поређењу држава, наставили су аутори [Shent et al. \(2014\)](#), када су применили Fuzzy DEA (FDEA) модел на оцену и рангирање држава према само једном индикатору безбедности саобраћаја и то кроз сва четири нивоа. Ова студија је показала да је FDEA модел супериорнији у

односу на IDEA модел са аспекта прецизности добијених резултата (индекса). Такође, у раду [Bax et al. \(2012\)](#) аутори су применили MLDEA. Наиме, у првој итерацији, MLDEA модел су применили на излазне (финалне) показатеље, док су у другој итерацији користили исти модел на ИБС. Испоставило се као и код [Shen et al., \(2011a\)](#) да је MLDEA веома прихватљив метод за рангирање земаља према одабраним критеријумима. Сличном проблематиком су се бавили група аутора [Bastos et al., 2015](#).

Предложени нови модел мерења нивоа безбедности саобраћаја од стране [Pešić \(2012a\)](#) и [Pešić et al. \(2013\)](#) користили су један модел доделе тежинских коефицијената. Првенствено, аутор је дефинисао критеријуме на основу којих бира најприхватљивији и најпрецизнији метод за доделу тежинских коефицијената. Након регресионе анализе, искристалисао се метод (енг. budget allocation) расподеле буџета, као најједноставнији метод који испуњава све унапред дефинисане критеријуме. На тај начин, аутор је прецизно одредио у којој мери сваки од индикатора учествује у коначној оцени нивоа безбедности саобраћаја. Управо ово представља један од недостатака овог модела, јер се тежинским коефицијентом може фаворизовати нека активност (интервенција). Такође, [Hermans et al. 2009b](#) су истраживали утицај метода на доделу тежинских коефицијената, избор експерата и избор индикатора на поређење земаља. Резултати су показали да расподела буџета (Budget Allocation (BA) и Analytic Hierarchy Process (АНР)) најмање утичу на поређење земаља. Исти метод за доделу тежинских коефицијената је кориштен у [Hermans et al., 2007, 2010b](#).

Методe за агрегацију показатеља

У зависности од крајњег циља, односно крајњег жељеног излаза методе агрегације се могу поделити на коњуктивне и дисјуктивне функције са једне стране, односно на функције средњих вредности са друге стране. Најчешће кориштене метода за агрегацију показатеља приказане су у

[Колони А.1.5.](#) и то: линеарна и геометријска агрегација као и метод пондерисања оператора по утврђеном редоследу (енг. Ordered weighted averaging (OWA)). Међутим, поред ових најчешће примењиваних метода агрегације, у значајном мери су заступљене методе за доделу тежинских коефицијената (посебно различите верзије DEA модела) које комбинују неколико индикатора у једну вредност.

[Al-Haji \(2005, 2007\)](#) користили су метод линеарне агрегације за комбинацију неколико нормализованих вредности индикатора у један композитни индекс (RSDI). Линеарна агрегација као најједноставнији метод за агрегацију кориштен је у истраживањима [Sutiwipakorn and Prechaverakul \(2002\)](#); [Gitelman et al., 2010](#); [Shen et al., 2011b](#); [Akaateba, 2012](#) and [Oluwole et al., 2013](#).

[Pešić \(2012a\)](#) и [Pešić et al. \(2013\)](#) су унапред дефинисали критеријуме за избор најпрецизније методе за агрегацију показатеља. Након прегледа и анализе одабраних метода за агрегацију показатеља, аутор се одлучио за методу линеарне агрегације. Овај метод је најједноставнији метод агрегације и основна претпоставка овог модела јесте да се подаци, који ће бити сажимани, налазе на истој скали.

Аутори [Hermans \(2009a\)](#) и [Hermans et al., \(2010b\)](#) указали су на значај и важност агрегације показатеља у складу са ordered weighted averaging (OWA) методом. Такође, аутори наглашавају да је поље агрегације показатеља најконтроверзнији сегмент у методологији израде композитног индекса и да му треба посветити посебну пажњу. Они предлажу методе за агрегацију показатеља које је користио [Nardo et al. \(2005a\)](#).

Пошто се анализа у овим студијама заснива на DEA методи, [Shen et al. 2011a, 2014](#); [Bastos, 2014, 2015](#) нису користили посебан метод за агрегацију показатеља, јер је метод линеарне агрегације већ уврштен у поменути модел.

3.3.3. Дизајн композитног индекса безбедности саобраћаја

Упоредна анализа компаратора из групе III подразумева поређење дизајна (начина прорачуна) композитног индекса са посебним освртом на намену у функцији хијерархијских нивоа индикатора ([Колона А.1.6.](#)).

Узимајући у обзир значај и утицај избора индикатора на намену и начин употребе композитног индекса, издвајају се три типа дизајна композитног индекса: Тип 1- КИБС намењен за поређење територија и приказ целокупног стања безбедности саобраћаја; Тип 2- КИБС намењен за дефинисању благовремених мера за унапређење и приказ целокупне слике перформанси система безбедности саобраћаја и Тип 3- КИБС намењен за поједине области ризика, факторе и сл..

КИБС типа 1

Овај тип КИБС је резервисан за ауторе који су прорачун композитног индекса вршили на основу индикатора из различитих нивоа система безбедности саобраћаја.

[Al-Haji \(2005, 2007\)](#) је представио концепт за прорачун Road Safety Development Index који обухвата три области и то: 1) производи, 2) људи и 3) систем. Индикатори у оквиру ова три сегмента се провлаче кроз све нивое система безбедности саобраћаја. Емпиријске и теоријске процене показале су да RSDI може дати ширу слику стања безбедности саобраћаја у некој земљи у односу на традиционални начин те представља једноставан и лако примењив алат доносиоцима одлука. Представљањем концепта за прорачун RSDI, аутор је отворио ново поглавље у оцени нивоа безбедности саобраћаја широм света.

Даље, [Wegman, et al. \(2008\)](#) и [Wegman and Oppe \(2010\)](#) поделили су индикаторе у три групе како би осигурали поузданији композитни индекс (тзв. SUNflower индекс). Сет основних индикатора је подељен у четири

нивоа и то: коначни исходи, индикатори безбедности саобраћаја, индикатори перформанси који се односе на политике безбедности саобраћаја и индикатори перформанси који се односе на структуру и културу популације. Аутори сматрају да индикатори перформанси који се односе на политике безбедности саобраћаја укључени у прорачун КИБС дају боље и разумљивије резултате у односу на традиционални метод. Такође, аутори су закључили да је КИБС добијен на основу индикатора који припадају различитим нивоу система безбедности саобраћаја свеобухватан и веродостојно представља стање безбедности саобраћаја те омогућава целокупну слику стања безбедности саобраћаја. Користећи исте показатеље [Gitelman et al. \(2010\)](#) вршили су прорачун композитног индекса на основу пет различитих комбинација индикатора. Коначан закључак је био да индикатори који припадају различитим нивоима система безбедности саобраћаја омогућавају реалнији КИБС.

[Hermans et al. \(2010a\)](#) представили су јасан преглед структуре индикатора безбедности саобраћаја кроз њихов хијерархијски оквир. Аутори су користили показатеље из свих нивоа система безбедности саобраћаја. Оваква хијерархија индикатора омогућава комбинацију индикатора унутар једне области ризика (нпр. брзина) који се комбинују у индекс „брзине“. Заједно са другим индексима (нпр. индекс „алкохола и лекова“, индекс „возила“, и сл.), добија се један свеобухватан индекс. Дакле, могуће је проценити перформансе (стање) система безбедности саобраћаја у земљама на основу укупне вредности КИБС, индекса који се односи на појединачну област ризика, специфичног индекса (брзине, алкохола и сл.) или на основу нивоа појединачног индикатора.

[Shen et al. \(2011b\)](#) спровели су истраживање комбинујући индикаторе безбедности саобраћаја из различитих нивоа система безбедности саобраћаја са циљем бенчмаркинга у 19 земаља Европске уније, укључујући Швајцарску. Комбинације су обухватале индикаторе који се односе на

коначне исходе и међуизлазне резултате (ИБС). Као „улаз“ користили су 13 индикатора безбедности саобраћаја који се односе на понашање учесника у саобраћају док за „излаз“ користили су 4 индикатора који се односе на коначне исходе. На тај начин, аутори су израчунали оптимални индекс на анализираним земљама. Свеобухватан скуп индикатора који представљају вишеслојну хијерархијску структуру (MLDEA структура) развијен је како би се добила свеобухватна слика стања безбедности саобраћаја на посматраним територијама. [Vax et al. \(2012\)](#) су развили КИБС помоћу индикатора из два нивоа система безбедности саобраћаја. Први ниво се односи на композитни индекс добијен на основу показатеља коначних исхода, а други ниво – добијен на основу индикатора безбедности саобраћаја. У следећој итерацији, прорачунали су укупни (збирни) композитни индекс на основу две претходно добијене вредности (димензије). Циљ збирног КИБС је да омогући поређење земаља у ширем смислу и инспирише друге земље да повећају своје напоре на унапређењу безбедности саобраћаја. Индикатори перформанси који се односе на слој "структура и култура популације" служе за груписање земаља. Због недостатка знања, неадекватне доступности и сложености институционалног управљања индикатори који припадају слоју "политике безбедности саобраћаја" искључени су даљег прорачуна збирног КИБС у овој студији. Проширену комбинацију индикатора за анализу користио је [Pešić \(2012a\)](#) и [Pešić et al. \(2013\)](#). Представљајући нови метод за оцену безбедности саобраћаја који обезбеђује независно поређење територија, аутор је као улаз користио директне и индиректне показатеље безбедности саобраћаја. На основу ових показатеља, оцена нивоа безбедности саобраћаја неког подручја је прихватљива и даје поуздану слику стања безбедности саобраћаја на том подручју. Примена модела је показала предности у односу на дотадашње моделе, кроз могућности: независног оцењивања безбедности саобраћаја на подручју; реалнију оцену стања безбедности

саобраћаја у односу на традиционалне методе (саобраћајне незгоде и њихове последице); уочавања праваца даљег деловања итд.

Сет корака за комбиновање различитих показатеља у једну поуздану оцену (меру) у смислу комуникације, бенчмаркинга, креирања политика и праћења индикатора на територијама представили су [Oluwole et al. \(2013\)](#). Аутори су користили индиректне (ниво „структуре и културе популације“) и директне (ниво „коначних исхода“) показатеље.

Идентификацијом успешних паркси (енг. best-in-class) бавили су се [Chen et al., 2016](#). Аутори су помоћу методе Entropy- embedded RSR (rank-sum-ratio) комбиновали индикаторе безбедности саобраћаја који припадају различитим нивоима система безбедности саобраћај у свеобухватни индекс те накнадно идентификовали успешне праксе. Њихов сет основних индикатора се састојао од индикатора који припадају три три нивоа и то: коначни исходи, међуизлазни резултати и индикатори перформанси који се односе на политике безбедности саобраћаја. Аутори сматрају да добијени коначни резултати могу послужити за поређење земаља и олакшавају доносиоцима одлука разумевање кључних проблема и најважније, уочавање и присвајање успешних пракси које се односе на припрему политика, дефинисање циљева, мера, развојних програма, итд., све са циљем убрзаног унапређења безбедности саобраћаја у њиховој земљи односно територији на којој делују.

КИБС типа 2

КИБС типа 2 је намењен за дефинисању благовремених мера за унапређење стања и свеобухватне слике стања перформанси система безбедности саобраћаја У том смислу, у прорачун овог дизајна КИБС су ушли они индикатори који припадају само једно нивоу (било којем) система безбедности саобраћаја.

Модел прорачуна нивоа безбедности саобраћаја тзв. ROSA индекс ([Sutiwipakorn and Prechaverakul \(2002\)](#)), омогућава поређење нивоа безбедности саобраћаја за области или градове и у један индекс спаја само индикаторе који припадају “коначним исходима”. У ствари, аутори сматрају да апсолутна вредност директних индикатора пружа прецизније схватање стања безбедности возила.

[Bastos \(2014\)](#) и [Bastos et al., 2015](#) анализирали су директне и индиректне показатеље. Међутим, анализа 27 држава је показала да недостаје већина података о ИБС и да су постојећи подаци у врло слабој корелацији са коначним исходима. Из тог разлога, фокус анализе у преосталом делу студије укључивао је податке о коначним исходима (стопа смртности). Ипак, [Bastos et al., 2015](#) описали су опште резултате поређења за читав анализирани сет држава. Иако су аутори били упознати са стварним ограничењима приликом сакупљања података о ИБС, представили су основне смернице за будућа истраживању ИБС у Бразилу. На основу стечених знања, доносиоци одлука у земљама у којима се не прате ИБС, добијају прецизније инструкције о томе како искористити искуство држава у праћењу ИБС и сагледавању стања безбедности саобраћаја.

Поред аутора који су прорачун композитног индекса вршили на основу само директних ии само индиректних показатеља, уочава се група аутора која је вршила поређење само на основу ИБС. Аутори су закључили да сет индикатора који одређују међуизлазне резултате, највише утиче на веродостојност КИБС. Наиме, [Hermans et al. \(2008a, 2009a\)](#) дискутовали су о различитим питањима која се тичу развоја и побољшања методологије за прорачун КИБС, али увек користећи исте врсте улазних података. Највећа пажња посвећена је дефинисању потребних корака за развој КИБС. Аутори су дошли до закључка да поређење земаља на основу ИБС тј. поређење у нивоу „међуизлазни резултати“ омогућава дефинисање благовремених мера за унапређење стања безбедности саобраћаја.

Међутим, [Shen et al. \(2011a\)](#) анализирали су поређење земаља само помоћу индикатора перформанси који се односе на политике безбедности саобраћаја. На основу пет основних индикатора који припадају овом нивоу, успешно су прорачунали КИБС.

КИБС типа 3

У наставку су представљени КИБС који се односе на одређене области ризика, факторе итд., као на пример: индекс безбедности саобраћаја који се односи на околину пута, индекс безбедности саобраћаја који се односи на алкохол, и сл.. [Intan Suhana et al. \(2014\)](#) анализирали су одступање ранга деоница на основу вредности КИБС и броја саобраћајних незгода укључујући 11 одабраних ИБС. Истраживање је показало да је такав начин дефинисања приоритета за рехабилитацију путне мреже веома ефикасан у случајевима када подаци о саобраћајним незгодама нису доступни или су оскудни. [Shen et al. \(2014\)](#) добили су јединствен индекс безбедности саобраћаја за само један фактор ризика на путу - алкохол (три индикатора), посматрајући га кроз три нивоа (коначни исходи, међуизлазни резултати и индикатори перформанси који се односе на политике безбедности саобраћаја). Овакав приступ прорачуну КИБС обезбеђује сагледавање стања у оквиру једне области ризика, при чему се могу идентификовати они субјекти који доприносе лошој односно доброј вредности овог индекса.

3.4. Синтеза и дискусија

У овом поглављу вршена је синтеза најзначајнијих резултата а дискусија резултата је конципирана у форми одговора на претходно дефинисана истраживачка питања.

- Који типови индикатора безбедности саобраћаја се најчешће користе за прорачун КИБС?

- Који кључни индикатори безбедности саобраћаја се најчешће користе за прорачун КИБС?
- Која метода за доделу тежинских коефицијената се најчешће користи за креирање КИБС и како утиче на његову вредност?
- Која метода агрегације података се најчешће користи за креирање КИБС?
- Који дизајн КИБС веродостојно и поуздано представља стање безбедности саобраћаја на територији?

3.4.1. Који типови индикатора безбедности саобраћаја се најчешће користе за прорачун КИБС?

Одговор на ово питање није нимало једноставан због специфичности избора ИБС. Избор типа индикатора који улазе у прорачун композитног индекса зависи од његове сврхе и начина употребе. Дакле, битно је представити неколико улазних информација за будуће креаторе КИБС. Прво, уколико се жели развити свеобухватна слика о стању безбедности саобраћаја, онда је пожељно укључити сет основних показатеља безбедности саобраћаја који припадају сваком хијерархијском нивоу система безбедности саобраћаја. У том случају, пажњу треба обратити на ограничења која се јављају при употреби квалитативних индикатора безбедности саобраћаја. Друго, индикатори који припадају само једном хијерархијском нивоу (било којем) служе за оцену перформанси система у оквиру тог нивоа. Тако се добија целокупна слика стања перформанси система безбедности саобраћаја што увелико доприноси доносиоцима одлука да одлуче и дефинишу у ком правцу ће највише деловати пре него дође до повећања саобраћајних незгода и њихових последица. У трећем случају, специфични ИБС (као нпр. индикатори који се односе на путну инфраструктуру, алкохол итд.) служе за оцену појединих области ризика што омогућава доносиоцима одлука да врше евалуацију предузетих

специфичних мера. Претходно изнесено показује да је избор типа индикатора у функцији намене композитног индекса.

Одговор: Тип индикатора безбедности саобраћаја који ће се користити за прорачун композитног индекса безбедности саобраћаја зависи од његове намене. У суштини, комбинација директних и индиректних показатеља безбедности саобраћаја је најчешће кориштени модел за поређење територија и бенчмаркинг безбедности саобраћаја

3.4.2. Који кључни индикатори безбедности саобраћаја се најчешће користе за прорачун КИБС?

Избор индикатора безбедности саобраћаја за прорачун КИБС је веома сложен посао и захтева компромис између праксе (доступних индикатора) и науке (потребних индикатора). Са једне стране, индикатор треба бити мерљив, доступан и релевантан, а са друге стране, треба бити поуздан, упоредив, прихватљив и осетљив, како би се могли извући поуздани закључци који утичу на усмеравање управљачких мера. Пошто избор индикатора највише утиче на вредност КИБС, пажњу треба усмерити на избор индикатора узимајући у обзир разлике у дефинисању и прикупљању индикатора које су приказана у [Поглављу 3.3.1](#). Важно је напоменути да се вредност једног индикатора може утврдити кориштењем више извора података (међународне или националне базе података, периодични извештаји, упитници, истраживања, итд.) а избор одговарајућег извора зависи од квалитета и доступности података.

Учесталост употребе „динамичког ризика“ као једног међу најважнијим индикаторима у оквиру „коначних исхода“ није на завидном нивоу што је последица недоступности и непоузданости података о возило километрима ([Hermans, 2009a](#)). Међутим, треба га укључити прорачун КИБС где је то год

могуће. Надаље, ниво ИБС се одликује широким спектром дефиниција индикатора у оквиру сваке области ризика. Да би се превазишло овог ограничење, неопходно је да дефиниције индикатора буду што концизније и прецизније. На крају, креатори КИБС треба да воде рачуна о избору квалитативних индикатора (policy performance indicators) како би имали што прецизнију реалну слику стања безбедности саобраћаја у овом нивоу.

Одговор: На основу учесталости употребе појединих индикатора за прорачун композитног индекса безбедности саобраћаја, приказана је листа најчешће коришћених индикатора у [Табели 3.1.](#) подељених према нивоима система безбедности саобраћаја

3.4.3. Која метода за доделу тежинских коефицијената се најчешће користи за креирање КИБС?

Узимајући у обзир резултате приликом анализе литературе, приметно је да методе за доделу тежинских коефицијената у оквиру методологије за прорачун КИБС представљају врло значајан и неизбежан корак. Наиме, методе за доделу тежинских коефицијената које аутори најчешће користе су: једнако факторисање (енг. Simple equal average или equal weighting), факторска анализа (енг. Factor Analysis), анализа кључних компоненти (енг. Principal Components Analysis) и анализа обавијања података (енг. Data Envelopment Analysis) укључујући све њене верзије.

Једнако факторисање (simple equal average) је најпростија метода за додељивање тежинских коефицијената и углавном се примењује у случајевима када ниједна друга метода за додељивање тежинских коефицијената не даје задовољавајући резултат. Управо због недостатка што се њеном применом добијају једнаки тежински коефицијенти за сваки

од показатеља, ова метода није од велике користи како истраживачима, тако и доносиоцима одлука, јер не показује разлике у значају показатеља. Примена овог метода је оправдана и када су показатељи међусобно у високој корелацији, или када уопште не постоји корелација између показатеља. Главна предност факторске анализе (**Factor Analysis (FA)**) је та што се индикатори групишу у факторе, при чему се тежи редуковању броја фактора или димензија неког проблема. Један од недостатака ове методе је тај што се тежине одређују на основу корелација са индикаторима а не на стварним везама између појава. Слично као код факторске анализе, анализа обавијања података (**Data Envelopment Analysis**) међусобно повезује индикаторе из различитих области, при чему се коначан резултат (ранг) може мењати са променом броја или подручја. Заправо, DEA је техника која се користи код процене релативне ефикасности јединица, при чему јединице могу представљати подручја (земље, региони, и сл.). Ефикасност једне земље, применом DEA технике, подразумева однос факторисаног броја излазних величина и факторисаног броја улазних величина. Недостатак ове методе јесте тешко поређење са другим методама и резултати су релативни тј. резултати зависе од сета података. Такође, овај метод је осетљив у случајевима недостатка података који се односе на специфичне индикаторе. За оцењивање нивоа безбедности саобраћаја основни недостатак **Principal Components Analysis (PCA)** је што међусобно повезује показатеље за више подручја, па се при промени броја или подручја крајњи резултат може променити односно веома је осетљива ако подаци недостају. Основна предност ове методе се огледа у додели тежинских коефицијената на основу статистичке анализе, а не на основу субјективне процене. PCA се може спровести када су сви показатељи, односно фактори, сведени на исту јединицу, па се, у принципу, над нормализованим вредностима релевантних показатеља може спровести ова техника. Један од недостатака ове методе јесте минимизирање доприноса индикатора који нису у корелацији са другим показатељима. Предност ове

и других објективних метода односно техника заснованих на подацима је та да се тежински коефицијент заснива на статистичким анализама, а не на субјективним проценама (као што је метод расподеле буџета и др.).

Одговор: Најчешће кориштене методе за доделу тежинских коефицијената при прорачуну композитног индекса безбедности саобраћаја су: једнако факторисање (Simple equal average или equal weighting), факторска анализа (Factor Analysis), анализа кључних компоненти (Principal Components Analysis) и анализа обавијања података (Data Envelopment Analysis) укључујући све њене верзије. Једнако факторисање је једини метод који доделује једнаке тежинске коефицијенте свим индикаторима који улазе у прорачун КИБС. Преостале методе су објективног карактера код којих се додела тежинских коефицијената врши на основу података- вредности индикатора

3.4.4. Која метода агрегације показатеља се најчешће користи за креирање КИБС?

Анализа претходних студија је показала да су три методе за агрегацију показатеља кориштене за комбинацију више индикатора у једну вредности (индекс) и то: линеарна и геометријска агрегација и метод пондерисања оператора по утврђеном редоследу (ordered weighted averaging). Предности **линеарне агрегације** укључују следеће: једноставно коришћење, лако разумевање и тумачење добијених резултата. Овај модел креће од претпоставке да су сви подаци припадају истој скали тј. да су нормализовани. Главна предност **геометријске агрегације** је та што не допушта или у великој мери смањује утицај компензације лоших перформанси неког од показатеља. Лош резултат неког индикатора не може бити компензован добрим резултатом неког другог индикатора. Ово

је велика предност геометријске агрегације, с једне стране, док с друге стране, захваљујући начину на који се израчунава, геометријска агрегација омогућава јаснији напредак у укупном резултату у односу на промене у улазу. Другим речима, ако се вредност неких индикатора на улаза мења, чак и мало, ово ће се јасно видети на излазу. Главни недостатак геометријске агрегације је његова осетљивост на улазне податке (на пример, ако је вредност података једнака нули), посебно у случајевима када недостају подаци. **Метод пондерисања оператора по утврђеном редоследу (OWA)** је други тип метода за агрегацију показатеља. У случају OWA, тежински коефицијент није више повезан са значењем одређеног критеријума (или индикатора). OWA омогућава различит тежински коефицијент за добар и лош индикатор, без обзира на њихово значење.

Одговор: Узимајући у обзир предности и учесталост примене сваке методе за агрегацију са једне стране и њене недостатке са друге стране може се закључити да је линеарна агрегација најприхватљивија за прорачун КИБС који се користи у сврху поређење земаља или бенчмаркинг безбедности саобраћаја. Међутим, уколико се тежи да композитни индекс омогући дефинисање благовремених мера за унапређење постојећег стања препоручује се примена метода пондерисања оператора по утврђеном редоследу или геометријске агрегације.

3.4.5. Који дизајн КИБС веродостојно и поуздано представља стање безбедности саобраћаја на територији?

Анализа кључних корака за прорачун КИБС потврдила је резултате бројних истраживања да вредност композитног индекса у највећој мери зависи од избора индикатора. Наиме, основни сет показатеља безбедности

саобраћаја који припадају свим нивоима система безбедности саобраћаја, обезбеђују свеобухватну слику стања безбедности саобраћаја. На тај начин, поређење или процес бенчмаркинга на међународном нивоу је једноставније. Значајно је истаћи да композитни индекс добијен на овакав начин, омогућава детаљнију анализу стања безбедности саобраћаја и дефинисање контра мера за унапређење стања. Насупрот овом типу дизајна композитног индекса, издвајају се студије које обрађују композитни индекс чији индикатори припадају само једном хијерархијском нивоу (било којем) и служе за оцену перформанси система у оквиру тог нивоа. Тако се добија целокупна слика стања перформанси система што увелико доприноси доносиоцима одлука да одлуче и дефинишу у ком правцу ће највише деловати пре него дође до повећања саобраћајних незгода и њихових последица. У трећем случају, специфични индикатори служе за оцену појединих области ризика, факторима, и сл. што омогућава доносиоцима одлука да врше евалуацију предузетих специфичних мера. Претходно изнесено показује да је намена композитног индекса у директној вези са избором индикатора.

Одговор: Узимајући у обзир сврху и начин коришћења КИБС, може се закључити да је комбиновани дизајн индекса намењен поређењу територија и развоју свеобухватне слике стања безбедности саобраћаја, најверодостојније одређује стање безбедности саобраћаја на територији. Прорачун КИБС на основу скупа показатеља безбедности саобраћаја који припадају само једном нивоу омогућавају дефинисање благовремених мера за унапређење стања и сагледавање стања перформанси система безбедности саобраћаја. Међутим, уколико недостају поуздани подаци за један или више нивоа, може се креирати специфични индекс, који се односи на један фактор, област ризика итд.

3.5. Закључна разматрања

Свеобухватно посматрајући, све више пажње се посвећује развоју КИБС и поређењу територија. Огроман је значај дефинисања благовремених мера за унапређење безбедности саобраћаја и бенчмаркинга безбедности саобраћаја. На овај начин, доносиоци одлука могу унапред дефинисати своје акције и усмерити своје ресурсе на оне области које захтевају хитну акцију, нечекајући да се саобраћајне незгоде догоде.

Ово поглавље докторске дисертације даје преглед студија које се баве анализом типова и најчешће коришћених показатеља безбедности саобраћаја, методама доделе тежинских коефицијената, методама агрегације показатеља и типовима дизајна (начина прорачуна) композитног индекса. Резултати су дати у облику одговора на истраживачка питања и показују да је комбинација директних и индиректних показатеља најчешће кориштена метода за прорачун КИБС. Такође, треба обратити пажњу на једноставност и применљивост предложених метода, употребљивост добијених резултата, све у циљу прецизнијег прорачуна КИБС и поређења територија. Најважнији допринос јесте типизација дизајна КИБС и идентификација најуспешнијих типова КИБС који веродостојно представљају стање безбедности саобраћаја. Анализа је показала да је КИБС типа 1 (комбинација директних и индиректних показатеља) намењен поређењу територија и сагледавању свеобухватне слике стања безбедности саобраћаја на територији (земље, региона, итд.). Међутим, уколико се жели добити јасна слика стања перформанси безбедности саобраћаја на посматраним територијама онда се прорачун КИБС врши на основу индикатора безбедности саобраћаја који припадају само једном нивоу система безбедности саобраћаја односно оном нивоу чије се стање жели анализирати (КИБС типа 2).

Поузданост КИБС зависи од одабраних индикатора, расподеле тежина и метода агрегације показатеља, као и од линеарне зависности између

показатеља безбедности саобраћаја и саобраћајних незгода и њихових последица. Различите комбинације показатеља безбедности саобраћаја дају различите вредности КИБС што утиче на прецизност и поузданост поређења територија. Ово је посебно изражено код поређења територија на основу индикатора који припадају само једном нивоу система безбедности саобраћаја (посебно индикатора у оквиру нивоа „међуизлазни резултати“), мерених у једном временском пресеку и који обезбеђује идентификацију кључних проблема и предузетих успешних мера. Међутим, значајно је истражити *која комбинација индикатора безбедности саобраћаја даје прецизан и поуздан композитни индекс безбедности саобраћаја*, са циљем дефинисања листе кључних и најзначајнијих индикатора који веродостојно представљају стање безбедности саобраћаја на територији. Овако идентификована листа кључних индикатора обезбеђује доносиоцима одлука једноставно и брзо уочавање кључних проблема безбедности саобраћаја и препознавање ефикасних и неефикасних мера. Насупрот томе, неусаглашеност методологија за прорачун (креирање) КИБС доводи до различитости приликом избора индикатора и метода за прорачун КИБС. Из тог разлога, истраживање у овој докторској дисертацији је фокусирано на представљање оригиналне методологије за прорачун композитног индекса безбедности саобраћаја са ограниченим бројем индикатора са циљем идентификације "најзначајнијих индикатора безбедности саобраћаја" у условима недоступности или оскудности података.

Оцена безбедности саобраћаја на основу
КОМПОЗИТНОГ ИНДЕКСА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА
Докторска дисертација, Саобраћајни факултет, 2018



4.

**ПОРЕЂЕЊЕ ТЕРИТОРИЈА
НА МЕЂУНАРОДНОМ НИВОУ**

4. ПОРЕЂЕЊЕ ТЕРИТОРИЈА НА МЕЂУНАРОДНОМ НИВОУ¹

У овом поглављу представљено је поређење територија- земаља на међународном нивоу. Информације о простору (земљама) које су биле предмет истраживања, периоду којима припадају доступни подаци о ИБС и коришћеном софтверу за метод оптимизације избора индикатора приказани су у [Поглавље 4.1.](#) Међународни ниво поређења територија обухватао је 21 земљу Европске уније укључујући Швајцарску. Подаци за међународни ниво су преузети из [Hermans, 2009a](#) и представљају тренутни пресек стања (енг. „snapshot“ или „footprint“) у погледу одабраних шест ИБС. У овом поглављу, детаљније је представљено свих седам корака методологије за прорачун композитног индекса, са освртом на четврти корак „додела тежинских коефицијента“ и пети корак „метод агрегације индикатора“ који су најутицајнији кораци у прорачуну КИБС. Такође, наглашени су кораци за идентификацију најзначајнијих (најутицајнијих) ИБС за посматране земље у једном временском пресеку. Прорачун вредности композитног индекса се заснива на примени анализе обавијања података (енг. Data Envelopment Analysis). Граничне вредности удела сваког појединачног индикатора у целокупној вредности КИБС су одређивани применом експертске методе расподеле буџета (енг. Budget allocation). Као метода за агрегацију показатеља коришћена је Ordered Weighted Averaging (OWA) operators и линерна агрегација (енг. Linear Aggregation).

Развој система комбинација, метод оптимизације и прорачун композитног индекса безбедности саобраћаја са ограниченим бројем индикатора (КИБС_{огрⁿ}) вршен је помоћу програма IBM CPLEX. Корелациона анализа између променљивих је спроведена помоћу програма IBM SPSS v20, док су

¹ Представљено истраживање је публиковано у: Tešić, M., Hermans, E., Lipovac, K., and Pešić, D. (2018). Identifying the most significant indicators of the total road safety performance index. Accident Analysis and Prevention, 113, 263-278, <https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.02.003>

све остале анализе вршене у MS Excel-у. У [Поглављу 4.2.](#) представљени су резултати примењене методологије на одабране земље. Резултати су анализирани са три аспекта и то: 1) корелативна анализа вредности $KIBS_{огр^n}$ и КИБС; 2) поређење ранга земаља на основу вредности $KIBS_{огр^n}$ и КИБС добијеног на основу свих укључених индикатора и 3) идентификација најутицајнијих индикатора за сваку земљу појединачно са предлогом фаза за увођење и праћење индикатора.

4.1. Методологија истраживања

4.1.1. Циљеви истраживања

Основни циљ ове докторске дисертације јесте развој оригиналне, научно признате и прикладне методологије за прорачун композитног индекса безбедности саобраћаја са ограниченим бројем индикатора ($KIBS_{огр^n}$) који се може користити за веродостојно поређење територија (земље, региони, локалне заједнице, полицијске управе и сл.). У ту сврху, кориштена је ДЕА метода за оптимизацију и избор најзначајнијих индикатора (комбинација од пет, четири или само три ИБС). Овај метод обезбеђује релевантну, поуздану и упоредиву вредност $KIBS_{огр^n}$ и која има најјачу линеарну зависност са вредношћу КИБС добијеног на основу свих ИБС. У зависности од типа $KIBS_{огр^n}$ вршена је упоредна анализа ранга територија, наглашавајући јачину корелативне везе са коначним исходима као што су стопа смртности и степен људског развоја (human development index) као два врло важна индекса са којим је поређен КИБС раније ([Al- Haji, 2005](#); [Hermans 2009a](#); [Chen et al., 2016](#)). Применом поменуте методологије, идентификовани су најзначајнији индикатори безбедности саобраћаја за земље на међународном нивоу на основу мерених индикатора у само једном временском пресеку. На овај начин је омогућено поређење већег броја територија јер се смањују напори за прикупљање и праћење индикатора, што индиректно утиче на развој и успостављање периодичног

и одрживог система праћења индикатора безбедности саобраћаја у анализираним територијама.

У том контексту, спроведено истраживање обезбеђује идентификовање најутицајнијих индикатора у анализираним територијама и даје могућност праћења заједничких комбинација ИБС. Такође, истраживање обезбеђује стандардизацију индикатора и дефинисање кључне листе заједничких индикатора за поређење. Практично, анализа је показала да је могуће са $КИБС_{орг}^n$ веродостојно поредити територије у условима када је доступност истих индикатора за што већи број територија кроз неколико временских пресека, прилично ограничена.

Кориштена методологија за прорачун $КИБС_{орг}^n$ је универзална, отвореног карактера и омогућава проширење података за анализу у три правца: 1) просторни: могуће је укључити већи број земаља, региона и сл. (територија) тако што би се додали одговарајући подаци; 2) временски: могуће је обухватити више година (временских пресека) и 3) квантитативни: укључити већи број, односно другачије индикаторе. Имајући наведено у виду, овај концепт је значајан за развој ИБС, јачање веродостојности, прихватљивости и будући развој $КИБС_{орг}^n$.

4.1.2. Прикупљање и избор индикатора

Пажњу треба усмерити на прикупљање података, јер поузданост, употребљивост и интерпретација композитног индекса зависе од квалитета података. Истраживање је фокусирано на 21 земљу Европске уније укључујући Швајцарску са циљем евалуације индикатора безбедности саобраћаја у земљама са приближно истим нивоом развоја (тј. земљама које карактерише сличан транспортни систем и степен моторизације). Међутим, шира анализа на светском нивоу може бити занимљива, али доступност података о истим (заједничким) индикаторима за већег броја земаља у одређеном временском периоду је значајно ограничена. Поред

доступности, спорна је и упоредивост расположивих података са становишта дефиниција и начин њиховог мерења на терену.

У оквиру овог истраживања, кориштени су подаци у оквиру седам области ризика разматраних и представљених кроз SafetyNet пројекат ([Vis, 2005](#)) и то: алкохол и дроге, брзина, заштитни системи, употреба дневних светала, возила, путеви и нега након саобраћајне незгоде. За сваку област ризика кориштен је по један индикатор за прорачун КИБС. На основу избора индикатора према [Hermans, 2009a](#), идентификовани су „потребни“ (енг. best needed) и „доступни“ (енг. best available) индикатори за сваку област ризика. „Потребни индикатори“ су теоријски идеални индикатори док су „доступни индикатори“ они индикатори за које су доступни квалитетни подаци. Индикатор који се односи на употребу дневних светала на аутомобилима није укључен у прорачун композитног индекса, због различитог статуса овог индикатора у посматраним земљама. Наиме, у неким земљама је обавезна употреба дневних светала на свим путевима током целе године док је у неким земљама обавезна употреба дневних светала само на неким категоријама путева или није обавезна уопште.

Предмет анализе у овом поглављу, обухвата следећих 6 индикатора безбедности саобраћаја: (ИБС_1) % возача који су се изјаснили да често возе аутомобил под дејством алкохола изнад дозвољене границе, (ИБС_2) % возача који су се изјаснили да често возе аутомобил у насељу изнад дозвољене брзине кретања, (ИБС_3) проценат употребе сигурносног појаса на предњим седиштима аутомобила и лаких теретних возила, (ИБС_4) проценат возила старости до 6 година у укупном возном парку, (ИБС_5) густина аутопутева (km/km²) и (ИБС_6) проценат БДП уложеног у здравство. Подаци су прикупљени из различитих међународних база и неколико публикација: (ИБС_1) ([SARTRE, 2004](#)), (ИБС_2) ([SARTRE, 2004](#)), (ИБС_3) ([European Transport Safety Council, 2006](#)), (ИБС_4) ([Eurostat, 2008](#)), (ИБС_5) ([Eurostat, 2007](#)) и (ИБС_6) ([Gollogly, 2009](#)). Подаци за сваки

индикатор припадају периоду [2002; 2008]. Јавни ризик (број погинулих у односу на милион становника) употребљен је као коначни исход јер га карактерише висок степен упоредивости и доступности за све посматране земље. Вредност овог показатеља за 2003. годину преузета је из извештаја [European Union Road Federation \(2006\)](#). У овом извештају подаци су доступни за 20 од укупно 21 анализираних земље. За Швајцарску, податак о јавном ризику је преузет из [Organisation for Economic Co-operation and Development \(2008\)](#).

Претходно наведени показатељи доступни су за само 21 земљу (20 земаља ЕУ укључујући Швајцарску), посебно укључујући: Аустрија (АТ), Белгија (БЕ), Швајцарска (СН) Кипар (СУ), Чешка (СЗ), Данска (ДК), Естонија (ЕЕ), Финска (ФИ), Француска (ФР), Њемачка (ДЕ), Грчка (ЕЛ), Мађарска (НУ), Ирска (ИЕ), Италија (ИТ), Холандија (НЛ), Пољска (ПЛ), Португал (РТ), Словенија (СЛ), Шпанија (ЕС), Шведска (СЕ) и Велика Британија (УК).

У [Табели 4.1](#) представљена је свеобухватна статистика за укључене индикаторе у анализу. Посматрајући на пример индикатор који се односи на заштитне системе, видљиво је да средња вредност употребе сигурносног појаса на предњим седиштима аутомобила и лаких теретних возила износи 79.6% за све посматране земље. Штавише, најчешћа вредност индикатора у скупу података је 75% док је средња вредност 82%. Интервали [40; 75], [75; 82], [82; 88] и [88; 97] представља једну четвртину посматрања. Варијанса је 175.8 односно стандардно одступање износи 13.3 што потврђује значајне промене овог индикатора међу посматраним земљама. Сви индикатори припадају истој скали и сведени су на исту основу, што је врло битно за поступак добијања композитног индекса. Другим речима, висока вредност индикатора значи више (или мање) настрадалих у саобраћају. Вредности индикатора нормализоване су помоћу методе „одстојање од минималне односно максималне вредности“ или (енг. re-scaling method). Ова метода

обезбеђује да се све вредности индикатора сведу на вредности у интервалу $[0; 1]$, ([Nardo et al., 2005b](#)).

Табела 4.1. Детаљна статистичка анализа обухваћених индикатора

	ИБС_(1)	ИБС_(2)	ИБС_(3)	ИБС_(4)	ИБС_(5)	ИБС_(6)
Бр. случајева	21	21	21	21	21	21
Просечна вредност за целокупан сет података	96.10	92.38	79.57	34.48	1.95	8.52
Учесталост	99.7	94	75	/	2	7.5
Средња вредност	97.5	93	82	36.74	2	8.4
25-ти Перцентил	94.9	89	75	28.69	0.6	7.5
75-ти Перцентил	98.7	94	88	39.43	2.4	9.6
Минимум	78.2	88	40	17.01	0.1	5.3
Максимум	100	97	97	53.67	6.1	11.5
Ранг	21.8	9	57	36.66	6	6.2
Варијанса	22.80	10.05	175.76	99.25	2.82	2.47
Ст. одступање	4.78	3.17	13.26	9.96	1.68	1.57

Поред просторног ограничења, кориштени сет података у овој студији је временски ограничен. Пошто вредности индикатора нису доступне за више временских пресека, КИБС је прорачунат за само један временски пресек (2003. година). Доступност података је често ограничење за сва истраживања која се баве поређењем територија и прорачуном КИБС, нарочито када се ради о поређењу територија на међународном нивоу. Претходно ограничење је последица тога да су "индикатори безбедности саобраћаја" први пут уведени 2001. године ([European Transport Safety Council, 2001](#)) и да постоји широк спектар индикатора за било који ниво система безбедности саобраћаја.

Респектабилан извор података о ИБС а који даје свеобухватне дефиниције и листу основних индикатора је SafetyNET пројекат ([Vis, 2005](#)). Преко истраживања [Al-Haji, 2005, 2007](#); [Hermans, 2009a](#), затим [Gitelman et al., 2010](#); [Wegman and Oppe, 2010](#); [Shen, 2011b](#), све до [Bax et al., 2012](#); [Pešić, 2012a](#)

доступност података представља проблем, посебно у оквиру области ризика: “алкохол и дроге” и “брзина”. Сви поменути аутори су користили податке из различитих међународних и националних база, различитих студија, истраживања и сл..

Постојеће међународне базе као нпр. IRTAD, CARE, Eurostat, EURF и др. садрже већину података о коначним исходима и неколико података о структури и сарости возног парка, дужини путне мреже и густини аутопутева, улагању у здравство, итд.. Поједине земље (Велика Британија, Шведска, Србија, итд.) имају квалитетне националне базе података о ИБС. Иако одређен број земаља прати ИБС, начини мерења и дефиниције ових индикатора се разликују што доводи у питање упоредивост ових података односно веродостојност композитног индекса. Да би се ово ограничење делимично превазишло, аутори користе податке из различитих, независних студија као нпр. *Social Attitudes to Road Traffic Risk in Europe* (SARTRE) и *European Survey of Road users' safety Attitudes* (ERSA) и на тај начин проналазе податке о индикаторима како би поредили што већи број земаља.

Теоријски посматрано, већи број индикатора обезбеђује квалитетнији композитни индекс помоћу којег доносиоци одлука прецизније дефинишу благовремене мера за унапређење стања безбедности саобраћаја. Ипак, у пракси јавља се потреба за прорачуном композитног индекса безбедности саобраћаја са ограниченим бројем индикатора који обезбеђује довољно квалитетно поређење што већег броја земаља и могућност дефинисања управљачких мера.

4.1.3. Кориштена методологија

Прорачун композитног индекса безбедности саобраћаја са ограниченим бројем индикатора ($КИБС_{огр^n}$) вршен је према методологији за прорачун композитног индекса безбедности саобраћаја за поређење земаља, развијене од

стране [Hermans, 2009a](#). Методологија се састоји из неколико корака: 1) Избор одговарајућих (релевантних) индикатора; 2) Прикупљање података; 3) Анализа података који улазе у прорачун; 4) Додела тежинских коефицијената; 5) Агрегација индикатора; 6) Тестирање робустности индекса и 7) Вредновање и визуализација коначних резултата. Ова методологија је кориштена за прорачун КИБС у оквиру нивоа „међуизлазни резултати“. Сви кораци су детаљније објашњени [Hermans, 2009a](#).

У наставку су представљени кораци за прорачун композитног индекса безбедности саобраћаја са ограниченим бројем индикатора.

Први корак у креирању КИБС_{огрⁿ} јесте **избор индикатора за прорачун композитног индекса**. Сваки индикатор који је употребљен за прорачун КИБС_{огрⁿ} представља једну област ризика. У оквиру овог корака, идентификовани су „потребни“ и „доступни“ индикатори. Наредни корак је резервисан за **прикупљање података о вредности показатеља безбедности саобраћаја**. Кориштени су подаци за јавни ризик и укључене индикаторе безбедности саобраћаја. Анализа обухвата 21 земљу за које су прикупљени подаци за шест заједничких индикатора безбедности саобраћаја и то: 1) % возача који су се изјаснили да често возе аутомобил под дејством алкохола изнад дозвољене границе, 2) % возача који су се изјаснили да често возе аутомобил у насељу изнад дозвољене брзине кретања, 3) проценат употребе сигурносног појаса на предњим седиштима аутомобила и лаких теретних возила, 4) проценат возила старости до 6 година у укупном возном парку, 5) густина аутопутева (km/km²) и 6) проценат БДП уложеног у здравство. Подаци за сваки индикатор припадају периоду [2002; 2008]. Због поуздане упоредивости резултата, прорачун КИБС_{огрⁿ} вршен је на основу истих података као [Hermans, 2009a](#).

Корак 3- **Анализа података који улазе у прорачун** омогућава детаљније изучавање вредности свих шест укључених ИБС. Прво, анализирају се

вредности унутар једног индикатора за анализирани сет (univariate analysis) Затим, анализира се однос између различитих индикатора (multivariate analysis). Циљ ових статистичких анализа јесте сагледавање структуре сета индикатора и процена да ли су изабрани одговарајући ИБС за прорачун индекса, ([Hermans, 2009a](#)).

Један од најбитнијих корака у прорачуну композитног индекса јесте „**Додела тежинских коефицијената**“. После избора индикатора за прорачун, избор методе за доделу тежинских коефицијената је најважнији фактор који утиче на вредност индекса. Од укупно пет употребљених метода, анализа обавијања података (DEA) обезбеђује најбоље слагање резултата поредећи са рангирањем земаља на основу вредности јавног ризика ([Hermans et al., 2008b](#)). Анализа обавијања података, метод који је развијен од стране аутора [Charnes, Cooper and Rhodes \(1978\)](#), је непараметарска техника за оптимизацију која се користи за процену релативне ефикасности хомогених јединца за одлучивање (енг. decision-making units), на основу вишеструких улаза и вишеструких излаза. Основа DEA јесте проналажење најбоље јединице за одлучивање које се сматрају најефикаснијим јединицама у датом сету података и користе се за одређивање тзв. границе ефикасности (енг. efficient production frontier), ([Shen et al., 2015a](#)). Наиме, степен ефикасности осталих јединица за одлучивање се врши на основу њихове удаљености од границе ефикасности [Charnes et al. \(1994\)](#) и [Cooper et al., 2000](#). У раду [Cherchye et al., \(2006\)](#) предложен је општи DEA модел за прорачун индекса. За сваку анализирану земљу, могуће је добити сложени композитни индекс чија се вредност креће од нуле до један, у којем веће вредности указују на релативно боље перформансе. Вредност композитног индекса код најбоље рангиране (најефикасније) земље тежи ка вредности један (1). Истовремено, код земаља које су лошије рангиране, вредност композитног индекса лежи између вредности нула (0) и један (1). На основу додељених тежинских

коэффицијената сваком индикатору, могуће је идентификовати проблематична подручја (лоше перформансе) у оквиру коришћеног сета података. Пети корак у методологији за прорачун КИБС односи се на **избор метода за агрегацију података** према препорукама [Hermans, 2009a](#).

Концепт методе пондерисања оператора по утврђеном редоследу (Ordered Weighted Averaging)

Метод пондерисања оператора по утврђеном редоследу (OWA) користи се као експертска метода за агрегацију показатеља и представљена је од стране [Yager \(1988\)](#). Када је у питању ова метода, важно је напоменути да се тежински коэффицијенти разликују у случају „метода за доделу тежинских коэффицијената“ и у случају „OWA функције“. У случају OWA функције, тежински коэффициент није повезан са значењем одређеног критеријума (индикатора), него са његовом величином. Прецизније речено, OWA функција додељује тежинске коэффицијенте према вредности индикатора, што је чини корисном методом за агрегацију показатеља јер *добри* и *лоши* индикатори имају различит допринос (утицај) на вредност КИБС.

Врло чести оператори код агрегације показатеља су: минимум, максимум и аритметичка средина. Тежински вектор \vec{w} ових оператора је дат као: 1) max: $\vec{w} = (1,0,\dots,0)$ и узима у обзир само најбоље индикаторе; 2) min: $\vec{w} = (0,\dots,0,1)$ и узима у обзир само најлошије индикаторе и 3) arithmetic mean: $\vec{w} = (1/n, 1/n,\dots,1/n)$ укључује само једнаке индикаторе. Један од начина за добијање одговарајућих OWA тежина јесте ограничење „ИЛИ“ односно концепт „тежње према нули“ (енг. orness concept). Вредност „orness“ ограничења одговара степену оптимизма доносиоца одлука ([Yager, 1997](#)). За тежински OWA вектор, степен „orness“ ограничења дефинисан је [Формулом 4.1.](#):

$$\text{orness}(\vec{w}) = \frac{1}{l-1} \sum_{i=1}^l (l-i)w_i = \frac{1}{l-1} \sum_{i=1}^{l-1} (l/i)^\alpha \quad (4.1)$$

$$\vec{w}_i = Q\left(\frac{i}{l}\right) - Q\left(\frac{i-1}{l}\right) \text{ for } i = 1, \dots, l$$

$$Q(r) = r^\alpha \text{ with } \alpha \geq 0$$

У случају шест индикатора, извођењем претходне формуле добија се:

$$\begin{aligned} \vec{w}_1 &= \left[\frac{1}{6}\right]^\alpha; \vec{w}_2 = \left[\frac{2}{6}\right]^\alpha - \left[\frac{1}{6}\right]^\alpha; \vec{w}_3 = \left[\frac{3}{6}\right]^\alpha - \left[\frac{2}{6}\right]^\alpha; \\ \vec{w}_4 &= \left[\frac{4}{6}\right]^\alpha - \left[\frac{3}{6}\right]^\alpha; \vec{w}_5 = \left[\frac{5}{6}\right]^\alpha - \left[\frac{4}{6}\right]^\alpha; \vec{w}_6 = \left[\frac{6}{6}\right]^\alpha - \left[\frac{5}{6}\right]^\alpha \end{aligned} \quad (4.2)$$

У контексту безбедности саобраћаја, α представља ниво до којег јавни ризик зависи од вредности укључених шест индикатора. За α једнако један (1) на вредност јавног ризика подједнако утичу добри и лоши индикатори. Ако је вредност α већа (мања) од један (1) то значи да најлошији (најбољи) индикатори утичу на вредност јавног ризика при чему су наглашене ниске (високе) вредности индикатора.

Лингвистичка формулација методе пондерисања оператора по утврђеном редоследу (OWA)

Лингвистичке формулације у оквиру ове методе подразумева дефинисање следећих принципа кроз панел дискусије експерата:

- У случају да земља има лоше вредности више од неколико индикатора, вредност њеног композитног индекса треба да буде мала. У овом случају: минимум два или 40% од укупног броја индикатора, и
- У случају да земља има лоше вредности неколико индикатора, вредност њеног композитног индекса треба да буде између мале и средње. У овом случају: максимум два или 40% од укупног броја индикатора.

Први корак за разумевање лингвистичке формулације ограничења за вредност α јесте објашњење појмова "лоше" (у односу на вредност индикатора), "неколико" (у односу на број индикатора), "мале" и "средње"

(у односу на вредност индекса). У односу на одређени индикатор, вредности се класификују као "добро", "средње" или "лоше". Овде је вредност „1“ додељена добром индикатору; вредност „0.5“ додељена је просечном (средњој вредности) индикатору и вредност „0“ додељена је лошем индикатору. На укупно шест индикатора, "неколико" одговара два (2); "већина" одговара четири (4) и "готово сви" одговара пет (5). „Мала“ вредност индекса одговара највише „0.25“, "средња" вредност индекса одговара „0.5“, док "велика" вредност индекса одговара најмање „0.75“. Користећи [Формулу 4.2.](#) добија се интервал ограничења α .

$$f_{\alpha}(1,1,1,0,0,0) \leq 0.25 \text{ (Мала вредност индекса)} \quad (4.3)$$

$\Leftrightarrow \vec{w}_1 + \vec{w}_2 + \vec{w}_3 \leq 0.25$ (Више од два индикатора су лоша= три индикатора су добра)

$$\Leftrightarrow \left[\frac{1}{6}\right]^{\alpha} + \left[\frac{2}{6}\right]^{\alpha} - \left[\frac{1}{6}\right]^{\alpha} + \left[\frac{3}{6}\right]^{\alpha} - \left[\frac{2}{6}\right]^{\alpha} < 0.25$$

$$\Leftrightarrow \left[\frac{1}{2}\right]^{\alpha} \leq 0.25$$

$$\Leftrightarrow \alpha \geq 2$$

$$0.25 < f_{\alpha}(1,1,1,0.5,0,0) < 0.5 \text{ (Вредност индекса креће се између мале (0.25) и средње (0.5))} \quad (4.4)$$

$\Leftrightarrow 0.25 < \vec{w}_1 + \vec{w}_2 + \vec{w}_3 + 0.5 \times \vec{w}_4 < 0.5$ (два индикатора су лоша= три индикатора су добра и један индикатор је просечан)

$$\Leftrightarrow 0.25 < \left[\frac{1}{6}\right]^{\alpha} + \left[\frac{2}{6}\right]^{\alpha} - \left[\frac{1}{6}\right]^{\alpha} + \left[\frac{3}{6}\right]^{\alpha} - \left[\frac{2}{6}\right]^{\alpha} + 0.5 \times \left[\left(\frac{4}{6}\right)^{\alpha} - \left(\frac{3}{6}\right)^{\alpha}\right] < 0.5$$

$$\Leftrightarrow 0.25 < 0.5 \times \left(\frac{3}{6}\right)^{\alpha} + 0.5 \times \left(\frac{4}{6}\right)^{\alpha} < 0.5$$

$$\Leftrightarrow 1.2946 < \alpha < 2.6526$$

На основу [Формуле 4.3.](#) и [Формуле 4.4.](#) добија се да α припада интервалу [2; 2.65], комбинујући шест индикатора на начин који је прихватљив

експертима а који су усвојили лингвистичку формулацију. Вредност ограничења „orness“ је у интервалу [0.236; 0.306] и добија се уврштавањем вредност α у [Формулу 4.1](#). Дефинисане граничне вредности α дају најјачу везу са рангирањем земаља на основу вредности јавног ризика. На основу тога, добија се ОWA вектор (0.03; 0.08; 0.17; 0.27; 0.42; 0.58).

Уважавање ставова експерата и доносиоца одлука врло је корисно у фази агрегације показатеља. Превођење лингвистичке (вербалне) формулације у вредност ограничења α користећи само неколико прорачуна, повећава поузданост КИБС ([Hermans et al., 2010b](#)).

Због тога је ова метода агрегације врло корисна за прорачун КИБС, јер омогућава експертима/ доносиоцима одлука/ заинтересованим странама на националном нивоу да се договоре о вербалној формулацији. Такође, овај метод пружа већи степен прихватљивости добијених резултата (вредности композитног индекса) и обезбеђује идентификацију кључних проблема и благовремених мера за унапређење стања безбедности саобраћаја.

Методологија за прорачун КИБС_{опр}ⁿ

Да би се добио поуздан КИБС, неопходно је извршити избор индикатора, нормализацију података, доделу тежинских коефицијената и агрегацију показатеља. [Формула 4.5](#) представља математички модел за прорачун КИБС за земљу j ($j = 1, \dots, n$):

$$KIBS_j = \frac{\max}{w_{lj}} \sum_{i=1}^l \bar{r}_{lj} \bar{w}_{lj} \quad (4.5)$$

Уз ограничења:

$$\sum_{i=1}^l \bar{w}_{lj} = 1$$

$$0.236 \leq \frac{1}{l-1} \sum_{i=1}^l (l-1) \bar{w}_{lj} \leq 0.306$$

$$L_m \leq \frac{r_{mj}w_{mj}}{\sum_{i=1}^l \bar{r}_{ij}\bar{w}_{ij}} \leq U_m$$

$$\bar{w}_{ij} \geq 0$$

Где је: l = број индикатора

$\bar{}$ = ordered value (пондерисања оператора по утврђеном редоследу)

r = нормализована вредност

w = тежина

m = {алкохол, брзина, заштитни систем, возило, пут, нега након саобраћајне незгоде}

L = доња граница

U = горња граница

Као што је приказано у [Формули 4.5.](#), вредност КИБС за једну земљу се састоји од нормализованих вредности по утврђеном редоследу (тј. вредности се креће између нуле и један, по падајућем редоследу) и тежина по утврђеном редоследу (тј. прва тежина одговара најбољем индикатору). Наиме, удео сваког од шест ИБС у укупној вредности КИБС ограничен је доњом и горњом границом за сваки индикатор. Границе су дефинисане методом расподеле буџета ([Табела 4.2.](#)).

Табела 4.2. Доње и горње границе удела сваког индикатора у укупној вредности КИБС (Преузето из [Hermans, 2009a](#))

Индикатори	Доња граница	Горња граница
% возача који су се изјаснили да често возе аутомобил под дејством алкохола изнад дозвољене границе	0.077	0.371
% возача који су се изјаснили да често возе аутомобил у насељу изнад дозвољене брзине кретања	0.149	0.488
% употребе сигурносног појаса на предњим седиштима аутомобила и лаких теретних возила	0.072	0.297
% возила старости до 6 година у укупном возном парку	0.022	0.149
густина аутопутева (km/km ²)	0.015	0.277
% БДП уложеног у здравство	0.022	0.239

Тежине које су добијене приликом прорачуна КИБС су кориштене у прорачуну КИБС_{огр}³, КИБС_{огр}⁴ и КИБС_{огр}⁵ јер програм за оптимизацију није могао пронаћи могуће решење (feasible solutions). Разлог томе јесте мали простора за претрагу оптималног решења у случају када су укључена само три односно четири индикатора. У овим случајевима, кориштен је метод линеарне агрегације (aditive aggregation method) помоћу које се добија вредност производа додељене тежине и нормализоване вредности индикатора (дефинисане [Формулом 4.5.](#)) без софтверске претраге могућег решења. Поменути метод агрегације је кориштен на основу препорука [Nardo et al., 2005a](#) и препорука [Pešić, 2012a](#) који је вршио тестирање и у којем је метод линеарне агрегације добио најбољу оцену према унапред дефинисаним критеријумима.

У зависности од вредности КИБС, земљама је додељен одређен ниво КИБС_{огр}^{n*} по следећем принципу: 1) Висок КИБС -земље чија је вредност изнад 0.500; 2) Средњи КИБС-земље чија је вредност између 0.307 и 0.499; и 3) Низак КИБС - земље чија је вредност испод 0.306. Удео сваког ИБС је ограничен доњом и горњом границом у укупној вредности КИБС. За прорачун КИБС_{огр}ⁿ развијен је „систем комбинација индикатора“ од три, четири и пет индикатора. [Формула 4.6.](#) служи за одређивање укупног броја комбинација индикатора за прорачун композитног индекса:

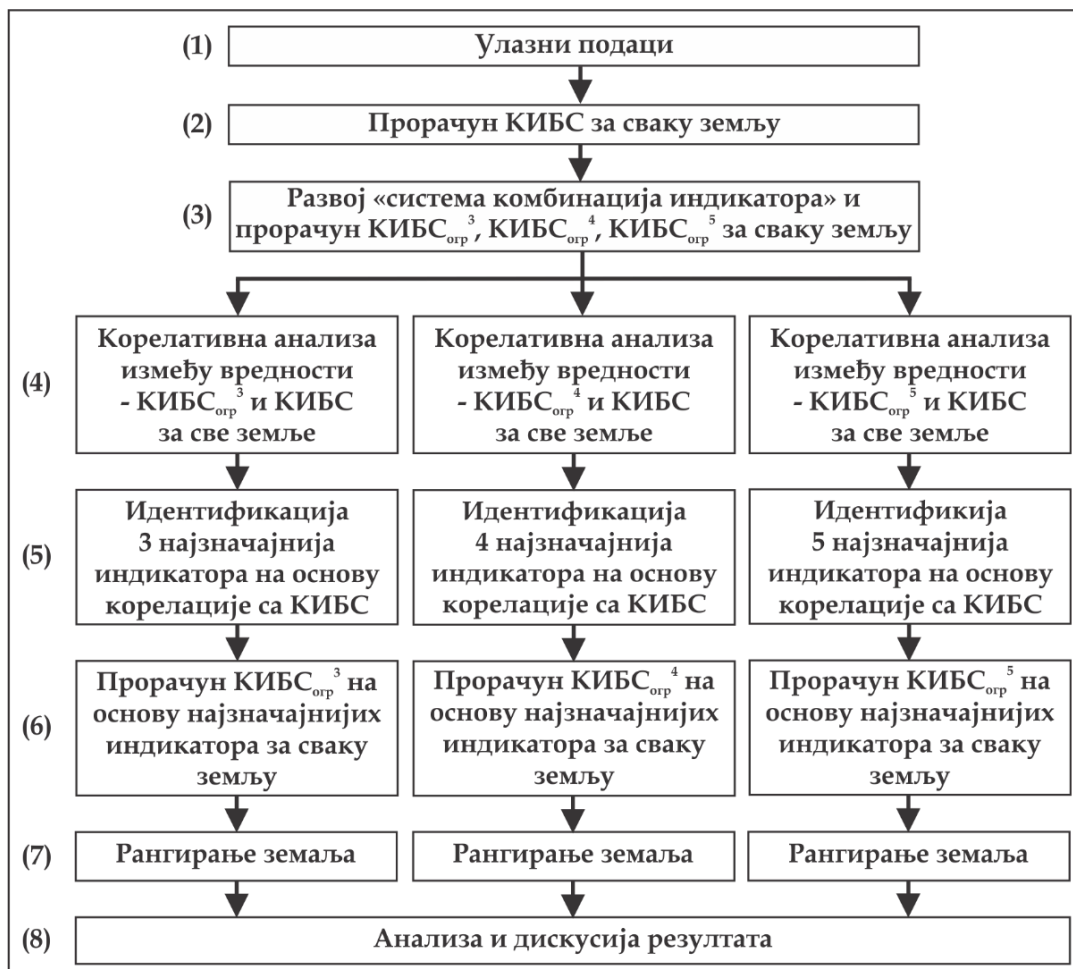
$$C_k^n = \binom{n}{k} = \frac{n!}{k!(n-k)!} = \frac{n \cdot (n-1) \cdot \dots \cdot (n-k+1)}{k \cdot (k-1) \cdot \dots \cdot 1}, n \geq k \geq 0, (n, k) \in N \quad (4.6)$$

- Укупан број комбинација $\binom{6}{3}$, прорачун КИБС_{огр}³ је вршен за 20 комбинација;
- Укупан број комбинација $\binom{6}{4}$, прорачун КИБС_{огр}⁴ је вршен за 15 комбинација, and
- Укупан број комбинација $\binom{6}{5}$, прорачун КИБС_{огр}⁵ је вршен за 6 комбинација.

Утицај методолошких изазова приликом прорачуна КИБС (нпр. избор индикатора, нормализација, додела тежинских коефицијената и агрегација показатеља) на рангирање земаља процењен је у кораку 6 методологије под називом „**Тестирање робусности композитног индекса**“. **Вредновање и визуализација коначних резултата** је последњи корак у методологији за прорачун КИБС. У овом кораку акценат је дат евалуацији резултата (корелативна анализа са другим показатељима, коначним исходима, human development index, итд.) те визуалном представљању резултата.

4.1.4. Процедуре

Дијаграм тока за прорачун $KIBS_{огр}^n$ приказан је на [Слици 4.1.](#) и састоји се из неколико корака:



Слика 4.1. Дијаграм тока за прорачун $KIBS_{огр}^n$

Детаљније објашњење корака за прорачун $KIBS_{огр^n}$ дато је у наставку.

Корак _1: Претходно припремљена табела у MS Excel са вредностима свих шест индикатора је импортована (увежена) у програм за оптимизацију.

Корак _2: Прорачуната је вредност КИБС за све земље (укупно 21). IBM CPLEX- програм за оптимизацију кориштен је за решавање КИБС алгорита, који је припремљен у складу са [Hermans, 2009a](#) методологијом и написан према правилима програмске синтаксе.

Корак _3: Развијен је систем комбинација индикатора и прорачунате су вредности $KIBS_{огр^3}$, $KIBS_{огр^4}$ и $KIBS_{огр^5}$.

Корак _4: Корелационом анализом су утврђене јачине везе између две променљиве у три случаја: 1) $KIBS_{огр^3}$ и КИБС за све земље, 2) $KIBS_{огр^4}$ и КИБС за све земље, 3) $KIBS_{огр^5}$ и КИБС за све земље.

Корак _5: Идентификовани су најзначајнија три, четири и пет ИБС на основу јачине корелације (линеарне зависности) са КИБС.

Корак _6: Вредности $KIBS_{огр^{3*}}$, $KIBS_{огр^{4*}}$ и $KIBS_{огр^{5*}}$ су прорачунате за све земље на основу вредности најзначајнијих ИБС за анализирани сет података из претходног корака.

Корак _7: Извршено је рангирање земаља на основу вредности $KIBS_{огр^3}$, $KIBS_{огр^4}$ и $KIBS_{огр^5}$.

Корак _8: Извршена је анализа и дискусија резултата.

На основу претходних корака, дефинисана је листа од три, четири и пет најутицајнијих индикатора за сваку земљу које би требало периодично пратити и комбиновати у КИБС.

4.2. Резултати

Резултати добијени приликом поређења територија на међународном нивоу представљени су у три сегмента. Прво, на основу јачине корелативне

везе између вредности $KIBS_{огр}^n$ и КИБС идентификовани су најзначајнији индикатори за 21 земљу које су обухваћене истраживањем. Друго, анализирана је промена ранга земаља у зависности од три, четири и пет најзначајнијих индикатора. С тим у вези, утврђена је јачина корелативне везе између ранга земаља на основу вредности $KIBS_{огр}^n$ и на основу стопе смртности односно индекса људског развоја (human development index), као релевантних референци. На крају, идентификовани су најутицајнији индикатори у свакој земљи, што обезбеђује благовремено дефинисање фаза праћења и увођења индикатора безбедности саобраћаја (односно стандардизацију индикатора) те избор кључне листе заједничких индикатора за поређење на међународном нивоу у условима недостатка података о вредностима истих индикатора за већи број земаља у одређеном временском периоду.

4.2.1. Корелативна анализа између $KIBS_{огр}^n$ и КИБС

Применом Спирманове корелативне анализе истраживана је зависност између вредности $KIBS_{огр}^n$ и КИБС. Резултати су приказани у [Табеле 4.3](#). У [Колони 1](#) дате су комбинације индикатора означене ИБС кодовима сортиране према вредности коефицијента корелације из [Колоне 2](#). [Cohen, 1988](#) (преузето из [Pallant, 2011](#)) рангира вредности корелације на следећи начин: 1) мала корелација ($r = 0,10 \div 0,29$); средња корелација ($r = 0,30 \div 0,49$) и велика корелација ($r = 0,50 \div 1,00$). На основу ових смерница за тумачење корелације, могуће је закључити да међу вредностима композитног индекса ($KIBS_{огр}^3$) само комбинација индикатора који припадају областима ризика „заштитини системи, возила и нега након саобраћајних незгода“ (скр.: 2_3_5) имају средњу вредност корелације ($r = 0,471$, $p = 0,01$), док све остале вредности $KIBS_{огр}^3$ имају велику корелацију са вредношћу КИБС ($r \geq 0,50$, $p = 0,01$). Комбинација „брзина, путеви и нега након саобраћајних незгода“ (скр.: 2_5_6) дају највећу вредност коефицијента корелације ($r = 0,906$, $p = 0,01$) између вредности $KIBS_{огр}^3$ и вредности КИБС за 21 земљу.

Табела 4.3. Најзначајнији индикатори безбедности саобраћаја на основу јачине линеарне зависности са КИБС

Колона 1	Колона 2	Колона 3	Колона 4	Колона 5	Колона 6
КИБС _{орг} ³ (ИБС код)	Ранг (на основу вредности r)	КИБС _{орг} ⁴ (ИБС код)	Ранг (на основу вредности r)	КИБС _{орг} ⁵ (ИБС код)	Ранг (на основу вредности r)
2_5_6	0.906	1_2_5_6	0.958	1_2_3_5_6	0.994
2_3_5	0.905	1_2_3_6	0.936	1_2_3_4_5	0.957
2_3_6	0.878	2_3_5_6	0.931	1_2_4_5_6	0.957
1_2_5	0.871	1_2_3_5	0.927	1_2_3_4_6	0.948
1_5_6	0.866	2_3_4_5	0.912	2_3_4_5_6	0.927
2_4_5	0.856	1_2_4_5	0.895	1_3_4_5_6	0.821
2_3_4	0.848	1_4_5_6	0.891		
1_2_3	0.842	2_4_5_6	0.866		
1_2_6	0.803	2_3_4_6	0.852		
1_4_5	0.801	1_2_4_6	0.848		
2_4_6	0.792	1_2_3_4	0.829		
1_3_6	0.751	1_3_5_6	0.825		
1_3_5	0.726	1_3_4_5	0.777		
4_5_6	0.710	1_3_4_6	0.749		
1_4_6	0.694	3_4_5_6	0.669		
1_2_4	0.681				
3_5_6	0.666				
3_4_5	0.626				
1_3_4	0.536				
3_4_6	0.471				
ИБС кодови	1	Алкохол: % возача који су се изјаснили да често возе аутомобил под дејством алкохола изнад дозвољене границе			
	2	Брзина: % возача који су се изјаснили да често возе аутомобил у насељу изнад дозвољене брзине кретања			
	3	Заштитни систем: % употребе сигурносног појаса на предњим седиштима аутомобила и лаких теретних возила			
	4	Возила: % возила старости до 6 година у укупном возном парку			
	5	Путеви: густина аутопутева (км/км ²)			
	6	Нега након саобраћајних незгода: % БДП уложеног у здравство			

Посматрајући [Колону 3](#) и [4](#) из [Табеле 4.3.](#) уочава се да све комбинације индикатора дају високу корелацију између вредности КИБС_{орг}⁴ и КИБС ($r \geq 0.500$, $p = 0.01$ за све комбинације). Најзначајнија комбинација индикатора за прорачун КИБС_{орг}⁴ је она која се односи на следеће области ризика „алкохол, брзину, путеве и негу након саобраћајних незгода“ (скр.: 1_2_5_6) са коефицијентом корелације $r = 0.958$.

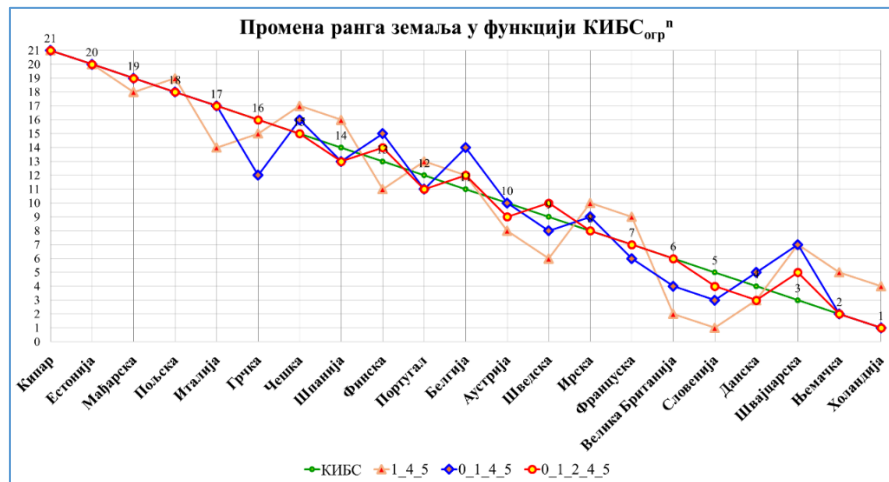
4

На крају, у [Колони 5](#) и [6](#) је дат ранг вредности $KIBS_{огр^5}$ са $KIBS$. Коефицијент корелације код комбинација од 5 индикатора је изузетно велик ($r > 0.900$), што је за очекивати. Најзначајнија комбинација од пет индикатора је „алкохол, брзина, заштитни системи, путеви и нега након саобраћајне незгоде“ где је $r = 0.994$, (скоро потпуно слагање вредности $KIBS_{огр^5}$ са $KIBS$). Без обзира о којој комбинацији индикатора се ради, јачина везе са $KIBS$ је изузетно велика изузев комбинације 3_4_6 која припада рангу средње корелације.

4.2.2. Промена ранга земаља у зависности од $KIBS_{огр^n}$ и корелативна анализа са коначним показатељима

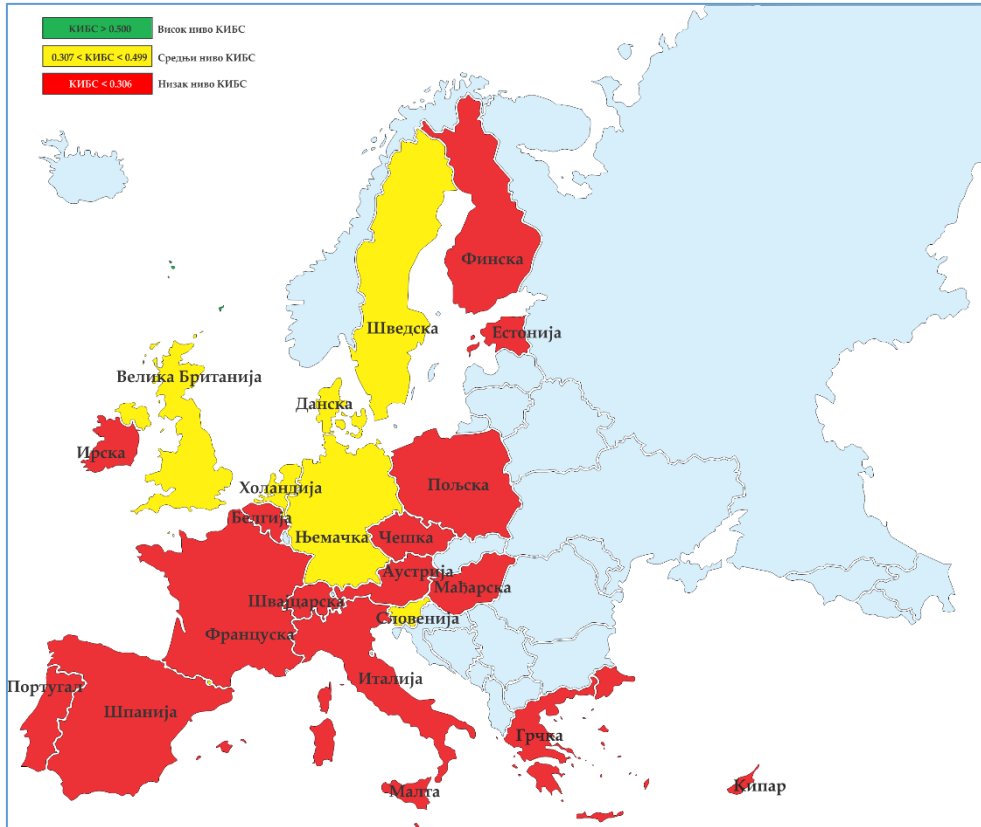
За доминантне комбинације од три, четири и пет индикатора прорачуната је вредност $KIBS$ на основу чега су рангиране земље. У зависности од вредности $KIBS_{огр^{n^*}}$ земљама је додељен одређен ниво вредности и прорачунато је стандардно одступање ранга земаља у односу на вредност $KIBS$. Посматрајући [Прилог Б.](#), јасно се види да постоје одређена одступања у рангирању земаља на основу вредности $KIBS_{огр^3}$, $KIBS_{огр^4}$ и $KIBS_{огр^5}$ и вредности $KIBS$. Поштујући експертске одлуке у оквиру OWA методе, уочљиво је да ни једна земља не припада високом нивоу $KIBS_{огр^3}$ ([Колона 1](#)). Односно само шест земаља има вредност $KIBS_{огр^3}$ већу од 0.306, док преосталих 15 земаља имају нижу вредност $KIBS_{огр^3}$. У погледу редоследа земаља, истиче се Словенија на првом месту, док су на последњем месту Естонија и Кипар. У [Колони 2](#), препознају се три групе земаља и то: 1) земље са високим нивоом $KIBS_{огр^4}$ (Холандија (0.625), Њемачка (0.614) и Словенија (0.539)); 2) земље са средњим нивоом $KIBS_{огр^4}$ (од Велике Британије (0.428) до Ирске (0.320)) и 3) земље са ниским нивоом $KIBS_{огр^4}$ (од Аустрије (0.303) до Кипра (0.000)). На крају, у [Колони 3](#) је дат ранг земаља према вредности композитног индекса ($KIBS_{огр^5}$). Поредећи овај ранг земаља са рангом из [Колоне 4](#) ($KIBS_{огр^4}$), разлике се уочавају код земаља: Велика Британија и Француска, које припадају земљама са средњим нивоом

КИБС_{огр}⁵, док Финска припада земљама са ниским нивоом КИБС_{огр}⁴. Анализирајући промене ранга земаља у односу на коначан ранг земаља базиран на вредности КИБС долази се до следећих резултата ([Слика 4.2.](#)).

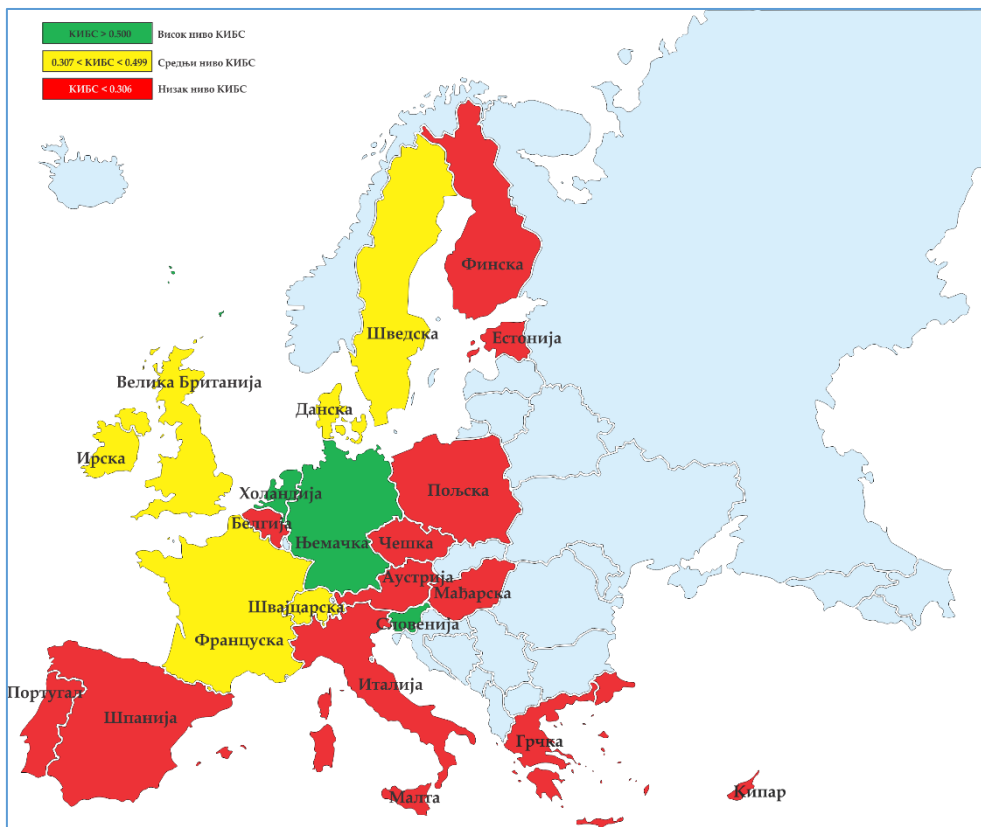


Слика 4.2. Промена ранга земаља у функцији КИБС_{огр}ⁿ

Подударане ранга земаља на основу вредности КИБС_{огр}ⁿ и ранга на основу вредности КИБС је велико што показују и вредности стандардног одступања свих ранга у [Прилогу Б](#), [Колона 5](#). Степен подударања ових вредности је већи што се прорачун КИБС врши на основу већег броја индикатора. Наиме, ранг је постојан код Естоније и Кипра без обзира која се комбинација индикатора посматра (ове земље су најлошије рангиране), док је код неких земаља дошло до промене позиције за само једно место (Пољска и Мађарска) додавајући поједине индикаторе у прорачун. Код преосталих земаља утврђено је значајно одступање ранга и њихове позиције су променљиве (промене за два и више места), као нпр. Словенија (5 места), Швајцарска(4 места), Белгија (4 места), итд. Највеће разлике код рангирања уочене су код Финске (између 11. и 15. места), Шведске (између 6. и 10. места) и Словенија (између 1. и 5. места). У наставку је приказано мапирање анализираних земаља према вредности КИБС_{огр}ⁿ а које имају највећу корелациону везу са КИБС ([Слика 4.3.](#), [4.4.](#) и [4.5.](#)). На [Слици 4.6.](#) дата је мапа земаља рангираних на основу вредност композитног индекса добијеног на основу свих укључених индикатора.

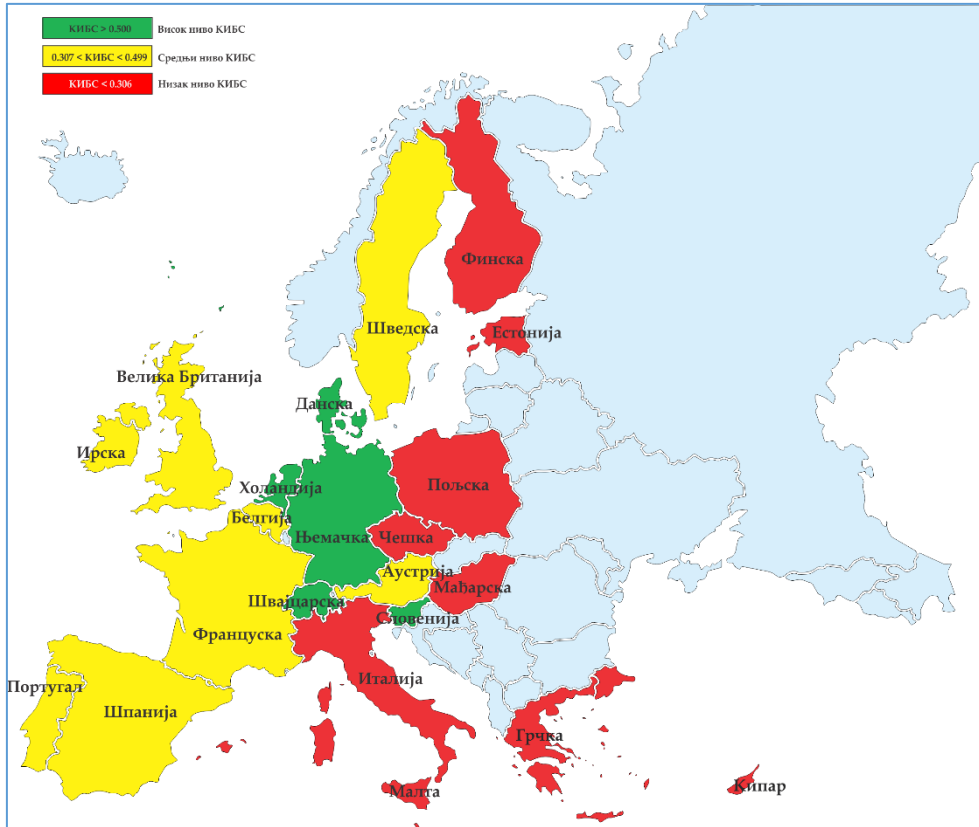


Слика 4.3. Мапа земаља рангираних према вредности КИБС_{огр³}: 2_5_6

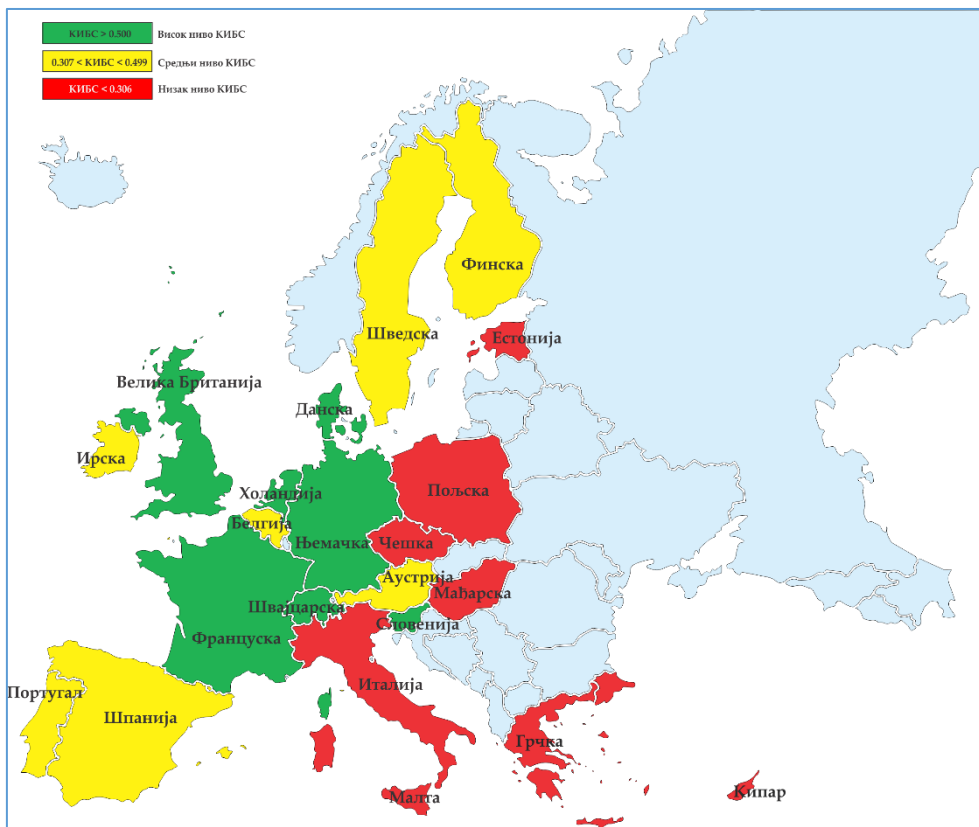


Слика 4.4. Мапа земаља рангираних према вредности КИБС_{огр⁴}: 1_2_5_6

4



Слика 4.5. Мапа земаља рангираних према вредности $КИБС_{огр^5: 1_2_3_5_6}$



Слика 4.6. Мапа земаља рангираних према вредности КИБС (свих 6 индикатора)

Слагање ранга земаља на основу вредности КИБС и вредности КИБС_{огр}³, КИБС_{огр}⁴, КИБС_{огр}⁵ је изражено преко вредности коефицијента корелације и Вилкоксоновог теста ранга (Табле 4.4.). Јачина везе између ранга земаља у зависности од комбинације индикатора је изузетно велика и креће се од $r = .926$ до $r = .992$. Наиме, Вилкоксонов тест ранга показује да нема статистички значајне промене између ранга земаља и да је вредност КИБС_{огр}ⁿ поуздана за поређење земаља и дефинисање благовремених мера за унапређење стања безбедности саобраћаја.

Табела 4.4. Корелативна анализа између ранга земаља на основу КИБС_{огр}ⁿ и КИБС и Вилкоксоновог теста ранга (Wilcoxon Signed Ranks Test)

			Ранг према КИБС _{огр} ³ : 2_5_6	Ранг према КИБС _{огр} ⁴ : 1_2_5_6	Ранг према КИБС _{огр} ⁵ : 1_2_3_5_6
Spearman's rho	Рангирање према КИБС	Коефицијент корелације	.926**	.961**	.992**
		Sig. (1-tailed)	.000	.000	.000
		N	21	21	21
** Correlation is significant at the 0.01 level (1-tailed).					
			Ранг према КИБС _{огр} ³ : 2_5_6	Ранг према КИБС _{огр} ⁴ : 1_2_5_6	Ранг према КИБС _{огр} ⁵ : 1_2_3_5_6
Wilcoxon Signed Ranks Test	Рангирање према КИБС	z	-.020 ^a	-.071 ^a	.000 ^a
		Asymp. Sig. (2- tailed)	.984	.941	1.000
a. Based on positive ranks					

Пошто је степен подударанга ранга земаља врло висок без обзира на комбинацију индикатора, израчунат је степен колерације коначних исхода (јавни ризик) и степена људског развоја (Human Development Index) са КИБС односно са КИБС_{огр}³, КИБС_{огр}⁴ и КИБС_{огр}⁵. Висока вредност коефицијента корелације је приказана у Табели 4.5. Посматрајући вредности коефицијента корелације између појединих фактора у Табела 4.5. могуће је уочити да КИБС_{огр}³: 2_5_6 има јачу корелацију са јавним ризиком у односу на КИБС. Преостале вредности композитног индекса

КИБС_{орг}⁴: 1_2_5_6 и КИБС_{орг}⁵: 1_2_3_5_6 имају степен корелације нешто нижи.

Табела 4.5. Корелативна анализа вредности КИБС_{орг}ⁿ са јавним ризиком и Human Development Index

		КИБС	КИБС _{орг} ³ : 2_5_6	КИБС _{орг} ⁴ : 1_2_5_6	КИБС _{орг} ⁵ : 1_2_3_5_6	
Spearman's rho	Јавни ризик	Коефицијент	-.685**	-.727**	-.615**	-.643**
	HDI	корелације	.714**	.633**	.651**	.689**
		Sig. (1-tailed)	.000	.000	.000	.000
		N	21	21	21	21

** Correlation is significant at the 0.01 level (1-tailed).

Без обзира на избор комбинације за прорачун композитног индекса, јачина везе са јавним ризиком и КИБС је велика. Такође, корелативна анализа је кориштена да би се утврдила веза односно испитао степен подударанја ранга земаља са HDI рангом. Резултати су показали да КИБС и КИБС_{орг}ⁿ без обзира која је комбинације индикатора у питању, има јаку позитивну везу са HDI (КИБС, $r = .714$, $p < 0.01$; КИБС_{орг}³, $r = .633$, $p < 0.01$; КИБС_{орг}⁴, $r = .651$, $p < 0.01$, КИБС_{орг}⁵, $r = .689$, $p < 0.01$).

4.2.3. Идентификација најутицајнијих индикатора за сваку земљу и дефинисање приоритетних фаза праћења индикатора

Утврђене велике корелације између прорачунатог композитног индекса безбедности саобраћаја са ограниченим бројем индикатора и јавног ризика као и HDI, показује да је могуће са мањим бројем укључених индикатора веродостојно представити стање и поредити земље. Подударање ранга земаља у функцији промене индикатора који су укључени у КИБС су велика и дају велике корелације.

Проблеми који се срећу у пракси када је у питању савремени начин праћења безбедности саобраћаја и поређење на међународном нивоу, највише се односе на избор оних индикатора које треба пратити на територији. Да би се ово превазишло, потребно је ускладити број

укључених индикатора у КИБС и њихове дефиниције (као на пример: мноштво ИБС који припадају области ризика „алкохол“: проценат возача под дејством алкохола изнад дозвољене законске границе утврђен приликом контроле на путевима, број провера алкохолисаности возача од стране полиције у односу на 1.000 становника или проценат саобраћајних незгода са смртним последицама које су проузорковане минимално једним возачем под дејством алкохола., итд.). На крају, највећи проблем који се јавља у пракси јесте недостатак периодичног праћења ИБС међу већином земаља. На тај начин доносиоци одлука нису у могућности да прецизно дефинишу своје приоритете у деловању и њихове контрамере нису ефективне. То има за последицу да се друштвено- економски трошкови не смањују по очекиваној динамици и у функцији су броја саобраћајних незгода и њихових последица јер мере нису у потпуности ефикасне.

Утицај индикатора се разликује од земље до земље као нпр. Аустрија- најутिकाјнији индикатор припада области ризика „алкохол“; Белгија- област ризика „путеви“; Њемачка- област ризика „заштитни системи“ итд.. Како би се обезбедила стандардизација индикатора у наставку је вршено поређење вредности КИБС на основу најутикајнијих индикатора за сваку земљу и вредности $KIBS_{огр^n}$. Као што је на почетку речено, најутикајнији индикатори безбедности саобраћаја у земљи (енг. the most contributing indicators per country), (скр. НУИЗ) је сет индикатора који највише доприносе (дају највећи производ вредности индикатора и њима додељене тежине) вредности композитног индекса безбедности саобраћаја добијеног на основу свих анализираних индикатора.

У [Табела 4.6.](#) је дат преглед најутикајнијих индикатора за сваку анализирану земљу. Такође, дате су фазе увођења (снимања) индикатора које су дефинисане према утицају сваког индикатора на вредност КИБС. Нпр. прва три индикатора која имају највише утицаја у Аустрији су индикатори који се односе на „заштитне системе, путеве и негу након

саобраћајних незгода“ и дају вредност $KIBS_{\text{нуиз}}^3: 3_5_6 = 0.335$. Први наредни индикатор који у комбинацији даје највећу вредност композитног индекса јесте „брзина“ ($KIBS_{\text{нуиз}}^4: 2_3_5_6 = 0.405$). На крају, индикатор који се односи на „алкохол“ чини комбинацију индикатора који дају најближу вредност $KIBS_{\text{нуиз}}^5: 1_2_3_5_6 = 0.440$ (представља 95.44% укупне вредности $KIBS$ за Аустрију). На основу тих резултата могу се дефинисати фазе праћења индикатора за Аустрију и то: 1) у првој фази прате се индикатори који се односе на заштитни системи, путеве и негу након саобраћајних незгода; 2) у другој фази се додаје индикатор који се односи на „брзину“ и 3) у трећој фази се додаје индикатор који се односи на „алкохол“.

Слична анализа се може извршити за све земље, осим Кипра и Естоније (ове земље су имале најлошије резултате приликом оптимизације). У овим земљама требало би пратити све индикаторе безбедности саобраћаја, како би се у каснијој фази могли дефинисати најутицајнији индикатори безбедности саобраћаја. Због значајних промена најутицајнијих индикатора, интересантно је анализирати Француску. Комбинација индикатора који се односе на „алкохол, возила и путеве“ дају највећу вредност $KIBS_{\text{нуиз}}^3: 1_4_5 = 0.395$ (што представља 73.28% укупне вредности $KIBS$ за Француску). Следећи индикатори који улазе у комбинацију су „брзина и нега након саобраћајних незгода“ и утицајнији су у односу на индикатор „алкохол“ (овај индикатор се искључује из прорачуна $KIBS$). Ова група индикатора даје вредност $KIBS_{\text{нуиз}}^4: 2_4_5_6 = 0.477$ (што представља 88.50% укупне вредности $KIBS$ за Француску). У оквиру вредности $KIBS_{\text{нуиз}}^5: 1_2_3_4_5 = 0.526$ (што представља 97.59% укупне вредности $KIBS$) дошло је до ротације у погледу доминације индикатора („алкохол и заштитни системи“ су искључили „негу након саобраћајних незгода“ из прорачуна). Поред Француске, битно је истаћи пример Белгије, земље у којој је вредност $RSP_{\text{mic}}^5: 1_3_4_5_6 = 0.393$. (што представља 100.00% укупне вредности $KIBS$). То значи да сви укључени индикатори

изузев “брзине” дају укупну вредност КИБС, што је било за очекивати јер је вредност овог индикатора у Белгији најнижа у односу на све посматране земље. Слично је и код земаља: Италије, Грчке, Мађарске и Пољске.

Табела 4.6. Најутицајнији индикатори за сваку земљу и дефинисање приоритетних фаза праћења индикатора

	КИБС _{нуиз} ³ (% од КИБС)	КИБС _{нуиз} ⁴ (% од КИБС)	КИБС _{нуиз} ⁵ (% од КИБС)	Резултати методе оптимизације (Приоритетне фазе праћења ИБС за сваку земљу)		
				Прва фаза	Друга фаза	Трећа фаза
Аустрија	3_5_6 (72.94%) *	2_3_5_6 (87.84%)	1_2_3_5_6 (95.54%) **	3_5_6	2	1
Белгија	3_5_6 (77.40%) *	3_4_5_6 (92.30%)	1_3_4_5_6 (100.00%)	3_5_6	4	1
Кипар	-	-	-	-	-	-
Чешка	1_2_3 (84.52%) **	1_2_3_4 (96.30%) *	1_2_3_4_6 (98.50%) *	1_2_3	4	6
Данска	3_5_6 (75.20%) *	2_3_5_6 (90.10%)	1_2_3_5_6 (97.80%) **	3_5_6	2	1
Естонија	-	-	-	-	-	-
Финска	2_3_4 (88.10%)	1_2_3_4 (95.80%) *	1_2_3_4_6 (98.00%) *	2_3_4	1	6
Француска	1_4_5 (73.28%)	2_4_5_6 (88.50%)	1_2_3_4_5 (97.59%)	1_4_5	Индикатор 2 and 6 су утицајнији од индикатора 1	Индикатор 1 и 3 су утицајнији од индикатора 6
Њемачка	1_2_5 (87.21%)	1_2_3_5 (94.41%) **	1_2_3_5_6 (97.80%) **	1_2_5	3	6
Грчка	1_2_3 (96.30%) **	1_2_4_6 (98.50%)	1_2_4_5_6 (100.00%)	1_2_4	6	5
Мађарска	1_3_6 (83.60%)	1_3_4_6 (98.50%)	1_3_4_5_6 (100.00%)	1_3_6	4	5
Ирска	1_3_6 (81.13%)	1_2_3_6 (96.03%)	1_2_3_4_6 (98.23%) *	1_3_6	2	4
Италија	3_5_6 (77.40%) *	3_4_5_6 (92.30%)	1_3_4_5_6 (100.00%)	3_5_6	4	1
Холандија	1_2_3 (91.50%) **	1_2_3_5 (95.60%) **	1_2_3_5_6 (97.80%) **	1_2_3	5	6
Пољска	1_2_3 (82.90%) **	1_2_3_4 (97.80%) *	1_2_3_4_6 (100.00%) *	1_2_3	4	6
Португал	1_2_6 (75.90%)	1_2_3_6 (89.14%)	1_2_3_4_6 (98.50%) *	1_2_6	3	4
Словенија	2_5_6	1_2_5_6	1_2_3_5_6	2_5_6	1	3

	(82.90%)	(90.60%)	(97.80%) **			
Шпанија	1_3_5 (80.70%)	1_2_3_5 (95.60%) **	1_2_3_5_6 (97.80%) **	1_3_5	2	6
Шведска	2_4_6 (80.92%)	1_2_4_6 (88.62%)	1_2_3_4_6 (95.82%) *	2_4_6	1	3
Швајцарска	3_4_5 (70.72%)	2_3_4_5 (85.62%)	1_2_3_4_5 (97.80%)	3_4_5	2	1
Велика Британија	2_4_5 (82.90%)	1_2_4_5 (90.60%)	1_2_3_4_5 (97.80%)	2_4_5	1	3
ИБС кодови	1 Алкохол: % возача који су се изјаснили да често возе аутомобил под дејством алкохола изнад дозвољене границе					
	2 Брзина: % возача који су се изјаснили да често возе аутомобил у насељу изнад дозвољене брзине кретања					
	3 Заштитни систем: % употребе сигурносног појаса на предњим седиштима аутомобила и лаких теретних возила					
	4 Возила: % возила старости до 6 година у укупном возном парку					
	5 Пuteви: густина аутопутева (km/km ²)					
	6 Нега након саобраћајних незгода: % БДП уложеног у здравство					

Такође, у [Табле 4.6.](#) дат је преглед фреквентности одређених најугицајнијих индикатора за сваку земљу. Посматрајући колону КИБС_{нуиз}³ видљиво је да су најфреквентније комбинације индикатора: 3_5_6 (Аустрија, Белгија, Данска и Италија (означених са *)) и 1_2_3 (Чешка, Холандија, Грчка и Пољска, (означених са **)) док код осталих земаља комбинације најугицајнијих индикатора су различите. То је и за очекивати јер груписање земаља по овом критеријуму а са овако малим бројем индикатора је веома тешко.

Код КИБС_{нуиз}⁴ је нешто другачија ситуација. Најфреквентније комбинације су: 1_2_3_4 (Чешка, Финска и Пољска, (означених са *)) и 1_2_3_5 (Њемачка, Холандија и Шпанија, (означених са **)). Остале земље су се груписале по две, за следеће комбинације: 2_3_5_6; 3_4_5_6; 1_2_4_6 и 1_2_3_6. У последњој колони КИБС_{нуиз}⁵ дванаест земаља се груписало у две најфреквентније групе са по шест земаља и то: 1) 1_2_3_4_6, земље: Чешка, Финска, Ирска, Пољска, Португал и Шведска, (означених са *) и 2) 1_2_3_5_6, земље: Аустрија, Данска, Њемачка, Холандија, Словенија и Шпанија, (означених са **). Остале земље су се груписале у две групе са по три земље. У циљу стандардизације (избора индикатора) и лакшег поређења између

посматраних земаља, утврђена је корелациона веза између композитног индекса безбедности саобраћаја добијеног на основу најутицајнијих индикатора у некој земљи (КИБС_{нуиз}^н) и вредности КИБС за најфреквентније комбинације индикатора (означених са * и ** у Табели 4.6.). Јачина корелације се разликују у зависности од комбинације индикатора. За потребе стандардизације избора индикатора за прорачун КИБС изабране су оне комбинације које имају јачу линеарну зависност и то: 1_2_3, $r = .900$; 1_2_3_5, $r = .926$ и 1_2_3_5_6, $r = .991$. У сва три случаја јачина везе је веома велика према вредности Спирмановог коефицијента корелације, $r \geq 0.900$ (Табела 4.7.).

Табела 4.7. Корелативна анализа КИБС_{нуиз}^н и КИБС_{огр}^н добијеног на основу најфреквентнијих комбинација индикатора (у складу са Табелом 4.5.).

		КИБС _{огр} ^{3*} : 1_2_3	КИБС _{огр} ^{3*} : 3_5_6	КИБС _{огр} ^{4*} : 1_2_3_5	КИБС _{огр} ^{4*} : 1_2_3_4	КИБС _{огр} ^{5*} : 1_2_3_5_6	КИБС _{огр} ^{5*} : 1_2_3_4_6	
Spearman's rho	Коефицијент корелације	КИБС _{нуиз} ³	.900**	.573**				
		КИБС _{нуиз} ⁴		.926**	.845**			
		КИБС _{нуиз} ⁵				.991**	.953**	
		Sig. (1-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000	.000
		N	21	21	21	21	21	21

** Correlation is significant at the 0.01 level (1-tailed).

Табела 4.8. Вилкоксон тест ранга земаља ранжираних на основу вредности КИБС_{нуиз}^н и КИБС_{огр}^н добијеног на основу најфреквентнијих комбинација индикатора (у складу са Табелом 4.6.).

		Ранг према КИБС _{огр} ^{3*} : 1_2_3	Ранг према КИБС _{огр} ^{4*} : 1_2_3_5	Ранг према КИБС _{огр} ^{5*} : 1_2_3_5_6
Wilcoxon Signed Ranks Test	КИБС _{нуиз} ³	z	.000 ^a	
	Asymp. Sig. (2-tailed)		1.000	
КИБС _{нуиз} ⁴	z		-.158 ^a	
	Asymp. Sig. (2-tailed)		.875	
КИБС _{нуиз} ⁵	z			.000 ^a
	Asymp. Sig. (2-tailed)			1.000

a. Based on positive ranks

Дакле, вредност $KIBS_{\text{нуиз}}^3$ има јаку корелативну везу са вредностима $KIBS_{\text{огр}}^H$ за најфреквентније комбинације индикатора. Вилкоксонов тест ранга показује да непостоји статистичка значајност (вредност *Asymp. Sig. (2-tailed)* је већа од 0.05 у свим случајевима) у промени ранга земаља у односу на вредности $KIBS_{\text{нуиз}}^3$ ([Табле 4.8.](#)). Како би поређење овог сета земаља на основу композитног индекса безбедности саобраћаја са ограниченим бројем индикатора било једноставно и веродостојно представљало стварно стање (ниво) безбедности саобраћаја, предлаже се увођење фаза праћења индикатора на следећи начин: 1) Прва фаза подразумева периодично праћење индикатора који се односе на “алкохол, брзина и заштитни системи”; 2) Друга фаза обухвата периодично праћење индикатора који се односе: алкохол, брзину, заштитне системе и путеве“ и 3) Трећа фаза подразумева периодично праћење свих индикатора изузев индикатора који се односе на „возила“.

Ово обезбеђује униформност код избора кључне листе индикатора за поређење на међународном нивоу и дефинисања фаза увођења и праћења индикатора у све земље које су биле предмет овог истраживања. Мањи сет кључних индикатора дефинисаних на овај начин може послужити за брзо и једноставно разумевање и праћење стања безбедности саобраћаја за већи број земаља. Поузданост и релевантност идентификованих најзначајнијих индикатора и идентификоване кључне листе индикатора које треба пратити зависе од броја индикатора укључених у прорачун композитног индекса безбедности саобраћаја са ограниченим бројем индикатора, система прикупљања података и јачине корелативне везе са коначним исходима. Ова универзална методологија за прорачун композитног индекса са ограниченим броје индикатора примењива је у случајевима када се анализира шири сет индикатора што обезбеђује прецизнију идентификацију кључних проблема и поузданије поређење земаља.

Оцена безбедности саобраћаја на основу
композитног индекса безбедности саобраћаја
Докторска дисертација, Саобраћајни факултет, 2018

5.

**ПОРЕЂЕЊЕ ТЕРИТОРИЈА НА
НАЦИОНАЛНОМ НИВОУ**

5. ПОРЕЂЕЊЕ ТЕРИТОРИЈА НА НАЦИОНАЛНОМ НИВОУ

У овом поглављу су идентификовани најзначајнији индикатори безбедности саобраћаја на националном нивоу. Анализа је обухватала 27 полицијских управа у Србији. Подаци су преузети из базе података Агенције за безбедност саобраћаја Републике Србије (доступно на линку: <http://www.abs.gov.rs/gis-baza>). Избор индикатора за прорачун КИБС са ограниченим бројем индикатора вршена је на основу јачине корелационе везе са: 1) Јавним ризиком на основу пондерисаног броја настрадалих лица; 2) Саобраћајним ризиком на основу пондерисаног броја настрадалих лица; 3) Јавним ризиком на основу повређених лица и 4) Саобраћајним ризиком на основу повређених лица. Даље, у овом поглављу су дате информације о периоду (временским пресецима) којима припадају доступни подаци и кориштеном софтверу за метод оптимизације ([Поглавље 5.1.](#)). Наглашени су кораци за идентификацију најзначајнијих (најутицајнијих) индикатора безбедности саобраћаја на подручју полицијских управа, за период од три године. Прорачун вредности композитног индекса безбедности саобраћаја се заснива на примени анализе обавијања података (енг. Data Envelopment Analysis, DEA). Као метода за агрегацију показатеља кориштена је Ordered Weighted Averaging (OWA) operators и линерна агрегација (енг. Linear Aggregation). Претходно поменуте методе за доделу тежинских коефицијената, агрегацију показатеља и прорачун композитног индекса безбедности саобраћаја са ограниченим бројем индикатора се подударују са кориштеним методама у прорачуну композитног индекса безбедности саобраћаја са ограниченим бројем индикатора на међународном нивоу (погледати претходно поглавље докторске дисертације).

Развој система комбинација, метод оптимизације и прорачун композитног индекса је вршен помоћу програма IBM CPLEX. Корелациона анализа је спроведена помоћу програма IBM SPSS v20, док су све остале анализе

вршене у MS Excel-у. У [Поглављу 5.2.](#) представљени су резултати примењене методологије на одабране полицијске управе. Резултати су анализирани са три аспекта и то: 1) корелативна анализа вредности композитног индекса безбедности саобраћаја са ограниченим бројем индикатора и композитног индекса безбедности саобраћаја добијеног на основу свих укључених индикатора; 2) поређење ранга полицијских управа рангираних на основу вредности композитног индекса безбедности саобраћаја са ограниченим бројем индикатора и композитног индекса безбедности саобраћаја добијеног на основу свих укључених индикатора и 3) идентификација најугицајнијих индикатора за сваку полицијску управу са предлогом фаза за увођење и праћење индикатора. На крају је представљена декомпозиција вредности индикатора са циљем идентификације оних индикатора који су допринели осцилацији резултата код идентификације најугицајнијих индикатора по полицијским управама.

5.1. Методологија истраживања

5.1.1. Циљеви истраживања

Применом методологије за прорачун композитног индекса безбедности саобраћаја са ограниченим бројем индикатора (КИБС_{огрⁿ}) извршено је поређење полицијских управа у Србији. Циљ истраживања у овом поглављу се огледа у примени претходно коришћене методологије на национални ниво, поредећи мање територије (полицијске управе).

На основу тога, идентификовани су најзначајнији индикатори безбедности саобраћаја за територије на националном нивоу на основу мерених индикатора у неколико временских пресека (укупно шест). Сprovedено истраживање обезбеђује идентификовање најугицајнијих индикатора у полицијским управама, дајући осврт на понашање вредности индикатора кроз временске пресеке и према полицијским управама.

5.1.2. Прикупљање и избор индикатора

Предмет детаљне анализе у овом поглављу обухвата 14 индикатора безбедности саобраћаја за 27 полицијски управа. На основу јачине корелације између ИБС и излазних (финалних) индикатора изабрано је осам индикатора безбедности саобраћаја за прорачун композитног индекса и то: 1) % употребе сигурносног појаса напред у путничким аутомобилима (насеље и ван насеља); 2) % употребе сигурносног појаса назад у путничким аутомобилима (насеље и ван насеља); 3) % возача у саобраћајном току под утицајем алкохола у току дана (насеље и ван насеља); 4) % возача у саобраћајном току под утицајем алкохола у току ноћи (насеље и ван насеља); 5) Стандардно одступање брзина путничких аутомобила ван насеља; 6) % прекорачења брзина путничких аутомобила у насељу; 7) % прекорачења путничких аутомобила за преко 10 km/h у насељу и 8) % употребе дневних светала од стране возача путничких аутомобила (насеље и ван насеља). Подаци за сваки одабрани индикатор припадају периоду [2014; 2016]. За излазне (финалне) индикаторе кориштени су: 1) Јавни ризик на основу пондерисаног броја настрадалих лица; 2) Саобраћајни ризик на основу пондерисаног броја настрадалих лица; 3) Јавни ризик на основу повређених лица и 4) Саобраћајни ризик на основу повређених лица. Индикатори за прорачун КИБС су бирани на основу вредности коефицијента колерације односно индикатор који је имао највећи коефицијент корелације са било којим од 4 излазна (финална) индикатора је изабран за даљу анализу ([Табела 5.1.](#)).

Одабрани индикатори безбедности саобраћаја који су кориштени за анализу вредности КИБС у складу су са националном методологијом за мерење и праћење индикатора безбедности саобраћаја, која је усвојена 2013. године а ревидирана 2017. године, од стране Агенције за безбедност саобраћаја Републике Србије. Битно је истаћи да поменута методологија подразумијева појединачно снимање индикатора који се односе „брзину“

при чему посебно раздваја индикатор који се односи на већа прекорачења и индикатор који се односи на прекорачења до 10 km/h. Такође, код индикатора који се односе на „упоребу сигурносног појаса“, методологија предвиђа праћење индикатора који се односе на употребу сигурносног појаса на месту возача, на месту сувозача, путника на задњим седиштима и употребу дечијих ауто- седишта, појединачно⁹.

Табела 5.1. Корелација између ИБС и коначних исхода

Р.Бр.	Индикатори безбедности саобраћаја	PRWNC	TRWNC	PR_Injured	TR_Injured
1.	% употребе сигурносног појаса код возача ПА ^а у Н ^б	-.104	-.116	-.215	-.265
2.	% употребе сигурносног појаса код возача ПА (Н и ВН ^б)	-.107	-.110	-.219	-.256
3.	% употребе сигурносног појаса НАПРЕД у ПА (Н)	-.292*	-.315*	-.319*	-.321**
4.	% употребе сигурносног појаса НАПРЕД у ПА (ВН)	-.259	-.280*	-.275*	-.303*
5.	% употребе сигурносног појаса НАПРЕД у ПА (Н и ВН)	-.288*	-.334*	-.304*	-.311*
6.	% употребе сигурносног појаса НАЗАД у ПА (Н и ВН)	-.378	-.413*	-.347	-.391
7.	% возача у саобраћајном току под утицајем алкохола у току дана (Н и ВН)	.273	.143	.486*	.398*
8.	% возача у саобраћајном току под утицајем алкохола у току ноћи (Н и ВН)	.290	.192	.620**	.524*
9.	Средња брзина кретања ПА у Н	.342*	.278*	.254	.186
10.	85-ти перцентил брзине ПА у Н	.291*	.232	.265	.208
11.	Стандардно одступање брзина ПА у ВН	-.397**	-.305*	-.387**	-.221
12.	% прекорачења брзина ПА у Н	.363**	.293*	.240	.156
13.	% прекорачења ПА за преко 10 km/h у Н	.320*	.275*	.303*	.195
14.	% употребе дневних светала од стране возача ПА (Н и ВН)	-	-	-.363*	-

* Correlation is significant at the 0.05 level (1-tailed)
 ** Correlation is significant at the 0.01 level (1-tailed)
^а ПА- путнички аутомобил
^б Насеље (Н), Ван насеља (ВН)

⁹ Поменути националну методологију за праћење и мерење индикатора безбедности саобраћаја са пратећим резултатима мерења у датим временским пресецима можете преузети на линку:
<http://www.abs.gov.rs/%D1%81%D1%80/analize-i-istrazivanja/realizovani-projekti/istrazivanje-indikatora-bezbednsto-saobracaja-u-2017.-godini>

Табела 5.2. Доступност података о индикаторима безбедности саобраћаја према временским пресецима

Година	Вр. пресек	% Појас_ПА_Напред_Укупно (Н+ВН)	% Појас_ПА_Назад_Укупно (Н+ВН)	Алкохол_Дан_Укупно (Н+ВН) *	Алкохол_Ноћ_Укупно (Н+ВН) *	Стандардни о одступање брзина_ПА_ВН	% Прекорачења брзине ПА_Н	% Прекорачење за 10km/h_ПА_Н *	% Употребе дневних светала ПА_Укупно (Н+ВН)
2014	а	достапно	достапно	иста вредност као „б“	иста вредност као „б“	достапно	достапно	иста вредност као „б“	достапно
	б	достапно	достапно	просек „д“, „ф“	просек д, ф	достапно	достапно	достапно	достапно
2015	ц	достапно	достапно	иста вредност као „д“	иста вредност као „д“	достапно	достапно	иста вредност као „д“	достапно
	д	достапно	достапно	достапно	достапно	достапно	достапно	достапно	достапно
2016	е	достапно	достапно	иста вредност као „ф“	иста вредност као „ф“	достапно	достапно	иста вредност као „ф“	просек „а“, „б“, „с“, „д“
	ф	достапно	достапно	достапно	достапно	достапно	достапно	просек b,d	просек „а“, „б“, „с“, „д“

* Једно годишње мерење (јесен)

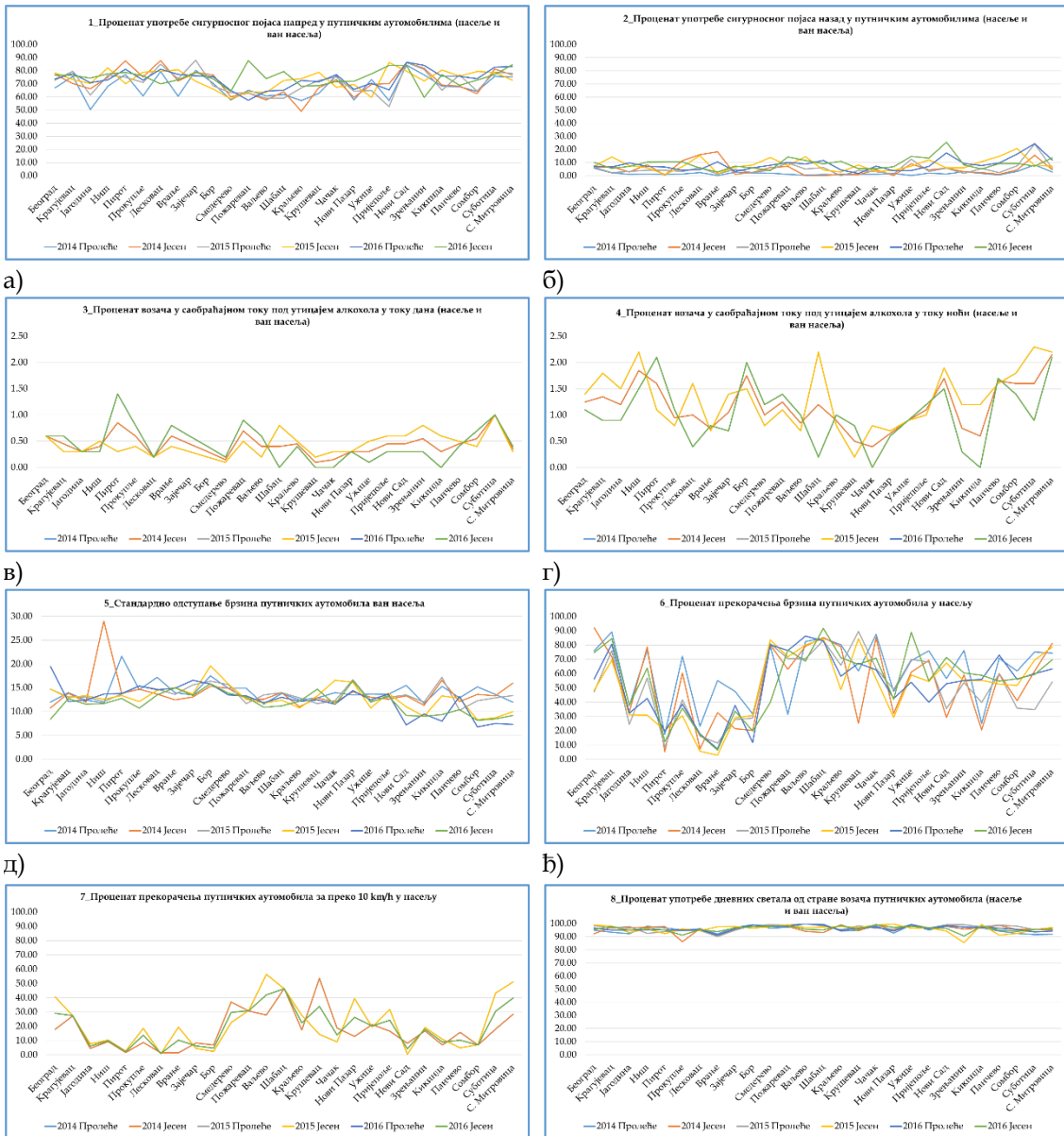
Мерење изабраних ИБС је спроведено у два временска пресека у току једне године (пролеће и јесен), као нпр. употреба сигурносног појаса (напред и назад), стандардно одступање брзине, проценат прекорачења брзине. Индикатори који се односе на алкохол, проценат прекорачења брзине за 10 km/h и дневна светла (енг. day running light (DRL)) мерени су само једном годишње (јесен). Вредност поменутих индикатора у временским пресецима за које нису мерени, прорачунати су као просек вредности индикатора у временским пресецима за које су подаци доступни односно узета је иста вредност индикатора за два временска пресека у истој години, уколико се индикатор према званичној методологији мери једном годишње (Табела 5.2.). У Табели 5.3. представљена је свеобухватна статистика за укључене индикаторе у анализу. Посматрајући на пример индикатор који се односи на заштитне системе, видљиво је да средња вредност употребе сигурносног појаса на предњим седиштима аутомобила и лаких теретних возила износи 72.2% за све посматране полицијске управе. Штавише, најчешћа вредност

индикатора у сету података је 75.70% док је средња вредност 73.15%. Варијанса је 68.39 односно стандардно одступање износи 8.27 што потврђује значајне промене овог индикатора међу посматраним полицијским управама. Поред стандардног одступања вредност варијансе и асиметричност расподеле података (енг. skewness), анализа показују да постоји значајна промена вредности одабраних индикатора између полицијских управа. Слично тумачење може се урадити за сваки индикатор, појединачно. Циљ свеобухватне анализе омогућава увид у структуру сета индикатора који ће ући у прорачун КИБС. Вредности неких од индикатора у Табели 5.3. су врло променљиве. Сви индикатори припадају истој скали и сведени су на исту основу. Другим речима, висока вредност индикатора значи више (или мање) настрадалих у саобраћају (Прилог Д.1). Вредности индикатора нормализоване су помоћу методе „одстојање од минималне односно максималне вредности“ или (енг. re-scaling method).

Табела 5.3. Детаљна статистичка анализа обухваћених индикатора

	% Појас_ПА_Н апред_	% Појас_ПА_Н азад_	Алкохол_ Дан_	Алкохол_ Ноћ_	Стандардно одступање брзина_ПА_ ВН	% Прекорачењ а брзине ПА_Н	% Прекорачењ е за 10km/h_ПА_ Н *	% Употребедне вних светала_ПА_ Укупно (Н+ ВН)
	Укупно (Н+ВН)	Укупно (Н+ВН)	Укупно (Н+ВН) *	Укупно (Н+ВН) *				
Бр. случајева	162	162	162	162	162	162	162	162
Просечна вредност за целокупан сет података	72.22	6.54	99.56	98.83	86.87	45.95	80.67	96.13
Средња вредност	73.15	5.90	99.60	98.90	86.90	43.20	82.58	96.50
Учесталост	75.70	1.10	99.70	99.10	86.30	15.40	89.58	99.10
Ст. одступање	8.27	5.04	.26	.53	2.67	23.20	14.29	2.52
Варијанса	68.39	25.38	.07	.29	7.12	538.46	204.33	6.33
Skewness	-.321	1.31	-.926	-.151	-1.252	.398	-.714	-1.195
Минимум	49.20	.00	98.60	97.70	71.00	7.90	43.58	85.40
Максимум	88.10	25.70	100.00	100.00	93.20	97.00	99.50	100.00
Перцент ил	25	65.78	2.68	99.40	98.40	85.58	27.63	71.32
	75	77.93	9.03	99.70	99.20	88.00	65.45	92.93
*Urban areas (UA), Rural areas (RA)								

На [Слици 5.1.](#) (од а до ж) приказане су вредности индикатора по временским пресецима и за сваку полицијску управу. Вредност индикатора „процент прекорачења брзине путничких аутомобила у насељу“, (минимум: 7.90, максимум: 97.00) и „процент прекорачења путничких аутомобила за 10 km/h у насељу“, (минимум: 43.58, максимум: 99.50) највише осцилује.



Слика 5.1. Понашање индикатора безбедности саобраћаја према временским пресецима и према полицијским управама

Наредни индикатор чија вредност значајно осцилује је „процент употребе сигурносног појаса напред у путничким аутомобилима (насеље и ван насеља)“, (минимум: 49.20, максимум: 88.10). Индикатори који се односе на „алкохол“, „сигурносни појас“ и „употреба дневних светала“ имају најмање осцилације у вредности.

5.1.3. Кориштена методологија

За сваку анализирану полицијску управу, могуће је добити композитни индекс чија се вредност креће од нуле до један, у којем веће вредности указују на релативно боље перформансе. Вредност композитног индекса код најбоље рангиране (најефикасније) полицијске управе тежи ка вредности један (1). Истовремено, код полицијских управа које су лошије рангиране, вредност композитног индекса лежи између вредности нула (0) и један (1). На основу додељених тежинских коефицијената сваком индикатору, могуће је идентификовати проблематична подручја (лоше перформансе) у оквиру кориштеног сета података.

Као и код поређења на међународном нивоу, Ordered weighted averaging (OWA) кориштена је као експертска метода за агрегацију показатеља. Ова метода агрегације врло корисна за прорачун КИБС, јер омогућава експертима/ доносиоцима одлука/ заинтересованим странама на националном нивоу да се договоре о вербалној формулацији. Такође, овај метод пружа већи степен прихватљивости добијених резултата (вредности композитног индекса) и обезбеђује идентификацију кључних проблема и благовремених мера за унапређење стања безбедности саобраћаја на одређеној територији.

Поштујући врло честе операторе агрегације (минимум, максимум и аритметичку средину) као и ограничење „ИЛИ“ односно концепт „тежње ка максимуму“ (енг. orness), вредност овог ограничења је дефинисана у [Формули 5.1.](#), (Hermans, 2009a).

$$\text{orness } (\vec{w}) = \frac{1}{l-1} \sum_{i=1}^l (l-i) \vec{w}_i = \frac{1}{l-1} \sum_{i=1}^{l-1} (l/i)^\alpha \quad (5.1)$$

$$\vec{w}_i = Q\left(\frac{i}{l}\right) - Q\left(\frac{i-1}{l}\right) \text{ for } i = 1, \dots, l$$

$$Q(r) = r^\alpha \text{ with } \alpha \geq 0$$

У случају осам индикатора, извођењем претходне формуле добија се:

$$\begin{aligned} \vec{w}_1 &= \left[\frac{1}{8}\right]^\alpha; \vec{w}_2 = \left[\frac{2}{8}\right]^\alpha - \left[\frac{1}{8}\right]^\alpha; \vec{w}_3 = \left[\frac{3}{8}\right]^\alpha - \left[\frac{2}{8}\right]^\alpha; \\ \vec{w}_4 &= \left[\frac{4}{8}\right]^\alpha - \left[\frac{3}{8}\right]^\alpha; \vec{w}_5 = \left[\frac{5}{8}\right]^\alpha - \left[\frac{4}{8}\right]^\alpha; \vec{w}_6 = \left[\frac{6}{8}\right]^\alpha - \left[\frac{5}{8}\right]^\alpha; \vec{w}_7 = \left[\frac{7}{8}\right]^\alpha - \left[\frac{6}{8}\right]^\alpha; \\ \vec{w}_8 &= \left[\frac{8}{8}\right]^\alpha - \left[\frac{7}{8}\right]^\alpha; \end{aligned} \quad (5.2)$$

У контексту безбедности саобраћаја, α представља ниво до којег кориштени коначни исходи зависи од вредности укључених шест индикатора. За α једнако један (1) на вредност јавног ризика подједнако утичу добри и лоши индикатори. Ако је вредност α већа (мања) од један (1) то значи да најлошији (најбољи) индикатори утичу на вредност коначних исхода при чему су наглашене ниске (високе) вредности индикатора.

Лингвистичка формулација методе пондерисања оператора по утврђеном редоследу (OWA)

Лингвистичка формулација у оквиру ове методе подразумева дефинисање следећих принципа кроз панел дискусије експерата ([Hermans, 2009a](#)):

- У случају да полицијска управа има лоше вредности више од неколико индикатора, вредност њеног композитног индекса треба да буде мала. У овом случају: минимум три или 40% од укупног броја индикатора, и
- У случају да полицијска управа има лоше вредности неколико индикатора, вредност њеног композитног индекса треба да буде између мале и средње. У овом случају: максимум три или 40% од укупног броја индикатора.

More specifically, a group of experts from the University of Belgrade, Faculty of Transport and Traffic Engineering, University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences and University of Kragujevac and Road Traffic Safety of Serbia was asked to cooperate. A national perspective on the contribution of each risk domain to road safety was obtained as the experts originated from different regions of Serbia.

У оквиру панел дискусије укључена је група експерата са Универзитета у Београду, Саобраћајни факултет, са Универзитета у Новом Саду, Факултет техничких наука и Универзитета у Крагујевцу, Висока техничка школа струковних студија и из Агенције за безбедност саобраћаја Републике Србије која је вредновала индикаторе безбедности саобраћаја за даљу анализу. Схватање доприноса сваке области ризика на настанак саобраћајне незгоде увелико је заступљено кроз области деловања укључених експерата као и територијална равнотежа јер су експерти из различитих региона у Србији. Применујући иста специфична значења појмова и класификацију индикатора као код поређења на међународном нивоу, могуће је прорачунати ограничење α ([Формула 5.3.](#))

$$f_{\alpha}(1,1,1,1,0,0,0,0) \leq 0.25 \text{ (Мала вредност индекса)} \quad (5.3)$$

$\Leftrightarrow \vec{w}_1 + \vec{w}_2 + \vec{w}_3 + \vec{w}_4 \leq 0.25$ (Више од два индикатора су лоша = четири индикатора су добра)

$$\Leftrightarrow \left[\frac{1}{8}\right]^{\alpha} + \left[\frac{2}{8}\right]^{\alpha} - \left[\frac{1}{8}\right]^{\alpha} + \left[\frac{3}{8}\right]^{\alpha} - \left[\frac{2}{8}\right]^{\alpha} + \left[\frac{4}{8}\right]^{\alpha} - \left[\frac{3}{8}\right]^{\alpha} < 0.25$$

$$\Leftrightarrow \left[\frac{4}{8}\right]^{\alpha} \leq 0.25$$

$$\Leftrightarrow \alpha \geq 2$$

$$0.25 < f_{\alpha}(1,1,1,1,0.5,0,0,0) < 0.5 \text{ (Вредност индекса креће се између мале (0.25) и средње (0.5))} \quad (5.4)$$

$\Leftrightarrow 0.25 < \vec{w}_1 + \vec{w}_2 + \vec{w}_3 + \vec{w}_4 + 0.5 \times \vec{w}_5 < 0.5$ (Три индикатора су лоша = четири индикатора су добра и један је индикатор просечан)

$$\Leftrightarrow 0.25 < \left[\frac{1}{6}\right]^\alpha + \left[\frac{2}{6}\right]^\alpha - \left[\frac{1}{6}\right]^\alpha + \left[\frac{3}{6}\right]^\alpha - \left[\frac{2}{6}\right]^\alpha + \left[\frac{4}{6}\right]^\alpha - \left[\frac{3}{6}\right]^\alpha + 0.5 \times \left[\left(\frac{5}{8}\right)^\alpha - \left(\frac{4}{8}\right)^\alpha\right] < 0.5$$

$$\Leftrightarrow 0.25 < 0.5 \times \left(\frac{4}{8}\right)^\alpha + 0.5 \times \left(\frac{5}{8}\right)^\alpha < 0.5$$

$$\Leftrightarrow 1.4747 < \alpha < 2.9495$$

На основу [Формуле 5.3.](#) и [Формуле 5.4.](#) добија се да α припада интервалу [2; 2.95], комбинујући осам индикатора на начин који је прихватљив експертима. Вредност ограничења „orness“ је у интервалу [0.223; 0.313] и добија се уврштавањем вредност α у [Формулу 5.1.](#) На основу тога, добија се ОWA вектор (0.02; 0.04; 0.09; 0.15; 0.24; 0.32; 0.44; 0.23). [Формула 5.5.](#) представља математички модел за прорачун КИБС за полицијску управу j ($j = 1, \dots, n$):

$$\text{КИБС}_j = \frac{\max}{\bar{w}_{lj}} \sum_{i=1}^l \bar{r}_{ij} \bar{w}_{lj} \quad (5.5.)$$

Уз ограничења:

$$\sum_{i=1}^l \bar{w}_{lj} = 1$$

$$0.223 \leq \frac{1}{l-1} \sum_{i=1}^l (l-1) \bar{w}_{lj} \leq 0.313$$

$$L_m \leq \frac{r_{mj} w_{mj}}{\sum_{i=1}^l \bar{r}_{ij} \bar{w}_{lj}} \leq U_m$$

$$\bar{w}_{lj} \geq 0$$

Где је: l = број индикатора

$\bar{}$ = ordered value (пондерисања оператора по утврђеном редоследу)

r = нормализована вредност

w = тежина

m = {алкохол, брзина, заштитни систем, употреба дневних светала (DRL)}

L = доња граница

U = горња граница

Као што је приказано у [Формули 5.5.](#), вредност КИБС за једну полицијску управу се састоји од нормализованих вредности по утврђеном редоследу (тј. вредности се креће између нуле и један, по падајућем редоследу) и тежина по утврђеном редоследу (тј. прва тежина одговара најбољем индикатору).

Табела 5.4. Доње и горње границе удела сваког индикатора у укупној вредности КИБС

	% Појас_ПА_Н апред_ Укупно (Н+ВН)	% Појас_ПА_Н азад_ Укупно (Н+ВН)	Алкохол_ Дан_ Укупно (Н+ВН) *	Алкохол_ Ноћ_ Укупно (Н+ВН) *	Стандардно одступање брзина_ПА_ ВН	% Прекорачењ а брзине ПА_Н	% Прекорачењ е за 10km/h_ПА_ Н *	% Употребне вних светала_ПА_ Укупно(Н+ ВН)
Доња граница	0.1200	0.1125	0.0625	0.1175	0.0900	0.0700	0.1175	0.0050
Горња граница	0.2500	0.2150	0.1900	0.1900	0.1550	0.2000	0.2100	0.0500

Наиме, удео сваког од осам ИБС у укупној вредности КИБС ограничен је доњом и горњом границом за сваки индикатор. Границе су дефинисане методом расподеле буџета, у којој је било укључено 15 експерата из области безбедности саобраћаја ([Табела 5.4.](#)). У складу са представљеним DEA моделом у претходном поглављу, просек две највеће тежине додељене од стране експерата, користи се као горња граница. Аналогно томе, добија се доња граница. Сходно ограничењима, свих осам индикатора је укључено у модел.

Тежине које су добијене приликом прорачуна КИБС су кориштене у прорачуну $KIBS_{огр}^3$, $KIBS_{огр}^4$ и $KIBS_{огр}^5$ јер програм за оптимизацију није могао пронаћи могућа решења (feasible solutions). Разлог томе јесте мали простора за претрагу оптималног решења у случају када су укључена само три односно четири индикатора. Због тога, кориштена је линеарна агрегација (aditive aggregation method). Даље, вршен је прорачун на основу што мањег броја индикатора безбедности саобраћаја (три, четири и пет) како би се применом предложене методологије за прорачун $RSPIn^n$ на националном ниову добили веродостојни и прихватљиви резултати за поређење територија на националном ниову.

За прорачун $КИБС_{огр}^n$ развијен је „систем комбинација индикатора“ од три, четири и пет индикатора. [Формула 5.6.](#) служи за одређивање укупног броја комбинација индикатора за прорачун композитног индекса:

$$C_k^n = \binom{n}{k} = \frac{n!}{k!(n-k)!} = \frac{n \cdot (n-1) \cdot \dots \cdot (n-k+1)}{k \cdot (k-1) \cdot \dots \cdot 1}, n \geq k \geq 0, (n, k) \in N \quad (5.6)$$

- Укупан број комбинација $\binom{8}{3}$, прорачун $КИБС_{огр}^3$ је вршен за 56 комбинација;
- Укупан број комбинација $\binom{8}{4}$, прорачун $КИБС_{огр}^4$ је вршен за 70 комбинација, и
- Укупан број комбинација $\binom{8}{5}$, прорачун $КИБС_{огр}^5$ је вршен за 56 комбинација.

5.1.4. Процедуре

Дијаграм тока за прорачун $КИБС_{огр}^n$ приказан је на [Слици 5.2.](#) и састоји се из неколико корака:

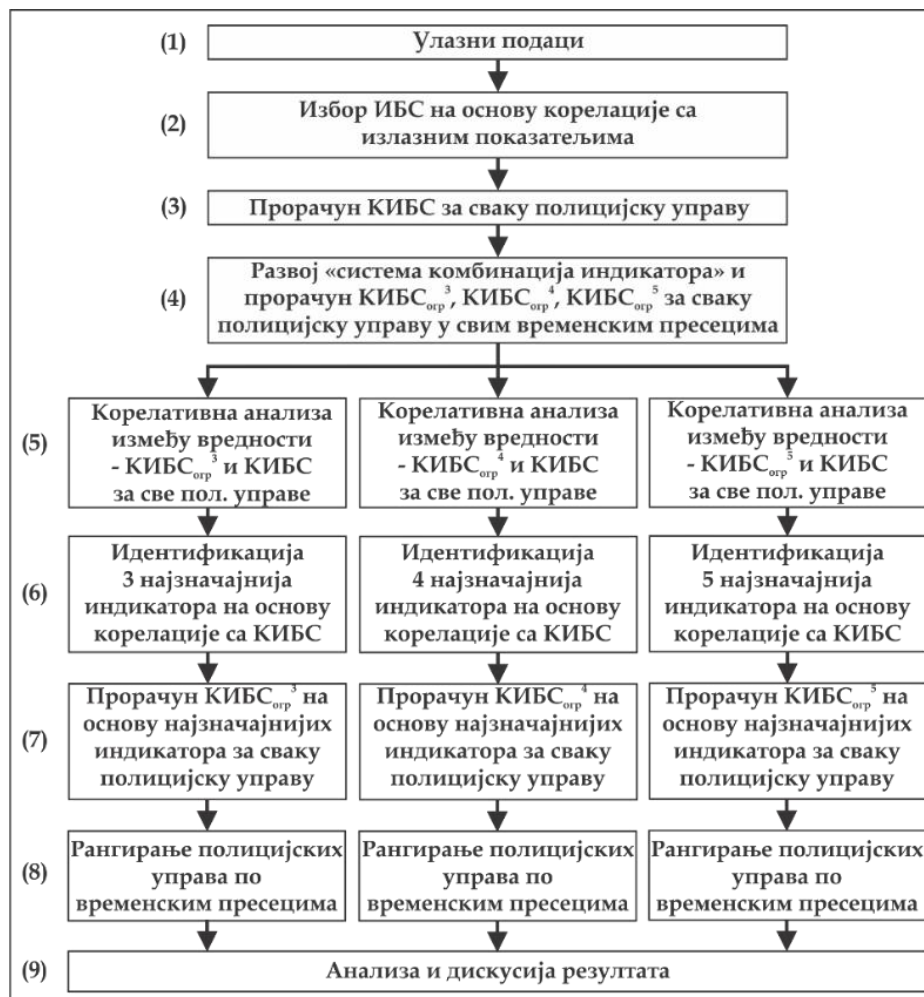
Корак_1: Претходно припремљена табела у MS Excel са вредностима свих осам индикатора је импортована (увежена) у програм за оптимизацију.

Корак_2: Прорачуната је вредност КИБС за све полицијске управе (укупно 27). IBM CPLEX програм за оптимизацију кориштен је за решавање КИБС алгорита. Алгоритам за прорачун композитног индекса за поређење територија на националном нивоу је концептуално исти као алгоритам за прорачуна композитног индекса за поређење територија на међународном нивоу, само је прилагођен броју укључених индикатора, броју временских пресека и дефинисаним доњим и горњим граничним вредностима учешћа сваког индикатора у целокупној вредности композитног индекса.

Корак_3: Развијен је систем комбинација индикатора и прорачунате су вредности $КИБС_{огр}^3$, $КИБС_{огр}^4$ и $КИБС_{огр}^5$.

Корак_4: Корелационом анализом су утврђене јачине везе између две променљиве у три случаја: 1) $КИБС_{огр^3}$ и $КИБС$ за све полицијске управе, 2) $КИБС_{огр^4}$ и $КИБС$ за све полицијске управе, 3) $КИБС_{огр^5}$ и $КИБС$ за све полицијске управе.

Корак_5: Идентификовани су најзначајнија три, четири и пет ИБС на основу јачине корелације (линеарне зависности) са $КИБС$.



Слика 5.2. Дијаграм тока за прорачун $КИБС_{огр^n}$

Корак_6: Вредности $КИБС_{огр^3*}$, $КИБС_{огр^4*}$ и $КИБС_{огр^5*}$ су прорачунате за све полицијске управе на основу вредности најзначајнијих ИБС за анализирани сет података из претходног корака.

Корак_7: Извршено је рангирање полицијских управа на основу вредности $КИБС_{огр^3*}$, $КИБС_{огр^4*}$ и $КИБС_{огр^5*}$.

Корак_8: Извршена је анализа и дискусија резултата.

На основу претходних корака, дефинисана је листа од три, четири и пет најутицајнијих индикатора за сваку полицијску управу које би требало периодично пратити и комбиновати у КИБС.

5.2. Резултати поређења територија на националном нивоу

Наспрам идентификације најзначајнијих индикатора на међународном нивоу, у овом поглављу су идентификовани најзначајнији индикатори на националном нивоу, за 27 полицијских управа у Србији, базираних на јачини корелативне везе $KIBS_{огр^n}$ и КИБС.

Такође, анализирана је промена ранга полицијских управа у зависности од три, четири и пет најзначајнијих индикатора. На крају, идентификовани су најутицајнији индикатори у свакој полицијској управи, што обезбеђује благовремено дефинисање фаза праћења и увођења индикатора безбедности саобраћаја.

5.2.1. Корелативна анализа између $KIBS_{огр^n}$ и КИБС

Применом Спирманове корелативне анализе истраживана је зависност између вредности $KIBS_{огр^n}$ и КИБС. Резултати су приказани у [Табеле 5.5](#). У [Колони 1](#), дате су комбинације индикатора означене ИБС кодовима, сортиране према вредности коефицијента корелације из [Колоне 2](#). На основу смерница за тумачење корелације, могуће је закључити да међу вредностима композитног индекса ($KIBS_{огр^3}$) све комбинације од три индикатора имају јаке корелације ($r \geq 0.824$, $p = 0.01$). Најзначајнији индикатори су “Стандардно одступање брзина путничких аутомобила ван насеља; % прекорачења брзина путничких аутомобила у насељу и % употребе дневних светала од стране возача путничких аутомобила (насеље и ван насеља)”, (скр.: 5_6_8) и дају најјачу линеарну зависност са КИБС ($r = 0.927$, $p = 0.05$).

Табела 5.5. Најзначајнији индикатори безбедности саобраћаја на основу јачине линеарне зависности са КИБС

	Колона 1	Колона 2	Колона 3	Колона 4	Колона 5	Колона 6
Бр. ком.	КИБС _{огр} ³ (ИБС код)	Ранг (на основу вредности r)	КИБС _{огр} ⁴ (ИБС код)	Ранг (на основу вредности r)	КИБС _{огр} ⁵ (ИБС код)	Ранг (на основу вредности r)
1.	КИБС_5 6 8	0.927*	КИБС_3 5 6 8	0.950*	КИБС_3 4 5 6 8	0.967*
2.	КИБС_4 6 8	0.923*	КИБС_3 4 6 8	0.949*	КИБС_1 2 3 5 7	0.965*
3.	КИБС_5 7 8	0.919*	КИБС_3 5 7 8	0.947*	КИБС_1 2 4 5 7	0.963*
4.	КИБС_3 5 7	0.918*	КИБС_4 5 6 8	0.947*	КИБС_1 2 5 6 7	0.963*
5.	КИБС_3 6 8	0.916*	КИБС_1 2 5 7	0.946*	КИБС_2 4 5 6 8	0.963*
6.	КИБС_1 5 7	0.913*	КИБС_1 3 5 7	0.943*	КИБС_3 4 5 7 8	0.963*
7.	КИБС_3 5 6	0.913*	КИБС_3 4 7 8	0.943*	КИБС_3 5 6 7 8	0.963*
8.	КИБС_4 5 8	0.912*	КИБС_3 6 7 8	0.941*	КИБС_1 3 4 6 8	0.961*
9.	КИБС_2 5 7	0.911*	КИБС_4 5 7 8	0.940*	КИБС_1 3 5 6 8	0.961*
10.	КИБС_3 7 8	0.911*	КИБС_1 2 5 6	0.939*	КИБС_3 4 6 7 8	0.961*
.
.
.
54.	КИБС_1 2 8	0.838*	КИБС_2 4 6 7	0.922*	КИБС_1 4 5 6 7	0.946*
55.	КИБС_2 3 4	0.837*	КИБС_1 3 4 8	0.921*	КИБС_1 2 3 4 8	0.941*
56.	КИБС_1 2 3	0.824*	КИБС_2 3 4 7	0.921*	КИБС_1 2 3 5 8	0.940*
.
.
.
68.			КИБС_2 3 4 8	0.912*		
69.			КИБС_1 2 3 4	0.899*		
70.			КИБС_1 2 3 8	0.888*		

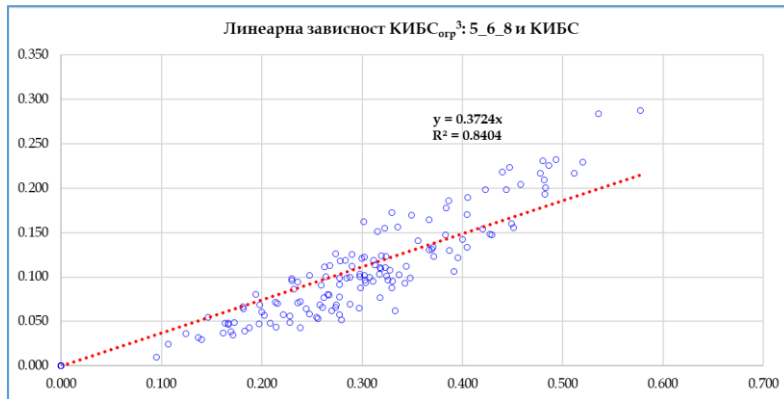
* Correlation is significant at the 0.05 level (1-tailed)

Ибс кодови	1	2	3	4	5	6	7	8
	% употребе сигурносног појаса напред у путничким аутомобилима (насеље и ван насеља)	% употребе сигурносног појаса назад у путничким аутомобилима (насеље и ван насеља)	% возача у саобраћајном току под утицајем алкохола у току дана (насеље и ван насеља)	% возача у саобраћајном току под утицајем алкохола у току ноћи (насеље и ван насеља)	Стандардно одступање брзина путничких аутомобила ван насеља	% прекорачења брзина путничких аутомобила у насељу	% прекорачења путничких аутомобила за преко 10 км/х у насељу	% употребе дневних светала од стране возача путничких аутомобила (насеље и ван насеља)

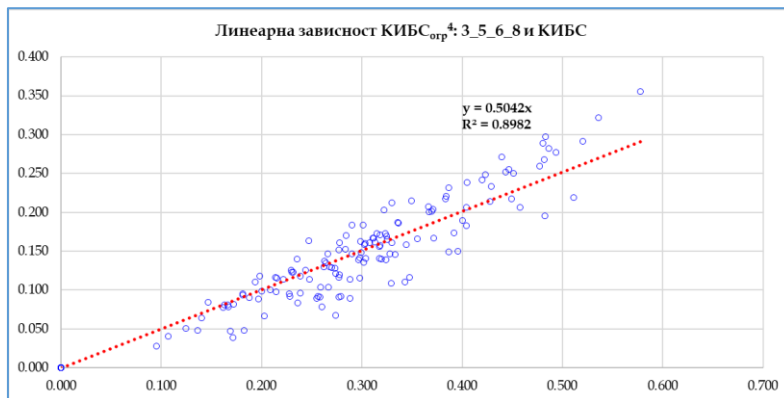
Посматрајући [Колону 3.](#) и [4.](#) из [Табеле 5.5.](#) уочава се да све комбинације индикатора дају високу корелацију између вредности КИБС_{огр}⁴ и КИБС ($r \geq 0.888$, $p = 0.01$ за све комбинације). Најзначајнији индикатори су „% возача у саобраћајном току под утицајем алкохола у току дана (насеље и ван насеља);

Стандардно одступање брзина путничких аутомобила ван насеља; % прекорачења брзина путничких аутомобила у насељу; % употребе дневних светала од стране возача путничких аутомобила (насеље и ван насеља)“ (скр.: 3_5_6_8) и дају коефицијент корелације $r = 0.950$. На крају, у [Колони 5.](#) и [6.](#) је дат ранг вредности $KIBS_{огр}^5$ са $KIBS$. Коефицијент корелације код комбинација од 5 индикатора је изузетно велик ($r > 0.940$), што је за очекивати. Најзначајнија комбинација од пет индикатора је „% возача у саобраћајном току под утицајем алкохола у току дана (насеље и ван насеља); % возача у саобраћајном току под утицајем алкохола у току ноћи (насеље и ван насеља); Стандардно одступање брзина путничких аутомобила ван насеља; % прекорачења брзина путничких аутомобила у насељу; % употребе дневних светала од стране возача путничких аутомобила (насеље и ван насеља)“ (скр.: 3_4_5_6_8), где је $r = 0.967$ (скоро потпуно слагање вредности $KIBS_{огр}^5$ са $KIBS$). Анализирајући јачину корелационе везе између вредности композитног индекса безбедности саобраћаја са ограниченим бројем индикатора ($KIBS_{огр}^n$) и вредности композитног индекса безбедности саобраћаја ($KIBS$) који је добијен на основу свих осам индикатора безбедности саобраћаја за све временске пресеке ($n = 27 \times 6 = 162$), може се закључити да су поменуте променљиве у јакој позитивној вези и да се $KIBS_{огр}^3$ ([Слика 5.3.](#)), $KIBS_{огр}^4$ ([Слика 5.4.](#)) и $KIBS_{огр}^5$ ([Слика 5.5.](#)) могу користити за веродостојно поређење територија на националном нивоу. На поменутим сликама може се видети да јачина линеарне зависности између вредности композитних индекса припада категорији „јаке позитивне везе“ без обзира на број укључених индикатора (три, четири или пет) јер је коефицијент детерминације код свих комбинација $r^2 > .800$ са нивоом значајности $p = .01$. Јака позитивна веза подразумева да су подаци веома зависни један од другог и да ће се са повећањем вредности једног показатеља повећати и вредност другог показатеља. Овакво поклапање јачине линеарне зависности између вредности $KIBS_{огр}^n$ и вредности $KIBS$ (нпр. за комбинацију 5_6_8: $r = .917$, $p = .01$, $n = 162$) и јачине

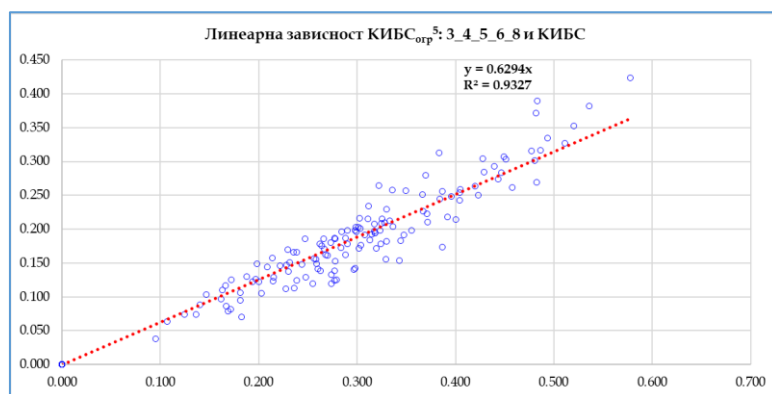
линеарне зависности између вредности КИБС за најзначајнију комбинацију индикатора и вредности КИБС добијеног на основу осам индикатора (нпр. 5_6_8: $r = .927$, $p = .01$, $n = 27$), потврђује чињеницу да се са мањим бројем индикатора може веродостојно поредити територије на националном нивоу.



Слика 5.3. Линеарна зависност КИБС_{орг}³: 5_6_8 и КИБС



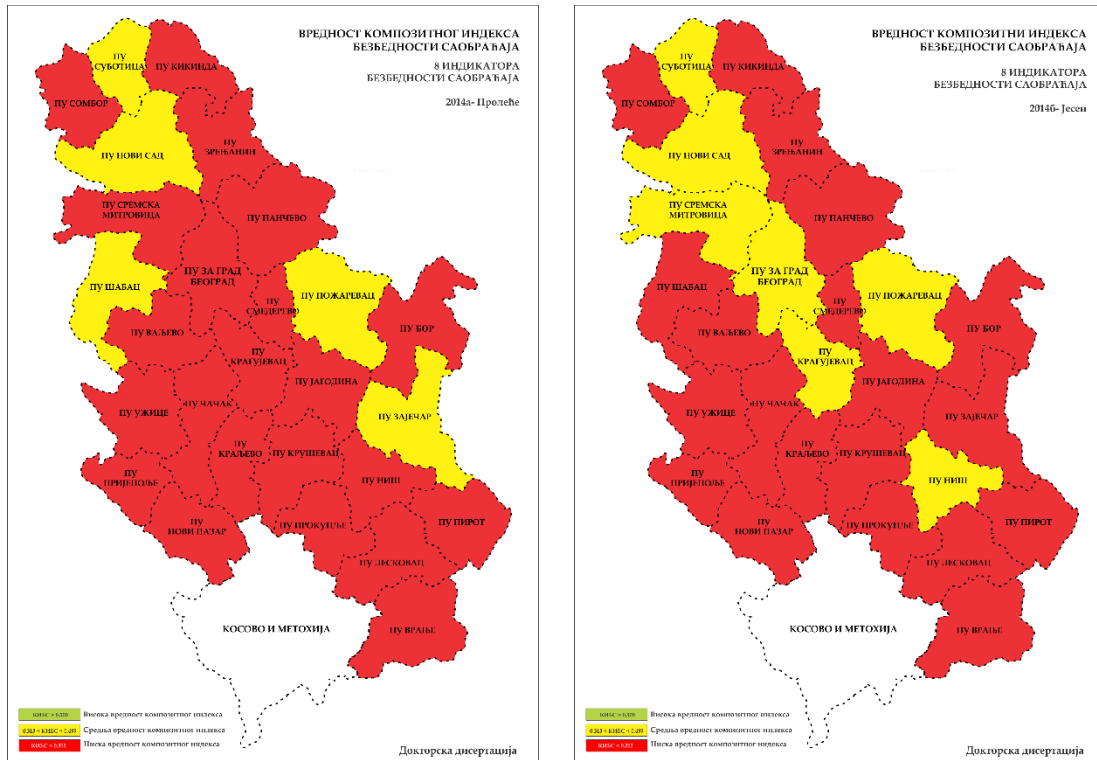
Слика 5.4. Линеарна зависност КИБС_{орг}⁴: 3_5_6_8 и КИБС



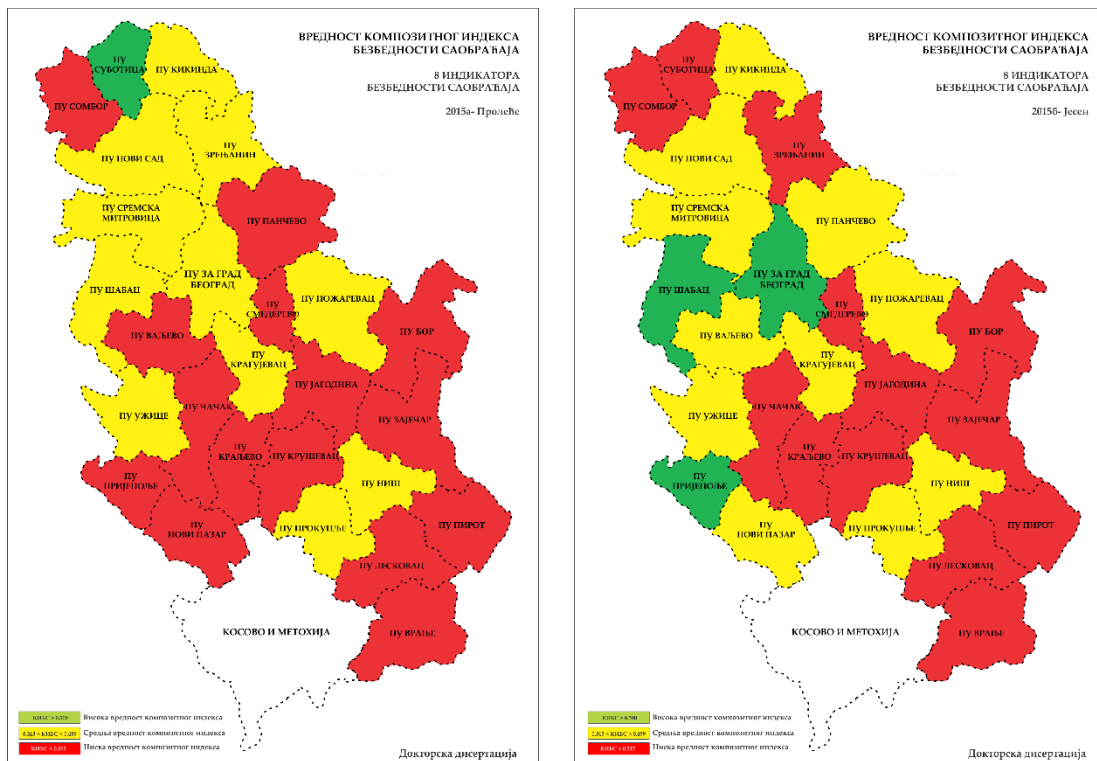
Слика 5.5. Линеарна зависност КИБС_{орг}⁵: 3_4_5_6_8 и КИБС

5.2.2. Промена ранга земаља у зависности од $KIBS_{огр}^{n*}$

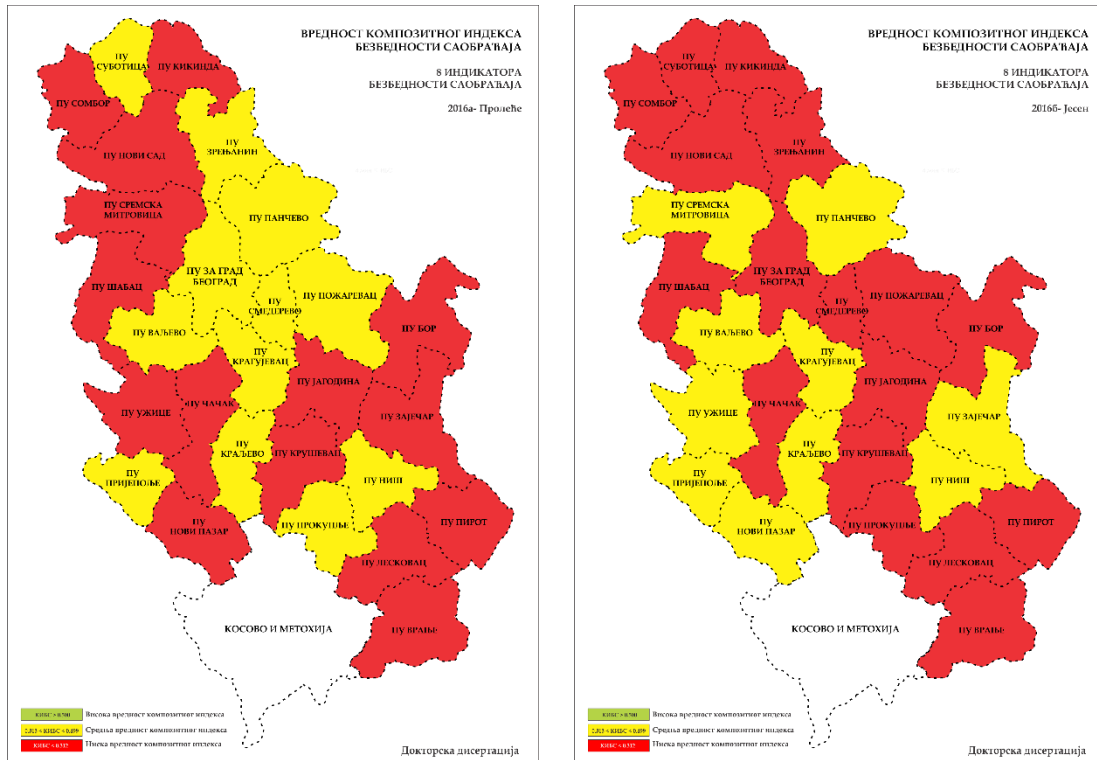
За доминантне комбинације од три, четири и пет индикатора прорачуната је вредност КИБС на основу чега су рангиране полицијске управе. У зависности од вредности КИБС, полицијским управама је додељен одређен ниво $KIBS_{огр}^{n*}$ по следећем принципу: 1) Висок КИБС -полицијске управе чија је вредност изнад 0.500; 2) Средњи КИБС- полицијске управе чија је вредност између 0.313 и 0.499; и 3) Низак КИБС – полицијске управе чија је вредност испод 0.312. Удео сваког ИБС је ограничен доњом и горњом границом у укупној вредности КИБС. У зависности од вредности $KIBS_{огр}^{n*}$ земаљама је додељен одређен ниво вредности и прорачунато је стандардно одступање ранга земаља у односу на вредност КИБС. ([Прилог Д.3.](#)). Поштујући експертске одлуке у оквиру ОWA методе, уочљиво је да ни једна полицијска управа не припада високом нивоу КИБС за следеће временске пресеке: 2014а, 2014б, 2016а и 2016б. Висок ниво вредности композитног индекса (КИБС) уочава се само код полицијских управа: Суботица (0.578), Пријеполје (0.536), Београд (0.521) и Шабац (0.512), а који је прорачунат на основу индикатора мерених само у 2015. години. У ствари, само четири полицијске управе имају високу вредност КИБС (> 0.500), док све преостале полицијске управе имају мању вредност КИБС, посматрајући све временске пресеке. У погледу редоследа полицијских управа, Суботица, Ваљево, Краљево и Крагујевац су међу најбоље ранжираним јер бележе позитиван тренд раста ранга кроз анализиране временске пресеке док Пирот, Лесковац и Врање заузимају последње позиције кроз све временске пресеке. Преостале полицијске управе припадају средњем нивоу КИБС. Са аспекта безбедности саобраћаја 2015. година је била успешна јер су одређене полицијске управе достигле висок ниво вредности КИБС ([Табели Д.1.](#)). Генерално, вредност КИБС а самим тим и ранг великог броја полицијских управа осцилује током анализираних временских пресека што се може видети на мапама полицијских управа ([Слика 5.6.](#) - [5.8.](#)).



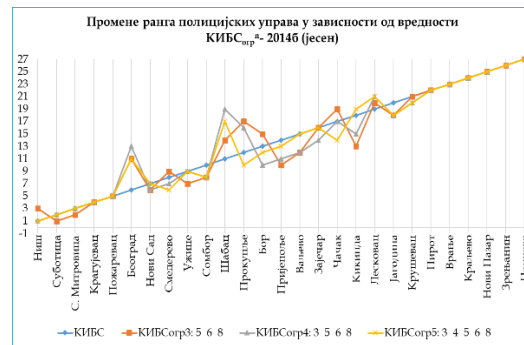
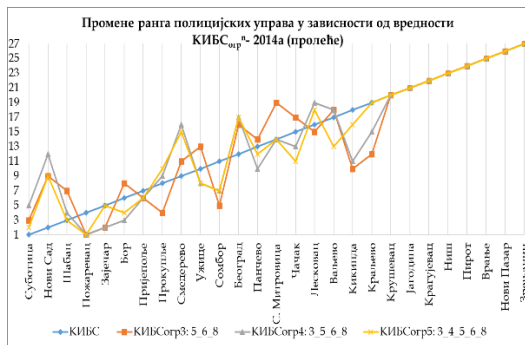
Слика 5.6. Мапирање полицијских управа на основу вредности индекса перформанси безбедности саобраћаја за 2014. годину (пролеће-2014а и јесен-2014б)



Слика 5.7. Мапирање полицијских управа на основу вредности индекса перформанси безбедности саобраћаја за 2015. годину (пролеће-2015а и јесен-2015б)

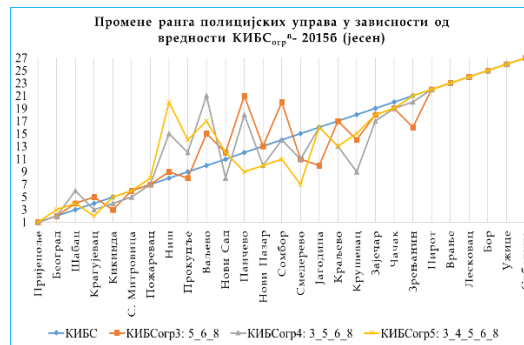
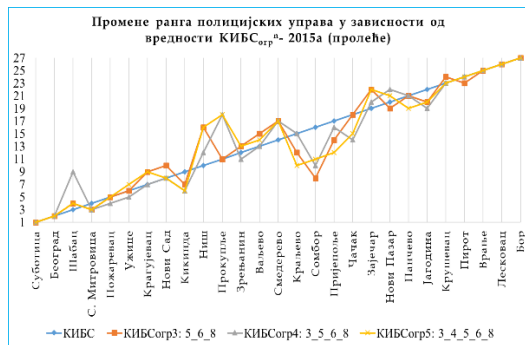


Слика 5.8. Мапирање полицијских управа на основу вредности индекса перформанси безбедности саобраћаја за 2016. годину (пролеће-2016а и јесен-2016б)



1. а)

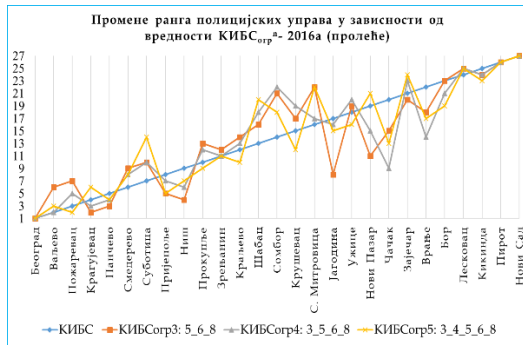
1. б)



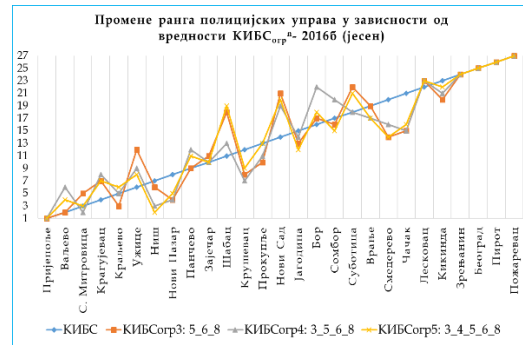
2. а)

2. б)





3. a)

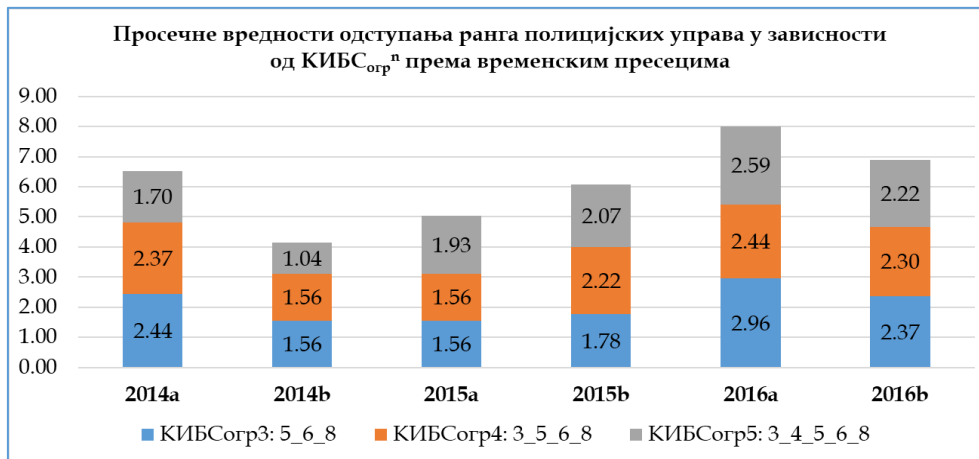


3. b)

Слика 5.9. Промена ранга полицијских управа у функцији $KIBS_{орг}^n$ за временске пресеке: 1.2014 а) пролеће; б) јесен; 2. 2015 а) пролеће; б) јесен; 3. 2016 а) пролеће; б) јесен

Анализирајући промене ранга полицијских управа у односу на њихов коначан ранг базиран на вредности КИБС долази се до резултата приказаних на [Слици 5.9](#). У наставку је дат преглед просечне вредности одступања вредности ранга полицијских управа у зависности од $KIBS_{орг}^n$ према временским пресецима ([Слика 5.10](#)). Као што се може видети, највећа одступања међу ранговима полицијских управа јесте у временским пресецима- 2016а и 2016в. Заправо, у 2016. години дошло је до повећаног одступања рангова полицијских управа што може бити узроковано осцилацијама међу вредностима истих индикатора у различитим полицијским управама. Висок степен подударанја ранга земаља на основу вредности $KIBS_{орг}^n$ и ранга на основу вредности КИБС показују вредности стандардног одступања ранга у [Табела Д.2](#). Степен подударанја ових вредности је већи што се прорачун КИБС врши на основу већег броја индикатора. Међу анализираним, постоје полицијске управе чији је ранг постојан кроз све временске пресеке тј. не мења се значајно. Неке од њих су: Пирот, Прокупље, Лесковац, Чачак, док је код неких полицијских управа дошло до промене позиције (ранга) за једно или више места (Пријеполје, Пожаревац, Крагујевац итд.), додавајући поједине индикаторе у прорачун. Код преосталих полицијских управа утврђено је значајно одступање ранга и њихове позиције су променљиве (промене за три и више места), као нпр. Нови сад, Бор, Зајечар, Панчево, Ниш, итд. Највеће разлике код рангирања

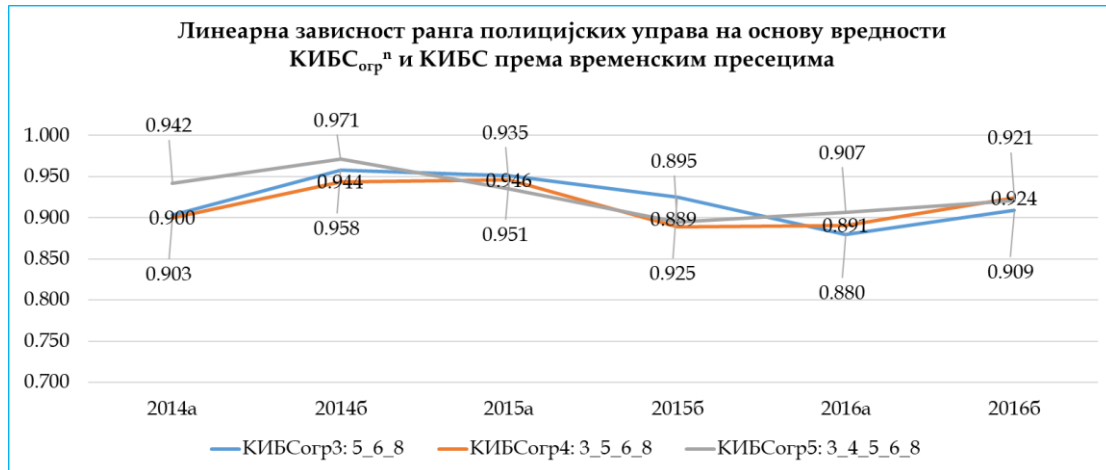
уочене су код ПУ Кикинде (између 5. и 25. места), ПУ Крушевац (између 12. и 23. места), ПУ Краљево (између 5. и 24. места), ПУ Пожаревац (између 4. и 23. места), ПУ Београд (између 1. и 25. места), итд.



Слика 5.10. Просечне вредности одступања ранга полицијских управа у зависности од $КИБС_{орг}^n$ према временским пресецима

Посматрајући јачину линеарне зависности између вредности $КИБС_{орг}^n$ и $КИБС$ за све временске пресеке (Слика 5.11.) видљива је јака корелативна веза између ранга полицијских управа без обзира на временски пресек. Анализирајући вредности коефицијената корелације ранга за различите вредности $КИБС_{орг}^n$, уочава се да је најмања вредност коефицијента корелације код: 1) $КИБС_{орг}^3$: 5_6_8 и износи $r = .880$ при $p = .01$ за временски период: 2016- пролеће (а); 2) $КИБС_{орг}^4$: 3_5_6_8 и износи $r = .889$ при $p = .01$ за временски период: 2015- јесен (b) и 3) $КИБС_{орг}^5$: 3_4_5_6_8 и износи $r = .895$ при $p = .01$ за временски период: 2015- јесен (b). Овај „пад“ коефицијента корелације ранга полицијских управа у 2015. години се може објаснити чињеницом да се само у овој години појављују полицијске управе са високом вредношћу $КИБС$.

Без обзира који се временски пресек посматра и која се комбинација индикатора користи за прорачун $КИБС$, јачина линеарне зависности ранга полицијских управа ранжираних на основу вредности $КИБС_{орг}^n$ и $КИБС$ припада категорији „јаке позитивне везе“.



Слика 5.11. Линеарна зависност ранга полицијских управа на основу вредности КИБС_{огрⁿ} и КИБС за период од 2014. до 2016. године

Висок степен подударанја ранга полицијских управа на основу вредности КИБС и КИБС_{огр³}, КИБС_{огр⁴}, КИБС_{огр⁵} изражен је преко вредности коефицијента корелације кроз све временске пресеке (Табела 5.6.). Висока вредност корелације између ранга полицијску управа се креће од $r = .921$ до $r = .929$.

Табела 5.6. Корелативна анализа између ранга полицијских управа на основу КИБС_{огрⁿ} и КИБС за период од 2014. до 2016. године

		Ранг према КИБС _{огр³} : 5_6_8	Ранг према КИБС _{огр⁴} : 3_5_6_8	Ранг према КИБС _{огр⁵} : 3_4_5_6_8
2014-	Spearman's rho			
2016	Рангирање према КИБС	Коефицијент корелације	.921**	.916**
		Sig. (1- tailed)	0	0
		N	162	162

** Correlation is significant at the 0.01 level (1- tailed)

Вилкоксонов тест ранга (Табела 5.7.) показује да нема статистички значајне промене између ранга полицијских управа без обзира који се временски пресек посматрао и да је вредност КИБС_{огрⁿ} поуздана за поређење територија на националном нивоу и дефинисање благовремених мера за унапређење стања безбедности саобраћаја.

Табела 5.7. Корелативна анализа између ранга земаља на основу КИБС_{огрⁿ} и КИБС и Вилкоксоновог теста ранга (Wilcoxon Signed Ranks Test)

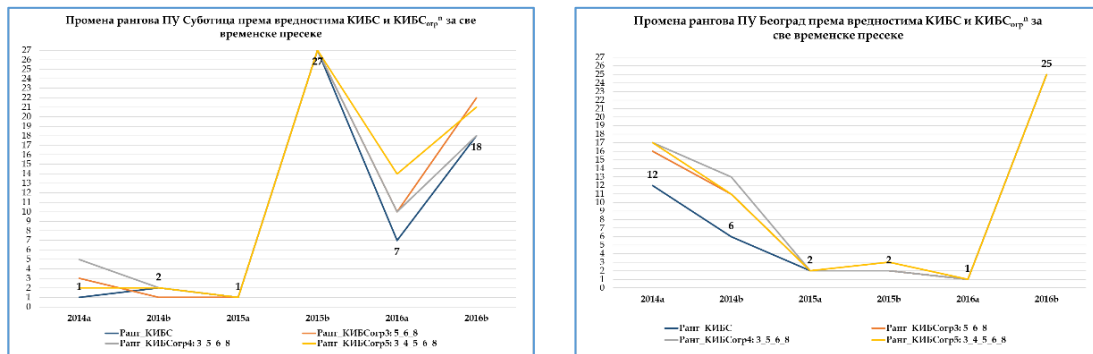
Wilcoxon Signed Ranks Test Statistics(d)		Најзначајнији индикатори			
		Ранг према	Ранг према	Ранг према	
		КИБС _{опр3} : 5_6_8	КИБС _{опр4} : 3_5_6_8	КИБС _{опр5} : 3_4_5_6_8	
2014	a	Z	-.182 ^a	-.284 ^b	-.228 ^b
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.856	0.776	0.819
	b	Z	-.024 ^a	-.505 ^a	-.516 ^a
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.981	0.613	0.606
2015	c	Z	-.191 ^a	-.172 ^b	-.088 ^b
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.848	0.864	0.93
	d	Z	-.230 ^a	-.416 ^a	-.573 ^a
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.818	0.678	0.567
2016	e	Z	-.214 ^a	-.556 ^a	-.214 ^b
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.831	0.578	0.83
	f	Z	-.121 ^a	-.020 ^b	-.182 ^a
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.904	0.984	0.855
2014-2016		Z	-.090 ^a	-.308 ^b	-.698 ^b
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.928	0.758	0.485

a. Based on positive ranks.

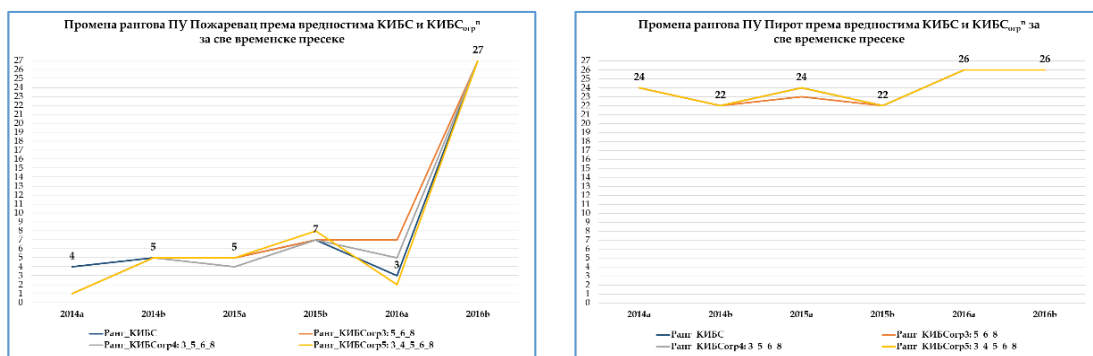
b. Based on negative ranks.

Посматрајући ранг полицијских управа кроз анализирани временске пресеке, уочљиво је да поједине полицијске управе имају велике осцилације ранга у односу на комбинацију индикатора која улази у прорачун КИБС. У наставку су издвојене полицијске управе које имају највеће стандардно одступање ранга у односу на ранг према вредности КИБС као то су: ПУ Суботица (стандардно одступање се креће у границама од 10.21 до 11.33), ПУ Београд (стандардно одступање се креће у границама од 9.27 до 9.92) и ПУ Пожаревац (стандардно одступање се креће у границама од 9.16 до 9.63), док ПУ Пирот има најмање одступање и креће се у границама од 1.79 до 1.89. На [Слици 5.12.](#) и [5.13.](#) графички је приказана осцилација ранга претходно наведених полицијских управа. ПУ Суботица је најлошији (најнижи) ранг имала на основу вредности КИБС добијеног из индикатора који су мерени у јесен 2015. године (од 1 до 27). Даље, ПУ Београд (од 1 до 25) и ПУ Пожаревац (од 4 до 27) су били добро позиционирани међу осталим полицијским управама све до јесени 2016. године, када су заузели последње позиције. Разлог оваквих осцилација у рангу ПУ Београд, ПУ Суботица и ПУ Пожаревац у јесен 2016. године (2016b) јесу осцилације у

вредности појединих индикатора. Нпр. код ПУ Београд је дошло до пораста вредности индикатора “6. % прекорачења брзина путничких аутомобила у насељу” за 18.7% и индикатора “2. % употребе сигурносног појаса назад у путничким аутомобилима (насеље и ван насеља)” за 3.0%, док је код индикатора “5. Стандардно одступање брзина путничких аутомобила ван насеља” дошло до смањења вредности индикатора са 19.5% на 8.4%.



Слика 5.12. Промена ранга ПУ Суботица и ПУ Београд према вредностима КИБС и КИБС_{оргⁿ} за све временске пресеке



Слика 5.13. Промена ранга ПУ Пожаревац и ПУ Пирот према вредностима КИБС и КИБС_{оргⁿ} за све временске пресеке

Насупрот овим полицијским управама које бележе значајне осцилације, идентификоване су полицијске управе које имају минимално стандардно одступање ранга, као нпр. Пирот која је кроз све анализиране временске пресеке „сачувала“ последње позиције (од 22 до 26). Вредност стандардног одступања ранга преосталих полицијских управа се креће у границама од 1.79 до 9.63.

5.2.3. Идентификација најутицајнијих индикатора за сваку полицијску управу и дефинисање приоритетних фаза праћења индикатора

Поред избора индикатора као фактора који највише утиче на поузданост, упоредивост, веродостојност и осетљивост композитног индекса, промене вредности индикатора у току времена (кроз неколико временских пресека) значајно утичу на осетљивост КИБС. Један од суштинских проблема који могу довести до промене вредности композитног индекса у току одређеног временског периода тј. кроз неколико временских пресека јесте недостатак периодичног, јасно дефинисаног и одрживог система мерења на националном нивоу. Стога, доносиоци одлука нису у могућности прецизно дефинисати своје приоритете и самим тим предузете мере неће бити довољно делотворне.

Као и код међународног нивоу, тако се утицај ИБС разликује од територије до територије на националном нивоу. У том контексту, листе најутицајнијих индикатора у свакој полицијској управи се значајно разликују као и удео различитих најутицајнијих комбинација индикатора у укупној просечној вредности композитног индекса у свакој полицијској управи. Као што је наведено на почетку докторске дисертације, најутицајнији индикатори безбедности саобраћаја у полицијској управи (енг. the most contributing indicators per police department), (скр. НУИП) је сет индикатора који имају највећу линеарну зависност са композитним индексом безбедности саобраћаја добијеног на основу свих анализираних индикатора у некој полицијској управи за све анализиране временске пресеке. У [Табели 5.8.](#) је дат преглед најутицајнијих индикатора за сваку полицијску управу. Нпр. прва три индикатора која имају највише утицаја у ПУ Ваљеву су индикатори „% употребе сигурносног појаса напред у путничким аутомобилима (насеље и ван насеља); % возача у саобраћајном току под утицајем алкохола у току ноћи (насеље и ван насеља) и % употребе дневних светала од стране возача путничких аутомобила (насеље и ван

насеља)“ и дају вредност $KIBS_{\text{нyип}}^3: 1_4_8 = 0.130$ и ова вредност представља 39.48% вредности композитног индекса добијеног на основу свих осам индикатора за све временске пресеке. Ова вредност се добија као просек вредности композитног индекса са ограниченим бројем индикатора за све временске пресеке. Повећавајући број индикатора за прорачун расте и удео $KIBS_{\text{огр}}^n$ у вредности КИБС. Први наредни индикатор који у комбинацији даје највећу вредност композитног индекса (ПУ Ваљево) јесте „Стандардно одступање брзина путничких аутомобила ван насеља“ ($KIBS_{\text{нyип}}^4: 1_4_5_8 = 0.163$, а удео у вредности КИБС износи 49.52%). На крају, индикатор „% прекорачења брзина путничких аутомобила у насељу“ чини комбинацију индикатора који дају најближу вредност $KIBS_{\text{нyип}}^5: 1_4_5_6_8 = 0.207$ (представља 62.78% укупне вредности КИБС за ПУ Ваљево). На основу тих резултата могу се дефинисати фазе праћења индикатора за ПУ Ваљево и то: 1) у првој фази прате се индикатори: % употребе сигурносног појаса напред у путничким аутомобилима (насеље и ван насеља); % возача у саобраћајном току под утицајем алкохола у току ноћи (насеље и ван насеља) и % употребе дневних светала од стране возача путничких аутомобила (насеље и ван насеља), 2) у другој фази додаје се индикатор „Стандардно одступање брзина путничких аутомобила ван насеља“, и 3) у трећој фази додаје се индикатор „% прекорачења брзина путничких аутомобила у насељу“.

Слична анализа се може извршити за све анализиране полицијске управе, осим оних полицијских управа, које су имале вредности КИБС једнаке нули (ове земље су имале најлошије резултате приликом оптимизације). Поред полицијских управа код којих се свака наредна фаза праћења најутицајнијих индикатора проширују за по један индикатор, постоје полицијске управе код којих се комбинације најутицајнијих индикатора делимично или потпуности разликују, као нпр. ПУ Београд, ПУ Крагујевац, ПУ Бор, итд.. Због значајних промена најутицајнијих индикатора, интересантно је анализирати полицијску управу ПУ Београд. Комбинација индикатора „% прекорачења брзина путничких аутомобила у насељу; %

прекорачења путничких аутомобила за преко 10 km/h у насељу; % употребе дневних светала од стране возача путничких аутомобила (насеље и ван насеља)“ дају највећу вредност КИБС_{н_{уип}}³: 6_7_8 = 0.164 (што представља 47.02% укупне вредности КИБС за ПУ Београд).

Следећи индикатори који улазе у комбинацију су „% возача у саобраћајном току под утицајем алкохола у току дана (насеље и ван насеља); % возача у саобраћајном току под утицајем алкохола у току ноћи (насеље и ван насеља); Стандардно одступање брзина путничких аутомобила ван насеља“ и утицајнији су у односу на индикаторе кодирани бројевима “6 и 8”. Ова група индикатора даје вредност КИБС_{н_{уип}}⁴: 3_4_5_7 = 0.181 (што представља 51.99% укупне вредности КИБС за ПУ Београд и чији је удео у вредности КИБС већи за 4.97% у односу на комбинацију од три индикатора).

У оквиру вредности КИБС_{н_{уип}}⁵: 1_2_5_6_8 = 0.207 (што представља 59.51% укупне вредности КИБС за ПУ Београд и чији је удео у вредности КИБС већи за 7.52% у односу на комбинацију од четири индикатора), дошло је до ротације у погледу доминације индикатора (индикатори кодирани бројевима “1,2,6 и 8” искључили су индикаторе “3,4 и 7” из прорачуна). Интересантно је приметити осцилације у вредности КИБС_{огрⁿ} код ПУ Чачак. Наиме, најутицајнија комбинација од три индикатора (6_7_8) има удео у вредности КИБС само 22.66%, што је уједно најмањи удео (комбинација од три индикатора) од свих полицијских управа. Следећа комбинација од четири индикатора (3_4_6_8) има удео од 55.51%, што је повећање за 32.85% односно индикатори „3 и 4“ су значајно допринели уделу у вредности КИБС у односу на индикатор „7“. Даље, врло је индикативно приметити да комбинација од 5 индикатора (1_2_6_7_8) има мањи удео у вредности КИБС у односу на комбинацију од 4 индикатора (смањење за 9.44%). У овој фази праћења индикатора, индикатори „1,2 и 7“ су били утицајнији од индикатора „3 и 4“, што говори о осцилацији у

вредности индикатора и предузетим мерама у ПУ Чачак. На крају, значајно је истаћи јачину линеарне зависности КИБС_{оргⁿ} и КИБС код ПУ Сомбор за анализирани временске пресеке. Од укупно 56 комбинација од 3 индикатора, 70 комбинација од 4 индикатора и 56 комбинација од 5 индикатора, само једна комбинација од 3 индикатора (1_3_5, $r = .820$, $p = .01$), три комбинације од 4 индикатора (3_5_6_7, $r = .864$, $p = .01$; 3_4_5_6, $r = .855$, $p = .01$ и 1_3_5_6, $r = .816$, $p = .01$) и четири комбинације од 5 индикатора имају линеарну зависност са вредности КИБС (2_3_4_5_6, $r = .957$; 1_3_5_6_7, $r = .882$; 3_4_5_6_8, $r = .857$ и 1_2_3_5_6, $r = .835$, $p = .01$). Линеарна зависност вредности КИБС_{оргⁿ} и КИБС код осталих полицијских управа је назначена у [Табели 5.8.](#), колона „Напомене“.

Табела 5.8. Најутицајнији индикатори за сваку полицијску управу и дефинисање приоритетних фаза праћења индикатора

Полицијска управа	КИБС _{ниш³}		КИБС _{ниш⁴}		КИБС _{ниш⁵}		Напомена
	ИБС (% од КИБС вредности)	r вред.	ИБС (% од КИБС вредности)	r вред.	ИБС (% од КИБС вредности)	r вред.	
Београд	6_7_8 (47.02%)	0.999	3_4_5_7 (51.99%)	0.995	1_2_5_6_8 (59.51%)	0.996	Све комбинације имају корелацију
Крагујевац	3_5_8 (46.02%)	0.980	1_2_5_7 (51.58%)	0.989	1_2_5_7_8 (64.07%)	0.992	Скоро све комбинације имају корелацију
Јагодина	1_4_8 (41.28%)	0.980	1_4_5_8 (52.90%)	0.984	1_3_4_5_6 (67.91%)	0.981	Скоро све комбинације имају корелацију
Ниш	2_3_6 (33.13%)	0.984	2_4_5_8 (52.57%)	0.990	1_4_5_7_8 (66.87%)	0.996	Скоро све комбинације имају корелацију
Пирот	1_2_4 (41.25%)	1.000	1_2_3_4 (60.25%)	1.000	1_2_3_4_5 (67.51%)	1.000	Све комбинације имају корелацију
Прокупље	3_6_8 (35.35%)	0.973	2_3_6_8 (48.18%)	0.978	1_2_3_7_8 (61.67%)	0.967	Мало комбинација има корелацију
Лесковац	1_2_3 (46.92%)	0.996	4_5_6_7 (53.08%)	0.997	1_2_3_4_7 (76.28%)	0.998	Све комбинације имају корелацију
Врање	3_4_5 (46.09%)	0.996	1_2_3_5 (63.95%)	0.997	1_2_3_4_5 (79.23%)	1.000	Све комбинације имају корелацију

Зајечар	5_7_8 (30.78%)	0.937	1_2_3_6 (60.06%)	0.951	1_2_3_5_6 (69.37%)	0.983	Мало комбинација има корелацију
Бор	6_7_8 (31.46%)	0.995	2_4_6_7 (54.64%)	0.995	1_2_3_4_7 (76.90%)	0.997	Све комбинације имају корелацију
Смедерево	4_5_7 (41.35%)	0.938	1_3_6_7 (54.23%)	0.960	1_3_5_6_7 (67.81%)	0.970	Мало комбинација има корелацију
Пожаревац	1_2_4 (30.31%)	0.988	3_5_7_8 (55.36%)	0.993	3_5_6_7_8 (69.69%)	0.998	Скоро све комбинације имају корелацију
Ваљево	1_4_8 (39.48%)	0.990	1_4_5_8 (49.52%)	0.997	1_4_5_6_8 (62.78%)	0.989	Скоро све комбинације имају корелацију
Шабац	2_6_8 (37.56%)	0.997	2_6_7_8 (48.62%)	0.995	1_3_4_5_7 (62.44%)	0.997	Скоро све комбинације имају корелацију
Краљево	3_5_8 (39.52%)	0.995	2_3_5_7 (56.21%)	0.996	1_2_4_6_7 (63.59%)	0.998	Све комбинације имају корелацију
Крушевац	1_5_6 (47.63%)	0.979	1_2_3_5 (58.54%)	0.979	2_3_4_6_7 (70.01%)	0.991	Скоро све комбинације имају корелацију
Чачак	6_7_8 (22.66%)	0.970	3_4_6_8 (55.51%)	0.994	1_2_6_7_8 (46.07%)	0.990	Скоро све комбинације имају корелацију
Нови Пазар	2_3_5 (40.50%)	0.993	2_3_5_8 (53.63%)	0.998	1_4_6_7_8 (59.50%)	0.997	Све комбинације имају корелацију
Ужице	1_2_6 (36.35%)	1.000	1_2_5_6 (47.54%)	0.999	3_4_5_7_8 (63.65%)	1.000	Све комбинације имају корелацију
Пријепоље	6_7_8 (46.81)	0.995	5_6_7_8 (61.91%)	0.997	3_5_6_7_8 (71.62%)	0.997	Скоро све комбинације имају корелацију
Нови Сад	1_3_7 (48.90%)	0.973	1_3_4_7 (57.64%)	0.995	1_2_3_6_7 (73.03%)	0.989	Скоро све комбинације имају корелацију
Зрењанин	3_4_7 (35.88%)	0.995	1_2_5_7 (50.28%)	0.999	1_2_5_6_8 (64.12%)	0.998	Све комбинације имају корелацију
Кикинда	1_5_7 (30.87%)	0.996	1_3_5_7 (43.87)	0.998	4_5_6_7_8 (61.92%)	1.000	Све комбинације имају корелацију
Панчево	2_4_6 (37.11%)	0.980	2_4_6_8 (50.93%)	0.989	1_3_5_7_8 (62.89%)	0.994	Све комбинације имају корелацију
Сомбор	1_3_5 (35.78%)	0.808	3_5_6_7 (56.21%)	0.864	2_3_4_5_6 (71.50%)	0.957	ВРЛО мало комбинација има корелацију

Суботица	2_5_7 (40.31%)	0.990	1_4_6_8 (47.53%)	0.999	1_3_4_6_8 (59.69%)	0.995	Све комбинације имају корелацију
С. Митровица	3_4_5 (38.43%)	0.991	3_6_7_8 (47.04%)	0.991	1_2_6_7_8 (61.57%)	0.998	Скоро све комбинације имају корелацију

У Табели 5.9. је дат визуелни приказ заступљености појединих индикатора безбедности саобраћаја међу најугицајнијим комбинацијама индикатора по полицијским управама. Као што се може видети, доминантна је светла и тамна зелена боја, што показује већи утицај индикатора „5- Стандардно одступање брзина путничких аутомобила ван насеља“, „6- % прекорачења брзина путничких аутомобила у насељу“ и „8- % употребе дневних светала од стране возача путничких аутомобила (насеље и ван насеља)“.

Табела 5.9. Заступљеност појединих индикатора безбедности саобраћаја у „најугицајнијим индикаторима (КИБС_{нуи}¹) по полицијским управама

Полицијска управа	КИБС _{нуи} ³			r вред.	КИБС _{нуи} ⁴				r вред.	КИБС _{нуи} ⁵					r вред.
	Најугицајнија три индикатора по ПУ				Најугицајнија четири индикатора по ПУ					Најугицајнијих пет индикатора по ПУ					
Београд	6	7	8	.999*	3	4	5	7	.995*	1	2	5	6	8	.996*
Крагујевац	3	5	8	.980*	1	2	5	7	.989*	1	2	5	7	8	.992*
Јагодина	1	4	8	.980*	1	4	5	8	.984*	1	3	4	5	6	.981*
Ниш	2	3	6	.984*	2	4	5	8	.990*	1	4	5	7	8	.996*
Пирот	1	2	4	.998*	1	2	3	4	.997*	1	2	3	4	5	.996*
Прокупље	3	6	8	.973*	2	3	6	8	.978*	1	2	3	7	8	.967*
Лесковац	1	2	3	.996*	4	5	6	7	.997*	1	2	3	4	7	.998*
Врање	3	4	5	.996*	1	2	3	5	.997*	1	2	3	4	5	.997*
Зајечар	5	7	8	.937*	1	2	3	6	.951*	1	2	3	5	6	.983*
Бор	6	7	8	.995*	2	4	6	7	.995*	1	2	3	4	7	.997*
Смедерево	4	5	7	.938*	1	3	6	7	.960*	1	3	5	6	7	.970*
Пожаревац	1	2	4	.988*	3	5	7	8	.993*	3	5	6	7	8	.998*
Ваљево	1	4	8	.990*	1	4	5	8	.997*	1	4	5	6	8	.989*
Шабац	2	6	8	.997*	2	6	7	8	.995*	1	3	4	5	7	.997*
Краљево	3	5	8	.995*	2	3	5	7	.996*	1	2	4	6	7	.998*
Крушевац	1	5	6	.979*	1	2	3	5	.979*	2	3	4	6	7	.991*

Чачак	6	7	8	.970*	3	4	6	8	.994*	1	2	6	7	8	.990*
Нови Пазар	2	3	5	.993*	2	3	5	8	.998*	1	4	6	7	8	.997*
Ужице	1	2	6	.998*	1	2	5	6	.999*	3	4	5	7	8	.996*
Пријепоље	6	7	8	.995*	5	6	7	8	.997*	3	5	6	7	8	.997*
Нови Сад	1	3	7	.973*	1	3	4	7	.995*	1	2	3	6	7	.989*
Зрењанин	3	4	7	.995*	1	2	5	7	.999*	1	2	5	6	8	.998*
Кикинда	1	5	7	.996*	1	3	5	7	.998*	4	5	6	7	8	.999*
Панчево	2	4	6	.980*	2	4	6	8	.989*	1	3	5	7	8	.994*
Сомбор	1	3	5	.808*	3	5	6	7	.864*	2	3	4	5	6	.957*
Суботица	2	5	7	.990*	1	4	6	8	.999*	1	3	4	6	8	.995*
С. Митровица	3	4	5	.991*	3	6	7	8	.991*	1	2	6	7	8	.998*

* Correlation is significant at the 0.05 level (1- tailed)

Надаље, у [Табели 5.10.](#) дат је преглед фреквентности одређених најутицајнијих индикатора за полицијску управу. Посматрајући колону КИБС_{нумп}³ видљиво је да су најфреквентније комбинације индикатора: 6_7_8 (ПУ Београд, ПУ Бор, ПУ Чачак и ПУ Пријепоље). Комбинације од три индикатора заступљене код по две полицијске управе су: 3_5_8; 1_2_4; 1_4_8 и 3_4_5. Различите комбинације од по три индикатора су заступљене код преосталих полицијских управа.

Табела 5.10. Учесталост најутицајнијих комбинација индикатора по полицијским управама

RSPI _{мци} ³	Frequency	RSPI _{мци} ⁴	Frequency	RSPI _{мци} ⁵	Frequency
6 7 8	4	1 2 5 7	2	3 5 6 7 8	2
3 5 8	2	1 4 5 8	2	1 2 5 6 8	2
1 2 4	2	1 2 3 5	2	1 2 6 7 8	2
1 4 8	2			1 2 3 4 7	2
3 4 5	2			1 2 3 4 5	2

Слична ситуација је код комбинација од четири и пет индикатора и код њих се не појављује фреквентна комбинација за више од две полицијске управе. Поред тога, један од фактора који доприноси различитости најутицајнијих комбинација индикатора јесу осцилације у вредности индикатора у временским пресецима и међу полицијским управама.

Представљени резултати показују да постоји јака линеарна зависност између вредности $KIBS_{орг}^n$ и $KIBS$, те да примењена методологија за прорачун композитног индекса безбедности саобраћаја са ограниченим бројем индикатора обезбеђује поуздано и веродостојно поређење територија на националном нивоу. Такође, јака, позитивна линеарна зависност ранга полицијских управа ранжираних према различитим комбинацијама индикатора (три, четири и пет) потврђује поузданост примењене методологије. Даље, резултати су показали да је могуће идентификовати најугицајније индикаторе за сваку полицијску управу и дефинисати фазе периодичног праћења и увођење индикатора безбедности саобраћаја. Међутим, због осцилација и промена у вредности индикатора безбедности саобраћаја током анализираних временских пресека, фреквентности појединих комбинација индикатора и значајног одступања ранга појединих полицијских управа, није могуће на једноставан начин идентификовати фазе праћења и увођења индикатора код свих полицијских управа. Наиме, резултати су показали да поред полицијских управа код којих се свака наредна фаза праћења најугицајнијих индикатора проширују за по један нови индикатор, постоје полицијске управе код којих се комбинације најугицајнијих индикатора делимично или потпуности разликују.

Оцена безбедности саобраћаја на основу
композитног индекса безбедности саобраћаја
Докторска дисертација, Саобраћајни факултет, 2018

6.

ДИСКУСИЈА

6. ДИСКУСИЈА

Дискусијом резултата у оквиру овог поглавља обухвата: 1) Избор индикатора безбедности саобраћаја ([Поглавље 6.1.](#)); 2) Резултате који се односе на поређење територија на међународном нивоу ([Поглавље 6.2.](#)) и 3) Резултате који се односе на поређење територија на националном нивоу ([Поглавље 6.3.](#)). Детаљније, у првом делу дат је акценат на комплексност и значај избора индикатора за прорачун композитног индекса безбедности саобраћаја анализирајући његове фазе развоја. У другом и трећем делу, дискусија је усмерена на: 1) Поређење и рангирање територија на основу композитног индекса безбедности саобраћаја и 2) Идентификацију најугроженијих индикатора безбедности саобраћаја и дефинисање приоритетних фаза за праћење и увођење индикатора, како на међународном тако и на националном нивоу.

6.1. Избор индикатора безбедности саобраћаја

Узимајући у обзир да управљање безбедношћу саобраћаја захтева мултисекторски приступ, све више и више се индикатора дефинише и препоручује за праћење, оцењивање и поређење стања безбедности саобраћаја на некој територији ([Chen et al., 2016](#)). Због тога, тип индикатора који улазе у прорачун КИБС увелико дефинише његову намену. Преглед литературе показао је да се свеобухватна слика стања безбедности саобраћаја може добити уколико се укључе индикатори који припадају свим нивоима система безбедности саобраћаја ([Shen et al., 2011b](#)). Без обзира на то, пажњу треба обратити на ограничења која се јављају при употреби квантитативних ИБС ([Gitelman et al., 2010](#)). Индикатори који припадају само једном хијерархијском нивоу (било којем) служе за оцену перформанси система у оквиру тог нивоа. Тако се добија свеобухватна слика стања перформанси система безбедности саобраћаја што увелико

доприноси доносиоцима одлука да дефинишу благовремене мере за унапређење стања безбедности саобраћаја ([Hermans, 2009a](#)). Квалитет процеса бенчмаркинга у великој мери зависи од квалитета података. Да би процес бенчмаркинга безбедности саобраћаја био успешан и поуздан неопходно је дефинисати заједнички оквир (процедуру) за прикупљање и анализу података о укљученим индикаторима ([Chen et al., 2016](#)).

Избор одговарајућих (релевантних) индикатора није лак посао. Да би избор релевантних индикатора у оквиру сваке области ризика био најквалитетнији, неопходно је сагледати све предности и недостатке индикатора. Дакле, избор ИБС за прорачун КИБС је веома сложен посао и захтева компромис између теоријски потребних индикатора (the best needed indicators) и практично доступних индикатора (the best available indicators). Са једне стране, индикатор треба бити мерљив, доступан и релевантан ([Al-Haji, 2007](#)) а са друге стране треба бити поуздан, упоредив, прихватљив и осетљив ([Hermans, 2009a](#)). Обзиром да је избор индикатора највише утиче на вредност КИБС ([Hermans, et al., 2009b](#)), пажњу треба усмерити на њихово променљиво понашање у анализима ([Gitelman et al., 2010](#)). Идентификација најзначајнијих индикатора се базира на пинципу “best of the best”, јер индикатори који улазе у процес израчунавања КИБС морају испунити неколико критеријума представљених кроз истраживања [Al-Haji, 2007](#), [Litman, 2007](#) и [Hermans, 2009a](#). Без обзира на препоруке и доказане предности савременог (хуманог) начина праћења и управљања безбедности саобраћаја постоје територије које нису развиле овај систем.

Иако је праћење ИБС врло захтевно са аспекта људских и финансијских ресурса, начина и квалитета прикупљања, анализирани територије имају највише користи од стандардизације индикатора и избора кључне листе индикатора за поређење на међународном нивоу. У случају анализе композитног индекса на основу ширег сет индикатора, предложена методологија омогућава прецизнију ревизију кључних области деловања.

6.2. Поређење на међународном нивоу- Дискусија резултата

6.2.1. Промена ранга земаља

Као што је представљено у [Табели 4.1.](#), корелациона анализа је показала да све комбинације имају велику корелацију (Спирманов коефицијент је већи од $r > .536$) изузев комбинације индикатора који се односе на “заштитни систем, возила и негу након саобраћајних незгода” који има средњу јачину везе са КИБС. Због тога, постоји висок степен слагања ранга земаља без обзира која комбинација индикатора је ушла у прорачун КИБС (три, четири или пет). На основу тога, идентификовани су најзначајнији индикатори који имају највећу корелацију са вредностима КИБС. Груписање земаља на основу вредности $КИБС_{огр^n}$ значајно се разликује и последица је примене експертске методе агрегације податка (ordered weighting averaging operators), која наглашава лоше перформансе помоћу ограничења „orness“. У оквиру агрегације података, дефинисано је „orness“ ограничење и односи се на прорачун граничних вредности нивоа КИБС за груписање земаља (висок, средњи и низак ниво). Приликом прорачуна $КИБС_{огр^n}$ нису се истакле земље са високим нивоом КИБС, него су земље разврстане у две групе: са средњим и ниским нивоом КИБС. То потврђује експертску одлуку да земље које имају бар два индикатора лоша, имају низак ниво КИБС. Код осталих прорачуна КИБС са ограниченим већим бројем индикатора (четири и пет) појављују и истичу се земље са високом нивоом КИБС.

На [Слици 4.6.](#) приказана је свеобухватна зависност између ранга земаља на основу различитих вредности $КИБС_{огр^n}$ и ранга земаља на основу КИБС. На слици се може видети да:

- Свеобухватно посматрано, ранг земаља на основу вредности КИБС, $КИБС_{огр^3}$, $КИБС_{огр^4}$ и $КИБС_{огр^5}$ је конзистентан са благим одступањима у различитим комбинацијама индикатора. Ранг

Естоније и Кипра остао је непромењен без обзира која је комбинација индикатора кориштена за прорачун. Истовремено, код Финске, Словеније и Шведске уочава се релативно велико одступање ранга. Између се налазе земље код којих ранг осцилује за једно до највише три места у зависности од комбинације индикатора и

- Рангирање земаља изведено из различитих комбинација индикатора скоро је идентично са рангирањем КИБС. Највеће слагање је са вредностима $КИБС_{огр^5}$ а најмање је са $КИБС_{огр^3}$ што је за очекивати јер је вредност КИБС прецизнија када у прорачун улази већи број индикатора. Међутим, вредност $КИБС_{огр^n}$ је довољно поуздан и робустан те омогућава благовремено дефинисање мера за унапређење система безбедности саобраћаја и поређење на међународном нивоу. Овако прорачунат композитни индекс омогућава поређење што већег броја земаља и индиректно доприноси успостављању система праћења индикатора.

Валидност $КИБС_{огр^n}$ може се поредити са рангом земаља према коначним исходима и вредности Human Development Index (HDI), као релевантних показатеља ([Chen et al., 2016](#)). Наиме, пораст вредности human development index (који представља дуг и здрав живот, ниво знања и пристојан животни стандард) је у вези са повећањем КИБС. У суштини, може се закључити да КИБС и $КИБС_{огр^n}$ имају јаку линеарну зависност са коначним показатељом (јавни ризик) и HDI. Јака корелативна веза између $КИБС_{огр^3}$ и јавног ризика ($r = -.727, p = .01$), потврђује значај индикатора (2_5_6) у случајевима оскудих или недоступних података. Ова три индикатора обезбеђују поређење већег броја земаља и довољни су за дефинисање благовремених мера за унапређење стања безбедности саобраћаја у оквиру ове три области ризика. На овај начин се јача веродостојност, прихватљивост и будући развој композитног индекса безбедности саобраћаја са ограниченим бројем индикатора за анализирани земље Европске уније укључујући Швајцарску.

Претходно изнешено се потврђује јачином корелативне везе између КИБС и КИБС_{огрⁿ}. Наиме, коефицијент корелације је изузетно висок и вредност $r > .926$, (Табела 4.5.), без обзира на кориштену комбинацију индикатора. Међутим, најзначајнији индикатори за 21 државу су следећи (Табела 4.3.):

- Три најзначајнија индикатора су „% возача који су се изјаснили да често возе аутомобил у насељу изнад дозвољене брзине кретања, густина аутопутева (km/km^2), % БДП уложеног у здравство“ (скр.: 2_5_6), ($r = .906$, $p = .01$);
- Четири најзначајнија индикатора су „% возача који су се изјаснили да често возе аутомобил под дејством алкохола изнад дозвољене, „% возача који су се изјаснили да често возе аутомобил у насељу изнад дозвољене брзине кретања, густина аутопутева (km/km^2), % БДП уложеног у здравство“ (скр.: 1_2_5_6), ($r = .958$, $p = .01$) и
- Пет најзначајнијих индикатора су „% возача који су се изјаснили да често возе аутомобил под дејством алкохола изнад дозвољене, „% возача који су се изјаснили да често возе аутомобил у насељу изнад дозвољене брзине кретања, % употребе сигурносног појаса на предњим седиштима аутомобила и лаких теретних возил, густина аутопутева (km/km^2), % БДП уложеног у здравство“ (скр.: 1_2_3_5_6), ($r = .994$, $p = .01$).

У том смислу, идентификовани најзначајнији индикатори обезбеђује оптималан избор индикатора и поуздано поређење земаља у условима оскудности или недоступности података. Будући да постоји јака веза између КИБС и КИБС_{огрⁿ}, могуће је идентификовати листу заједничких индикатора за све анализирани земље на основу најутицајнијих индикатора. Тиме се обезбеђује једноставније праћење индикатора, брзо и једноставно разумевање стања безбедности саобраћаја, као и поређење на међународном нивоу и довољно поуздан процес бенчмаркинга. Такође, најзначајнији индикатори обезбеђују избор одговарајућих мера и акција за побољшање слабих тачака у систему безбедности саобраћаја, чија тачност расте са бројем укључених индикатора у анализу.

6.2.2. Идентификација најугицајнијих индикатора за сваку земљу и дефинисање приоритетних фаза праћења индикатора

Постоји много фактора који у мањој или већој мери доприносе настанку саобраћајних незгода и њихових последица. Усклађеност дефиниција индикатора унутар нивоа „коначни исходи“ је на завидном нивоу и највише се разлика јавља код дефиниције индикатора „број погинулих у односу на милион возило километара- динамички ризик“. Насупрот томе, ниво ИБС одликује се широким спектром дефиниција индикатора у оквиру сваке области ризика. Дефиниције и број индикатора варира, а посебно у оквиру области ризика: алкохол и брзина. Да би се превазишло ово ограничење, неопходно је да дефиниције индикатора буду усклађене што олакшава тумачење и мерење индикатора у различитим земљама. У том контексту, бројни аутори су предлагали стандардизацију индикатора и избор листе кључних индикатора за међународно поређење или процес бенчмаркинга. [Wegman et al. \(2005\)](#) препоручује да се развију стандарди у дефинисању и процедурама прикупљања података како би се прикупили недвосмислени подаци о индикаторима који су упоредиви на нивоу Европе. Предлог [Al- Haji \(2007\)](#) је ишао у смеру дефинисања две листе кључних индикатора и то: листу намењену за високо моторизоване земље (Highly Motorised Countries) које су много детаљније и листу намењену за ниско моторизоване земље (Less Motorised Countries) која може бити употребљена равноправно за што већи број земаља. На маргинама претходних препорука, [Wegman et al., 2008](#) дефинисали су сет основних индикатора (12 индикатора¹⁰) и дали препоруке за развој стандардизоване методологије за показатеље безбедности саобраћаја и композитни индекс

¹⁰ Аутори су дефинисали основни сет индикатора који обухвата следеће индикаторе: В1-В2-В3 (који се односе на стопе смртности), В5 (удео саобраћајних незгода са пешацима), А1-А2-А3-А4-А5 (квалитет националних програма безбедности саобраћаја), С2-С3 (стопе употребе сигурносног појаса) and С5 (просечна старост возног парка), (за више детаља погледајте [Wegman et al., 2008](#))

безбедности саобраћаја. Без обзира на претходне препоруке који се односе на стандардизацију индикатора и избор кључне листе индикатора, веома је захтевно да велики број земаља мери и прати ширу листу индикатора безбедности саобраћаја. Ипак, сврсисходно и прецизно поређење земаља добија са развојем поузданог система за прикупљање података и усклађене методологије за мерење и праћење кључних индикатора.

Резултати у [Табели 4.6.](#) и [Табели 4.7.](#) показали су да је могуће идентификовати групу индикатора који веродостојно представљају стање безбедности саобраћаја у анализираним земљама и обезбеђује њихово прецизно поређење. Корелациона анализа је показала да постоји јака позитивна веза између $KIBS_{\text{нуиз}}^n$ и $KIBS_{\text{огр}}^n$. Такође, Вилкоксонов тест ранга показао је да не постоји статистички значајна разлика између ранга земаља на основу претходно поменутих КИБС. Практично, примена предложене методологије се може посматрати кроз два аспекта: 1) примена методологије код земаља које имају успостављен процес мерења и праћења индикатора и 2) примена методологије код земаља које немају успостављен стабилан процес мерења и праћења индикатора.

- Код прве групе земаља, методологија омогућава идентификацију најзначајнијих индикатора при сваком мерењу и ревидирање листе основних индикатора које треба мерити у будућности. За очекивати је да се утицај појединих индикатора временом мења због предузетих активности на унапређењу идентификованих најзначајнијих индикатора и
- Код друге групе земаља, методологија и резултати овог истраживања дају смернице за идентификацију најзначајнијих индикатора који ће се снимати. Практично посматрајући, ово је посебно корисно у случајевима мањка буџета или других ресурса за мерење већег броја индикатора на територији једне земље.

Резултати су показали да је могуће врло прецизно прорачунати $KIBS_{opt}^n$ и на тај начин рангирати земље. Да би се олакшало поређење земаља које су биле предмет анализе, неопходно је пратити ИБС на следећи начин: У првој фази праћења, неопходно је да земље прате индикаторе који се односе на **алкохол, брзину и заштитне системе**; у другој фази се препоручује увођење индикатора који се односи на **путеве** и у последњој, трећој фази се препоручује увођење индикатора који се односе на **негу након саобраћајних незгода**. На тај начин се обезбеђује стандардизација индикатора и избор листе кључних индикатора које треба пратити и који улазе у прорачун КИБС код свих земаља, што зависи од броја и типа укључених индикатора.

6.3. Поређење територија на националном нивоу- Дискусија резултата

Прорачун композитног индекса безбедности саобраћаја на националном нивоу је вршен на основу индикатора безбедности саобраћаја који су линеарно зависни са минимално једним директним (излазним) показатељом од укупно четири и то: 1) Јавним ризиком на основу пондерисаног броја настрадалих лица; 2) Саобраћајним ризиком на основу пондерисаног броја настрадалих лица; 3) Јавним ризиком на основу повређених лица и 4) Саобраћајним ризиком на основу повређених лица. У [Табели 5.2.](#) представљена је линеарна зависност 14 индикатора безбедности саобраћаја са претходно поменутих излазних показатељима. Резултати су показали да само њих осам има линеарну зависност минимално са једним директним показатељом и чији је коефицијент корелације већи $r \geq .300$ при $p = .05$. Јачина линеарне зависности је променљива међу ових осам индикатора и креће се у опсегу од $r = .320$ до $r = .620$, што припада „слабој“ и „средњој“ јачини корелативне везе (према [Pallant, 2011](#) класификацији). При томе треба узети у обзир да је избор индикатора за даљу анализу, унутар једне области ризика, биран тако што је идентификован онај индикатор који је свеобухватнији са територијалног

аспекта и/ или је у значајној корелативној вези са минимално једним одабраним коначним исходом. На пример, индикатор „процент употребе сигурносног појаса напред у путничким аутомобилима (насеље и ван насеља)“ је свеобухватнији у односу на индикатор „процент употребе сигурносног појаса напред у путничким аутомобилима (насеље)“ са аспекта територијалног обухвата. Код индикатора у оквиру области ризика „брзина“ идентификована су три индикатора која имају значајну корелативну везу са минимално једним одабраним коначним исходом при чему је њихов значај и утицај на настанак саобраћајних незгода наглашен кроз националну методологију за мерење и праћење индикатора безбедности саобраћаја ([Поглавље 5.1.2.](#)).

Анализа свеобухватне статистике индикатора укључених у прорачун композитног индекса ([Табела 5.3.](#)), јасно је показала да постоји значајно стандардно одступање вредности индикатора кроз посматране временске пресеке, посебно истичући индикаторе „процент употребе сигурносног појаса напред у путничким аутомобилима (насеље и ван насеља)“, „процент прекорачења брзине путничког аутомобила у насељу“ и „процент прекорачења брзине за 10 km/h путничког аутомобила у насељу“. Поред стандардног одступања вредност варијансе и асиметричност расподеле података (енг. skewness), анализа показују да постоји значајна промена вредности одабраних индикатора између полицијских управа.

Такође, статистика показује да се полицијске управе у Србији значајно разликују са аспекта безбедности саобраћаја, посебно у областима ризика коју се предмет анализе и то „заштитни системи- сигурносни појас“, „алкохол“, „брзина“ и „дневна светла (ДРЛ)“, што је довело да ниже вредности линеарне зависности са директним показатељима. У пракси то значи, да полицијске управе у Србији нису подједнако схватиле проблем безбедности саобраћаја, прецизно дефинисале контрамере и благовремено

деловале на терену, односно изостаје системско деловање на унапређењу безбедности саобраћаја у анализираном периоду.

6.3.1. Промена ранга полицијских управа

Као што је представљено у [Табела 5.6.](#), корелациона анализа је показала да све комбинације имају велику корелацију (Спирманов коефицијент је већи од $r \geq .888, p = .01$) са КИБС. Због тога, постоји висок степен слагања ранга полицијских управа без обзира која комбинација индикатора је ушла у прорачун КИБС (три, четири или пет). На основу тога, идентификовани су најзначајнији индикатори који имају највећу корелацију са вредностима КИБС. Груписање полицијских управа на основу вредности $\text{КИБС}_{\text{огр}^n}$ значајно се разликује. Последица тога јесте примена експертске методе за агрегацију показатеља у којој је кроз ограничење „ИЛИ“ односно концепт „тежње ка максимуму“ (енг. orness) наглашени „лоши“ индикатори као и промена вредности индикатора кроз посматране временске пресеке. Заправо, само у 3. и 4. временском пресеку (2015. година), појављује се полицијске управе за високом вредности композитног индекса (ПУ Суботица, ПУ Пријепоље, ПУ Београд и ПУ Шабац). У свим осталим временским пресецима, полицијске управе се групишу у две групе (средња и ниска вредност композитног индекса). То одговара експертској одлуци да ПУ које имају бар три индикатора лоша, имају низак ниво КИБС. Груписање полицијских управа на основу вредности $\text{КИБС}_{\text{огр}^n}$ је врло слично груписању на основу КИБС, при чему вредност $\text{КИБС}_{\text{огр}^n}$ расте са повећањем броја укључених индикатора у прорачун композитног индекса, што је било за очекивати. Високе вредност коефицијента корелације ($r \geq .916$ при $p = .05$) између вредности $\text{КИБС}_{\text{огр}^n}$ и КИБС потврђују поузданост, упоредивост и вреднојност поређења територија на националном нивоу.

Анализирајући „понашање“ ранга полицијских управа током посматраних временских пресека, уочава се да ранг појединих полицијских управа значајно осцилује тј. стандардно одступање ранга од вредности ранга (према вредности КИБС) је веће од 9 (ПУ Суботица, ПУ Београд и ПУ Пожаревац), [Слика 5.10.](#), [5.11.](#) и [Прилог Д.3.](#) Са друге стране, постоје полицијске управе које „чврсто“ држе своје позиције током свих посматраних временских пресека. То значи да полицијске управе чији рангови значајно осцилују током времена, системски не приступају решавању проблему безбедност саобраћаја него делују по потреби, без анализе постојећег стања што умањује ефективност предузетих мера за унапређење безбедности саобраћаја. Насупрот њима, полицијске управе код којих није забележена значајна промена ранга су већином ниско рангиране полицијске управе. У овом случају, доносиоци одлука у овим полицијским управама мало или врло мало раде на унапређењу безбедности саобраћаја.

На [Слици 5.8.](#) приказана је свеобухватна зависност између ранга полицијских управа на основу различитих вредности $КИБС_{огр}^n$ и ранга полицијских управа на основу КИБС. Свеобухватно посматрано, ранг полицијских управа на основу вредности КИБС, $КИБС_{огр}^3$, $КИБС_{огр}^4$ и $КИБС_{огр}^5$ је конзистентан са благим одступањима у различитим комбинацијама индикатора. Ранг ПУ Пирот, ПУ Врање, ПУ Зрењанин, ПУ Лесковац и ПУ Бор остао је непромењен без обзира која је комбинација индикатора кориштена за прорачун. Истовремено, код ПУ Суботица, ПУ Београд и ПУ Пожаревац уочава се релативно велико одступање ранга. Претходно наведене полицијске управе представљају граничне вредности стандардног одступања ранга. Преостале ПУ се налазе између ових вредности, што се може видети у [Табели Д.2.](#), [Прилог Д.](#)

Рангирање полицијских управа изведено из различитих комбинација индикатора скоро је идентично са рангирањем КИБС. Највеће слагање ја са

вредностима $KIBS_{огр^5}$ а најмање је са $KIBS_{огр^3}$ што је за очекивати јер је вредност $KIBS$ прецизнија када у прорачун улази већи број индикатора. Такође, на основу вредности Спирмановог коефицијента корелације (Слика 5.9.) јасно је видљива јака, позитивна линеарна зависност између ранга полицијских управа на основу вредности $KIBS_{огр^n}$, кроз све посматране временске пресеке и креће се од минималне вредности $r = .880$ до $r = .946$. „Пад“ коефицијента корелације ранга у 2015. години може се објаснити чињеницом да се само у овој години појављују полицијске управе са високом вредношћу композитног индекса безбедности саобраћаја. Приказани резултати у Табели 5.7. и 5.8. потврђују јаку линеарну зависност између ранга полицијских управа на основу вредности $KIBS_{огр^n}$ и $KIBS$. Наиме, коефицијент корелације је изузетно висок и вредност $r \geq .916$, без обзира на кориштену комбинацију индикатора. Дакле, $KIBS_{огр^n}$ је довољно поуздан и робустан те омогућава благовремено дефинисање мера за унапређење система безбедности саобраћаја и поређење на националном нивоу. Такође, омогућава поређење што већег броја територија на националном нивоу што индиректно доприноси успостављању система праћења индикатора у истим. Најзначајнији индикатори за 27 полицијских управа су следећи:

- Три најзначајнија индикатора су *“Стандардно одступање брзина путничких аутомобила ван насеља”*; *„Процент прекорачења брзина путничких аутомобила у насељу“* и *„Процент употребе дневних светала од стране возача путничких аутомобила (насеље и ван насеља)“*, (скр.: 5_6_8), ($r = .927, p = 0.05$);
- Четири најзначајнија индикатора су *“Процент возача у саобраћајном току под утицајем алкохола у току дана (насеље и ван насеља)“*; *„Стандардно одступање брзина путничких аутомобила ван насеља“*; *„Процент прекорачења брзина путничких аутомобила у насељу“* и *„Процент употребе дневних светала од стране возача путничких*

аутомобила (насеље и ван насеља)", (скр.: 3_5_6_8), ($r = .950, p = 0.05$);
и

- Пет најзначајнијих индикатора су "Процент возача у саобраћајном току под утицајем алкохола у току дана (насеље и ван насеља)"; „Процент возача у саобраћајном току под утицајем алкохола у току ноћи (насеље и ван насеља)“; „Стандардно одступање брзина путничких аутомобила ван насеља“; „Процент прекорачења брзина путничких аутомобила у насељу“ и „Процент употребе дневних светала од стране возача путничких аутомобила (насеље и ван насеља)", (скр.: 3_4_5_6_8), ($r = .967, p = 0.05$).

У том смислу, идентификовани најзначајнији индикатори обезбеђују оптималан избор индикатора и поуздано поређење полицијских управа у условима оскудности или недоступности података

Без обзира на слагање вредности КИБС_{огрⁿ} и КИБС, као и ранга полицијских управа кроз посматране временске пресеке, поређење вредности КИБС_{огрⁿ} са неким од кориштених директних показатеља за овај сет података не даје статистичку значајну повезаност. Разлог томе јесу значајне осцилације вредности индикатора безбедности саобраћаја међу полицијским управама и за сваки временски пресек појединачно. Осцилације ових вредности су проузроковане недостатком системског управљања безбедношћу саобраћаја на националном нивоу, заснованог на утврђивању постојећег стања, дефинисању циљева и управљачких мера. Наиме, мере које су предузимане у обухваћеном периоду нису пратиле стварно стање и потребе што је довело до мале ефикасности или неефикасности предузетих мера за унапређење стања безбедности саобраћаја на подручју свих полицијских управа у Републици Србији.

Посматрајући национални ниво, битно је поменути оне полицијске управе које су задржале високе позиције (рангове) током свих временских пресека. Може се закључити да систем безбедности саобраћаја у овим полицијским

управама јача током времена и идентификује листу проверених и ефикасних мера за унапређење стања безбедности саобраћаја.

Насупрот њима, идентификоване су оне полицијске управе које су ниско рангиране кроз све временске пресеке. Суштински проблем код ових полицијских управа јесте недостатак системског управљања безбедношћу саобраћаја и „ad hoc“ деловање. Управо ове разлике утичу на осцилације у вредностима индикатора безбедности саобраћаја и резултују слабом зависношћу композитног индекса и директних показатеља безбедности саобраћаја.

6.3.2. Идентификација најутицајнијих индикатора за сваку ПУ и дефинисање приоритетних фаза праћења индикатора

Као што је наглашено кроз бројну научну литературу да избор индикатора највише утиче на прецизност, поузданост и веродостојност композитног индекса, стандардизација индикатора (избор листе заједничких кључних индикатора) на националном има врло важну улогу као и на међународном нивоу ([Wegman et al., 2005, 2008](#); [Al-Haji, 2007](#)).

У односу на међународни ниво, листу заједничких кључних индикатора (стандардизованих индикатора) лакше је идентификовати на националном нивоу. Ограничења као што су дефиниције индикатора и начин мерења индикатора могу се једноставно превазићи дефинишући и усвајајући званичну националну методологију за мерење и праћење индикатора безбедности саобраћаја, при чему сваки субјекат безбедности саобраћаја без обзира на територију у којој делује (полицијска управа, локална заједница, и сл.) има обавезу да користи усвојену методологију.

Различитост која је наглашена између територија на националном нивоу се огледа у избору најважнијих индикатора који ће се мерити на свакој територији појединачно, узимајући у обзир специфичности сваке територије. Заправо, у условима недостатка људских, материјалних и

финансисјских средстава, територије прибегавају праћењу оних индикатора који им највише одговарају са листе приоритетних (основних) индикатора која је предложена националном методологијом.

Већу прецизност и упоредивост композитног индекса безбедности саобраћаја (тј. њиховог међусобног поређења), могуће је обезбедити мерењем и праћењем исте листе (најутицајнијих) индикатора безбедности саобраћаја.

Анализирајући резултате у [Табели 5.9.](#) уочавају се две групе полицијских управа и то: 1) Полицијске управе код којих се свака наредна фаза праћења најутицајнијих индикатора проширују за по један индикатор (нпр. ПУ Ваљево, ПУ Пирот, ПУ Пријепоље, ПУ Кикинда и др.) и 2) Полицијске управе код којих се комбинације најутицајнијих индикатора делимично или у потпуности разликују (ПУ Београд, ПУ Ниш, ПУ Лесковац, и др.). Концепт праћења довољног броја најутицајнијих индикатора и периодично (кроз временске пресеке) додавање следећег најутицајнијег индикатора, развија периодични и одрживи система мерења индикатора безбедности саобраћаја на подручју полицијских управа. Такође, овај концепт потиче што већи број територија (у овом случају полицијских управа) да се укључе у мерење и праћење индикатора безбедности саобраћаја, јер предложена методологија обезбеђује најбољи однос уложеног и добијеног када је у питању њихово праћење. У том случају, полицијске управе које припадају другој групи, бирају комбинацију од три или четири или пет (или више) најутицајнијих индикатора које ће мерити и пратити у почетној фази.

У истом контексту [Табела 5.9.](#) даје визуелни приказ заступљености појединих индикатора безбедности саобраћаја међу најутицајнијим комбинацијама индикатора по полицијским управама. Као што се може видети, доминантна је светла и тамна зелена боја, што показује већи утицај индикатора „5- Стандардно одступање брзина путничких аутомобила ван

насеља“, „6- Процент прекорачења брзина путничких аутомобила у насељу“, „7- Процент прекорачења брзине за 10 km/h путничких аутомобила у насељу“ и „8- Процент употребе дневних светала од стране возача путничких аутомобила (насеље и ван насеља)“. Три од четири претходно наведена индикатора заступљени су код највећег броја полицијских управа и представљају најфреквентнију комбинацију од три најутицајнија индикатора на подручју полицијске управе ([Табела 5.10.](#)). Наглашеност индикатора који се односе на „брзину“ у свим полицијским управама указује на важност „брзине“ као једног од кључних проблема система безбедности саобраћаја на територије Србије (чак 3 од укупно 14 анализираних индикатора односе се на брзину и ушли су у даљу анализу и прорачун КИБС). Код индикатора „6- % прекорачења брзина путничких аутомобила у насељу“ и „7- Процент прекорачења брзине за 10 km/h путничких аутомобила у насељу“ бележи се највећа осцилација вредности кроз посматране временске пресеке (Индикатор_6- стандардно одступање износи 23.20 за све временске пресеке; Индикатор_7- стандардно одступање износи 14.29 за све временске пресеке), ([Слика 5.12.](#)) што у највећој мери доводи до различитости у листама најутицајнијих индикатора безбедности саобраћаја по полицијским управама.

На основу претходно добијених резултата могуће је идентификовати најутицајније индикаторе за сваку полицијску управу и дефинисати фазе периодичног праћења и увођење индикатора безбедности саобраћаја, што доприноси њиховом свеобухватном и квалитетном поређењу. Међутим, осцилације и промене у вредности индикатора безбедности саобраћаја током анализираних временских пресека, фреквентности појединих комбинација индикатора и значајних одступања ранга појединих полицијских управа, отежава идентификацију фаза праћења и увођења индикатора код свих полицијских управа.

Имајући претходно поменуто у виду, приказани резултати су показали да је могуће идентификовати групу индикатора који веродостојно представљају стање безбедности саобраћаја у полицијским управама и обезбеђују њихово поређење са високом прецизношћу.

6

Оцена безбедности саобраћаја на основу
композитног индекса безбедности саобраћаја
Докторска дисертација, Саобраћајни факултет, 2018



**ЗАКЉУЧЦИ И ПРАВЦИ
ДАЉЕГ ИСТРАЖИВАЊА**

7. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА И ПРАВЦИ ДАЉЕГ ИСТРАЖИВАЊА

У овом завршном поглављу докторске дисертације наглашени су научни доприноси ове докторске дисертације ([Поглавље 7.1.](#)) са освртом на примену резултата на међународном и националном нивоу, а у условима оскудности и недоступности података о индикаторима безбедности саобраћаја. Даље, дате су препоруке за прорачун поузданог композитног индекса безбедности саобраћаја ([Поглавље 7.2.](#)). На крају, представљени су коначни закључци и правци даљег истраживања ([Поглавље 7.3.](#)).

7.1. Научни доприноси докторске дисертације

У складу са дефинисаним предметом истраживања, постављеним хипотезама и дефинисаним циљевима, а применом представљене методологије за прорачун композитног индекса безбедности саобраћаја са ограниченим бројем индикатора, остварени су следећи научни доприноси:

- Развој оригиналне, научно признате и прикладне методологије за прорачун композитног индекса безбедности саобраћаја са ограниченим бројем индикатора који се може користити за веродостојно поређење територија на међународном и националном нивоу;
- Избор најзначајнијих и релевантних индикатора безбедности саобраћаја (у оквиру вредности композитног индекса безбедности саобраћаја) за конкретан временски пресек или конкретан период;
- Стандардизација индикатора безбедности саобраћаја (односно идентификација листе заједничких кључних индикатора) која обезбеђује једноставно поређење у условима ограничене доступности података за што већи број територија, у одређеном временском периоду, односно за већи број временских пресека и

- Дефинисање фаза у процесу системског увођења и праћења индикатора безбедности саобраћаја на конкретним територијама.

Сваки остварени научни допринос је детаљно образложен у наставку.

Научни допринос бр. 1.:

Предложена оригинална методологија за прорачун композитног индекса безбедности саобраћаја са ограниченим бројем индикатора може се користити за поуздано и веродостојно поређење територија на међународном и националном нивоу

Традиционални начин праћења стања безбедности саобраћаја се заснива на подацима о саобраћајним незгодама и њиховим последицама. То је реактивна метода (може се применити тек након саобраћајне незгоде) и може бити непрецизна због малих узорака. Појавом “Индикатора безбедности саобраћаја” (енг. Safety Performance Indicator) развија се нови, хуманији начин праћења стања безбедности саобраћаја. Савремени начин праћења стања безбедности саобраћаја подразумева мерење и праћење индикатора безбедности саобраћаја са циљем идентификације кључних проблема и дефинисања благовремених мера за унапређење постојећег стања. Индикатори безбедности саобраћаја представљају међуизлазне показатеље који мере ниво промене стања безбедности саобраћаја у току времена (или у тренутку времена) а који имају јаку корелативну везу са излазним (финалним) индикаторима. Због такве природе, значајно је вршити поређење територија на основу индикатора безбедности саобраћаја. Поређење територија на основу индикатора који припадају само једном хијерархијском нивоу (према представљеној пирамиди у [Koonstra et al., 2002](#)) обезбеђује благовремено уочавање проблема и дефинисање мера и поступака за унапређење.

Предложена оригинална методологија за прорачун композитног индекса безбедности саобраћаја са ограниченим бројем индикатора безбедности саобраћаја пружа могућност поређења територија (како на међународном тако и на националном нивоу) на основу више комбинација најзначајнијих индикатора безбедности саобраћаја. У поступку прорачуна композитног индекса безбедности саобраћаја са ограниченим бројем индикатора највише пажње је усмерено на избор индикатора, метод доделе тежинских коефицијената и метод агрегације показатеља као факторе који највише утичу на осетљивост и поузданост композитног индекса ([Hermans et al., 2009b](#)). За поређење на међународном нивоу (20 земаља Европске уније и Швајцарска) кориштено је 6 индикатора док за поређење на националном нивоу (студија случаја Република Србија- 27 полицијских управа) кориштено је 8 индикатора безбедности саобраћаја.

Резултати поређења територија на основу вредности композитног индекса са ограниченим бројем индикатора безбедности саобраћаја (три, четири или пет) и вредности композитног индекса добијеног на основу свих кориштених индикатора показали су да постоји врло јака, позитивна линеарна зависност између ове две вредности. Даље, поредећи ранг територија на основу ове две вредности композитног индекса дошло се до закључка да не постоји статистичка значајност у промени ранга територија. Ослањајући се на добијене резултате може се закључити да развијена методологија за прорачун композитног индекса безбедности саобраћаја са ограниченим бројем индикатора:

- обезбеђује поуздано, прецизно и веродостојно поређење територија на међународном и националном нивоу;
- охрабрује већи број територија (посебно земаља) да почну мерити и пратити макар најважније индикаторе безбедности саобраћаја. Наиме, у условима ограниченог буџета за безбедност саобраћаја, територије ће се лакше одлучити/ одредити да мере макар

- најзначајније индикаторе безбедности саобраћаја, како би се могле поредити са осталим територијама које већ прате индикаторе;
- помаже у алокацији ограничених ресурса за унапређење безбедности саобраћаја, тако што додатно указује на кључне области рада. Наиме, када се доносиоци одлука опредељују у које мере улагати ресурсе, улагања треба усмерити у оне области на које се односе на најзначајније индикаторе безбедности саобраћаја у оквиру композитног индекса у једном или више временских пресека. Ово је посебно важно код оних територија које немају развијен систем праћења индикатора и које имају ограничене ресурсе за улагање у безбедност саобраћаја. На тај начин се прави избор „најважнијих међу важним индикаторима“, односно најважнијих међу важним областима рада и мерама унапређења. Ово може помоћи ефикаснијем улагању ограничених ресурса у унапређење безбедности саобраћаја и
 - обезбеђује брзо и једноставно оценивање ефеката предузетих мера у оквиру најзначајнијих области рада (повремену ревизију листе најзначајнијих индикатора безбедности саобраћаја).

Кориштена методологија за прорачун $KIBS_{opt}^n$ је универзална, отвореног карактера и омогућава проширење података за анализу у три правца: 1) просторни: могуће је укључити већи број земаља, региона и сл. (територија) тако што би се додали одговарајући подаци; 2) временски: могуће је обухватити више година (временских пресека) и 3) квантитативни: укључити већи број, односно другачије индикаторе.

Имајући наведено у виду, овај концепт је значајан за развој КИБС. На овај начин се јача веродостојност, прихватљивост и будући развој композитног индекса безбедности саобраћаја са ограниченим бројем индикатора за анализирани сет података.

Научни допринос бр. 2.:

Избор најзначајнијих и релевантних индикатора безбедности саобраћаја (у оквиру вредности композитног индекса безбедности саобраћаја) могућ је за конкретан временски пресек или конкретан период

Предложена методологија за прорачун композитног индекса безбедности саобраћаја са ограниченим бројем индикатора обезбеђује идентификацију најзначајнијих индикатора (три, четири и пет) за анализирани сет података односно за посматране територије на међународном и националном нивоу.

Међутим, мали је број доступних, усаглашених и упоредивих индикатора који се снимају у једном или неколико временских пресека, за већи број територија. Ипак, резултати спроведене анализе обезбеђују идентификацију најзначајнијих индикатора на бази једне године (временског пресека) за одређен број земаља и на бази више временских пресека за одређен број полицијских управа. Кориштени метод издваја најважније индикаторе и добијени резултати могу послужити територијама као смернице за избор индикатора који највише утичу на вредност композитни индекса безбедности саобраћаја. Представљена методологија им омогућава и повремено ревидирање списка најзначајнијих индикатора. Ревидирање списка најзначајнијих индикатора се понавља све док се не постигне коначни циљ, а то је усаглашено праћење ограниченог броја најзначајнијих заједничких индикатора на што ширем подручју који ће ући у прорачун композитног индекса безбедности саобраћаја.

У пракси, примена предложене методологије се може посматрати кроз два аспекта: 1) примена методологије код територија које ИМАЈУ успостављен процес мерења и праћења индикатора и 2) примена методологије код територија које НЕМАЈУ успостављен стабилан процес мерења и праћења

индикатора. Код **прве групе територија**, методологија омогућава идентификацију најзначајнијих индикатора безбедности саобраћаја при сваком мерењу и ревидирање листе основних индикатора које треба мерити у будућности. За очекивати је да се утицај појединих индикатора временом мења због предузетих активности на унапређењу идентификованих најзначајнијих индикатора безбедности саобраћаја и Код **друге групе територије**, резултати овог истраживања дају смернице за идентификацију најзначајнијих индикатора безбедности саобраћаја који ће се снимати. Ово је посебно корисно у случајевима мањка буџета или других ресурса за мерење већег броја индикатора на територији.

У том смислу, идентификовани најзначајнији индикатори обезбеђује оптималан избор индикатора и поуздано поређење територија у условима оскудности или недоступности података. Такође, обезбеђују једноставније праћење индикатора, једноставно разумевање стања безбедности саобраћаја, свеобухватније поређење територија како на међународном тако и на националном нивоу. Такође, најзначајнији индикатори обезбеђују избор одговарајућих мера и акција за побољшање слабих тачака у систему безбедности саобраћаја, чија тачност расте са бројем укључених индикатора у анализу.

Научни допринос бр. 3:

Стандардизација индикатора безбедности саобраћаја (односно идентификација листе заједничких кључних индикатора) која обезбеђује једноставно поређење у условима ограничене доступности података за што већи број територија, у одређеном временском периоду, односно за већи број временских пресека

Поштујући концепт савременог праћења стања безбедности саобраћаја, мерење и праћење стања безбедности саобраћаја и поређење територија је

је најпрецизније је ако се врши на основу што већег броја индикатора безбедности саобраћаја. Међутим, битно је нагласити четири кључна проблема која се могу појавити при прорачуну КИБС:

- Многе територије (посебно неразвијене и ниско развијене земље) немају развијен савремени начин праћења стања безбедности саобраћаја и не прате индикаторе безбедности саобраћаја;
- Међу оним територијама које прате индикаторе безбедности саобраћаја, значајно се разликују дефиниције појединих индикатора, методологија мерења, технике мерења, итд.
- Често је скуп заједничких индикатора који би се могли поредити између држава, односно региона мали, па се, у претходном периоду, прибегавало проценама и
- Међународне базе података садрже податке за само одређен број индикатора безбедности саобраћаја.

У пракси се јављају проблеми у вези са прикупљањем података. За прикупљање података аутори користе различите међународне базе које садрже већину податка о излазним (финалним) показатељима и неке податке о структури и старости националог возног парка, дужини путне мреже по категоријама путева, улагању у здравствени сектор (енг. health expenditure) и др.

Предложена методологија за идентификацију најзначајнијих индикатора безбедности саобраћаја обезбеђује стандардизацију листе индикатора на међународном нивоу, а самим тим дефиниција и начина прикупљања индикатора (као што препоручују [Al-Haji, 2007](#); [Wegman et al., 2008](#)), што у великој мери доприноси поређењу, праћењу и мерењу ефикасности предузетих једноставних и квалитетних мера за унапређење постојећег стања безбедности саобраћаја. Значај ове методологије се огледа у њеној примени на националном нивоу, јер је у том случају обезбеђен већи ниво сличности дефиниција и начина мерења одабраних индикатора. Иако је

већи ниво сличности дефиниција и начина мерења индикатора обезбеђен код националног нивоа, значајне осцилације у вредностима индикатора безбедности саобраћаја током анализираних временских пресека, фреквентност појединих комбинација индикатора и значајна одступања ранга појединих територија отежавају идентификацију фаза праћења и увођења индикатора код свих територија на националном нивоу.

Поступак стандардизације индикатора односно идентификације листе заједничких кључних индикатора је могуће користити код већих почетних скупова индикатора који су на располагању (више од осам индикатора, што је био случај у овој докторској дисертацији). На овај начин се може идентификовати мањи скуп (нпр. скуп од седам, шест и пет) најзначајнијих индикатора безбедности саобраћаја (мерених у једном или више временских пресека). Без обзира на број индикатора у почетном скупу, скуп најзначајних индикатора може послужити за брзо и једноставно разумевање стања и кључних проблема безбедности саобраћаја, односно за дефинисање кључних области деловања.

Научни допринос бр. 4:

Дефинисање фаза у процесу системског увођења и праћења индикатора безбедности саобраћаја на конкретним територијама, како на међународном тако и националном нивоу

Идентификацијом најзначајнијих индикатора безбедности саобраћаја на територији стварају се предуслови за развој одрживог и периодичног система праћења индикатора безбедности саобраћаја дефинишући фазе праћења и постепеног увођења индикатора према њиховој важности. Прецизност у идентификацији најутицајнијих индикатора доприноси ефикасности мера и поступака за унапређење безбедности саобраћаја, што на крају утиче на ефикасност уложених финансијских, материјалних и

других ресурса. Међутим, приликом идентификације најутицајнијих индикатора код земаља на међународном нивоу и полицијских управа на националном нивоу, истичу се две групе територија и то:

- Територије код којих се свака наредна фаза праћења најутицајнијих индикатора проширују за по један индикатор према њиховој важности и
- Територије код којих се комбинације најутицајнијих индикатора делимично или у потпуности разликују.

Концепт праћења минимално довољног броја најутицајнијих индикатора и периодично (кроз временске пресеке) додавање следећег најутицајнијег индикатора, обезбеђује стварање периодичног и одрживог система мерења индикатора безбедности саобраћаја на територији. Такође, овај концепт потиче да се што већи број територија укључи у мерење и праћење индикатора безбедности саобраћаја, јер предложена методологија обезбеђује најбољи однос уложеног и добијеног када је у питању праћење индикатора безбедности саобраћаја. У том случају, територије које припадају другој групи, бирају комбинацију од три или четири или пет (или више) најутицајнијих индикатора које ће мерити и пратити у почетној фази.

У односу на међународни ниво, листу заједничких кључних индикатора је лакше идентификовати на националном нивоу. Ограничења као што су дефиниције индикатора и начин мерења индикатора се могу једноставно превазићи дефинишући и усвајајући званичну националну методологију за мерење и праћење индикатора безбедности саобраћаја, при чему сваки субјекат безбедности саобраћаја без обзира на којој територији делује (полицијска управа, локална заједница, и сл.) има обавезу да користи усвојену методологију. Различитост која је наглашена између територија на националном нивоу се огледа у избору најважнијих индикатора који ће се мерити на свакој територији појединачно, узимајући у обзир

специфичности сваке територије. У условима недостатка људских, материјалних и финансисјских средстава, територије прибегавају праћењу оних индикатора који им највише одговарају са листе приоритетних (основних) индикатора која је предложена националном методологијом. Добијени резултати обезбеђују идентификовање најутицајнијих индикатора за сваку територију и дефинисање фазе периодичног праћења и увођење индикатора безбедности саобраћаја, што доприноси њиховом свеобухватном и квалитетном поређењу. Међутим, треба нагласити да осцилације и значајне промене у вредности индикатора безбедности саобраћаја током анализираних временских пресека, фреквентности појединих комбинација индикатора и значајних одступања ранга појединих територија (нарочито на националном нивоу), отежавају идентификацију фаза праћења и увођења индикатора код свих територија на националном нивоу.

Имајући претходно поменуто у виду, приказани резултати су показали да је могуће идентификовати групу индикатора који веродостојно представљају стање безбедности саобраћаја у анализираним полицијским управама и обезбеђује поуздано и прецизно поређење. Групе најутицајнијих индикатора које веродостојно представљају стање безбедности саобраћаја на територији уједно одређују фазе праћења и увођења индикатора као и правце развоја периодичног система праћења индикатора безбедности саобраћаја. Претходно наведени научни доприноси омогућавају сагледавање кључних проблема у системима безбедности саобраћаја и имају значајан утицај на дефинисање поступака, односно мера за унапређење нивоа безбедности саобраћаја.

7.2. Главне препоруке за прорачун поузданог КИБС

Композитни индекс безбедности саобраћаја (КИБС) најчешће се користи за поређење земаља (територија), бенчмаркинг, разумевање стања

безбедности саобраћаја, дефинисање благовремених мера за унапређење стања безбедности саобраћаја и омогућава доносиоцима одлука једноставно уочавање кључних проблема безбедности саобраћаја и препознавање ефикасних и неефикасних мера. Вредност КИБС највише зависи од избора индикатора, метода за доделу тежинских коефицијената и метода за агрегацију показатеља као и од јачине корелативне везе са коначним исходима. С обзиром на намену композитног индекса и факторе који највише утичу на његову вредност и квалитет, у наставку су дате главне препоруке за прорачун поузданог композитног индекса безбедности саобраћаја:

- Ускладити процедуре и методологије мерења индикатора безбедности саобраћаја са успешним праксама;
- Створити услове за развој периодичног система мерења индикатора са дефинисаном листом основних и додатних индикатора чије праћење захтева теренско истраживање односно чије се вредности могу преузети из међународних база;
- Анализирати повезаност (јачину корелационе везе) мерених индикатора са коначним исходима (показатељима);
- Анализирати вредности сваког индикатора унутар сета података (univariate analysis). Затим, анализирати везу између различитих индикатора унутар сета података (multivariate analysis);
- Прорачун КИБС вршити на основу што већег броја индикатора који имају највећу повезаност са коначним исходима;
- Користити стечена знања везана за избор индикатора, нормализацију података, методе за доделу тежинских коефицијената, метода за агрегацију показатеља и тестирање робусности добијеног композитног индекса у зависности од његове намене.

Због тога што је доступност података о вредностима истих (заједничких) индикатора за што већи број земаља, у одређеном временском периоду ограничена, број укључених индикатора у прорачун композитног индекса може да варира. Композитни индекс добијен на основу ширег сета индикатора обезбеђује прецизнију идентификацију кључних проблема безбедности саобраћаја на територији. Ипак, $KIBS_{ogr}^n$ (добијен на основу ужег сета индикатора) обезбеђује адекватан и ефикасан начин праћења и разумевања безбедности саобраћаја као и покретачку снагу за развој одрживог система периодичног мерења индикатора. Са циљем прецизније идентификације најзначајнијих индикатора, неопходно је проширити сет истих (заједничких) индикатора за што већи број територија користећи принцип укључивања следећег најбољег међу најзначајнијем индикаторима.

7.3. Закључци и правци будућег истраживања

Композитни индекс безбедности саобраћаја представља квалитетан алат за поређење земаља, идентификацију успешних пракси и дефинисање благовремених мера за унапређење стања безбедности саобраћаја. Такође, КИБС служи доносиоцима одлука да препознају и разумеју проблеме безбедности саобраћаја. У оквиру методологије за прорачун КИБС, избор индикатора представља најзахтевнији посао са најјачим утицајем на његову вредност. Једноставно речено, у зависности од нивоа, квалитета и типа индикатора зависи и намена композитног индекса. Теоријски посматрано, већи број индикатора обезбеђује квалитетнији композитни индекс помоћу којег доносиоци одлука прецизније дефинишу благовремене мера за унапређење стања безбедности саобраћаја. Односно, праћењем ширег сета индикатора могуће је прецизније идентификовати слабе тачке система безбедности саобраћаја на територији. Ипак, у пракси јавља се потреба за прорачуном композитног индекса безбедности саобраћаја са ограниченим

бројем индикатора који обезбеђује довољно квалитетно поређење што већег броја земаља и даје могућност дефинисања управљачких мера.

Предложена оригинална методологија за прорачун композитног индекса безбедности саобраћаја са ограниченим бројем индикатора безбедности саобраћаја пружа могућност праћења и поређења територија (како на међународном тако и на националном нивоу) на основу више комбинација најзначајнијих индикатора безбедности саобраћаја и стандардизацији индикатора. Даље, у овој докторској дисертацији истражен је утицај индикатора безбедности саобраћаја на вредност композитног индекса безбедности саобраћаја са ограниченим бројем индикатора. Резултати су показали да је могуће прецизно и са прихватљивим нивоом поузданости поредити територије на основу ограниченог броја индикатора тј. на основу најзначајнијих индикатора. Резултати поређења ранга анализираних територија потврђују робусност најзначајнијих индикатора и доприноси кредибилитету и поуданости добијеног композитног индекса безбедности саобраћаја са ограниченим бројем индикатора.

У другом делу анализе идентификовани су најутицајнији индикатори за сваку анализирану територију. Поредећи вредности КИБС добијеног на основу најутицајнијих индикатора са вредностима КИБС са ограниченим бројем индикатора могуће је идентификовати комбинације од три, четири и пет индикатора које је важно пратити у свим земљама које су биле предмет анализе на међународном нивоу. На тај начин се идентификују индикатори који су заједнички за све земље при чему се обезбеђује једноставније и практичније поређење земаља и брзо и једноставно разумевање стања безбедности саобраћаја. Са друге стране, поређење најутицајнијих комбинација индикатора на националном нивоу није условљено ограничењима као што су дефиниције и начин мерења индикатора јер се исти могу једноставно превазићи дефинишући и усвајајући званичну националну методологију за мерење и праћење

индикатора безбедности саобраћаја, при чему сваки субјекат безбедности саобраћаја без обзира на којој територији делује (полицијска управа, локална заједница, и сл.) има обавезу да користи усвојену методологију. Међутим, треба нагласити да осцилације и значајне промене у вредности индикатора безбедности саобраћаја током анализираних временских пресека, фреквентности појединих комбинација индикатора и значајних одступања ранга појединих територија, могу да отежавају идентификацију фаза праћења и увођења индикатора код свих територија на националном нивоу. Такође, композитни индекс добијен на основу ширег сета индикатора обезбеђује прецизнију идентификацију кључних проблема безбедности саобраћаја на територији, дефинисање приоритетних области деловања и ефикасних мера за унапређење.

Приказан концепт идентификације најзначајнијих индикатора за све територије доприноси стандардизацији индикатора и композитног индекса, јер се обезбеђују униформно праћење и поређење у смислу дефиниције, начина евидентирања и анализе. Предложени модел обезбеђује оптимизацију при избору индикатора те доприноси практичности и уштеди ресурса приликом праћења истих. Оптимизација одабраних индикатора доприноси практичности и уштеди ресурса у процесу праћења индикатора, обезбеђује адекватан и ефикасан начин праћења и разумевања безбедности саобраћаја и ствара основу за развој одрживог и периодичног система мерења индикатора безбедности саобраћаја.

Коначно, резултати добијени применом методологије за прорачун $KIBS_{огр}^n$ могу постаћи већи број територија да почну мерити и пратити макар најзначајније индикаторе како би се могле поредити са осталим земљама које већ прате ИБС. У условима ограниченог буџета за безбедност саобраћаја, територије ће се лакше одлучити/ одредити да улагање у најважније међу важним областима рада на које се односе најзначајнији

индикатори, са циљем ефикаснијег улагања у унапређење безбедности саобраћаја.

Развој система за периодично праћења индикатора безбедности саобраћаја и оправданост улагања територија у праћење најзначајнијих индикатора, треба посматрати кроз следећа **ограничења**:

- **прецизност и поузданост избора најзначајнијих индикатора пропорционално расте са бројем укључених индикатора** (на основу више анализираних индикатора, добија се прецизнија листа најзначајнијих индикатора);
- врло је захтевно да **велики број територија мери и прати што шири спектар индикатора безбедности саобраћаја** јер је неопходно да имају развијен поуздан систем прикупљања података и усклађене методологије за мерење и праћење одређеног сета индикатора;
- **недоступност, оскудност, упитан квалитет доступних података, различитост у дефиницијама** индикатора безбедности саобраћаја, као и **слаба међусобна корелативна зависности** улазних елемената са коначним излазима;
- код поређења на међународном нивоу, једно од ограничења овог истраживања јесте избор **само једног индикатора из сваке области ризика** (на што је указано у [Gitelman et al., 2010](#)). Ово је посебно изражено у делу индикатора који се односе на брзину и алкохол. Ови индикатори су преузети из SARTRE (The Social Attitudes to Road Traffic Risk in Europe) пројекта и њихове вредности се заснивају на **субјективним проценама испитаника**.
- код поређења територија на националном нивоу, потребно је истаћи ограничење које се односи на вредност индикатора безбедности саобраћаја за оне **временске пресеке за која нису вршена мерења на терену** (нпр. „процент возача у саобраћајном

току под утицајем алкохола“ и „процент прекорачења путничких аутомобила за преко 10 km/h“ су мерени само једанпут годишње, у јесен). У будућности треба тежити за оним индикаторима коју се мере два пута годишње, изузев ако методологијом за праћење индикатора није другачије дефинисано.

Представљена методологија за прорачун композитног индекса безбедности саобраћаја може бити унапређена кроз следећа **будућа истраживања** која обухватају:

- Тестирање вредности КИБС на основу **већег сета података (индикатора)**, мерених кроз неколико временских пресека. У том случају, вредност $KIBS_{отр}^n$ добија се из већег скупа индикатора што обезбеђује детаљнију анализу утицајних фактора и прецизнију идентификацију кључних проблема и слабих тачака система безбедности саобраћаја на посматраним територијама;
- прорачун КИБС на **основу квалитативних показатеља** подразумева изналажење адекватног начина обједињавања квалитативних и квантитативних показатеља у композитни индекс. На тај начин, дизајнери КИБС требали би узети у обзир индикаторе безбедности саобраћаја који припадају најнижем нивоу система безбедности саобраћаја као што су индикатори који се односе на управљање системом безбедности саобраћаја (структура и култура популације, стратегије и акциони планови, мере и акције безбедности саобраћаја и др.);
- детаљније **испитивање и развијање предложене методологије за поређење мањих теориторијалних целина** током више временских пресека а на основу што већег броја индикатора који имају јаку корелативну зависност са минимално једним излазним показатељом који укључује тешко повређена лица. У овом случају, пажњу треба усмерити на избор индикатора, припрему података,

методе доделе тежинских коефицијената и агрегације података као и на дефинисање броја индикатора унутар сваке области ризика, поштујући њихову хијерархију;

- детаљније **испитивање и развијање предложене методологије за што већи број територија** током више временских пресека а на основу што већег броја индикатора. Приликом анализе већег броја територија неопходно је преиспитати потребу за груписањем земаља на основу неког од показатеља (на основу бруто домаћег производа по глави становника, степену мобилности, и сл.), како би се добио већи степен упоредивости резултата унутар сваке групе појединачно.

На крају, прихватљиво је праћење и поређење територија на основу минималног броја индикатора који улазе у прорачун композитног индекса безбедности саобраћаја са ограниченим бројем индиактора (у овом случају, само три индикатора) у условима када је доступност истих индикатора за што већи број територија кроз неколико временских пресека, прилично ограничена.

Оцена безбедности саобраћаја на основу
композитног индекса безбедности саобраћаја
Докторска дисертација, Саобраћајни факултет, 2018

Л

ЛИТЕРАТУРА

ЛИТЕРАТУРА

- Akaateba, M. A. (2012). Comparing road safety performance of selected EU and African countries using a composite road safety performance index. *Journal of Natural Sciences Research*, 2(8), 31-45, <http://www.iiste.org/Journals/index.php/JNSR/article/view/3091/3132>
- Al- Haji, G. (2007). Road Safety Development Index (RSDI): Theory, Philosophy and Practice. Department of Science and Technology. Norrköping: Linköping University, <http://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/126470/0bb47fc915be24e29d6a9f7912a5abe3.pdf?sequence=1>
- Al- Haji, G. (2005). Towards a Road Safety Development Index (RSDI)- Development of an International Index to Measure Road Safety Performance. Department of Science and Technology. Norrköping: Linköping University, <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:20332/FULLTEXT01.pdf>
- Assum, T. (2010). Reduction of the blood alcohol concentration limit in Norway – effects on knowledge, behavior and accidents. *Accident Analysis and Prevention*, 42 (6), 1523-1530, <https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.03.002>.
- Assum, T. (1997). Attitudes and road accident risk. *Accident Analysis and Prevention*, 29 (2), 153-159, [https://doi.org/10.1016/S0001-4575\(96\)00071-1](https://doi.org/10.1016/S0001-4575(96)00071-1).
- Babae, S., Shen, Y., Hermans, E., Brijs, T., and Wets, G. (2016). Measuring driver's relative performance over time using DEA and window analysis. In *Uncertainty Modelling in Knowledge Engineering and Decision Making: Proceedings of the 12th International FLINS Conference* (pp. 885-890), https://doi.org/10.1142/9789813146976_0137.
- Babae, S., Shen, Y., Hermans, E., Wets, G., and Brijs, T. (2014). Investigating Individual Driver Performance: Applying DEA on Simulator Data. In *Practical Applications of Intelligent Systems* (pp. 623-635). Springer,

- Berlin, Heidelberg, https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-54927-4_59.
- Bastos, J. T., Shen, Y., Hermans, E., Brijs, T., Wets, G., and Ferraz, A. C. P. (2016). Road safety performance in Brazil: towards a composite indicator. In 17th International Conference Road Safety On Five Continents (RS5C 2016), Rio de Janeiro, Brazil, 17-19 May 2016 (pp. 1-12). Statens väg-och transportforskningsinstitut, <http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A927896&anddswid=-5643>
- Bastos, J. T., Shen, Y., Hermans, E., Brijs, T., Wets, G., and Ferraz, A. C. P. (2015). Traffic fatality indicators in Brazil: state diagnosis based on data envelopment analysis research. *Accident Analysis and Prevention*, 81, 61-73, [doi:10.1016/j.aap.2015.01.024](https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.01.024)
- Bastos, J. T. (2014). Road safety strategic analysis in Brazil: Indicator and index research. Doctoral Thesis, Escola de Engenharia de São Carlos, University of São Paulo, São Carlos. Retrieved 2015-09-24, from <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18144/tde-08042015-103747/>
- Bax, C., Wesemann, P., Goldenbeld, C., Wegman, F., Aarts, L., Gitelman, V., et al. (2012). Developing a Road Safety Index. Deliverable 4.9 of the EC FP7 project DaCoTA, http://www.dacota-project.eu/Deliverables/DaCoTA_D4.9_developing%20a%20RSI%20deliverable.pdf
- Bekefi, T. (2006). The global road safety partnership and lessons in multisectoral collaboration. A report to the Corporate Social Responsibility Initiative, Business and International Development Research, Harvard University, https://sites.hks.harvard.edu/m-rcbg/CSRI/research/publications/report_6_Global%20Road%20Safety%20PartnershipFNL.pdf
- Bendak, S., 2005. Seat belt utilization in Saudi Arabia and its impact on road accident injuries. *Accident Analysis and Prevention*. 37 (2), 367-371, <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2004.10.007>.
- Bourgondien, M. (2012). Institutional Capacity Building to the Transport/Road Sector, Kenya.

- Bliss, T. and Breen, J. (2009). Country guidelines for the conduct of road safety management capacity reviews and the specification of lead agency reforms, investment strategies and safe system projects.
- Caird, J. K., Johnston, K. A., Willness, C. R., Asbridge, M., and Steel, P. (2014). A Meta analysis of the effects of texting on driving. *Accident Analysis and Prevention*, 71, 311-318, [doi:10.1016/j.aap.2014.06.005](https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.06.005)
- Calisir, F., Lehto, M.R. (2002). Young drivers' decision making and safety belt use. *Accident Analysis and Prevention*. 34 (6), 793–805, [http://dx.doi.org/10.1016/S0001-4575\(01\)00079-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0001-4575(01)00079-3) .
- Centre for Accident Research and Road Safety Queensland (2011). Building Road Safety Capacity. Queensland University of Technology, Kelvin Grove Campus.
- Charnes A, Cooper WW, Lewin AL, Seiford LM. DEA: Theory, Methodology, and Application. Boston, MA: Kluwer Academic Publishers; 1994.
- Charnes, A., Cooper, W., Rhodes, E., 1978. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*. 2, 429–444. <http://www.utdallas.edu/~ryoung/phdseminar/CCR1978.pdf>
- Cherchye, L., Moesen, W., Rogge, N., Van Puyenbroeck, T., Saisana, M., Saltelli, A., Liska, R., Tarantola, S., 2006. Creating Composite Indicators with DEA and Robustness Analysis: The Case of the Technology Achievement Index. Catholic University of Leuven and Joint Research Centre.
- Cohen, J. (1988) *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*, 2nd ed. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Cooper WW, Seiford LM, Zhu J. Handbook on Data Envelopment Analysis. Boston, MA: Kluwer Academic Publishers; 2004.
- Cooper WW, Seiford LM, Tone K. DEA: A Comprehensive Text With Models, Application, References and DEA Solver Software. Boston, MA: Kluwer Academic Publishers; 2000.



- Chen, F., Wu, J., Chen, X., Wang, J., and Wang, D. (2016). Benchmarking road safety performance: Identifying a meaningful reference (best-in-class). *Accident Analysis and Prevention*, 86, 76-89, doi: [doi:10.1016/j.aap.2015.10.018](https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.10.018)
- Dragač, R. and Vujanić, M. (2002). Road safety – II-part, University of Belgrade, The Faculty for Transport and Traffic Engineering, Belgrade, Serbia.
- Eksler, V. (2010). Measuring and understanding road safety performance at local territorial level. *Safety science*, 48 (9), 1197-1202, <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2009.12.010>.
- Elvik, R., Vaa, T., Erke, A., Sorensen, M., 2004. The Handbook of Road Safety Measures. Emerald Group Publishing.
- European Transport Safety Council. (2001). Transport Safety Performance Indicators. Brussels, <http://etsc.eu/wp-content/uploads/Transport-safety-performance-indicators.pdf>
- European Union Road Federation (2006). European Road Statistics 2006.
- Eurostat (2008). Transport database. Retrieved October 16th, 2017 from <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>.
- Eurostat (2007). Europe in figures: Eurostat yearbook 2006-07. Commission of the European Communities.
- Farchi, S., Molino, N., Rossi, P. G., Borgia, P., Krzyzanowski, M., Dalbokova, D., et al. (2006). Defining a common set of indicators to monitor road accidents in the European Union. *BMC Public Health*, 6, 183-195, doi: <http://www.biomedcentral.com/1471-2458/6/183>
- General Assembly resolution 64/255, Improving global road safety A/RES/64/255 (2 March 2010), available from undocs.org/A/RES/64/255. Retrieved from: http://www.un.org/en/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/64/255, 28.12.2015.
- General Assembly resolution 70/1, Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development A/RES/70/1 (29 April 2014), available from



undocs.org/A/RES/70/1. Retrieved from:

http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1andLang=E

Gitelman, V., Vis, M., Weijermars, W., and Hakkert, S. (2014). Development of road safety performance indicators for the European Countries. *Advances in Social Sciences Research Journal*, 1 (4), 138-158,

<http://scholarpublishing.org/index.php/ASSRI/article/view/302/168>

Gitelman, V., Doveh, E., and Hakkert, S. (2010). Designing a composite indicator for road safety. *Safety Science*, 48, 1212-1224,

[doi:10.1016/j.ssci.2010.01.011](https://doi.org/10.1016/j.ssci.2010.01.011)

Gollogly, L. (2009). *World health statistics 2009*. World Health Organization.

Hakkert, S., and Gitelman, V. (2007a). Road Safety Performance Indicators:

Manual. Loughborough University. Deliverable D3.8 of the EU FP6 project SafetyNet, http://erso.swov.nl/safetynet/fixed/WP3/sn_wp3_d3p8_spi_manual.pdf

Hakkert, S., Gitelman, V., and Vis, M. (2007b). Road Safety Performance

Indicators: Theory. Loughborough University. Deliverable D3.6 of the EU FP6 project SafetyNet,

http://erso.swov.nl/safetynet/fixed/WP3/sn_wp3_d3p6_spi_theory.pdf

Hermans, E., Brijs, T., and Wets, G. (2010a). Bringing structure into road safety evaluation: A hierarchy of indicators. In *Proceedings of the 15th international conference road safety on four continents (Vol 785, pp. 273-281)*. Retrieved November 21, 2014, from University of Hasselt:

<https://doclib.uhasselt.be>

Hermans, E., Ruan, D., Brijs, T., Wets, G., and Vanhoof, K. (2010b). Road safety risk evaluation by means of ordered weighted averaging operators and expert knowledge. *Knowledge-Based Systems*, 23 (1), 48-52,

[doi:10.1016/j.knosys.2009.07.004](https://doi.org/10.1016/j.knosys.2009.07.004)

Hermans, E. (2009a). A methodology for developing a composite road safety performance index for cross- country comparasion. PhD Thesis.

University of Hasselt, <http://trid.trb.org/view.aspx?id=1152165>

- Hermans, E., Van den Bosshe, F., and Wets, G. (2009b). Uncertainty assessment of the road safety index. *Reliability Engineering and System Safety*, 94, 1220-1228, [doi:10.1016/j.ress.2008.09.004](https://doi.org/10.1016/j.ress.2008.09.004)
- Hermans, E., Brijs, T., and Geert, W. (2008a). Developing a Theoretical Framework for Road Safety Performance Indicators and a Methodology for Creating a Performance Index. Diepenbeek: University of Hasselt, <https://doclib.uhasselt.be/dspace/handle/1942/10796>
- Hermans, E., Van Den Bosshe, F., and Wets, G. (2008b). Combining road safety information in a performance index. *Accident Analysis and Prevention*, 40, 1337-1344, [doi:10.1016/j.aap.2008.02.004](https://doi.org/10.1016/j.aap.2008.02.004)
- Hermans, E., Van Den Bosshe, F., and Wets, G. (2007). Impact of Methodological Choices on Road Safety Ranking. University of Hasselt, <https://doclib.uhasselt.be/dspace/handle/1942/10918>
- Holló, P., Eksler, V., and Zukowska, J. (2010). Road safety performance indicators and their explanatory value: A critical view based on the experience of Central European countries. *Safety science*, 48 (9), 1142-1150, <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2010.03.002>.
- Intan Suhana, I. S., Hamid, H., Hwa, L. T., and Farhan, A. (2014). Identification of Hazardous Road Sections: Crash Data versus Composite Index Method. *IACSIT International Journal of Engineering and Technology*, 8 (8), 481-486, <http://www.ijetch.org/papers/745-T970.pdf>
- Koornstra, M., Lynam, D., Nillson, G., Noordzij, P., Petterson, H.-E., Wegman, F., et al. (2002). SUNflower: A comparative study of the development of road safety in Sweden, the United Kingdom and the Netherlands. Leidschendam: SWOV Institute for Road Safety Research, http://ec.europa.eu/transport/roadsafety_library/publications/sunflower_report.pdf
- Kukić, D., Lipovac, K., Pešić, D., and Rosić, M. (2016). The differences of road safety performance of countries based on outcome indicators. *Safety Science*, 89, 279-287, [doi:10.1016/j.ssci.2016.07.005](https://doi.org/10.1016/j.ssci.2016.07.005).

- Kukić, D. (2014). The casualty risk quantification model. PhD Thesis. Faculty of Transport and Traffic Engineering. Belgrade: Faculty of Transport and Traffic Engineering, <https://fedorabg.bg.ac.rs/fedora/get/o:9483/bdef:Content/get>
- Kukić, D., Lipovac, K., Pešić, D., and Vujanić, M. (2013). Selection of a relevant indicator–Road casualty risk based on final outcomes. *Safety science*, 51(1), 165-177, <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2012.06.016>.
- Koushki, P.A., Bustan, M.A., Kartam, N., 2003. Impact of safety belt use on road accident injury and injury type in Kuwait. *Accident Analysis and Prevention*. 35 (2), 237–241, [http://dx.doi.org/10.1016/S0001-4575\(01\)00109-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0001-4575(01)00109-9).
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P., ... and Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *Annals of internal medicine*, 151 (4), W-65, <doi:10.7326/0003-4819-151-4-200908180-00136>
- Lipovac, K., Đerić, M., Tešić, M., Andrić, Z., and Marić, B. (2017). Mobile phone use while driving-literary review. *Transportation research part F: Traffic psychology and behaviour*, 47, 132-142, <https://doi.org/10.1016/j.trf.2017.04.015>
- Lipovac, K., Tešić, M., Marić, B., and Đerić, M. (2015). Self-reported and observed seat belt use–A case study: Bosnia and Herzegovina. *Accident Analysis and Prevention*, 84, 74-82, <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.08.010> .
- Lipovac, K. Ross, A. and Tešić, M. (2014a). Road safety management at the national level: the case study of the Republic of Srpska and Serbia. ICTTE, 27-28 november, 2014, Belgrade. Retrieved from: http://www.ijtte.com/uploads/news_files/ICTTE_Belgrade_2014-Proceedings.pdf, 12.01.2016.
- Lipovac, K., Ross, A. and Tešić, M. (2014b). Enhance road safety professionalism in the local community- case study: Republic of Srpska. 9th International Conference „Road Safety in Local Communities“. Zajecar, 9-11, april, 2014. Retrieved from: file:///C:/Users/User/Downloads/Proceedings_RSLC_2014.pdf,

- Lipovac, K., Pešić, D. and Tešić, M. (2013). Safety performance indicators in the function of measurement the traffic police performance. 8th International conference "Road Safety in Local Communities", Divčibare, pp. 209-214, Serbia, <http://bslz.org/proceedings/2013>
- Lipovac, K., Vujanić, M. and Tešić, M. (2012). Road safety performance indicators in the local community with the method of application. 7th International conference "Road Safety in Local Communities", Donji Milanovac, pp. 117-123, Serbia, http://bslz.org/Materijali/Radovi/7/Zbornik%20radova_VII%20Konferencija.pdf
- Lipovac, K. (2008). Traffic Safety. Office gazette, Belgrade (Vol 1).
- Litman T. Developing indicators for comprehensive and sustainable transport planning. In: Proceedings of the 86th annual meeting of the Transportation Research Board, Washington, DC, 2007.
- LTSA (2000). Road safety strategy 2010. A consultation document. National Road Safety Committee. <http://www.ltsa.govt.nz/publications/rs-framework.html>
- Luukkanen, L. (2003). Safety management system and transport safety performance indicators in Finland. Liikenneturva-Central Organisation for Traffic Safety in Finland.
- Moher et al. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. Systematic Reviews 2015 4:1, <http://www.systematicreviewsjournal.com/content/4/1/1>
- Nardo, M., and Saisana, M. (2008). OECD/JRC handbook on constructing composite indicators. Putting theory into practice, <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/1001617/4398416/S11P3-OECD-EC-HANDBOOK-NARDO-SAISANA.pdf>
- Nardo, M., Saisana, M., Saltelli, A., and Tarantola, S. (2005a). Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and user guide. Retrieved November 20, 2014, from OECD Statistics Working Papers 2005/03; OECD Publishing: <http://dx.doi.org/10.1787/533411815016>



- Nardo, M., Saisana, M., Saltelli, A., and Tarantolo, S. (2005b). Tools for Composite Indicators Building. European Communities, <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC31473/EUR%2021682%20EN.pdf>
- Oluwole, A. M., Rani, M. R., and Rohani, J. M. (2013). Integrating road safety indicators into performance road safety index. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, 8 (9), 757-762, http://arpnjournals.com/jeas/research_papers/rp_2013/jeas_0913_949.pdf
- Organisation for Economic Co-operation and Development (2008). OECD Factbook 2008, <https://www.brookings.edu/book/oecd-factbook-2008/>
- Pallant, J. (2011). SPSS survival manual. McGraw-Hill Education (UK). http://eunacal.org/metodakerkimi/wp-content/uploads/spss/SPSS_Survival_Manual_4th_Edition.pdf
- Papadimitriou, E., and Yannis, G. (2013). Is road safety management linked to road safety performance? Accident Analysis and Prevention, 59, 593– 603, [doi:10.1016/j.aap.2013.07.015](https://doi.org/10.1016/j.aap.2013.07.015)
- Pešić, D., Vujanić, M., Lipovac, K., and Antić, B. (2013). New method for benchmarking road safety level for the territory. Transport, 28 (1), 69-80, [doi:10.3846/16484142.2013.781539](https://doi.org/10.3846/16484142.2013.781539).
- Pešić, D. R. (2012a). Developing and improving the method for measuring the level of road safety at the territory. PhD Thesis. Faculty of Transport and Traffic Engineering. Belgrade: Faculty of Transport and Traffic Engineering.
- Pešić, D. and Antić, B. (2012b). Significance and possibilities of application the safety performance indicators for local community. 7th International conference “Road Safety in Local Communities”, Donji Milanovac, pp. 111-116, Serbia, http://bslz.org/Materijali/Radovi/7/Zbornik%20radova_VII%20Konferencija.pdf
- ETSC (2006). Promoting Seat Belt Use, T. L. ETSC Fact Sheet.
- Rosić, M., Pešić, D., Kukić, D., Antić, B., and Božović, M. (2017). Method for selection of optimal road safety composite index with examples from DEA

- and TOPSIS method. *Accident Analysis and Prevention*, 98, 277-286, <https://doi.org/10.1016/j.aap.2016.10.007>
- Routley, V., Ozanne-Smith, J., Li, D., Yu, M., Wang, J., Zhang, J., Qin, Y., 2008. China belting up or down? Seat belt wearing trends in Nanjing and Zhoushan. *Accident Analysis and Prevention*. 40 (6), 1850–1858, <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2008.08.007> .
- Saisana, M., Saltelli, A., and Tarantola, S. (2005). Uncertainty and sensitivity analysis techniques as tools for the quality assessment of composite indicators. *Journal of Royal Statistical Society*, 168 (2), 307-323, [doi: 10.1111/j.1467-985X.2005.00350.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-985X.2005.00350.x)
- Saisana, M., and Tarantola, S. (2002). State-of-the-Art Report on Current Methodologies and Practices for Composite Indicator Development. European Communities, <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.402.5612&rep=rep1&type=pdf>
- Salzberg, P., Yamada, A., Saibel, C., Moffat, J. (2002). Predicting seat belt use in fatal motor vehicle crashes from observation surveys of belt use. *Accident Analysis and Prevention*. 34 (2), 139–148, [http://dx.doi.org/10.1016/S0001-4575\(01\)00007-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0001-4575(01)00007-0).
- SARTRE 3 consortium (2004). European drivers and road risk. *Inrets*.
- Shen, Y., Hermans, E., Bao, Q., Brijs, T., Wets, G., and Wang, W. (2015a). International benchmarking of road safety: state of the art. *Transportation research part C: Emerging technologies*, 50, 37-50, [doi:10.1016/j.trc.2014.07.006](https://doi.org/10.1016/j.trc.2014.07.006)
- Shen, Y., Hermans, E., Bao, Q., Brijs, T., and Wets, G. (2015b). Serious injuries: an additional indicator to fatalities for road safety benchmarking. *Traffic injury prevention*, 16(3), 246-253, <http://dx.doi.org/10.1080/15389588.2014.930831>
- Shen, Y., Hermans, E., Brijs, T., and Wets, G. (2014). Fuzzy Data Envelopment Analysis in Composite Indicator Construction. In A. Emrouznejad, and M. Tavana, *Performance Measurement with Fuzzy Data Envelopment Analysis* (pp. 89-100). Springer, <https://doclib.uhasselt.be/dspace/bitstream/1942/16175/1/shenfuzz.pdf>



- Shen, Y., Hermans, E., Ruan, D., Wets, G., Brijs, T., and Vanhoof, K. (2011a). Modeling qualitative data in data envelopment analysis for composite indicators. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 2(1), 21-30, <http://link.springer.com/article/10.1007/s13198-011-0051-z#page-1>
- Shen, Y., Ruan, D., Hermans, E., Brijs, T., Wets, G., and Vanhoof, K. (2011b). A generalized multiple layer data envelopment analysis model for hierarchical structure assessment: A case study in road safety performance evaluation. *Expert Systems with Applications*, 38, 15262–15272, [doi:10.1016/j.eswa.2011.05.073](https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.05.073)
- Step toe, A., Wardle, J., Fuller, R., Davidsdottir, S., Davou, B., Justo, J., 2002. Seatbelt use, attitudes, and changes in legislation: an international study. *American Journal of Preventive Medicine*. 23 (4), 254–259, [http://dx.doi.org/10.1016/S0749-3797\(02\)00513-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0749-3797(02)00513-5).
- Sutiwipakorn, W. and Prechaverakul, S. (2002). Thailand's Road Safety (ROSA) Index, Proceedings of 6th International Symposium "Road Accidents Prevention 2002", Novi Sad, Serbia, 179-184.
- Tešić, M., Hermans, E., Lipovac, K., and Pešić, D. (2018). Identifying the most significant indicators of the total road safety performance index. *Accident; analysis and prevention*, 113, 263-278, <https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.02.003>
- Tešić, M., Marić, B. and Đerić, M. (2012). The importance of safety performance indicators monitoring. I International conference „Road Safety in Local Communities“, december, 2012, Banja Luka, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina.
- Tingvall, C., Stigson, H., Eriksson, L., Johansson, R., Krafft, M., and Lie, A. (2010). The properties of Safety Performance Indicators in target setting, projections and safety design of the road transport system. *Accident Analysis and Prevention*, 42 (2), 372-376. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2009.08.015>



- UN (2015). The 2030 Agenda for Sustainable Development, retrieved from:
<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>, 12.01.2016.
- UNECE Statistical Division Database (2016). <http://w3.unece.org/PXWeb/en>,
retrieved 25.01.2016.
- Vis, M. A., and Eksler, V. (2008). Road Safety Performance Indicators Updated Country Comparisons. Deliverable D3.11a of the EU FP6 project. Loughborough University,
http://erso.swov.nl/safetynet/fixed/WP3/sn_wp3_d3p11a_spi_updated_country_comparisons_final.pdf
- Vis, M. A. (2005). Deliverable D3.1: State of the art Report on Road Safety Performance Indicators. Loughborough University. SWOV,
<http://erso.swov.nl/safetynet/fixed/WP3/Deliverable%20wp%203.1%20state%20of%20the%20art.pdf>
- World Health Organization (WHO), (2009). The Moscow Declaration, retrieved from:
http://www.who.int/roadsafety/ministerial_conference/conference_booklet.pdf,
12.01.2016.
- Wegman, F. and Oppe, S. (2010). Benchmarking road safety performances of countries. Safety Science, 48, 1203-1211, [doi:10.1016/j.ssci.2010.02.003](https://doi.org/10.1016/j.ssci.2010.02.003)
- Wegman, F., Commandeur, J., Doveh, E., Eksler, V., Gitelman, V., Hakkert, S., et al. (2008). SUNflowerNext: Towards a composite road safety performance index. Leidschendam: SWOV Institute for Road Safety Research,
<http://www.swov.nl/rapport/sunflower/sunflowernext.pdf>
- Wegman, F., Eksler, V., Hayes, S., Lynam, D., Morsink, P., and Oppe, S. (2005). SUNflower+6. A comparative study of the development of road safety in the SUNflower+6 countries: Final report. Leidschendam: SWOV Institute for Road Safety Research,
http://www.20splentyforus.co.uk/UsefulReports/SUNflower+6_Final_Report.pdf
- Wilmots, B., Hermans, E., Brijs, T., and Wets, G. (2009). Analyzing Road Safety Indicator Data across Europe: Describing, Explaining and Comparing.



Road safety data: collection and analysis for target setting and monitoring performances and progress, (pp. 291-299). Seoul, Korea,

<http://hdl.handle.net/1942/10479>

World Health Organization (WHO), (2016). Deaths on the roads: Based on the WHO Global Status Report on Road Safety 2015. World Health Organization, Geneva, <http://roads.live.kiln.digital/#trends>, retrieved 25.01.2016.

World Health Organization (WHO), (2015). Global Status Report on Road Safety - 2015, WHO, Geneva, http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2015/en/, retrieved 25.01.2016.

World Health Organization (WHO), (2011a). Global Plan for the Decade of Action for Road Safety 2011-2020 (http://www.who.int/roadsafety/decade_of_action/plan/en/index.html, retrieved 25.01.2016.).

World Health Organization (WHO), (2011b). Decade of Action for Road Safety 2011-2020 (http://www.who.int/violence_injury_prevention/publications/road_traffic/decade_booklet/en/index.html, retrieved 25.01.2016.).

World Health Organization (WHO), (2009a). Global Status Report on Road Safety - Time for Action, WHO, Geneva, http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2009/en/, retrieved 25.01.2016.

World Health Organization (WHO), (2009b). The Moscow Declaration, retrieved from: http://www.who.int/roadsafety/ministerial_conference/conference_booklet.pdf, 12.01.2016.

World Health Organization. (2004). *World report on road traffic injury prevention: Summary*. Geneva: WHO,

http://www.wpro.who.int/philippines/topics/injuries/world_report_traffic_injury_prevention.pdf

Yager, R.R. (1997). On the inclusion of importances in OWA aggregations. In the ordered weighted averaging operators. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Yager, R.R. (1988). On ordered weighted averaging aggregation operators in multi-criteria decision making. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 18 pp. 183-190.

Л

Оцена безбедности саобраћаја на основу
композитног индекса безбедности саобраћаја
Докторска дисертација, Саобраћајни факултет, 2018

III

ПРИЛОЗИ

ПРИЛОЗИ

Прилог А. Табеларни преглед анализираних литературе

Табела А.1. Табеларни преглед анализираних литературе по абecedном реду презимена аутора

		Група I			Група II		Група III
		Колона А.1.1.	Колона А.1.2.	Колона А.1.3.	Колона А.1.4.	Колона А.1.5.	Колона А.1.6.
Аутори	Год.	Основни концепт	Користени сет индикатора- значење Напомена: Директни показатељи (Д) и индиректни показатељи (И)	База података	Метод за доделу тежинских коефицијената	Метод за агрегацију показатеља	Тип дизајна КИБС
			<p><i>Кључни индикатори за одабране високо моторизоване земље (НМС) у Европској унији (13):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Deaths 30 days per 10,000 vehicles (Д) ▪ Deaths 30 days per 100,000 population (Д) ▪ Percentage change of deaths (2000-2003), (Д) ▪ Percentage of seat belt use (rear seat), (И) ▪ % drivers who never drink before driving, (И) ▪ % drivers reporting, they do not drive faster than, (И) ▪ Average in last 3 years, (И) ▪ Average age of the vehicle fleet (years), (И) ▪ % vehicles not motorcycle, (И) ▪ % of motorway length per total road network, (И) ▪ Investment in road maintenance as % of total, (И) ▪ Human Development Index (HDI), (И) ▪ Proportion of drivers in each country who had been checked for alcohol in last 3 years, (И) ▪ Proportion of drivers in each country who had been checked for speed in last 3 years, (И) 				
Al Haji, G.	2005	<p>Ниво- област: Product performance:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ personal risk ▪ traffic risk ▪ changing trend <p>System performance:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ socio-economic factors ▪ organization and road safety capacities ▪ traffic police and enforcement ▪ safer vehicles ▪ safer roads 		Међународне/ националне базе	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Simple equal average ▪ Theoretical weights ▪ Principal component analysis 	Linear aggregation	Тип I
	2007	<p>Human performance:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ road user's behaviour 	<p><i>Кључни индикатори за одабране ниско моторизоване земље (ЛМС) у Југоисточној Азији (7):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Deaths 30 days per 10,000 vehicles, (Д) ▪ Deaths 30 days per 100,000 population, (Д) ▪ Percentage of seat belt use (front seat), (И) ▪ Percentage of helmet use (motorcyclists), (И) ▪ % vehicles not motorcycle, (И) ▪ % of paved roads, (И) ▪ Human Development Index (HDI), (И) 				



Akaateba M.A.	2012	<p>Ниво- област:</p> <ul style="list-style-type: none"> Personal risk Traffic risk Road infrastructure Educational level Urban population Health Status Gross Domestic Product (GDP) 	<p>Кључни индикатори за одабране земље у Африци и Европи (10 земаља у сваком региону), (7):</p> <ul style="list-style-type: none"> Fatalities per 100,000 inhabitants, (Д) Fatalities per registered motor vehicles, (Д) Percentage of paved roads, (И) Adult literacy rate (%), (И) Percentage of urban population, (И) Life expectancy at birth (in years), (И) GDP per capita (in US dollars), (И) 	Међународне/ националне базе	<ul style="list-style-type: none"> Simple average technique Multiple regression analysis 	Linear aggregation	Тип I
Bastos, J.T.	2014	<p>Ниво- област:</p> <ul style="list-style-type: none"> Personal risk Traffic risk 	<p>Кључни индикатори за одабране државе у Бразилу и земље у Европи (3):</p> <ul style="list-style-type: none"> Mortality rate (represented by fatalities per 100 thousand population), (Д) and two fatality rates - fatalities per 10 thousand vehicles (FR1), (Д) and fatalities per billion vehicle kilometers traveled (FR2), (Д) in the case of Brazil, or per billion passenger vehicle kilometers traveled (FR2), (Д) in the case of Europe 	Међународне/ националне базе и додатна сопствена истраживања	<ul style="list-style-type: none"> Multiple Layer Data Analysis Envelopment (MLDEA) Multiple Layer Data Analysis Envelopment 	MLDEA based CIs (базирана на линеарној агрегацији)	Тип II
Bastos et al.	2015	<p>Ниво- област:</p> <ul style="list-style-type: none"> Human (road users) Environment Vehicle 	<p>Кључни ИБС за одабране државе у Бразилу (укупно 27 „прокси“ индикатора у оквиру овог домена), (за више детаља погледати Bastos et al., 2016), (4):</p> <ul style="list-style-type: none"> Road user behavior (Alcohol, Cell phone, Seat belt, Helmets and Speeding), (10 indicators), (И) Road infrastructure (Central division, Signing, Roadside), (10 indicators), (И) Health system (Health professionals, Health expenditure), (3 indicators), (И) Vehicle Fleet (Fleet composition, Age of the fleet), (4 indicators), (И) 	Међународне/ националне базе и додатна сопствена истраживања	<ul style="list-style-type: none"> Multiple Layer Data Analysis Envelopment Multiple Layer Data Analysis Envelopment 	MLDEA based CIs (базирана на линеарној агрегацији)	Тип II
Bastos et al.	2016	<p>Ниво- област:</p> <ul style="list-style-type: none"> Human (road users) Environment Vehicle 	<p>Кључни коначни показатељи за одабране ЕУ земље (7):</p> <ul style="list-style-type: none"> The number of fatalities per million population, (Д) The number of fatalities per million passenger cars, (Д) The number of fatalities per 10 billion passenger-km travelled, (Д) The share of pedestrians among total fatalities, (Д) The share of pedal cyclists among total fatalities, (Д) The share of motorcyclists among the total fatalities, (Д) The annual average percentage reduction in fatalities, (Д) 	Међународне/ националне базе и периодични извештаји	<ul style="list-style-type: none"> Multiple Layer Data Analysis Envelopment (MLDEA) Multiple Layer Data Analysis Envelopment 	MLDEA based CIs (базирана на линеарној агрегацији)	Тип I
Bax et al.	2012	<p>Ниво:</p> <p>Final outcomes indicators</p> <ul style="list-style-type: none"> Risk indicator Dynamic indicator Scope indicator <p>Safety performance indicators</p> <ul style="list-style-type: none"> Road user behavior Vehicle <p>Policy performance</p> <p>Structure and culture</p> <ul style="list-style-type: none"> Population structure Population density Urban density Motorization Fleet composition GDP per population 	<p>Кључни ИБС за одабране ЕУ земље (8):</p> <ul style="list-style-type: none"> The percentage of drivers above legal alcohol limit in roadside checks, (И) The number of roadside police alcohol tests per 1,000 population, (И) The daytime seat belt wearing rates on front seats of cars (aggregated for driver and front passenger), (И) The daytime wearing rates of seat belts on rear seats of cars, (И) The average percentage of occupant protection score for new cars sold, (И) The average percentage of score of pedestrian protection for new cars sold, (И) The renewal rate of passenger cars, (И) The median age of the passenger car fleet, (И) <p>Није било могуће прорачунати КИБС на основу индикатора перформанси који се односе на политике безбедности саобраћаја</p> <p>Кључни индикатори перформанси који се односе на структуру и културу популације за одабране земље (8):</p> <ul style="list-style-type: none"> The share of people under 25 years old, (И) The share of people over 65 years old, (И) The population per 1 km² of a country's territory, (И) The percentage of population living in urban areas (>10,000 inhabitants), (И) The number of passenger cars per 1000 inhabitants, (И) Share of goods vehicles in the vehicle fleet, (И) 	Међународне/ националне базе и периодични извештаји	<ul style="list-style-type: none"> Multiple Layer Data Analysis Envelopment (MLDEA) Multiple Layer Data Analysis Envelopment 	MLDEA based CIs (базирана на линеарној агрегацији)	Тип I



			<ul style="list-style-type: none"> The share of powered two-wheelers in the vehicle fleet, (И) The GDP per head (based on EU27 = 100), (И) 					
			<p>Кључни коначни показатељи (В-Група), (5):</p> <ul style="list-style-type: none"> Fatalities per million population, (Д) Fatalities per million passenger cars, (Д) Fatalities per 10 billion passenger-km travelled, (Д) Share of pedestrian fatalities out of the total fatalities, (Д) <p>Кључни ИБС (С-Група), (3):</p> <ul style="list-style-type: none"> Daytime wearing rates of seat belts in the front seats, (И) Daytime wearing rates of seat belts in the rear seats, (И) Median age of the passenger car fleet, (И) 	Међународне/ националне базе и периодични извештаји	Entropy method	Rank- sum ratio method (RSR method)	Тип I	
Chen et al.	2016	<p>Ниво:</p> <ul style="list-style-type: none"> Final outcomes Safety Performance Indicators Policy performance indicators 	<p>Кључни индикатори перформанси који се односе на политике безбедности саобраћаја (А-Група), (5):</p> <ul style="list-style-type: none"> The availability and ambition of quantitative national safety targets, (И) Whether a sound analysis preceded the development of the national safety programme, (И) Whether a sound economic evaluation preceded the design of the national safety programme, (И) Whether the national safety programme is systematically monitored, (И) Who is responsible for the program's performance, (И)? 	Међународне/ националне базе и периодични извештаји				
Gitelman et al.	2010	<p>Аутори су користили исте индикаторе за прорачун композитног индекса као Wegman et al. 2008.</p>		Међународне/ националне базе и периодични извештаји	<ul style="list-style-type: none"> Principal component analysis Factor analysis 	Linear aggregation	Тип I	
	2007		<p>Аутори су се само бавили анализом осетљивости композитног индекса, на основу методологије према Nardo et al. 2005a</p>			Linear aggregation	Линеарна агрегација	Тип II
Hermans et al.	2008a	<p>Ниво- област:</p> <ul style="list-style-type: none"> Alcohol and drugs Speed Protective systems Daytime running lights (DRL) Vehicle Roads Trauma management 	<p>Доступни ИБС (7):</p> <ul style="list-style-type: none"> The percentage of surveyed car drivers disrespecting the alcohol limit, (И) The percentage of surveyed car drivers exceeding the speed limit on various road types, (И) The seat belt wearing rate of occupants in the front seats of a car or van, (И) The existence of a law – fully or partially – imposing the use of daytime running lights, (И) The share of the fleet of passenger cars per age class, (И) The motorway density, (И) The expenditure on health care as share of the gross domestic product, (И) 	Међународне/ националне базе и периодични извештаји	<ul style="list-style-type: none"> Equal weighting Weights based on factor analysis Budget allocation Analytic hierarchy process Data envelopment analysis (DEA) 	<ul style="list-style-type: none"> Linear aggregation, Non-compensatory multi-criteria approach Geometric aggregation 	Тип II	
Hermans, E.	2008b	<p>Ниво- област:</p> <ul style="list-style-type: none"> Alcohol and drugs Speed Protective systems Daytime running lights (DRL) Vehicle Roads Trauma management 	<p>Кључни ИБС (7):</p> <ul style="list-style-type: none"> % road users < BAC limit, (И) % drivers < speed limit, (И) Seatbelt wearing rate in front seats, (И) Daytime running lights (DRL) law, (И) %cars < 6 years, (И) Network density, (И) Health expenditure as GDP %, (И) 	Међународне/ националне базе и упитници (за АИП метод)	<ul style="list-style-type: none"> Equal weighting Weights based on factor analysis Budget allocation Analytic hierarchy process Data envelopment analysis (DEA) 	Linear aggregation	Тип II	
	2010b		<p>Кључни ИБС (7):</p> <ul style="list-style-type: none"> The percentage of road users with a blood alcohol content above the legal limit, (И) The percentage of road users exceeding the speed limit on highways, (И) The seat belt wearing rate in front of cars and vans, (И) 	Међународне/ националне базе и периодични извештаји	<ul style="list-style-type: none"> Analytic hierarchy process Budget allocation 	Ordered weighted averaging operators (OWA)	Тип II	



	2009a		<ul style="list-style-type: none"> Daytime running lights (DRL) law, (I) % cars < 6 years, (I) The network length divided by the area, (I) The share of the gross domestic product spent on health care, (I) 		Data envelopment analysis (DEA)	Ordered weighted averaging operators (OWA)	Тип II
	2009b		Погледати Hermans et al. 2007		<ul style="list-style-type: none"> Analytic hierarchy process Budget allocation 	Linear aggregation	Тип II
Hermans et al.	2010a	<p>Ниво: Final outcomes indicators</p> <ul style="list-style-type: none"> Injury accidents Fatalities Casualties <p>Risk indicators</p> <ul style="list-style-type: none"> Human Vehicle Environment <p>Policy performance</p> <ul style="list-style-type: none"> Engineering Enforcement Education <p>Background indicators</p> <ul style="list-style-type: none"> Demography Economy Geography Transport 	<ul style="list-style-type: none"> Аутори се нису бавили рангирањем и поређењем земаља. Предложили су концепт: Прорачун композитног индекса на основу једног индикатора посматраног кроз неколико нивоа система безбедности саобраћаја нпр. индекс брзине је прорачунат на основу индикатора: средња брзина кретања, промена брзине, број прекршиоца- прекоралење брзине итд.) 	Међународне/ националне базе и периодични извештаји	-	-	Proposed concept belongs to Type II of composite index design
Intan Suhana et al.	2014	<p>Ниво- област:</p> <ul style="list-style-type: none"> Road environment 	<p>Кључни индикатори који се односе на путњу околину (11):</p> <ul style="list-style-type: none"> Number of motorcycles, (I) Number of pedestrians, (I) % of poor roadway condition, (I) Number of lines, (I) % of unpaved shoulder, (I) % of poor road delineation, (I) Number of non-signalized access, (I) Number of signalized intersections, (I) % of roads without median, (I) Number of heavy goods vehicles, (I) Actual driving peed, (I) 	Naturalistic driving technique – Деоница пута у дужини 82.5 km Пенинсула, Малеизија	Principal component analysis	Линеарна агрегација	Тип III
Oluwole et al.	2013	<p>Ниво- област:</p> <ul style="list-style-type: none"> Traffic risk Personal risk Road condition Educational level Urban population GDP Health status 	<p>Кључни показатељи безбедности саобраћаја (7):</p> <ul style="list-style-type: none"> Fatalities per 100.000 population, (I) Fatalities per 10.000 registered vehicles, (I) Percentage of paved roads, (I) Adult literacy rate (%), (I) Percentage of urban population, (I) GDP per capita, (I) Life expectancy of birth (years), (I) 	Међународне/ националне базе и периодични извештаји	<ul style="list-style-type: none"> Approach 1- simple equal average Approach 2- based on theory 	Linear aggregation	Тип I
Paradimitriou et al.	2013	Аутори су користили исте индикаторе за прорачун композитног индекса као Bax et al. 2012 .		Међународне/ националне базе и периодични извештаји, подаци ETSC/PIN групе и DaCoTA пројекат	<ul style="list-style-type: none"> Principal component analysis Categorical principal component analysis (CATPCA) 	Линеарна агрегација	Linear aggregation



Pešić, D.	<p>2012a Ниво- област:</p> <ul style="list-style-type: none"> Risk indicator Dynamic indicator <p>2013 Ниво:</p> <ul style="list-style-type: none"> Road user behavior 	<p>Кључни показатељи безбедности саобраћаја (6):</p> <ul style="list-style-type: none"> Annual number of traffic accident fatalities per 100.000 population, (Д) Annual number of traffic accident fatalities per 10.000 registered vehicles, (Д) Annual number of traffic accident fatalities per 100.000.000 vehicle kilometers, (Д) The percentage of drivers and passengers in front seats using seat belts, (И) The percentage of drivers not driving under the influence of alcohol, (И) The percentage of drivers who are not speeding, (И) 	Међународне/ националне базе и периодични извештаји	<ul style="list-style-type: none"> Budget allocation 	Linear aggregation	Тип I
	<p>2011a Ниво:</p> <p>Policy performance indicator</p>	<p>Кључни индикатори перформанси који се односе на политике безбедности саобраћаја (5):</p> <ul style="list-style-type: none"> Safety targets, (И) Selection of interventions, (И) Economic evaluation, (И) Performance monitoring, (И) Program's stakeholders, (И) 	SUNflower NEXT извештај (Wegman et al. 2008)	<ul style="list-style-type: none"> Data envelopment analysis (DEA) 	<ul style="list-style-type: none"> Imprecise DEA based CIs Fuzzy DEA based CIs 	Тип II
Shen et al.	<p>2011b Ниво- област:</p> <ul style="list-style-type: none"> Road users behavior (alcohol, speed, protective system, injuries and crashes) 	<p>Кључни коначни (финални) показатељи (5):</p> <ul style="list-style-type: none"> No. of fatalities per million population, (Д) No. of serious injuries per million population, (Д) No. of slight injuries per million population, (Д) No. of crashes per million population, (Д) % Fatalities involving at least one driver impaired by alcohol, (Д) <p>Кључни ИБС (8):</p> <ul style="list-style-type: none"> Mean speed on urban/rural roads and motorways, (И) Speed limit violations (%) on urban/rural roads and motorways, (И) % Non-use of seat belt in front seats, (И) % Non-use of seat belt in rear seats, (И) % Non-use of child restraint, (И) % Non-use of helmet by cyclists, (И) % Non-use of helmet by moped riders, (И) % Non-use of helmet by motorcyclists, (И) 	Међународне/ националне базе и периодични извештаји	<ul style="list-style-type: none"> Multi-layer data envelopment analysis I, II, III (MLDEA I, II, III) 	Linear aggregation	Тип I
	<p>2014 Ниво- област:</p> <ul style="list-style-type: none"> Alcohol 	<p>Кључни показатељи безбедности саобраћаја (3):</p> <ul style="list-style-type: none"> % of alcohol related fatalities, (Д) % of drivers with the BAC above the legal limit, (И) the effectiveness of overall enforcement against drinking and driving, (И) 	Међународне/ националне базе и периодични извештаји	<ul style="list-style-type: none"> Data envelopment analysis (DEA) 	FDEA based CIs	Тип III
Sutiwipakorn and Prechaverakul	<p>2002 РОСА индекс за:</p> <ul style="list-style-type: none"> province, route 	<p>Кључни коначни (финални) показатељи (4):</p> <ul style="list-style-type: none"> number of fatalities per 100,000 population, (Д) number of fatalities per 10,000 registered vehicles, (Д) number of the injured, who were hospitalized, per 100,000 population, (Д) number of the injured, who were not hospitalized, per 100,000 population, (Д) 	Међународне/ националне базе и периодични извештаји	<ul style="list-style-type: none"> Expert judgments (the sum of weighted factors for all four outcomes is $W_i=10$) 	Linear aggregation	Тип II
	<p>2005 Нивои:</p> <ul style="list-style-type: none"> Final outcomes Safety Performance Indicators Transport background Policy output 	Поређење земаља на основу појединачних показатеља безбедности саобраћаја (без агрегације)	Националне базе и периодични извештаји	<ul style="list-style-type: none"> Authors studied the ranking of countries according to individual indicators 	Није вршена агрегација показатеља	-
Wegman et al.	<p>2008 Нивои:</p> <ul style="list-style-type: none"> Final outcomes Safety Performance Indicators Policy performance indicators Structure and culture 	<p>Кључни коначни (финални) показатељи (В-Група), (7):</p> <ul style="list-style-type: none"> Fatalities per million population, (Д) Fatalities per million passenger cars, (Д) Fatalities per 10 billion passenger-km travelled, (Д) Injury accidents per fatality, (Д) Share of pedestrian fatalities out of the total fatalities, (Д) Share of bicyclist fatalities out of the total fatalities, (Д) Share of motorcyclist fatalities out of the total fatalities, (Д) 	Међународне/ националне базе, Safety NET пројекат (WP1, WP2 и WP3 земаље	<ul style="list-style-type: none"> Principal component analysis Common factor analysis 	<ul style="list-style-type: none"> Аутори су груписали земаље на основу резултата трију метода: 1) Expert judgements 2) Singular Value Decomposition (SVD) 3) Multiple 	Тип I



		<p>Кључни ИБС (С-Група), (7):</p> <ul style="list-style-type: none"> Share of total for fatalities in drink-driving accidents, (Д) Daytime wearing rates of seat belts in front seats (aggregated for driver and front passenger), (И) Daytime wearing rates of seat belts in rear seats, (И) Average EuroNCAP score of passenger car fleet, (И) Median age of the passenger car fleet, (И) Share of motorcycles in the vehicle fleet, (И) Share of heavy goods vehicles (HGV) in the vehicle fleet, (И) <p>Кључни индикатори перформанси који се односе на политике безбедности саобраћаја (А-Група), (5):</p> <ul style="list-style-type: none"> Safety target, (И) Selection of interventions, (И) Economic evaluation, (И) Monitoring the program's performance, (И) Program's stakeholders, (И) <p>Кључни индикатори перформанси који се односе на структуру и културу популације, (D-Група), (2):</p> <ul style="list-style-type: none"> Number of passenger cars per 1.000 population, (И) Population per 1 km² of country's territory, (И) 	Correspondence Analysis (MCA)	
	<p>Нивои:</p> <ul style="list-style-type: none"> Final outcomes Safety Performance Indicators Policy performance indicators Structure and culture <p>2010</p>	<p>Погледати Wegman et al. 2008</p>	Међународне/ националне базе, SafetyNET пројекат	Тип I
Wilmots et al.	<p>Нивои:</p> <ul style="list-style-type: none"> Safety output indicators Safety performance indicators Background and context indicators <p>2009</p>	<p>Кључни коначни (финални) показатељи (4):</p> <ul style="list-style-type: none"> The fatalities per 100.000 cars/per 100 million passengers- km, / per % in total deaths, etc., (Д) % fatalities per age group/ road type/ person class, (Д) Number of injury crashes per 100.000 population, (Д) Average yearly % reduction of fatalities, (Д) <p>Кључни ИБС (I):</p> <ul style="list-style-type: none"> Alcohol and drugs, Speed, Protective systems, Daytime running lights (DRL), Vehicle, Roads and Trauma management, (И) <p>Кључни индикатори перформанси који се односе на структуру и културу популације (5)</p> <ul style="list-style-type: none"> geographic -, mobility policy -, demographic-, transport- economic indicators, (И) 	<p>Међународне/ националне базе и периодични извештаји</p> <ul style="list-style-type: none"> Regression Clustering Footprint (only Belgium). 	<p>Није вршена агрегација показатеља</p>



Прилог Б. Нормализоване вредности и припадајуће тежине за сваки ИБС

Табела Б.1. Нормализоване вредности и припадајуће тежине за сваки ИБС

ИБС код	1		2		3		4		5		6		КИБС
	Земља	Н _{алкохол}	Т _{алкохол}	Н _{брзина}	Т _{брзина}	Н _{заштитни системи}	Т _{заштитни системи}	Н _{возила}	Т _{возила}	Н _{путеви}	Т _{путеви}	Н _{нега}	
Аустрија	0.881	0.040	0.667	0.103	0.649	0.211	0.494	0.042	0.317	0.403	0.355	0.202	0.461
Белгија	0.734	0.041	0.000	0.370	0.456	0.256	0.650	0.090	0.933	0.100	0.661	0.142	0.393
Кипар	0.000	0.000	0.000	0.590	0.702	0.000	0.000	0.410	0.467	0.000	0.177	0.000	0.000
Чешка	0.908	0.129	0.667	0.084	0.614	0.153	0.066	0.566	0.100	0.048	0.355	0.020	0.319
Данска	0.986	0.047	0.889	0.100	0.772	0.204	0.604	0.022	0.383	0.388	0.597	0.239	0.597
Естонија	0.927	0.007	0.000	0.392	0.614	0.008	0.003	0.317	0.017	0.277	0.000	0.000	0.000
Финска	0.986	0.028	0.667	0.260	0.860	0.101	0.321	0.164	0.017	0.425	0.339	0.023	0.357
Француска	0.766	0.260	0.556	0.144	1.000	0.051	0.550	0.146	0.300	0.384	0.774	0.015	0.539
Њемачка	0.890	0.283	0.556	0.273	0.947	0.052	0.568	0.026	0.550	0.341	0.935	0.025	0.680
Грчка	0.638	0.168	0.667	0.192	0.000	0.498	0.538	0.080	0.083	0.052	0.742	0.009	0.290
Мађарска	0.940	0.083	0.000	0.512	0.333	0.143	0.253	0.124	0.083	0.038	0.500	0.100	0.209
Ирска	0.885	0.146	1.000	0.070	0.789	0.177	1.000	0.010	0.033	0.249	0.323	0.348	0.486
Италија	0.665	0.033	0.000	0.377	0.544	0.137	0.498	0.086	0.350	0.228	0.500	0.138	0.288
Холандија	0.913	0.280	0.556	0.580	0.807	0.062	0.597	0.025	1.000	0.031	0.726	0.021	0.692
Пољска	0.986	0.097	0.556	0.075	0.544	0.141	0.144	0.266	0.000	0.392	0.194	0.029	0.256
Португал	0.807	0.174	0.111	0.508	0.842	0.060	0.318	0.111	0.350	0.016	0.694	0.131	0.378
Словенија	0.876	0.052	0.667	0.409	0.719	0.060	0.902	0.015	0.367	0.213	0.565	0.252	0.596
Шпанија	0.670	0.146	0.111	0.456	0.807	0.125	0.521	0.014	0.317	0.239	0.387	0.019	0.340
Шведска	1.000	0.035	0.778	0.249	0.912	0.036	0.533	0.129	0.050	0.385	0.661	0.166	0.465
Швајцарска	0.807	0.101	0.889	0.112	0.737	0.270	0.616	0.162	0.517	0.339	1.000	0.015	0.674
В.Британија	0.972	0.044	0.889	0.295	0.930	0.043	0.717	0.114	0.233	0.477	0.435	0.028	0.552



Прилог Ц. Рангирање земаља на основу вредности КИБС и КИБС_{огрⁿ}

Табела Ц.1. Рангирање земаља на основу вредности КИБС и КИБС_{огрⁿ} добијених од 3, 4 и 5 најзначајнија ИБС

Ранг	Колона 1		Колона 2		Колона 3		Колона 4		Колона 5				
	Земља	2_5_6	Ниво КИБС _{огр³}	Земља	1_2_5_6	Ниво КИБС _{огр⁴}	Земља	1_2_3_5_6	Ниво КИБС _{огр⁵}	Земља	КИБС	Ниво КИБС	Ст. одст. ранга
1	Словенија	0.493	Средњи	Холандија	0.625	Висок	Холандија	0.675	Висок	Холандија	0.692	Висок	1.50
2	В.Британија	0.386	Средњи	Њемачка	0.614	Висок	Њемачка	0.663	Висок	Њемачки	0.680	Висок	1.50
3	Данска	0.380	Средњи	Словенија	0.539	Висок	Данска	0.584	Висок	Швајцарска	0.674	Висок	1.91
4	Холандија	0.369	Средњи	В.Британија	0.428	Средњи	Словенија	0.581	Висок	Данска	0.597	Висок	0.96
5	Њемачка	0.363	Средњи	Данска	0.426	Средњи	Швајцарска	0.571	Висок	Словенија	0.596	Висок	1.71
6	Шведска	0.323	Средњи	Француска	0.408	Средњи	В.Британија	0.468	Средњи	В.Британија	0.552	Висок	1.91
7	Швајцарска	0.290	Низак	Швајцарска	0.372	Средњи	Француска	0.459	Средњи	Француска	0.539	Висок	1.26
8	Аустрија	0.268	Низак	Шведска	0.358	Средњи	Ирска	0.459	Средњи	Ирска	0.486	Сред	0.96
9	Француска	0.207	Низак	Ирска	0.320	Средњи	Аустрија	0.440	Средњи	Шведска	0.465	Сред	1.71
10	Ирска	0.190	Низак	Аустрија	0.303	Низак	Шведска	0.391	Средњи	Аустрија	0.461	Сред	0.96
11	Финска	0.188	Низак	Португал	0.293	Низак	Португал	0.343	Средњи	Белгија	0.393	Сред	1.26
12	Белгија	0.188	Низак	Грчка	0.246	Низак	Белгија	0.335	Средњи	Португал	0.378	Сред	0.96
13	Португал	0.153	Низак	Шпанија	0.232	Низак	Шпанија	0.333	Средњи	Финска	0.357	Сред	1.71
14	Италија	0.149	Низак	Белгија	0.218	Низак	Финска	0.302	Низак	Шпанија	0.340	Сред	1.41
15	Грчка	0.139	Низак	Финска	0.215	Низак	Чешка	0.279	Низак	Чешка	0.319	Низак	0.96
16	Шпанија	0.134	Низак	Чешка	0.185	Низак	Грчка	0.246	Низак	Грчка	0.290	Низак	1.89
17	Чешка	0.068	Низак	Италија	0.171	Низак	Италија	0.246	Низак	Италија	0.288	Низак	1.50
18	Мађарска	0.053	Низак	Пољска	0.143	Низак	Пољска	0.219	Низак	Пољска	0.256	Низак	0.50
19	Пољска	0.047	Низак	Мађарска	0.131	Низак	Мађарска	0.179	Низак	Мађарска	0.209	Низак	0.50
20	Естонија	0.005	Низак	Естонија	0.011	Низак	Естонија	0.016	Низак	Естонија	0.000	Низак	0.00
21	Кипар	0.000	Низак	Кипар	0.000	Низак	Кипар	0.000	Низак	Кипар	0.000	Низак	0.00



Прилог Д.1. Нормализоване вредности за сваки ИБС- Национални ниво

Табела Д.1. Нормализоване вредности за сваки ИБС- Национални ниво

ПАУ	% Појас ПА Напред_ Укупно (Н+ВН)	% Појас ПА Назад_ Укупно (Н+ВН)	Алкохол_ Дан_ Укупно (Н+ВН)	Алкохол_ Ноћ_ Укупно (Н+ВН)	Стандардно одступање брзина_ПА_ВН	% Прекорачења брзине ПА_Н	% Прекорачење за 10km/h_ПА_Н *	% Употребе дневних светала_ПА_Укупно (Н+ ВН)
Београд	0.48967552	0.69620253	0.55555556	0.48571429	0.04000000	0.81620718	0.31574740	0.38554217
Крагујевац	0.74631268	0.26582278	0.38888889	0.54285714	0.24000000	1.00000000	0.49960032	0.20481928
Јагодина	0.00000000	0.10126582	0.22222222	0.45714286	0.08000000	0.28153718	0.05995204	0.06024096
Ниш	0.52802360	0.13924051	0.33333333	0.82857143	0.02000000	0.82595377	0.15427658	0.75903614
Пирот	0.79056047	0.10126582	0.83333333	0.68571429	1.00000000	0.00000000	0.00559552	0.60240964
Прокупље	0.30383481	0.15189873	0.55555556	0.31428571	0.30000000	0.76329713	0.14308553	0.40963855
Лесковац	0.85545723	0.27848101	0.11111111	0.34285714	0.56000000	0.08103592	0.00000000	0.51807229
Врање	0.30088496	0.01265823	0.55555556	0.20000000	0.24000000	0.52659426	0.00159872	0.03614458
Зајечар	0.88200590	0.30379747	0.38888889	0.37142857	0.19000000	0.41938179	0.13189448	0.65060241
Бор	0.59292035	0.26582278	0.22222222	0.77142857	0.59000000	0.20077973	0.10791367	0.89156627
Смедерево	0.21828909	0.21518987	0.05555556	0.34285714	0.33000000	0.86772487	0.68345324	0.57831325
Пожаревац	0.43362832	0.11392405	0.66666667	0.48571429	0.33000000	0.19660262	0.56165760	0.65060241
Ваљево	0.30678466	0.03797468	0.33333333	0.25714286	0.00000000	0.90531885	0.50919265	1.00000000
Шабач	0.33628319	0.08860759	0.33333333	0.45714286	0.22000000	0.94152047	0.86410871	0.95180723
Краљево	0.20058997	0.05063291	0.38888889	0.28571429	0.09000000	0.87607909	0.30695444	0.30120482
Крушевац	0.36578171	0.10126582	0.00000000	0.05714286	0.13000000	0.61849067	1.00000000	0.38554217
Чачак	0.76696165	0.11392405	0.05555556	0.00000000	0.24000000	0.97632971	0.33413269	0.79518072
Нови Пазар	0.21533923	0.20253165	0.22222222	0.14285714	0.19000000	0.41938179	0.22382094	0.13253012
Ужице	0.67551622	0.00000000	0.22222222	0.28571429	0.21000000	0.72013367	0.38209432	0.86746988
Пријеполје	0.20058997	0.21518987	0.38888889	0.40000000	0.20000000	0.81759955	0.29243278	0.40963855
Нови Сад	1.00000000	0.13924051	0.38888889	0.74285714	0.39000000	0.54608744	0.12964234	0.72289157
Зрењанин	0.77876106	0.36708861	0.50000000	0.20000000	0.01000000	0.82038429	0.29576339	0.49397590
Кикинда	0.52802360	0.20253165	0.22222222	0.11428571	0.37000000	0.10749095	0.10498268	0.60240964
Панчево	0.51622419	0.06329114	0.38888889	0.71428571	0.13000000	0.74380395	0.27817746	0.30120482
Сомбор	0.41297935	0.39240506	0.50000000	0.68571429	0.36000000	0.61849067	0.10546032	0.09638554
Суботица	0.74631268	1.00000000	1.00000000	0.68571429	0.20000000	0.80646060	0.31814548	0.00000000
С.Митровица	0.73451327	0.34177215	0.27777778	1.00000000	0.04000000	0.79392927	0.51924531	0.01204819



Прилог Д.2. Рангирање полицијских управа на основу вредности КИБС и КИБС_{огр}ⁿ

Табела Д.2. Рангирање полицијских управа на основу вредности КИБС и КИБС_{огр}ⁿ добијених од 3, 4 и 5 најзначајнија ИБС

Ранг	2014а		2014б		2015а		2015б		2016а		2016б	
	ПУ	Ниво	ПУ	Ниво	ПУ	Ниво	ПУ	Ниво	ПУ	Ниво	ПУ	Ниво
1	Суботица	0.396	Ниш	0.483	Суботица	0.578	Пријепоље	0.536	Београд	0.486	Пријепоље	0.478
2	Нови Сад	0.343	Суботица	0.481	Београд	0.494	Београд	0.521	Ваљево	0.451	Ваљево	0.458
3	Шабац	0.326	С. Митровица	0.440	Шабац	0.483	Шабац	0.512	Пожаревац	0.428	С. Митровица	0.450
4	Пожаревац	0.323	Крагујевац	0.430	С. Митровица	0.444	Крагујевац	0.482	Крагујевац	0.423	Крагујевац	0.405
5	Зајечар	0.315	Пожаревац	0.370	Пожаревац	0.387	Кикинда	0.447	Панчево	0.405	Краљево	0.405
6	Бор	0.311	Београд	0.330	Ужице	0.384	С. Митровица	0.420	Смедерево	0.372	Ужице	0.392
7	Пријепоље	0.290	Нови Сад	0.324	Крагујевац	0.371	Пожаревац	0.400	Суботица	0.345	Ниш	0.384
8	Прокупље	0.278	Смедерево	0.303	Нови Сад	0.367	Ниш	0.387	Пријепоље	0.336	Нови Пазар	0.350
9	Смедерево	0.277	Ужице	0.302	Кикинда	0.367	Прокупље	0.356	Ниш	0.330	Панчево	0.324
10	Ужице	0.270	Сомбор	0.278	Ниш	0.330	Ваљево	0.348	Прокупље	0.328	Зајечар	0.313
11	Сомбор	0.268	Шабац	0.274	Прокупље	0.320	Нови Сад	0.337	Зрењанин	0.319	Шабац	0.297
12	Београд	0.255	Прокупље	0.256	Зрењанин	0.318	Панчево	0.333	Краљево	0.318	Крушевац	0.290
13	Панчево	0.248	Бор	0.244	Ваљево	0.308	Нови Пазар	0.325	Шабац	0.298	Прокупље	0.284
14	С. Митровица	0.239	Пријепоље	0.230	Смедерево	0.304	Сомбор	0.318	Сомбор	0.288	Нови Сад	0.279
15	Чачак	0.209	Ваљево	0.216	Краљево	0.303	Смедерево	0.312	Крушевац	0.288	Јагодина	0.264
16	Лесковац	0.203	Зајечар	0.200	Сомбор	0.302	Јагодина	0.300	С. Митровица	0.278	Бор	0.261
17	Ваљево	0.197	Чачак	0.188	Пријепоље	0.298	Краљево	0.299	Јагодина	0.274	Сомбор	0.258
18	Кикинда	0.194	Кикинда	0.182	Чачак	0.278	Крушевац	0.285	Ужице	0.267	Суботица	0.228
19	Краљево	0.182	Лесковац	0.169	Зајечар	0.274	Зајечар	0.266	Нови Пазар	0.263	Врање	0.222
20	Крушевац	0.172	Јагодина	0.163	Нови Пазар	0.259	Чачак	0.262	Чачак	0.248	Смедерево	0.214
21	Јагодина	0.095	Крушевац	0.140	Панчево	0.239	Зрењанин	0.230	Зајечар	0.236	Чачак	0.198
22	Крагујевац	0.000	Пирот	0.000	Јагодина	0.232	Пирот	0.173	Врање	0.236	Лесковац	0.162
23	Ниш	0.000	Врање	0.000	Крушевац	0.215	Врање	0.107	Бор	0.228	Кикинда	0.147
24	Пирот	0.000	Краљево	0.000	Пирот	0.167	Лесковац	0.000	Лесковац	0.183	Зрењанин	0.125
25	Врање	0.000	Нови Пазар	0.000	Врање	0.137	Бор	0.000	Кикинда	0.167	Београд	0.000
26	Нови Пазар	0.000	Зрењанин	0.000	Лесковац	0.000	Ужице	0.000	Пирот	0.000	Пирот	0.000
27	Зрењанин	0.000	Панчево	0.000	Бор	0.000	Суботица	0.000	Нови Сад	0.000	Пожаревац	0.000



Прилог Д.3. Стандардно одступање ранга полицијских управа према $KIBS_{огр}^H$

Табела Д.3. Стандардно одступање ранга полицијских управа према $KIBS_{огр}^H$ у односу на ранг према $KIBS$, за све временске пресеке

КИБС		КИБС _{огр} ³ : 5_6_8		КИБС _{огр} ⁴ : 3_5_6_8		КИБС _{огр} ⁵ : 3_4_5_6_8	
ПУ	Ст.одступање ранга	ПУ	Ст.одступање ранга	ПУ	Ст.одступање ранга	ПУ	Ст.одступање ранга
Суботица	10.82	Суботица	11.33	Суботица	10.21	Суботица	11.20
Београд	9.27	Београд	9.69	Београд	9.92	Београд	9.68
Пожаревац	9.16	Пожаревац	9.24	Пожаревац	9.43	Пожаревац	9.63
Нови Сад	8.60	Панчево	8.86	Бор	9.42	Ниш	9.44
Панчево	8.09	С. Митровица	8.69	Нови Пазар	8.85	Нови Пазар	8.53
Бор	8.09	Нови Пазар	8.57	Ниш	8.29	Бор	8.50
Ужице	7.94	Нови Сад	8.08	Панчево	8.29	Шабац	8.28
Кикинда	7.84	Кикинда	7.94	Ужице	8.23	Панчево	8.14
Ниш	7.26	Ниш	7.83	Нови Сад	8.14	Нови Сад	7.99
Крагујевац	7.20	Ужице	7.57	Кикинда	8.02	Кикинда	7.88
Зрењанин	7.03	Зајечар	7.33	Зајечар	7.55	С. Митровица	7.87
Нови Пазар	6.95	Крагујевац	7.19	Крагујевац	7.25	Ужице	7.45
Пријеполје	6.57	Бор	7.17	Зрењанин	7.25	Зајечар	7.22
Ваљево	6.49	Краљево	6.89	Ваљево	7.13	Крагујевац	7.12
Краљево	6.47	Сомбор	6.87	Крушевац	6.62	Зрењанин	6.80
Зајечар	6.23	Зрењанин	6.77	С. Митровица	6.47	Краљево	6.65
С. Митровица	5.82	Шабац	6.25	Сомбор	6.32	Ваљево	5.97
Смедерево	5.25	Ваљево	6.12	Шабац	6.22	Крушевац	5.39
Шабац	4.80	Крушевац	5.72	Краљево	6.08	Пријеполје	5.20
Крушевац	4.07	Јагодина	5.44	Пријеполје	5.83	Смедерево	4.71
Лесковац	3.71	Пријеполје	5.12	Врање	4.58	Сомбор	4.18
Јагодина	2.88	Прокупље	4.42	Смедерево	4.42	Врање	3.72
Сомбор	2.73	Лесковац	4.07	Чачак	3.45	Прокупље	3.39
Чачак	2.26	Смедерево	3.13	Прокупље	3.35	Јагодина	3.35
Врање	2.23	Врање	2.99	Лесковац	2.61	Лесковац	2.93
Прокупље	1.87	Чачак	1.83	Јагодина	2.50	Чачак	2.73
Пирот	1.79	Пирот	1.83	Пирот	1.79	Пирот	1.79



Оцена безбедности саобраћаја на основу
композитног индекса безбедности саобраћаја
Докторска дисертација, Саобраћајни факултет, 2018

БИОГРАФИЈА

БИОГРАФИЈА АУТОРА

Милан Тешић је рођен 21. јуна 1987. године у Брчком, Република Српска, Босна и Херцеговина. Основно и средње образовање је стекао у Шамцу. На Саобраћајном факултету Универзитета у Источном Сарајеву дипломирао је 2010. године са просечном оценом 9.34 као најбољи студент на смеру *друмски и градски саобраћај*.

Постдипломске- мастер студије уписао је 2011. године на Департману за саобраћај и транспорт, Факултета техничких наука Универзитета у Новом Саду. 2012. године је дипломирао са просечном оценом 9.57.

Докторске студије уписује 2012. године на Саобраћајном факултету Универзитета у Београду. Испите предвиђене наставним планом и програмом је положио са просечном оценом 9.91.

У јуну 2014. године почиње са радом у Агенцији за безбједност саобраћаја Републике Српске, на пословима планирања и спровођења превентивних кампања на унапређењу безбедности саобраћаја. У септембру 2017. године именован је за руководиоца Сектора за возаче, путеве и возила и тренутно је представник ове организације у Европском савету за безбедност саобраћаја.

У досадашњем раду, Милан Тешић је био аутор или коаутор преко 60 научних и стручних радова од којих су 4 на SCI листи и неколико приручника за јачање капацитета безбедности саобраћаја. Учествовао је као члан пројектног тима у неколико међународних и националних пројеката. Такође, учествовао је у неколико међународних обука из области дизајна пута са аспекта безбедности саобраћаја, ревизије и провере безбедности саобраћаја.

Оцена безбедности саобраћаја на основу
КОМПОЗИТНОГ ИНДЕКСА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА
Докторска дисертација, Саобраћајни факултет, 2018

ИЗЈАВЕ

Изјава о ауторству

Име и презиме аутора: Милан ТЕШИЋ

Број индекса: ДС- 003/2012

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

ОЦЕЊИВАЊЕ БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА НА ОСНОВУ
КОМПОЗИТНОГ ИНДЕКСА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА

Назив теме на енглеском језику:

ROAD SAFETY ASSESSMENT BASED ON A ROAD SAFETY
PERFORMANCE INDEX

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да дисертација у целини ни у деловима није била предложена за стицање друге дипломе према студијским програмима других високошколских установа;
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио/ла интелектуалну својину других лица.

У Београду, _____

Потпис аутора



Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора: Милан ТЕШИЋ

Број индекса: ДС- 003/2012

Студијски програм: Саобраћај

Наслов рада: ОЦЕЊИВАЊЕ БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА
НА ОСНОВУ КОМПОЗИТНОГ ИНДЕКСА
ROAD SAFETY ASSESSMENT BASED ON A
ROAD SAFETY PERFORMANCE INDEX

Ментор: Проф. др Крсто ЛИПОВАЦ

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла ради похрањена у **Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског назива доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

У Београду, _____

Потпис аутора



Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

**ОЦЕЊИВАЊЕ БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА НА ОСНОВУ
КОМПОЗИТНОГ ИНДЕКСА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА**

Назив теме на енглеском језику:

**ROAD SAFETY ASSESSMENT BASED ON A ROAD SAFETY
PERFORMANCE INDEX**

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду и доступну у отвореном приступу могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство (CC BY)

2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)

3. Ауторство – некомерцијално – без прерада (CC BY-NC-ND)

4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)

5. Ауторство – без прерада (CC BY-ND)

6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци.
Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве).

У Београду, _____

Потпис аутора



1. **Ауторство.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

2. **Ауторство - некомерцијално.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

3. **Ауторство - некомерцијално - без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

4. **Ауторство - некомерцијално - делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

5. **Ауторство - без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. **Ауторство - делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.