



УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ
ФАКУЛТЕТ ЗАШТИТЕ НА РАДУ У НИШУ



Жарко Г. Врањанац

**МОДЕЛ ВРЕДНОВАЊА ЛОКАЛНОГ УЧИНКА ЗАШТИТЕ
ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ ЗАСНОВАН НА ИНДИКАТОРИМА
ПЕРФОРМАНСИ У КОМУНАЛНИМ ДЕЛАТНОСТИМА**

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

Ниш, 2024.



UNIVERSITY OF NIŠ
FACULTY OF OCCUPATIONAL SAFETY IN NIŠ



Žarko G. Vranjanac

**A MODEL FOR EVALUATING LOCAL ENVIRONMENTAL
PROTECTION EFFECTS USING PERFORMANCE
INDICATORS WITHIN THE PUBLIC UTILITIES SECTOR**

DOCTORAL DISSERTATION

Niš, 2024

Подаци о докторској дисертацији

Ментор:

др Ненад Живковић, редовни професор
Универзитет у Нишу, Факултет заштите на раду у Нишу

Наслов:

Модел вредновања локалног учинка заштите животне средине заснован на индикаторима перформанси у комуналним делатностима

Резиме:

Савремени трендови урбанизације наметнули су градовима улогу кључних актера у заштити животне средине и постизању одрживог развоја. Фокус дисертације обухвата развој иновативног модела за вредновање перформанси заштите животне средине у комуналним делатностима. Креирани модел интегрише кључне индикаторе перформанси и иновативних мера заштите животне средине, с циљем анализе доприноса комуналних делатности заштити животне средине. Методолошки оквир модела представљен је Индексом перформанси заштите животне средине у комуналним делатностима (Public Utility Environmental Performance Index – PUEPI). PUEPI анализира локални učinак у пет кључних области: водоснабдевање, каналисање, управљање отпадом, остале комуналне делатности и у њима примењене иновативне мере. Валидација модела извршена је на узорку од 28 градова у Републици Србији у периоду 2016-2020. године. SPSS 26.0 је примењен за израду дескриптивне статистике, Expert Choice 11 за доделу тежинских коефицијената, док је SmartPLS 4.0 коришћен за регресиону и корелациону анализу између индикатора перформанси и иновативних мера. Градови су ранжирани на основу PUEPI индекса и класификовани у пет квалитативних категорија, чиме је извршено вредновање локалног учинка заштите животне средине.

Научна област:

Инжењерство заштите животне средине и заштите на раду

Научна дисциплина:

Управљање квалитетом радне и животне средине

Кључне речи:

Индикатори, перформансе, заштита животне средине, вредновање, комуналне делатности, иновативне мере

УДК:

502/504:351.778.8(043.3)

CERIF класификација:

T 270 Технологија животне средине,
контрола загађивања

Тип лиценце
Креативне заједнице:

Ауторство – некомерцијално – без прераде (CC BY-NC-ND)

Data on Doctoral Dissertation

Doctoral Supervisor:	PhD Nenad Živković, Full professor University of Niš, Faculty of Occupational Safety in Niš
Title:	A Model for Evaluating Local Environmental Protection Effects Using Performance Indicators within the Public Utilities Sector
Abstract:	Contemporary urbanization trends have positioned cities as key actors in environmental protection and achieving sustainable development. The focus of the dissertation revolves around the development of an innovative model for evaluating environmental protection performance in the public utilities sector. The created model integrates key performance indicators and innovative environmental protection measures to analyze the contribution of public utilities to environmental protection. The methodological framework of the model is presented as the Public Utility Environmental Performance Index (PUEPI). PUEPI analyzes local performance in five key areas: water supply, sewage, waste management, other communal activities, and applied innovative measures. Model validation was conducted on a sample of 28 cities in the Republic of Serbia during the period 2016-2020. SPSS 26.0 was used for descriptive statistics, Expert Choice 11 for assigning weight coefficients, and SmartPLS 4.0 for regression and correlation analysis between performance indicators and innovative measures. Cities are ranked based on the PUEPI index and classified into five qualitative categories, thus evaluating the local environmental protection performance.
Scientific Field:	Environmental and Occupational Safety Engineering
Scientific Discipline:	Working and living environment quality
Key Words:	Indicators, Performance, Environmental Protection, Evaluation, Public Utilities, Innovative Measures
UDC:	502/504:351.778.8(043.3)
CERIF Classification:	T270 Environmental technology, pollution control
Creative Commons License Type:	CC BY-NC-ND

Захвалност

Неизмерну захвалност дугујем ментору, проф. др Ненаду Живковићу, како на идеји за формулисање дисертације, тако и на помоћи у сагледавању добијених резултата. Његова безрезервна стручна помоћ, указано поверење, јасне смернице и корисни савети, били су од круцијалног значаја за реализацију ове докторске дисертације.

Захваљујем се свим члановима Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације, који су својим сугестијама дали допринос коначној форми докторске дисертације. Велико хвала ванр. проф. др Дејану Васовићу, за несебично дељење релевантних информација важних за ову дисертацију. Хвала проф. др Гордани Стефановић, са Машинског факултета у Нишу, на сугестијама током израде ове дисертације. Искрено се захваљујем проф. др Амелији Ђорђевић и ванр. проф. др Горану Јанаћковићу, који су својим конструктивним саветима допринели квалитету ове дисертације.

Посебно се захваљујем доц. др Тамари Рађеновић са Факултета заштите на раду у Нишу, као и колеги др Жарку Рађеновићу из Иновационог центра Универзитета у Нишу, на огромној помоћи током израде дисертације.

Изражавам захвалност декану Факултета заштите на раду у Нишу, проф. др Срђану Глишовићу, као и директору Иновационог центра Универзитета у Нишу, проф. др Драгољубу Живковићу, на сарадњи у току израде дисертације.

Захвалан сам професорима Факултета техничких наука у Новом Саду са Департмана за инжењерство заштите животне средине и заштите на раду, на сарадњи током израде ове дисертације, посебно проф. др Миодрагу Хаџистевићу.

Хвала проф. др Богдани Вујић са Техничког факултета „Михајло Пупин“ у Зрењанину, на сарадњи током израде дисертације.

Хвала и др Небојши Вељковићу, из Агенције за заштиту животне средине, на професионалној помоћи и корисним саветима током израде ове дисертације.

Захвалност дугујем професорима Факултета заштите на раду у Нишу у пензији, проф. др Драгану Спасићу и проф. др Миомиру Станковићу, на инспирацији за истраживачки рад у области комуналних делатности и индикатора заштите животне средине.

Огромно хвала проф. др Снежани Живковић, за мотивацију да ова докторска дисертација угледа светлост дана.

Највећу захвалност на подршци и стрпљењу током вишегодишњег научно-истраживачког рада дугујем својим родитељима и својој породици, којима посвећујем ову докторску дисертацију.

САДРЖАЈ:

1.	УВОД.....	13
1.1.	Проблем истраживања.....	15
1.2.	Предмет истраживања.....	15
1.3.	Циљ и значај истраживања.....	16
1.4.	Хипотезе истраживања.....	17
1.5.	Методологија истраживања.....	17
1.6.	Структура докторске дисертације.....	18
2.	КОМУНАЛНИ СИСТЕМ: ПРЕГЛЕД КОНЦЕПТА.....	20
2.1.	Настанак и развој комуналног система.....	20
2.2.	Концептуални оквир комуналног система.....	21
2.2.1.	Појам и дефиниција комуналних делатности.....	24
2.2.2.	Класификација комуналних делатности.....	25
2.3.	Правни оквир комуналног система.....	26
2.3.1.	Закон о комуналним делатностима и подзаконски прописи.....	29
2.4.	Институционални оквир комуналног система.....	31
2.4.1.	Значај комуналних делатности за локалну самоуправу.....	32
2.4.2.	Комунална предузећа као вршиоци комуналних делатности.....	34
2.4.3.	Институције од значаја за комуналне делатности.....	35
3.	УЛОГА И ЗНАЧАЈ КОМУНАЛНОГ СИСТЕМА У ЗАШТИТИ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ.....	37
3.1.	Водоснабдевање и заштита животне средине.....	39
3.2.	Каналисање отпадних вода и заштита животне средине.....	42
3.3.	Управљање комуналним отпадом и заштита животне средине.....	44
3.4.	Снабдевање топлотном енергијом и заштита животне средине.....	47
3.5.	Остале комуналне делатности и заштита животне средине.....	49
3.6.	Иновативне мере заштите животне средине.....	50
4.	ВРЕДНОВАЊЕ ПЕРФОРМАНСИ ЗАШТИТЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ.....	54
4.1.	Детерминисање перформанси заштите животне средине.....	54
4.2.	Методолошки оквир вредновања перформанси заштите животне средине.....	55
4.2.1.	Смернице стандарда SRPS ISO 14031:2016 за вредновање перформанси животне средине.....	56
4.3.	Примена индикатора за вредновање перформанси животне средине.....	61
4.3.1.	Појмовно одређење индикатора.....	62
4.3.2.	Карактеристике и врсте индикатора.....	64
4.3.3.	Индикатори за вредновање перформанси животне средине.....	66
4.3.4.	Методологија развоја композитног индекса.....	68
4.4.	Модели за вредновање перформанси заштите животне средине.....	70
5.	КРЕИРАЊЕ МОДЕЛА ЗА ВРЕДНОВАЊЕ ПЕРФОРМАНСИ ЗАШТИТЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ У КОМУНАЛНИМ ДЕЛАТНОСТИМА.....	73
5.1.	Избог кључних индикатора перформанси заштите животне средине.....	73
5.1.1.	Индикатори перформанси водоснабдевања.....	75
5.1.2.	Индикатори перформанси каналисања.....	77
5.1.3.	Индикатори перформанси управљања отпадом.....	79
5.1.4.	Индикатори перформанси осталих комуналних делатности.....	82
5.1.5.	Индикатори перформанси иновативних мера заштите животне средине.....	84
5.2.	Сакупљање, анализа и трансформација података у информације неопходне за вредновање перформанси заштите животне средине.....	87
5.2.1.	Сакупљање података о перформансама заштите животне средине.....	87

5.2.2. Анализа и трансформација података у информације	89
5.3. Развој модела за вредновање локалног учинка заштите животне средине	90
5.3.1. Теоријско-методолошки оквир модела за вредновање локалног учинка заштите животне средине	90
5.3.2. Нормализација индикатора	93
5.3.3. Одређивање тежинских коефицијената	94
5.3.4. Агрегација и израчунавање подиндекса и индекса перформанси заштите животне средине.....	96
5.3.5. Израчунавање подиндекса WSPI, SPI, WPI, OPI, IPI и композитног индекса PUEPI.....	96
5.3.6. Скала за вредновање локалног учинка и иновативних мера заштите животне средине	98
5.4. Преиспитивање, побољшање и процена структуре модела за вредновање локалног учинка заштите животне средине	99
5.4.1. Процена структуре модела применом SmartPLS 4.0 софтвера.....	100
6. АНАЛИЗА И ИНТЕРПРЕТАЦИЈА РЕЗУЛТАТА ВРЕДНОВАЊА ПЕРФОРМАНСИ ЗАШТИТЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ У КОМУНАЛНИМ ДЕЛАТНОСТИМА	101
6.1. Анализа упитника за индикаторе перформанси и иновативне мере заштите животне средине.....	101
6.2. Модел за вредновање перформанси заштите животне средине	103
6.3. Дескриптивна статистика индекса перформанси заштите животне средине.....	106
6.3.1. Дескриптивна статистика индекса перформанси водоснабедавања.....	107
6.3.2. Дескриптивна статистика индекса перформанси каналисања.....	107
6.3.3. Дескриптивна статистика индекса перформанси управљања отпадом	108
6.3.4. Дескриптивна статистика индекса перформанси осталих комуналних делатности.....	109
6.3.5. Дескриптивна статистика индекса перформанси иновативних мера заштите животне средине.....	109
6.4. Валидација модела за вредновање перформанси заштите животне средине.....	110
6.4.1. Анализа резултата вредновања PUEPI-IPI за 2016. годину	111
6.4.2. Анализа резултата вредновања PUEPI-IPI за 2017. годину	114
6.4.3. Анализа резултата вредновања PUEPI-IPI за 2018. годину	116
6.4.4. Анализа резултата вредновања PUEPI-IPI за 2019. годину	119
6.4.5. Анализа резултата вредновања PUEPI-IPI за 2020. годину	122
6.4.6. Графичка интерпретација анализе осетљивости перформанси WSPI, SPI, WPI и OPI за период 2016-2020. године.....	125
6.4.7. Интерпретација и дискусија PUEPI индекса за период 2016-2020. године..	135
6.4.8. Интерпретација и дискусија IPI индекса за период 2016-2020. године.....	148
6.5. Модел корелације између IPI и PUEPI индекса	152
7. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА	155
ЛИТЕРАТУРА.....	160
ПРИЛОЗИ	185
БИОГРАФИЈА АУТОРА.....	196
ИЗЈАВЕ АУТОРА	197

СПИСАК СЛИКА

Слика 2-1. Приказ комуналног система заснован на системском приступу	23
Слика 2-2. Институционални оквир комуналног система	31
Слика 3-1. Интеракција између комуналног система и животне средине.....	38
Слика 3-2. Водоводи у Републици Србији класификовани према исправности воде за пиће у периоду од 2015. до 2019. године	41
Слика 3-3. Биланс отпадних вода у Републици Србији у периоду од 2016. до 2020. године у m^3	43
Слика 3-4. Број постројења за прераду комуналног отпада, број одлагалишта комуналног отпада и број дивљих депонија у РС по регионима у периоду од 2016. до 2020. године	46
Слика 3-5. Количина произведене топлотне енергије, потрошња топлотне енергије – домаћинства, правна лица и предузетници у РС у периоду од 2017. до 2021. године у GJ	49
Слика 4-1. Шематски приказ вредновања перформанси животне средине у складу са PDCA моделом	57
Слика 4-2. Коришћење података и информација	60
Слика 4-3. Шематски приказ концепта индикатора са становишта Теорије репрезентације	61
Слика 4-4. Шематски приказ стања неуједначености индикатора.....	62
Слика 4-5. Представљање концепта „супер индикатор“	64
Слика 4-6. Индикатори перформанси и стања животне средине	67
Слика 4-7. Развој композитних индикатора одређеног феномена	68
Слика 4-8. Кључни кораци у развоју композитних индекса.....	70
Слика 5-1. Методолошки оквир PUEPI.....	91
Слика 6-1. Хијерархијска структура модела за вредновање перформанси заштите животне средине у комуналним делатностима	104
Слика 6-2. PUEPI 2016. године	111
Слика 6-3. IPI 2016. године	113
Слика 6-4. PUEPI 2017. године	114
Слика 6-5. IPI 2017. године	116
Слика 6-6. PUEPI 2018. године	117
Слика 6-7. IPI 2018. године	119
Слика 6-8. PUEPI 2019. године	120
Слика 6-9. IPI 2019. године	122
Слика 6-10. PUEPI 2020. године	123
Слика 6-11. IPI 2020. године	125
Слика 6-12. WSPI 2016. године.....	126
Слика 6-13. SPI 2016. године.....	126
Слика 6-14. WPI 2016. године.....	127
Слика 6-15. OPI 2016. године.....	127
Слика 6-16. WSPI 2017. године.....	128
Слика 6-17. SPI 2017. године.....	128
Слика 6-18. WPI 2017. године.....	129
Слика 6-19. OPI 2017. године.....	129
Слика 6-20. WSPI 2018. године.....	130
Слика 6-21. SPI 2018. године.....	130
Слика 6-22. WPI 2018. године.....	131
Слика 6-23. OPI 2018. године.....	131

Слика 6-24. WSPI 2019. године.....	132
Слика 6-25. SPI 2019. године.....	132
Слика 6-26. WPI 2019. године.....	133
Слика 6-27. OPI 2019. године.....	133
Слика 6-28. WSPI 2020. године.....	134
Слика 6-29. SPI 2020. године.....	134
Слика 6-30. WPI 2020. године.....	135
Слика 6-31. OPI 2020. године.....	135
Слика 6-32. Тренд PUEPI индекса за период 2016-2020. године у градовима РС.....	147
Слика 6-33. Тренд IPI индекса за период 2016-2020. године у градовима РС.....	148
Слика 6-34. Модел корелације PUEPI-IPI.....	153

СПИСАК ТАБЕЛА

Табела 5-1. Израчунавање индикатора перформанси водоснабдевања	75
Табела 5-2. Индикатор квалитета воде за пиће (микробиолошка неисправност).....	76
Табела 5-3. Индикатор квалитета воде за пиће (физичкохемијска неисправност).....	76
Табела 5-4. Израчунавање индикатора перформанси каналисања.....	78
Табела 5-5. Израчунавање индикатора перформанси управљања отпадом	80
Табела 5-6. Израчунавање индикатора перформанси осталих комуналних делатности	83
Табела 5-7. Израчунавање индикатора перформанси иновативних мера заштите животне средине.....	84
Табела 5-8. Saaty-јева скала.....	96
Табела 5-9. Скала за вредновање локалног учинка заштите животне средине.....	98
Табела 6-1. Дескриптивна статистика упитника-образовање експерата	102
Табела 6-2. Дескриптивна статистика упитника: образовање-награде експерата.....	102
Табела 6-3. Дескриптивна статистика упитника: пројекти-награде експерата.....	102
Табела 6-4. Дескриптивна статистика упитника: пројекти-оцене експерата	103
Табела 6-5. Дескриптивна статистика PUEPI индекса	106
Табела 6-6. Дескриптивна статистика WSPI индекса.....	107
Табела 6-7. Дескриптивна статистика SPI индекса.....	108
Табела 6-8. Дескриптивна статистика WPI индекса	108
Табела 6-9. Дескриптивна статистика OPI индекса	109
Табела 6-10. Дескриптивна статистика IPI индекса.....	110
Табела 6-11. Ранг градова према локалном учинку за 2016. годину.....	112
Табела 6-12. Градови категорисани према локалном учинку за 2016. годину.....	113
Табела 6-13. Градови категорисани према локалном учинку за 2017. годину.....	114
Табела 6-14. Ранг градова према локалном учинку за 2017. годину.....	115
Табела 6-15. Градови категорисани према локалном учинку за 2018. годину.....	117
Табела 6-16. Ранг градова према локалном учинку за 2018. годину.....	118
Табела 6-17. Градови категорисани према локалном учинку за 2019. годину.....	120
Табела 6-18. Ранг градова према локалном учинку за 2019. годину.....	121
Табела 6-19. Градови категорисани према локалном учинку за 2020. годину.....	123
Табела 6-20. Ранг градова према локалном учинку за 2020. годину.....	124
Табела 6-21. Ранг градова према PUEPI индексу за период 2016-2020. године	136
Табела 6-22. Вредности IPI индекса по градовима за период 2016-2020. године.....	149
Табела 6-23. Структурални однос конвергентне валидности модела	153
Табела 6-24. Дискриминантна валидност модела	154
Табела 6-25. Тестирање хипотезе модела применом SmartPLS 4.0 софтвера.....	154

КОРИШЋЕНЕ СКРАЋЕНИЦЕ

Скраћеница	Назив на енглеском	Назив на српском језику
АНП	Analytic Hierarchy Process	Аналитички хијерархијски процес
АП	Autonomous province	Аутономна покрајина
ВАТ	Best Available Technology	Најбоља расположива технологија
CIRAIG	International Reference Center for Life Cycle Assessment and Sustainable Transition	Међународни референтни центар за процену животног циклуса и одрживу транзицију
DPSIR	Driving forces, Pressures, State, Impact, Responses	Покретачки фактори, притисци, стање, утицаји и реакције
ЦОП/SDG	Sustainable development goals	Циљеви одрживог развоја
ЛС	Local self-government	Локална самоуправа
ЈЛС	Self-government unit	Јединица локалне самоуправе
РС	Republic of Serbia	Република Србија
СЛОП	Strategy of sustainable urban development	Стратегија локалног одрживог развоја
SPSS	Statistical Product and Service Solutions	Статистичка решења за производе и услуге
ЕС	European Comission	Европска комисија
ЕСИ	Environmental condition indicators	Индикатори стања животне средине
EMS	Environmental Management System	Систем управљања животном средином
ЕРАкт	Energy Policy Act	Закон о енергетској политици
ЕПИ	Environmental Performance Index	Индекс перформанси животне средине
ЕУ/ЕУ	European Union	Европска унија
ЕУРОСТАТ	European Statistical Office	Европска канцеларија за статистику
ЕЕА	European Environment Agency	Европска агенција за животну средину
GDP/БДП	Gross Domestic Product	Бруто домаћи производ

GIS/ ГИС	Geographic Information System	Географски информациони систем
IEA	International Energy Agency	Међународна агенција за енергију
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	Међувладин панел о климатским променама
IRENA	International Renewable Energy Agency	Међународна агенција за обновљиве изворе енергије
ISO	International Organization for Standardisation	Међународна организација за стандардизацију
KPI	Key performance indicators	Кључни индикатори перформанси
MDG	The Millennium Development Goal	Миленијумски развојни циљ
MPI	Management performance indicators	Индикатори перформанси менаџмента
OPI	Operational performance indicators	Индикатори перформанси реализације оперативних активности
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development	Организација за економску сарадњу и развој
PURPA	Public Utility Regulatory Policies Act	Закон о регулаторној политици јавних комуналних предузећа
SAW	Simple Additive Weighting	Једноставно адитивно пондерисање
UN/УН	United Nations	Уједињене Нације
UN-Habitat	United Nations Human Settlements Programme	Програм УН за људска насеља
UNEP	UN Environment programme	Програм УН за животну средину
UNICEF	United Nations International Children's Emergency Fund	Фонд УН за помоћ деци
WHO	World Health Organization	Светска здравствена организација

1. УВОД

У савременим условима, више од половине светске популације живи у урбаним срединама и према пројекцијама тај проценат ће достићи 70% до 2050. године (United Nations, 2023). Према подацима Глобалне мреже за праћење еколошког отиска, тренутно је потребно 1.75 планете Земље да би се подржао актуелни начин живота човечанства (Global Footprint Network, 2023). Глобални напори и иницијативе за одрживост биће изгубљени или добијени, управо у градовима. У светлу повећаних притисака на животну средину, нарочито у урбаним срединама изазваних пре свега антропогеним деловањем (штетне емисије у ваздух и воде, генерисање комуналног чврстог отпада и отпадних вода, висока потрошња енергије, нестајање зелених површина и др.), али и негативних локалних ефеката климатских промена (појава поплава, суша, екстремно високих или ниских температура и др.), јавља се потреба да се овим проблемима приступи на интегрални начин. Изразите миграције становништва ка урбаним срединама вођене су пре свега потребама за запослењем, али и вишим стандардом и квалитетом живота који се очекују у градовима. Ово поставља тежак задатак носиоцима локалних власти да растућем урбаном становништву обезбеде адекватну комуналну инфраструктуру, обим и квалитет комуналних производа и услуга у складу са очекивањима. Имајући у виду напред наведене притиске у животној средини, намеће се потреба за јачањем капацитета комуналног система за управљање заштитом животне средине у урбаним подручјима. То подразумева усавршавање процеса планирања развоја градова, као и примену низа прописа у области животне средине и стандарда, који потенцирају проактивно деловање надлежних служби, установа и предузећа (организација). Проактивни приступ подразумева примену иновативних мера заштите животне средине у организацијама на нивоу процеса, производа и услуга (редизајн процеса за смањење емисије загађујућих материја у ваздух и воде, минимизацију количина чврстог отпада и отпадних вода, смањење нивоа буке, увођење чистијих технологија, употребу рециклабилних и нетоксичних материјала, као и оних који троше мање енергије у процесу прераде и др.), али и на нивоу градова и локалних самоуправа (ЛС).

Стратегије локалног одрживог развоја градова и општина, у складу са циљевима одрживог развоја (скр. ЦОР; енг. Sustainable development goals – SDG), посебно ЦОР 11 – Одрживи градови и заједнице, све више укључују иновативне мере и активности заштите животне средине, у функцији повећања учинка заштите животне средине (United

Nations, 2015). Локални учинак заштите животне средине односи се на мерљиве резултате система управљања заштитом животне средине, добијене анализом аспеката животне средине у ЛС (нпр. праћењем индикатора перформанси). Захтеви за високим перформансама заштите животне средине, одражавају способност организација да усвоје најновија сазнања о животној средини и примене их у циљу побољшања процеса, производа и услуга у оквиру својих делатности.

У таквом приступу градови постају кључни носиоци мера и активности на смањењу загађења и побољшању квалитета урбане животне средине, што у првом реду захтева примену иновативних мера заштите животне средине у циљу унапређења функционисања комуналних делатности. Иновације комуналних производа и услуга, као и процеса у комуналном систему захтевају имплементацију најновијих знања, технологија и значајне инвестиције (изградња постројења за третман отпадних вода, санитарних депонија, примена вештачке интелигенције, дрона и др.). Само у Европи, прелазак на концепт циркуларне економије има инвестициони потенцијал од 320 милијарди евра, до 2025. године (SYSTEMIQ and Ellen MacArthur Foundation, 2017).

Управљање и мониторинг иновативних мера заштите животне средине, поставља захтеве за развојем поузданих алата за вредновање локалног учинка заштите животне средине, праћењем индикатора перформанси у комуналним делатностима. Индикатори перформанси заштите животне средине могу се применити за мерење и анализу значајних аспеката животне средине, оптерећења животне средине, информисање заинтересованих страна (становништво, организације и др.), као и вредновање и доношење одлука на локалном нивоу.

Међутим, вредновање постигнутих ефеката у заштити животне средине на локалном нивоу још увек представља велики изазов (Wang, 2019; Alpenberg, 2018; Guo et al., 2017). У литератури (Long et al., 2017; Cheng et al., 2017; Chiou et al., 2011; Carrión-Flores & Innes, 2010) се издваја више различитих становишта о значају повезаности између иновација и учинка заштите животне средине. Међутим, моделирање је суштинска компонента евалуације локалног учинка заштите животне средине, као и инструмент подршке у доношењу одлука (Ong et al., 2019; Bennett et al., 2010; Jakeman, 2006).

У складу са наведеним, истраживање у оквиру докторске дисертације фокусирано је на моделирање вредновања локалног учинка заштите животне средине у градовима Републике Србије (РС), кроз индикаторе перформанси и иновативних мера заштите животне средине у комуналним делатностима. У контексту докторске дисертације перформансе заштите животне средине посматрају се као „достигнућа организација у

управљању односом између читавог спектра својих активности и њихових утицаја и ефеката на животну средине“, према техничком упутству-спецификацији креираном од стране ISO/TC 207/SC 4 (SRPS ISO 14031:2016). Применом модела за вредновање локалног учинка, који интегрише перформансе и иновативне мере заштите животне средине у комуналним делатностима, омогућава се компаративна анализа градова. На основу унапред дефинисаних група критеријума, које се односе на перформансе комуналног система и иновативних мера заштите животне средине у истим, могуће је рангирати градове у односу на посматрани допринос комуналних система заштити урбане животне средине.

1.1. Проблем истраживања

С обзиром на различитост ставова у литератури, као и чињенице да се релативно мали број истраживача бави индикаторима перформанси и њиховом применом за вредновање локалног учинка заштите животне средине (Ong et al., 2019; Grekova et al., 2013), може се закључити да ова област још увек у свету није довољно истражена. У РС на нивоу ЛС не постоји јединствена методологија нити унифицирани модел за вредновање перформанси заштите животне средине. Стандард за вредновање перформанси заштите животне средине (SRPS ISO 14031:2016) даје смернице организацијама, међутим изостаје упутство о примени специфичних метода за вредновање учинка заштите животне средине у одређеним делатностима, пре свега у комуналним. Ово недвосмислено указује на неопходност развоја универзално прихватљивог модела за вредновање локалног учинка заштите животне средине у комуналним делатностима.

1.2. Предмет истраживања

Имајући у виду напред наведено, предмет истраживања докторске дисертације су индикатори перформанси заштите животне средине у комуналним делатностима, као и модел за вредновање локалног учинка заштите животне средине са аспекта проактивног управљања. Посебна пажња у истраживању је усмерена на утврђивање повезаности између техничко-технолошких аспеката иновативних мера и индикатора перформанси заштите животне средине у комуналним делатностима.

Избор комуналних делатности за развој и примену модела за вредновање локалног учинка произилази из чињенице да комунална предузећа обављају делатност од општег интереса, директно спроводе велики број иновативних мера заштите животне средине, као и да обухватају значајне аспекте животне средине (нпр. снабдевање водом за пиће;

пречишћавање и одвођење атмосферских и отпадних вода; производња, дистрибуција и снабдевање топлотном енергијом; управљање комуналним отпадом; одржавање јавних зелених површина и др.). Истраживање је спроведено на нивоу 28 територија са статусом града у РС према Закону о територијалној организацији Републике Србије („Сл. гласник РС“, бр. 129/2007, 18/2016, 47/2018 и 9/2020 - др. закон), независно од броја становника, обима и нивоа развијености комуналних делатности.

1.3. Циљ и значај истраживања

На основу претходно дефинисаног предмета истраживања, *општи циљ истраживања* је развој модела за вредновање локалног учинка иновативних мера заштите животне средине у комуналним делатностима. Такође, истраживање има за циљ да обезбеди научна сазнања како би се применом индикатора перформанси унапредило вредновање локалног учинка заштите животне средине у комуналним делатностима. Из претходно дефинисаног општег, произилазе посебни циљеви овог теоријско-емпиријског истраживања:

- Дефинисање карактеристика индикатора и поступака за развој нових индикатора перформанси заштите животне средине;
- Систематизација методолошких оквира на основу којих се израђују листе, сетови и базе индикатора заштите животне средине;
- Анализа постојећих метода и модела за вредновање перформанси заштите животне средине;
- Идентификација и класификација значајних аспеката животне средине, перформанси и иновационих мера заштите животне средине у комуналним делатностима;
- Креирање композитног индекса за вредновање перформанси заштите животне средине у комуналним делатностима на локалном нивоу: дефинисање критеријума за избор индикатора; формирање сета индикатора; дефинисање хијерархије индикатора и додела тежинских коефицијената; рангирање индикатора;
- Моделирање композитног индекса за вредновање локалног учинка заштите животне средине;
- Дефинисање скале и опсега за вредновање локалног учинка заштите животне средине;
- Визуелизацију резултата добијених применом модела.

1.4. Хипотезе истраживања

Општа хипотеза истраживања је:

Вредновање локалног учинка иновативних мера заштите животне средине може се извршити развојем модела заснованог на индикаторима перформанси заштите животне средине у комуналним делатностима.

Из опште хипотезе су изведене следеће посебне хипотезе:

1. Постоји повезаност између иновативних мера заштите животне средине и индикатора перформанси заштите животне средине.
2. Индикатори перформанси заштите животне средине могу се користити за вредновање локалног учинка заштите животне средине.
3. Могуће је креирати модел заснован на индикаторима перформанси, погодан за вредновање и рангирање локалног учинка заштите животне средине на нивоу комуналних делатности и ЛС.
4. Визуелизација резултата добијених применом модела за вредновање локалног учинка заштите животне средине, доприноси видљивости, као и информисаности заинтересованих страна, о локалном учинку заштите животне средине.

1.5. Методологија истраживања

Истраживање се ослањало на методолошки оквир који је интегрисао смернице стандарда за вредновање перформанси животне средине, SRPS ISO 14031:2016. Фокус је био на избору и примени кључних индикатора перформанси, као и развоју композитних индекса. Кроз анализу и трансформацију података у информације, које одражавају преференције експерата, добијене кроз упитник, извршено је дефинисање метрике и скале за вредновање локалног учинка иновативних мера заштите животне средине.

У оквиру докторске дисертације примењене су следеће основне научне методе: дескрипција, апстракција и конкретизација; анализа и синтеза; индукција и дедукција; специјализација, класификација и доказивање; за преглед претходних истраживања у предметној области (комунални систем, заштита урбане животне средине и индикатори перформанси). Системски приступ базиран на вишекритеријумској анализи примењен је за анализу постојећих метода и модела за вредновање перформанси заштите животне средине. За идентификацију иновативних мера заштите животне средине у комуналним делатностима коришћена је метода испитивања заснована на упитнику (анкети), док је за обраду резултата упитника примењен софтверски пакет *SPSS* (Statistical Product and Service Solutions-статистичка решења за производе и услуге). На основу анализе процеса

у комуналном систему формирани су критеријуми и дефинисана је хијерархија индикатора. Тежине индикатора перформанси одређене су коришћењем методе експертског оцењивања, док је рангирање индикатора извршено методама вишекритеријумског рангирања: групни *AHP* (Analytic hierarchy process – Аналитички хијерархијски процес) и *SAW* (Simple Additive Weighting – Једноставно адитивно пондерисање). За креирање модела за вредновање локалног учинка заштите животне средине и симулацију модела коришћен је софтвер *Expert Choice 11*, заснован на *AHP* методи. За процену модела примењен је софтвер *SmartPLS 4.0*, заснован на методи парцијалних најмањих квадрата.

1.6. Структура докторске дисертације

Докторска дисертација садржи седам поглавља. Прво поглавље дисертације односи се на уводна разматрања која обухватају проблем и предмет истраживања, циљ и значај истраживања, хипотезе истраживања, методологију, као и структуру докторске дисертације. Друго поглавље докторске дисертације садржи концептуални, институционални и правни оквир комуналног система. Приказани су општи појмови, као што је настанак и развој комуналног система, појам и дефиниција комуналног система и класификација комуналних делатности према различитим критеријумима. Такође, у овом поглављу указано је на значај комуналних делатности и комуналних предузећа за ЛС, и дат је преглед прописа који су од значаја за ширу локалну заједницу.

У трећем поглављу докторске дисертације разматра се улога и значај комуналног система за заштиту животне средине у РС. Након постављања теоријских основа у овом поглављу је дат приказ анализе стања у најзначајнијим комуналним делатностима са аспекта заштите животне средине. Приказан је тренд класификације водовода у РС према исправности воде за пиће, са аспекта физичко-хемијске и микробиолошке исправности. Приказана је и анализа биланса отпадних вода у РС, са проценама количине воде која се без икаквог третмана испушта директно у реципијенте, на основу количине прикупљене и испуштене отпадне воде у јавну канализацију, у односу на ЦОР 6 – Чиста вода и канализација. У овом поглављу су изнети подаци који се односе на обухват и покривеност корисника комуналном услугом управљање комуналним отпадом. Такође, овде су приказани подаци о броју постројења за третман и броју одлагалишта комуналног отпада, као и броју дивљих депонија у РС. У овом поглављу разматране су комунална делатност снабдевање топлотном енергијом и остале комуналне делатности

са аспекта заштите животне средине, и дат је преглед иновативних мера заштите животне средине које се примењују у комуналном систему на нивоу процеса, производа и услуга. Четврто поглавље докторске дисертације се односи на методолошки оквир вредновања перформанси заштите животне средине. У оквиру овог поглавља дате су методолошке смернице за вредновање перформанси заштите животне средине на основу стандарда (SRPS ISO 14031:2016), којим се ближе дефинише и појашњава примена индикатора перформанси. Такође, у контексту вредновања локалног учинка заштите животне средине приказани су дефиниција, класификација и методологија развоја композитних индикатора перформанси, као и класификација модела за вредновање перформанси.

На основу разматрања у претходним поглављима у петом поглављу су дефинисани кључни методолошки кораци помоћу којих је извршено креирање модела за вредновање перформанси заштите животне средине у комуналним делатностима. То су следећи кораци: избор кључних индикатора перформанси и њихово груписање, сакупљање, анализа и трансформација података у информације и развој модела.

У шестом поглављу извршена је валидација развијеног модела за вредновање перформанси заштите животне средине у комуналним делатностима. Извршена је анализа упитника коришћеног за потребе истраживања, као и дескриптивна статистика индекса перформанси заштите животне средине у комуналним делатностима, применом *SPSS 26.0*. У овом поглављу извршена је симулација модела на примеру комуналних система 28 градова у РС. Анализа резултата вредновања перформанси и иновативних мера заштите животне средине у комуналним делатностима, извршена је применом *Expert Choice 11*. Резултати анализе осетљивости перформанси индекса и подиндекса, рангирање градова и интерпретација, усмерени су у контексту реалних догађаја у комуналним делатностима анализираних градова. Корелациона анализа између индекса перформанси и подиндекса иновативних мера заштите животне средине у комуналном систему, као и модел корелације формиран су применом *SmartPLS 4.0*.

Седмо поглавље садржи закључна разматрања, која се односе на најзначајније резултате добијене истраживањем у оквиру докторске дисертације, научну заснованост и допринос истраживања, као и предности и потенцијална ограничења модела, као и правце будућих истраживања. Попис коришћене литературе и одговарајућих прилога (молба и упитник), дати су након поглавља о закључним разматрањима. Изјаве аутора и биографија налазе се након прилога.

2. КОМУНАЛНИ СИСТЕМ: ПРЕГЛЕД КОНЦЕПТА

У овом поглављу дат је преглед концептуалног, институционалног и правног оквира комуналног система, као и кратак осврт на настанак и развој комуналног система и комуналних делатности.

2.1. Настанак и развој комуналног система

Настанак комуналног система повезан је са појавом првих облика организованих људских насеља, растом популације и колективним проблемима (вода за пиће, отпадне воде, топлотна енергија и др.). У историји решења за наведене проблеме су варирали у зависности од периода (нпр. водоводни и канализациони систем Античког Рима), да би крајем 19. и почетком 20. века развој комуналног система све више добијао на значају (Vranjanac & Rađenović, 2023). Средином двадесетог века, 16% светске популације живело је у градовима, док је више од 900 градова широм света бројало преко 100,000 становника (Милутиновић, 2004). У 20. веку, почиње процес планирања простора у градовима широм света, као и правно уређење локалних комуналних делатности од стране државе, нпр. у Њујорку 1907. године (Simon, 1993). У Паризу „граду светлости“, који је имао план саобраћајница, инсталиран је систем јавне расвете, док је касније као и код многих европских градова изграђена подземна железница (Vranjanac & Rađenović, 2023). Утицај урбанизације и индустријске револуције на животну средину и становништво у градовима 20. века, био је значајан за развој комуналног система у Европи и Сједињеним Америчким Државама (САД). У САД је највећи степен урбанизације и индустријализације доживео Чикаго, а у Европи Манчестер (Милутиновић, 2004). Управљање комуналним системом у 20. веку обављала је општина у циљу остваривања јавног интереса (Troesken, 2006). Након Другог светског рата, Југославија је била специфичан пример организације комуналног система (друштвено власништво). Распадом Југославије, 1990-их година, долази до почетка трансформације комуналног система из социјалистичког у тржишни и заговарања његове либерализације према захтевима Европске Уније (ЕУ) (Jovanić, 2017). Развој правне регулативе у западној Европи, пратио је развој комуналног система, кроз три узастопна таласа (Clifton et al., 2011; Millward, 2005):

- Први талас – *изградња комуналне инфраструктуре* (прва половина 19. века): карактерише га велики износ инвестиција у комуналном сектору, формирање

приватног сектора и удружења, као и значајна улога државе у давању права и доношењу одлука, али и дефинисању цене и квалитета комуналних услуга.

- Други талас – *регулација комуналне инфраструктуре* (крај 19. века): карактерише га већа улога државе у финансирању, власништву и управљању комуналним делатностима. У овом таласу смањује се улога међународног финансирања и развијају се националне и регионалне техничке мреже комуналне инфраструктуре.
- Трећи талас – *тржиште* (од 1970. године): сличност са првим таласом у погледу учешћа приватног сектора (домаћег и страног), значајна разлика је што су носиоци развоја јавна комунална предузећа (ЈКП). Тржишна оријентација је вратила традиционално монополистичко наслеђе (законски обезбеђено) и омогућила уплив светских мултинационалних корпорација у комуналном сектору широм света. Због тржишно оријентисане конкурентности са снажним утицајем држава и њихових влада у правној регулативи, као и друштвених (локалних) заједница, настали су први закони о комуналним делатностима (Toninelli, 2000).

Први значајнији закони који су уређивали комуналне делатности јавили су се и због проблема са животном средином, најпре Закон о регулаторној политици јавних комуналних предузећа (PURPA) из 1978. године, а потом и Закон о енергетској политици (EPA Act) из 1992. године (Geddes, 2000). Усавршавањем процеса планирања у градовима, током XX и XXI века, уз примену нових технологија и сазнања развијен је комунални систем какав данас познајемо. Примена информационих технологија, паметних информационо-комуникационих система, сензора и вештачке интелигенције, беспилотних летелица (дронова), су будући праваци развоја модерних комуналних система у паметним градовима (Nikitas et al., 2020).

2.2. Концептуални оквир комуналног система

Разматрање града, као комплексног урбаног концепта, чији је део комунални систем, који се састоји од више самостално функционалних подсистема (комуналних делатности) је полазна основа системског приступа у проучавању комуналних делатности. У САД, пандан пракси у државама чланицама ЕУ, комунални систем се односи на скуп основних јавних „услуга од општег интереса“. Комунални систем организован је по принципу супсидијарности (локална надлежност) и обухвата обезбеђивање законски прописаног квалитета услуга од општег интереса. Водоснабдевање и каналисање отпадних вода

(енгл. *water utilities*), као и управљање комуналним отпадом су доминантне делатности комуналног система у већини држава света попут Кине, Канаде, ЕУ и др. У САД комунални систем обухвата и широк спектар осталих делатности (снабдевање електричном енергијом, комуникације и полицију), а у Аустралији дистрибуцију електричне енергије и гаса (Da Cruz et al., 2013). Због обезбеђивања есенцијалних производа и услуга целокупној локалној заједници, са једне и неуједначености делатности у пракси различитих држава са друге стране, комунални систем се сматра статичним концептом са променљивим садржајем (Shete, 1990).

У савременој литератури се издваја неколико најопштијих дефиниција комуналног система (<https://www.lawinsider.com/dictionary/public-utility-system>):

- „имовина и средства у потпуном власништву града“;
- „било који објекат, у целини или делимично, изграђен за пружање јавних комуналних услуга и коришћења права за пружање таквих услуга“;
- „јавно предузеће које укључује водоводе, електричну енергију, природни гас, транспорт и телекомуникације и др., на које се полаже законско власништво града, као и сва имовина и средства која је град стекао, као и све обнове и замене, допуне, проширења и побољшања“ и
- „системе за водоснабдевање и каналисање који су у власништву и којима управља град укључујући вредности и пратећу опрему“ (Cedar Springs, 2014).

Поредећи комунални систем са организмом човека, „*стамбени објекти би чинили костур, док би комуналне делатности чиниле систем органа и жиле кроз које тече заједничка крв града*“ (Gančević, 1971). Интеграција комуналних делатности у комунални систем, омогућава ефикасније управљање, прецизнију евалуацију, контролу, мониторинг, извештавање, финансирање и др. На основу дефиниције система према (Савић и други, 2021), произилази следећа дефиниција: *Комунални систем је локално регулисани скуп комуналних делатности, повезаних у једну логичко-функционалну целину, дефинисану правним и институционалним оквиром, која за циљ има пружање комуналних услуга и испоруку комуналних производа корисницима.* Састоји се од комуналне инфраструктуре, односно физичке структуре (водоводни систем, канализациони систем, систем даљинског грејања и др.), природних ресурса (вода, гас и др.) и друштвене структуре (комуналних радника и корисника комуналних услуга), организованих уз примену савремених научно-технолошких достигнућа и иновација. Комунални систем се графички може приказати дијаграмом приказаним на слици 2-1,

који садржи улазе у комунални систем односно материју, енергију и информације, као и излазе који представљају испоруку комуналних производа и пружање комуналних услуга.



Слика 2-1. Приказ комуналног система заснован на системском приступу
Извор: Визуелизација аутора у Edraw Max софтверу

У оквиру комуналног система приказане су комуналне делатности и њихове везе, комунални производи и услуге, као и различите перформансе комуналног система као мерљиви резултати циља и рада комуналног система, најчешће праћени индикаторима перформанси. Постоји такође и непрекидна спољна веза комуналног система са окружењем, кроз утицај социо-економских фактора, управљање, употребу различитих врста ресурса, реализацију циљева и стејкхолдере (заинтересоване стране).

Са друге стране, постоје одређена ограничења комуналног система, пре свега кроз законодавни и институционални оквир. Такође, присутни су и спољни фактори као ризици комуналног система (ванредне ситуације, пандемије и др.), као и процеси у комуналном систему, који се непрекидно одвијају унутар граница могућности и капацитета комуналног система. Мултидисциплинарност, интердисциплинарност и трансдисциплинарност су такође важне карактеристике системског приступа, с обзиром да помажу у сагледавању сложених концепата, као што је комунални систем.

2.2.1. Појам и дефиниција комуналних делатности

Друштвене активности које се обављају у циљу остваривања општег јавног интереса, као и потреба урбаног становништва, а произилазе из чињенице заједничког (колективног) становања, називају се *комуналне делатности* (енг. *public utility*) (Troxel, 1947). Реч делатности се користи будући да се ради о трајним, организованим друштвеним активностима, док се појам комуналне (лат. *communalia* – општинске, градске ствари) односи на њихово место обављања у локалним заједницама, које се у урбаним насељима јављају као општине – комуне (Gančević, 1971).

Полазећи са становишта потреба становништва (тражња), у различитим локалним заједницама ће се потребе за комуналним делатностима разликовати, мењати и усложњавати у складу са развојем друштвено-политичких, културно-економских, демографских и других фактора. Са друге стране, гледано из угла локалних заједница, са становишта понуде, комуналне делатности чине специфичан скуп комуналних производа и услуга од општег егзистенцијалног интереса за живот становништва у урбаним насељима. Чиниоци који утичу на формирање и развој комуналних делатности у урбаним срединама, поред потреба корисника, су још и: планска документа (урбанистички план, план детаљне регулације и др.), техничко-технолошка решења, стандарди-нормативи, број, врста и карактер корисника, локацијски услови (локалитет предвиђен за депонију итд.) као и природни услови (географски положај, водни и енергетски потенцијал и др.). Комуналне делатности спречавају настанак епидемија и обезбеђују корисницима санитарно-хигијенски комфор, у оквиру законски прописаног и гарантованог стандарда у пружању услуга. Према Закону о комуналним делатностима („Сл. гласник РС“, бр. 88/2011, 104/2016 и 95/2018), *комуналне делатности* су „делатности пружања комуналних услуга од значаја за остварење животних потреба физичких и правних лица“. Код комуналних делатности, јединица локалне самоуправе (ЈЛС) задужена је да обезбеди услове за квалитет, обим, доступност и континуитет у пружању комуналних услуга, као и надзор над њиховим обављањем. Комуналне делатности у РС обезбеђују воду за пиће, канализацију отпадних вода, управљање комуналним отпадом, топлификацију, јавни превоз путника, јавну расвету, управљање паркиралиштима, одржавање јавних зелених површина, улица и путева, одржавање хигијене на јавним местима, зоохигијену, димничарство, управљање пијацама, као и погребну делатност. Поред тога, Скупштина ЈЛС може одредити и друге делатности које су од локалног интереса, као начине и услове за њихово обављање. Без обзира на хетерогеност, комуналне делатности поседују заједничке карактеристике које су

засноване на следећим принципима: приступачност, прилагодљивост, континуитет, једнакост, учешће, транспарентност, универзалност и др. (Da Cruz, 2013). У вези са функцијама града, у зонама различитих функција (индустријска, стамбена, рекреациона и др.) обављају се комуналне делатности двојаког карактера, потрошног (широка и континуирана потрошња) и производног (посебно у оквиру индустријских зона – вода као сировина у производњи и др.). Потрошња комуналних производа и услуга, у циљу њихове ефикасне експлоатације, детерминише примарни (извор настанка и дистрибуција до потрошачког центра града) и секундарни (дистрибуција од потрошачког центра до крајњих корисника) комунални капацитет. Сврха комуналних делатности је попут сврхе осталих јавних делатности од општег интереса (телекомуникације, електрификације и др.), међутим због свог привредног карактера може се рећи да послују у оквиру комуналне привреде, користећи комуналну инфраструктуру (нпр. инфраструктуру за управљање отпадом) (Simović, 1966).

Урбанизација, научно-технолошки развој и глобализација тржишта, све више утичу на појаву мешовитих функција у градовима, као и на њихов агломерациони развој, неутралишући при том традиционални строго локални карактер, додајући регионални карактер комуналним делатностима (McNabb, 2005).

2.2.2. Класификација комуналних делатности

У државама чланицама ЕУ, а посебно у САД под комуналним делатностима подразумева се широк спектар делатности, као и у РС, с тим да разлику праве делатности снабдевања електричном енергијом, телекомуникација (ТВ, телефон, интернет и др.) и др (Da Cruz, 2013). Основна разлика између класификације комуналних делатности на интернационалном у односу на национални ниво РС произилази из правних разлика: док се у РС прописи односе директно на комуналне делатности, на међународном нивоу се примењују прописи којима се уређују друге области (нпр. воде).

Према Закону о комуналним делатностима („Сл. гласник РС“, бр. 88/2011, 104/2016 и 95/2018), *комуналне делатности* су класификоване у оквиру 14 делатности: снабдевање водом за пиће; пречишћавање и одвођење атмосферских и отпадних вода; производња, дистрибуција и снабдевање топлотном енергијом; управљање комуналним отпадом; градски и приградски превоз путника; управљање гробљима и сахрањивање; погребна делатност; управљање јавним паркиралиштима; обезбеђивање јавног осветљења; управљање пијацама; одржавање улица и путева; одржавање чистоће на површинама јавне намене; одржавање јавних зелених површина; димничарске услуге и делатност

зоохигијене. Традиционално, комунални производи и услуге, могу се поделити на оне који су намењени индивидуалним корисницима (снабдевање водом, топлотном енергијом, превоз путника, димничарство, сахрањивање и др.) и колективној потрошњи (одржавање јавних зелених површина, чишћење улица и путева, зоохигијена и др.). Комуналне делатности су делатности од општег интереса, док одређене комуналне делатности могу бити проглашене као делатности од општег економског интереса. Структуриранију класификацију дала је Стална конференција градова и општина РС у оквиру публикације Јединствена методологија цена комуналних услуга, у оквиру које се 14 комуналних делатности из практичних разлога класификују у три групе (Филиповић & Крњета, 2013):

- I група – базичне комуналне делатности, које имају идентификованог купца и цену која им се фактурише: вода, канализација, управљање комуналним отпадом и грејање.
- II група – друге делатности које имају идентификованог корисника, али и низ специфичности: градски и приградски превоз, пијаце, паркиралишта, димничарске и погребне услуге.
- III група – делатности које немају идентификованог купца: чишћење улица, одржавање путева, јавно осветљење, зоохигијена и одржавање јавног зеленила.

Четири базичне комуналне делатности (канализација, управљање комуналним отпадом, вода и топлификација) су од посебног значаја за истраживање у оквиру докторске дисертације, због општег друштвеног и економског интереса, као и због значаја и повезаности ових делатности са заштитом животне средине.

У прилог идентификацији базичних комуналних делатности, иде и Класификација делатности, на основу које су ове делатности, разврстане у Сектор Е: *Снабдевање водом; Управљање отпадним водама, контролисање процеса уклањања отпада и сличне активности* – Закон о класификацији делатности („Сл. гласник РС“, бр. 104/2009) и Уредба о класификацији делатности („Сл. гласник РС“, бр. 54/2010).

2.3. Правни оквир комуналног система

Правни оквир комуналног система сачињавају међународни и национални (законски и подзаконски) прописи. На међународном нивоу, многобројни правни акти уређују комунални систем, нпр. конвенције, декларације, директиве и др. (у UN и EU), закони у осталим државама (САД, Кина и др.), али и прописи (нпр. одлуке) на локалном – општинском нивоу.

Неке од најзначајнијих директива у области заштите животне средине, којима се регулишу и три базичне комуналне делатности су (<https://rdvode.gov.rs/direktive-eu-primena-okvirne-direktive.php>):

- Оквирна директива о водама (2000/60/ЕС);
- Директива о квалитету воде намењене за људску потрошњу (98/83/ЕС);
- Директива о пречишћавању урбаних отпадних вода (91/271/ЕЕС);
- Директива о отпаду и стављању ван снаге неких директива (2008/98/ЕС);
- Директива о депонијама (99/31/ЕС);
- Директива о индустријским емисијама (интегрисано спречавање и контрола загађења) (2010/75/EU).

Правни оквир комуналног система у РС заснива се на Закону о комуналним делатностима и подзаконским прописима. Држава обезбеђује и уређује систем заштите и унапређења животне средине, чији се национални прописи састоје од закона, правилника, уредби и др. Право на здраву животну средину и воду као њен основни медијум у РС гарантовано је Уставом РС („Сл. гласник РС” бр. 98/2006 и 115/2021). За делатност водоснабдевања важан је Закон о водама („Сл. гласник РС” бр. 30/10, 93/12, 101/16, 95/2018 и 95/2018 - др. закон), којим се уређује интегрално управљање водама, док су надлежности пренете на аутономну покрајину (АП), главни град и ЛС. Подзаконски прописи у области вода у РС налазе се на вебсајту Републичке дирекција за воде (<https://rdvode.gov.rs/podzakonska-akta.php>).

Закон о јавној својини („Сл. гласник РС“, бр. 72/2011, 88/2013, 105/2014, 104/2016 - др. закон, 108/2016, 113/2017, 95/2018 и 153/2020) регулише облике и носиоце права својине водних ресурса и објеката (РС, АП и општина/град) као „*добра од општег интереса*“.

Правилник о хигијенској исправности воде за пиће („Сл. лист СРЈ“, бр. 42/98 и 44/99 и „Сл. гласник РС“, бр. 28/2019) прописује хигијенску исправност воде из водовода за јавно снабдевање становништва водом за пиће. За управљање отпадним водама, као и све остале комуналне делатности значајан је Закон о заштити животне средине („Сл. гласник РС“, бр. 135/2004, 36/2009, 36/2009 - др. закон, 72/2009 - др. закон, 43/2011 – одлука УС, 14/2016, 76/2018 и 95/2018 – др. закон) који дефинише да: „правно лице или предузетник који има постројења за пречишћавање отпадних вода или треба да их изгради и који испушта своје отпадне воде у реципијент или јавну канализацију, осим постројења која подлежу издавању интегрисане дозволе, дужан је да донесе акциони план за постепено достизање граничних вредности емисије загађујућих материја у воде“,

у складу са Уредбом о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање („Сл. гласник РС“, бр. 67/11, 48/12 и 01/2016).

Правилник о начину и условима за мерење количине и испитивање квалитета отпадних вода и садржини извештаја о извршеним мерењима („Сл. гласник РС“, бр. 33/2016) дефинише „мониторинг отпадних вода, проверу усаглашености са граничним вредностима емисије, ефикасност рада постројења за пречишћавање отпадних вода, утицај испуштених отпадних вода на реципијент, као и евиденцију података за регистар“. Закон о управљању отпадом („Сл. гласник РС“, бр. 36/2009, 88/2010, 14/2016, 95/2018 – др. закон и 35/2023) уређује управљање отпадом као делатност од општег интереса, укључујући класификацију, планирање, субјекте, одговорности и обавезе, организовање, услове и поступак издавања дозволе, извештавање и базу података, финансирање и надзор.

Правилник о категоријама, испитивању и класификацији отпада („Сл. гласник РС“, бр. 56/2010, 93/2019 и 39/2021) дефинише Каталог отпада, листу категорије отпада (Q листу), листу поступака и метода одлагања и поновног искоришћења отпада (D и R листа) и др. Вођење евиденције о депонијама прописано је Правилником о начину вођења и изгледу евиденције депонија и сметлишта на подручју јединице локалне самоуправе („Службени гласник РС“, бр. 18/2018).

Уредба о одлагању отпада на депоније („Сл. гласник РС“, бр. 92/2010) прописује: “услове и критеријуме за одређивање локације; техничке и технолошке услове за пројектовање, изградњу и рад депонија; врсте отпада чије је одлагање на депонији забрањено; количине биоразградивог отпада које се могу одложити, критеријуме и процедуре за прихватање или неприхватање, односно одлагање отпада на депонију; начин и процедуре рада и затварања депоније, садржај и начин мониторинга рада депоније, и накнадно одржавање након затварања депоније“.

Закон о енергетици („Сл. гласник РС“, бр. 145/2014, 95/2018 - др. закон и 40/2021, 35/2023 – др. закон и 62/2023) прописује да делатност дистрибуције, производње и снабдевања топлотном енергијом обавља енергетски субјект под условима утврђеним законом и прописима које доноси ЈЛС. Влада је донела Уредбу о утврђивању Методологије за одређивање цене снабдевања крајњег купца топлотном енергијом („Службени гласник РС“, бр. 63/15), на основу које су све ЈЛС дужне да донесу акта којима се дефинишу цене за испоручену топлотну енергију. Поред наведених, за комунални систем значајни су и следећи прописи:

- закони (<https://www.mgsi.gov.rs/cir/dokumenti/zakoni>) и
- подзаконски прописи (<https://www.mgsi.gov.rs/cir/dokumenti/podzakonski-akti>).

2.3.1. Закон о комуналним делатностима и подзаконски прописи

Кровни законски пропис у правном оквиру комуналних делатности у РС је Закон о комуналним делатностима („Сл. гласник РС“, бр. 88/2011, 104/2016 и 95/2018), у даљем тексту Закон, као и подзаконски прописи:

- Уредба о начину и условима за отпочињање обављања комуналних делатности („Сл. гласник РС“, бр. 13/2018, 66/2018 и 51/2019) и
- Уредба о садржини и начину вођења евиденције привредних субјеката који обављају одређену комуналну делатност („Службени гласник РС“, број 94/2019).

Закон са наведеним подзаконским прописима омогућава интегрално, системско разматрање комуналних делатности и њихово обављање, а регулише сва општа питања у вези са истим. Претходно је наведено да се под комуналним делатностима подразумева 14 одвојених делатности, веома хетерогених и мултидисциплинарних, тако да је њихово адекватно сублимирање кроз један законски пропис заиста напредан искорак. Финансирање комуналних делатности може се класификовати на делатности код којих се крајњи корисник може или не може утврдити. Делатности код којих је познат крајњи корисник преваходно се финансирају из прихода од продаје комуналних производа или услуга, док се код друге категорије примењује финансирање из буџета ЈЛС, односно прихода од комуналне надокнаде. Остали извори финансирања комуналних услуга предвиђени Законом су: приходи од концесионе или друге надокнаде приватног партнера, наменских средстава других нивоа власти и др. Цене комуналних услуга одређују се на основу начела прописаних Законом, која би требала да обезбеде одрживост, а то су:

- Начело „потрошач плаћа“ – применљиво је на комуналне делатности које имају идентификованог корисника, захтева индивидуално мерење потрошње (водомери, калориметри, посуде за отпад и др.) и поштовање утврђених рокова за плаћање услуга комуналним предузећима од стране корисника/потрошача.
- Начело „загађивач плаћа“ – у складу је са међународним прописима (Агендом 21 и директивама ЕУ), као и претходно наведеним националним законодавством (нпр. Закон о водама, Закон о управљању отпадом итд.). Управљање отпадом и канализација су делатности које су директно повезане са овим начелом, док се за водоснабдевање, топлификацију као и остале комуналне делатности може само посредно уградити у цену.

- Начело „цена покрива пословне расходе“ – потребно је успоставити механизам за практичну примену овог начела како би се унапредило пословање комуналних предузећа и минимизирала њихова зависност од буџета ЈЛС. Елементи за одређивање цене комуналних услуга су: пословни расходи исказани у финансијским извештајима, расходи за изградњу и реконструкцију комуналне инфраструктуре, набавку опреме, као и добит комуналних предузећа.
- Начело „приступачност цена“ – супротстављено је начелу цена покрива пословне расходе, тако да у циљу побољшања треба квантификовати приступачност.
- Начело „једнака цена за све“ – у интересу комуналних предузећа је да се мења досадашња пракса (за грађане јефтиније комуналне услуге, а за привреду скупље). Цена за све потрошаче треба бити иста, осим ако се не заснива на различитим трошковима обезбеђивања комуналне услуге.

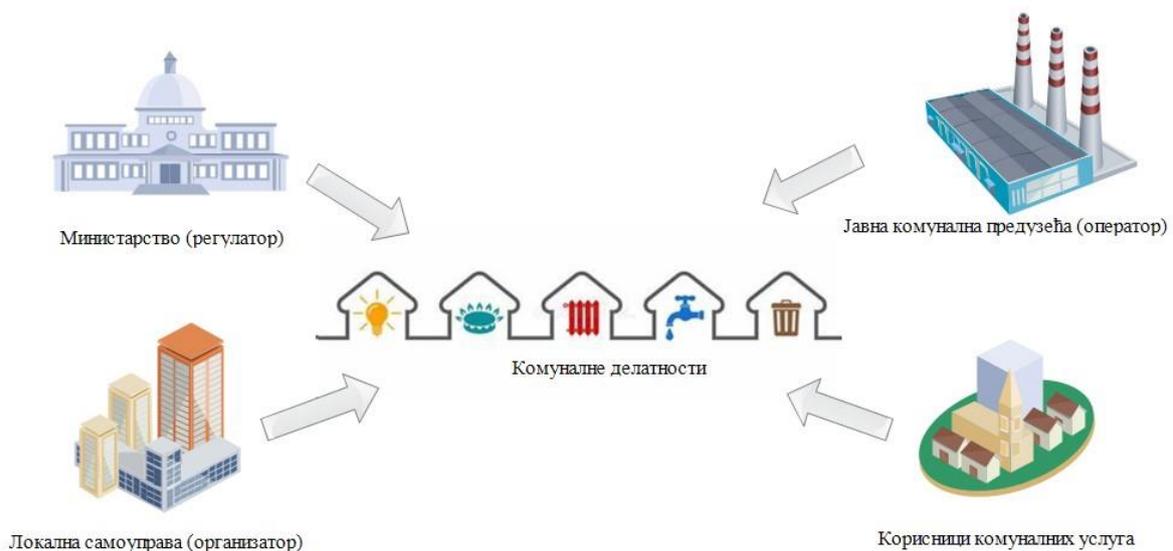
Комунална инфраструктура је предуслов за обављање комуналних делатности, чије начине финансирања изградње предвиђа Закон (закуп, накнаде, цене, кредит, донације, буџет ЈЛС, трансфери других нивоа власти и др.). Закон уређује спровођење надзора над обављањем комуналних делатности, републички инспекцијски надзор, као и права и обавезе градског комуналног инспектора, обавезно несметано обављање и начин вршења инспекцијског надзора, као и рокове за решења и жалбе и казнене одредбе за правна и физичка лица. Уредба о начину и условима за отпочињање обављања комуналних делатности прописује услове за обављање комуналних делатности и то:

- „стручну оспособљеност кадрова и
- технички капацитет који морају да испуне вршиоци комуналних делатности“.

Уредба о садржини и начину вођења евиденције привредних субјеката који обављају одређену комуналну делатност, прописује: „садржину и начин евиденције података о привредним субјектима који обављају одређену комуналну делатност“, коју води Министарство грађевинарства, саобраћаја и инфраструктуре. Успостављање најпре правног, а потом и институционалног оквира комуналног система, има за циљ да обезбеди ефективно и ефикасно обављање комуналних делатности, као и да допринесе заштити животне средине и здрављу становништва. Регулисање комуналних делатности део је сложене мреже националне јавне политике, зато је императив разумети њене детерминанте.

2.4. Институционални оквир комуналног система

Почевши од Владе, преко Министарства грађевинарства, саобраћаја и инфраструктуре, Сектор за стамбену и архитектонску политику, комуналне делатности и енергетску ефикасност, АП, ЈЛС, па све до комуналних предузећа, успостављен је институционални оквир комуналног система у РС. Од значаја је координација и заједничко функционисање свих институција у циљу развоја комуналног система. Обављање комуналних делатности поверено је комуналним предузећима, која послују у складу са законским одредбама и одлукама ЈЛС. Без обзира на начин организације и тип својине у управљању јавним (комуналним) предузећима, на директан или индиректан начин учествује држава, путем министарства (Настић, 2014). Циљ оснивања јавних комуналних предузећа је обављање комуналних делатности ради остварења општег друштвеног интереса, који је у пракси често супротстављен интересима јавних комуналних предузећа (нпр. цена грејања, воде и др.) (Spiller & Tommasi, 2005). Како би се превазишао овај проблем, прописано је да се због значаја за здравље становништва и животну средину, комуналних делатности не могу ускратити корисницима, осим у изузетним случајевима поступања корисника противно закону. На слици 2-2, приказан је институционални оквир комуналног система, где је: министарство (регулатор), ЈС (организатор), (јавна) комунална предузећа (оператор/вршилац) и корисници комуналних услуга (становништво, привреда).



Слика 2-2. Институционални оквир комуналног система

Извор: Визуелизација аутора у Edraw Max софтверу

Јавне институције у РС препознају национални, покрајински и локални ниво, с могућношћу организације појединих делатности на регионалном (окружном) нивоу или нивоу више ЈЛС (водоснабдевање, управљање отпадом и др.).

Влада утврђује „мерила за обављање комуналних делатности, начин вођења евиденције привредних субјеката, као и садржину и услове за отпочињање обављања комуналне делатности“, према Закону о комуналним делатностима („Сл. гласник РС“, бр. 88/2011, 104/2016 и 95/2018). Комуналне делатности су претходно биле у оквиру надлежности различитих министарства, сродних свакој од појединачних делатности, све до формирања Министарства грађевинарства, саобраћаја и инфраструктуре, *Сектор за стамбену и архитектонску политику, комуналне делатности и енергетску ефикасност* чиме је значајно побољшан институционални оквир. Министарство утврђује „испуњеност услова за отпочињање обављања комуналних делатности и води евиденцију привредних субјеката који обављају ову делатност“. Министарство као регулатор прати „ефективност обављања комуналних делатности, ефикасност јавних комуналних предузећа као оператера, тенденцију цена комуналних услуга, број запослених и инвестиције у одржавање и изградњу комуналне инфраструктуре“ према Закону о комуналним делатностима („Сл. гласник РС“, бр. 88/2011, 104/2016 и 95/2018). Министарство има обавезу да о својим налазима најмање једном годишње обавештава јавност и Владу, с обзиром да су наведене информације од јавног значаја. Механизме надзора и контроле над националним прописима врши Министарство преко републичких комуналних инспектора. Комунални инспектор, приликом обављања послова може да сарађује са комуналном полицијом, као и са другим инспекцијским службама РС.

2.4.1. Значај комуналних делатности за локалну самоуправу

Термин локална самоуправа (енг. local self-government), састоји се од речи локална која упућује на одређено место (територију) и речи самоуправа што означава право да се у законским оквирима регулише организација локалне заједнице (Димитријевић и други, 2013). Она обухвата и право грађана да у оквиру законских и локалних прописа, остварују своје потребе од општег јавног интереса у ЈЛС, уважавајући локалне специфичности. ЈЛС обухвата подручје које „просторно прецизира границе надлежности њихових органа, круг лица на које се надлежност односи, као и сопствени економски потенцијал“ према Закону о локалној самоуправи („Сл. гласник РС“, бр. 129/2007, 83/2014 - др. закон, 101/2016 - др. закон, 47/2018 и 111/2021 - др. закон). У теорији и пракси ЛС означава територијалну јединицу као што је општина или град.

Улога ЈС у обављању комуналних делатности је пре свега надлежност а самим тим и организација и регулација обављања комуналних делатности. ЈЛС регулише према Закону о комуналним делатностима („Сл. гласник РС“, бр. 88/2011, 104/2016 и 95/2018):

- „услове за обављање комуналних делатности,
- права и обавезе корисника комуналних услуга,
- обухват, обим и квалитет комуналних услуга и
- начин вршења надзора над обављањем комуналних делатности“.

ЈС се са институционалног аспекта може дефинисати као „право и одговорност локалних органа, према локалном становништву у сфери остваривања њихових интереса и држави у сфери остваривања општих интереса“ (Димитријевић и други, 2013).

Локално становништво чини локалну заједницу, окупљену око заједничких потреба, које произстичу из колективног становања на одређеном локалном подручју (водоводни и канализациони систем, снабдевање топлотном енергијом, пијаца, и др.).

Комуналне делатности су од непосредног, заједничког и општег интереса за локално становништво, које заједно са органима локалне власти чини ЈС у надлежностима утврђеним уставом, законом, као и статутом и одлукама на нивоу општине или града. ЈЛС обезбеђује материјалне и остале услове за „развој, изградњу, функционисање и одржавање комуналних објеката, као и техничко-технолошка решења у оквиру комуналног система“ према Закону о локалној самоуправи („Сл. гласник РС“, бр. 129/2007, 83/2014 - др. закон, 101/2016 - др. закон, 47/2018 и 111/2021 - др. закон). Скупштина ЈЛС, може поред комуналних делатности прописаних Законом о комуналним делатностима, прогласити и друге делатности од локалног значаја као комуналне. На тај начин обезбеђује се гарантовано снабдевање корисника комуналних услуга, тачност у роковима испоруке, здравствена и хигијенска исправност у складу са прописаним стандардима и др.

Послове у вези обезбеђивања услова за обављање комуналних делатности (јачање капацитета, обезбеђивање средстава за изградњу комуналне инфраструктуре и др.), може обављати градска општина, месна заједница и др. Приликом поверавања обављања комуналних делатности јавним предузећима, привредним друштвима, предузетницима или осталим привредним субјектима ЈЛС је дужна да се руководи начелима конкуренције, економичности, ефикасности и *заштите животне средине*.

У случају непланираних прекида у испоруци комуналних услуга, обавеза ЈЛС је да одреди првенство и начин пружања комуналних услуга корисницима, примени мере за

хитну заштиту комуналних објеката и утврди евентуалну одговорност за прекиде и учињену штету. Скупштина ЈЛС одлукама прописује начин плаћања цене комуналних услуга, које је у обавези да прати ЈЛС, као и да утврђује и наплаћује накнаду за комуналне услуге (зоне, коефицијенти и др.). ЈЛС одређује услове под којима се може корисницима ускратити пружање комуналних услуга, као и категорије корисника комуналне услуге који плаћају субвенционiranу цену комуналне услуге и износ субвенција за сваку категорију. Механизме контроле и надзора над прописима ЈЛС врши ЈЛС преко градских, односно општинских комуналних инспектора (Жугић & Глигоријевић, 2020). У складу са Законом о комуналним делатностима, у РС 152 ЈЛС дужне су да извештавају Министарство грађевинарства, саобраћаја и инфраструктуре у вези са обављањем комуналних делатности, најмање једном годишње. Поред значаја комуналних делатности за становништво и животну средину, многе ЈЛС не достављају или достављају непотпуне и нетачне податке Министарству, што показује да није на адекватан начин схваћен значај комуналних делатности. Због тога, комуналне делатности на нивоу ЈС у РС треба стандардизовати и унифицирати, нарочито у сегментима као што су извештавање и вредновање учинка заштите животне средине.

2.4.2. Комунална предузећа као вршиоци комуналних делатности

Вршиоци, којима се поверава обављање комуналних делатности, могу бити привредна друштва, предузетници и други привредни субјекти, међутим у пракси највећу улогу имају ЈКП. Поверавање обављања комуналних делатности чије се финансирање врши из буџета ЈЛС или наплатом накнаде од корисника, примењују се одредбе закона којим се уређује јавно-приватно партнерство и концесије. Под поверавањем обављања комуналне делатности подразумева се „временски орочено уговорно уређивање односа у вези са обављањем комуналне делатности“ (Фурунџић и други, 2016). Обавезе вршиоца комуналних делатности су према Закону о комуналним делатностима („Сл. гласник РС“, бр. 88/2011, 104/2016 и 95/2018):

- „континуирано пружање комуналних услуга према прописаним условима,
- гарантовано снабдевање корисника комуналних услуга, тачност у роковима испоруке и прописани обим и квалитет (здравствена и хигијенска исправност),
- примена мера развоја, заштите и одржавања комуналних објеката, постројења и опреме, као и
- побољшање организације и ефикасности рада у циљу унапређења квалитета“.

У случају планираних прекида испоруке, вршилац комуналних услуга има обавезу да у средствима јавног информисања или на други начин, обавести кориснике о планираним прекидима најмање 24 h раније. У случају неочекиваних и непланираних прекида (квар, хаварија и др.), вршилац комуналне делатности има обавезу да одмах обавести надлежни орган ЈЛС и да предузме мере за њихово отклањање. Комуналне услуге се од стране вршиоца не могу ускратити корисницима, изузев случаја када:

- корисници користе услуге противно закону (неовлашћено прикључење, ненаменско коришћење и ометање других корисника) или
- не плате услугу више од 60 дана од дана доспелости првог неплаћеног потраживања.

Вршиоци комуналних делатности имају право приступа комуналној инфраструктури и уређајима (интервенције, читавања и др.), тако да су власници и корисници непокретности дужни да им омогуће приступ. Улога пружања комуналних услуга у локалним заједницама је специфична, јер поред обављања техничко-технолошког процеса, комунална предузећа морају пронаћи баланс између друштвено-политичких утицаја и монополистичког положаја комуналних предузећа или обезбедити конкуренцију. Према подацима РЗС из 2021. године, у РС послује 983 предузећа која укупно запошљавају 37.937 радника, у оквиру сектора Е, који обухвата и 3 базичне комуналне делатности (<https://data.stat.gov.rs/Home/Result/190101?languageCode=sr-Cyrl#>).

2.4.3. Институције од значаја за комуналне делатности

Поред наведених институција, од значаја за комуналне делатности су и друга министарства, агенције, заводи, органи АП Војводине, органи ЈЛС, научне и стручне организације, институти, као и удружења у овој области. Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде (www.minpolj.gov.rs) значајно је за комуналне делатности којима се регулише водоснабдевање, каналисање као и управљање пијацама.

На наведене делатности има утицај и Министарство заштите животне средине (www.ekologija.gov.rs), пре свега кроз послове државне управе у циљу заштите животне средине од загађења, посебно површинских и подземних вода, као и на делатност која регулише управљање комуналним отпадом. Агенција за заштиту животне средине (www.sepa.gov.rs), спроводи мониторинг квалитета вода и ваздуха, стање у области управљања отпадом, прати индикаторе заштите животне средине (Национална лабораторија) и о томе извештава јавност. Републички хидрометеоролошки завод

(www.hidmet.gov.rs), као правно лице на републичком нивоу задужен је за послове праћења хидролошких (водни биланс), метеоролошких и климатолошких стања.

Министарство рударства и енергетике (www.mre.gov.rs) може имати утицај на комуналне делатности у којима је примарна експлоатација природних ресурса, као и производња, испорука и потрошња енергије (топлификација и јавно осветљење). Министарство здравља (www.zdravlje.gov.rs) поред осталих надлежности, врши санитарни и здравствени надзор у одређеним комуналним делатностима (снабдевање хигијенски исправном водом за пиће), као и комуналним објектима који подлежу таквим надзором. Такође, комуналне делатности на локалном нивоу могу обављати комунална предузећа у сарадњи са комуналном инспекцијом и комуналном милицијом.

Институт за јавно здравље Србије „Др Милан Јовановић Батут“ (www.batut.org.rs) има значај за поједине комуналне делатности пре свега за снабдевање водом за пиће у смислу праћења и анализе стања квалитета воде за пиће. Податке Батуту достављају локални институти (нпр. Институт за јавно здравље Ниш) или заводи (Завод за јавно здравље Врање) итд.

Стална конференција градова и општина – Савез градова и општина Србије (www.skgo.org), бави се питањима везаним за ЈС и преко свог Одбора за комуналне делатности и Мреже за комуналне делатности, послује у овој области (публикације, приручници и др.). На нивоу АП Војводине, за комуналне делатности задужени су Покрајински секретаријат за урбанизам и заштиту животне средине (Одбор за урбанизам, просторно планирање и заштиту животне средине), као и Покрајински секретаријат за регионални развој, међурегионалну сарадњу и ЈС (Одбор за организацију Управе и ЈС).

На локалном нивоу послове у вези са комуналним делатностима обављају комунална предузећа, међутим значајно је поменути и органе ЈЛС: Секретаријати или управе за комуналне делатности, Секретаријати или управе за заштиту животне средине и др.

Од осталих значајних институција у комуналном систему вредно је напоменути следеће организације: Удружење за технологију вода и санитарно инжењерство (www.utvsi.com), Пословно удружење комуналних предузећа „КОМДЕЛ“ (www.ttigroup.co.rs), Пословно удружење „Топлане Србије“ (www.toplanesrbije.org.rs) и др.

3. УЛОГА И ЗНАЧАЈ КОМУНАЛНОГ СИСТЕМА У ЗАШТИТИ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

У градовима тренутно живи више од половине светске популације. Савремени трендови урбанизације указују да ће се проценат урбаног становништва повећати на две трећине до 2050. године (UN-НАВИТАТ, 2022). До тада треба изградити 75% глобалне урбане инфраструктуре (UNEP, 2018).

Иако чине око 2% површине Земље, градови су главни фактор који доприноси климатским променама: троше 78% светске енергије и производе више од 60% емисија гасова стаклене баште (<https://www.un.org/en/climatechange/climate-solutions/cities-pollution>). Зато су градови идентификовани као места трансформације ка одрживом урбаном развоју и интеграцији иновативних решења у заштити животне средине.

У оквиру ЦОР 11 – одрживи градови и заједнице, ЦОР 11.6 је смањење утицаја градова на животну средину – побољшање еколошких перформанси градова посебно загађења ваздуха и управљања комуналним чврстим отпадом (United Nations, 2015). Значај градова за примену иновативних мера заштите животне средине, глобално је препознат: 65% ЦОР-а и 86% индикатора ЦОР-а се односи на градове, са циљем да постану одрживији, отпорнији и инклузивнији. Преко 80% глобалног бруто домаћег производа (БДП), потиче из градова, који имају потенцијал да иновативним фокусом на урбани одрживи развој уштеде 3 трилиона долара у инфраструктурној потрошњи до 2030. године, уз истовремено смањење утицаја на животну средину (UNEP, 2018).

Појава приватних градова у Египту, Индији, Индонезији и Пакистану може довести до деградације животне средине и друштвене сегрегације које се могу одразити и на комунални систем (Li & Rama, 2023). Услед урбанизације, јавља се повећање притисака на животну средину (отпад, емисије у воде и ваздух и др.) и потреба за повећањем капацитета комуналног система.

У комуналном систему су природни ресурси (вода, гас и др.), људски ресурси (квалификовани персонал) и најновије технологије (вештачка интелигенција, дрон и др.), повезани са комуналном инфраструктуром у циљу пружања комуналних услуга корисницима. Комунални систем треба у исто време да оствари циљеве одрживог урбаног развоја и испуни захтеве локалне заједнице, применом константних иновација и динамичних технологија, како би побољшао стандард услуга и ефикасност ресурса.

Прво питање односи се на опстанак живота људи и живих бића у локалним заједницама, здравствене и хигијенско-епидемиолошке услове, без система за снабдевање водом за

пиће. Друго питање односи се на утицај локалне заједнице на животну средину, без системски регулисаног пречишћавања и одвођења отпадних вода, као и управљања комуналним отпадом. Треће питање односи се на индиректне утицаје у локалној заједници на животну средину и здравље, без регулисаног обављања комуналних делатности: сахрањивања, одржавања хигијене на јавним местима и зоохигијене. Четврто питање је питање јавне потрошње у локалним заједницама, без системски регулисаних питања: јавног осветљења, водоснабдевања, снабдевања топлотном енергијом и јавног градског превоза путника (последње две делатности доприносе смањењу директног утицаја на животну средину кроз смањење индивидуалних емисија у ваздух). Пето и последње питање, односи се на функционалност (комфор) у локалним заједницама, без регулисаног одржавања јавних зелених површина, управљања паркиралиштима и пијацама, као и димничарства. На основу наведеног, комунални систем представља кључни фактор очувања и заштите животне средине у локалним заједницама урбаних средина на интегралан начин. Заштита општег јавног интереса садржана је у оквиру комуналних делатности, чиме се на дугорочно одржив начин постижу бројни бенефити по животну средину: смањење директног и индиректног утицаја на животну средину, оптимизација јавне потрошње, рационално коришћење природних ресурса, спречавање деградације земљишта, заштита живота и здравља становништва и др. Животна средина у оквиру које се налази град као комплексан систем и његов подсистем – комунални систем, приказана је на слици 3-1.



Слика 3-1. Интеракција између комуналног система и животне средине
Извор: Визуелизација аутора у Edraw Max софтверу

Интеракција између комуналног система и животне средине остварује се кроз специфичност обављања комуналних делатности и њихове повезаности са заштитом животне средине. Улази у систем су енергија и природни ресурси, док су излази емисије у ваздух и воде, отпад и отпадне воде. Улази, као и излази система су повратним везама повезани са комуналним системом, тако што лева (улазна) страна показује заштиту, а десна (излазна) страна показује загађење. Град са својом локалном заједницом и њеним активностима утиче на појаву загађења животне средине, док комунални систем својим радом минимизира те утицаје. Интеракција комуналног система и заштите животне средине, синергијским ефектом комуналних делатности повезана је са квалитетом животне средине у урбаним срединама.

3.1. Водоснабдевање и заштита животне средине

Комунална делатност *снабдевање водом за пиће* обухвата „захватање, пречишћавање, прераду и испоруку воде водоводном мрежом до мерног инструмента потрошача, обухватајући и мерни инструмент“ према Закону о комуналним делатностима („Сл. гласник РС“, бр. 88/2011, 104/2016 и 95/2018). Водоснабдевање је повезано са заштитом животне средине кроз обезбеђивање пијаће воде потребног квантитета и квалитета, неопходне за опстанак, здравље и хигијену становништва, као и живог света. Значај чисте воде и канализације за заштиту животне средине и јавно здравље, препознат је као шести од 17 ЦОР, чије су посебне активности до 2030. године (United Nations, 2015): унапређење квалитета вода кроз смањење загађења (повећати стопу рециклаже и поновне употребе), смањење потрошње воде и елиминација губитака.

Иако је миленијумски циљ развоја (енг. The Millennium Development Goal – MDG) остварен 2010. године (88% светске популације користи побољшане изворе воде за пиће), 663 милиона људи нема приступ безбедној води за пиће, од чега 157 милиона у урбаним срединама (UNICEF and WHO, 2015). Широм света 844 милиона људи нема основне услуге воде за пиће, док 159 милиона људи користи површинску воду за преживљавање, ризикујући болести које се преносе водом и које су често фаталне (WHO and UNICEF, 2017). Алармантан је податак, да је свака пета смрт новорођенчади проузрокована болестима које се преносе водом (UNICEF and WHO, 2009). Концентрисани – тачкасти (насеља, привреда и др.) и дифузни – расути извори загађивања (септичке јаме, депоније и др.) могу проузроковати штете по животну средину и изазвати појаву хидричних епидемија. Агенси (микробиолошки, физичко-хемијски) и акциденти у водоводима могу довести до директног угрожавања квантитета и квалитета воде за пиће, а индиректно

могу угрозити здравље становништва. Превентивни приступ у управљању водоснабдевањем обухвата заштиту извора и резервоара воде, пречишћавање, прераду и дезинфекцију, као и одржавање дистрибутивног система за испоруку воде. Светска банка кроз „оквир за преокрет“, промовише троструки приступ побољшања учинка водоводних предузећа: јачање оперативне ефикасности, побољшање управљања и побољшање приступа финансирању (Sorpe et al., 2018). Водозахвате са црпним станицама и резервоарима на извориштима воде, неопходно је физички заштити, као и зонама санитарне заштите (шира, ужа и непосредне заштите). Правилником о начину одређивања и одржавања зона санитарне заштите изворишта водоснабдевања ("Сл. гласник РС, бр. 92/2008), мере заштите изворишта и водозахвата односе се на:

- забрану изградње, кретања возила и привредних активности (фабрике, бензинске пумпе и др.),
- нарушавање и деградацију животне средине (сеча шума, пољопривредне активности – коришћење пестицида или сточарство и др.),
- забрану испуштања отпадних вода без пречишћавања и материја које утичу на квалитет подземних вода,
- забрану изградње објеката комуналне инфраструктуре (депоније отпада, гробља и др).

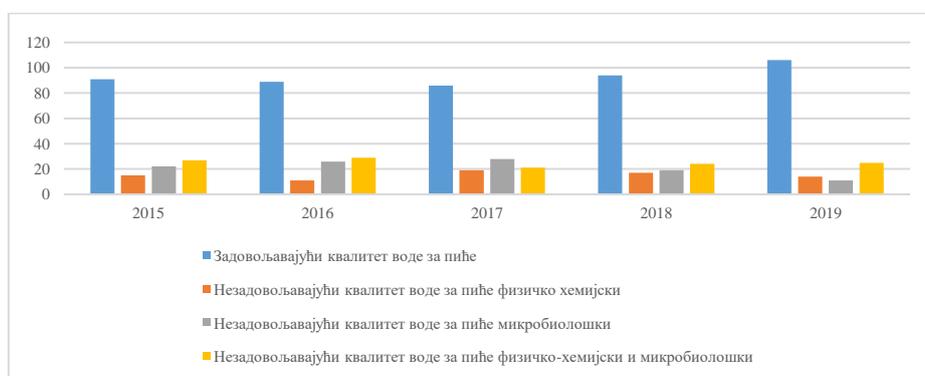
Доступност здравствено исправној води за пиће из јавног водоводног система обухвата потребу воде за пиће, припрему хране, одржавање хигијене и санитарну хигијену у количини од 5 m³ месечно по особи (160 l/ст/дан) (Филиповић & Крњета, 2013). У РС се водоснабдевањем бави 145 комуналних предузећа градских и општинских центара, укупна дужина водоводне мреже износи 48.337 km, односно 264 km по предузећу (Извештај о обављању комуналних делатности на територији Републике Србије у 2020. години, 2021). Систем водоснабдевања у РС се састоји од 69 постројења за пречишћавање воде за пиће, чији је пројектовани капацитет 1,02 милиона m³/год, а радни 740 милиона m³/год (Извештај о обављању комуналних делатности на територији Републике Србије у 2021. години, 2022). Преко комуналних водоводних система захвата се 677 милиона m³/год, односно око 21 m³/s воде, у потрошњу се упућује 65% захваћене воде, од чега 75% домаћинствима, 10% индустрији и 15% осталим корисницима (РЗС, 2021). Снабдевање водом у РС је континуирано, сем у случајевима хаварија или у градовима са хроничним недостатком воде (нпр. Зрењанин). На централне системе водоснабдевања прикључено је 86,5% становника на територијама које покривају

комунална предузећа, док је мерење захватања воде на извориштима 93% (Извештај о обављању комуналних делатности на територији Републике Србије у 2021. години, 2022). Просечни губици захваћене воде у РС су велики, крећу се од 35 до 41%, док се губици испоручене воде крећу од 55% до 70% продате воде, што је изузетно висок ниво губитака воде у водоводним системима РС, на који утиче: недостатак опреме за проналажење губитака и њихово смањење (има је 45% водовода), недостатак специјализованих кадрова за системско решавање губитака и др.

Вода која не доноси приход (NRW – Non-Revenue Water) представља 41% укупно произведене воде, што је за 48% више од укупно продате воде у Београду, Новом Саду, Нишу и Крагујевцу. NRW је индикатор свих врста губитака воде и садржи све количине воде које нису фактурисане из било ког разлога. Два уобичајена IWA (International Water Assosiation – Међународна асоцијација за воде) индикатора воде која не доноси приход су: однос количина нефактурисане и воде унете у систем и губици по јединици дужине мреже на дан, и по прикључку на дан (Извештај о обављању комуналних делатности на територији Републике Србије у 2020. години, 2021).

У односу на квалитет (исправност) воде за пиће, водоводи се могу поделити на водоводе са задовољавајућим квалитетом воде за пиће и водоводе са незадовољавајућим квалитетом воде за пиће. Задовољавајући квалитет воде за пиће у РС у анализираном периоду има просечно око 60% водовода. Незадовољавајући квалитет воде са аспекта физичко-хемијских параметара има око 10% водовода, са аспекта микробиолошкошке исправности 13,6% а са оба аспекта око 16,4% водовода.

На слици 3-2 приказани су водоводи у РС класификовани према исправности воде за пиће у периоду од 2015. до 2019. године (Извештај о обављању комуналних делатности на територији Републике Србије у 2019. години, 2020).



Слика 3-2. Водоводи у Републици Србији класификовани према исправности воде за пиће у периоду од 2015. до 2019. године

Извор: Извештај о обављању комуналних делатности на територији Републике Србије у 2019. години

Задатак савремених водоводних система је управљање водом као ресурсом од есенцијалног значаја, уз контролу квалитета и исправности воде за пиће, оптимизацију губитака и рационализацију потрошње. Глобални циљ је да се до 2030. године постигне универзалан и једнак приступ безбедној и приступачној води за пиће за све (UNICEF, 2016).

3.2. Каналисање отпадних вода и заштита животне средине

Комунална делатност *пречишћавање и одвођење атмосферских и отпадних вода* обухвата према Закону о комуналним делатностима („Сл. гласник РС“, бр. 88/2011, 104/2016 и 95/2018):

- „сакупљање, одвођење, пречишћавање и испуштање отпадних, атмосферских и површинских вода са површина јавне намене, односно од прикључка корисника на уличну канализациону мрежу и
- третман отпадних вода у постројењу за пречишћавање, црпљење, одвоз и третирање фекалија из септичких јама“.

Процењује се да у свету 2,4 милијарде људи нема приступ канализацији, од чега преко 700 милиона живи у урбаним срединама (Sorpe et al., 2018). Такође, 946 милиона људи врши дефекацију на отвореном, од чега 78 милиона људи то чини у урбаним срединама (UNICEF and WHO, 2015).

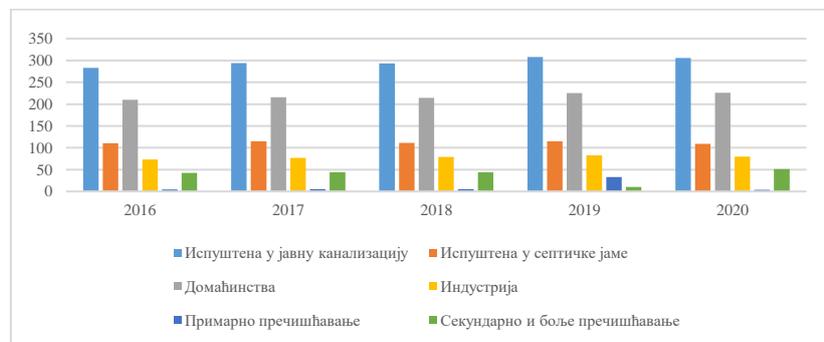
Значај каналисања за заштиту животне средине и јавно здравље препознат је, као шести од 17 ЦОР, чији су посебни задаци до 2030. године (United Nations, 2015): минимизација емисије опасних хемикалија и материја, као и смањење процента непречишћених отпадних вода за 50%. Глобални циљ је да се до 2030. успостави приступ адекватном каналисању и хигијени за све и да се обустави отворена дефекација, са посебном пажњом на потребе жена и девојака, као и рањивих група (UNICEF, 2016).

Одговарајуће пречишћавање отпадних вода обухвата: предтретман, физичко-хемијске (примарно) и биолошке методе пречишћавања (секундарно), као и додатно уклањање азота и фосфора (терцијарно) у постројењима, а има за циљ постизање нивоа граничне вредности емисије, којим се не нарушава добар статус површинских вода (Покимица и сарадници, 2020).

Укупна дужина канализационе мреже у РС износи око 18.114 km (РЗС, 2021), односно 107 km просечно по предузећу, а прикључено је око 63% становништва (Извештај о обављању комуналних делатности на територији Републике Србије у 2021. години, 2022). У РС има 46 постројења за пречишћавање отпадних вода: 30 ради, 3 су у фази

реконструкције, 5 у пробном раду, а 8 не ради због застарелости технологије пречишћавања. Процена је да се коректно пречишћава испод 15% отпадних вода (Извештај о обављању комуналних делатности на територији Републике Србије у 2021. години, 2022), као и мање од 8% комуналних отпадних вода пре испуштања у реципијенте (Крстовић и други, 2020). Процент становништва који је обухваћен третманом отпадних вода, износи 14,1% (РЗС, 2021), од чега је 13,1% становништва повезан на секундарни и бољи третман (Крстовић и други, 2020).

У РС укупно прикупљена отпадна вода у периоду од 2016 до 2019. године креће се у распону од око 394 до 720 милиона m^3 /годишње. На слици 3-3 приказан је биланс отпадних вода у РС у периоду од 2016. до 2020. године у m^3 (Извештај о обављању комуналних делатности на територији Републике Србије у 2016, 2017, 20, 2017-2021).



Слика 3-3. Биланс отпадних вода у Републици Србији у периоду од 2016. до 2020. године у m^3
 Извор: Извештаји о обављању комуналних делатности на територији Републике Србије 2016-2020. год

Подаци о мерењу количине и испитивања квалитета отпадних вода које се испуштају у реципијенте, заснивају се на узорцима отпадних вода. Узорци се анализирају у складу са прописаним нормама, а затим се идентификује усаглашеност или одступање од стандарда. Таква методологија омогућава детаљну анализу утицаја отпадних вода на животну средину, према Правилнику о начину и условима за мерење количине и испитивање квалитета отпадних вода и садржини извештаја о извршеним мерењима („Сл. Гласник РС“, бр. 33/2016).

У РС је неопходан развој постројења за пречишћавање отпадних вода (комуналних и индустријских), технолошко унапређење постојећих, као и повећање капацитета читавог канализационог система. Пожељно је и раздвајање атмосферске канализације јер путем падавина, отапањем снега и леда, атмосферске воде могу са собом да носе и спирају разна органска и неорганска једињења са површина јавне намене и одводе их у реципијенте. Повезаност канализације и заштите животне средине произилази из епидемиолошких,

санитарно-хигијенских и еколошких разлога, тако да отпадне воде треба одводити на ефикасан начин. Одлуком о градској канализацији („Сл. гласник града Лесковца“, бр. 14/2009 и 20/2011) градском канализационом мрежом забрањено је одводити отпадне воде ако садрже: киселине, базе и соли, остале органске и неорганске материје и предмете високе температуре који могу бити токсични, запаљиви и експлозивни, као и продуковати такве паре и гасове, штетне по канализацију и животну средину.

3.3. Управљање комуналним отпадом и заштита животне средине

Комунална делатност *управљање комуналним отпадом* обухвата према Закону о комуналним делатностима („Сл. гласник РС“, бр. 88/2011, 104/2016 и 95/2018):

- „сакупљање комуналног отпада, његово одвожење, третман и безбедно одлагање,
- управљање, одржавање, санирање и затварање депонија и
- селекцију секундарних сировина и одржавање, њихово складиштење и третман“.

Глобална статистика Светске банке из управљања отпадом је упозоравајућа (Kaza et al., 2018):

- Процењује се да ће стопа генерисаног отпада до 2050. године порасти за око 70% са нивоа из 2020. године (2,01 милијарде t годишње), на 3,4 милијарде t годишње;
- Процењује се да управљање комуналним чврстим отпадом доприноси са око 5% глобалној емисији гасова са ефектом стаклене баште (1,6 милијарди t CO₂ еквивалент), и да ће се без побољшања у сектору од 2016. до 2050. године повећати на 2,6 милијарди t CO₂ еквивалент годишње;
- Свет производи 0,74 kg отпада по глави становника дневно (0,11 – 4,54 kg/ст/дан), а процењује се да се око 40% отпада (93% у земљама са ниским приходом) неадекватно одлаже на отвореном или неконтролисано спаљује;
- 37% отпада се одлаже на депонијама (8% санитарне), 19% се подвргава опоравку материјала кроз рециклажу или компостирање, док се 11% спаљује у инсинераторима;
- Сакупљање, одлагање и састав отпада разликује се у земљама са ниским (16% рециклабилног отпада), средњим и високим приходима (50% рециклабилног отпада), као и стопом урбанизације (генерално позитивна корелација);
- Подсахарска Африка сакупља око 44% отпада (процена је утростручење количине генерисања отпада до 2050. године), док Европа, Централна Азија и Северна Америка сакупљају најмање 90% отпада;

- 2016. године, свет је произвео 242 милиона t пластичног отпада (12% комуналног чврстог отпада), који завршава у океанима и површинским водама.

Алармантан податак је да ће генерисање отпада драстично надмашити раст становништва у свету, више него двоструко до 2050. године. Неколико деценија уназад, у Европским земљама је фокус на троструком превентивном приступу у хијерархији управљања комуналним отпадом (3R – reduce, reuse, recycle – смањење, поновна употреба и рециклажа), уместо депоновања (WHO, 2021).

Комунални отпад чини 10% укупног отпада насталог у ЕУ, али је видљив, па управљање има потенцијал да значајно смањи његов утицај на животну средину (ЕЕА, 2016а). Неки од сликовитих примера утицаја комуналног отпада на јавно здравље и животну средину широм света су (UNEP, 2015):

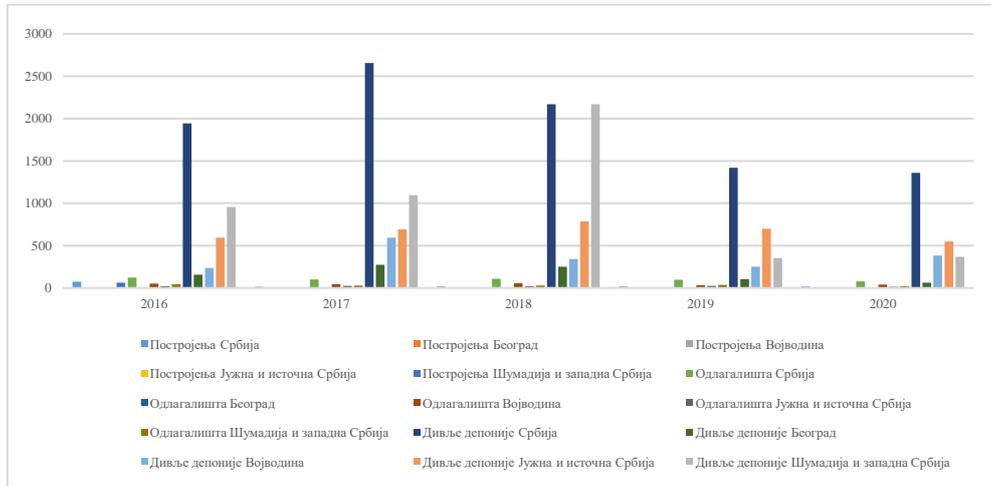
- криза сакупљања и гомилање отпада на улицама (Напуљ, Италија, 1994-2014.),
- поплаве погоршане пластичним кесема које блокирају одводе (Акра, Гана, 2011.),
- епидемија (слична кући) као резултат неприкупљеног отпада који блокира одводе и ствара услове за размножавање векторских болести (Сурат, Индија, 1994.) и
- клизиште на великој неконтролисаној општинској депонији (Кезон Сити, Филипини, 2000.).

РС има 6,97 милиона становника, од чега је 57,1% урбаног становништва (ЕЕА, 2021). Услугом управљања отпадом обухваћено је 46,5% укупног становништва (3,23 милиона становника), односно 81,4% урбаног становништва (Извештај о обављању комуналних делатности на територији Републике Србије у 2021. години, 2022). Просечан обухват прикупљања отпада у РС 2020. године износи 86,4% (Извештај о обављању комуналних делатности на територији Републике Србије у 2020. години, 2021).

Количина одвеженог комуналног отпада у РС износи 2,4 милиона t годишње, док је укупна количина примарно или секундарно издвојеног отпада ради поновне употребе свега 2,5% одвеженог отпада, односно 61.353 t (Извештај о обављању комуналних делатности на територији Републике Србије у 2021. години, 2022). Морфолошки састав комуналног отпада чини 48,4% биоразградивог отпада, 6% папира и картона, 4% стакла, 8% финих елемената и 10% осталог отпада, као и других материјала у мањем проценту (нпр. 1% метала). Степен рециклаже комуналног отпада повећао се са 14,1% из 2017. године на 15,7% у 2020. години (Извештај о обављању комуналних делатности на територији Републике Србије у 2020. години, 2021; Агенција за заштиту животне средине, 2021).

Управљање комуналним отпадом у РС карактерише пораст количине отпада на санитарним депонијама (укупно 11 санитарних депонија) и 1.899 несанитарних депонија (тзв. „дивљих депонија“), од којих 131 у Новом Саду (Извештај о обављању комуналних делатности на територији Републике Србије у 2021. години, 2022). Широм света енергетско искоришћење отпада, развијена инфраструктура за управљање и одлагање отпада на санитарним депонијама (опремљеним системима за сакупљање депонијског гаса), све више постају препознатљив знак борбе против климатских промена.

У РС постоји недостатак постројења за прераду комуналног отпада: 73 ЈЛС нема постројење (2021. године), док 18 ЈЛС има по једно постројење. Такође, у РС постоји 117 регистрованих одлагалишта комуналног отпада, 28 ЈЛС нема одлагалиште комуналног отпада, док по једно одлагалиште комуналног отпада имају 66 ЈЛС (Извештај о обављању комуналних делатности на територији Републике Србије у 2021. години, 2022). Подаци о броју постројења за прераду комуналног отпада, броју одлагалишта комуналног отпада и броју дивљих депонија у РС, по регионима у периоду од 2016. до 2020. године, приказани су на слици 3-4 (Извештај о обављању комуналних делатности на територији Републике Србије у 2016; 2017; 2018; 2019 и 2020. години).



Слика 3-4. Број постројења за прераду комуналног отпада, број одлагалишта комуналног отпада и број дивљих депонија у РС по регионима у периоду од 2016. до 2020. године

Извор: Извештаји о обављању комуналних делатности на територији Републике Србије 2016-2020. год

Из наведеног произилази да је у РС неопходно оптимизовати управљање комуналним отпадом, што захтева квалификовану радну снагу и значајне инвестиције, за:

- повећање обухвата услуге управљања отпадом,
- модернизацију система прикупљања отпада,
- осавремењавање специјализованих возила за транспорт отпада,

- значајно повећање примарног и секундарног издвајања и прераде отпада,
- примену нових метода третмана отпада,
- развој циркуларне економије,
- изградњу санитарних депонија,
- санирање дивљих депонија и
- побољшање квалитета података, развој и оптимизацију индикатора управљања комуналним отпадом.

Генерално, циљеви управљања комуналним чврстим отпадом повезани са заштитом животне средине, могу да се сврстају у три велике групе (Vujić & Brunner, 2009):

- санитарно-хигијенски циљеви (заштита здравља становништва и заштита животне средине),
- циљеви одрживости (очување природних ресурса кроз смањење загађења, заузимање простора и кроз враћање материјала и енергије у производне токове) и
- циљеви безбедности („after – care free“) (управљање отпадом и третман отпада користи методе безбедне по људе и животну средину, како за данашње, тако и за будуће генерације).

3.4. Снабдевање топлотном енергијом и заштита животне средине

Комунална делатност *производња, дистрибуција и снабдевање топлотном енергијом* подразумева „централизовану производњу и дистрибуцију у више објеката водене паре, топле или вреле воде за потребе грејања“ (Закон о комуналним делатностима („Сл. гласник РС“, бр. 88/2011, 104/2016 и 95/2018)).

Систем даљинског грејања 2022. године задовољава око 9% глобалних потреба за грејањем у зградама и индустрији. Фосилна горива доминирају као енергент са 90% на глобалном нивоу (обновљиви извори 5%), од чега 48% угаљ, посебно у Кини и природни гас 38% нарочито у Русији (IEA, 2023). Сценарио нето нулте емисије до 2050. године, подразумева побољшање енергетске ефикасности постојећих система даљинског грејања, кроз развој високоефикасне инфраструктуре, прелазак на топлотне пумпе и обновљиве изворе (нпр. соларна, геотермална, енергија ветра и др.) (IEA, 2021).

Овај сценарио је у складу са ЦОР 7.1 (универзални приступ чистој енергији до 2030. године), ЦОР 3.9 (смањење преране смрти узроковане загађењем ваздуха) (United Nations, 2015). Такође, сценарио нето нулте емисије је у складу са Париским споразумом, према коме је ограничење глобалног пораста температуре на 1,5 °C, процењено смањењем емисија (IPCC, 2023).

Европа је лидер интеграције обновљивих извора енергије у систему даљинског грејања са просечним уделом од 25%, док је у Шведској, Данској, Аустрији, Естонији, Литванији, Летонији и Исланду овај проценат више од 50%. Услед енергетске кризе и због енергетске безбедности ЕУ је подржала Чешку шему зеленог даљинског грејања, Данска и Финска су подржале примену геотермалне енергије, док се у Немачкој и Француској повећава број прикључака на мрежу даљинског грејања. У Кини је 2023. године покренут први пројекат за експлоатацију отпадне топлоте из нуклеарних електрана унутар мрежа даљинског грејања (IEA, 2023).

Емисије CO₂ из производње даљинског грејања чине 4% глобалне емисије CO₂ (2022. године су 25% веће него 2010. године), највећи допринос имају Кина, Русија и Европа, које заједно чине преко 90% глобалне производње у систему даљинског грејања (IEA, 2023). Са порастом урбаног становништва, расте и потражња за даљинским грејањем за 60%, у ЕУ зграде троше највећи део енергије (40%) и чине трећину емисије гасова са ефектом стаклене баште (IRENA, 2021).

Енергетска криза 2021. године, након пандемије вируса COVID-19, пореметила је ланац снабдевања енергентима. Додатно погоршана ратом Русије и Украјне, проузроковала је да многе земље (Кина, САД и чланице ЕУ) због високе цене енергије, повећају потрошњу фосилних горива, на рачун животне средине и климатских промена (REN21, 2022).

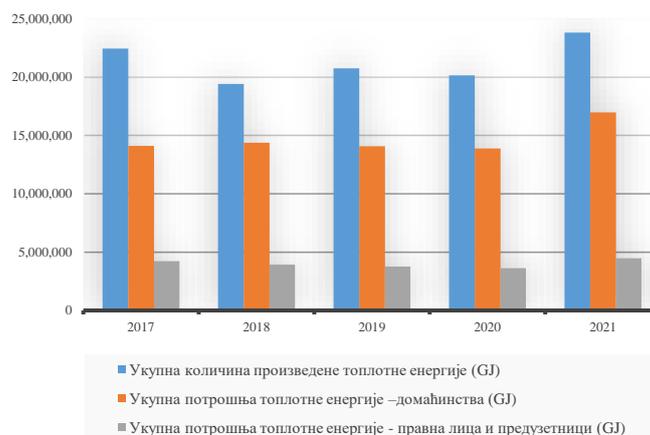
Систем даљинског грејања у РС успостављен је у 61 ЈЛС, чији укупни номинално инсталирани капацитет износи 6.700 MW, а просечна старост преко 25 година. Услугом система даљинског грејања обухваћено је око 24% укупног, односно око 42% урбаног становништва у РС. Највећи број корисника имају Београд (372 хиљаде) и Војводина (163 хиљаде), потом Шумадија и западна Србија (112 хиљаде) а најмањи Јужна и источна Србија (85 хиљада). Систем даљинског грејања има 256 котларница, 22.633 подстаница, а укупна дужина мреже износи 3.204 km (у Београду 1.512 km) (Извештај о обављању комуналних делатности на територији Републике Србије у 2021. години, 2022).

Повезаност комуналне делатности производња, дистрибуција и снабдевање топлотном енергијом са заштитом животне средине заснива се на заштити ваздуха, смањењу емисија и доприноса климатским променама, као и кроз допринос енергетској ефикасности и рационалном управљању природним ресурсима (гаса, воде и др.). Због тога је важна контрола и мерење емисије загађујућих материја у ваздух, свих котларница и подстаница, без обзира на врсту енергента који користе. Гасови, који настају у процесу производње топлотне енергије се димним каналима уводе у димњак, постројења требају

бити опремљена филтерским уређајима за смањење емисије загађујућих материја у ваздух, пре него што се емитују у животну средину.

Мерење и контрола емисије полутаната у уређеним системима – топланама врши се периодично или континуирано, а неки од параметара који се прате су концентрације: угљен-моноксида (CO), азот диоксида (NO₂), сумпор-диоксида (SO₂) и укупне количине прашкастих материја. Појава чађи и честичног загађења ваздуха у урбаним срединама, су параметри који могу да указују на допринос индивидуалних ложишта прекомерном загађењу ваздуха. Како би се минимизирао утицај на животну средину и климатске промене, систем даљинског грејања би требао имати већи обухват корисника, примену обновљивих извора енергије, као и контролу утицаја на животну средину.

Количина произведене топлотне енергије, као и потрошња у домаћинствима, код правних лица и предузетника у РС у периоду од 2017. до 2021. године у GJ, приказана је на слици 3-5 (Извештај о обављању комуналних делатности на територији Републике Србије у 2017; 2018; 2019; 2020 и 2021. години).



Слика 3-5. Количина произведене топлотне енергије, потрошња топлотне енергије – домаћинства, правна лица и предузетници у РС у периоду од 2017. до 2021. године у GJ

Извор: Извештаји о обављању комуналних делатности на територији Републике Србије 2017-2021. год

3.5. Остале комуналне делатности и заштита животне средине

Допринос комуналне делатности *градски и приградски превоз путника* заштити животне средине у локалним заједницама одледа се у:

- смањењу доприноса аерозагађењу и климатским променама у односу на индивидуални превоз аутомобилима (смањење емисије CO, CO₂, NO_x, угљоводоника, једињења олова, сумпора и др.),
- смањењу ангажовања простора (подземни шински системи),

- смањењу нивоа буке (зелени коридори и заштитне баријере),
- спречавању загушења саобраћаја (нпр. 1 аутобус превезе 50 путника, уместо десет аутомобила) и др.

Комунална делатност *обезбеђивање јавног осветљења* има значај за заштиту животне средине кроз енергетску ефикасност (смањење потрошње електричне енергије), кроз оптимизацију извора осветљења или типа сијалица (лед, соларна и др.), као и програмирање у циљу уштеде енергије (детектори покрета, аутоматско укључивање и др). Ради побољшања укупног учинка заштите животне средине, јавно осветљење најпре треба правилно пројектовати (без појаве тзв. „светлосног“ загађења) и инсталирати (без деградације животне средине), уважавајући најновије стандарде и примену нових технологија у циљу уштеде енергије.

Допринос обављања осталих комуналних делатности заштити животне средине у РС, огледа се кроз (Извештаји о обављању комуналних делатности на територији Републике Србије 2017-2021. године):

- обезбеђивање комуналне хигијене (*одржавање улица и путева; одржавање чистоће на површинама јавне намене*),
- спречавање настанка епидемија и заразних болести (*управљање гробљима и сахрањивање; погребна делатност; делатност зоохигијене; управљање пијацама*) и
- спречавање настанка пожара, ерозије и других елементарних непогода, смањење нивоа буке и аерозагађења (*одржавање јавних зелених површина; управљање јавним паркиралиштима*) и
- контролу ложишних, димоводних и вентилационих објеката, канала и уређаја, као и мерење емисије издувних гасова (*димничарске услуге*).

3.6. Иновативне мере заштите животне средине

Иновативне мере заштите животне средине у комуналним делатностима зависе од више фактора: врста делатности, квантитет и квалитет, развијеност локалне заједнице, ниво информисања и сазнања о заштити животне средине. Мере заштите животне средине у комуналним делатностима, могу се класификовати на техничко-технолошке, организационе и економске, а примењују се на нивоу комуналних производа или услуга, као и процеса у комуналном систему (Crossan & Araydin, 2010).

Перформансе заштите животне средине на локалном нивоу (локални учинак), позитивно су повезане са економским перформансама и иновативним мерама заштите животне

средине, што утиче на целокупно пословање комуналних предузећа (Figge & Hahn, 2012). Стратегије заштите животне средине све учесталије укључују принцип еко-ефикасности, чиме повезују учинак заштите животне средине са економским учинком пословања (Carrión-Flores & Innes, 2010). Традиционално, учинак заштите животне средине у разматрање узима само меру доприноса у смањењу негативног утицаја на животну средину, док примена иновативних мера заштите животне средине одражава виши ниво еко-ефикасности. Еко-ефикасност, еко-иновација и иновација у животној средини (енг. Environmental Innovation) учестало се користе за означавање нових и значајно побољшаних модела, мера и активности, производа, услуга и процеса, у било којој фази животног циклуса. Кључни су за транзицију ка нискоугљеничној, ресурсно ефикасној и циркуларној економији, док истовремено повратни ефекти могу ограничити загађење животне средине и смањити еколошки ризик (Свијановић et al., 2021).

Присуство иновативних мера заштите животне средине указује на фокусираност комуналног система на заинтересоване стране (повећање укупног прихода), као и на унапређење система заштите животне средине.

Системски посматрано, виши ниво иновативних мера заштите животне средине у комуналном систему, значи већу вероватноћу за побољшање локалног учинка (Ong et al., 2019). Градови широм света примењују мере заштите животне средине (<https://www.un.org/en/climatechange/climate-solutions/cities-pollution>):

- декарбонизације и смањења доприноса климатским променама,
- урбано планирање (политике, стратегије и др.), напредне технике пројектовања и изградње,
- топлотну изолацију (реновирање старијих зграда),
- обновљиве изворе енергије,
- боље извештавање, информисање и контролу.

Институције (UN-Habitat, UNEP, World Bank (WB) и Cities Alliance-Савез градова) су успоставиле Заједнички радни програм (Joint Work Programme) како би помогле градовима у земљама у развоју у креирању урбане политике заштите животне средине и климатских промена. Услед урбанизације јавља се потреба за заштитом животне средине и смањењем доприноса климатским променама, тако да је глобално подржана тежња за трансформацијом друштва ка циркуларној економији (ЕС, 2018; CIRAIG, 2015).

Оптерећење животне средине смањује се минимизацијом отпада, смањењем депоновања и експлоатације природних ресурса, док се истовремено стимулише раст економије

(Ghisellini et al., 2016). Кина, пионер у области циркуларне економије, донела је посебан закон којим се регулише ова област, одмах за њом промоцију циркуларне економије отпочеле су Немачка и Јапан, док је у Европи циркуларна економија почела да буде заступљена нешто касније (Geng et al., 2013; ЕЕА, 2016b).

Значајно је напоменути да се на нивоу процеса у комуналном систему као иновативна мера може навести бенчмаркинг (енг. benchmark –нивелацијска тачка, стандард, мера вредности или репер према којем се мере или упоређују друге вредности). Основу бенчмаркинга чини компарација сопственог пословања са пословањем најјачих конкурената у циљу унапређења пословања (Настић, 2015).

Иновације у систему даљинског грејања односе се на истраживања интеграције секундарних извора топлоте (центри података, метро, индустрија, нуклеарне електране и др.), обновљивих извора енергије и развој модела за искоришћавање дигиталних решења за унапређење аутоматизације. Највећи развој у области соларно-термалног даљинског грејања је у Кини. У САД и чланицама ЕУ фокус се усмерава на геотермалну енергију, док се у Шведској истражује биоенергетски потенцијал. Извор отпадне топлоте високог потенцијала у урбаним срединама је отпадна вода, скоро 4,000 постројења за пречишћавање отпадних вода у Европи се налази на удаљености мањој од 2 km од мреже даљинског грејања (IEA, 2023).

Интеграцијом ове иновативне мере кроз две комуналне делатности, уз коришћење топлотних пумпи, може се обезбедити петина тренутног снабдевања даљинским грејањем у Европи (постројење постоји у Хелсинкију, Финска) (IEA, 2023).

Иновативне мере повезане за заштитом животне средине на нивоу процеса, производа и услуга у комуналном систему односе се на (Nikitas et al., 2020; Ong et al., 2019; Nikityuk et al., 2019; Rahman, 2018; Douglas & Meijer, 2016):

- Примену вештачке интелигенције, паметних система, дрона и робота у комуналном систему;
- Примену нано-технологије (пречишћавање вода - водоснабдевање), као и најбоље доступних техника (енг. BAT) и технологија (нпр. у рециклажи, и осталим методама третмана отпада, отпадних вода и др.), чистије производње (уштеда енергије, материјала и ресурса) и др.;
- Редизајн процеса у комуналном систему како би се смањило загађење (ваздух, воде, земљиште, бука и др.) и минимизирао настанак чврстог отпада – побољшање перформанси заштите животне средине;

- Употребу нетоксичних, рециклабилних материјала, са нижом потрошњом енергије и њихова поновна употреба и производња;
- Енергетску ефикасност и оптимизацију потрошње ресурса – прелазак на обновљиве изворе енергије (нпр. соларно јавно осветљење); коришћење еколошких горива и енергената (биогориво и гас у топланама и др.); употреба нових технолошких решења (нпр. електрични аутобуси у јавном градском превозу);
- Унапређење комуналног система кроз усвајање нових знања и континуирано побољшање (нпр. управљање отпадом засновано на селективном прикупљању у циљу подстицања циркуларне економије), смањење губитака и даљинско читавање потрошње (нпр. вода и топлификација).
- Побољшање ефективности, ефикасности и транспарентности кроз примену методологија (нпр. за формирање цена комуналних услуга), модела (нпр. за вредновање локалног учинка заштите животне средине) и стандарда (нпр. ISO 14031 – вредновање перформанси животне средине), као и бенчмаркинга (нпр. еко знак).

Развој паметних градова у будућности, треба да прати развој модерних комуналних система, који захтевају транспарентан модел за подршку у вредновању локалног учинка заштите животне средине.

4. ВРЕДНОВАЊЕ ПЕРФОРМАНСИ ЗАШТИТЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

4.1. Детерминисање перформанси заштите животне средине

Перформансе животне средине (енг. *environmental performance*) су мерљиви резултати управљања аспектима животне средине организације. У контексту система управљања животном средином, резултати се могу мерити у односу на политику животне средине организације, циљеве, законске и друге захтеве.

Перформансе заштите животне средине (учинак заштите животне средине) дефинишу се као „достигнућа организација у управљању односом између читавог спектра својих активности и њихових утицаја и ефеката на животну средину“, према техничком упутству креираном од стране ISO/TC 207/SC 4 (SRPS ISO 14031:2016). С тим у вези, перформансе треба посматрати као мултидимензионалну категорију, која представља степен у којем организације испуњавају захтеве свих заинтересованих страна повезане са заштитом животне средине (Schultze & Trommer, 2011; Pelozo & Papania, 2008; Wagner, 2005).

У литератури се дефиниције перформанси животне средине које се фокусирају само на утицај организације на животну средину, односе на димензију исхода и утицаја, те се стога могу класификовати као једнодимензионалне (Günther et al., 2004; Tóth, 2003; Lankoski, 2000). Дакле, заинтересоване стране, као и циљеви у односу на које се мере резултати, термин перформансе животне средине издвајају из контекста искључиве усклађености са прописима, већ се односе на проактиван однос организације према садашњим и будућим питањима животне средине (Wood, 2010). С тим у вези, добре перформансе (добар учинак) животне средине, представљају апсорпциони капацитет организације, као и основу за примену иновативних мера заштите животне средине (Crossan & Araydin, 2010; Wagner, 2009; Cohen & Levinthal, 1990).

Способност организације да идентификује нова знања, вештине и праксе заштите животне средине и примени их за побољшање својих процеса, производа или услуга, је кључна за побољшање перформанси животне средине (Carrión-Flores & Innes, 2010). У литератури се иновативне мере заштите животне средине, посматрају кроз резултат перформанси животне средине с једне (Adamczyk et al., 2009), док се са друге стране експлицитно сугерише оцена перформанси животне средине на основу иновативних мера (Karagozoglu & Lindell, 2000).

У оквиру докторске дисертације, перформансе заштите животне средине детерминишу се као мерљиви резултати организације у односу на захтеве заштите животне средине и примену иновативних мера у комуналним делатностима на локалном нивоу (локални учинак).

4.2. Методолошки оквир вредновања перформанси заштите животне средине

Примена аналитичких инструмената у заштити животне средине, због великог броја индикатора, чији је циљ успостављање веза између стања животне средине и динамике промена (нпр. квалитет ваздуха и економски развој), представља процес који се непрекидно развија и иновира. Аналитички инструменти у области заштите животне средине могу се поделити у пет група (Михајлов, 2010): процедурални (политике и прописи, експертско мишљење, евидентирање и др.); прикупљања податка (мерење, индикатори, катастри, инвентари и др.); обраде података, процене и анализе (статистика, ГИС, мултипараметарска анализа и др.); управљања и менаџмента (стандарди, екодизајн, анализа животног циклуса и др.) и дијагностички (оцена стања животне средине, процена утицаја на животу средину и др.). Оцена стања животне средине (Environmental audit), је „мултидисциплинарни процес објективног прегледа карактеристика животне средине, насталог услед рада неке организације (производни процес, складиштење, управљање животном средином и др.) са циљем идентификовања потенцијалних утицаја на животну средину, као и одговорности за насталу штету“ (Михајлов, 2010). У оквиру свеобухватне оцене стања животне средине (Environmental Due Diligence-EDD audit) сагледавају се и „неопходне инвестиције у опрему са циљем смањења емисије загађујућих материја, модернизација технолошког процеса, изградња постројења за пречишћавање отпадних вода, решавање проблема санитарног збрињавања отпада“ и др (Mihajlov et al., 2007). Препоруке за оцену стања животне средине организација и локација, садржане су у оквиру стандарда (SRPS EN ISO 14015:2023), док се за вредновање перформанси заштите животне средине могу применити смернице стандарда (SRPS EN ISO 14031:2021).

У оквиру истраживања метода за вредновање перформанси животне средине, дат је критички осврт на 11 метода које имају различит методолошки приступ (сложеност, врста агрегације и поузданост), као и применљивост (Tóth, 2003): графичка визуелизација (енг. graphical visualisation) или еко-мапирање (енг. eco-mapping); процедуре система управљања заштитом животне средине (EMS procedures of aspects evaluation); смернице стандарда ISO 14031; оцена еколошке ефикасности (енг. eco-efficiency evaluation); еколошки биланси (енг. eco-balances); обрачун трошкова заштите животне средине (енг. environmental cost accounting); вишестепена класификација заштите животне средине (енг. multisteps environmental classification); еколошки рејтинг (енг. eco-ratings); индекс перформанси животне средине (енг. environmental performance index – EPI); систем еколошких бодова (енг. eco-point system) и превођење на релевантне утицаје (енг. translation into impacts). Најважнији резултати истраживања указују да су најприменљивије и најефикасније смернице стандарда за вредновање перформанси

животне средине ISO 14031, које обухватају примену индикатора. Сходно томе, у дисертацији се објашњава и примењује приступ заснован на индикаторима перформанси заштите животне средине у комуналним делатностима, према смерницама стандарда SRPS ISO 14031:2016¹. Такав генерички концепт вредновања перформанси животне средине састоји се од широко применљивих техника, које се фокусирају на кључне информације релевантне за различите заинтересоване стране у области животне средине (Wagner, 2005). На основу квантификованости, проверљивости и упоредивости индикатора обезбеђује се валидност и поузданост мерења оцене укупног утицаја организација на животну средину (Schultze & Trommer, 2011; Lankoski, 2000; Ruf et al., 1998).

4.2.1. Смернице стандарда SRPS ISO 14031:2016 за вредновање перформанси животне средине

Према смерницама стандарда, вредновање перформанси животне средине (енг. environmental performance evaluation-EPE) представља „процес менаџмента који користи КПИ за поређење прошлих и садашњих перформанси животне средине организације, са њеним општим и посебним циљевима животне средине“ (SRPS ISO 14031:2016). Вредновање перформанси животне средине омогућава организацијама да идентификују значајне аспекте животне средине, поставе циљеве за побољшање њихових перформанси и изврше евалуацију перформанси у односу на постављене циљеве. На овај начин, подстиче се боље управљање аспектима животне средине, следе трендови перформанси, постиже већа ефективност и ефикасност, као и боље извештавање о перформансама животне средине. Истовремено, оцењује се усклађеност са захтевима законских и подзаконских прописа или других захтева организације у вези са аспектима животне средине организације.

Смернице стандарда за вредновање перформанси животне средине могу се применити интерно и екстерно, на све организације², без обзира на њихов тип, величину, локацију и комплексност.

Вредновање перформанси животне средине обухвата (SRPS ISO 14031:2016):

- избор индикатора,
- сакупљање и анализу података (ISO 14033:2019),

¹ Стандард SRPS ISO 14031:2016, Менаџмент животном средином – Вредновање перформанси животне средине – Смернице је 30.09.2021. године, замењен новим стандардом SRPS EN ISO 14031:2021. У истраживању, сагласно периоду који обухвата (2016-2020. године) је коришћен стандард SRPS ISO 14031:2016.

² Организација може бити „компанија, корпорација, фирма, предузеће, орган власти или институција, или део или њихова комбинација (појединачна радна јединица), јавна или приватна, која има сопствене функције и администрацију“ (SRPS ISO 14031:2016).

- оцењивање информација о перформансама животне средине,
- извештавање и комуникацију и
- периодично преиспитивање и побољшавање вредновања перформанси животне средине.

Стандард за вредновање перформанси животне средине следи Демингов циклус континуираног побољшања „Планирајте – Урадите – Проверите – Делујте“ (енг. Plan–Do–Check–Act: PDCA) (Pietrzak & Paliszkievicz, 2015). Шематски приказ вредновања перформанси животне средине, позивајући се на бројеве и наслове реализације одговарајућих тачака из стандарда, приказан је на слици 4-1.



Слика 4-1. Шематски приказ вредновања перформанси животне средине у складу са PDCA моделом
Извор: SRPS ISO 14031:2016

Припрема за примену вредновања перформанси животне средине, односно планирање процеса вредновања и избор кључних индикатора перформанси, представља први корак. Индикатори перформанси омогућавају да се релевантни квантитативни или квалитативни подаци конвертују у сажете информације на разумљив и користан начин.

Одабир индикатора од стране организације, као и њихова релевантност за вредновање перформанси животне средине, треба да одражава природу и обим утицаја организације на животну средину. Организација може да користи податке које је сама прикупила или већ доступне податке.

Уколико организација примењује EMS, перформансе животне средине треба вредновати у односу на политику животне средине, циљеве, законске захтеве и др. Универзално применљиво правило за вредновање перформанси животне средине, без обзира да ли организација има EMS или не, је да индикатори буду адекватни за описивање перформанси организације у односу на постављене циљеве.

Приступ идентификацији значајних аспеката животне средине на нивоу производа, услуга или активности организација, врши се коришћењем (SRPS ISO 14031:2016):

- информација о стању животне средине (принципи за информације о перформансама: *релевантност, потпуност, конзистентност и тачност*, као и *транспарентност*),
- анализе података о улазима материјала и енергије, испуштањима-емисијама, отпаду, као и њихово вредновање у контексту ризика,
- ставова заинтересованих страна за успостављањем значајних аспеката животне средине организације;
- прописа и других захтева из области животне средине;
- метода поновне употребе, рециклаже и одлагања производа организације;
- анализе трошкова или користи за животну средину.

Коришћење података и информација је други корак у вредновању перформанси животне средине, који омогућава организацији да постигне своје циљеве и побољша перформансе животне средине, приказан на слици 4-2. Подаци требају бити транспарентни, кохерентни и економични, систематски прикупљени из поузданих и релевантних извора, у складу са учесталосту вредновања, са следећим смерницама (SRPS ISO 14031:2016):

- „Прикупљање података вршити применом процедура које осигуравају њихову поузданост, а која зависи од доступности, прикладности, научне и статистичке валидности, као и могућности верификације.
- Релевантним изворима података за вредновање перформанси сматрају се: интервјуи, праћење, мерење, инвентар, извештаји (нпр. научни извештаји и студије), агенције, академске институције, невладине организације, заинтересоване стране, пословна удружења, иновације и др.

- Анализу и конвертовање података у информације, треба вршити тако да описују перформансе животне средине организације, изражене индикаторима за њихово вредновање.
- Анализа података укључује у разматрање квалитет података, њихову валидност, адекватност и комплетност, па се могу користити статистички алати, засновани на графичкој техници, индексирању, агрегацији и пондерисању.
- Вредновање информација (преиспитивање) треба бити тако да индикатори буду прикладни за описивање перформанси животне средине организације у односу на постављене циљеве (нпр. текуће и претходне перформансе, законски и други захтеви, стандарди, најбоље праксе, преиспитивање од стране руководства, ставови заинтересованих страна, научна истраживања и др.).
- Информације о перформансама, изводити преко индикатора из података о перформансама, и упоредити са циљевима перформанси животне средине организације (зашто су циљеви перформанси животне средине испуњени или не, о чему треба известити руководство).
- Извештавање заинтересованих страна унутар и ван организације, као и комуницирање о перформансама животне средине, треба да помогне организацији у достизању циљева, побољшању перформанси животне средине и обезбеђивању механизма за одговор на значајне аспекте животне средине организације“.

Интерно извештавање и комуникација обухвата трендове у перформансама животне средине организације, усклађеност са прописима, усаглашеност организације са другим захтевима, расположивост природних ресурса и др. Саопштавање екстерним заинтересованим странама извештај о перформансама животне средине организације, може да помогне организацији да побољша своје пословне позиције у светлу друштвено-одговорног пословања у заједници у оквиру које послује (SRPS ISO 14031:2016).

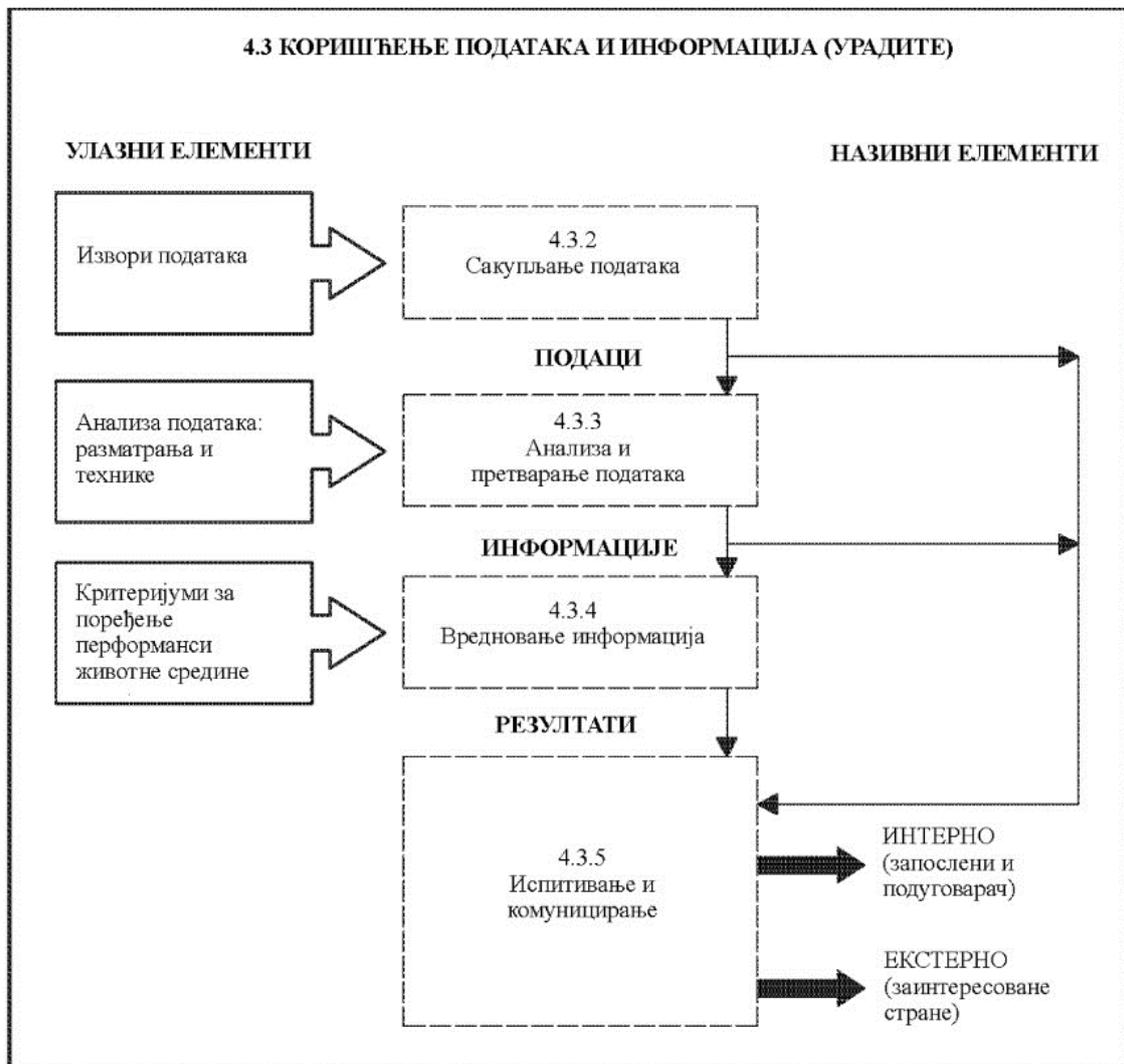
Трећи корак је преиспитивање и побољшавање, које може допринети мерама руководства за унапређење перформанси менаџмента и реализације оперативних активности организације, као и за побољшање стања животне средине. Преиспитивање треба да истражи потенцијал за побољшање у следећим сегментима (SRPS ISO 14031:2016):

- „однос између трошкова и користи, прогрес према циљевима,
- побољшање перформанси животне средине (нпр. бенчмаркинга) и примену индикатора, квалитет података, као и

- информације од заинтересованих страна, промене у законским прописима и емисије у животну средину“.

Примери мера за побољшавање процеса вредновања перформанси животне средине организације су (SRPS ISO 14031:2016):

- „побољшавање квалитета података (поузданост и расположивост),
- побољшавање способности за анализу и вредновање,
- развој или идентификација нових и кориснијих индикатора,
- измена предмета и подручја примене,
- ажурирање обуке особља,
- побољшавање процеса за избор индикатора и
- побољшавање комуницирања и извештавања“.



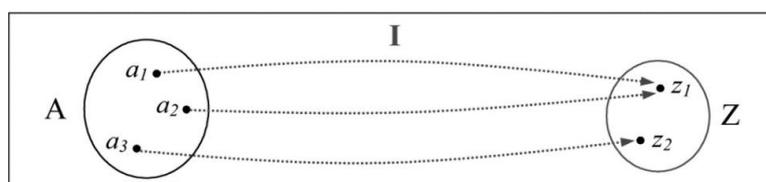
Слика 4-2. Коришћење података и информација
Извор: SRPS ISO 14031:2016

4.3. Примена индикатора за вредновање перформанси животне средине

Дефинисање начина утврђивања вредности различитих објеката, односно операционализација варијабли, представља проналажење емпиријског начина за представљање теоријске варијабле. С обзиром да је у том случају емпиријска варијабла показатељ теоријске варијабле, она се дефинише као индикаторска варијабла или индикатор (Giles, 2017; Hendry & Santos, 2005). Индикатори (показатељи) се уводе као индиректне, парцијалне и поуздане мере сложених појава, одређеног статистичког значаја, које је комплексно мерити директно. Крајем двадесетог века почиње интензивна заступљеност индикатора у литератури, као и њихова примена у институцијама (WHO, OECD, WB и др.).

У литератури је било више неуспелих покушаја да се концепту индикатора припише математичка структура (Franceschini et al., 2005; Melnyk et al., 2004). Разлог томе делимично је повезан са теоријом репрезентације и њеним односом према мерењу. Према теорији репрезентације, мерење је повезано са циљем репрезентације који чини део или емпиријски систем доступним за процене, поређења, предвиђања, одлучивање и др. (Roberts, 1985). У том случају, индикатори се могу успешно користити за хомоморфно³ одређивање појава из емпиријског на теоријски систем. Међутим, изоморфно⁴ мапирање емпиријских и симболичких односа, као што је случај са мерењем, није могуће код индикатора. То значи да је мерење подкуп индикатора (Franceschini et al., 2005).

Индикатор (I) који хомоморфно показује скуп емпиријских појава (A) на скуп теоретских појава (Z), приказан је на слици 4-3.



Слика 4-3. Шематски приказ концепта индикатора са становишта Теорије репрезентације

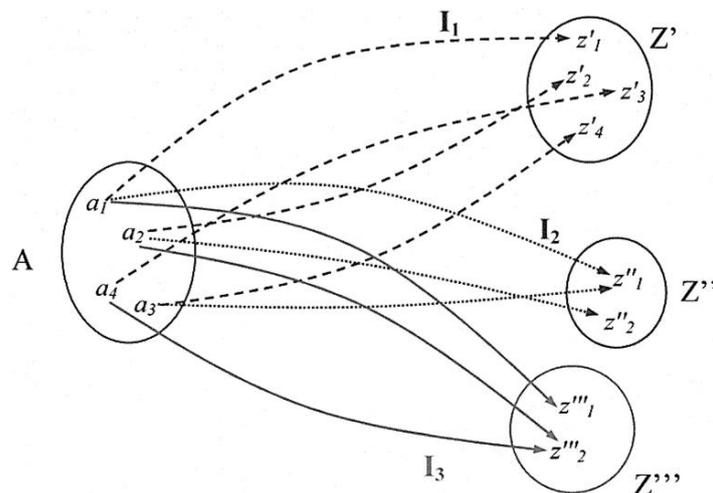
Извор: Franceschini et al., 2006

Код индикатора се свака појава може описати помоћу једног или више индикатора, док се код комплексних појава може користити сет индикатора. То значи да се у оквиру комплексних појава различите димензије појава посматрају различитим индикаторима. Док мерење

³ Хомоморфизам означава пресликавање функције из једног релационог система у други, који чува све релације и операције (структуру). Такво пресликавање је хомоморфно (Roberts, 1985).

⁴ Изоморфизам означава бијективни хомоморфизам (ако за свако y из Y постоји тачно једно x из X тј. $f(x)=y$), односно пресликавање функције из једног система у други “један према један“ је изоморфно пресликавање (Roberts, 1985).

подразумева да теоретске варијабле репродукују односе стварних варијабли, па не постоји алат који алгоритамски генерише скуп повезаних индикатора (Roy & Bouyssou, 1993). Индикатори (I_1, I_2, I_3) који неуједначено показују скуп емпиријских појава (A) на скупове теоретских појава (Z', Z'' и Z'''), приказани су на слици 4-4.



Слика 4-4. Шематски приказ стања неуједначености индикатора
Извор: Franceschini et al., 2006

Постоје бар два различита начина за описивање истог циља, што подразумева да слични циљеви представљања можда нису упоредиви, ако су представљени различитим индикаторима. Неколико емпиријских манифестација се не разликују, следећи један индикатор, али се могу разликовати по другом (нпр. манифестације a_2 и a_4 не разликују се по индикатору I_3 , али се разликују по I_1). Зато се индикатори не изједначавају са математичким структурама, већ се издвајају као посебан концепт или посебна категорија који није део мерења, већ је мерење део њих.

4.3.1. Појмовно одређење индикатора

Етимолошки посматрано, реч индикатор или показатељ потиче од латинског глагола показивати (лат. *indicare*), односно именице латинског порекла (лат. *indicator*) која значи показивач или кратки садржај (Vranjanac, 2020; Hammond et al., 1995). Индикатори су средство које показује извесно стање или промене у извесном стању. Индикатори и индекси (лат. *index*) су средства предвиђена да сведу велику количину податка на једноставан облик, задржавајући при томе суштину датих података уз компактност и јасно разумевање (Вељковић, 2000). При томе, индикатори могу бити статистички усмерени показатељи специфично одређених питања који указују на резултате и закључке дате појаве, док индекси показују односе који показују варијације једне или више временских или динамичких серија (Вељковић, 2004).

Синоним за индикатор је индекс (Jacobs et al., 2006). Индекси повезују различите индикаторе у један број, користан за поређење у времену и простору, због чега се често у литератури композитни (комбиновани) индикатори називају индексима, а појединачни индикаторима (Јовичић, 2006). Емпиријски подаци квалитативне и квантитативне природе постају показатељи перформанси уколико изражавају замишљене циљеве учесника у неком процесу, то им даје контекстуални и временски значај (Dochy et al., 1990a; Dochy et al., 1990b).

КРП представљају алат за мерење перформанси организација у циљу сагледавања њиховог пословања (Chan & Chan, 2004). Перформанса се односи на друштвено конструисани учинак посматраног феномена (Folan et al., 2015), док се параметар односи на коначне карактеристике неког система (Aster et al., 2019). Индикатори, у ширем смислу, представљају квантитативну или квалитативну меру која потиче из низа чињеница и показује релативне информације о ентитетима и њиховим позицијама у одређеној области, на основу које се међусобно могу упоређивати и рангирати (Доброта, 2015).

Светска здравствена организација индикаторе дефинише као “варијабле које помажу да се промене мере директно или индиректно” (WHO, 2018). Организација за економску сарадњу и развој (Organisation for Economic Co-operation and Development – OECD) индикаторе дефинише као „квантитативни или квалитативни фактор или варијаблу која обезбеђује једноставно и поуздано средство мерења постигнућа, како би се одразиле промене повезане са интервенцијом, или да се помогне у оцени перформанси развојног актера“ (OECD, 2017).

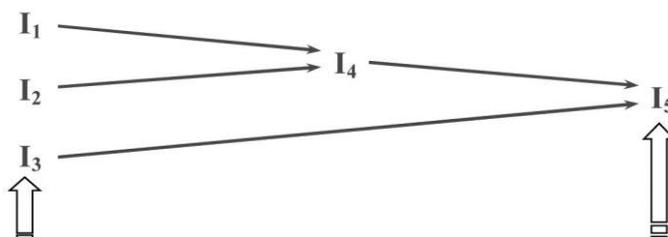
Према дефиницији коју је усвојила Агенција САД за међународни развој (United States Agency for International Development – USAID), индикатор је „варијабла, која је сврха мерења промене у феномену или процесу“ (USAID, 2017).

Европска канцеларија за статистику (European Statistical Office – EUROSTAT), дефинише индикаторе као „опис циљева пројекта у смислу квантитета, квалитета, циљне групе, времена и места“ (EUROSTAT, 2017). Док је у америчкој интерпретацији показатељ једнак варијабли, европска интерпретација често укључује временски оквир, као и основну и циљну вредност варијабле.

У свакодневој употреби термин индикатор односи на инструмент који даје информације. Задатак индикатора је да доведе до нивоа информација о управљању или одлучивању (најчешће кроз мониторинг и евалуацију), чему претходи прикупљање и статистичка обрада података. У логици интервенције (активности-резултати-сврха-циљ) у оквиру матрице логичког оквира, користе се индикатори одређеног квалитета и квантитета, простора, времена и циља, као средство за праћење прогреса (Adaptation Fund, 2011).

Код вишедимензионалних појава, које се не могу обухватити једним индикатором, појединачни показатељи се заједно са припадајућим тежинским коефицијентима интегришу у један композитни (лат. *componere* – саставити) индикатор. Поједини аутори наводе да су композитни индикатори резултат утицаја глобализације, а да су широко примењени због једноставности сакупљања и превођења, као и тумачења заједничких трендова различитих појава (Beninni, 2012; Saltelli, 2007).

Композитни индикатори се користе како би илустровали комплексна и за директно мерење неприступачна питања, као што су заштита животне средине, циркуларна економија, одрживи развој и др. Индикатори се врло често удружују уколико се користе за описивање истог феномена, сачињавајући тако групу, листу, сет и базу индикатора. *Franceschini* је увео термин „супер индикатор“, који се односи на индикатор агрегиран на вишем нивоу, који је изведен тако да синтетизује све аспекте феномена који се истражује. Пример модела „супер индикатора“, чија је намена прикупљање информације о укупном учинку процеса, где су сви индикатори агрегирани у један изведени индикатор који синтетизује све информације приказан је на слици 4-5 (Franceschini et al., 2006).



Слика 4-5. Представљање концепта „супер индикатор“
Извор: *Franceschini et al., 2006*

4.3.2. Карактеристике и врсте индикатора

Примену индикатора у различитим сферама (економија, животна средина и др.) омогућавају њихове основне карактеристике. Основне карактеристике индикатора су (Gage & Dunn, 2009):

- валидност – добијене информације су тачна мера неке појаве,
- поузданост – стална мерљивост током времена на исти начин и од стране других,
- прецизност – дефинисани на оперативно јасан начин,
- мерљивост – помоћу доступних алата и метода,
- правременост – праћење појава у релевантним временским интервалима и
- значајност – повезаност са постизањем одређеног циља.

Индикатори треба да буду признати од стране релевантних институција, чиме омогућавају проток информација на једноставан и разумљив начин. Карактеришу их концизност,

транспарентност, научна заснованост, методологија израчунавања, упоредивост и валидност информација, којима указују на одређене трендове.

Најопштија класификација индикатора их разврстава у односу на предмет истраживања на (EUROSTAT, 2014):

- директне индикаторе – директно указују на предмет истраживања (нпр. удео становништва испод прихода од 1 долара по дану) и
- индиректне индикаторе – када се предмет истраживања не може директно мерити, већ ови индикатори обезбеђују равнотежу између поузданости информација и начина за добијање података (нпр. добро управљање).

Основне категорије индикатора су (Pandyaswargo et al., 2015; Franceschini et al., 2006):

- субјективни (субјективно одређују емпиријске манифестације у симболичке),
- објективни (објективно одређују емпиријске манифестације у симболичке),
- основни (резултат су директне опсервације феномена) и
- изведени или агрегирани (добијају се комбиновањем основних индикатора).

Индикатори на нивоу програма или пројекта, као и на нивоу организације, често имају специфично одређене циљеве. Циљеви се односе на информације значајне за одређене циљне групе, које се добијају путем „SMART индикатора“ следећих карактеристика (Selvik, et al., 2021):

- Specific – специфични; сваки индикатор мери одређени циљ,
- Measurable – мерљиви; квантитативно или квалитативно,
- Achievable – остварљиви; у оквиру прихватљивих трошкова,
- Relevant – релевантни; у односу на потребе које прате и
- Timely – временски одређени; за период реализације активности.

Када се индикатори користе као специфични показатељи промене (нпр. Процена утицаја за развојне агенције), различите особине постају важне и могу се представити „SPICED индикаторима“ следећих карактеристика (Roche, 1999): субјективни, партиципаторни, представљени и комуникативни, унакрсно проверени и упоредиви, оснажујући, разноврсни и разврстани.

„CREAM“ принципи за одабир добрих индикатора перформанси су (Schiavo-Campo & Tommasi, 1999):

- Clear – јасни; Индикатори треба да буду прецизни.
- Relevant – релевантни; Одговарајући за предмет и евалуацију.
- Economic – економични; Могу се добити по разумној цени;

- Adequate – адекватни; Способност пружања довољно информација о учинку.
- Monitorable – могу се надгледати; Лако се надгледа и може се контролисати независно.

Уколико неки од наведених принципа не буде испуњен, показатељи учинка ће бити мање корисни. Показатељи учинка требају бити што јаснији, директнији и једнозначнији. Показатељи могу бити квалитативни или квантитативни (Kusek & Rist, 2004). Показатељи учинка су углавном квантитативне природе, иако су „CREAM“ принципи формулисани на начин који их чини подједнако применљивим на квалитативне индикаторе.

Композитни индикатори морају имати следеће особине: сврсисходност, релевантност и доследност, доступност податка и прихватљивост за заинтересоване стране (Beninni, 2012).

4.3.3. Индикатори за вредновање перформанси животне средине

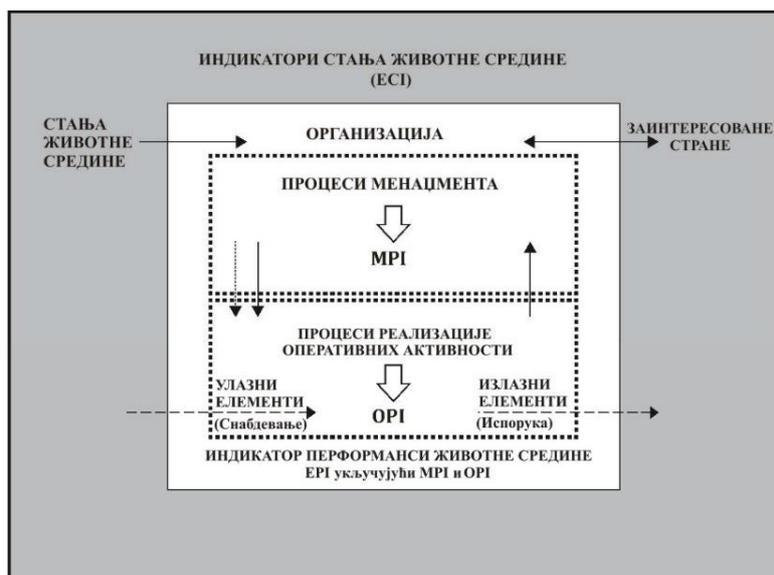
За вредновање перформанси животне средине разликују се две категорије индикатора (SRPS ISO 14031:2016):

- „индикатори стања животне средине (environmental condition indicators – ECI) примењују их агенције, јавне институције и организације, због компаративне могућности праћења тренда стања животне средине (нпр. емисије, отпад и др)“ и
- „индикатори перформанси животне средине (EPI) обезбеђују информације о управљању значајним аспектима животне средине и резултатима програма менаџмента животном средином организације“.

Кључни индикатори перформанси које организација изабере да примењује могу бити (SRPS ISO 14031:2016):

- „индикатори перформанси менаџмента (management performance indicators – MPI) обезбеђују информације о активностима менаџмента које утичу на перформансе животне средине организације (нпр. инвестиције у нове технологије) и
- индикатори перформанси реализације оперативних активности (operational performance indicators – OPI) обезбеђују информације о перформансама животне средине оперативних процеса организације (нпр. смањење количине отпада)“.

У контексту одрживог развоја, индикатори перформанси животне средине могу се применити у циљу показивања начина на који се организација бави друштвеном, економском и димензијом заштите животне средине. Токови између процеса менаџмента и реализације оперативних активности организације, као и индикатори стања и перформанси животне средине, приказани су на слици 4-6.



На слици је:

- токови информација
- - - - - токови улаза и излаза повезани реализацијом оперативних активности организације
- ⋯⋯⋯ токови одлука

Слика 4-6. Индикатори перформанси и стања животне средине

Извор: SRPS ISO 14031:2016

Карактеристике индикатора за вредновање перформанси животне средине су (SRPS ISO 14031:2016):

- „директно измерене или израчунате вредности (нпр. тоне емитоване загађујуће материје);
- релативне или израчунате вредности (нпр. тоне загађујуће материје емитоване по јединици промета);
- индексиране у односу на референтну тачку (нпр. проценат емисије у години);
- сакупљене из различитих извора (нпр. укупне тоне дате загађујуће материје емитоване током производње датог производа у датој години);
- пондерисане (модификовани подаци применом фактора везаног за њихов значај)“.

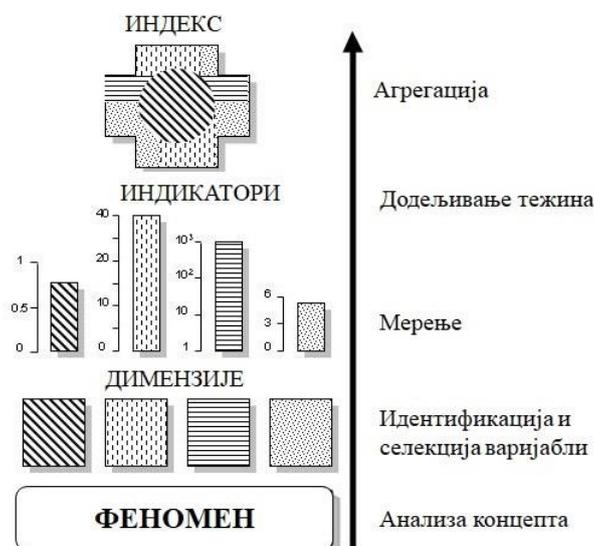
Развој кључних индикатора перформанси специфичних за сектор, треба следити следеће смернице (SRPS ISO 14031:2016):

- „Претрага постојећих индикатора, опис најмодернијих технологија и критеријума за еко-означавање, студија, научних публикација, прописа, извештаја и др.;
- Податке о животном циклусу производа;
- Консензус међу заинтересованим странама;
- Одлука о систему за бодовање и рангирање, избор метода за доделу тежина (пондерисање) или појединачних индикатора (3 до 10 индикатора-препорука);

- Метрика треба да буде пажљиво одабрана да би се тачно вредновали индикатори (CO₂ по kWh електричне енергије; проценти; да/не индикатори);
- Добро дефинисано прикупљање и квалитет података, укључујући и алгоритме квантификације (прецизна дефиниција врсте и формата потребних података, процедуре мерења и испитивања, обезбеђење квалитета и верификације, усредњавање, временска обухваћеност и др.);
- Извештавање о резултатима: опис индикатора, мерне јединице, образложење индикатора и његову релевантност, временску и географску обухваћеност и др.;
- Успостављање скале и мерила: географску обухваћеност (место, земља, регион); законску регулативу, документацију добре праксе, постојеће системе индикатора, оцењивање минималних/максималних нивоа индикатора, време, формат и графички приказ (број нивоа, градуиране скале, кодови за боју/слова) и др.;
- Индикатори треба да буду редовно преиспитивани (претходно дефинисан период преиспитивања), ажурирани и ревидирани“.

4.3.4. Методологија развоја композитног индекса

Анализом одређеног феномена одређују се његове димензије које се исказују путем варијабли. Њиховим мерењем и уношењем значајности у то мерење, добијају се индикатори који указују на одређене информације. Индикаторима се додељују тежине, а након тога, врши се агрегација чији резултат представља композитни индикатор или индекс, који интегрално описује посматрани феномен, слика 4-7 (Boulanger, 2008).



Слика 4-7. Развој композитних индикатора одређеног феномена
Извор: аутор, засновано на Boulanger, 2008

Приликом развоја нових индикатора треба узети у разматрање мерење, величину и подручје промена, одабраних да се прате, циљне групе као и следећа питања (Dzino-Silajdzic, 2022):

- Ко је укључен у процес развоја индикатора?
- Када (временски оквир, рана фаза развоја индикатора)?
- Како (итеративни процес у 4 корака: теорија промене, повезивање индикатора промене и циља, одређивање приоритетних индикатора и „SMART“ критеријуми)?

У литератури су ставови о композитним индикаторима подељени на присталице и противнике агрегације. Присталице агрегације истичу предност праћења суштине и приказ реалне слике посматраног феномена комбиновањем појединачних индикатора, чиме се „скреће пажња“ на проблем од значаја (Saisana et al., 2005). Тако конципирани индикатори су економичнији за извештавање, једноставнији за разумевање и погоднији за евалуације и процене од појединачних индикатора. Противници агрегације истичу могућност извођења поједностављених закључака, добијених на основу „искривљене“ слике о проблемима који се истражују, уколико су индикатори лоше конципирани. Највећа критика упућује се на рачун субјективности приликом одређивања тежинских коефицијената за појединачне индикаторе (Sharpe, 2004). Како би се превазишли наведени проблеми, треба следити 10 кључних корака у развоју композитних индикатора, слика 4-8 (Nardo et al., 2008).

Како би се избегло неразумевање индикатора, у оквиру објашњења индикатора, потребно је приложити метаподатке. Метаподаци садрже релевантну информације о новом индикатору: назив индикатора, тематску област, врсту индикатора, опис и дефиницију, лиценцу/стандард, методологију израчунавања и сакупљања података, мерну јединицу и период извештавања.

Транспарентност је кључна особина веродостојно развијених композитних индикатора. Најзначајније је при креирању индекса дефинисати концепт, одредити његове подгрупе и извршити правилан избор појединачних индикатора (Доброта, 2015).

Мултидисциплинарни концепти попут циркуларне економије, одрживог развоја и заштите животне средине немају прецизно дефинисане теоретско-емпиријске основе због континуираних промена. Зато је приликом развоја композитних индикатора од значаја држати се наведених корака и препорука уз поштовање позитивних искустава у овој области, нпр. EPI (<https://epi.yale.edu/>). Градови широм света немају довољно развијену и стандардизовану базу података о иновативним перформансама заштите животне средине, што резултира развојем различитих индекса, укључујући: City Prosperity Index – Индекс просперитета града (<https://data.unhabitat.org/pages/city-prosperity-index>), Sustainability City Index – Индекс одрживости града (<https://connect.arcadis.com/Sustainable-Cities-Index>), Innovation Cities Index – Индекс иновативних градова (<https://innovation-cities.com>) и др. Разноликост индекса услед

неусаглашености база података додатно усложњава процес вредновања локалног учинка заштите животне средине у градовима.



Слика 4-8. Кључни кораци у развоју композитних индекса
Извор: аутор, засновано на Nardo et al., 2008

4.4. Модели за вредновање перформанси заштите животне средине

Вредновање перформанси животне средине, заснива се на индикаторима и њиховом моделирању, које је неопходно за разумевање и представљање еколошких система, као и за доношење одлука. Евалуација зависи од структуре модела, односно колико добро модел репрезентује систем који је предмет проучавања (Bennett et al., 2010). За вредновање перформанси животне средине, могу се користити различити типови модела (Jakeman, et al., 2006):

- Емпиријски модели: статистички модели засновани на подацима, разноврсне структуре модела, који могу да укључују кластер анализу, моделе временских серија и регресиону анализу.
- Стохастички модели: модели опште форме, који имају стандардну структуру која дозвољава инкорпорацију претходног знања и неизвесности (нпр. простор државе и др.).
- Детерминистички модели (засновани на специфичном процесу или теорији): имају структуру скупа специфичну за процес и претходно су поткрепљени теоријом.
- Концептуални модели: структура модела креира се на основу претпостављених узрочно-последичних веза (нпр. бајесове мреже одлучивања и др.).
- Агентски модели: локално структурирани модели који омогућавају појаву непредвиђеног понашања.
- Модели засновани на правилима: група модела који користе правила за представљање и симулацију интеракције између дискретних догађаја и одлука. Модел тада може мапирати вероватноћу различитих исхода укључујући стабла одлучивања и експертске системе.
- Динамички модели: спектар модела који могу дати временски размак одговора на унос у било ком тренутку. Спектар укључује дискретни догађај или стање, скуп динамичких, дистрибуираних и диференцијалних модела бесконачног стања са кашњењем.
- Просторни модели: укључујући регионе, полигоне и псеудо-континуиране просторне моделе.

Верификација, валидација и калибрација модела су значајне компоненте процеса моделирања (Oreskes et al., 1994). Методе за тестирање модела за евалуацију учинка животне средине се могу поделити у две категорије (Bennett et al., 2010):

- квалитативне методе које не захтевају независне податке за процену модела, обезбеђују упоређивање перформанси модела: Тјурингов тест захтева анализу излаза и рада модела, и показује да ли се модел понаша како се очекује, провером стандардних питања и анализом осетљивости (Jakeman et al., 2006) и
- квантитативне методе које тестирају модел у односу на мерене податке (методе поделе података (Cross validation и Bootstrapping)⁵; резидуалне методе (графичке и нумеричке

⁵ Cross validation (унакрсна валидација модела) је понављање поделе скупа података на различите начине да процени и поткрепи предиктивне способности свог модела. Bootstrapping је непараметарска метода која омогућава тестирање статистичке значајности Cronbach's alpha, R² и др (<https://www.smartpls.com/documentation/algorithms-and-techniques>).

методе, ефикасност модела, грешка модела и др.); методе директног поређења⁶; методе трансформације; просторне методе; вишекритеријумске и дијагностичке методе).

Процедура моделирања у десет корака (Jakeman et al., 2006), применљива за моделе за вредновање учинка животне средине, сажета је у оквиру пет корака (Bennett et al., 2010):

- Идентификација сврхе модела,
- Идентификација карактеристика података (анализа података за тестирање модела),
- Графичка анализа перформанси,
- Избор основних критеријума перформанси и
- Разматрање напредних метода.

Анализа осетљивости (Sensitivity analysis) истражује како промена вредности параметара утиче на укупну промену излаза модела, где се понашање сваког параметра може упоредити са очекиваним понашањем. Различите методе се могу користити за анализу осетљивости, као што је насумично узорковање на основу очекиваних дистрибуција параметара (Монте Карло анализа), регресиона и корелациона анализа, као и сложеније методе (Saltelli et al., 2000).

Комбиновано коришћење квантитативних и квалитативних метода за тестирање структуре модела даје могућност за поређење перформанси повезаних са иновативним мерама заштите животне средине у комуналном систему (Vranjanac et al., 2023; Vranjanac & Rađenović, 2023; Vranjanac et al., 2022).

⁶ Регресија моделираних вредности је метод за предвиђање вредности једне зависне променљиве на основу једне или више независних променљивих (<https://www.smartpls.com/documentation/algorithms-and-techniques>).

5. КРЕИРАЊЕ МОДЕЛА ЗА ВРЕДНОВАЊЕ ПЕРФОРМАНСИ ЗАШТИТЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ У КОМУНАЛНИМ ДЕЛАТНОСТИМА

У докторској дисертацији, креирање модела за вредновање перформанси заштите животне средине у комуналним делатностима, извршено је према смерницама стандарда (SRPS ISO 14031:2016). Кораци за креирање модела за вредновање перформанси заштите животне средине у комуналним делатностима су:

- припрема вредновања перформанси,
- избор кључних индикатора перформанси,
- сакупљање и трансформација података у информације,
- развој модела и
- преиспитивање и побољшање модела.

У првом кораку, припреми вредновања перформанси, извршена је процесна анализа комуналног система и селекција најзначајнијих комуналних делатности, повезаних са локалним учинком заштите животне средине. За анализу вредновања локалног учинка заштите животне средине, селектоване су следеће комуналне делатности: водоснабдевање, каналисање, управљање отпадом, остале комуналне делатности (снабдевање топлотном енергијом и јавне зелене површине), као и иновативне мере заштите животне средине, примењене у оквиру наведених делатности.

Пет од укупно четрнаест комуналних делатности, прописаних Законом о комуналним делатностима („Сл. гласник РС“, бр. 88/2011, 104/2016 и 95/2018), утврђене су за анализу у дисертацији. Дефинисани критеријуми за избор комуналних делатности, које су укључене у вредновање локалног учинка су: значајни аспекти животне средине и примена иновативних мера заштите животне средине. Сходно томе, извршен је избор кључних индикатора перформанси за вредновање локалног учинка иновативних мера заштите животне средине.

5.1. Избог кључних индикатора перформанси заштите животне средине

У циљу избора кључних индикатора перформанси заштите животне средине у комуналним делатностима, најпре је извршена анализа расположивих индикатора у овој области. У дисертацији су, због примене на националном нивоу и значаја за локални учинак заштите животне средине, анализирани следећи индикатори:

- Агенције за заштиту животне средине Републике Србије (www.indicator.sepa.gov.rs),

- Одрживости и добре управе, стратегија локалног одрживог развоја (скр. СЛОП индикатори), сектор животна средина (Марошек и други, 2012),
- Института за јавно здравље Србије „Др Милан Јовановић Батут“ (www.batut.org.rs), као и
- Републичког завода за статистику Србије – РЗС (www.stat.gov.rs), који води и базу података распоређених у девет сектора (сектор животна средина) за праћење стања на локалном нивоу у РС.

Индикатори Агенције за заштиту животне средине су подељени у 12 тематских целина и разврстани у 5 тематских подручја према Правилнику о националној листи индикатора заштите животне средине („Сл. Гласник РС“, бр. 37/2011). Теоријско-методолошки оквир „DPSIR framework“ примењује се у Европској агенцији за животну средину (European Environment Agency-ЕЕА), као и на националном нивоу у РС. Сачињавају га следећа тематска подручја: D - Driving Forces - Покретачки фактори; P - Pressures – Притисци; S - State – Стање; I – Impact – Утицаји и R – Response – Одговори. Правилник о националној листи индикатора заштите животне средине („Сл. Гласник РС“, бр. 37/2011) садржи следеће информације о индикаторима: тематска целина, редни број, тематско подручје, дефиниција и опис индикатора, методологија израчунавања и сакупљања података, мерна јединица, правна покривеност националним и међународним прописима и обавезама извештавања, извор, доступност и периодичност сакупљања података, начин и рок достављања података и информација, индикатора и извештаја у Информациони систем. Правилник о методологији за израду националног и локалног регистра извора загађивања, као и методологији за врсте, начине и рокове прикупљања података („Сл. гласник РС“, бр. 91/10, 10/13, 98/16 и 72/23), прописује да податке треба доставити једном годишње, до 30. априла текуће године за претходну годину. На основу наведених правилника обезбеђене су информације о индикаторима са националне листе, док су за остале индикаторе у дисертацији, информације прописане од стране институција или у складу са наведеним правилницима.

За потребе дисертације, формиран су нови индикатори (укључујући и прилагођене постојеће индикаторе потребама дисертације), на основу литературе и доступних података. Извори података за развој нових индикатора су базе података, публикације и извештаји, наведених институција, извештаји Пословног удружења „Топлане Србије“ (www.toplanesrbije.org.rs), као и планска документа градова (Генерални урбанистички план; План детаљне регулације и др.). Прикупљени су и подаци из Националног регистра извора загађивања који води Агенција за заштиту животне средине, у делу управљање отпадом (молба за достављање података је у прилогу 1 дисертације).

У дисертацији су за вредновање локалног учинка заштите животне средине у комуналним делатностима утврђени кључни индикатори перформанси, који су подељени у следећих пет категорија:

- индикатори перформанси водоснабдевања,
- индикатори перформанси канализација,
- индикатори перформанси управљања отпадом,
- индикатори перформанси осталих делатности и
- индикатори перформанси иновативних мера заштите животне средине.

5.1.1. Индикатори перформанси водоснабдевања

На основу анализе података, у докторској дисертацији су у оквиру модела за вредновање локалног учинка заштите животне средине у комуналним делатностима, утврђени следећи индикатори перформанси водоснабдевања:

1. Квалитет воде за пиће – физичкохемијски;
2. Квалитет воде за пиће – микробиолошки;
3. Процент становништва прикључен на јавни водовод;
4. Удео испоручене воде за пиће у укупно захваћеним водама;
5. Дужина водоводне мреже по прикљученом становнику.

Методологија израчунавања индикатора перформанси водоснабдевања, заједно са припадајућим формулама и мерним јединицама, приказана је у табели 5-1.

Табела 5-1. Израчунавање индикатора перформанси водоснабдевања

Ред. бр.	Назив индикатора	Формула	Мерна јединица
1.	Квалитет воде за пиће – физичкохемијски	$Q = \frac{n}{N} 100$	%
2.	Квалитет воде за пиће – микробиолошки	$Q = \frac{n}{N} 100$	%
3.	Процент становништва прикључен на јавни водовод	$C_i = \frac{n_{ci}}{I} 100$	%
4.	Удео испоручене воде за пиће у укупно захваћеним водама	$W_d = \frac{d_w}{c_w} 100$	%
5.	Дужина водоводне мреже по прикљученом становнику	$WI = \frac{lw}{ci}$	м/ст

где је: Q – квалитет воде за пиће (физичкохемијски или микробиолошки); n – број неисправних узорка (физичкохемијски или микробиолошки); N – укупан број узорка воде за пиће за дати град. C_i – процент становништва прикључен на јавни водовод; n_{ci} – број становника прикључен на јавни водовод (производ броја прикључених домаћинстава на јавни водовод и просечног броја чланова домаћинства за дати град); I – укупан број становника у датом граду. W_d – удео испоручене воде за пиће у укупно захваћеним водама; d_w – количина испоручене воде за пиће корисницима датог града; c_w – количина укупно захваћене воде од стране јавног водовода датог града. 100 – константа за изражавање индикатора у процентима. WI – дужина водоводне мреже по прикљученом становнику; lw – дужина водоводне мреже датог града; n_{ci} – број становника прикључен на јавни водовод (производ броја прикључених домаћинстава на јавних водовод и просечног броја чланова домаћинства за дати град).

Извор: аутор, засновано на *EurEau*, 2021; Правилник о националној листи индикатора заштите животне средине („Сл. Гласник РС“, бр. 37/2011)

Квалитет воде за пиће – физичкохемијски и микробиолошки, је индикатор тематског подручја утицаја и тематске целине воде, према Правилнику о националној листи индикатора заштите животне средине („Сл. Гласник РС“, бр. 37/2011). Индикатор показује проценат узорака који не одговарају прописаним вредностима параметара за воду за пиће, у укупном броју узорака, из јавних и ван јавних водовода, збирно или појединачно за категорије потрошача. Израчунавање индикатора врши се према формули датај у табели 5-1.

На основу квантитативних вредности индикатор обезбеђује информације о ризицима од негативних утицаја воде за пиће на људско здравље и показује у којој мери је снабдевање водом за пиће у складу са санитарно-хигијенским условима и стандардима – Правилник о хигијенској исправности воде за пиће („Сл. лист СРЈ“, бр. 42/98 и 44/99 и „Сл. гласник РС“, бр. 28/2019). У контексту квалитативног утицаја воде за пиће на здравље, индикатор има петостепени ранг, за микробиолошки (изложеност агенсима: *Escherichia coli*, *Enterococcus*) и физичкохемијски квалитет (изложеност физичкохемијским агенцима), приказан у табелама 5-2 и 5-3, респективно. Извор података за овај индикатор је Институт за јавно здравље Србије „Др Милан Јовановић Батут“.

Табела 5-2. Индикатор квалитета воде за пиће (микробиолошка неисправност)

Ниво	Процент неисправности (%)	Опис
1.	<2	Незнатан
2.	2,1 – 5	Мали
3.	5,1 – 10	Умерен
4.	10,1 – 25	Велики
5.	>25	Огроман

Извор: аутор, засновано на Правилник о националној листи индикатора заштите животне средине („Сл. Гласник РС“, бр. 37/2011)

Табела 5-3. Индикатор квалитета воде за пиће (физичкохемијска неисправност)

Ниво	Процент неисправности (%)	Опис
1.	<5	Прихватљив
2.	5,1 – 10	Делимично прихватљив
3.	10,1 – 20	Лош
4.	20,1 – 50	Веома лош
5.	>50,1	Алармантан

Извор: аутор, засновано на Правилник о националној листи индикатора заштите животне средине („Сл. Гласник РС“, бр. 37/2011)

Процент становника прикључен на јавни водовод је индикатор тематског подручја реакције друштва и тематске целине воде, према Правилнику о националној листи индикатора заштите животне средине („Сл. Гласник РС“, бр. 37/2011). Индикатор показује однос броја становника прикљученог на јавни водовод и укупног броја становника, што је мера учинка снабдевања становништва водом за пиће. Израчунавање индикатора врши се према формули датај у табели

5-1.Извори података за овај индикатор су Републички завод за статистику (Статистички годишњак Републике Србије), Агенција за заштиту животне средине, Републичка дирекција за воде и ЈКП.

Удео испоручене воде за пиће у укупно захваћеним водама је новоформиран индикатор за потребе истраживања перформанси водоснабдевања у оквиру дисертације. Индикатор прати успешност у испоруци воде за пиће јавних водовода, док индикатор Губици воде прати губитке између захваћене и испоручене воде, према Правилнику о националној листи индикатора заштите животне средине („Сл. Гласник РС“, бр. 37/2011). Индикатор је мера одговора на ефикасност управљања системом за водоснабдевање, разматрајући техничке услове који могу имати утицај на стање водоводне мреже и свест становништва. Индикатор представља однос испоручене воде за пиће корисницима и укупне количине захваћене воде од стране јавних водовода. Израчунавање индикатора врши се према формули датој у табели 5-1. Извори података за индикатор су Републички завод за статистику Србије (Општине и региони у Републици Србији), Агенција за заштиту животне средине, Републичка дирекција за воде и ЈКП.

*Дужина водоводне мреже по прикљученом становнику*⁷ је индикатор прилагођен потребама истраживања перформанси водоснабдевања у оквиру дисертације. Индикатор представља меру одговора на ефикасност управљања системима за водоснабдевање, односно ефикасност водоводне мреже. Индикатор показује однос дужине водоводне мреже и броја становника прикљученог на јавни водовод. Извор података за овај индикатор је Републички завод за статистику Србије (Општине и региони у Републици Србији).

5.1.2. Индикатори перформанси канализација

У оквиру модела за вредновање локалног учинка заштите животне средине у комуналним делатностима, на основу анализе података у докторској дисертацији су утврђени следећи индикатори перформанси канализација:

1. Процент становништва прикључен на јавну канализацију;
2. Удео системски одвођених отпадних вода у укупном испуштању;
3. Процент узорака отпадних вода чији квалитет није усклађен са прописаним нормама;
4. Дужина канализационе мреже по прикљученом становнику;
5. Удео канализационог система као пријемника индустријских отпадних вода.

⁷ Прилагођен на основу индикатора „Length of drinking water network per inhabitant connected“ (EurEau, 2021).

Методологија израчунавања индикатора перформанси канализација, заједно са припадајућим формулама и мерним јединицама, приказана је у табели 5-4.

Табела 5-4. Израчунавање индикатора перформанси канализација

Ред. бр.	Назив индикатора	Формула	Мерна јединица
1.	Процент становништва прикључен на јавну канализацију	$S_i = \frac{n_{si}}{I} 100$	%
2.	Удео системски одвођених отпадних вода у укупном испуштању	$S_{cw} = \frac{v_{cw}}{V} 100$	%
3.	Процент узорака отпадних вода чији квалитет није усклађен са прописаним нормама	$L = \frac{n_n}{N} 100$	%
4.	Дужина канализационе мреже по прикљученом становнику	$S_l = \frac{l_s}{n_{ci}}$	м/ст
5.	Удео канализационог система као пријемника индустријских отпадних вода	$S_{iw} = \frac{n_{iw}}{N_i} 100$	%

где је: S_i – процент становништва прикључен на јавну канализацију; n_{si} – број становника прикључен на јавну канализацију (производ броја прикључених домаћинстава на јавну канализацију и просечног броја чланова домаћинства за дати град); I – укупан број становника у датом граду. S_{cw} – удео системски одвођених отпадних вода у укупном испуштању; v_{cw} – запремина отпадних вода које се одводе канализационим системом; V – запремина укупно испуштених отпадних вода у реципијенте. L – процент узорака отпадних вода чији квалитет није усклађен са прописаним нормама; n_n – број узорака отпадних вода чији квалитет није усклађен са прописаним нормама; N – укупан број испитаних узорака отпадних вода за дати град. S_l – дужина канализационе мреже по прикљученом становнику; l_s – дужина канализационе мреже по прикљученом становнику; n_{ci} – број становника прикључен на јавну канализацију (производ броја прикључених домаћинстава на јавну канализацију и просечног броја чланова домаћинства за дати град). S_{iw} – удео канализационог система као пријемника индустријских отпадних вода; n_{iw} – број индустријских погона чији је пријемник отпадних вода канализациони систем; N_i – укупан број индустријских погона на територији; 100 – константа за изражавање индикатора у процентима.

Извор: аутор, засновано на *EurEau, 2021*; *Правилник о националној листи индикатора заштите животне средине („Сл. Гласник РС“, бр. 37/2011)*

Процент становништва прикључен на јавну канализацију је индикатор тематског подручја реакције друштва (побољшање услова живота и здравља) и тематске целине воде, према *Правилнику о националној листи индикатора заштите животне средине („Сл. Гласник РС“, бр. 37/2011)*. Индикатор показује однос броја становника прикључен на јавну канализацију и укупног броја становника, као мера учинка канализационог система. Израчунавање овог индикатора врши се према формули приказаној у табели 5-4. Извори података за индикатор су Републички завод за статистику Србије (Статистички годишњак), Агенција за заштиту животне средине и ЈКП. СЛОП индикатор, сектор животна средина, група управљање отпадним водама је *Процент становника прикључених на систем одвођења отпадних вода/канализација (процена)* (Марошек и други, 2012).

Удео системски одвођених отпадних вода у укупном испуштању је индикатор успешности и ефикасности канализационог система⁸, новоформиран за потребе дисертације да обезбеђује

⁸ Индикатор *Загађене (непречишћене) отпадне воде*, обезбеђује информације о притисцима отпадних вода на водопријемнике, према *Правилнику о националној листи индикатора заштите животне средине („Сл. Гласник РС“, бр. 37/2011)*.

информације о ефикасности управљања канализационим системима. Индикатор представља однос запремине отпадних вода које се одводе канализационим системом и запремине укупно испуштених отпадних вода у реципијенте. Израчунавање овог индикатора врши се према формули приказаној у табели 5-4. Извор података за индикатор је Републички завод за статистику Србије (Општине и региони).

Процент узорака отпадних вода чији квалитет није усклађен са прописаним нормама је индикатор Института за јавно здравље Србије „Др Милан Јовановић Батут“. Индикатор је примењен за потребе дисертације, у оквиру истраживања перформанси канализације. На основу извештаја институција у мрежи јавног здравља, индикатор обухвата анализу узорака отпадних вода из индустријских погона на одређеним територијама. Индикатор представља „количник броја узорака отпадних вода чији квалитет није усклађен са прописаним нормама и укупног броја испитаних узорака отпадних вода“ (Ђурановић, 2019). Израчунавање индикатора врши се према формули приказаној у табели 5-4. Извор података за индикатор је Институт за јавно здравље Србије „Др Милан Јовановић Батут“ (Извештаји института и завода за јавно здравље).

Дужина канализационе мреже по прикљученом становнику је индикатор⁹ прилагођен потребама дисертације, у оквиру истраживања перформанси канализације. Индикатор представља однос дужине канализационе мреже и броја становника прикљученог на јавну канализацију, као мера ефикасности канализационе мреже. Израчунавање индикатора врши се према формули приказаној у табели 5-4. Извор података за индикатор је Републички завод за статистику Србије (Општине и региони).

Удео канализационог система као пријемника индустријских отпадних вода је индикатор Института за јавно здравље Србије „Др Милан Јовановић Батут“. Индикатор је коришћен за потребе дисертације, у оквиру истраживања перформанси канализације. Индикатор представља „однос броја индустријских погона чији је пријемник отпадних вода канализациони систем и укупног броја индустријских погона на територији“ (Ђурановић, 2019). Израчунавање индикатора врши се према формули приказаној у табели 5-4. Извор података за овај индикатор је Институт за јавно здравље Србије „Др Милан Јовановић Батут“.

5.1.3. Индикатори перформанси управљања отпадом

На основу анализе података, у докторској дисертацији су, у оквиру модела за вредновање локалног учинка заштите животне у комуналним делатностима, утврђени следећи индикатори перформанси управљања отпадом:

⁹ Прилагођен на основу индикатора „Length of the sewer network per inhabitant connected“ (EurEau, 2021).

1. Обухват прикупљања комуналног отпада у градовима;
2. Количина прикупљеног комуналног отпада из домаћинства по становнику;
3. Процент биоразградивог отпада у комуналном отпаду;
4. Процент рециклабилних материјала у комуналном отпаду;
5. Процент хигијенских депонија у укупном броју депонија на територији;
6. Процент депонија са контролисаним насипањем.

Методологија израчунавања индикатора перформанси управљања отпадом, заједно са припадајућим формулама и мерним јединицама, приказана је у табели 5-5.

Табела 5-5. Израчунавање индикатора перформанси управљања отпадом

Ред. бр.	Назив индикатора	Формула	Мерна јединица
1.	Обухват прикупљања комуналног отпада у градовима	$P_w = \frac{n_{wi}}{I} 100$	%
2.	Количина прикупљеног комуналног отпада из домаћинства по становнику	$K_{wi} = \frac{K_w}{n_{wi}}$	t/ст год
3.	Процент биоразградивог отпада у комуналном отпаду	$B_w = \frac{n_{bw}}{K} 100$	%
4.	Процент рециклабилних материјала у комуналном отпаду	$R_w = \frac{n_{rw}}{K} 100$	%
5.	Процент хигијенских депонија у укупном броју депонија на територији	$D_h = \frac{n_h}{N_d} 100$	%
6.	Процент депонија са контролисаним насипањем	$D_n = \frac{n_{kn}}{N_d} 100$	%

где је: P_w – обухват прикупљања комуналног отпада у градовима (процент становништва датог града обухваћеног услугом прикупљања комуналног отпада); n_{wi} – број становника обухваћен услугом прикупљања комуналног отпада; I – укупан број становника у датом граду. K_{wi} – количина прикупљеног комуналног отпада из домаћинства по становнику (тона по становнику годишње); K_w – количина прикупљеног комуналног отпада из домаћинства; n_{wi} – број становника обухваћен услугом прикупљања комуналног отпада. B_w – процент биоразградивог отпада у комуналном отпаду; n_{bw} – количина биоразградивог отпада; K – укупна количина комуналног отпада на територији. R_w – процент рециклабилних материјала у комуналном отпаду; n_{rw} – количине рециклабилног отпада у комуналном отпаду (сума количине рециклабилних материјала: папира и картона, стакла, пластике, метала и др.); K – укупна количина комуналног отпада на територији. D_h – процент хигијенских депонија у укупном броју депонија на територији; n_h – број хигијенских депонија на територији датог града; N_d – укупан број депонија на територији датог града. D_n – процент депонија са контролисаним насипањем; n_{kn} – број депонија на територији датог града које примењују процедуру контролизованог насипања тела депоније; N_d – укупан број депонија на територији датог града. 100 – константа за изражавање индикатора у процентима.

Извор: аутор, засновано на Ђурановић, 2019; Марошек и други, 2012

Обухват прикупљања комуналног отпада у градовима је индикатор заснован на подацима из Националног регистра извора загађивања у делу управљање отпадом (Агенција за заштиту животне средине, 2023). Индикатор се дефинише као однос броја становника који је обухваћен услугом прикупљања комуналног отпада и укупног броја становника на територији. Израчунавање индикатора врши се према формули приказаној у табели 5-5. Извори података за овај индикатор су Агенција за заштиту животне средине и ЈКП. СЛОП индикатор, сектор

животна средина, група управљање чврстим отпадом је *Процент домаћинства са услугом прикупљања отпада* (Марошек и други, 2012).

Количина прикупљеног комуналног отпада из домаћинства по становнику, такође је индикатор заснован на подацима из Националног регистра извора загађивања у делу управљање отпадом (Агенција за заштиту животне средине, 2023). Индикатор се дефинише односом количине прикупљеног комуналног отпада из домаћинства и броја становника који је обухваћен услугом прикупљања комуналног отпада. Израчунавање индикатора врши се према формули приказаној у табели 5-5. Извори података за индикатор су Агенција за заштиту животне средине и ЈКП. СЛОП индикатор, сектор животна средина, група управљање чврстим отпадом је *Укупно прикупљена и одложена количина комуналног отпада у kg по становнику годишње* (Марошек и други, 2012).

Процент биоразградивог отпада у комуналном отпаду је новоформиран индикатор, за истраживање перформанси управљања отпадом на основу података из Националног регистра извора загађивања у делу управљање отпадом (Агенција за заштиту животне средине, 2023). Индикатор је мера заступљености биоразградивог отпада у комуналном отпаду, од значаја за локални учинак заштите животне средине. На основу информација о морфолошком саставу комуналног отпада и заступљености његових фракција, врши се избор метода за третман отпада, процена утицаја на животну средину и примена мере заштите. Индикатор се дефинише као однос количине биоразградивог отпада и укупне количине комуналног отпада на територији. Израчунавање индикатора врши се према формули датој у табели 5-5. Извори података за овај индикатор су Агенција за заштиту животне средине и ЈКП.

Процент рециклабилног отпада у комуналном отпаду је новоформиран индикатор, за потребе истраживања перформанси управљања отпадом на основу података из Националног регистра извора загађивања у делу управљање отпадом (Агенција за заштиту животне средине, 2023). Индикатор је мера заступљености фракције рециклабилног отпада у комуналном отпаду, од значаја за локални учинак заштите животне средине. На основу информација о рециклабилном отпаду, врши се избор метода за третман отпада, као и примена иновативних мера заштите животне средине (потенцијал за рециклажу и поновну употребу материјала, циркуларна економија и др.). Индикатор се дефинише односом количине рециклабилног отпада (сума количине рециклабилних материјала: папира и картона, стакла, пластике, метала и др.) и укупне количине комуналног отпада на територији. Израчунавање индикатора врши се према формули датој у табели 5-5. Извори података за овај индикатор су Агенција за заштиту животне средине и ЈКП (Национални регистар извора загађивања). СЛОП индикатор, сектор животна средина, група управљање чврстим отпадом је *Процент одвојено*

прикупљеног и рециклираног комуналног отпада (Марошек и други, 2012). Истраживањем је установљено да се на основу расположивости података на локалном нивоу може применити новоформиран индикатор *Процент рециклабилног отпада у комуналном отпаду*.

Процент хигијенских депонија на територији, је новоформиран индикатор за потребе истраживања перформанси управљања отпадом, заснован на подацима Института за јавно здравље Србије „Др Милан Јовановић Батут“. Институт класификује депоније према санитарно-хигијенским условима на хигијенске и нехигијенске (дивље) депоније. Депоније могу бити санитарне; званичне; званичне-сметлишта и незваничне-сметлишта (Ђурановић, 2019). Индикатор је мера ефикасности санитарно-хигијенског збрињавања комуналног отпада, од значаја за локални учинак заштите животне средине. Индикатор се дефинише као однос броја хигијенских депонија и укупног броја депонија на територији. Израчунавање индикатора врши се према формули датој у табели 5-5. Извор података за овај индикатор је Институт за јавно здравље Србије „Др Милан Јовановић Батут“.

Процент депонија са контролисаним насипањем на територији је новоформиран индикатор за потребе истраживања перформанси управљања отпадом, заснован на подацима Института за јавно здравље Србије „Др Милан Јовановић Батут“. Индикатор је мера ефикасности одржавања депонија, од значаја за локални учинак заштите животне средине. Индикатор се дефинише односом броја депонија које примењују процедуру контролисаног насипања тела депоније и укупног броја депонија на територији. Израчунавање индикатора врши се према формули датој у табели 5-5. Извор података за овај индикатор је Институт за јавно здравље Србије „Др Милан Јовановић Батут“.

5.1.4. Индикатори перформанси осталих комуналних делатности

Индикатори перформанси осталих комуналних делатности у докторској дисертацији се односе на систем даљинског грејања и јавне зелене површине у градовима. Анализом података у оквиру модела за вредновање локалног учинка заштите животне у комуналним делатностима, утврђени су следећи индикатори перформанси осталих комуналних делатности:

1. Процент становника прикључених на систем даљинског грејања;
2. Просечан степен корисности производног система топлане;
3. Учешће зелених површина у укупној намени простора.

Методологија израчунавања индикатора перформанси осталих комуналних делатности, заједно са припадајућим формулама и мерним јединицама, приказана је у табели 5-6.

Табела 5-6. Израчунавање индикатора перформанси осталих комуналних делатности

Ред. бр.	Назив индикатора	Формула	Мерна јединица
1.	Процент становника прикључених на систем даљинског грејања	$G_i = \frac{n_{gi}}{I} 100$	%
2.	Просечан степен корисности производног система топлане	$\eta = \sum_{n=1}^n \frac{Q_{kor}}{Q_{ul}} - 100$	%
3.	Учешће зелених површина у укупној намени простора	$Z = \frac{p_z}{P} 100$	%

где је: G_i – проценат становника прикључених на систем даљинског грејања; n_{gi} – број становника који је прикључен на систем даљинског грејања (производ броја домаћинстава и просечног броја чланова у домаћинству за дати град); I – укупан број становника на територији датог града. η – просечан степен корисности производног система топлане; Q_{kor} – корисна енергија произведене паре; Q_{ul} – уложена енергија (хемијска енергија и физичка топлота фосилних горива и физичка топлота ваздуха за сагоревање); n – број свих котлова у оквиру топлане на територији датог града. Z – учешће зелених површина у укупној намени простора; p_z – површина територије која је намењена јавним зеленим површинама; P – укупна површина територије; 100 – константа за изражавање индикатора у процентима.

Извор: аутор, засновано на Đekić et al., 2017; Јанкес и други, 2017; Марошек и други, 2012

Процент становника прикључених на систем даљинског грејања је СЛОП индикатор одрживости и добре управе, сектор животна средина, група енергија. Индикатор се дефинише као „однос броја становника који је прикључен на систем даљинског грејања (производ броја домаћинстава и просечног броја чланова у домаћинству за дати град) и укупног броја становника на територији датог града“ (Марошек и други, 2012).

Израчунавање индикатора врши се према формули датој у табели 5-6. Извори података за овај индикатор су Извештаји о раду и извод из општих података система даљинског грејања (Пословно удружење „Топлане Србије“ 2021; 2020; 2019; 2017; 2016), као и Републички завод за статистику (Општине и региони).

Просечан степен корисности производног система топлане је индикатор перформанси производње, дистрибуције и испоруке топлотне енергије, заснован на подацима из Извештаја о раду и извода из општих података система даљинског грејања (Пословно удружење „Топлане Србије“ 2021; 2020; 2019; 2017; 2016). Индикатор се дефинише као „просечна, годишња вредност степена корисног дејства свих котлова у оквиру топлане на одређеној територији, који се обрачунава као однос корисне енергије произведене паре и уложене енергије“ (Јанкес и други, 2017). Израчунавање индикатора врши се према формули датој у табели 5-6. Извори података за овај индикатор су Пословно удружење „Топлане Србије“ и Републички завод за статистику (Општине и региони).

Учешће зелених површина у укупној намени простора је индикатор заснован на подацима из Генералних урбанистичких планова (ГУП) и планских докумената градова, за истраживање перформанси заштите животне средине јавних зелених површина (Đekić et al., 2017). СЛОП индикатор одрживости и добре управе, сектор животна средина, група простор и урбани развој је *Величина јавних зелених површина у градовима по становнику*. Истраживањем је установљено

да је СЛОП индикатор комфора становништва, док је за заштиту животне средине и одрживо планирање погоднији индикатор *Учешће зелених површина у укупној намени простора*. Индикатор је мера величине јавних зелених површина у укупном простору града, које су од значаја за локални учинак заштите животне средине (заштита ваздуха, екосистем, и биодиверзитет, заштита од буке, високе температуре и др.). С обзиром да се ради о дугорочним планским документима, подаци за овај индикатор су непроменљиви по годинама, унутар периода истраживања. Индикатор се дефинише као однос површине територије која је намењена јавним зеленим површинама и укупне површине територије. Израчунавање индикатора врши се према формули датој у табели 5-6. Извори података за овај индикатор су планска документа градова, и то: Генерални урбанистички план, План генералне регулације и Просторни план.

5.1.5. Индикатори перформанси иновативних мера заштите животне средине

На основу анализе података, у дисертацији су, у оквиру модела за вредновање локалног учинка заштите животне у комуналним делатностима, утврђени следећи индикатори перформанси иновативних мера заштите животне средине у комуналним делатностима:

1. Инвестиције у нова основна средства за снабдевање водом и управљање отпадним водама-процент у односу на укупне инвестиције;
2. Удео пречишћених отпадних вода из система за одвођење;
3. Количина отпада одложеног на санитарним депонијама по становнику;
4. Процент пластичних кеса у комуналном отпаду;
5. Постојање рециклажног центра или трансфер станице;
6. Процент потрошње гаса у укупној потрошњи енергената у топлани.

Методологија израчунавања индикатора перформанси иновативних мера заштите животне средине у комуналним делатностима, заједно са припадајућим формулама и мерним јединицама, приказана је у табели 5-7.

Табела 5-7. Израчунавање индикатора перформанси иновативних мера заштите животне средине

Ред. бр.	Назив индикатора	Формула	Мерна јединица
1.	Инвестиције у нова основна средства за снабдевање водом и управљање отпадним водама-процент у односу на укупне инвестиције	$I_{ws} = \frac{I_n}{I_u} 100$	%
2.	Удео пречишћених отпадних вода из система за одвођење	$S_{pw} = \frac{v_{pw}}{V_{iw}} 100$	%
3.	Количина отпада одложеног на санитарним депонијама по становнику	$K_{ws} = \frac{M_{ws}}{n_{wi}}$	t/ст год
4.	Процент пластичних кеса у комуналном отпаду	$P_{wk} = \frac{n_{pw}}{K} 100$	%
5.	Постојање рециклажног центра или трансфер станице	Yes/No	%
6.	Процент потрошње гаса у укупној потрошњи енергената у топлани	$G_g = \frac{Q_g}{Q_e} 100$	%

где је: I_{ws} – инвестиције у нова основна средства за снабдевање водом и управљање отпадним водама-процент у односу на укупне инвестиције; I_n – износ инвестиција у нова основна средства за снабдевање водом и управљање отпадним водама; I_u – укупан износ инвестиција дате ЛС. S_{pw} – удео пречишћених отпадних вода из система за одвођење (процент); v_{pw} – количине пречишћених отпадних вода; V_{iw} – укупна количина испуштене отпадне воде из система за одвођење. K_{ws} – количина отпада одложеног на санитарним депонијама по становнику (годишње); M_{ws} – количина отпада на санитарним депонијама у тонама; n_{wi} – број становника обухваћен услугом прикупљања комуналног отпада. P_{wk} – проценат пластичних кеса у комуналном отпаду; n_{pw} – количина пластичних кеса у комуналном отпаду; K – укупна количина комуналног отпада на датој територији.

Yes – уколико на територији града постоји рециклажни центар и/или трансфер станица одговор је да и том граду додељује се вредност 100%; No – уколико на територији града не постоји рециклажни центар и/или трансфер станица одговор је не и том граду додељује се вредност 0%. G_g – проценат потрошње гаса у укупној потрошњи енергената у топлани; Q_g – количина топлотне енергије добијене од гаса (производ количине утрошеног гаса и његове доње топлотне моћи); Q_e – количина (сума производа количине утрошених енергената и њима одговарајућих доњих топлотних моћи). 100 – константа за изражавање индикатора у процентима.

Извор: аутор, засновано на EurEau, 2021; Ђурановић, 2019; Марошек и други, 2012

Инвестиције у нова основна средства за снабдевање водом и управљање отпадним водама – процент у односу на укупне инвестиције је новоформиран индикатор, за истраживање перформанси иновативних мера заштите животне средине у делатностима водоснабдевања и каналисања¹⁰. Индикатор је мера величине инвестиција у нова основна средства, који истовремено показује колико се ЛС баве унапређењем наведених комуналних делатности. Информације о величини инвестиција у нова основна средства у комуналним делатностима, значајне су за локални учинак иновативних мера заштите животне средине. Индикатор се дефинише као однос инвестиција у нова основна средства за снабдевање водом и управљање отпадним водама, и укупних инвестиција дате ЛС. Израчунавање индикатора врши се према формули датој у табели 5-7. Извор података за овај индикатор је Републички завод за статистику (Општине и региони).

Удео пречишћених отпадних вода из система за одвођење, је СЛОР индикатор одрживости и добре управе, сектор животна средина, група управљање отпадним водама прилагођен потребама дисертације. Индикатор се дефинише као однос количине пречишћених отпадних вода и укупне количине испуштене отпадне воде из система за одвођење. Израчунавање индикатора врши се према формули датој у табели 5-7. Извор података за овај индикатор је Републички завод за статистику (Општине и региони). СЛОР индикатор је *Процент пречишћене отпадне воде на систему одвођења* (Марошек и други, 2012). Индикатор Агенције за заштиту животне средине је *Постројења за пречишћавање отпадних вода из јавне канализације*, према Правилнику о националној листи индикатора заштите животне средине („Сл. Гласник РС“, бр. 37/2011).

¹⁰ Индикатор је формиран на основу индикатора „Annual investment rate in both drinking and waste water infrastructure (5-year average)“ (EurEau, 2021).

Количина отпада одложеног на санитарним депонијама по становнику је новоформиран индикатор, за потребе истраживања перформанси иновативних мера заштите животне средине у делатности управљање комуналним отпадом. Индикатор је мера ефикасности санитарног збрињавања комуналног отпада, и обезбеђује информације о количини одложеног отпада по становнику на санитарним депонијама у току године. Индикатор се дефинише као однос количине отпада на санитарним депонијама и укупног броја становника покривеног услугом прикупљања комуналног отпада. Израчунавање индикатора врши се према формули датој у табели 5-7. Извори података за овај индикатор су Агенција за заштиту животне средине (Ђорђевић и други, 2021) и Републички завод за статистику (Општине и региони).

Процент пластичних кеса у комуналном отпаду је индикатор добијен на основу података из Националног регистра извора загађивања у делу управљање отпадом (Агенција за заштиту животне средине, 2023). Индикатор обезбеђује информације о величини фракције пластичних кеса у комуналном отпаду, на основу којих се врши процена утицаја на животну средину, као и избор иновативних мера заштите (од минимизације настанка отпада, преко рециклаже, па све до циркуларне економије). Индикатор се дефинише као однос количине пластичних кеса у комуналном отпаду и укупне количине комуналног отпада на датој територији. Израчунавање индикатора врши се према формули датој у табели 5-7. Извори података за овај индикатор су Агенција за заштиту животне средине и ЈКП.

Постојање рециклажног центра или трансфер станице¹¹ је новоформиран индикатор, за потребе истраживања перформанси иновативних мера заштите животне средине у комуналним делатностима (UNEP, 2009; Ristić, 2005). Индикатор обезбеђује информације о нивоу развијености и заступљености иновативних мера заштите животне средине у комуналној делатности, управљање комуналним отпадом. Методологија израчунавања индикатора објашњена је у табели 5-7. Извори података за овај индикатор су Агенција за заштиту животне средине (Ђорђевић и други, 2021) и ЈКП.

Процент потрошње гаса у укупној потрошњи енергената у топлани¹² је новоформиран индикатор, за истраживање перформанси иновативних мера заштите животне средине у комуналним делатностима (Castrillón et al., 2018; Polikarpova & Rosa, 2017; OECD/IEA, 2013; Карамарковић и други, 2007). Дефинисан је као мера нивоа преласка топлане на природни гас

¹¹ Индикатор је формиран на основу индикатора *Solid Waste Sites and Facilities* у Калифорнији укљученог у извештавање CalEnviroScreen 4.0 (<https://oehha.ca.gov/calenviroscreen/indicator/solid-waste-sites-and-facilities>).

¹² Прилагођен на основу метаподатака о индикаторима Енергетске Уније (Energy Union), индикатор *Supplier concentration index, total and by main energy carriers* (https://energy.ec.europa.eu/system/files/2021-05/metadata_for_energy_union_indicators_0.pdf).

Објашњен на основу IEA индикатора (<https://www.eia.gov/energyexplained/use-of-energy/energy-indicators.php>).

(у односу на остале енергенте), као иновативне мере заштите животне средине од значаја за локални учинак. Индикатор се одређује као однос количине топлотне енергије добијене од гаса и укупне количине топлотне енергије добијене од свих енергената коришћених у датој топлани у току године¹³. Израчунавање индикатора врши се према формули датој у табели 5-7. Извори података за индикатор су Пословно удружење „Топлане Србије“ и Републички завод за статистику (Општине и региони).

5.2. Сакупљање, анализа и трансформација података у информације неопходне за вредновање перформанси заштите животне средине

На основу анализе података, као и избора кључних индикатора перформанси заштите животне средине у комуналним делатностима, у дисертацији је примењена стандардна процедура за сакупљање, анализу и трансформацију података у информације (SRPS ISO 14031:2016). Информације значајне за вредновање перформанси заштите животне средине у комуналним делатностима, садржане су у оквиру индикатора, који се састоје од података. С обзиром да је докторска дисертација усмерена у правцу вредновања локалног учинка и иновативних мера заштите животне средине у комуналним делатностима, обезбеђени су адекватни подаци, који су трансформисани у информације.

5.2.1. Сакупљање података о перформансама заштите животне средине

Приликом сакупљања података о перформансама и иновативним мерама заштите животне средине у комуналним делатностима, у дисертацији је обезбеђена поузданост и релевантност података, статистичка и научна значајност, могућност верификације и валидације. Подаци се у дисертацији односе на локални учинак заштите животне средине у комуналним

¹³ Енергенти система даљинског грејања у градовима РС, унутар анализираних периода су: гас ($\text{Sm}^3/\text{год}$), мазут, угаљ, брикет, пелет и лож уље (сви у $\text{t}/\text{год}$) (Пословно удружење „Топлане Србије“ 2016; 2017; 2019; 2020; 2021). Сума производа количине утрошених енергената и њима одговарајућих доњих топлотних моћи (https://iss.rs/sr_Cyrl/term/show/534), представља укупну количину топлотне енергије добијене од свих енергената коришћених у датој топлани. Производ количине утрошеног гаса и његове доње топлотне моћи представља количину топлотне енергије добијене од гаса. Сви подаци о потрошњи енергената своде се на јединице kg , а гас на Sm^3 , чијим се множењем са доњом топлотном моћи (kWh/kg и гас kWh/Sm^3), добија укупна количина топлотне енергије од свих енергената, као и посебно од гаса, све у kWh , одакле се касније одређује проценат потрошње гаса (Ilić & Ivanišević, 2008; Митић, 2008; Vogel & Kalb, 2010). Такође, коришћени су подаци о биомаси (<http://bioresproject.eu/index.php/market-information/?lang=sr>). Истраживањем је утврђено да вредности топлотних моћи наведених енергената флукутирају и зависе од хемијског састава, јер у производном процесу деспевају сировине са различитим хемијским саставом, што се коначно одражава на излазни производ (дрво увек има хетерогени састав, састав гаса флукутира од налазишта, као и у оквиру самог налазишта и др.). Међутим, са аспекта истраживања иновативних перформанси заштите животне средине у комуналним делатностима је значајана информација о процентуалној заступљености гаса као енергента у топланама градова РС. Доступни су подаци за истраживањем обухваћене градове, изузев: Прокупља, Вршца и Пожаревца.

делатностима, на нивоу градова/општина у РС, према Закону о територијалној организацији Републике Србије („Сл. гласник РС“, бр. 129/2007, 18/2016, 47/2018 и 9/2020 - др. закон).

Стандардне методе коришћене за сакупљање података у оквиру дисертације, у зависности од њихове заступљености, обухватају анализу следећих извора секундарних података:

- *Републички завод за статистику Србије* за добијање општих података о градовима, броју становника, развијености и доступности комуналних делатности и иновативним мерама (нпр. дужина водоводне и канализационе мреже, број прикључених домаћинстава, просечан број чланова домаћинства, величина инвестиција у комуналним делатностима и др.). Публикације РЗС-а коришћење за сакупљање података су: Општине и региони у Републици Србији (Гавриловић 2017; 2018; 2019; 2020; 2021) и Еко-билтен (Достанић и други, 2017; 2018; Достанић, 2019; 2020; 2021).
- *Агенција за заштиту животне средине Републике Србије* за добијање података о управљању отпадом и стању на депонијама комуналног отпада, иновативним мерама и др. Извори коришћења за сакупљање података су: Управљање отпадом у Републици Србији у периоду 2011-2020. године (Ђорђевић и други, 2021); Национални регистар извора загађивања у делу управљање отпадом.
- *Институт за јавно здравље Србије „Др Милан Јовановић Батут“* за добијање података о квалитету воде за пиће и отпадних вода, као и стању на депонијама комуналног отпада. Извештаји који су коришћени за сакупљање података су: Извештај о здравственој исправности воде за пиће јавних водовода и водних објеката у Републици Србији за 2016., 2017., 2018., 2019. и 2020. годину (Кнежевић 2017; 2018; 2019; 2020; 2021) и Извештај о квалитету отпадних и површинских вода (реципијената) и хигијенско-санитарном стању депонија на територији Републике Србије на основу испитивања извршених у мрежи институција јавног здравља у 2016., 2017. и 2018. години (Ђурановић 2017; 2019; Ђурановић и други, 2018).
- *Пословно удружење „Топлане Србије“* за добијање података о производњи, дистрибуцији и снабдевању топлотном енергијом и нивоом примене иновативних мера заштите животне средине. Коришћене су следеће публикације: Извод из општих података система даљинског грејања у Републици Србији за 2016. и 2017. годину (Пословно удружење „Топлане Србије“ 2016; 2017) и Извештај о раду система даљинског грејања у Републици Србији за 2018., 2019. и 2020. години (Пословно удружење „Топлане Србије“ 2019; 2020; 2021).

- *Градске управе за заштиту животне средине, комуналне делатности, урбанизам, изградњу и просторно планирање* за добијање података из ГУП, ППР и ПП о величини јавних зелених површина у укупној намени простора града/општине. Коришћена су следећа планска документа: Генерални урбанистички план Београда („Сл. лист града Београда“ бр. 11/16); Смедерева („Сл. лист града Смедерева“, бр. 10/2012 и 1/2018); Зрењанина („Сл. лист града Зрењанина“ бр. 24/08 и 17/09); Суботица-Палић („Сл. лист Града Суботице“, бр. 29/2018); Ваљева („Сл. гласник града Ваљева“, бр. 05/13); Кикинде („Сл. лист општине Кикинда“, бр. 26/2014); Панчева („Сл. лист града Панчева“, бр. 23/2012); Сомбора; Ниша; Крагујевца; Лесковца; Јагодине; Пожаревца; Вршца, Врања; Новог Пазара; Ужица; Сремске Митровице; Бора; Крушевца; Краљева и Чачка. Просторни план Новог Сада; Шапца и Пирота. План генералне регулације за Лозницу, Прокупље и Зајечар.
- *Комунална предузећа у градовима* су референтни извор података, коришћен ради усаглашавања податка и резултата истраживања, као и за идентификацију примене иновативних мера заштите животне средине.

5.2.2. *Анализа и трансформација података у информације*

Информације погодне за вредновање локалног учинка иновативних мера заштите животне средине, изражене су индикаторима перформанси у комуналним делатностима. У дисертацији је извршена трансформација података у информације, на нивоу 28 градова у РС у периоду од 2016. до 2020. године. Израчунавање индикатора перформанси заштите животне средине у комуналним делатностима, извршено је према методологији за сваки од утврђених индикатора, разврстаних у оквиру претходно наведених пет група.

На основу упитника, „Анализа индикатора перформанси и иновативних мера заштите животне средине у комуналним делатностима“, креираног у оквиру дисертације, извршене су консултације са експертима. Упитник се налази у прилогу 2 докторске дисертације и садржи кратко објашњење дисертације, опште податке о испитанику, као и табеле у којима је извршено поређење индикатора од стране експерата. На крају упитника, остављена је могућност да експерти упишу најзначајније иновативне мере. Експерти су запослени у високом образовању, научно-истраживачкој делатности, привреди и градским управама, у области заштите животне средине и комуналним делатностима. На тај начин обезбеђен је трансдисциплинарни приступ у дисертацији.

Применом статистичког софтверског пакета SPSS 26.0, извршена је статистичка анализа укупно 28 упитника попуњених од стране истог броја експерата. У циљу додељивања

тежинских коефицијената индикаторима, као и групама индикатора у оквиру модела, упитници су анализирани софтвером Expert Choice 11. Вредновање информација извршено је применом модела за вредновање локалног учинка, који је развијен према методологији објашњеној у наставку.

5.3. Развој модела за вредновање локалног учинка заштите животне средине

У докторској дисертацији је развијен нови модел за вредновање перформанси заштите животне средине, због ограничења у постојећим методама и моделима за њихову примену у комуналним делатностима. Нови модел за вредновање локалног учинка иновативних мера заштите животне средине у комуналним делатностима, омогућава да се наведена проблематика на националном и локалном нивоу системски уреди и стандардизује.

С обзиром да су Уставом и Законом гарантоване одређене комуналне делатности, у надлежности ЈС је да створе предуслове и механизме за имплементацију и примену модела за вредновање локалног учинка заштите животне средине. Циљ модела је одређивање индикатора перформанси и њиховог односа, за унифицирано вредновање локалног учинка и иновативних мера заштите животне средине у комуналним делатностима, у градовима у РС. У дисертацији је за анализу одабрано 28 градова, од укупно 152 ЈЛС у РС, на основу величине и нивоа развијености комуналног система и примене иновативних мера. Кодовање градова извршено је у циљу софтверске анализе, према скраћеницама регистарских ознака за сваки од градова.

Валидација модела извршена је на следећим градовима у РС, према Закону о територијалној организацији Републике Србије („Сл. гласник РС“, бр. 129/2007, 18/2016, 47/2018 и 9/2020 - др. закон): Београд (код BG), Нови Сад (код NS), Ниш (код NI), Крагујевац (код KG), Суботица (код SU), Зрењанин (код ZR), Панчево (код PA), Чачак (код CA), Крушевац (код KS), Краљево (код KV), Нови Пазар (код NP), Смедерево (код SD), Лесковац (код LE), Ужице (код UE), Врање (код VR), Ваљево (код VA), Шабац (код SA), Сомбор (код SO), Пожаревац (код PO), Пирот (код PI), Зајечар (код ZA), Кикинда (код KI), Сремска Митровица (код SM), Јагодина (код JA), Вршац (код VS), Бор (код BO), Прокупље (код PK) и Лозница (код LO).

5.3.1. Теоријско-методолошки оквир модела за вредновање локалног учинка заштите животне средине

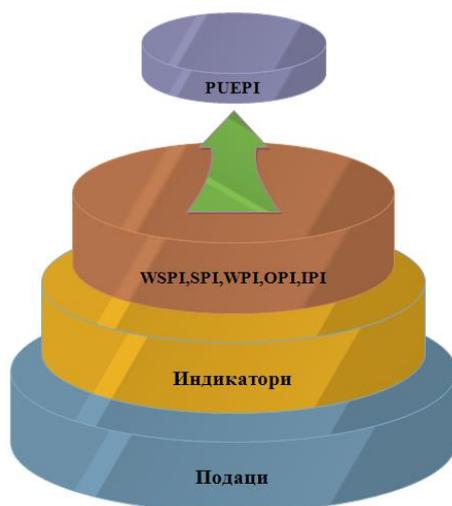
Модел за вредновање локалног учинка и иновативних мера заштите животне средине у комуналним делатностима, представљен је као композитни *Индекс перформанси заштите животне средине у комуналним делатностима* (Public Utility Environmental Performance Index

– RUEPI). Индекс перформанси заштите животне средине у комуналним делатностима, представља модел за квантификовање локалног учинка и иновативних мера заштите животне средине у комуналним делатностима, на нивоу градова у РС.

Вишедимензионални концепт локалног учинка заштите животне средине и примена иновативних мера заштите животне средине у комуналним делатностима, захтевају специфичан теоријско-методолошки приступ. У докторској дисертацији је примењен комбиновани приступ општих и специфичних метода и стандардних процедура за развој модела. Након анализе података у првом кораку, извршен је избор кључних индикатора за вредновање локалног учинка заштите животне средине у комуналним делатностима, у другом кораку развоја модела.

Сакупљање података и њихова трансформација у информације, извршена је у трећем кораку, израчунавањем вредности утврђених индикатора и њиховим разврставањем у 5 група. Развоју модела, претходиле су статистичка и софтверска анализа упитника, којом су у докторској дисертацији одређени тежински коефицијенти: сваког индикатора у оквиру групе, као и сваке групе индикатора у оквиру модела. На тај начин, у дисертацији је развијен композитни индекс перформанси заштите животне средине у комуналним делатностима (RUEPI).

Интерпретација RUEPI индекса у дисертацији је извршена кроз призму комуналних делатности, које имају значајне аспекте животне средине и примењују иновативне мере заштите. RUEPI индекс има за циљ обезбеђивање информација о локалном утинку, односно доприносу комуналних делатности заштити животне средине, на нивоу градова у РС. Методолошки оквир RUEPI индекса обухвата пет новоформираних подиндекса перформанси, индикаторе и податке, а приказан је на слици 5-1.



Слика 5-1. Методолошки оквир RUEPI
Извор: Визуелизација аутора у Edraw Max софтверу

У докторској дисертацији су развијени следећи подиндекси перформанси заштите животне средине у комуналним делатностима:

- Индекс перформанси водоснабдевања (Water supply performance index – WSPI),
- Индекс перформанси канализације (Sanitation performance index – SPI),
- Индекс перформанси управљања отпадом (Waste management performance index – WPI),
- Индекс перформанси осталих комуналних делатности (Other utilities performance index – OPI) и
- Индекс перформанси иновативних мера (Innovative measures performance index – IPI).

Индекс перформанси водоснабдевања (Water supply performance index – WSPI), развијен је да обезбеђује информације о доприносу комуналне делатности снабдевање водом за пиће заштити животне средине. У оквиру WSPI индекса укључени су следећи индикатори, чији су кодови у циљу софтверске анализе приказани у заградама:

1. Квалитет воде за пиће – физичкохемијски (код V1);
2. Квалитет воде за пиће – микробиолошки (код V2);
3. Процент становништва прикључен на јавни водовод (код v3);
4. Удео испоручене воде за пиће у укупно захваћеним водама (код v4);
5. Дужина водоводне мреже по прикљученом становнику (код v5).

Индекс перформанси канализације (Sanitation performance index – SPI), је развијен да обезбеђује информације о доприносу комуналне делатности пречишћавање и одвођење атмосферских и отпадних вода заштити животне средине. У оквиру SPI индекса укључени су следећи индикатори, чији су кодови у циљу софтверске анализе приказани у заградама:

1. Процент становништва прикључен на јавну канализацију (код k1);
2. Удео системски одвођених отпадних вода у укупном испуштању (код k2);
3. Процент узорака отпадних вода чији квалитет није усклађен са прописаним нормама (код k3);
4. Дужина канализационе мреже по прикљученом становнику (код k4);
5. Удео канализационог система као пријемника индустријских отпадних вода (код k5).

Индекс перформанси управљања отпадом (Waste management performance index – WPI), развијен је да обезбеђује информације о доприносу комуналне делатности управљање отпадом, заштити животне средине. У оквиру WPI индекса укључени су следећи индикатори, чији су кодови у циљу софтверске анализе приказани у заградама:

1. Обухват прикупљања комуналног отпада у градовима (код o1);

2. Количина прикупљеног комуналног отпада из домаћинства по становнику (код о2);
3. Процент биоразградивог отпада у комуналном отпаду (код о3);
4. Процент рециклабилних материјала у комуналном отпаду (код о4);
5. Процент хигијенских депонија у укупном броју депонија на територији (код о5);
6. Процент депонија са контролисаним насипањем (код о6).

Индекс перформанси осталих комуналних делатности (Other utilities performance index – OPI), развијен је да обезбеђује информације о доприносу комуналних делатности: производња, дистрибуција и снабдевање топлотном енергијом, као и одржавање јавних зелених површина, заштити животне средине. У оквиру OPI индекса укључени су следећи индикатори, чији су кодови у циљу софтверске анализе приказани у заградама:

1. Процент становника прикључених на систем даљинског грејања (код t1);
2. Просечан степен корисности производног система топлане (код t2);
3. Учешће зелених површина у укупној намени простора (код z1).

Индекс перформанси иновативних мера (Innovative measures performance index – IPI), је развијен да обезбеђује информације о примени иновативних мера заштите животне средине на нивоу производа, услуга или процеса у селектованим комуналним делатностима. У оквиру IPI индекса укључени су следећи индикатори, чији су кодови у циљу софтверске анализе приказани у заградама:

1. Инвестиције у нова основна средства за снабдевање водом и управљање отпадним водама-процент у односу на укупне инвестиције (код i1);
2. Удео пречишћених отпадних вода из система за одвођење (код i2);
3. Количина отпада одложеног на санитарним депонијама по становнику (код i3);
4. Процент пластичних кеса у комуналном отпаду (код i4);
5. Постојање рециклажног центра или трансфер станице (код i5);
6. Процент потрошње гаса у укупној потрошњи енергената у топлани (код i6).

Због различитих мерних јединица индикатора, неопходно је нормализовати њихове вредности, одредити тежинске коефицијенте и агрегирати их у подиндексе, а потом и у композитни индекс.

5.3.2. Нормализација индикатора

У циљу свођења индикатора различитих мерних јединица на исти распон вредности, извршена је нормализација индикатора. У дисертацији је нормализација индикатора извршена применом *мин-макс* методе, која омогућава трансформацију индикатора на идентичан распон вредности. Нормализоване вредности индикатора крећу се у распону од 1 до 100, ради једноставнијег

праћења резултата током обраде и анализе податка. Израчунавање нормализоване вредности позитивно корелисаних индикатора врши се одузимањем минималне вредности и дељењем са распонем између максималне и минималне вредности индикатора, према формули 5.1 (Sinsomboonthong, 2022; Patro & Sahu, 2015):

$$I_{ij} = 99 * \frac{X_{ij} - \min X_i}{\max X_i - \min X_i} + 1 \quad (5.1)$$

где i – представља индикатор, j – представља град, I_{ij} – представља трансформисану вредност i -ог индикатора у j -ом граду, X_{ij} – представља вредност i -ог индикатора у j -ом граду, $\min X_i$ – минималну вредност i -ог индикатора у узорку, $\max X_i$ – максималну вредност i -ог индикатора у узорку.

Индикатори који су негативно корелисани (Квалитет воде за пиће – физичкохемијски, Квалитет воде за пиће – микробиолошки, Процент узорака отпадних вода чији квалитет није усклађен са прописаним нормама и Процент пластичних кеса у комуналном отпаду), нормализују се према формули 5.2:

$$I_{ij} = -99 * \frac{X_{ij} - \min X_i}{\max X_i - \min X_i} + 100 \quad (5.2)$$

5.3.3. Одређивање тежинских коефицијената

Поједини истраживачи примењују исте тежинске коефицијенте за све компоненте (Simpson et al., 2022), неки примењују резултате анализе главних компоненти (Benkov et al., 2023), док остали користе оцене експерата (Mogane et al., 2023; Васовић, 2016). С обзиром на различите методолошке приступе приликом одређивања тежинских коефицијената, изазов у дисертацији био је одређивање нивоа појединачних доприноса индикатора, као и група у оквиру модела. Као одговор на изазов одређивања тежинских коефицијената, у дисертацији су примењене оцене експерата, коју су одређене на основу упитника из прилога 2 докторске дисертације.

У циљу софтверске обраде, у дисертацији је креиран упитник, погодан за софтвер који подржава методе вишекритеријумског одлучивања. Суштину вишекритеријумског одлучивања представља решавање проблема избора једне, између више понуђених алтернатива, које се оцењују применом више критеријума (Савић и други, 2021).

Тежински коефицијенти (пондери) представљају допринос сваког од подиндекса у оквиру модела (композитног индекса), као и допринос сваког од индикатора у оквиру подиндекса коме припада. Због тога су оцене експерата и додељивање тежинских коефицијената, од суштинског значаја у процесу вишекритеријумског одлучивања у области локалног учинка.

У дисертацији, кључне информације у оквиру модела за вредновање локалног учинка иновативних мера заштите животне средине у комуналним делатностима, представљају тежински коефицијенти. Тежински коефицијенти квантитативно одређују преференције експерата о доприносу индикатора у оквиру групе, као и групе индикатора у оквиру модела.

Софтвер Expert Choice 11, заснован на АНР методи (Analytical Hierarchy Process – Аналитички хијерархијски процес) примењен је у оквиру докторске дисертације за одређивање тежинских коефицијената. Уносом резултата свих узорака упитника у софтвер Expert Choice 11 и подешавањем скале која представља став експерата, тежински коефицијенти се аутоматски генеришу.

АНР метода представља алат за анализу одлучивања и намењена је да пружи подршку доносиоцима одлука при решавању комплексних проблема (велики број доносилаца одлука и критеријума). Суштина АНР методе је математичка структура која омогућава одређивање сопствених вектора, који служе за генерисање тежинских коефицијената. Упоредивање критеријума и алтернатива у паровима, врши се коришћењем нумеричке скале, која представља индивидуалне ставове експерата. Ови ставови се преобразују у скалу односа, узимајући у обзир атрибуте. Применом АНР методе на комплексан проблем одлучивања са више критеријума, алтернатива и доносилаца одлука, у посебним хијерархијским нивоима, тежински коефицијенти се одређују на сваком нивоу. Процес моделирања омогућава формирање коначног ранга алтернатива. Четири фазе у процесу моделирања укључују креирање хијерархијске структуре, прикупљање података кроз упоређивање индикатора у паровима за креирање матрице одлучивања, оцењивање релативних тежина, и доношење коначне одлуке (Рађеновић, 2018).

У оквиру прве фазе моделирања проблем се посматра као хијерархија, на чијем врху се налази циљ (PUEPI), на нижим нивоима критеријуми (WSPI, SPI, WPI, OPI, IPI) и подкритеријуми (индикатори), док се на најнижим хијерархијским нивоима налази низ алтернатива које је потребно рангирати (градови). Друга фаза, поређење индикатора и критеријума у паровима, представља одређивање преференција које експерт изражава помоћу Saaty-јеве скале односа са 9 подеока, табела 5-8 (Saaty, 1977).

На основу прве две фазе, формирана је матрица поређења, која је примењена у трећој фази моделирања, приликом процене релативних тежина. Матрица, димензија $n \times n$, на главној дијагонали има вредности 1, док се остале вредности израчунавају ($a_{i,j} = 1/a_{j,i}$).

У четвртој фази, на нивоу критеријума, одређен је релативни значај сваког критеријума и подкритеријума, који је исказан одговарајућим тежинским коефицијентом. На нивоу алтернатива, одређен је њихов ранг за сваки од посматраних критеријума, збирно за циљ

(PUEPI) и парцијално за критеријуме (WSPI, SPI, WPI, OPI, IPI). На тај начин, у дисертацији је хијерархијски представљањен модел за вредновање локалног учинка иновативних мера заштите животне средине у комуналним делатностима, са тежинским коефицијентима.

Табела 5-8. Saaty-јева скала

Интензитет значаја	Дефиниција	Објашњење
1	Исти значај	Оба атрибута имају једнак допринос у односу на постављени циљ.
3	Мала предност	Давање јасно уочљиве мале предности једног атрибута над другим.
5	Велика предност	Давање знатне предности једног атрибута у односу на други.
7	Врло велика предност	Један атрибут доминира над другим атрибутом за шта постоје и потврде из праксе.
9	Екстремно велика предност	Евидентна, неоспорна и доказана изразита доминација једног атрибута над другим атрибутом.
2, 4, 6, 8	Међувредности	Међувредности које припадају континууму предложене скале и које се користе када је стриктан избор вредности отежан.

Извор: аутор, засновано на Saaty, 1977

5.3.4. Агрегација и израчунавање подиндекса и индекса перформанси заштите животне средине

У циљу реализације циља дисертације, одговарајући тежински коефицијенти су придодати нормализованим вредностима индикатора по годинама и по градовима (пондерисане вредности). За израчунавање вредности PUEPI, као и свих 5 подиндекса у оквиру модела (WSPI, SPI, WPI, OPI, IPI) примењен је метод прости линеарне агрегације, односно простог адитивног пондерисања (енг. *Simple Additive Weighting*) (Рађеновић, 2017; Nardo и други, 2008). Прорачун се врши према формули 5.3:

$$CI_j = \sum_{i=1}^k w_i I_{ij} \quad (5.3)$$

где i – представља индикатор, j – представља град, I_{ij} – представља трансформисану (нормализовану) вредност i -ог индикатора у j -ом граду, w_i – представља пондер i -ог индикатора, CI_j – вредност композитног индекса за j -ти град.

Пондерисане вредности индикатора се агрегирају у оквиру подиндекса, који се аналогном методологијом агрегирају у композитни индекс перформанси заштите животне средине у комуналним делатностима.

5.3.5. Израчунавање подиндекса WSPI, SPI, WPI, OPI, IPI и композитног индекса PUEPI

Применом Expert Choice 11 софтвера, израчунавање подиндекса перформанси у комуналним делатностима (WSPI, SPI, WPI, OPI и IPI), извршено је у дисертацији према формулама 5.4.-5.8.

$$WSPI_j = 0.163 * v1_j + 0.151 * v2_j + 0.387 * v3_j + 0.187 * v4_j + 0.111 * v5_j \quad (5.4)$$

$$SPI_j = 0.385 * k1_j + 0.284 * k2_j + 0.159 * k3_j + 0.090 * k4_j + 0.083 * k5_j \quad (5.5)$$

$$WPI_j = 0.370 * o1_j + 0.209 * o2_j + 0.073 * o3_j + 0.074 * o4_j + 0.145 * o5_j + 0.129 * o6_j \quad (5.6)$$

$$OPI_j = 0.573 * g1_j + 0.129 * g2_j + 0.298 * z1_j \quad (5.7)$$

$$IPI_j = 0.096 * i1_j + 0.303 * i2_j + 0.223 * i3_j + 0.056 * i4_j + 0.129 * i5_j + 0.194 * i6_j \quad (5.8)$$

где су:

$WSPI_j$ – Индекс перформанси водоснабдевања за j -ти град; $v1_j - v5_j$ – нормализоване вредности индикатора перформанси водоснабдевања за j -ти град; нумеричке вредности – тежински коефицијенти за одговарајући индикатор.

SPI_j – Индекс перформанси каналисања за j -ти град; $k1_j - k5_j$ – нормализоване вредности индикатора перформанси каналисања за j -ти град; нумеричке вредности – тежински коефицијенти за одговарајући индикатор.

WPI_j – Индекс перформанси управљања отпадом за j -ти град; $O1_j - O6_j$ – нормализоване вредности индикатора перформанси управљања отпадом за j -ти град; нумеричке вредности – тежински коефицијенти за одговарајући индикатор.

OPI_j – Индекс перформанси осталих комуналних делатности за j -ти град; $g1_j; g2_j; z1_j$ – нормализоване вредности индикатора перформанси осталих комуналних делатности за j -ти град; нумеричке вредности – тежински коефицијенти за одговарајући индикатор.

IPI_j – Индекс перформанси иновативних мера заштите животне средине у комуналним делатностима за j -ти град; $i1_j - i6_j$ – нормализоване вредности индикатора перформанси иновативних мера заштите животне средине у комуналним делатностима за j -ти град; нумеричке вредности-тежински коефицијенти за одговарајући индикатор.

Применом Expert Choice 11 софтвера, израчунавање композитног PUEPI индекса, у дисертацији је извршено према формули 5.9:

$$PUEPI_j = 0.104 * WSPI_j + 0.273 * SPI_j + 0.387 * WPI_j + 0.069 * OPI_j + 0.167 * IPI_j \quad (5.9)$$

где су:

$PUEPI_j$ – индекс перформанси заштите животне средине у комуналним делатностима за j -ти град;
 $WSPI_j; SPI_j; WPI_j; OPI_j; IPI_j$ – подиндекси перформанси и иновативних мера заштите животне средине у комуналним делатностима за j -ти град;
 нумеричке вредности – тежински коефицијенти за одговарајући подиндекс.

На основу израчунатих вредности PUEPI индекса, као и подиндекса перформанси WSPI, SPI, WPI, OPI и IPI, извршена је анализа осетљивости перформанси (Performance Sensitivity

Analysis), применом Expert Choice 11 софтвера (Рађеновић, 2018). Анализа осетљивости перформанси примењена је у дисертацији, како би се истражио утицај критеријума (подиндекса) и индикатора, на коначни ранг алтернатива (градови) у односу на циљ (PUEPI). Наведена анализа примењена је у циљу идентификације комуналних делатности и иновативних мера заштите животне средине, које имају значајан утицај на крајње резултате дисертације. На основу резултата анализе осетљивости, извршено је вредновање локалног учинка заштите животне средине у комуналним делатностима и рангирање градова у дисертацији. Интерпретација резултата анализе осетљивости, садржи информације значајне за оптимизацију комуналног система и унапређење локалног учинка и иновативних мера у анализираним градовима.

5.3.6. Скала за вредновање локалног учинка и иновативних мера заштите животне средине

У докторској дисертацији је формирана скала за вредновање локалног учинка заштите животне средине, заснована на вредностима PUEPI индекса, која је приказана у табели 5-9.

Табела 5-9. Скала за вредновање локалног учинка заштите животне средине

Категорија учинка	Вредност PUEPI
1. Неприхватљив	0-30%
2. Прихватљив	31-40%
3. Дobar	41-50%
4. Врло добар	51-60%
5. Одличан	≥60%

Извор: аутор, засновано на (Legman et al., 2023; Smarter Solutions, 2023; emPerform, 2021)

Скала за вредновање локалног учинка заштите животне средине није еквидистантна, попут других скала које се примењују у области животне средине и иновација, нпр. Serbian Water Quality Index – SWQI према Правилнику о националној листи индикатора заштите животне средине („Сл. Гласник РС“, бр. 37/2011), Green Building Index – GBI (<https://www.greenbuildingindex.org/>) и Summary Innovation Index – SII (Hollanders et al., 2022). На основу разматране литературе и расположивих података, дефинисана је скала са пет категорија локалног учинка заштите животне средине са наведеним опсезима вредности за PUEPI. Категорије представљају квалитативни индикатор локалног учинка заштите животне средине у комуналним делатностима, означен одговарајућом бојом за сваку категорију.

Категорију 1. или неприхватљив учинак имају градови означени црвеном бојом, чија се вредност PUEPI индекса креће у интервалу од 0-30%, што показује да немају довољно развијен комунални систем. Прихватљив учинак заштите животне средине, означен жутом бојом, имају градови у оквиру 2. категорије, чије се вредности PUEPI индекса крећу у интервалу од 31-40%.

Градови рангирани у оквиру друге категорије, имају успостављен комунални систем на основном нивоу, који треба да се унапређује и побољшава.

Трећу категорију или добар локални учинак чине градови означени светло зеленом бојом, чија се вредност PUEPI индекса креће у интервалу од 41-50%. У градовима који су рангирани у оквиру треће категорије, постоји развијен комунални систем, који у мањој мери доприноси заштити животне средине.

Четврта категорија или врло добар локални учинак, обухвата градове означене зеленом бојом, чија је вредност PUEPI индекса 51-60%. Градове рангиране у оквиру четврте категорије, карактерише ефикасан комунални систем, примена иновативних мера и допринос заштити животне средине.

Пету категорију, чине градови који имају одличан локални учинак, означени флуоресцентно зеленом бојом, чија је вредност PUEPI индекса $\geq 60\%$. Градови са одличним локалним учинком, одражавају висок ниво ефикасности и ефективности у комуналном систему, примену иновативних мера и значајан допринос заштити животне средине.

5.4. Преиспитивање, побољшање и процена структуре модела за вредновање локалног учинка заштите животне средине

Узимајући у обзир просторно и временско ограничење модела, као и ниво примене иновативних мера заштите животне средине, у докторској дисертацији је остављена могућност преиспитивања и побољшања модела. За третман недостајућих података коришћене су методе: изостављања податка (ампутација), где се из главне анализе искључује дати индикатор за дати град и дату годину, као и једноструко уметање података (импутација), где се вредност недостајућег податка замени средњом вредношћу индикатора израчунатом на основу расположивих података (Рађеновић, 2017; Nardo et al., 2008). Нека од традиционалних ограничења композитних индекса су расположивост, квалитет и обим података, систем додељивања тежинских коефицијената, број експерата и др.

Преиспитивање и побољшање модела за вредновање локалног учинка заштите животне средине у комуналним делатностима, потребно је вршити периодично (једном годишње). На основу стандардних смерница за преиспитивање модела, потребно је обезбедити следеће информације о:

- односу трошкова и остварених користи увођењем модела;
- прогресу ка постављеним циљевима;
- напретку у побољшању перформанси заштите животне средине;
- примењеним индикаторима и њиховом побољшању;

- ставовима заинтересованих страна;
- актуелним законодавним, иновативним и научним информацијама и др.

Према наведеним информацијама, потребно је доносити одлуке о мерама за побољшање модела за вредновање локалног учинка заштите животне средине у комуналним делатностима.

5.4.1. Процена структуре модела применом SmartPLS 4.0 софтвера

У докторској дисертацији, процена структуре модела, извршена је применом интерактивног алата за структурне једначине и интерпретацију резултата – SmartPLS 4.0 софтвера (Busu & Nedelcu, 2018). SmartPLS софтвер, примењен је за израчунавање стандардних критеријума за процену резултата, статистичку анализу и графичку интерпретацију резултата моделирања.

Софтвер користи графички кориснички интерфејс за моделирање структурне једначине засноване на варијанси, примењујући методу парцијалних најмањих квадрата (Partial Least Squares Structural Equation Modeling – PLS-SEM). PLS-SEM метода статистичког моделирања је погодна за анализу односа између варијабли у комплексним моделима (<https://www.smartpls.com/>).

SmartPLS софтвер врши регресиону анализу применом методе најмањих квадрата, што омогућава моделирање структурних једначина заснованих на варијанси. Предности коришћења софтвера укључују могућност процене сложених модела са великим бројем индикатора, као и погодност за предикцију, евалуацију и друге аспекте анализе.

Софтвер је нарочито погодан за моделирање у области перформанси заштите животне средине и иновативних мера (Vranjanac et al., 2023; Ong, et al., 2019). У оквиру дисертације, утврђивање повезаности између индикатора перформанси и иновативних мера заштите животне средине, извршено је моделирањем у SmartPLS софтверу, као и тестирањем опште хипотезе 1.

6. АНАЛИЗА И ИНТЕРПРЕТАЦИЈА РЕЗУЛТАТА ВРЕДНОВАЊА ПЕРФОРМАНСИ ЗАШТИТЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ У КОМУНАЛНИМ ДЕЛАТНОСТИМА

6.1. Анализа упитника за индикаторе перформанси и иновативне мере заштите животне средине

На основу узорка од 28 упитника „Анализа индикатора перформанси и иновативних мера заштите животне средине у комуналним делатностима“ попуњених од стране експерата, извршена је анализа упитника. Дескриптивна статистика упитника је прва фаза статистичке анализе, која је у дисертацији извршена применом софтвера SPSS 26.0.

У циљу сажетог увида у основне карактеристике података, као и расподелу, тенденцију и разноликост одговора на питања из упитника, примењена је дескриптивна статистика. Дескриптивна статистика обухвата статистичке параметре (средња вредност, стандардна девијација, варијанса и др.), на основу којих је изведена првобитна интерпретација резултата. Најзначајније корелације дескриптивне статистике упитника, добијене су у односу на образовање-награде, учествовање на пројектима из области дисертације и добијене награде, као и образовање експерата, што је приказано у табелама 6-1 до 6-4.

Процентуална заступљеност доктора наука у укупном узорку експерата у дисертацији је 57,1%, док је проценат магистара наука 25%, остали су у оквиру образовних профила дипломирани 10,7%, као и мастер 3,6%.

У односу на укупан узорак експерата свих образовних профила, који су учествовали у попуњавању упитника у дисертацији, 51,9% имају по једну награду, 37% две награде и 11,1% три награде, из области докторске дисертације.

У оквиру категорије доктори наука, 68,7% експерата је имало једну награду, 25% две награде и 6,3% три награде повезане са темом докторске дисертације.

Експерти су били ангажовани као истраживачи, руководиоци или консултантни на пројектима из области заштите животне средине и комуналних делатности, са процентуалном заступљеношћу од 74,1%. Они експерти, који су се изјаснили да нису имали ангажовања на пројектима из наведених области, имали су процентуалну заступљеност од 25,9%.

На основу наведеног, у дисертацији је извршено оцењивање експерата, а добијени су следећи резултати: оценом десет оцењено је 33,3% експерата, оценом девет 14,8%, оценом осам 18,5%, док оцене седам, шест и пет заједно сачињавају узорак од 33,3%.

Табела 6-1. Дескриптивна статистика упитника-образовање експерата

Образовање	Учесталост	Процент
дипл	3	10,7
др	16	57,1
маст	1	3,6
мр	7	25,0
Укупно	28	100,0

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера SPSS 26.0

Табела 6-2. Дескриптивна статистика упитника: образовање-награде експерата

		Награде			Укупно	
		1,00	2,00	3,00		
Образовање	дипл	Број	0	2	1	3
		% учешће Образовање	0,0%	66,7%	33,3%	100,0%
		% учешће Награде	0,0%	20,0%	33,3%	11,1%
др	Број	11	4	1	16	
	% учешће Образовање	68,8%	25,0%	6,3%	100,0%	
	% учешће Награде	78,6%	40,0%	33,3%	59,3%	
маст	Број	0	1	0	1	
	% учешће Образовање	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%	
	% учешће Награде	0,0%	10,0%	0,0%	3,7%	
мр	Број	3	3	1	7	
	% учешће Образовање	42,9%	42,9%	14,3%	100,0%	
	% учешће Награде	21,4%	30,0%	33,3%	25,9%	
		Број	14	10	3	27
		% учешће Образовање	51,9%	37,0%	11,1%	100,0%
		% учешће Награде	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера SPSS 26.0

Табела 6-3. Дескриптивна статистика упитника: пројекти-награде експерата

		Награде			Укупно
		1,00	2,00	3,00	
Пројекти да	Број	13	5	2	20
	% учешће Пројекти	65,0%	25,0%	10,0%	100,0%
	% учешће Награде	92,9%	50,0%	66,7%	74,1%
не	Број	1	5	1	7
	% учешће Пројекти	14,3%	71,4%	14,3%	100,0%
	% учешће Награде	7,1%	50,0%	33,3%	25,9%
Укупно	Број	14	10	3	27
	% учешће Пројекти	51,9%	37,0%	11,1%	100,0%
	% учешће Награде	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера SPSS 26.0

Табела 6-4. Дескриптивна статистика упитника: пројекти-оцене експерата

			Оцена						
			5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	Укупно
Пројекти да	Број		0	0	2	5	4	9	20
	% учешће Пројекти		0,0%	0,0%	10,0%	25,0%	20,0%	45,0%	100,0%
	% учешће Оцена		0,0%	0,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	74,1%
не	Број		5	2	0	0	0	0	7
	% учешће Пројекти		71,4%	28,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
	% учешће Оцена		100,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	25,9%
Укупно	Број		5	2	2	5	4	9	27
	% учешће Пројекти		18,5%	7,4%	7,4%	18,5%	14,8%	33,3%	100,0%
	% учешће Оцена		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера SPSS 26.0

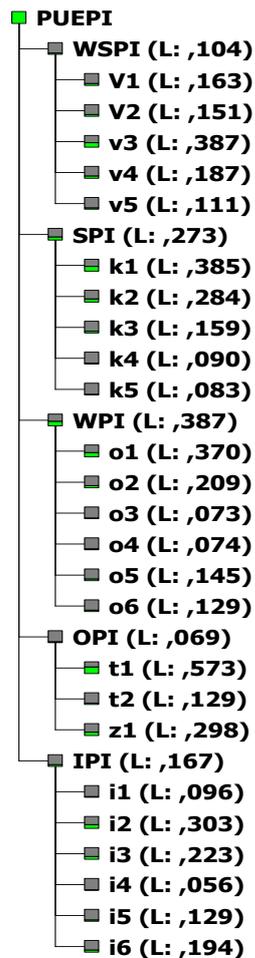
6.2. Модел за вредновање перформанси заштите животне средине

На основу упитника примењеног у дисертацији, омогућен је објективнији приступ, кроз укључивање експерата у изучавање трансдисциплинарног концепта локалног учинка заштите животне средине у комуналним делатностима. Најважнији резултати дисертације, добијени анализом упитника софтвером Expert Choice 11.0, су тежински коефицијенти подиндекса у оквиру композитног индекса, као и сваког индикатора у оквиру подиндекса. Уносом резултата свих попуњених упитника у софтвер, тежински коефицијенти су аутоматски генерисани.

На основу тежинских коефицијената, у дисертацији је дефинисана хијерархија модела за вредновање локалног учинка заштите животне средине, приказана на слици 6-1. Хијерархија модела, представљена је PUEPI индексом, који се састоји од 5 подиндекса (WSPI, SPI, WPI, OPI, IPI) и њима додељеним тежинским коефицијентима (L). Подиндекси се састоје од 25 индикатора, разврстаних заједно са њима припадајућим тежинским коефицијентима, у оквиру сваког од 5 подиндекса у хијерархији. На тај начин је у дисертацији извршено креирање модела за вредновање локалног учинка применом софтвера Expert Choice 11.0.

На основу структуре PUEPI индекса, подиндексима су додељени следећи тежински коефицијенти:

- Индекс перформанси водоснабдевања – WSPI (L: 0,104 или 10,4%),
- Индекс перформанси каналасања – SPI (L: 0,273 или 27,3%),
- Индекс перформанси управљања отпадом – WPI(L: 0,387 или 38,7%),
- Индекс перформанси осталих делатности – OPI (L: 0,069 или 6,9%) и
- Индекс перформанси иновативних мера – IPI (L: 0,167 или 16,7%).



Слика 6-1. Хијерархијска структура модела за вредновање перформанси заштите животне средине у комуналним делатностима

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11

Појединачним индикаторима у оквиру *Индекса перформанси водоснабдевања* (WSPI), на основу хијерархије модела, у дисертацији су додељени следећи тежински коефицијенти:

1. Квалитет воде за пиће физичкохемијски – V1 (L: 0,163 или 16,3%);
2. Квалитет воде за пиће – микробиолошки – V2 (L: 0,151 или 15,1%);
3. Процент становништва прикључен на јавни водовод – v3 (L: 0,387 или 38,7%);
4. Удео испоручене воде за пиће у укупно захваћеним водама – v4 (L: 0,187 или 18,7%) и
5. Дужина водоводне мреже по прикљученом становнику – v5 (L: 0,111 или 11,1%).

Према хијерархији модела, у дисертацији су индикаторима у оквиру *Индекса перформанси каналисања* (SPI), додељени следећи тежински коефицијенти:

1. Процент становништва прикључен на јавну канализацију – k1 (L: 0,385 или 38,5%);
2. Удео системски одвођених отпадних вода у укупном испуштању – k2 (L: 0,284 или 28,4%);

3. Процент узорака отпадних вода чији квалитет није усклађен са прописаним нормама – k3 (L: 0,159 или 15,9%);
4. Дужина канализационе мреже по прикљученом становнику – k4 (L: 0,09 или 9%);
5. Удео канализационог система као пријемника индустријских отпадних вода – k5 (L: 0,083 или 8,3%).

Индикаторима који су према хијерархији модела у оквиру *Индекса перформанси управљања отпадом* (WPI), у дисертацији су додељени следећи тежински коефицијенти:

1. Обухват прикупљања комуналног отпада у градовима – o1 (L: 0,370 или 37%);
2. Количина прикупљеног комуналног отпада из домаћинства по становнику – o2 (L: 0,209 или 20,9%);
3. Процент биоразградивог отпада у комуналном отпаду – o3 (L: 0,073 или 7,3%);
4. Процент рециклабилних материјала у комуналном отпаду – o4 (L: 0,074 или 7,4%);
5. Процент хигијенских депонија у укупном броју депонија на територији – o5 (L: 0,145 или 14,5%),
6. Процент депонија са контролисаним насипањем – o6 (L: 0,129 или 12,9%).

Индекс перформанси осталих комуналних делатности (OPI), се у оквиру хијерархије модела састоји од индикатора којима су у дисертацији додељени следећи тежински коефицијенти:

1. Процент становника прикључених на систем даљинског грејања – t1 (L: 0,573 или 57,3%);
2. Просечан степен корисности производног система топлане – t2 (L: 0,129 или 12,9%) и
3. Учешће зелених површина у укупној намени простора – z1 (L: 0,298 или 29,8%).

Индекс перформанси иновативних мера заштите животне средине у комуналним делатностима (PII), се према хијерархији модела састоји од индикатора, којима су у дисертацији додељени следећи тежински коефицијенти:

1. Инвестиције у нова основна средства за снабдевање водом и управљање отпадним водама-процент у односу на укупне инвестиције – i1 (L: 0,1096 или 9,6%);
2. Удео пречишћених отпадних вода из система за одвођење – i2 (L: 0,303 или 30,3%);
3. Количина отпада одложеног на санитарним депонијама по становнику – i3 (L: 0,223 или 22,3%);
4. Процент пластичних кеса у комуналном отпаду – i4 (L: 0,056 или 5,6%);
5. Постојање рециклажног центра или трансфер станице – i5 (L: 0,129 или 12,9%) и
6. Процент потрошње гаса у укупној потрошњи енергената у топлани – i6 (L: 0,194 или 19,4%).

На основу наведеног, потврђена је трећа посебна хипотеза докторске дисертације, односно, могуће је креирати модел заснован на индикаторима перформанси, погодан за вредновање и рангирање локалног учинка заштите животне средине на нивоу комуналних делатности и ЛС.

6.3. Дескриптивна статистика индекса перформанси заштите животне средине

У дисертацији је модел за вредновање локалног учинка заштите животне средине у комуналним делатностима (PUEPI), примењен на 28 градова у РС. PUEPI индекс израчунат је за градове у РС у временском интервалу од 2016. до 2020. године. Дескриптивна статистика PUEPI индекса приказана је у табели 6-5.

Табела 6-5. Дескриптивна статистика PUEPI индекса

	Број	Минимум	Максимум	Средња вредност	Стандардна девијација	Варијанса
PUEPI_2016	28	,22	,64	,4588	,10684	,011
PUEPI_2017	28	,23	,64	,4767	,10931	,012
PUEPI_2018	28	,23	,62	,4837	,09547	,009
PUEPI_2019	28	,22	,62	,4665	,09954	,010
PUEPI_2020	28	,23	,62	,4986	,09977	,010

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера SPSS 26.0

На основу анализираних података, закључено је да се PUEPI индекс у оквиру анализираних периода кретао у интервалу од 22 до 64%. Најнижа вредност PUEPI индекса од 22% била је базне 2016., као и 2019. године, док су максималне вредности индекса 64% постигнуте 2016. и 2017. године.

Анализом средње вредности PUEPI индекса, утврђен је пораст средње вредности унутар анализираних периода за око 4% (3,98%), с обзиром да је базне 2016. године износила 45,88%, док је финалне 2020. године износила 49,86%.

На основу наведеног, уочен је генерално позитиван тренд у доприносу заштити животне средине, постигнут од стране комуналних делатности у укупном узорку анализираних градова у РС, изузев 2019. године (средња вредност 46,65%). Генерални тренд локалног учинка заштите животне средине, резултат је појединачних трендова доприноса градова, који су детаљно анализирани у делу 6.4. докторске дисертације.

6.3.1. Дескриптивна статистика индекса перформанси водоснабдевања

Аналогно примени и израчунавању PUEPI индекса, на истом узорку и у истом временском интервалу, израчунат је и индекс перформанси водоснабдевања (WSPI). Дескриптивна статистика WSPI индекса приказана је у табели 6-6.

На основу анализираних података закључено је да се WSPI индекс, у оквиру анализираних периода, кретао у интервалу од 0 до 98%. Најнижа вредност WSPI индекса од 0,00% била је базне 2016. године, док су максималне вредности WSPI индекса од 98% достигнуте 2017. и 2018. године.

Анализом средње вредности WSPI индекса, утврђен је пораст средње вредности унутар анализираних периода за 23,06%, с обзиром да је базне 2016. године износила 44,50%, док је 2020. године, износила 67,56%. Наведено указује на изразито позитиван тренд у комуналној делатности снабдевање водом за пиће, који је постигнут радом јавних водовода, на нивоу анализираних градова у РС.

Табела 6-6. Дескриптивна статистика WSPI индекса

	Број	Минимум	Максимум	Средња вредност	Стандардна девијација	Варијанса
WSPI_2016	28	,00	,78	,4450	,22948	,053
WSPI_2017	28	,40	,98	,6848	,12908	,017
WSPI_2018	28	,40	,98	,6870	,12542	,016
WSPI_2019	28	,39	,97	,6680	,12643	,016
WSPI_2020	28	,35	,96	,6756	,12944	,017

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера SPSS 26.0

6.3.2. Дескриптивна статистика индекса перформанси каналисања

У складу са израчунавањем претходних индекса, на нивоу идентичног узорка градова и у истом временском интервалу, израчунат је и индекс перформанси каналисања (SPI). Дескриптивна статистика SPI индекса приказана је у табели 6-7.

На основу анализираних података, закључено је да се SPI индекс у оквиру анализираних периода, кретао у интервалу од 11 до 79%. Најнижа вредност SPI индекса од 11% евидентирана је 2017. и 2020. године, док је максимална вредност индекса перформанси каналисања од 79% достигнута 2019. године.

Анализом средње вредности SPI индекса, утврђен је пораст средње вредности унутар анализираних периода за око 2%, с обзиром да је базне 2016. године износила 49,01%, док је 2020. године износила 51,06%.

Дескриптивна статистика SPI индекса, указује на благо позитиван тренд у комуналној делатности пречишћавање и одвођење атмосферских и отпадних вода, који је постигнут радом наведене делатности на нивоу анализираних градова у РС.

Табела 6-7. Дескриптивна статистика SPI индекса

	Број	Минимум	Максимум	Средња вредност	Стандардна девијација	Варијанса
SPI_2016	28	,17	,74	,4901	,14640	,021
SPI_2017	28	,11	,74	,5084	,16691	,028
SPI_2018	28	,13	,76	,4899	,17504	,031
SPI_2019	28	,13	,79	,5089	,16098	,026
SPI_2020	28	,11	,78	,5106	,17180	,030

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера SPSS 26.0

6.3.3. Дескриптивна статистика индекса перформанси управљања отпадом

Идентични узорак градова и временски интервал као код претходних индекса, коришћен је приликом израчунавања индекса перформанси управљања отпадом (WPI). Дескриптивна статистика WPI индекса, приказана је у табели 6-8.

Табела 6-8. Дескриптивна статистика WPI индекса

	Број	Минимум	Максимум	Средња вредност	Стандардна девијација	Варијанса
WPI_2016	28	,00	,78	,4450	,22948	,053
WPI_2017	28	,00	,78	,4725	,21861	,048
WPI_2018	28	,00	,79	,4969	,19184	,037
WPI_2019	28	,00	,72	,4476	,17746	,031
WPI_2020	28	,00	,82	,5188	,19817	,039

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера SPSS 26.0

На основу анализираних података закључено је да се WPI индекс, у оквиру анализираних година, кретао у интервалу од 0 до 82%. Најнижа вредност WPI индекса од 0%, евидентирана је у оквиру сваке од анализираних година, док је максимална вредност WPI индекса од 82% достигнута финалне 2020. године.

Анализом средње вредности WPI индекса, утврђен је пораст средње вредности унутар анализираних година за 7,38%, која је базне 2016. године износила 44,50%, док је 2020. године износила максималних 51,88%. Дескриптивна статистика WPI индекса, указује на генерално позитиван тренд у комуналној делатности управљање комуналним отпадом, који је постигнут радом комуналних предузећа у наведеној делатности на нивоу анализираних градова у РС.

6.3.4. Дескриптивна статистика индекса перформанси осталих комуналних делатности

Израчунавање индекса перформанси осталих комуналних делатности (ОПІ), извршено је на истом узорку градова и у идентичном временском интервалу као код претходних индекса. Дескриптивна статистика ОПІ индекса приказана је у табели 6-9.

Табела 6-9. Дескриптивна статистика ОПІ индекса

	Број	Минимум	Максимум	Средња вредност	Стандардна девијација	Варијанса
ОПІ_2016	28	,01	,86	,3126	,19799	,039
ОПІ_2017	28	,01	,85	,3123	,19978	,040
ОПІ_2018	28	,01	,85	,3054	,20130	,041
ОПІ_2019	28	,01	,86	,3136	,19861	,039
ОПІ_2020	28	,01	,89	,3151	,20003	,040

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера SPSS 26.0

На основу анализираних података, закључено је да се ОПІ индекс у оквиру анализираног периода кретао у интервалу од 1 до 89%. Најнижа вредност ОПІ индекса од 1%, евидентирана је у оквиру сваке од анализираних година, док је максимална вредност од 89% достигнута финалне 2020. године.

Анализом средње вредности ОПІ индекса, утврђен је благи пораст средње вредности за само 0,25%, унутар анализираног периода, с обзиром да је базне 2016. године износила 31,26%, док је 2020. године износила максималних 31,51%.

Дескриптивна статистика ОПІ индекса, показала је минимално позитиван тренд у комуналним делатностима производња, дистрибуција и снабдевање топлотном енергијом, као и одржавање јавних зелених површина. С обзиром да није утврђено значајно побољшање перформанси заштите животне средине у наведеним делатностима, потребно је извршити њихову оптимизацију на нивоу анализираних градова у РС.

6.3.5. Дескриптивна статистика индекса перформанси иновативних мера заштите животне средине

У дисертацији је израчунавање индекса перформанси иновативних мера заштите животне средине у комуналним делатностима (ИПІ), извршено у идентичном временском интервалу и узорку градова, као претходни индекси. Дескриптивна статистика ИПІ индекса приказана је у табели 6-10.

Табела 6-10. Дескриптивна статистика IPI индекса

	Број	Минимум	Максимум	Средња вредност	Стандардна девијација	Варијанса
IPI_2016	28	,05	,93	,3698	,23593	,056
IPI_2017	28	,05	,98	,3719	,23895	,057
IPI_2018	28	,06	,89	,3888	,22549	,051
IPI_2019	28	,06	,90	,3786	,23627	,056
IPI_2020	28	,05	,88	,3966	,23373	,055

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера SPSS 26.0

На основу анализираних података закључено је да се IPI индекс, у оквиру анализираних периода, кретао у интервалу од 5 до 98%. Најнижа вредност IPI индекса од 5% евидентирана је 2016., 2017. и 2020. године, док је максимална вредност од 98% достигнута 2017. године.

Анализом средње вредности IPI индекса, утврђен је пораст средње вредности унутар анализираних периода од 2,68%, с обзиром да је базе 2016. године, средња вредност износила 36,98%, док је 2020. године износила максималних 39,66%.

Дескриптивна статистика IPI индекса указује на генерално позитиван тренд у примени и ка напретку иновативних мера заштите животне средине у комуналним делатностима. Генерални тренд учинка иновативних мера заштите животне средине, резултат је појединачних трендова доприноса градова, који су детаљно анализирани у делу 6.4. докторске дисертације. Континуирани напредак у заштити животне средине, као и динамичност комуналних делатности, захтевају интензивнију примену иновативних мера заштите животне средине, посебно на нивоу одређених градова у РС, који су анализирани у оквиру дисертације.

На основу наведеног, потврђена је друга посебна хипотеза истраживања докторске дисертације, да се индикатори перформанси заштите животне средине могу користити за вредновање локалног учинка заштите животне средине.

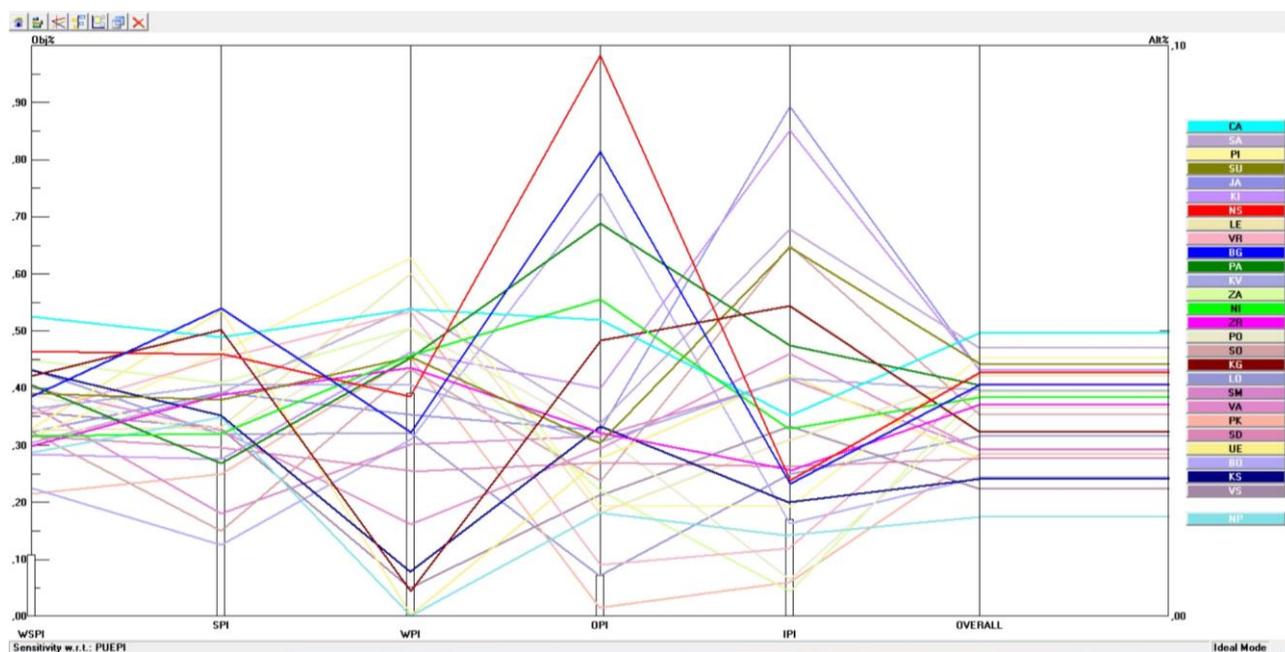
6.4. Валидација модела за вредновање перформанси заштите животне средине

Валидација модела за вредновање локалног учинка заштите животне средине у комуналним делатностима извршена је на узорку од 28 градова у РС, у периоду од 2016. до 2020. године. Израчунавање индекса перформанси заштите животне средине у комуналним делатностима (PUEPI), као и пет подиндекса (WSPI, SPI, WPI, OPI, IPI) за градове по годинама, извршено је применом Expert Choice 11.0 софтвера. У циљу софтверске анализе резултата у дисертацији су анализираним градовима додељени следећи кодови: BG, NS, NI, KG, SU, ZR, PA, CA, KS, KV, NP, SD, LE, UE, VR, VA, SA, SO, PO, PI, ZA, KI, SM, JA, VS, BO, PK и LO.

С обзиром да је дисертација усмерена на вредновање локалног учинка и иновативних мера заштите животне средине у комуналним делатностима, у наставку је приказана интерпретација резултата валидације PUEPI и IPI индекса. Графичка интерпретација анализе осетљивости перформанси подиндекса (WSPI, SPI, WPI и OPI), који се користе за објашњење PUEPI и IPI индекса, без њихове дискусије, налази се у делу 6.4.6. докторске дисертације.

6.4.1. Анализа резултата вредновања PUEPI-IPI за 2016. годину

Анализа осетљивости перформанси PUEPI индекса (OVERALL) са ранжираним градовима у РС за 2016. годину, на основу промене вредности подиндекса (WSPI, SPI, WPI, OPI, IPI) приказана је на слици 6-2¹⁴.



Слика 6-2. PUEPI 2016. године

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11

На основу анализираних података, закључено је да је Чачак био најбоље ранжирани град 2016. године у РС, са одличним локалним учинком заштите животне средине и постигнутом вредношћу PUEPI индекса од 64%. Следећи град на граници између врло доброг и одличног локалног учинка заштите животне средине, Шабац, класификован је у петој категорији са вредношћу PUEPI индекса од 60%. Градови са неприхватљивим локалним учинком заштите

¹⁴ Вредности индекса и њихово кретање у одређеном опсегу илустроване су вертикалним правоугаонцима, док се алтернативе представљају хоризонталним линијама. Висина правоугаоника на левој оси Obj% одређује тежину критеријума, док се приоритет алтернатива по датом критеријуму образује на десној оси Alt%, у тачкама где хоризонталне линије алтернатива секу вертикалну линију критеријума. Висина вертикалних правоугаоника представља динамички параметар, што резултује променама вредности критеријума и њиховог утицаја на рангирање алтернатива (Рађеновић, 2018). У дисертацији градови су алтернативе, а индекси критеријуми.

животне средине су Нови Пазар, чија је вредност PUEPI индекса свега 22%, као и Вршац, са вредношћу PUEPI индекса од 29%.

Ранг градова означених одговарајућим бојама према категоријама PUEPI индекса за 2016. годину, приказан је у табели 6-11.

Табела 6-11. Ранг градова према локалном учинку за 2016. годину

Градови	WSPI	SPI	WPI	OPI	IPI	PUEPI 2016	Ранг
BG	0,40	0,74	0,40	0,71	0,24	0,52	10
NS	0,48	0,63	0,48	0,86	0,25	0,55	7
NI	0,57	0,44	0,57	0,49	0,34	0,49	14
KG	0,06	0,69	0,06	0,42	0,56	0,42	18
SU	0,57	0,52	0,57	0,27	0,67	0,57	4
ZR	0,54	0,53	0,54	0,28	0,27	0,48	15
PA	0,56	0,37	0,56	0,60	0,49	0,52	11
CA	0,67	0,67	0,67	0,45	0,36	0,64	1
KS	0,10	0,48	0,10	0,29	0,21	0,31	26
KV	0,51	0,56	0,51	0,27	0,43	0,51	12
NP	0,00	0,48	0,00	0,16	0,15	0,22	28
SD	0,32	0,41	0,32	0,24	0,27	0,36	23
LE	0,75	0,46	0,75	0,16	0,32	0,54	8
UE	0,01	0,73	0,01	0,24	0,44	0,36	24
VR	0,67	0,62	0,67	0,08	0,13	0,52	9
VA	0,20	0,45	0,20	0,26	0,48	0,38	21
SA	0,67	0,54	0,67	0,30	0,70	0,60	2
SO	0,54	0,21	0,54	0,21	0,67	0,45	17
PO	0,63	0,44	0,63	0,28	0,07	0,47	16
PI	0,78	0,64	0,78	0,17	0,20	0,58	3
ZA	0,63	0,56	0,63	0,19	0,05	0,51	13
KI	0,58	0,38	0,58	0,35	0,88	0,55	6
SM	0,38	0,25	0,38	0,28	0,43	0,38	20
JA	0,44	0,54	0,44	0,29	0,93	0,56	5
VS	0,06	0,45	0,06	0,19	0,35	0,29	27
BO	0,39	0,17	0,39	0,65	0,17	0,31	25
PK	0,57	0,34	0,57	0,01	0,06	0,37	22
LO	0,40	0,44	0,40	0,06	0,26	0,41	19

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11

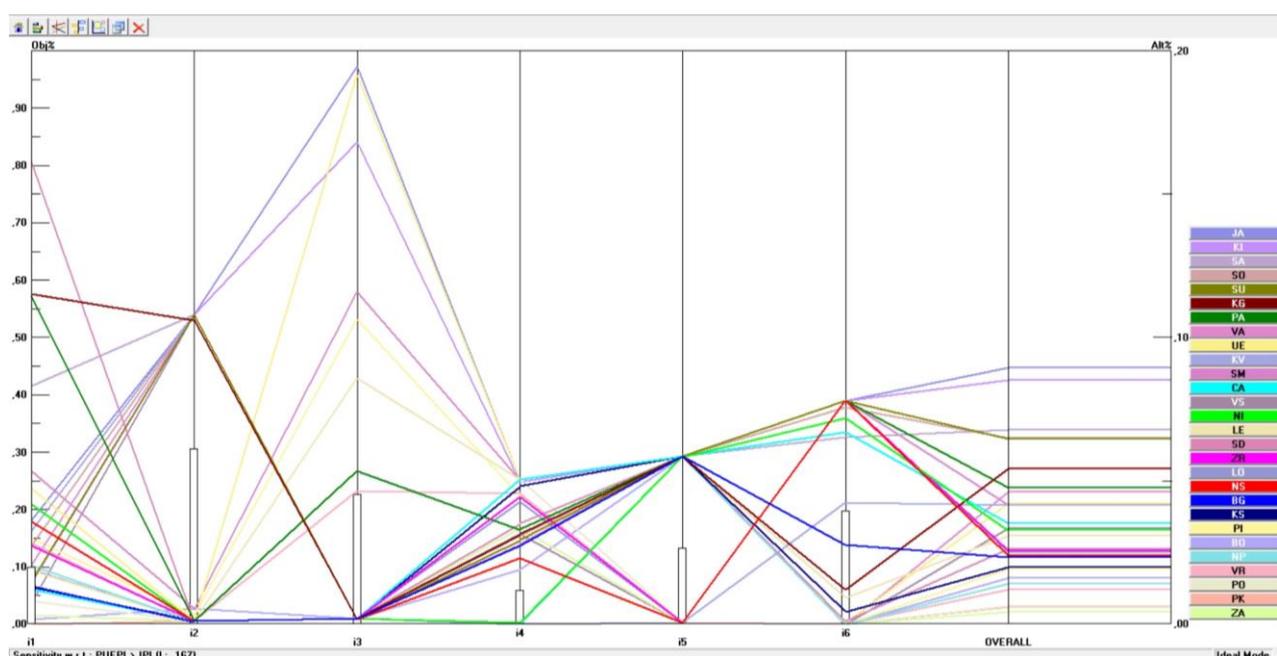
Анализирани градови у 2016. години, разврстани у оквиру категорија PUEPI индекса, приказани су у табели 6-12. Највећи број градова (11), налази се у оквиру четврте категорије, врло доброг локалног учинка заштите животне средине, што идентификује примену иновативних мера и допринос заштити животне средине. У оквиру треће групе разврстано је осам градова са добрим локалним учинком, док је у оквиру друге седам градова са прихватљивим учинком.

Табела 6-12. Градови категорисани према локалном учинку за 2016. годину

Категорија учинка	Ранг градова за 2016. годину
1. Неприхватљив (0-30%)	NP, VS
2. Прихватљив (31-40%)	KS, BO, UE, SD, PK, VA, SM
3. Дobar (41-50%)	LO, KG, SO, PO, ZR, NI
4. Врло добар (51-60%)	ZA, KV, PA, VR, BG, LE, NS, KI, JA, SU, PI
5. Одличан ($\geq 60\%$)	CA, SA

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11

Анализа осетљивости перформанси IPI индекса (OVERALL), са ранжираним градовима у РС за 2016. годину, на основу промене вредности индикатора (i1, i2, i3, i4, i5, i6), приказана је на слици 6-3.



Слика 6-3. IPI 2016. године

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11

На основу анализираних података, утврђено је да је у 2016. години у РС град са највишом вредношћу IPI индекса био Јагодина, са 93%. Иначе, Јагодина је разврстана у оквиру четврте категорије у укупном скору (према PUEPI индексу), односно на петом месту у укупном рангу од 28 градова.

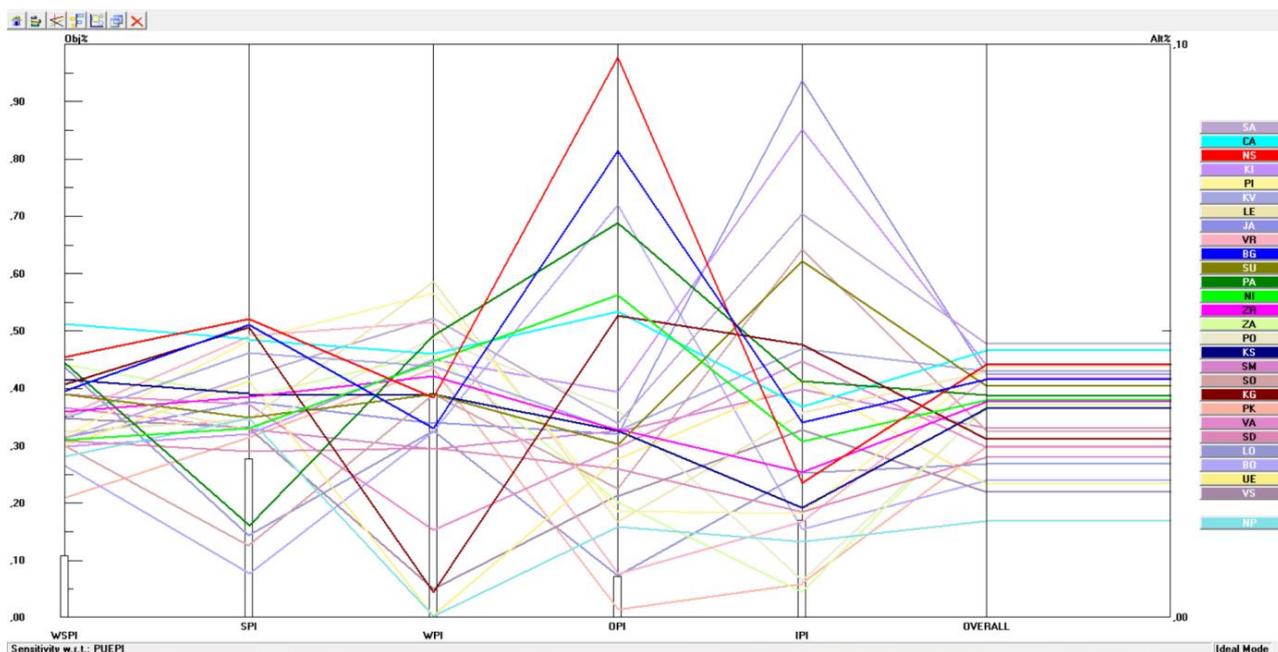
Следећи градови са високим вредностима IPI индекса су Кикинда са 88%, као и Шабац са 70%. Иначе, Кикинда и Шабац (другоранжирани према PUEPI индексу) су градови разврстани у оквиру четврте и пете категорије PUEPI индекса, респективно, што потврђује значај примене иновативних мера заштите животне средине у укупном локалном учинку.

Вредан податак је да прворанжирани град у оквиру PUEPI индекса, Чачак, има ниску вредност IPI индекса од 36%, што га сврстава на 12. месту од 28 анализираних градова према IPI

индексу. Најлошије ранжирани градови у 2016. години према IPI индексу су: Зајечар, Прокупље и Пожаревац, чије се вредности IPI индекса крећу у интервалу од 5 до 7%.

6.4.2. Анализа резултата вредновања PUEPI-IPI за 2017. годину

Анализа осетљивости перформанси PUEPI индекса (OVERALL), са ранжираним градовима у РС за 2017. годину на основу промене вредности подиндекса (WSPI, SPI, WPI, OPI, IPI), приказана је на слици 6-4.



Слика 6-4. PUEPI 2017. године

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11

На основу анализираних података, закључено је да су у 2017. години у РС градови са одличним локалним учинком заштите животне средине Шабац и Чачак, чије су вредности PUEPI индекса 64 и 62%, респективно. Градови са неприхватљивим локалним учинком заштите животне средине су Нови Пазар, чија је вредност PUEPI индекса свега 23%, као и Вршац са вредношћу PUEPI индекса од 29%. Анализирани градови разврстани у оквиру категорија PUEPI индекса за 2017. годину, приказани су у табели 6-13.

Табела 6-13. Градови категорисани према локалном учинку за 2017. годину

Категорија учинка	Ранг градова за 2017. годину
1. Неприхватљив (0-30%)	NP, VS
2. Прихватљив (31-40%)	UE, BO, LO, SD, VA, PK
3. Дobar (41-50%)	KG, SO, SM, KS, PO, ZA, ZR
4. Врло добар (51-60%)	NI, PA, SU, BG, VR, JA, LE, KV, PI, KI, NS
5. Одличан ($\geq 60\%$)	SA, CA

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11

Највећи број градова (11), као што је био случај и базне 2016. године, налази се у оквиру четврте категорије, са врло добрим локалним учинком заштите животне средине. У оквиру треће категорије налази се седам, док се у оквиру друге категорије, налази осам градова. Нешто више вредности PUEPI индекса у 2017. години, у односу на базну годину, код градова у оквиру свих пет категорија, указују на благо побољшање локалног учинка и примене иновативних мера заштите животне средине.

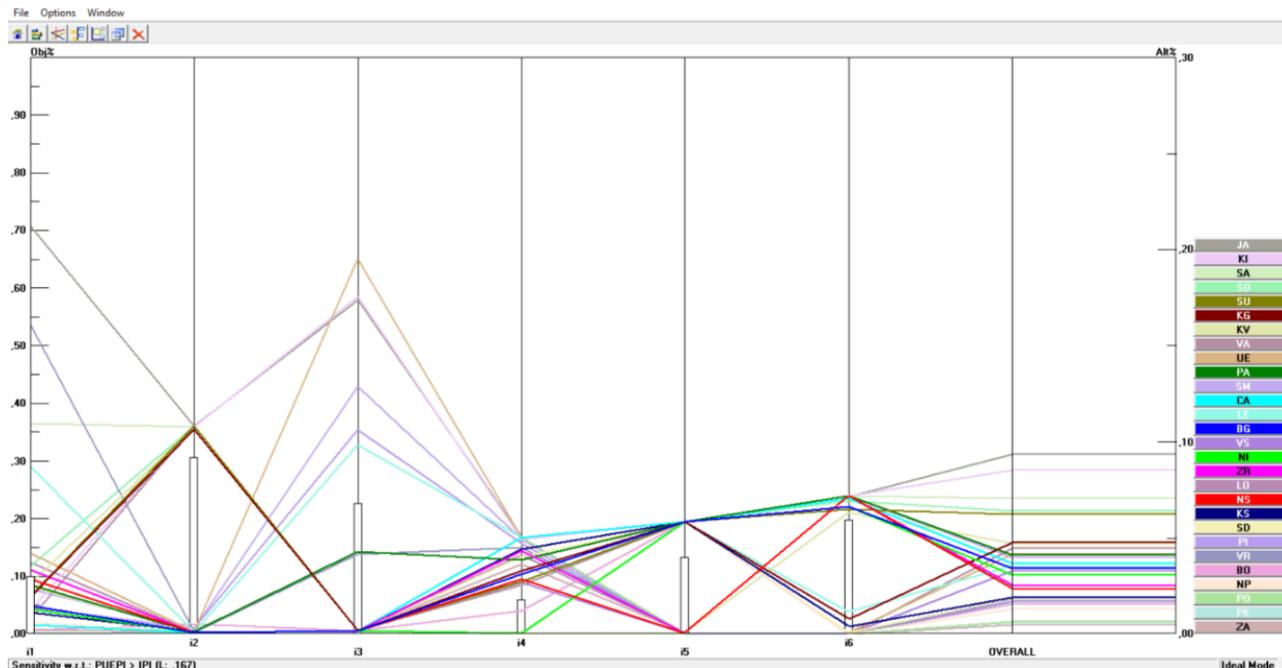
Ранг градова означених одговарајућим бојама према категоријама PUEPI индекса за 2017. годину, приказан је у табели 6-14.

Табела 6-14. Ранг градова према локалном учинку за 2017. годину

Градови	WSPI	SPI	WPI	OPI	IPI	PUEPI 2017	Ранг
BG	0,76	0,73	0,44	0,71	0,36	0,56	10
NS	0,87	0,74	0,51	0,85	0,25	0,59	3
NI	0,60	0,47	0,59	0,49	0,32	0,51	13
KG	0,78	0,72	0,06	0,46	0,50	0,42	20
SU	0,75	0,50	0,52	0,27	0,65	0,54	11
ZR	0,69	0,55	0,56	0,29	0,26	0,50	14
PA	0,85	0,23	0,65	0,60	0,43	0,52	12
CA	0,98	0,69	0,61	0,47	0,38	0,62	2
KS	0,80	0,56	0,52	0,29	0,20	0,49	17
KV	0,67	0,66	0,58	0,29	0,49	0,57	6
NP	0,54	0,49	0,00	0,14	0,14	0,23	28
SD	0,59	0,41	0,39	0,23	0,19	0,37	23
LE	0,62	0,49	0,78	0,15	0,37	0,57	7
UE	0,58	0,59	0,01	0,24	0,43	0,31	26
VR	0,68	0,70	0,68	0,07	0,18	0,56	9
VA	0,75	0,53	0,20	0,26	0,47	0,40	22
SA	0,60	0,60	0,69	0,30	0,73	0,64	1
SO	0,58	0,18	0,52	0,20	0,67	0,43	19
PO	0,75	0,47	0,65	0,32	0,07	0,49	16
PI	0,61	0,69	0,75	0,16	0,19	0,58	5
ZA	0,85	0,55	0,61	0,18	0,05	0,49	15
KI	0,58	0,46	0,60	0,35	0,89	0,59	4
SM	0,70	0,47	0,39	0,29	0,42	0,44	18
JA	0,61	0,54	0,45	0,28	0,98	0,57	8
VS	0,67	0,47	0,07	0,19	0,34	0,29	27
BO	0,51	0,11	0,43	0,63	0,16	0,32	25
PK	0,40	0,45	0,58	0,01	0,06	0,40	21
LO	0,84	0,20	0,43	0,06	0,26	0,36	24

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11

Анализа осетљивости перформанси IPI индекса (OVERALL), са ранжираним градовима у РС за 2017. годину, на основу промене вредности индикатора (i1, i2, i3, i4, i5, i6), приказана је на слици 6-5.



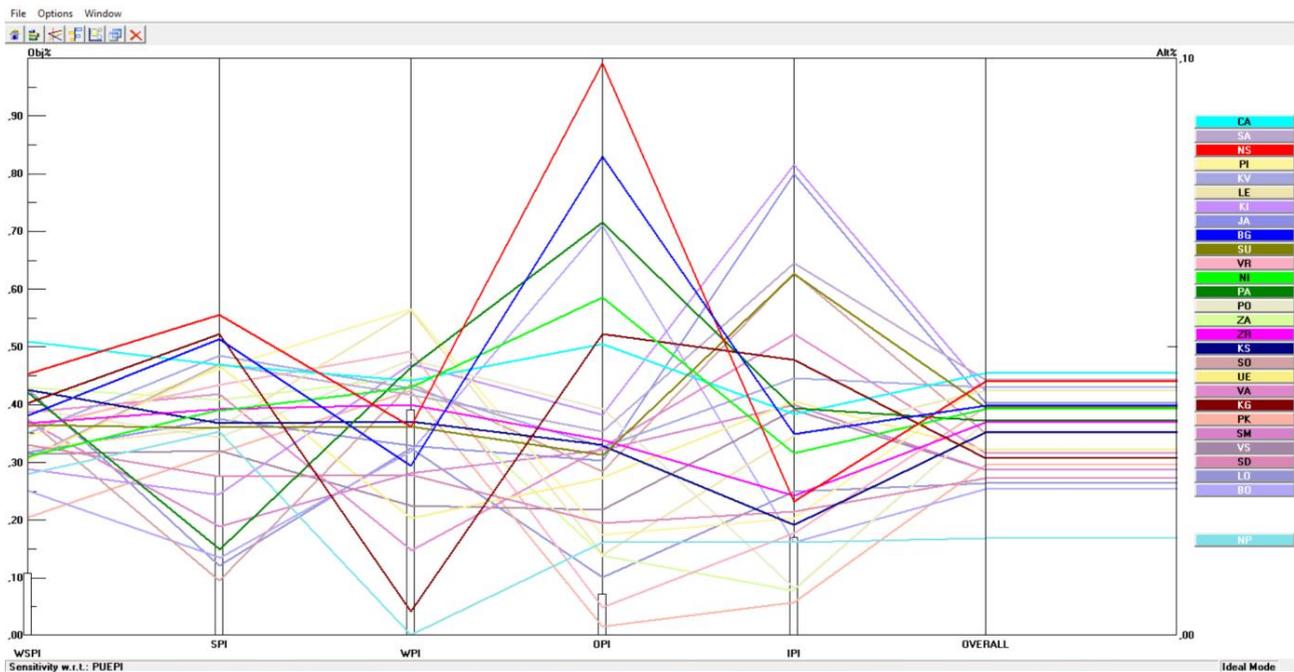
Слика 6-5. IPI 2017. године

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11

На основу анализираних података, утврђено је да је у 2017. години у РС, град са највишом вредношћу IPI индекса, Јагодина. Град Јагодина има вредност IPI индекса високих 98%, док је према PUEPI индексу у четвртој категорији (врло добар учинак), односно на осмом месту у укупном рангу од 28 градова. Следећи град са високом вредношћу индекса перформанси иновативних мера заштите животне средине у комуналним делатностима је Кикинда са 89%. Прворанжирани град у оквиру PUEPI индекса 2017. године, Шабац, заузима високо треће место од 28 градова према IPI индексу, са вредношћу од 73%. Најлошије ранжирани градови за 2017. годину према IPI индексу су као и базне, 2016. године: Зајечар, Прокупље и Пожаревац, чије се вредности IPI индекса крећу у интервалу од 5 до 7%.

6.4.3. Анализа резултата вредновања PUEPI-IPI за 2018. годину

Анализа осетљивости перформанси PUEPI индекса (OVERALL), са ранжираним градовима у РС за 2018. годину, на основу промене вредности подиндекса (WSPI, SPI, WPI, OPI, IPI), приказана је на слици 6-6.



Слика 6-6. PUEPI 2018. године

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11

На основу анализираних података, закључено је да је 2018. године у РС најбоље рангирани град са одличним локалним учинком заштите животне средине, Чачак, чија је вредност PUEPI индекса 62%. Одличан локални утицај имају још и Шабац и Нови Сад, са вредностима PUEPI индекса од 60%.

Једини град са неприхватљивим локалним учинком заштите животне средине 2018. године био је Нови Пазар, чија је вредност PUEPI индекса износила 23%. Вршац је у односу на 2016. и 2017. годину, 2018. године прешао из категорије неприхватљив у категорију прихватљив локални утицај заштите животне средине, са вредношћу PUEPI индекса од 39% (повећање вредности PUEPI индекса за 10%).

Анализирани градови разврстани у оквиру PUEPI индекса за 2018. годину, приказани су у табели 6-15.

Табела 6-15. Градови категорисани према локалном учинку за 2018. годину

Категорија учинка	Ранг градова за 2018. годину
1. Неприхватљив (0-30%)	NP
2. Прихватљив (31-40%)	BO, LO, SD, SM, VS, PK
3. Дobar (41-50%)	KG, VA, UE, SO, KS, ZR, PO, ZA
4. Врло добар (51-60%)	PA, NI, SU, VR, BG, JA, KI, LE, KV, PI
5. Одличан (≥60%)	SA, CA, NS

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11

Тренд највећег броја градова у оквиру четврте категорије задржан је и током 2018. године, тако да 10 од 28 анализираних градова има врло добар локални утицај заштите животне

средине. У 2018. години у оквиру треће категорије разврстано је осам, док је у другој категорији разврстано пет градова.

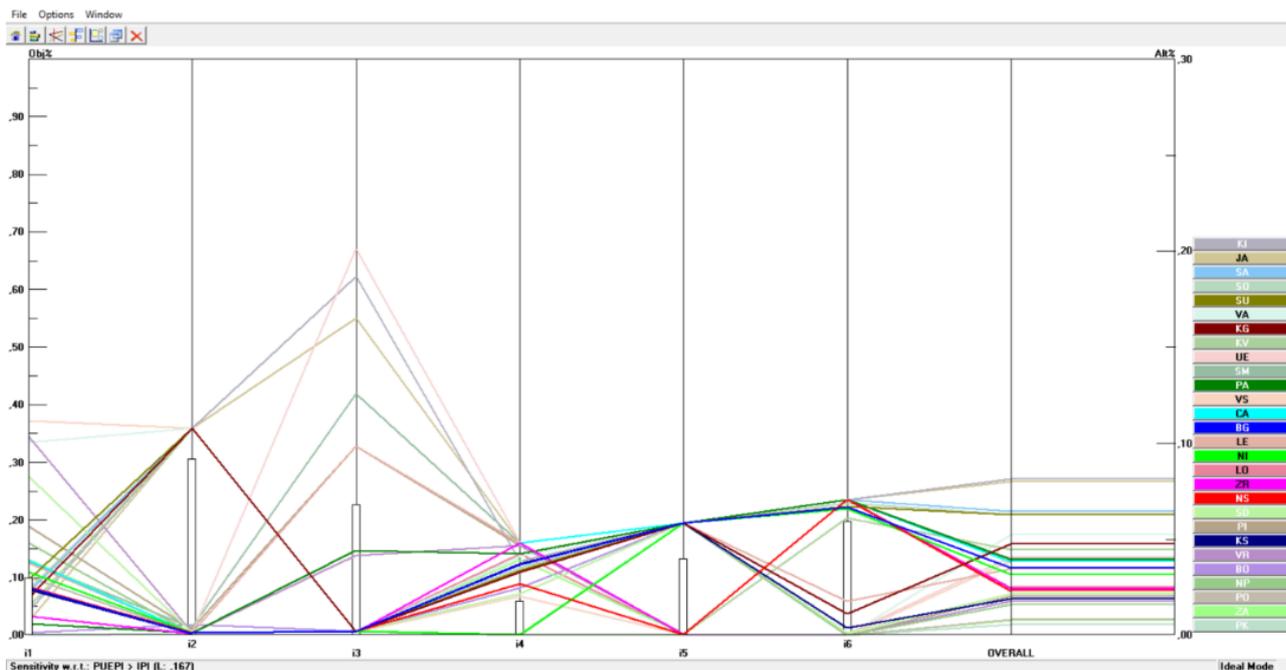
Ранг градова означених одговарајућим бојама према категоријама PUEPI индекса за 2018. годину, приказан је у табели 6-16.

Табела 6-16. Ранг градова према локалном учинку за 2018. годину

Градови	WSPI	SPI	WPI	OPI	IPI	PUEPI 2018	Ранг
BG	0,73	0,71	0,41	0,71	0,38	0,54	9
NS	0,87	0,76	0,51	0,85	0,25	0,60	3
NI	0,60	0,54	0,60	0,50	0,34	0,53	12
KG	0,78	0,72	0,06	0,45	0,52	0,42	21
SU	0,70	0,49	0,50	0,27	0,68	0,54	10
ZR	0,71	0,54	0,56	0,29	0,26	0,50	16
PA	0,81	0,21	0,65	0,61	0,43	0,51	13
CA	0,98	0,64	0,61	0,43	0,42	0,62	1
KS	0,82	0,51	0,52	0,28	0,21	0,48	17
KV	0,67	0,67	0,60	0,28	0,49	0,58	5
NP	0,54	0,49	0,00	0,14	0,18	0,23	28
SD	0,63	0,38	0,39	0,17	0,23	0,37	25
LE	0,62	0,50	0,78	0,12	0,38	0,57	6
UE	0,59	0,64	0,28	0,23	0,44	0,44	19
VR	0,69	0,60	0,68	0,04	0,19	0,54	11
VA	0,74	0,57	0,21	0,28	0,57	0,43	20
SA	0,59	0,65	0,58	0,30	0,70	0,60	2
SO	0,72	0,13	0,61	0,24	0,68	0,48	18
PO	0,76	0,47	0,67	0,34	0,09	0,50	14
PI	0,66	0,63	0,79	0,15	0,22	0,59	4
ZA	0,83	0,56	0,62	0,12	0,09	0,50	15
KI	0,56	0,34	0,65	0,33	0,89	0,57	7
SM	0,72	0,26	0,39	0,28	0,44	0,39	23
JA	0,61	0,52	0,46	0,26	0,87	0,55	8
VS	0,60	0,44	0,31	0,19	0,43	0,39	24
BO	0,48	0,19	0,45	0,61	0,18	0,34	27
PK	0,40	0,44	0,59	0,01	0,06	0,40	22
LO	0,82	0,17	0,45	0,09	0,27	0,36	26

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11

Анализа осетљивости перформанси IPI индекса (OVERALL), са ранжираним градовима у РС за 2018. годину, на основу промене вредности индикатора (i1, i2, i3, i4, i5, i6), приказана је на слици 6-7.



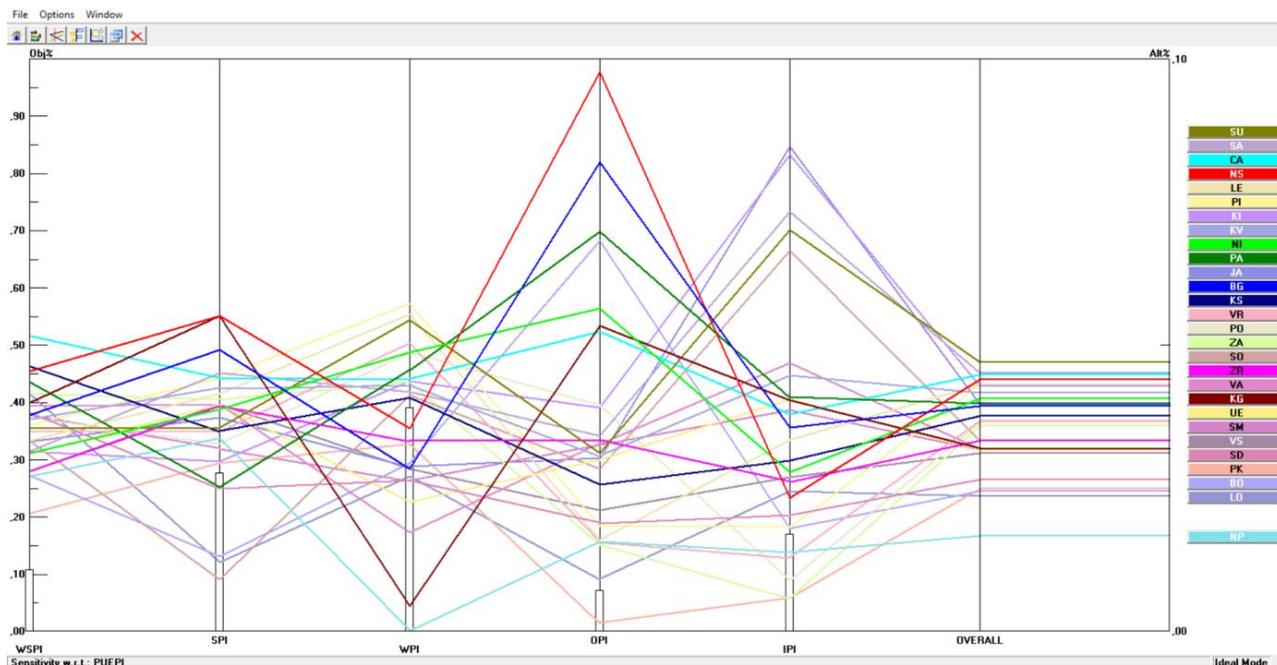
Слика 6-7. IPi 2018. године
 Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11

На основу анализираних података, закључено је да је у 2018. години у РС, град са највишом вредношћу IPi индекса, Кикинда. Вредност IPi индекса за град Кикинда износио је 89%, док је према PUEPI индексу разврстан у оквиру четврте категорије, односно на седмом месту у укупном рангу од 28 градова.

Јагодина заузима високо друго место, са вредношћу IPi индекса од 87%, док је трећерангирани град Шабац, са вредношћу IPi индекса од 70% (IPi ранг као и претходне 2017. године). Прворангирани град у оквиру PUEPI индекса 2018. године, Чачак, рангиран је на тринаестом месту од 28 градова према IPi индексу, који је износио 42%. Најлошије рангирани градови, према IPi индексу, као и током претходних година (2016 и 2017. године) су: Зајечар, Прокупље и Пожаревац, чије се вредности IPi индекса у 2018. години, крећу у нешто вишем интервалу у односу на претходне године (6-9%).

6.4.4. Анализа резултата вредновања PUEPI-IPi за 2019. годину

Анализа осетљивости перформанси PUEPI индекса (OVERALL), са рангираним градовима у РС за 2019. годину, на основу промене вредности подиндекса (WSPI, SPI, WPI, OPI, IPi), приказана је на слици 6-8.



Слика 6-8. PUEPI 2019. године

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11

На основу анализираних података, закључено је да је у 2019. години у РС најбоље рангирани град Суботица. Град Суботица разврстан је у петој категорији, одличан локални учинак заштите животне средине, са постигнутом вредношћу PUEPI индекса од 62%. Другорангирани град Шабац (PUEPI 59%), трећерангирани град Чачак (PUEPI 59%) и четвортрангирани град Нови Сад (PUEPI 58%) су 2019. године разврстани у оквиру четврте категорије, са врло добрим локалним учинком заштите животне средине.

Као и 2018. године, једини град са неприхватљивим локалним учинком заштите животне средине је и током 2019. године, Нови Пазар, чија је вредност PUEPI индекса свега 22%. Вршац је током 2019. године наставио тренд напредовања и достигао вредност PUEPI индекса од 41%, што га је сврстало у трећу категорију градова са добрим локалним учинком. Вредан податак је да је Вршац у односу на базну 2016. годину, до 2019. године напредовао за две категорије (вредност PUEPI индекса повећана за 12%).

Анализирани градови разврстани према категоријама PUEPI индекса за 2019. годину, приказани су у табели 6-17.

Табела 6-17. Градови категорисани према локалном учинку за 2019. годину

Категорија учинка	Ранг градова за 2019. годину
1. Неприхватљив (0-30%)	NP
2. Прихватљив (31-40%)	LO, BO, PK, SD
3. Дobar (41-50%)	VS, SM, UE, KG, VA, SO, ZR, PO, ZA, VR, KS
4. Врло добар (51-60%)	BG, JA, PA, NI, KV, KI, LE, PI, NS, CA, SA
5. Одличан (≥60%)	SU

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11

У 2019. години, прекинут је тренд највећег броја градова у оквиру четврте категорије, због изједначања броја градова који су разврстани у оквиру треће и четврте категорије (11). Док су у оквиру друге категорије разврстана 4 града.

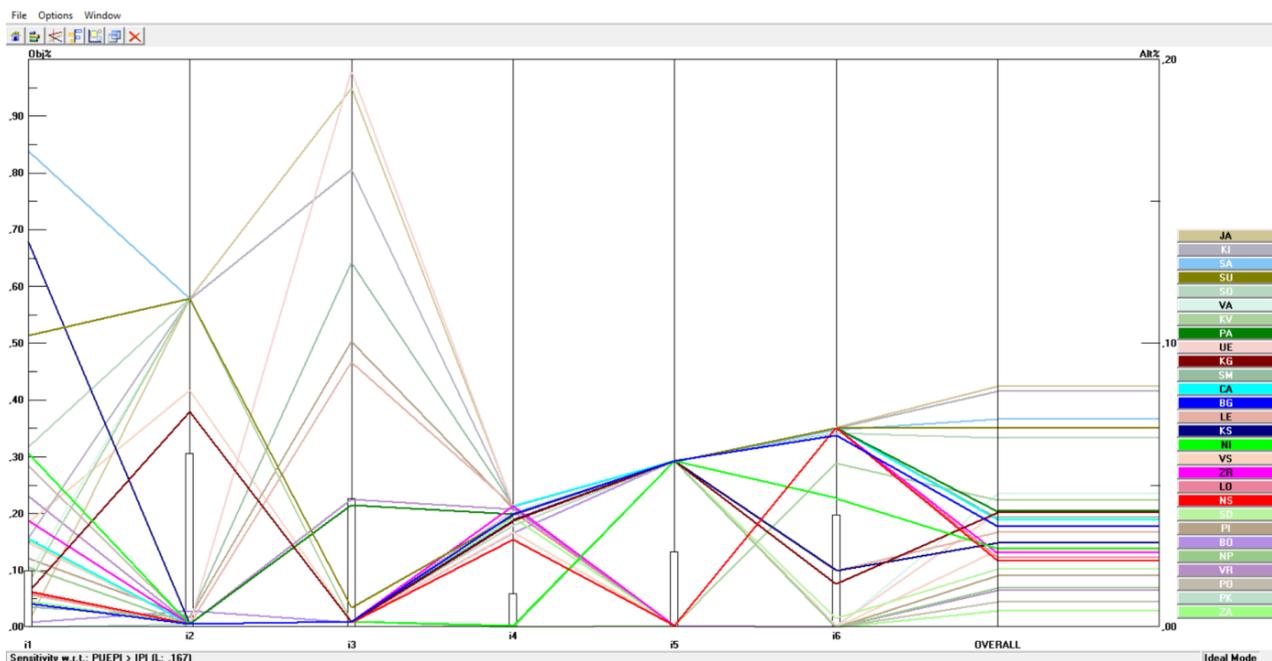
Ранг градова означених одговарајућим бојама према категоријама PUEPI индекса за 2019. годину, приказан је у табели 6-18.

Табела 6-18. Ранг градова према локалном учинку за 2019. годину

Градови	WSPI	SPI	WPI	OPI	IPI	PUEPI 2019	Ранг
BG	0,71	0,70	0,36	0,72	0,38	0,52	12
NS	0,85	0,79	0,44	0,86	0,25	0,58	4
NI	0,58	0,55	0,61	0,50	0,30	0,53	9
KG	0,75	0,79	0,06	0,47	0,43	0,42	20
SU	0,66	0,51	0,68	0,27	0,74	0,62	1
ZR	0,52	0,56	0,42	0,29	0,28	0,44	18
PA	0,82	0,36	0,57	0,61	0,43	0,52	10
CA	0,97	0,63	0,55	0,46	0,40	0,59	3
KS	0,87	0,50	0,51	0,23	0,32	0,49	13
KV	0,69	0,61	0,54	0,27	0,47	0,54	8
NP	0,51	0,48	0,00	0,14	0,15	0,22	28
SD	0,72	0,36	0,33	0,17	0,22	0,35	24
LE	0,62	0,59	0,70	0,14	0,36	0,56	5
UE	0,58	0,57	0,28	0,26	0,43	0,42	21
VR	0,65	0,50	0,63	0,14	0,14	0,48	14
VA	0,74	0,57	0,22	0,29	0,50	0,42	19
SA	0,59	0,64	0,53	0,30	0,78	0,59	2
SO	0,62	0,13	0,52	0,25	0,71	0,44	17
PO	0,70	0,47	0,61	0,35	0,10	0,48	15
PI	0,67	0,63	0,72	0,16	0,19	0,56	6
ZA	0,78	0,58	0,55	0,13	0,06	0,47	16
KI	0,59	0,42	0,55	0,34	0,88	0,56	7
SM	0,71	0,46	0,33	0,29	0,41	0,41	22
JA	0,62	0,53	0,36	0,27	0,90	0,52	11
VS	0,52	0,56	0,36	0,19	0,29	0,41	23
BO	0,51	0,19	0,37	0,60	0,19	0,32	26
PK	0,39	0,42	0,41	0,01	0,06	0,33	25
LO	0,78	0,17	0,34	0,08	0,26	0,31	27

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11

Анализа осетљивости перформанси IPI индекса (OVERALL), са ранжираним градовима у РС за 2019. годину, на основу промене вредности индикатора (i1, i2, i3, i4, i5, i6), приказана је на слици 6-9.



Слика 6-9. IPI 2019. године

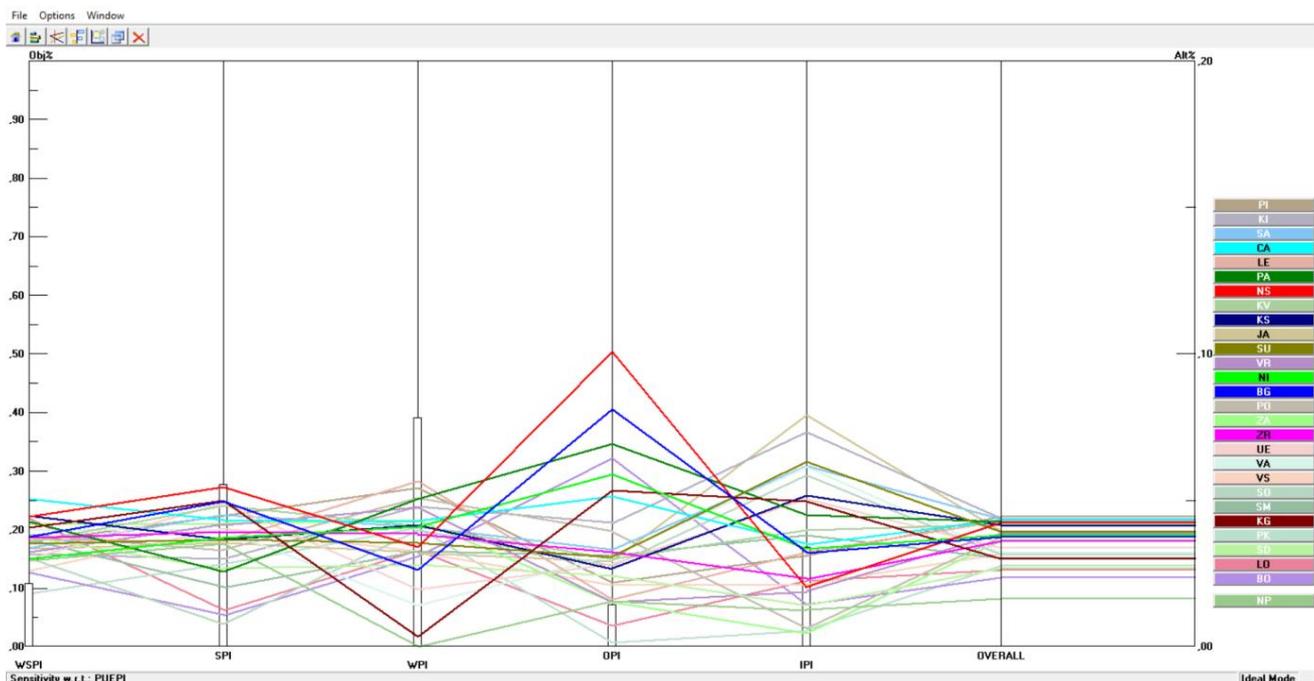
Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11

На основу анализираних података, утврђено је да је у 2019. години у РС, град са највишом вредношћу IPI индекса Јагодина (као 2016. и 2017. године). Град Јагодина је достигао вредност IPI индекса од 90%, док је према PUEPI индексу класификован у оквиру четврте категорије, односно на једанаестом месту у укупном рангу од 28 градова. Друго место у 2019. години заузела је Кикинда, са вредношћу IPI индекса од 88%, док је трећерангирани град према IPI индексу био Шабац са 78% (исти ранг као претходних година).

Прворангирани град према PUEPI индексу, Суботица, са одличним локалним учинком заштите животне средине, налази се на четвртном месту према IPI индексу, који износи 74%. Најлошије рангирани градови, према IPI индексу су, као и током претходних година анализираних периода: Зајечар, Прокупље и Пожаревац, чије су се вредности IPI индекса у 2019. години, кретале у интервалу од 6 до 10%.

6.4.5. Анализа резултата вредновања PUEPI-IPI за 2020. годину

Анализа осетљивости перформанси PUEPI индекса (OVERALL), са ранжираним градовима у РС за 2020. годину, на основу промене вредности подиндекса (WSPI, SPI, WPI, OPI, IPI), приказана је на слици 6-10. На основу анализираних података, закључено је да је у 2020. години у РС, у односу на претходне године анализираних периода, већи број градова у петој категорији (5), са одличним локалним учинком. Такође, највећи број градова евидентиран је у четвртој категорији са врло добрим учинком (12). На основу наведених информација, утврђено је побољшање перформанси заштите животне средине у комуналним делатностима.



Слика 6-10. PUEPI 2020. године

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11

Градови су ранжирани у оквиру пете категорије, према следећим вредностима PUEPI индекса: Пирот 62%, Кикинда 61%, Шабац 61%, Чачак 61% као и Лесковац са 60%. Као и током претходних година анализираниог периода, неприхватљив локални учинак заштите животне средине, у 2020. години имао је град Нови Пазар, са вредношћу PUEPI индекса од 23%. Вршац је 2020. године наставио тренд напредовања у оквиру треће категорије, са добрим локалним учинком, чија је вредност PUEPI индекса 44% (за 3% повећање у односу на 2019. годину). Финалне 2020. године, поново је потврђен тренд највећег броја градова у оквиру четврте категорије, који је прекинут 2019. године. Врло добрим локални учинком заштите животне средине, у четвртој категорији вредновано је дванаест од 28 анализираних градова у РС. У оквиру треће категорије разврстано је 6 градова, док је у оквиру друге категорије 4 града. Анализирани градови разврстани према категоријама PUEPI индекса за 2020. годину, приказани су у табели 6-19.

Табела 6-19. Градови категорисани према локалном учинку за 2020. годину

Категорија учинка	Ранг градова за 2020. годину
1. Неприхватљив (0-30%)	NP
2. Прихватљив (31-40%)	BO, LO, SD, PK
3. Дobar (41-50%)	KG, SM, SO, VS, VA, UE
4. Врло добар (51-60%)	ZR, ZA, PO, BG, NI, VR, SU, JA, KS, KV, NS, PA
5. Одличан (≥60%)	PI, KI, SA, CA, LE

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11

Ранг градова означених одговарајућим бојама према категоријама PUEPI индекса за 2020. годину, приказан је у табели 6-20.

Табела 6-20. Ранг градова према локалном учинку за 2020. годину

Градови	WSPI	SPI	WPI	OPI	IPI	PUEPI 2020	Ранг
BG	0,71	0,71	0,38	0,72	0,36	0,53	14
NS	0,84	0,78	0,50	0,89	0,23	0,59	7
NI	0,57	0,53	0,60	0,52	0,37	0,53	13
KG	0,77	0,71	0,05	0,47	0,55	0,42	23
SU	0,67	0,52	0,52	0,27	0,70	0,55	11
ZR	0,70	0,56	0,56	0,29	0,26	0,51	17
PA	0,81	0,37	0,73	0,61	0,50	0,59	6
CA	0,96	0,62	0,62	0,45	0,39	0,61	4
KS	0,85	0,52	0,60	0,24	0,57	0,58	9
KV	0,68	0,69	0,60	0,27	0,44	0,58	8
NP	0,55	0,50	0,00	0,14	0,14	0,23	28
SD	0,71	0,38	0,41	0,21	0,16	0,38	25
LE	0,70	0,52	0,82	0,14	0,36	0,60	5
UE	0,57	0,70	0,29	0,25	0,56	0,47	18
VR	0,61	0,60	0,69	0,14	0,21	0,54	12
VA	0,76	0,57	0,21	0,28	0,68	0,45	19
SA	0,64	0,64	0,59	0,29	0,69	0,61	3
SO	0,57	0,11	0,58	0,25	0,65	0,44	21
PO	0,73	0,47	0,74	0,35	0,07	0,53	15
PI	0,67	0,64	0,79	0,19	0,35	0,62	1
ZA	0,79	0,60	0,63	0,14	0,05	0,51	16
KI	0,60	0,43	0,69	0,37	0,81	0,61	2
SM	0,69	0,29	0,47	0,28	0,42	0,43	22
JA	0,63	0,51	0,47	0,26	0,88	0,55	10
VS	0,49	0,58	0,47	0,19	0,24	0,44	20
BO	0,48	0,15	0,45	0,57	0,16	0,33	27
PK	0,35	0,41	0,59	0,01	0,06	0,39	24
LO	0,83	0,18	0,48	0,06	0,25	0,37	26

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11

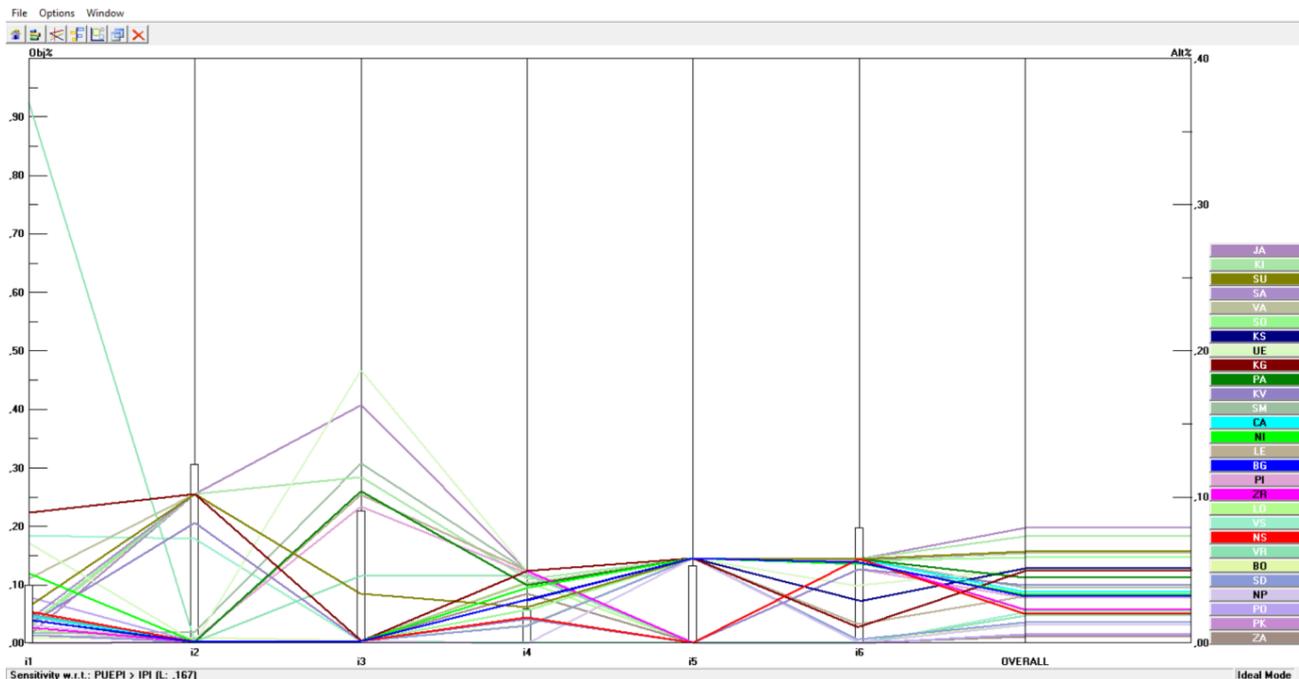
Анализа осетљивости перформанси IPI индекса (OVERALL), са ранжираним градовима у РС за 2019. годину, на основу промене вредности индикатора (i1, i2, i3, i4, i5, i6), приказана је на слици 6-11. На основу анализираних података, утврђено је да је у 2020. години у РС, град са највишом вредношћу IPI индекса, Јагодина. Град Јагодина, чија је вредност IPI индекса 88%, разврстан је у оквиру четврте категорије према PUEPI индексу, односно на десетом месту у укупном рангу од 28 градова.

У 2020. години, друго место према IPI индексу заузима Кикинда, као и претходне године, са вредношћу од 81%, док је трећеранжирани град Суботица, са IPI индексом од 70%. Град Шабац

са IPI индексом од 79%, рангиран је на четвртном месту, чиме је прекинут тренд којим је претходних година унутар анализiranог периода био на трећем месту.

Прворангирани град према PUEPI индексу, Пирот, налази се на 17 месту према IPI индексу, чија вредност износи 35%. Лесковац се према IPI индексу налази на петнаестом месту (36%), одмах после Ниша (37%), који је на четрнаестом месту. Најлошије рангирани градови, према IPI индексу су током свих година анализiranог периода: Зајечар, Прокупље и Пожаревац, чије се вредности IPI индекса у 2020. години крећу у интервалу од 5 до 7%.

На основу наведеног, потврђена је четврта посебна хипотеза докторске дисертације. Односно, да визуелизација резултата добијених применом модела доприноси видљивости и информисаности заинтересованих страна о локалном учинку заштите животне средине.

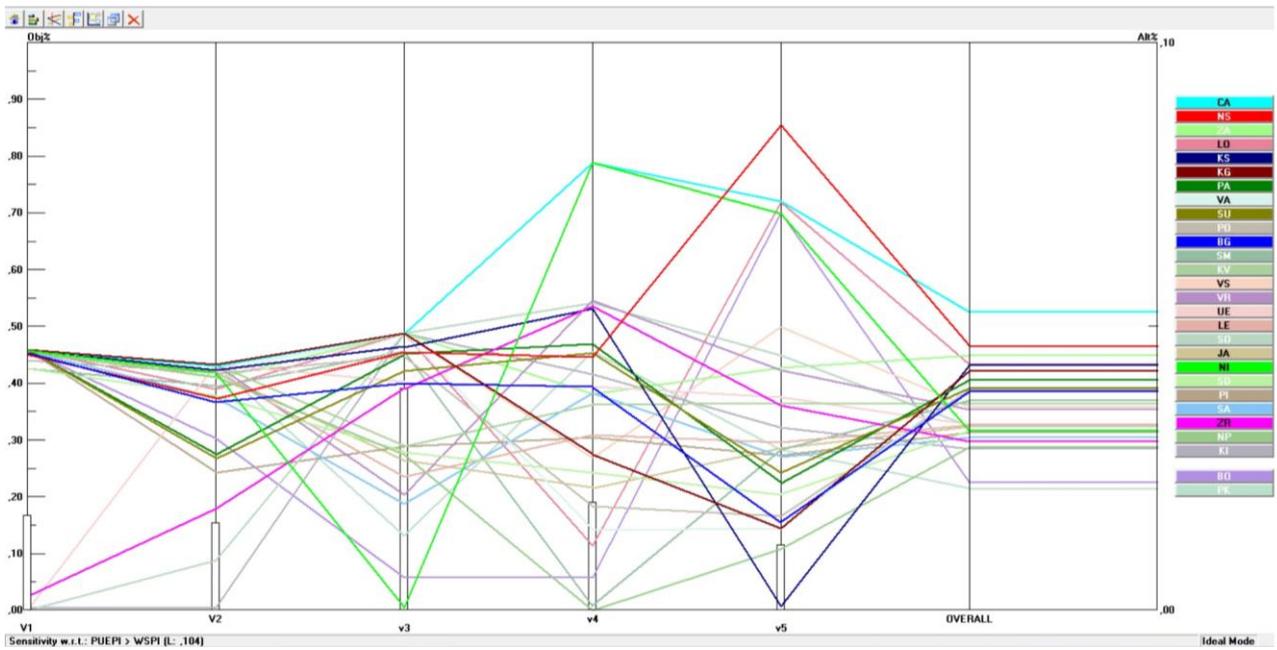


Слика 6-11. IPI 2020. године

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11

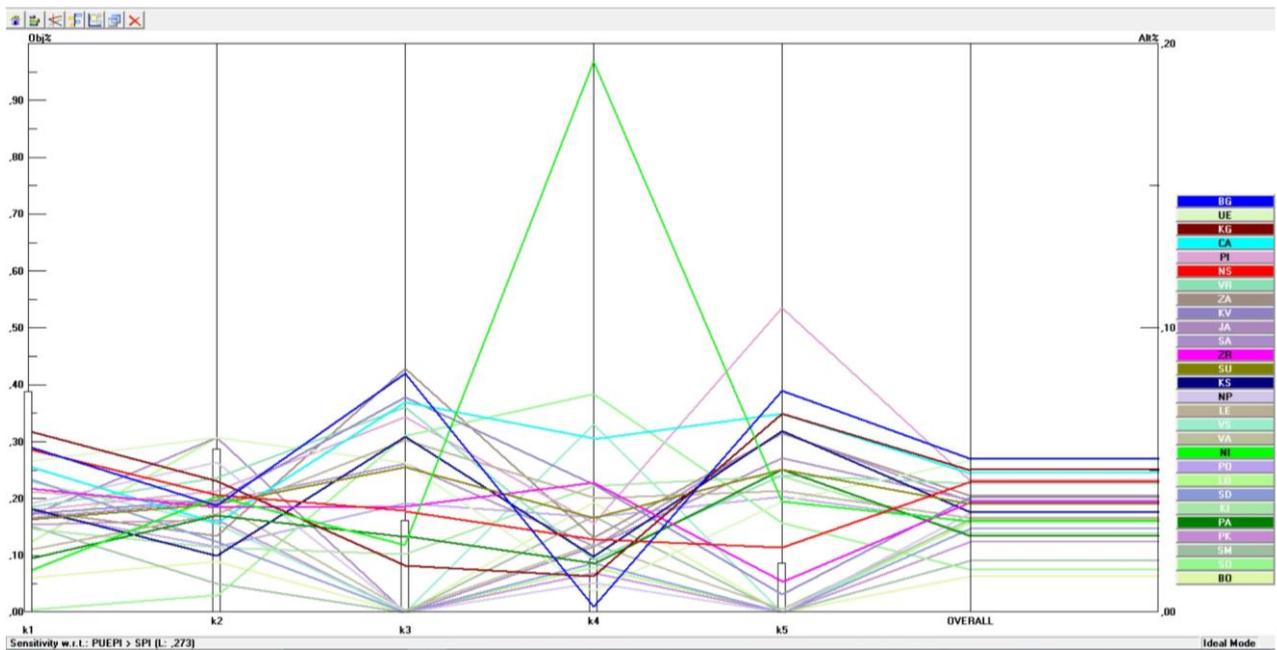
6.4.6. Графичка интерпретација анализе осетљивости перформанси WSPI, SPI, WPI и OPI за период 2016-2020. године

Графичка интерпретација анализе осетљивости перформанси подиндекса WSPI, SPI, WPI и OPI, са рангираним градовима у РС за период 2016-2020. године, приказана је на сликама 6-12 до 6-31, респективно по годинама. Наведени подиндекси коришћени су за објашњење промена перформанси PUEPI индекса, па су у датом контексту тумачени у делу 6.4.7 дисертације, док у овом делу није вршена дискусија њихових резултата.



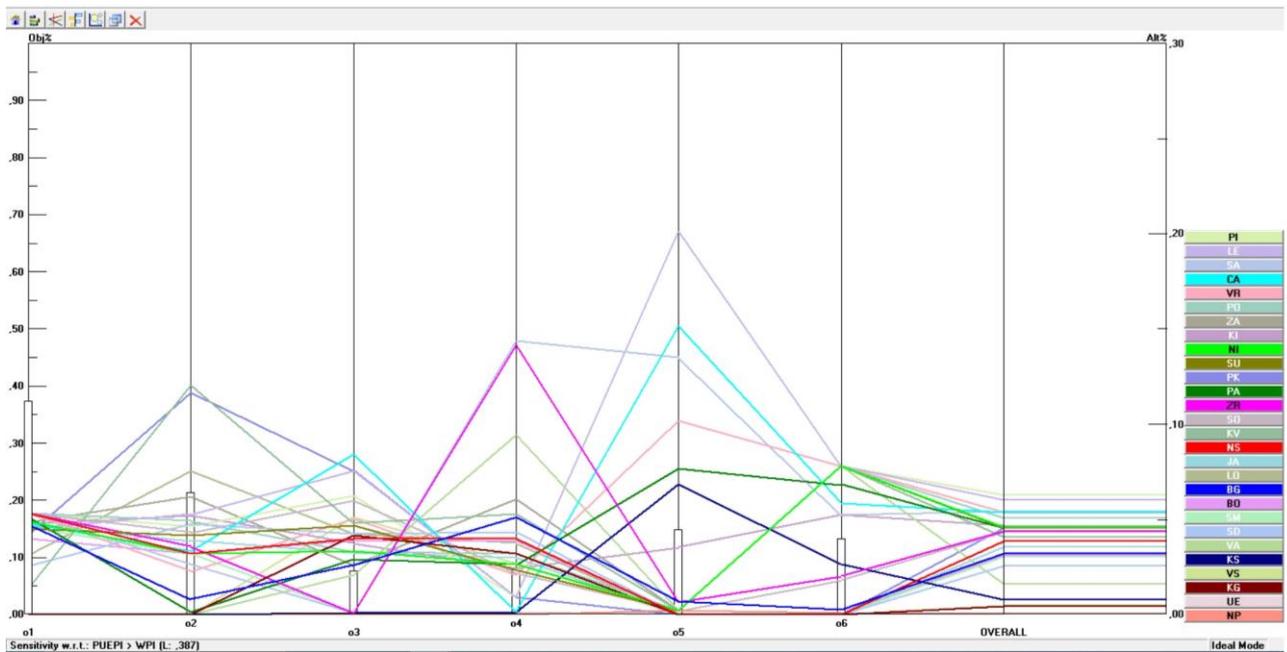
Слика 6-12. WSPI 2016. године

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11

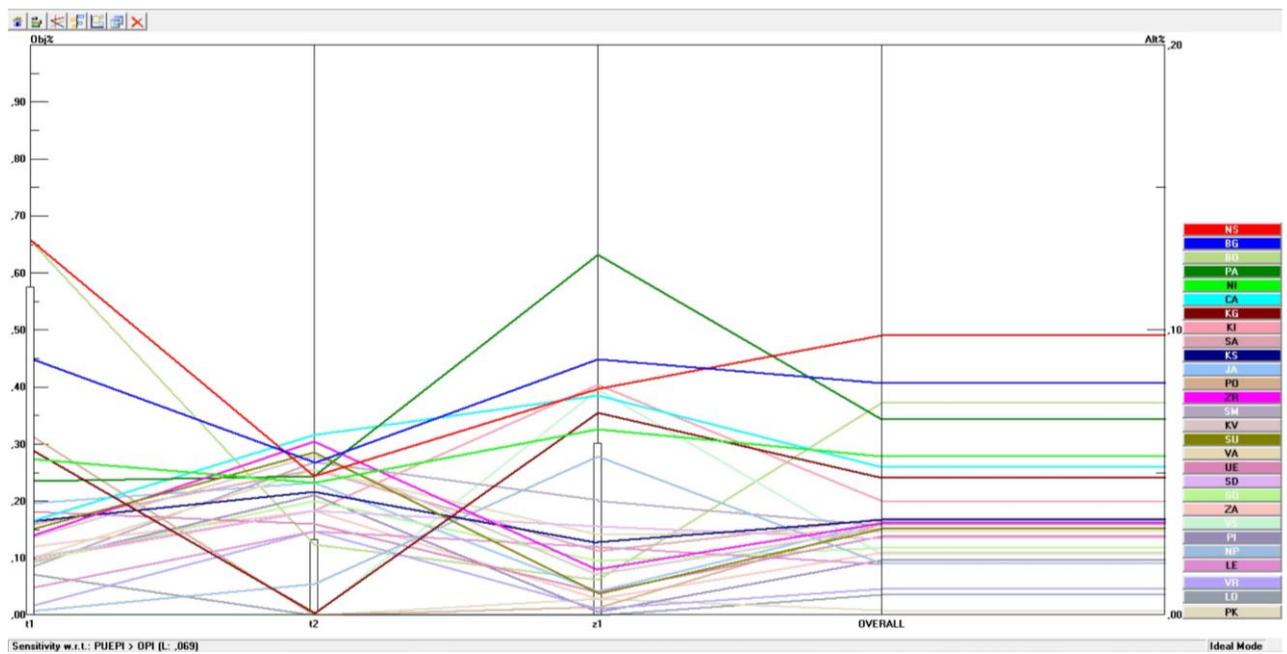


Слика 6-13. SPI 2016. године

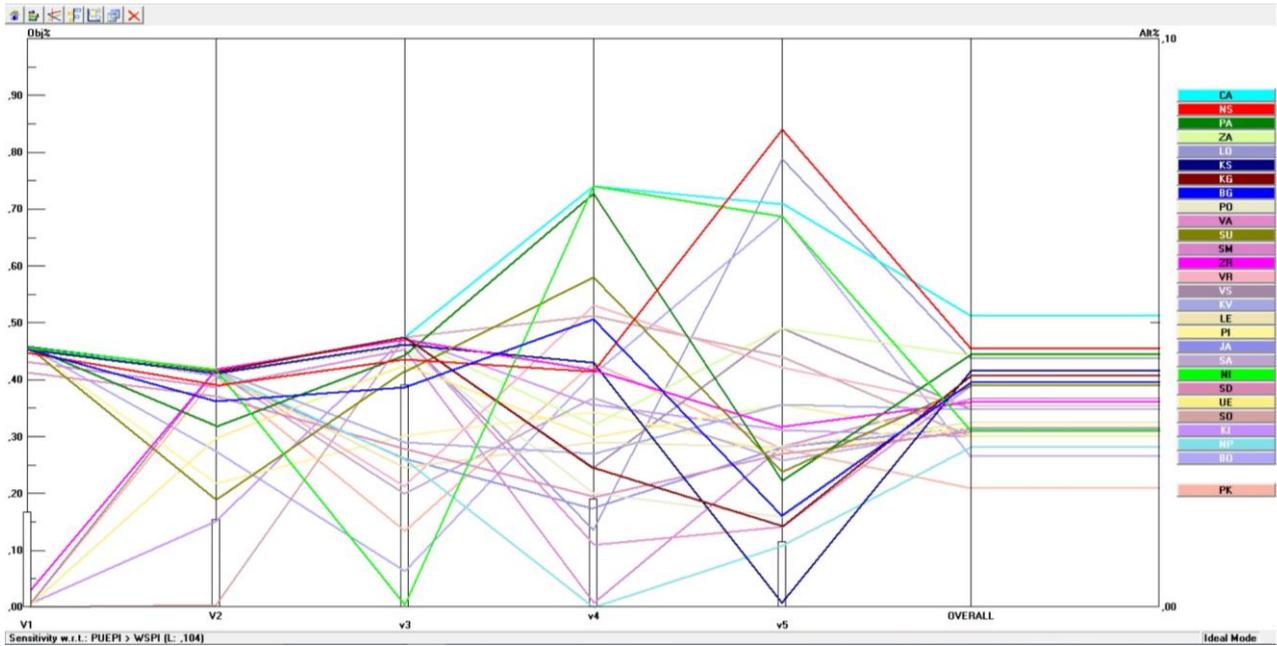
Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11



Слика 6-14. WPI 2016. године
 Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11

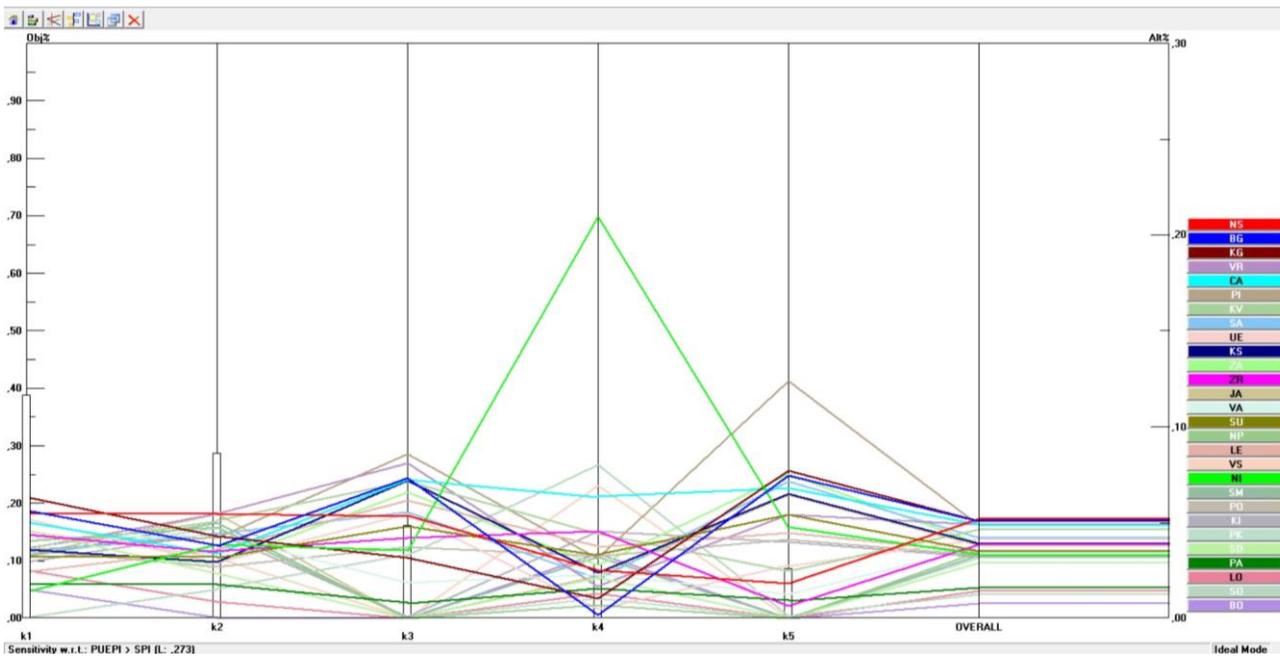


Слика 6-15. OPI 2016. године
 Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11



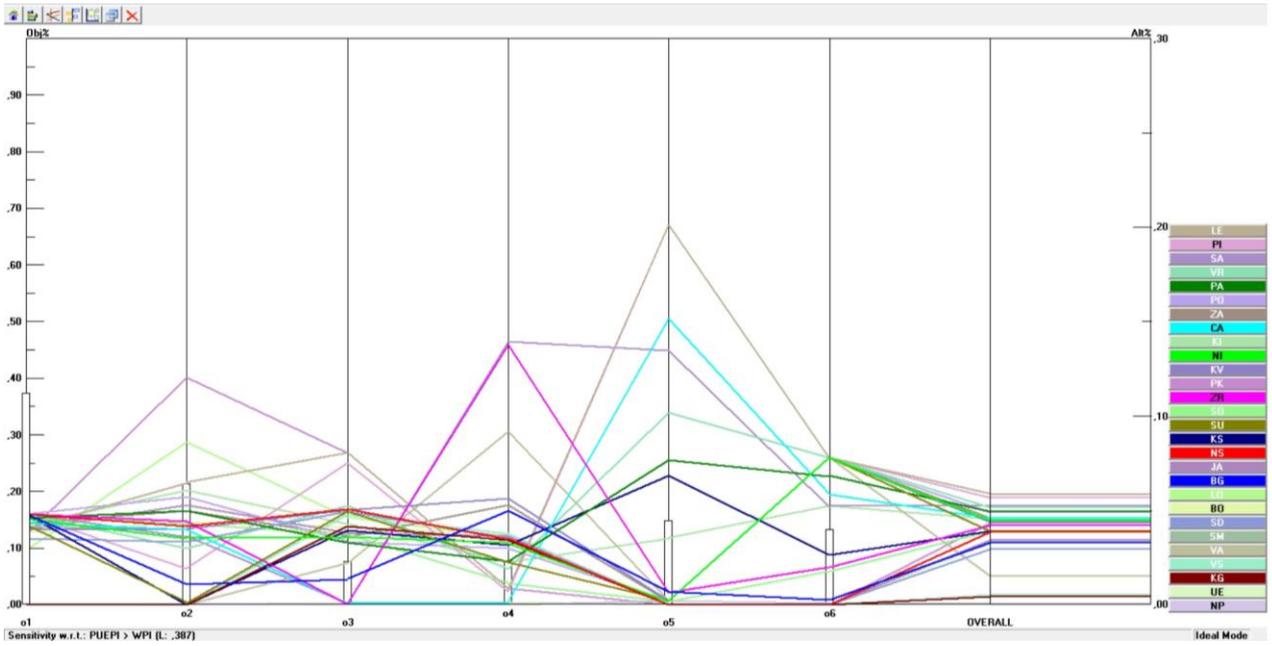
Слика 6-16. WSPI 2017. године

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11



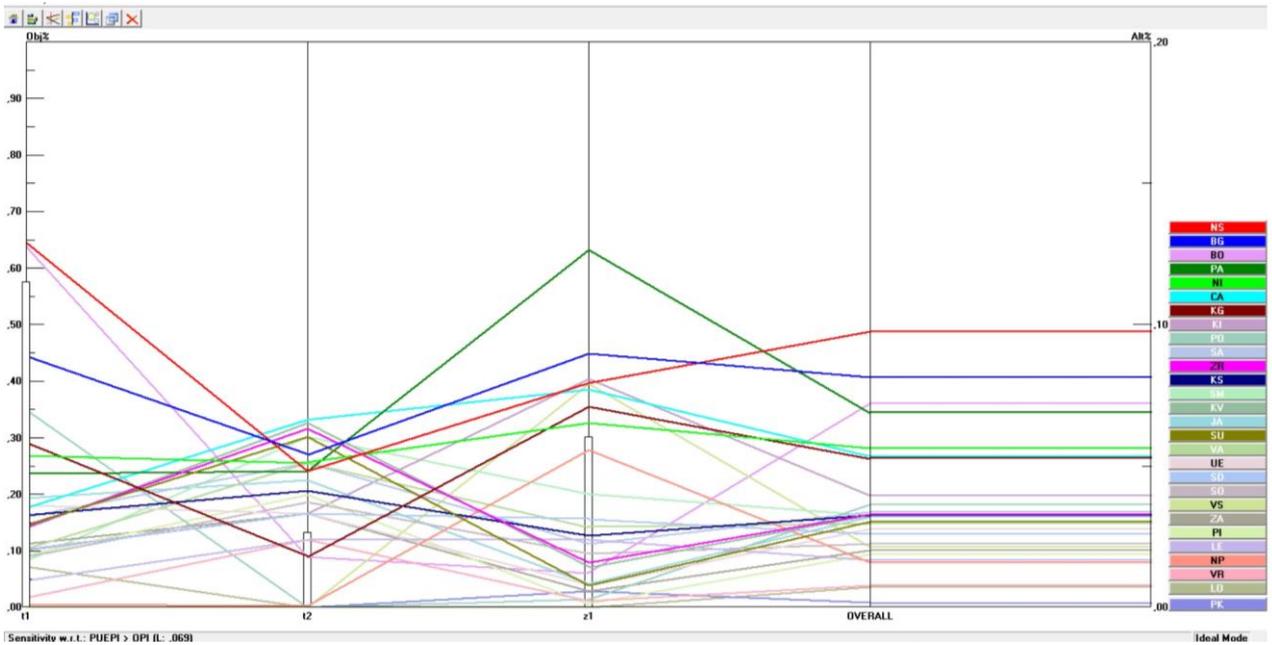
Слика 6-17. SPI 2017. године

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11



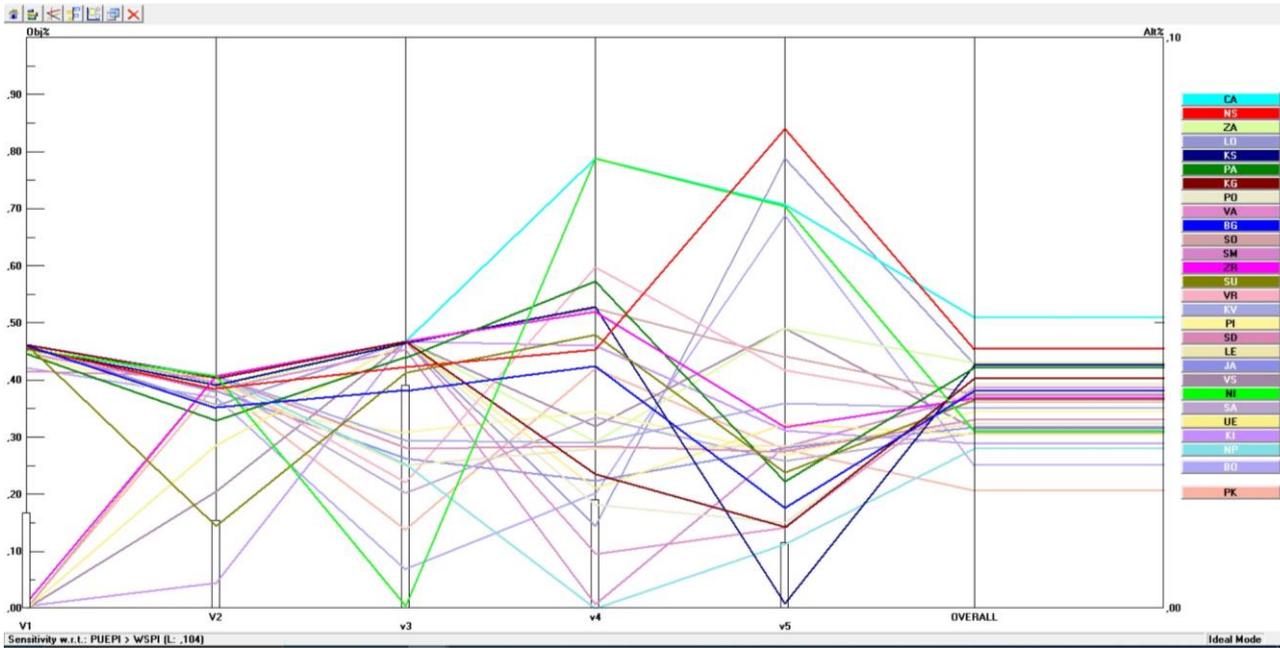
Слика 6-18. WPI 2017. године

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11



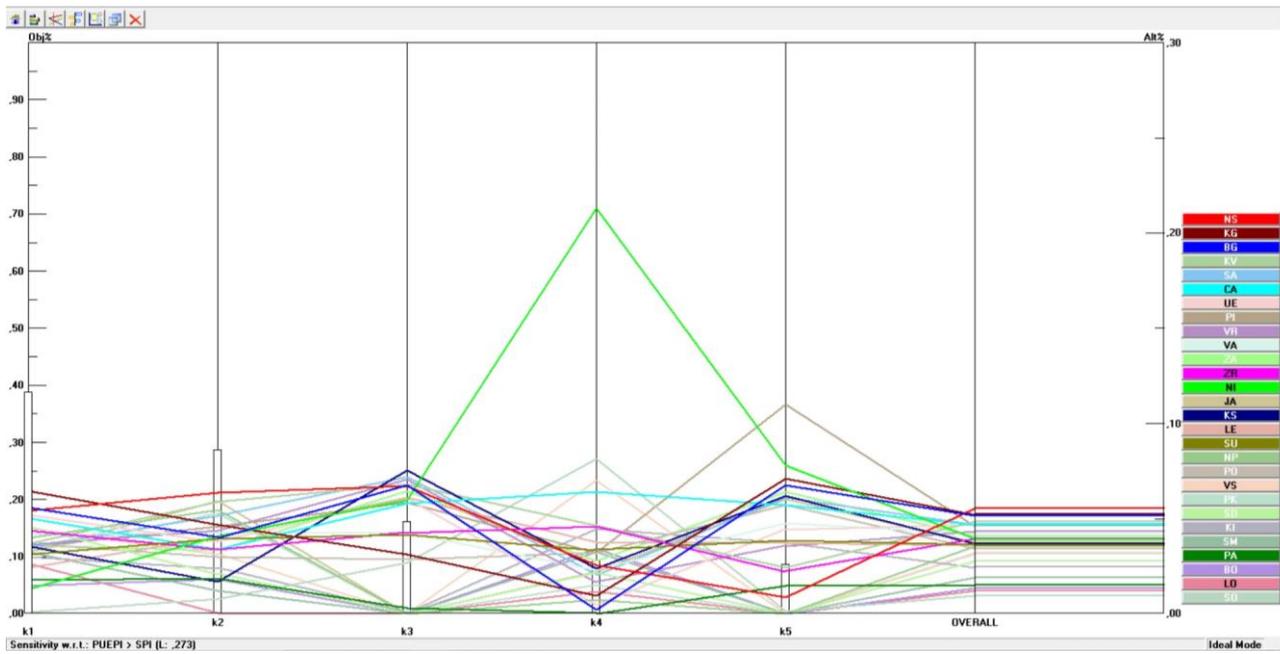
Слика 6-19. OPI 2017. године

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11



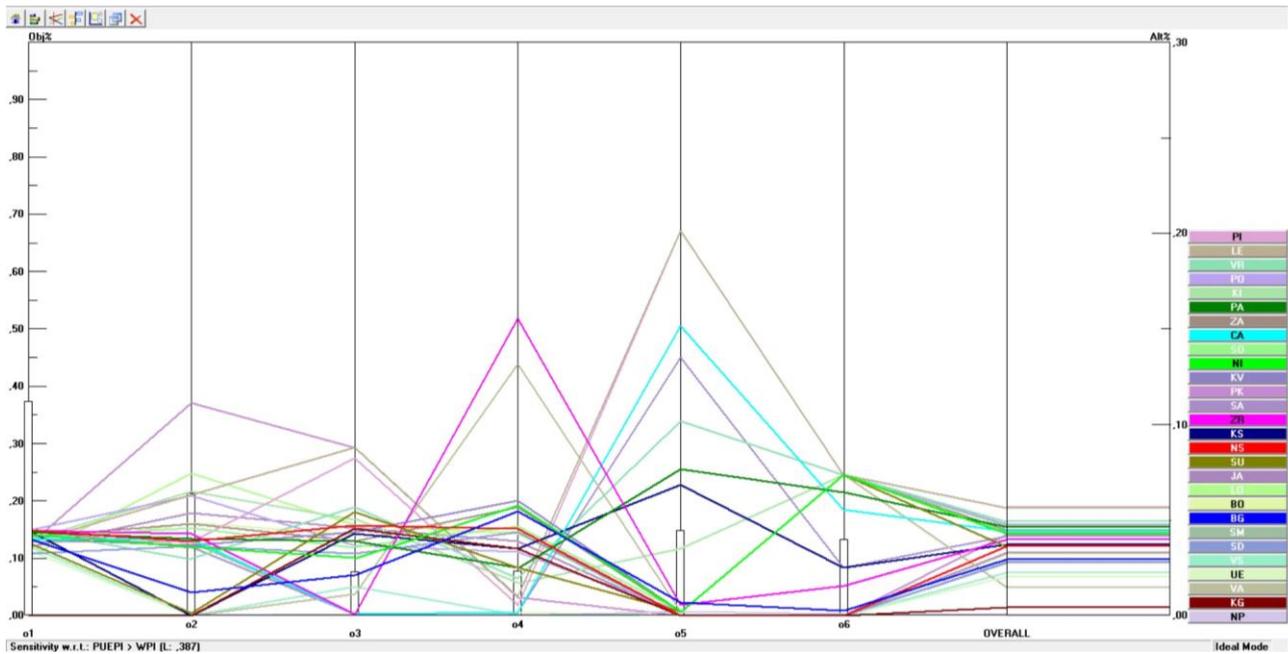
Слика 6-20. WSPI 2018. године

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11



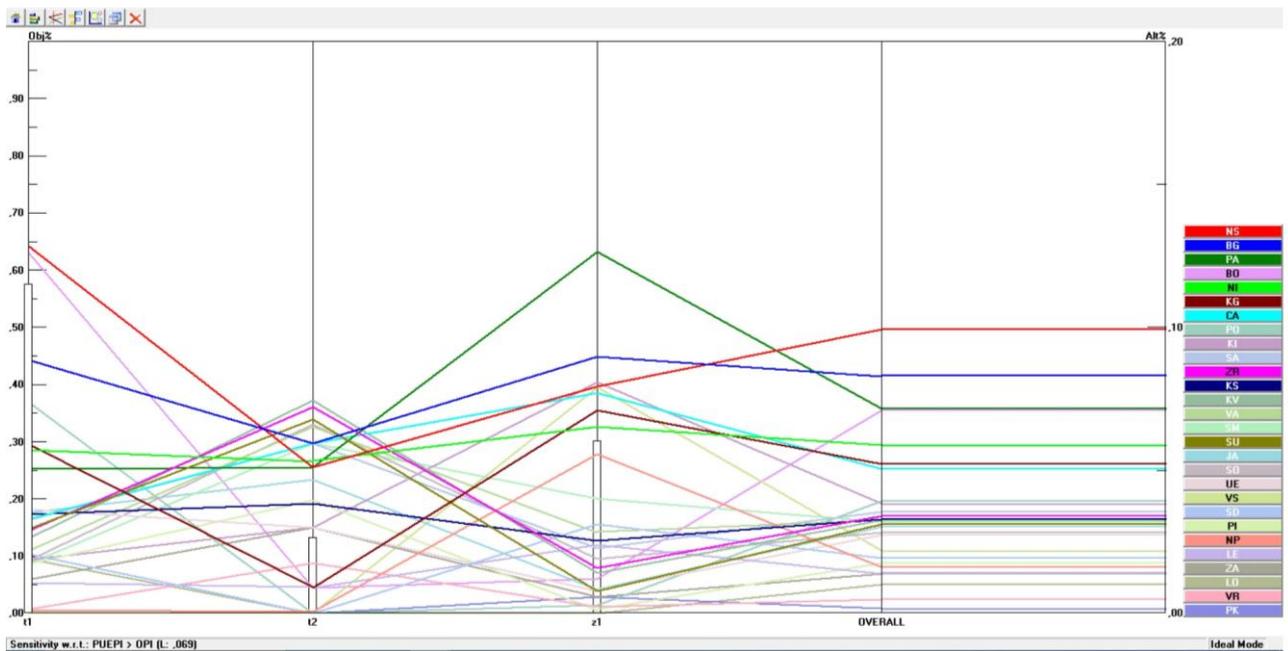
Слика 6-21. SPI 2018. године

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11



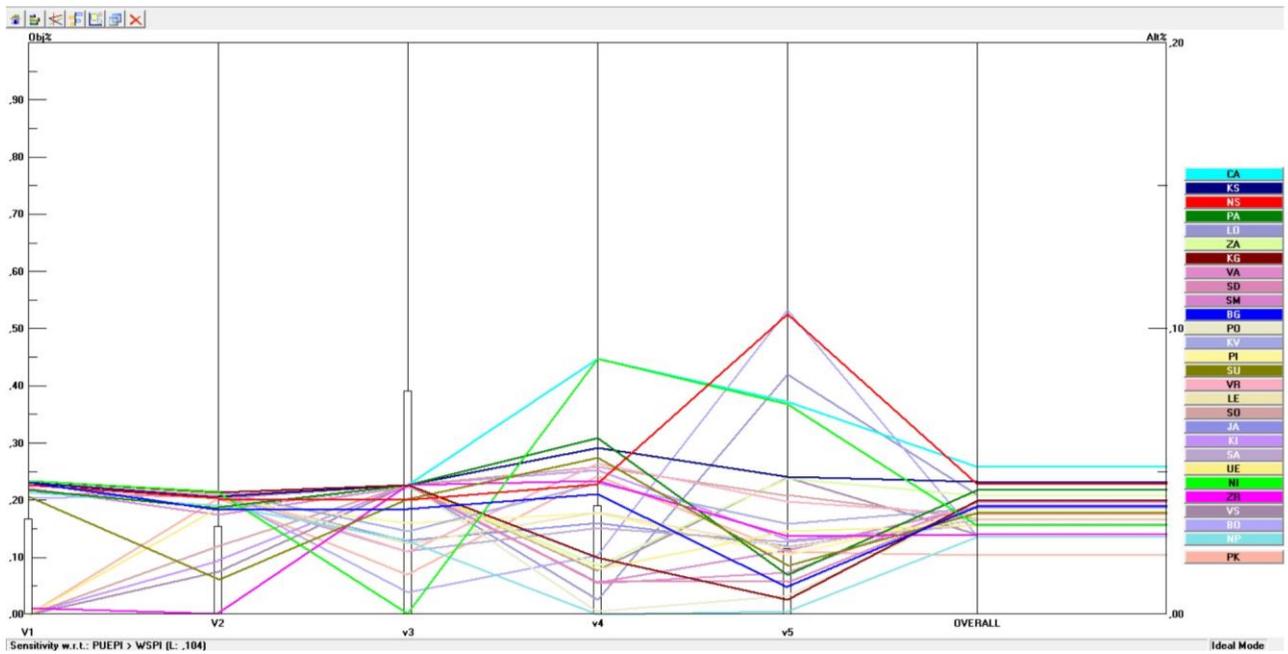
Слика 6-22. WPI 2018. године

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11



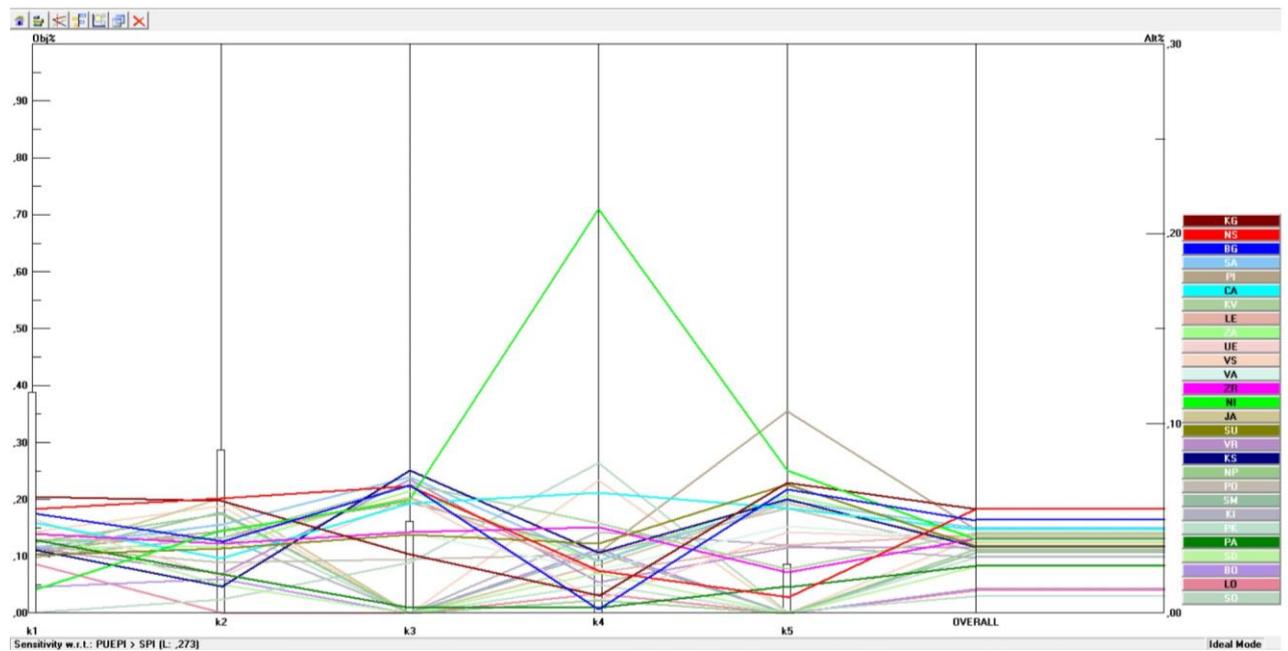
Слика 6-23. OPI 2018. године

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11



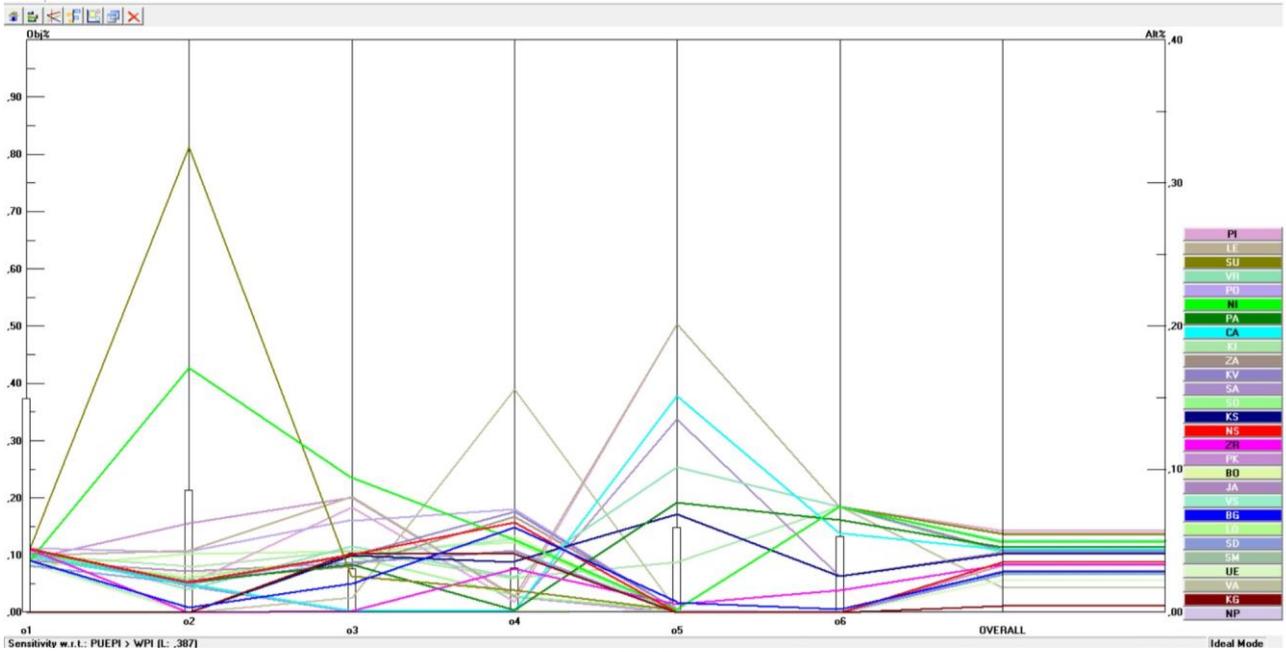
Слика 6-24. WSPI 2019. године

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11



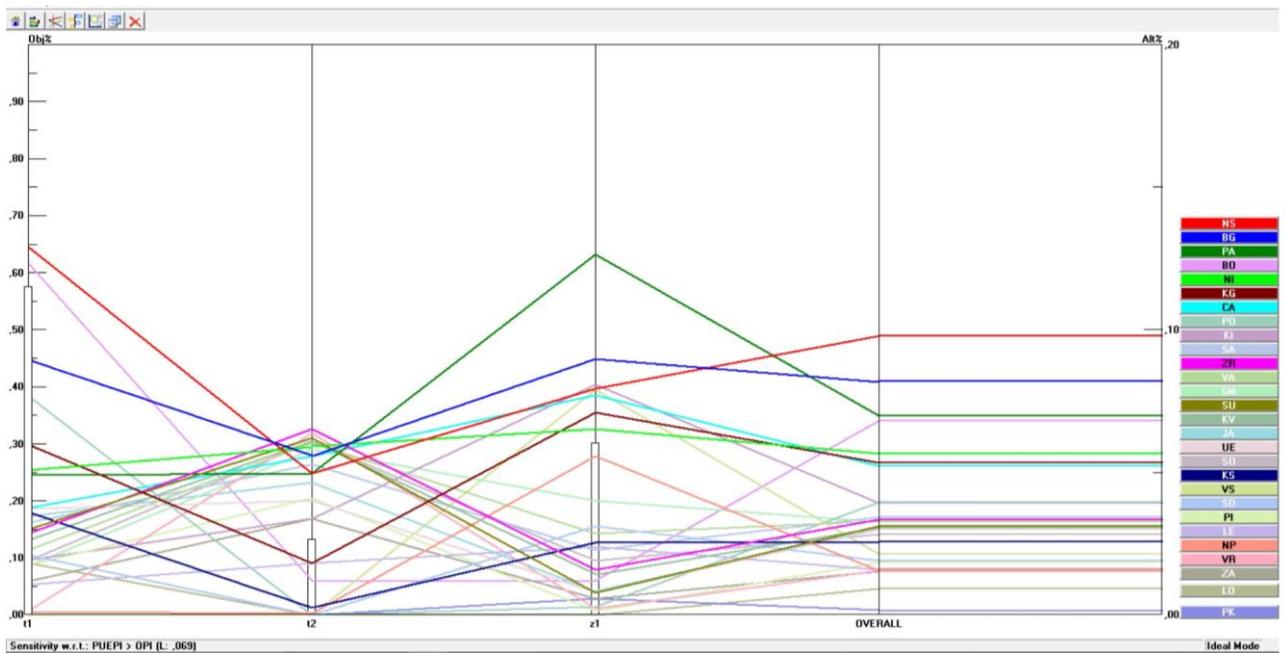
Слика 6-25. SPI 2019. године

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11



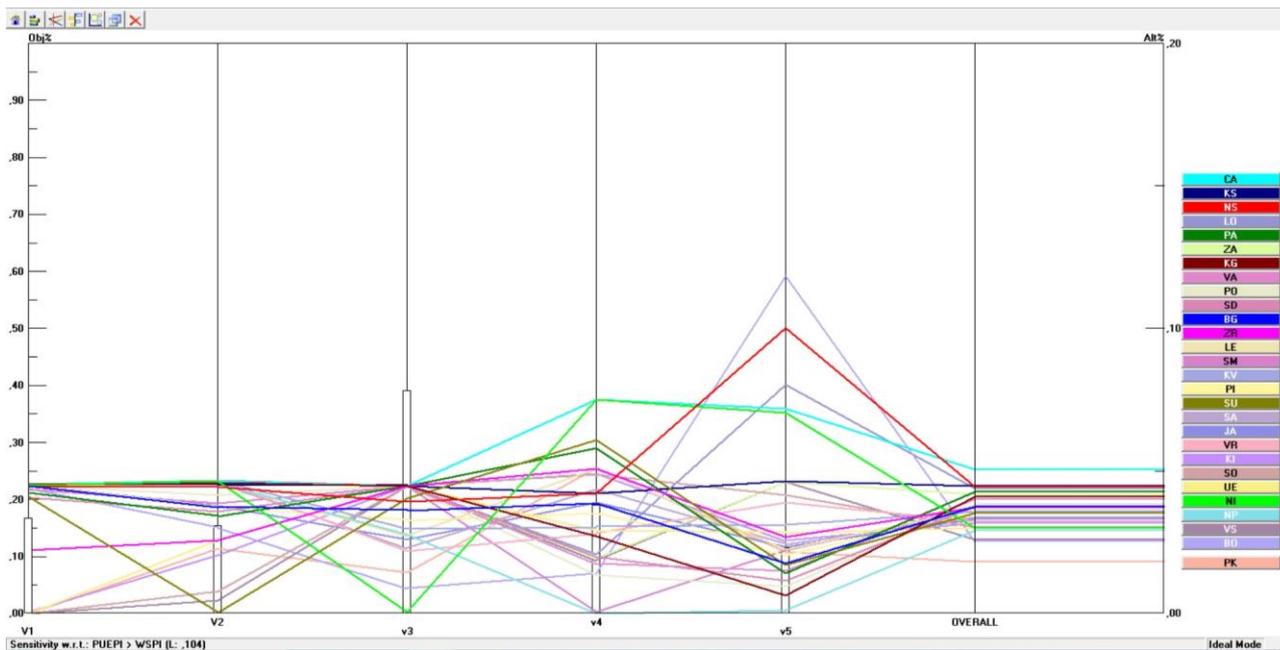
Слика 6-26. WPI 2019. године

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11



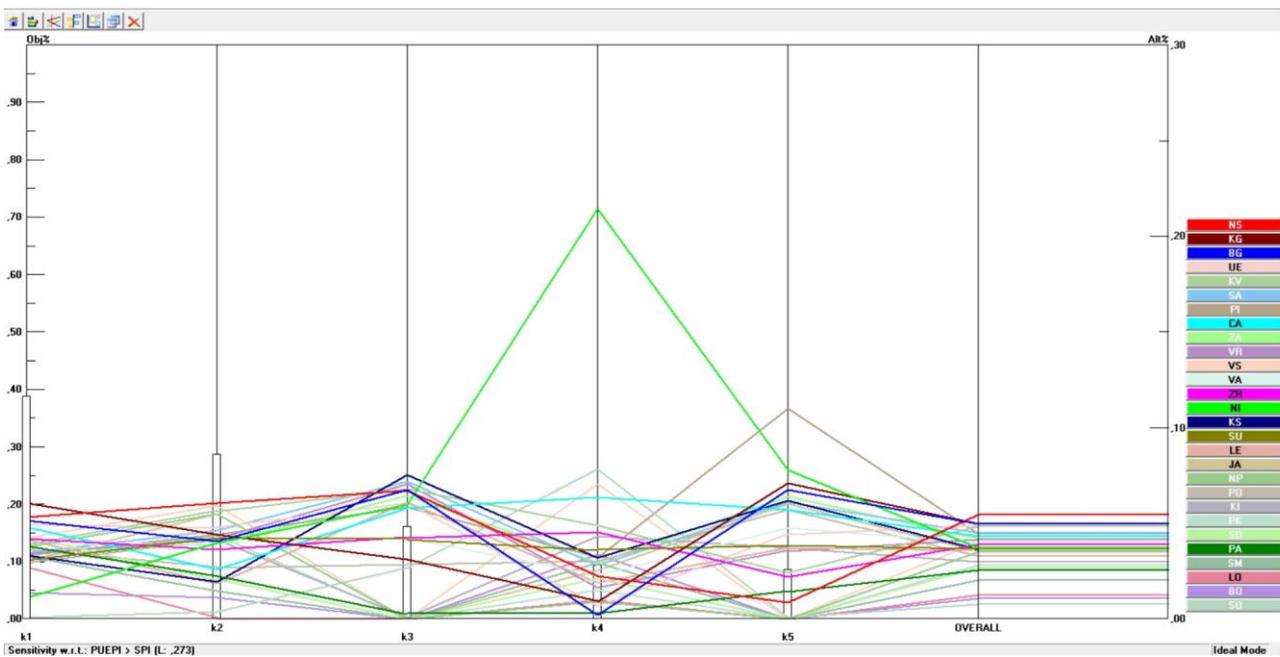
Слика 6-27. OPI 2019. године

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11



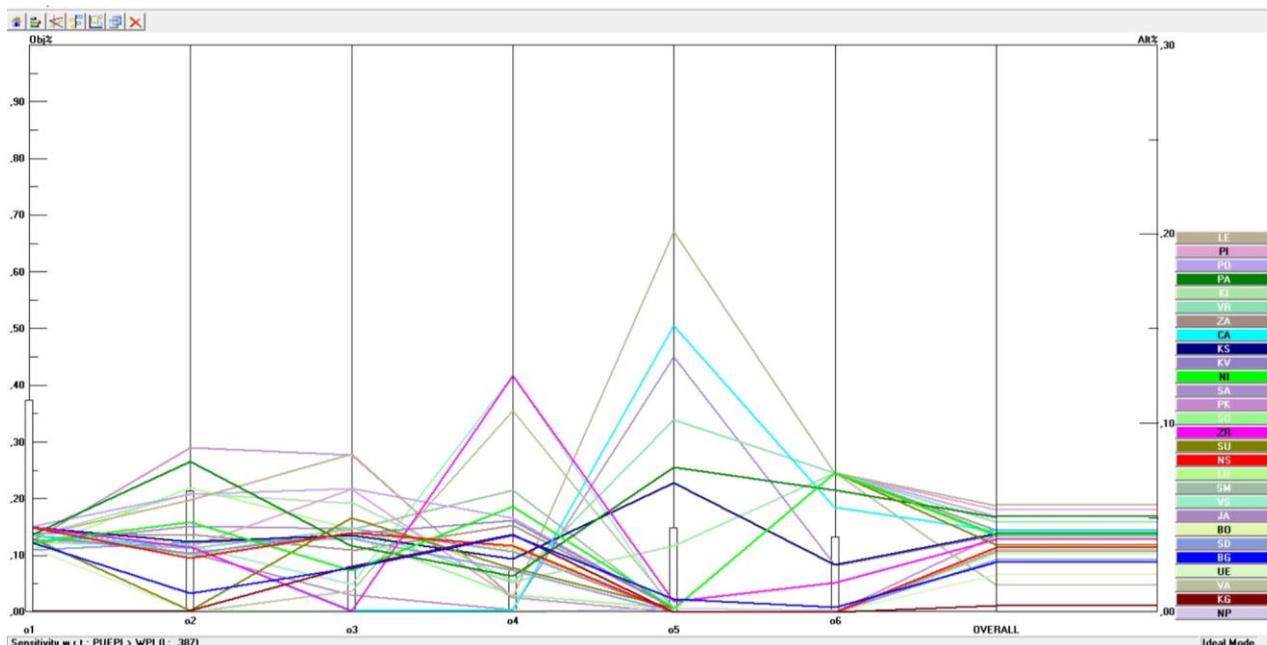
Слика 6-28. WSPI 2020. године

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11



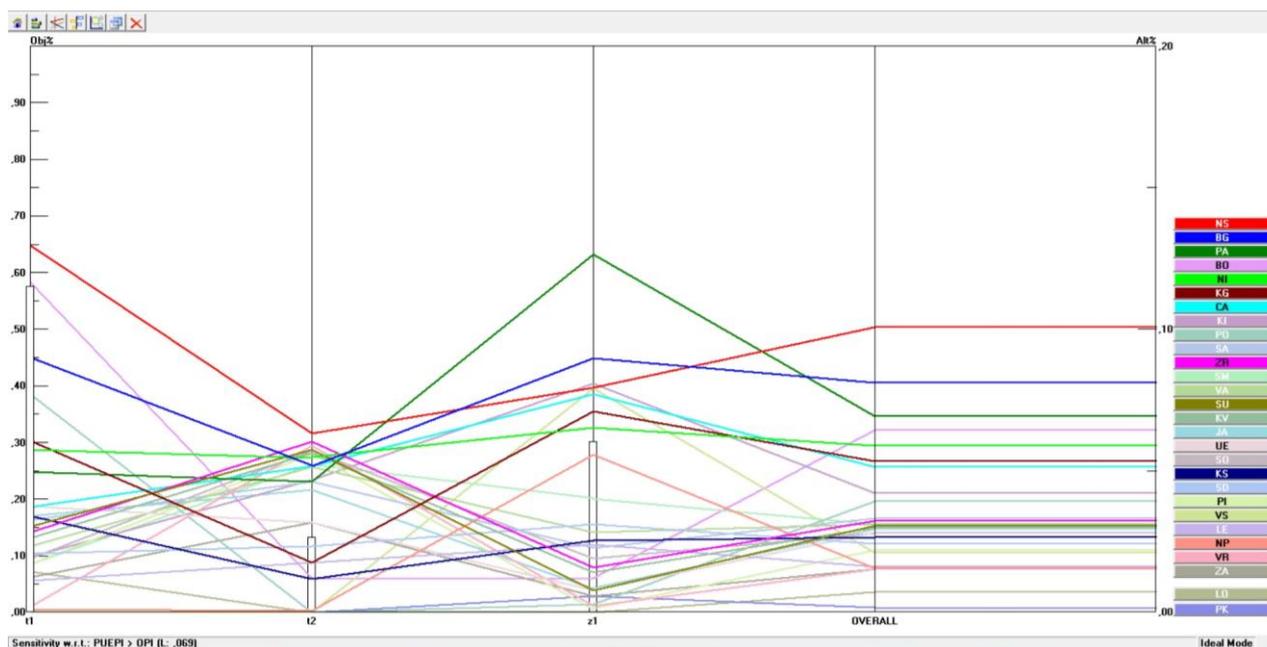
Слика 6-29. SPI 2020. године

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11



Слика 6-30. WPI 2020. године

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11



Слика 6-31. OPI 2020. године

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11

6.4.7. Интерпретација и дискусија PUEPI индекса за период 2016-2020. године

У овом делу дисертације, извршена је интерпретација и дискусија резултата на основу анализе осетљивости перформанси PUEPI и IPI, као и графичке интерпретације WSPI, SPI, WPI и OPI у градовима РС, за период 2016-2020. године. На основу наведеног, идентификоване су кључне промене у перформансама PUEPI и IPI индекса, као и узроци тих промена, са фокусом на повезаност са реалним догађајима у комуналним делатностима анализираних градова.

Ранг градова означених одговарајућим бојама, према категоријама PUEPI индекса за период 2016-2020. године, приказан је у табели 6-21.

Табела 6-21. Ранг градова према PUEPI индексу за период 2016-2020. године

Градови	PUEPI 2016	PUEPI 2017	PUEPI 2018	PUEPI 2019	PUEPI 2020
BG	0,52	0,56	0,54	0,52	0,53
NS	0,55	0,59	0,60	0,58	0,59
NI	0,49	0,51	0,53	0,53	0,53
KG	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
SU	0,57	0,54	0,54	0,62	0,55
ZR	0,48	0,50	0,50	0,44	0,51
PA	0,52	0,52	0,51	0,52	0,59
CA	0,64	0,62	0,62	0,59	0,61
KS	0,31	0,49	0,48	0,49	0,58
KV	0,51	0,57	0,58	0,54	0,58
NP	0,22	0,23	0,23	0,22	0,23
SD	0,36	0,37	0,37	0,35	0,38
LE	0,54	0,57	0,57	0,56	0,60
UE	0,36	0,31	0,44	0,42	0,47
VR	0,52	0,56	0,54	0,48	0,54
VA	0,38	0,40	0,43	0,42	0,45
SA	0,60	0,64	0,60	0,59	0,61
SO	0,45	0,43	0,48	0,44	0,44
PO	0,47	0,49	0,50	0,48	0,53
PI	0,58	0,58	0,59	0,56	0,62
ZA	0,51	0,49	0,50	0,47	0,51
KI	0,55	0,59	0,57	0,56	0,61
SM	0,38	0,44	0,39	0,41	0,43
JA	0,56	0,57	0,55	0,52	0,55
VS	0,29	0,29	0,39	0,41	0,44
BO	0,31	0,32	0,34	0,32	0,33
PK	0,37	0,40	0,40	0,33	0,39
LO	0,41	0,36	0,36	0,31	0,37

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11

На основу анализираних података, закључено је да су сви градови изузев Лознице задржали или побољшали категорију локалног учинка заштите животне средине у финалној, у односу на базну годину. У Лозници је највећи допринос погоршању категорије локалног учинка допринело смањење вредности SPI индекса 2017. године за 56% у односу на базну годину, које је наставило да се смањује и наредних година. Са друге стране, вредност WSPI индекса се исте године удвостручила. Најзначајнија повезаност узрока са реалним догађајима у комуналном систему Лознице, огледа се у недовољној изграђености фекалне и атмосферске канализације насеља (ЈУГИНУС, 2021). Санитарно-фекалне воде из домаћинстава испуштају се без

претходног третмана директно у реципијенте (реке Штира, Јадар и Дрина), или индивидуалним одводима у септичке јаме. Иста ситуација је и са индустријским отпадним водама из производних погона, чему придодат раст урбаног становништва у Лозници, резултује наведеним учинком. Баланс прихватљивог локалног учинка одржава висока вредност WSPI индекса, што указује да Лозница успешно обавља своју претежну делатност водоснабдевања (Програм пословања Јавног предузећа „Водовод и канализација“ Лозница за 2019. годину).

Увођење бенчмаркинга и доградња фекалне канализације отпочели су 2019. године, као и почетак радова на изградњи постројења за третман отпадних вода (https://www.ppf.rs/wp-content/uploads/2022/08/factsheet_PPF6_Loznica_CP.pdf). С тим у вези, 2020. године донета су планска документа за смањење ризика од поплава на водотоцима 2. реда у Лозници.

Евидентирано је да су 10 од 28 градова, задржали константну категорију PUEPI индекса, током свих година анализираниог периода. Београд, Панчево, Краљево и Јагодина налазили су се у оквиру четврте, Крагујевац и Сомбор у оквиру треће, док су се Смедерево, Бор и Прокупље налазили у оквиру друге категорије PUEPI индекса. Црвеном, бојом прве категорије, током читавог анализираниог периода, означен је Нови Пазар са неприхватљивим локалним учинком. Градска управа Новог Пазара не располаже катастром подземних инсталација комуналне инфраструктуре. Комуналне и индустријске отпадне воде се великим бројем приватних испуста изливају директно у реципијент без претходног третмана, док је леви део прикључен на колектор који прати регулацију реке Рашке, а десни део на изграђену канализацију (Дирекција за воде, 2023). Сви реципијенти отпадних вода (Јошаница, Трнавица, Дежевска и Људска река), које се уливају у реку Рашку четврте су категорије, док је река Рашка пете, најлошије категорије. Поред загађења комуналним и индустријским отпадним водама (текстилна и месна индустрија), извори загађења површинских вода су чврст отпад и процедурне воде са несанитарних депонија. У Новом Пазару је 2020. године констатован проблем са капацитетом депоније „Голо брдо“ (ЈКП „Градска чистоћа“ Нови Пазар, 2021). Оцена квалитета ваздуха у Новом Пазару почела је да се примењује од 2020. године, када је због загађења суспендованим честицама PM_{10} и $PM_{2.5}$ у трећој категорији (http://www.sepa.gov.rs/download/Izvestaj_2020.pdf). Таквој оцени стања квалитета ваздуха доприноси поред индивидуалних ложишта и саобраћаја и главна градска топлана у центру града на мазут, чије измештање је у плану.

Резултати дисертације о неприхватљивом локалном учинку у Новом Пазару су у складу са оценом квалитета ваздуха и вода, чиме је указано на реалан проблем у животној средини, чије решење изискује побољшање перформанси комуналног система. Појава алги цијанобактерије

у језеру Врутци, које служи за водоснабдевање Ужица, одразила се на изразито ниску вредност WSPI индекса 2016. године, која се решавањем овог проблема касније повећавала.

Нови Сад је 2018. године достигао вредност PUEPI индекса од 60%, чиме је на граници између четврте и пете категорије, класификован у градове са одличним локалним учинком. Током осталих година анализираниог периода, Нови Сад се налазио у четвртој категорији. С тим у вези, Нови Сад је 2018. године био најбоље рангиран град у РС према SPI и OPI индексима, а другорангиран према WSPI индексу. Иначе, према OPI индексу је Нови Сад био прворангиран град током свих година анализираниог периода, као и према индикатору проценат становника прикључених на систем даљинског грејања (t1).

Побољшањем перформанси SPI индекса, чија је вредност из 2018. године за 2% виша у односу на претходну, и за 11% виша у односу на базну, настављен је тренд повећања 2019. године (79%), као и 2020. године (78%). Такође, анализом је утврђен индикатор удео системски одвођених отпадних вода у укупном испуштању (k2), према коме је Нови Сад прворангиран град 2018, као и 2017, 2019 и 2020. године. Нови Сад је био другорангиран град у РС према WSPI индексу 2018. године, са највишим рангом на индикатору дужина водоводне мреже по прикљученом становнику (v5). Најзначајнија повезаност између узрока промена перформанси и реалних догађаја у комуналном систему Новог Сада у току 2018. године, утврђена је на основу следећег:

- највиши проценат становника прикључен на систем даљинског грејања, обезбедили су обимни радови на реконструкцији вреловодне мреже, реконструкција топлане „Исток“, као и изградња нових прикључака у Новом Саду (<https://nstoplana.rs/kraj-grejne-sezone-20182019-godine/>);
- највиши проценат системског одвођења отпадних вода, обезбедиле су значајне инвестиције града и ЈКП „Водовод и канализација“ Нови Сад, као и успешна примена планских докумената (<https://skupstina.novisad.rs/wp-content/uploads/2018/05/sl-21-2018.pdf>);
- највећа дужина водоводне мреже по прикљученом становнику, обезбеђена је на основу значајних инвестиција у водоводни систем и извођења радова (фабрика воде и лабораторија). Такође, 2018. године покренута је прва фаза квалификационог поступка за извођење радова на мрежи и објектима водовода и канализације у Новом Саду (<https://www.vikns.rs/wp-content/uploads/2018/06/042018-DP-KONACNA-Odluka-Izmena-PP-2018-i-obrazlozenje.pdf>).

- одржавање јавних зелених површина, заштићених природних добара, примена соларне јавне расвете и планирање унапређења система комуналних услуга, такође су допринели одличном локалном учинку (<https://zelenilo.com/files/1585065950-0-izv-o-realkaps-i-usl-iz-d-za-2018.pdf>).

Град Ниш је 2016. године разврстан у трећој категорији, из које је 2017. године прешао у четврту, у којој је остао током свих наредних година анализираног периода, без значајнијих промена. Најбољи ранг на основу вредности PUEPI индекса Ниш је остварио 2019. године, када је био на 9. месту од 28 анализираних градова. С тим у вези, Ниш је 2019. године рангиран на 5. месту према OPI индексу (током свих година), на 6. месту према WPI индексу, на 14. месту према SPI индексу, као и на 23. месту према WSPI индексу.

Карактеристичних промена вредности индикатора у оквиру OPI индекса није било, док се у оквиру WPI индекса издвајају индикатори o2, o3 и ob, са високим вредностима, као и индикатор o5 са ниским вредностима. У оквиру SPI индекса, издвојили су се индикатори k1, у односу на који је Ниш најлошије рангиран, k4 према коме је Ниш током целог периода прворангиран, као и k5 према коме је другорангиран. Најзначајније промене вредности идентификоване у оквиру WSPI индекса су на индикаторима V1, V2 и v4 са високим вредностима, као и индикатор v3 са ниским вредностима.

Најзначајнија повезаност између узрока промена перформанси и реалних догађаја у комуналном систему Ниша у току анализираног периода, утврђена је на основу следећег:

- ЈКП „Медиана“ Ниш, обавља највећи број комуналних делатности у Нишу, од којих је управљање комуналним отпадом претежна делатност. С тим у вези, повећање инвестиционе активности у 2019. години, за 79% је веће од улагања у 2018. години (https://www.gu.ni.rs/wp-content/uploads/2020_9-16.pdf). Високе вредности следећих индикатора указују на добре управљачке перформансе и услужни карактер управљања отпадом: количина прикупљеног комуналног отпада из домаћинства по становнику и проценат депонија са контролисаним насипањем. Међутим, Нишу недостаје санитарно збрињавање отпада, које захтева капиталне инвестиције за изградњу санитарне депоније, што поврђује ниска вредност индикатора проценат хигијенских депонија у укупном броју депонија на територији.
- ЈКП „Наиссус“ Ниш, обавља делатности водоснабдевања и одвођења отпадних вода у Нишу. Током 2019. године извршена је набавка: специјалних возила за побољшање ефикасности чишћења канализације и опреме за видео инспекцију за унапређење мониторинга канализационе мреже (Програм пословања ЈКП „Наиссус“ Ниш за 2019. годину).

- Спроведене су активности на одржавању атмосферске и фекалне канализације, прва фаза реализације пројекта израда катастра индустријских загађивача који отпадне воде испуштају у канализациони систем. Ниш је прворангирани према индикатору дужина канализационе мреже по прикљученом становнику и другорангирани према индикатору удео канализационог система као пријемника индустријских отпадних вода. Наведено показује добре перформансе ефикасности канализационог система града Ниша. Међутим, изразито ниске вредности индикатора проценат становништва прикључен на јавну канализацију, указују да су неопходне капиталне инвестиције за изградњу прикључака канализационе мреже. Наведено потврђује да 2019. године у Нишу није било капацитета за потпуну изградњу планиране канализационе мреже (физички обим 1,267 m, планирано 1,500-2,250 m). Такође, број нових прикључака на канализациону мрежу мањи је од планираног (58 од 90).
- Индикатори квалитета воде за пиће – физичкохемијски и микробиолошки константно имају добре перформансе у Нишу. Перформансе ефикасности водоводног система такође су међу најбољима у РС, а тичу се удела испоручене воде за пиће у укупно захваћеним водама. Међутим, РС има просечно висок ниво губитака захваћене воде (35-41%), тако да наведене податке треба тумачити у датом контексту. Активности које су допринеле остварењу добрих перформанси су: реконструкција објеката водоснабдевања, заштита изворишта „Медијана“, изградња заштитних зидова, санација заштите цевовода у кориту река, рехабилитација прекидних комора на систему, реконструкција пумпних станица и др. Због старости, потребна је реконструкција водовodne мреже у Нишу (2008. године последња реконструкција). Такође, потребно је све кориснике водовodne мреже уврстити у евиденцију, смањити потрошњу воде (150 l/ст дневно), равномерно прерасподелити расположиву количину воде (максимална потреба и минимална производња) и едуковати кориснике. Планиране капиталне инвестиције за 2019. годину у области водоснабдевања Ниша биле су: увођење еколошки прихватљивог система дезинфекције воде за пиће, изградњу 4 соларне електране на крововима објеката на изворишту Медијана, реконструкцију водовodne мреже, санација и поновно стављање у функцију каптаже и цевовода „Пештер“ и „Врело“, хидрогеолошка истраживања изворишта ради добијања информације о резервама подземних вода и др. Међутим, изостаје реализација наведених инвестиција у 2019. години. Ниске вредности индикатора проценат становништва прикључен на јавни водовод указују на недовољну изграђеност водовodne мреже, која захтева капиталне инвестиције. Наведено потврђује да је 2019. године у Нишу предвиђена

изградња 20% планиране дужине водоводне мреже (физички обим 1,487 m, планирано 8,500-12,750 m). Такође, број прикључака на водоводну мрежу мањи је од планираног (238 од 400). Вредан податак је да Ниш има и значајан геотермални енергетски потенцијал, чија би примена у систему даљинског грејања у будућности могла да подржи одрживу трансформацију.

Суботица је 2019. године достигла вредност PUEPI индекса од 62%, чиме је достигла пету категорију одличног локалног учинка. Побољшање категорије локалног учинка проузроковале су више вредности WPI и IPI индекса 2019. године у односу на остале године. Најзначајније промене перформанси у оквиру WPI индекса, идентификоване су за индикаторе o1, o2 и об, док су за IPI индекс разматране у делу 6.4.8. Суботица је 2019. године била високо рангирана према индикаторима обухват прикупљања комуналног отпада у градовима и проценат депонија са контролисаним насипањем. Далеко изнад осталих градова, била је прворангирана према индикатору количина прикупљеног комуналног отпада из домаћинства по становнику. Повезаност резултата дисертације са реалним догађајима, као узроком промена перформанси у комуналном систему Суботице је пуштање у пробни рад Регионалног система за управљање отпадом 2019. године. Томе је претходило доношење регионалног и локалног плана управљања отпадом за територију града Суботице за период 2018-2028. године (Регионални план управљања отпадом за град Суботицу и општине Бачка Топола, Мали Иђош, Сента, Чока, Кањижа и Нови Кнежевац за период од 2018-2028. године; Локални план управљања отпадом за територију града Суботице за период од 2018. до 2028. године).

Планска документа садрже циљеве рециклаже, компостирања и сакупљања отпада из домаћинства применом принципа примарне селекције (плаве – суви, зелене – мокри и жуте канте – стакло). Значајно је да Суботица води рачуна о развијању јавне свести о управљању отпадом, као и предлаже мере за санацију неуређених депонија у сарадњи са ЈКП „Чистоћа и зеленило“. Завршена је изградња регионалног центра за управљање отпадом, у оквиру кога се налази санитарна депонија и основано је предузеће „Регионална депонија“ д.о.о. Извршена је набавка специјализованих возила, као и изградња три трансфер станице и три центра за сакупљање отпада. У Суботици је одржан и “Climathon 2019 Subotica”, хакатон посвећен управљању отпадом у Суботици, као горућем проблему.

Зрењанин је град који је познат по неисправности воде за пиће, због прекомерног садржаја арсена, повећане концентрације натријума и хуминске материје. Резултати дисертације компатибилни су са реалним стањем, вредност индикатора квалитет воде за пиће – физичкохемијски, током свих година био је у паду. Највећи пад индикатора физичкохемијског квалитета воде за пиће, коме је придружена и микробиолошка неисправност евидентиран је

2019. године. Било је више различитих покушаја да се проблем квалитета воде у Зрењанину реши, међутим дугорочно одрживо решење није пронађено, тако да је у решавање укључена Влада (<https://www.srbija.gov.rs/vest/639415/resavanje-visedecenijskog-problema-sa-vodom-za-ricu-u-zrenjaninu.php>).

Градови са најбољим перформансама заштите животне средине у комуналним делатностима, са одличним локалним учинком током свих година изузев 2019. године, су Чачак и Шабац. На ранг градова у четвртој категорији за 2019. годину, утицало је смањење вредности WPI индекса и индикатора о2. Евидентирано је значајно смањење количине прикупљеног комуналног отпада из домаћинства по становнику за оба града током 2019. године. Чачак и Шабац су имали осцилације у вредности индикатора о3 и о4, током анализираних периода од 1 до 100%, чији је пад вредности 2019. године додатно подржао промену категорије локалног учинка. Генерално, оба града карактеришу високе вредности подиндекса у оквиру PUEPI индекса током анализираних периода. Чачак је у анализираним периодима имао високе вредности WSPI, SPI и WPI индекса, а Шабац IPI, SPI и WPI индекса. Повезаност резултата дисертације са реалним стањем комуналних система у Чачку и Шапцу, указују на следеће:

- Полазне основе за транзицију ка циркуларној економији анализирани су за град Чачак, што поткрепљује налазе развијености комуналних система са практичним примерима пословања заснованог на принципима циркуларне економије (<https://www.koalicija27.org/wp-content/uploads/2021/05/Polazne-osnove-za-tranziciju-ka-cirkularnoj-ekonomiji-Cacak-1.pdf>). Од 2016. године Чачак свој отпад сакупља, транспортује до трансфер станице и предаје на регионалној санитарној депонији „Дубоко“ Ужице. Такође ЈКП „Градско зеленило“ део сакупљеног отпада са јавних површина компостира. Управљање отпадом уређено је локалним планом до 2027. године, за које је задужено ЈКП „Комуналац“ Чачак. У граду се врши примарна селекција отпада и континуирана едукација становништва о значају управљања отпадом за заштиту животне средине. ЈКП „Водовод“ Чачак обавља делатности водоснабдевања и канализације у Чачку, са добрим квалитетом воде и континуираним снабдевањем. Значајне инвестиције издвојене су за изградњу водоводне мреже на подручју града Чачка. Што се тиче канализације 2021. године израђена је Студија о процени утицаја на животну средину постројења за третман отпадних вода у Чачку у циљу њене изградње (<https://www.ekologija.gov.rs/sites/default/files/inline-files/Studija%20POV%20Cacak.pdf>). Средином 2022. године у Чачку је одржана изложба „Чачак – одржива будућност града“, као део „зелене недеље ЕУ“, са фокусом

на управљање отпадом и отпадним водама за достизање високих перформанси заштите животне средине.

- ЈКП „Стари град“ сакупља примарно селектовани комунални отпад у Шапцу, који се одвози на трансфер станицу и одлаже на регионалној санитарној депоноји „Срем-Мачва“ у Сремској Митровици. Сакупљање отпада врши се и у руралним срединама, док је у сарадњи са ЛС организовано и сакупљање опасног отпада (амбалажа од пестицида), три пута годишње.
- ЈКП „Водовод“ Шабац бави се водоснабдевањем и каналисањем, којим је осим ширег урбаног, обухваћено и рурално становништво, са тенденцијом ширења водоводне мреже. Зоне санитарне заштите изворишта водоснабдевања регулисане су локалним прописима, заштићене су и ограђене. Планирана је реконструкција надзорно-управљачког система, јер тенденција повећања нитрата на изворишту упућује на опасност од контаминације подземним водама из пољопривреде.
- Шабац је усвојио сепарациони систем јавне канализације, одвојено сакупљање и одвођење фекалних (изграђен) и атмосферских вода. Планирано је даље ширење канализационе мреже, као и изградња нове канализације, док се атмосферске воде одводе отвореном и затвореном атмосферском канализацијом. Индустриска зона Шапца има сопствену кишну канализацију, као и црпну станицу која служи за одбрану од унутрашњих и одвођење атмосферских вода урбаног насеља и индустријске зоне. Шабац има функционално централно постројење за пречишћавање отпадних вода.
- У Шапцу је седиште Пословног удружења „Топлане Србије“. Планирање развоја града стратешки је предвиђено (Стратегија развоја урбаног подручја града Шапца, 2023), и успостављене су полазне основе за транзицију ка циркуларној економији (<https://www.koalicija27.org/wp-content/uploads/2022/01/Studija-o-cirkularnoj-ekonomiji-Sabac-FINAL.pdf>).

Иначе, 2019. година издваја се као специфична за промену категорије локалног учинка. Другорангирани град Шабац (PUEPI 59%), трећерангирани град Чачак (PUEPI 59%) и четвртрангирани град Нови Сад (PUEPI 58%), који су претходне 2018. године били одлични, 2019. године променили су категорију. Преласком из пете у четврту категорију, ова три града била су унутар границе врло доброг локалног учинка заштите животне средине.

Вршац је прве две године имао неприхватљив локални учинак, 2018. године повећање вредности WPI индекса проузроковало је промену категорије у прихватљив локални учинак. Током 2019. године наставио се тренд напредовања, прешавши из друге у трећу категорију,

доброг локалног учинка, са вредношћу PUEPI индекса од 41%. Промену перформанси проузроковале су повећане вредности WPI и SPI индекса. Вредан податак је да је Вршац у односу на базну 2016. годину, до 2019. године напредовао за две категорије (вредност PUEPI индекса повећана за 12%) и наставио напредак током 2020. године (PUEPI 44%). Реалне импликације на комунални систем Вршца, које су довеле до побољшања перформанси заштите животне средине су:

- Локални план управљања комуналним отпадом за општину Вршац, дефинише мере унапређења и побољшања ефикасности у овој делатности до 2020. године. С тим у вези, Вршац је од 2016. године почео изградњу регионалне депоније, од 2017. године успостављање сортирно-рециклажног центра, као и сакупљање посебних токова отпада (Локални план управљања комуналним отпадом за општину Вршац, 2010).
- У периоду 2016-2020. године Вршац је извршио следеће активности: санација неуређених депонија (вишедеценијски утицај на животну средину), као и доношење следећих програма: развијања јавне свести о управљању отпадом; смањења амбалажног отпада; смањења количина и управљања биоразградивим отпадом (искоришћење енергије); сакупљања отпада у урбаним и руралним подручјима.
- Изградња Центра за интегрално управљање отпадом и примена ВАТ техника на депонији „Мали рит“.
- Кључна активност је регионално управљање отпадом у АП Војводини, Вршац је потписао међуопштински споразум 2019. године, као један од регионалних центара (План развоја АП Војводине 2022-2030. година).
- Вршац је један од градова са највећим процентом становништва прикључених на канализациону мрежу у АП Војводини, као и пречишћавањем отпадних вода.
- Лош квалитет воде за пиће на основу физичкохемијске неисправности узорака био је 2020. године, што се свакако одразило на укупни ранг и категорију локалног учинка.
- ЈКП „Други октобар“ обавља и делатност даљинског грејања у Вршцу.
- Успостављањем одрживог система за управљање отпадом и опремањем звонима за одвојено сакупљање стаклене амбалаже, Вршац је наставио напредак у делатности управљања отпадом. Напредак је настављен и у пречишћавању отпадних вода, реконструкцијом и модернизацијом пречистача отпадних вода, увођењем линије за прераду муља, чије се продукти користе на депонији.

Крушевац је као и Вршац, напредовао за две категорије у току анализираног периода. Тренд напредовања Крушевца разликује се јер је почео са прихватљивим локалним учинком 2016.

године. Већ наредне 2017. године, Крушевац се нашао у категорији доброг локалног учинка, што је проузроковано променама перформанси, повећањем вредности PUEPI индекса, као и WSPI, WPI и SPI индекса. Категорију доброг локалног учинка Крушевац је задржао све до финалне 2020. године, када је дошло до побољшања категорије преласком у врло добар локални учинак (PUEPI 58%). Побољшање категорије проузроковано је повећањем вредности IPI и WPI индекса, као и индикатора у оквиру њих. Реалне импликације на комунални систем Крушевца, које су довеле до побољшања перформанси заштите животне средине су:

- Крушевац је 2017. године повећао број водоводних и канализационих прикључака, изградио објекте фекалне канализације – ЛОТ 1 и ЛОТ 2 (Пројекат прикупљања, одвођења и пречишћавања отпадних вода Крушевца). Такође, започео је израду пројекта изводљивости постројења за пречишћавање отпадних вода (https://www.vodovodks.co.rs/pisac/javneinformacije/Izvestaj_o_poslovanju_2017.pdf).
- У 2020. години, завршена је изградња постројења за пречишћавање отпадних вода града Крушевца и пуштено је у рад.
- У Крушевцу су прописани програми управљања различитим врстама отпада на различитим локацијама, развој поновне употребе и рециклаже, као и мере развоја свести и информисања становништва у овој комуналној делатности до 2020. године (Локални план за управљање отпадом у Крушевцу, 2010).
- У 2018. години Крушевац је добио рециклажне контејнере и планиран је за Регионални центар за управљање отпадом. У плану је изградња регионалне санитарне депоније „Срње“, са: линијом за сепарацију комуналног отпада, третманом процедурних вода, компостирањем зеленог отпада и системом за искоришћење депонијског гаса, као и набавка опреме за сакупљање отпада. Континуитет у обављању управљања отпадом у урбаним и руралним средина обавља ЈКП „Крушевац“.

Пирот (PUEPI 62%), Кикинда (PUEPI 61%) и Лесковац (PUEPI 60%) су 2020. године из претходне категорије врло доброг, прешли у одличан локални учинак заштите животне средине. Укупне перформансе заштите животне средине у комуналним делатностима, у односу на базну 2016. годину Пирот је повећао за 4%, а Кикинда и Лесковац за 6%. Промене вредности PUEPI индекса, проузроковане су променама перформанси у оквиру WSPI и WPI индекса за Лесковац, IPI и WPI индекса за Пирот, као и WPI индекса за Кикинду. Реални догађаји у комуналном систему наведених градова, који су обележили анализирани период су:

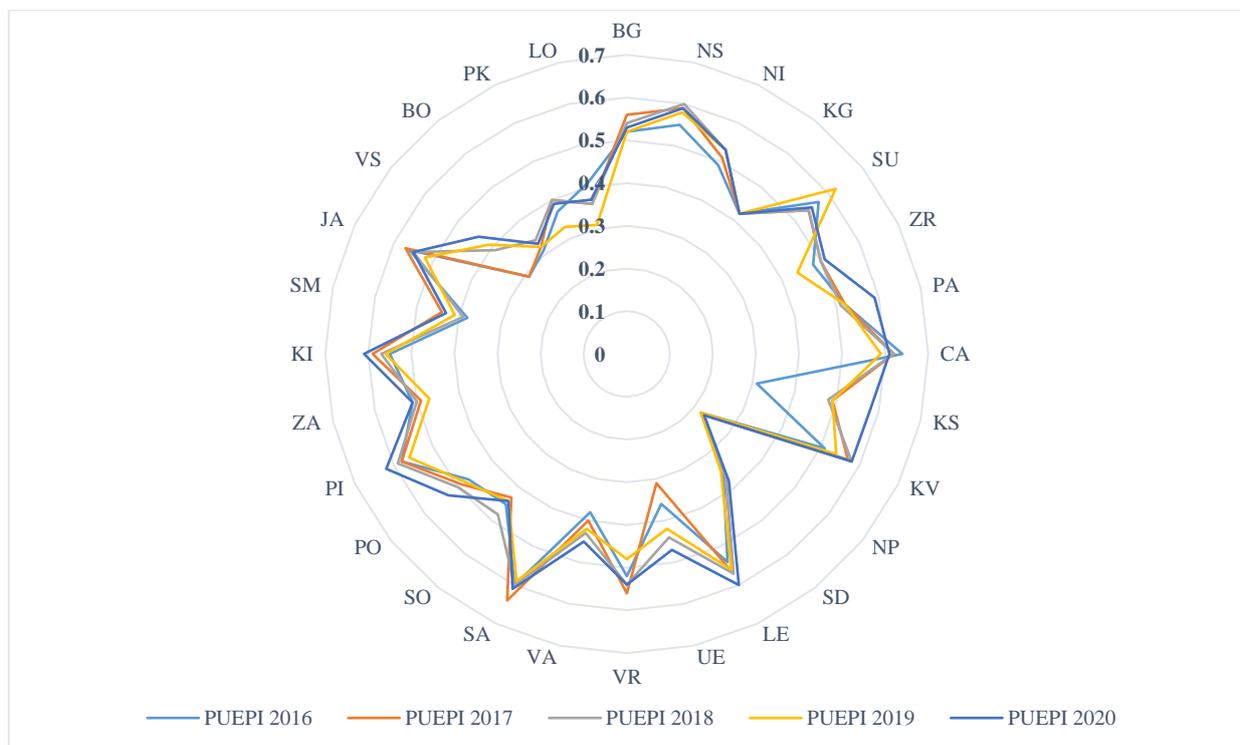
- Управљање отпадом у Пироту обавља ЈП „Комуналац” и ЈКП „Регионална депонија Пирот“. Један од стратешких циљева је укључивање свих насеља у систем управљања

отпадом (Локални план управљања отпадом града Пирота, 2020). У том смеру Пирот је кренуо 2020. године, што потврђује повећана вредност индикатора количина прикупљеног комуналног отпада из домаћинства по становнику. На основу тог повећања Пирот је постигао одличан локални учинак 2020. године.

- Пирот спроводи пројекат енергетске ефикасности у оквиру комуналних делатности у којима је укључен систем водоснабдевања, систем даљинског грејања и др. У оквиру водоснабдевања 2020. године, повећан је у односу на претходну годину број прикључака на водоводну мрежу, као и удео испоручене воде за пиће у укупно захваћеним водама.
- Водоснабдевањем и каналисањем у Лесковцу бави се ЈКП „Водовод“, које препознаје значај заштите животне средине. Регионални водосистем „Барје“ представља кључно извориште за водоснабдевање града Лесковца и околних насеља. У Лесковцу је 2020. године повећан у односу на претходну годину број прикључака на водоводну мрежу, као и удео испоручене воде за пиће у укупно захваћеним водама (Извештај о раду и пословању ЈКП „Водовод“ Лесковац за период од 01.01.2020. - 31.12.2020. године, 2021).
- Лесковац, има развијен систем за пријаву комуналних проблема од 2015. године (<https://sistem48.gradleskovac.org/>).
- Предузеће „Porr-Werner&Weber“ Лесковац д.о.о., је 2007. године преузело делатност сакупљања и транспорта чврстог комуналног отпада од ЈКП „Комуналац“. Од 2009. године пуштена је у рад регионална санитарна депонија на локацији „Жељковац“. Лесковац има центре за сакупљање комуналног и рециклабилног отпада, управљање отпадом заснива на интегралном хијерархијском систему, као и примени ВАТ технологија.
- У 2020. години Лесковац је достигао ниво одличних перформанси заштите животне средине у комуналним делатности, остварењем следећих циљева (Локални план управљања отпадом на територији града Лесковца за период 2010–2020, 2010): проширење капацитета за сакупљање отпада; уклањање и санација нелегалних одлагалишта отпада; проширење капацитета за третман отпада; успостављање система одвојеног прикупљања отпада; едукација тимова укључених у рад информационог система; ширење мреже мониторинга и обрада података о отпаду; подизање нивоа свести јавности о отпаду. Наведени циљеви били су предуслови за повећање вредности индикатора количина прикупљеног комуналног отпада из домаћинства по становнику.

- Лесковац је наставио планирање циљева управљања отпадом и развоја циркуларне економије до 2030. године (Локални план управљања отпадом града Лесковца, 2021-2030).
- Кикинда одлагање комуналног отпада са подручја целе општине без третмана врши на „Регионалној санитарној депонији комуналног чврстог отпада”. У 2020. години у Кикинди је дошло до повећања вредности индикатора количина прикупљеног комуналног отпада из домаћинства по становнику, као и проценат биоразградивог отпада у комуналном отпаду (Регионални план управљања отпадом за период од 2010. до 2020. године Општина Кикинда, Општина Ада, Општина Бечеј, Општина Нови Бечеј, 2013).
- Кикинда је предузела мере на санацији дивљих депонија и унапређења управљања отпадом, као и приказ стратешке процене утицаја дугорочних планских решења на животну средину (План управљања отпадом општине Кикинда за период од 2010. до 2020. године, 2010; Извештај о стратешкој процени утицаја Плана детаљне регулације регионалног центра за управљање отпадом у Кикинди на животну средину, 2013).

На основу наведеног, утврђено је генерално побољшање перформанси заштите животне средине у комуналним делатностима, што показује тренд PUEPI индекса за период 2016-2020. године у градовима РС, приказан на слици 6-32.

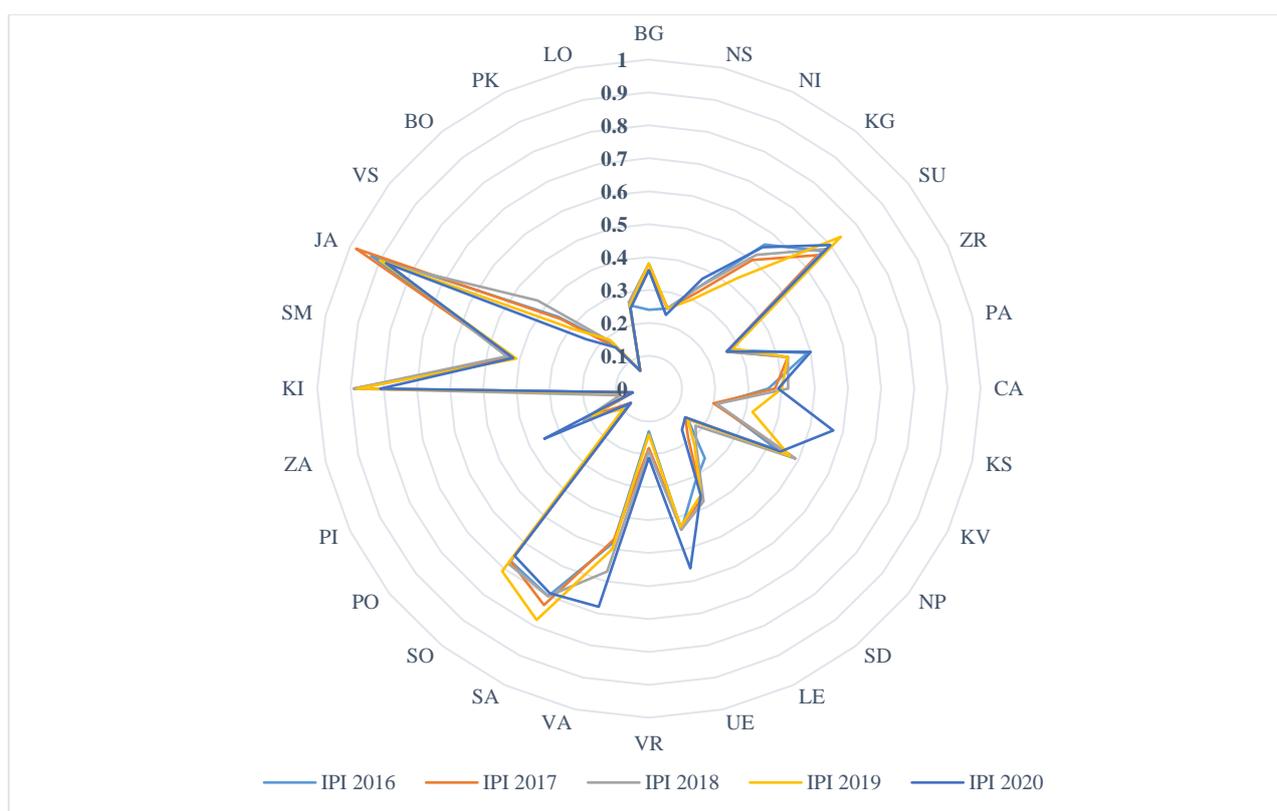


Слика 6-32. Тренд PUEPI индекса за период 2016-2020. године у градовима РС
 Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11

На основу анализираних података, закључено је да је у 2020. години у РС у односу на претходне године анализираних периода, већи број градова у петој категорији, са одличним локалним учинком. Такође, идентификована је повезаност реалних догађаја, мера и активности у комуналним делатностима анализираних градова са извесним променама вредности индикатора, као и резултатима дисертације.

6.4.8. Интерпретација и дискусија IPI индекса за период 2016-2020. године

У овом делу дисертације, извршена је интерпретација и дискусија резултата, на основу анализе вредности IPI индекса у градовима РС, за период 2016-2020. године. На основу наведеног, идентификоване су кључне промене у перформансама и вредностима индикатора у оквиру IPI индекса, узроци тих промена, са фокусом на повезаност са реалним стањем примене иновативних мера у комуналним делатностима анализираних градова. Графичка интерпретација тренда IPI индекса за период 2016-2020. године у градовима РС, приказана је на слици 6-33.



Слика 6-33. Тренд IPI индекса за период 2016-2020. године у градовима РС
Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11

Вредности IPI индекса по градовима, за период 2016-2020. године, приказане су у табели 6-22.

Табела 6-22. Вредности IPI индекса по градовима за период 2016-2020. године

Градови	IPI 2016	IPI 2017	IPI 2018	IPI 2019	IPI 2020
BG	0,24	0,36	0,38	0,38	0,36
NS	0,25	0,25	0,25	0,25	0,23
NI	0,34	0,32	0,34	0,30	0,37
KG	0,56	0,50	0,52	0,43	0,55
SU	0,67	0,65	0,68	0,74	0,70
ZR	0,27	0,26	0,26	0,28	0,26
PA	0,49	0,43	0,43	0,43	0,50
CA	0,36	0,38	0,42	0,40	0,39
KS	0,21	0,20	0,21	0,32	0,57
KV	0,43	0,49	0,49	0,47	0,44
NP	0,15	0,14	0,18	0,15	0,14
SD	0,27	0,19	0,23	0,22	0,16
LE	0,32	0,37	0,38	0,36	0,36
UE	0,44	0,43	0,44	0,43	0,56
VR	0,13	0,18	0,19	0,14	0,21
VA	0,48	0,47	0,57	0,50	0,68
SA	0,70	0,73	0,70	0,78	0,69
SO	0,67	0,67	0,68	0,71	0,65
PO	0,07	0,07	0,09	0,10	0,07
PI	0,20	0,19	0,22	0,19	0,35
ZA	0,05	0,05	0,09	0,06	0,05
KI	0,88	0,89	0,89	0,88	0,81
SM	0,43	0,42	0,44	0,41	0,42
JA	0,93	0,98	0,87	0,90	0,88
VS	0,35	0,34	0,43	0,29	0,24
BO	0,17	0,16	0,18	0,19	0,16
PK	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
LO	0,26	0,26	0,27	0,26	0,25

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера Expert Choice 11

На основу анализираних података, градови са највишим вредностима IPI индекса у анализираном периоду у РС су Јагодина (87-98%) и Кикинда (81-89%). Јагодина је током анализираних периода константно била на првом месту према IPI индексу, изузев 2018. године када је била другорангирана. Најбоље перформансе према IPI индексу Јагодина је достигла на основу максималних вредности индикатора i2, i4, i5 и i6, високе вредности индикатора i3, док је индикатор i1 највише осцилирао (максималну вредност достигао је 2017. године). На основу повезаности резултата дисертације са реалним догађајима у комуналном систему Јагодине, утврђена је ефикасна и ефективна примена следећих иновативних мера заштите животне средине:

- Максимални ниво пречишћавања отпадних вода из система за одвођење. Водоснабдевањем, канализацијом, јавним зеленим површинама и другим комуналним делатностима бави се ЈП „Стандард“ Јагодина (<https://www.jpstandard.rs/Vodovod.aspx>). Значајан податак је да је водоводна мрежа у руралним срединама скоро двоструко дужа (64 km) од градске водоводне мреже (36 km).
- Централно постројење за пречишћавање отпадних вода у Пањевачком Риту, вршило је ефикасно пречишћавање отпадних вода у анализираном периоду. У наредном периоду планира се изградња новог постројења за третман отпадних вода, као и реконструкција и проширење постојећег колекторског и канализационог система.
- Карактеристично за 2017. у односу на остале године анализираног периода је највиши проценат инвестиција у нова основна средства за водоснабдевање и канализацију.
- Комуналне услуге сакупљања и транспорта комуналног отпада обавља предузеће „Pog- Werner&Weber Јагодина“ д.о.о, које управља регионалном санитарном депонијом „Гигош“ у Јагодини. Прописане су мере и активности заштите животне средине, чијим спровођењем су унапређене перформансе у овој области. Успешно је решен проблем збрињавања отпада на санитарној депонији, као и пластичних кеса из комуналног отпада, због дугорочног утицаја на животну средину (Локални план управљања отпадом за период 2010-2020. град Јагодина, 2010).
- Јагодина је одабрана за један од регионалних центара за управљање отпадом (Програм управљања отпадом у Републици Србији за период 2022 - 2031. године). Разлог томе је висок ниво инфраструктурне развијености и комуналне опремљености за управљање комуналним отпадом, како у урбаној, тако и у руралним срединама.
- У оквиру пројекта „Иницијатива за третман опасног отпада – ЕУ стандардно одговорно“ указано је на добру праксу управљања отпадом у Јагодини али и изазове у управљању опасним отпадом, који представља амбалажа пестицида из пољопривреде.
- Максимални ниво гасификације за потребе система даљинског грејања, постигнут је радом ЈП „Градска топлана“ Јагодина у коме је гас једини енергент од 2000. године (<https://www.toplanajagodina.rs/o-nama/>).

Кикинда је 2018. година била прворангирана, док је током осталих година анализираног периода била другорангирана према IPИ индексу. Прво место Кикинда је достигла на основу доприноса максималних вредности индикатора i2, i5 и i6, као и високих вредности индикатора i3 и i4, док је индикатор i1 имао ниску вредност. Повезаност са реалним догађајима у комуналном систему Кикинде за управљање отпадом појашњена је у делу 6.4.7. Процент

инвестиције у нова основна средства за водоснабдевање и каналисање 2018. године у Кикинди био је скоро двоструко виши него исте године у Јагодини.

На трећем месту према ИПИ индексу, током анализираниог периода био је Шабац (69-78%), све до 2020. године, када је трећерангирана била Суботица (65-74%). Шабац је био један од најбоље рангираних градова према РУЕРИ индексу, на шта су утицале високе вредности ИПИ индекса, док је повезаност са реалним догађајима објашњена у делу 6.4.7. Преклапање високе вредности ИПИ индекса са категоријом одличног локалног учинка у оквиру РУЕРИ индекса, утврђено је и за Суботицу 2019. године. Високе вредности индикатора i_1 , i_2 , i_4 , i_5 и i_6 , као и ниска вредност индикатора i_3 , указују на повезаност са реалним догађајима, што је детаљно објашњени у делу 6.4.7.

Градови са високим вредностима ИПИ индекса у анализираниом периоду били су Сомбор (65-71%), Ваљево (47-68%), Крагујевац (43-56%), Ужице (43-56%) и Панчево (43-50%). Умерене вредности ИПИ индекса су имали Краљево (43-49%) и Сремска Митровица (41-44%). Ниже вредности ИПИ индекса од очекиваних, у односу на високе вредности РУЕРИ индекса, имали су Чачак (36-42%) и Лесковац (32-38%). Вредности ИПИ индекса за Вршац (24-43%) су, као и код РУЕРИ индекса, осцилирале током анализираниог периода, посебно су изражене промене у индикаторима i_1 , i_2 и i_4 , које су објашњене у оквиру комуналног система Вршца у делу 6.4.7. Од три највећа града у РС, највишу вредност ИПИ индекса имао је Ниш (30-37%), затим Београд (24-38%), док је најнижу вредност имао Нови Сад (23-25%). Генерално највећи допринос на нивоу РС, имало би побољшање иновативних перформанси заштите животне средине највећих градова. Императив је да највећи градови коначно реше проблеме санитарног збрињавања комуналног отпада и пречишћавања отпадних вода, пре испуштања у реципијенте. У светлу резултата дисертације, посебну пажњу би требало усмерити на могућности унапређења нивоа гасификације система даљинског грејања у Београду и Нишу. Истовремено, у Новом Саду, фокус би требао бити усмерен на побољшању инфраструктуре за управљање комуналним отпадом и решавању проблема пластичних кеса. Овакве активности би допринеле додатном унапређењу локалног учинка заштите животне средине и квалитету живота у највећим градовима РС.

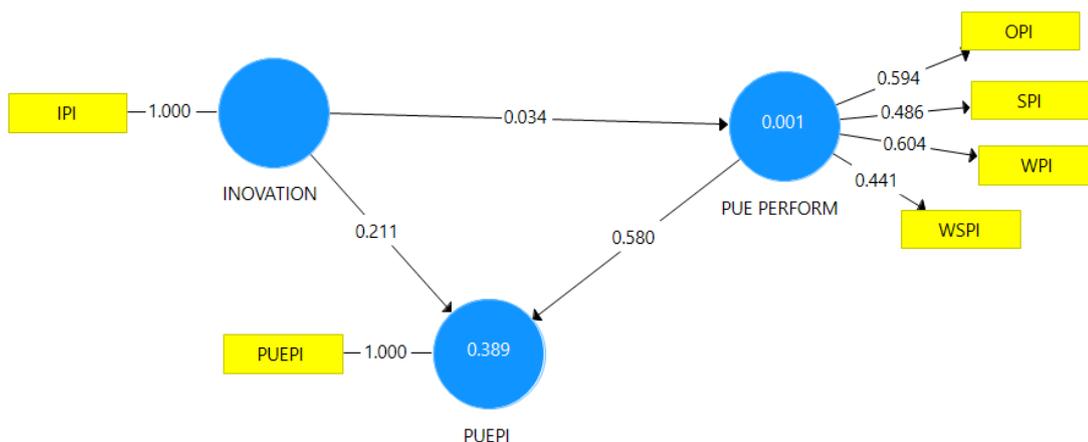
Зрењанин (26-28%), Смедерево (16-27%) и Пирот (19-35%) имали су ниске вредности ИПИ индекса. Изузетно ниске вредности ИПИ индекса имали су Бор (16-19%), Врање (14-18%) и Нови Пазар (13-21%). Најниже вредности ИПИ индекса имали су Прокупље (6%), Зајечар (5-9%) и Пожаревац (7-10%). Градови који су према ИПИ индексу показали значајну динамику побољшања перформанси финалне у односу на базну годину су Крушевац (за 36% виша вредност ИПИ), Ваљево (за 20% виша вредност ИПИ) и Пирот (за 15% виша вредност ИПИ).

Крушевац (20-57%) карактерише највеће побољшање у вредностима IPI индекса током анализаног периода, што је усаглашено са постигнутим напретком у оквиру PUEPI индекса. Повезаност са реалним догађајима у комуналном систему Крушевца објашњено је у делу 6.4.7. Перформансе иновативних мера заштите животне средине повећали су Београд и Ужице (за 12% виша вредност IPI), Вршац (за 11% виша вредност IPI) и Врање (за 8% виша вредност IPI). Градови Смедерево и Вршац су погоршали перформансе иновативних мера заштите животне средине у финалној у односу на базну годину (за 11% нижа вредност IPI). Узрок погоршања у Смедереву су нижи проценат инвестиција у нова основна средства за водоснабдевање и канализацију, као и збрињавање комуналног отпада. У Вршцу је узрок погоршања смањење вредности индикатора који се односи на проценат пречишћених отпадних вода, што одговара реалним догађајима. Смедерево такође има проблем са пречишћавањем отпадних вода, као и са санитарним збрињавањем отпада.

На основу резултата дисертације, утврђено је да је ситуација у вези са пречишћавањем отпадних вода, санитарним збрињавањем отпада, трансфер станицама, рециклажним центрима и гасификацијом у анализираним градовима изазовна. Наиме, 15 од 28 анализираних градова у РС нема системски решено пречишћавање отпадних вода, док 19 градова нема адекватно санитарно збрињавање отпада. Такође, 11 градова не поседује трансфер станицу или рециклажни центар, док 7 градова немају евидентиран напредак у гасификацији. У светлу резултата дисертације, идентификоване су кључне области у којима је потребно усмерити ресурсе, како би се унапредио локални учинак заштите животне средине у градовима. На основу наведеног, требало би доносити одлуке, као и план мера за побољшање локалног учинка и унапређење иновативних мера заштите животне средине у анализираним градовима.

6.5. Модел корелације између IPI и PUEPI индекса

Модел корелације између иновативних мера заштите животне средине (INOVATION), представљених као IPI индекс, и индекса перформанси заштите животне средине у комуналним делатностима (PUEPI), приказан је на слици 6-34. Перформансе заштите животне средине у комуналним делатностима (Public Utility Environmental Performance – PUE PERFORMANCE) представљене су индексима WSPI, WPI, SPI и OPI. Применом софтвера SmartPLS 4.0, извршена је регресиона анализа и моделирање петогодишњих средњих вредности наведених индекса.



Слика 6-34. Модел корелације PUEPI-IPI

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера SmartPLS 4.0

Процена модела подразумева оцењивање поузданости индикатора и латентне варијабле праћењем конвергентне и дискриминантне валидности, а приказана је у табели 6-23.

Табела 6-23. Структурални однос конвергентне валидности модела¹⁵

Латентне варијабле	Кодови индикатора	Фактори	Cronbach's alpha	Композитна поузданост	Просечна екстракована варијанса
INOVATION	IPI	1,000	1,000	1,000	1,000
PUE PERFORM	WSPI	0,441	0,269	0,613	0,287
	WPI	0,604			
	SPI	0,486			
	OPI	0,594			
PUEPI	PUEPI	1,000	1,000	1,000	1,000

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера SmartPLS 4.0

У циљу потврђивања поузданости индикатора, вредност фактора сваког индикатора на одговарајућој латентној варијабли треба бити већи од 0,5, изузетак су WSPI и SPI (који су близу циљне вредности). Поузданост латентне варијабле потврђује се композитном поузданошћу, за сваку варијаблу чија је вредност већа од 0,7, изузетак је варијабла PUE PERFORM (која је близу циљне вредности). Дискриминантна валидност структуре модела прати степен разлика између променљивих, које се преклапају и представљена је у табели 6-24 коришћењем „Heterotrait-Monotrait Ratio“ корелације (HTMT ratio)¹⁶.

¹⁵ Cronbach's alpha (коэффициент алфа), као и композитна поузданост (Composite Reliability) потврђује поузданост и унутрашњу конзистентност, за сваку варијаблу чија је вредност већа од 0,7 (Hair et al., 2022).

За просечну екстраковану варијансу (Average Variance Extracted – AVE) минимум је 0,5 (<https://www.smartpls.com/documentation/functionalities/thresholds/>).

Иако је према Cronbach's alpha и AVE испод граница, латентна варијабла PUE PERFORM, која није предмет истраживања повезаности између IPI и PUEPI, указује на потенцијална ограничења у конзистентности структуре модела (у делу осталих подиндекса), без значајнијих одступања која угрожавају статистичку валидност модела.

¹⁶ „HTMT ratio“ има високу осетљивост и специфичност у откривању проблема дискриминантне валидности као што је колинеарност међу латентним варијаблама (мултиколинеарност). Опсег HTMT вредности мањи од 0,9 је прихватљив (<https://www.smartpls.com/documentation/algorithms-and-techniques/discriminant-validity-assessment/>).

Табела 6-24. Дискриминантна валидност модела

Латентне варијабле	INOVATION	PUE PERFORM
INOVATION		
PUE PERFORM	0,137	
PUEPI	0,231	0,748

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера SmartPLS 4.0

На основу података може се закључити да, дискриминантна валидност овог модела подржава дискриминаторну валидност између латентних варијабли, јер нема проблема мултиколинеарности међу варијаблама (Vranjanac et al., 2023).

Резултати који подржавају претпоставку повезаности између иновативних мера заштите животне средине и индекса перформанси заштите животне средине у комуналним делатностима, приказани су у табели 6-25.

Табела 6-25. Тестирање хипотезе модела применом SmartPLS 4.0 софтвера¹⁷

Хипотеза	Beta	t-вредност	p-вредност	Резултат	F ²
IPI>PUEPI	0,211	1,173	0,0241	Да	0.551

Извор: аутор, на основу извештаја софтвера SmartPLS 4.0

Регресиона једначина представљена је формулом 6.1:

$$PUEPI = \beta + IPI \cdot 0,211 \quad (6.1)$$

где је β – регресиона константа; IPI – Индекс перформанси иновативних мера заштите животне средине у комуналним делатностима; 0,211 – тежински коефицијент.

Једначином се објашњава да IPI доприноси са 21,1% развоју PUEPI индекса, што у пракси значи да треба радити на унапређењу и развоју иновативних мера заштите животне средине у комуналном систему. Такође, у односу на експертски добијен тежинских коефицијент за IPI индекс од 16,9%, SmartPLS 4.0 софтвер показао је већу значајност иновативних мера.

На основу наведеног, потврђена је прва посебна хипотеза дисертације, односно, да постоји повезаност између иновативних мера заштите животне средине и индикатора перформанси заштите животне средине.

¹⁷ T-вредност (t-values), указује на статистичку значајност модела нешто испод 90% (граница 1,28), док p-вредност (p-values) потврђује валидност модела њеном вредношћу која се налази у опсегу од 0,01 до 0,05. F² указује на значајну величину ефекта (Vranjanac et al., 2023).

7. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

У оквиру докторске дисертације, фокус је био на развоју модела за вредновање локалног учинка заштите животне средине у комуналним делатностима, заснованог на индикаторима перформанси. Истраживање је обухватило приказ и анализу комуналног система, укључујући његов концептуални, правни и институционални оквир. Ово представља важан контекст за разумевање изазова и могућности које комунални систем има у заштити животне средине. Системски приступ научном истраживању комуналних делатности представља свеобухватну анализу проблема, истраживање циљева и алтернатива, како би указао на могуће правце у решавању проблема повезаних са заштитом животне средине.

Посебна пажња у истраживању усмерена је на базичне комуналне делатности, водоснабдевање, каналисање, управљање комуналним отпадом и снабдевање топлотном енергијом, али и остале комуналне делатности. Истраживањем је истакнута важност иновативних мера заштите животне средине у комуналним делатностима и њихов потенцијал за побољшање перформанси заштите животне средине. Увођење иновативних мера у комуналном систему (вештачке интелигенције, дронова, нанотехнологије, обновљивих извора енергије и др.) је важан корак ка одрживој трансформацији. Такође, примена паметних система, редизајн процеса за смањење загађења и енергетску ефикасност, доприноси чистим технологијама и оптимизацији потрошње ресурса. Употреба нетоксичних и рециклабилних материјала, заједно са подстицањем циркуларне економије и ефикасним усвајањем нових знања и технологија, представљају суштински део унапређења комуналног система у будућности.

Детерминисање и вредновање перформанси заштите животне средине, представљало је важан део истраживања. Процес вредновања перформанси заштите животне средине, заснован је на скупу алата за идентификацију, мерење, процену и саопштавање учинка заштите животне средине, користећи кључне индикаторе перформанси, засноване на поузданим и проверљивим информацијама. Суштина вредновања перформанси животне средине је идентификација индикатора (стања и перформанси: управљачких и оперативних) којима се могу мерити и пратити промене повезане са аспектима заштите животне средине у комуналним делатностима, како би се омогућила стална побољшања. Примена индикатора омогућава да се идентификују области које имају потенцијал за примену иновативних мера заштите животне средине, као што је прогрес ка циркуларној економији. Основни циљ хармонизације кључних индикатора перформанси заштите животне средине у комуналним делатностима је побољшање бенчмаркинга. Методолошки оквир, укључујући смернице стандарда за

вредновање перформанси животне средине SRPS ISO 14031:2016, пружио је фундаменталну основу и инструменте за анализу. Посебна пажња у овом делу истраживања, била је усмерена на примени индикатора и развоју композитних индекса, чиме је отворен пут за разумевање начина вредновања перформанси заштите животне средине. Индикатори за вредновање перформанси заштите животне средине представљају кључне елементе анализе, док методологија развоја композитног индекса омогућава квантитативну оцену. Различите врсте модела за вредновање перформанси, објашњене су како би пружиле могућност за боље разумевање вредновања перформанси заштите животне средине у комуналним делатностима. Континуирано усмеравање на иновације и примену нових технологија, као и усвајање стандарда и методологија, предуслов је за достизање вишег степена заштите животне средине и креирање пута ка одрживој и еколошки одговорнијој будућности.

Кључна фаза докторске дисертације била је усмерена ка развоју модела за вредновање локалног учинка заштите животне средине, која укључује:

- утврђене кључне индикаторе перформанси заштите животне средине и иновативних мера у селектованим комуналним делатностима на локалном нивоу;
- извршено прикупљање података, њихову анализу и трансформацију у информације;
- формирану хијерархијску структуру модела са одговарајућим тежинским коефицијентима индикатора, на основу преференци експерата;
- дефинисану скалу за вредновање локалног учинка заштите животне средине у комуналним делатностима – квантитативна и квалитативна оцена локалног учинка;
- креиран методолошки оквир PUEPI индекса за комплексну анализу локалног учинка заштите животне средине у пет селектованих комуналних делатности;
- развијене подиндексе WSPI, SPI, WPI, OPI и IPI, који омогућавају детаљан увид у допринос различитих комуналних делатности заштити урбане животне средине и примени иновативних мера.

Кључни резултат истраживања је PUEPI индекс, који представља алат за вредновање локалног учинка и идентификацију конкретних области и места за побољшање. Иако се закључци изводе из комплексних података, њихова суштина, контекст и значај указују да овај методолошки оквир представља важан алат за подршку оцењивању перформанси и праћење напретка у заштити животне средине. Градови се категоризују на основу квантитативних вредности PUEPI индекса у оквиру пет квалитативних категорија локалног учинка. Квалитативне категорије локалног учинка градова, визуелно су представљене, према претходно дефинисаној скали за вредновање локалног учинка заштите животне средине.

Анализом резултата и валидацијом модела, истраживање је омогућило увид у перформансе заштите животне средине у комуналним делатностима у 28 градова у РС у периоду од 2016. до 2020. године. Применом SPSS 26.0, генерисана је дескриптивна статистика PUEPI индекса и подиндекса WSPI, SPI, WPI, OPI и IPI. Резултати анализе валидности модела показали су конзистентно високе вредности PUEPI индекса и подиндекса, што указује на генерално успешно управљање комуналним системом у истраживаним градовима.

Применом Expert Choice 11, извршена је анализа осетљивости перформанси PUEPI индекса и подиндекса WSPI, SPI, WPI, OPI и IPI, а омогућила је прегледност перформанси у анализираним градовима и њихово рангирање. Формирани модел омогућава унапређење и побољшање извештавања у комуналним делатностима и рангирање градова према оствареном локалном учинку и примењеним иновативним мерама заштите животне средине.

Модел корелације између IPI и PUEPI индекса, у дисертацији је генерисан применом SmartPLS 4.0. Подаци о тежинским коефицијентима и значају иновативних мера за вредновање локалног учинка добијени су на основу петогодишњих средњих вредности индекса. Резултати регресионе анализе су показали да иновативне мере заштите животне средине доприносе локалном учинку са учешћем од 21,1%. Имплицира се да је овај значај већи у односу на експертски добијен тежински коефицијент, који износи 16,9%. Ово истраживање пружа важан увид у динамику и трендове иновативних мера и заштите животне средине у комуналним делатностима истраживаних градова у РС, чиме доприноси развоју ефикасних стратегија за одрживо урбано управљање, планирање и извештавање у комуналном систему.

На основу потврђених посебних хипотеза дисертације, констатовано је да је у потпуности потврђена општа хипотеза, односно, да се вредновање локалног учинка иновативних мера заштите животне средине може извршити развојем модела заснованог на индикаторима перформанси заштите животне средине у комуналним делатностима. Аргументовано квантификовани однос између индекса перформанси иновативних мера и заштите животне средине у комуналним делатностима, представља значајан научни допринос дисертације. Научна заснованост дисертације, огледа се и у дефинисању елемената и креирању модела за вредновање локалног учинка заштите животне средине у комуналним делатностима. Научни значај дисертације, додатно је истакнут развојем нових индекса и формирањем нове скале за вредновање локалног учинка, која омогућава детаљан увид у анализу перформанси. Применом софтвера за анализу резултата и рангирање, дисертација пружа нове претпоставке које омогућавају боље разумевање локалног учинка заштите животне средине. С тим у вези, дисертација представља значајан корак у разумевању аспекта заштите животне средине у комуналним делатностима.

Друштвена оправданост ове дисертације истиче се у контексту јасне повезаности резултата примене модела са реалним догађајима у комуналним делатностима анализираних градова. Ова повезаност омогућава прецизну идентификацију области где је потребно усмерити ресурсе ради побољшања локалног учинка. Осим тога, дисертација представља иновативан приступ заштити животне средине, што доприноси генерисању одрживих решења. Резултати дисертације имају широку примену у области иновација, одрживости и заштите животне средине, доприносећи бољем извештавању о перформансама у комуналним делатностима.

У светлу резултата истраживања, докторска дисертација поставља основу за предлагање конкретних и усмерених акција за унапређење локалних учинака, које имају потенцијал да створе промене које директно утичу на квалитет живота у урбаним срединама. Модел доносиоцима одлука на локалном нивоу може користити као ефикасан алат за проверу ефикасности спровођења политике заштите животне средине у комуналним делатностима.

Заинтересованим странама, модел омогућава објективно информисање о локалном учинку заштите животне средине. Такође, модел омогућава интерне и екстерне провере ефикасности и ефикасности спровођења стратегије управљања заштитом животне средине у комуналним делатностима, на основу вредности композитног индекса и подиндекса. Бенефити примене модела су оцена перформанси, идентификација потребе за увођењем адекватних иновативних мера заштите животне средине, као и рангирање градова у РС у односу на учинак комуналних делатности. Сазнања о вредности и рангу локалног учинка заштите животне средине, могу допринети квалитетнијем информисању становништва, стручне и научне заједнице.

Потенцијална ограничења модела нису у функцији угрожавања структуре модела нити његовог оспоравања, већ се односе на критички осврт. Једно од ограничења модела је његова примена на нивоу одабраних градова у РС, у одређеном временском периоду – просторно и временско ограничење. Иновативне мере заштите животне средине разматране су у оквиру пет селектованих комуналних делатности, што је једно од ограничења модела. Ограничење модела је и да су посматране иновативне мере заштите животне средине у зависности од постојећег стања развијености комуналних делатности у РС, тако да не одражавају иновативност комуналног система у потпуности. Нека од традиционалних ограничења у методологији развоја композитних индекса су избор индикатора, расположивост и доступност података, додељивање тежинских коефицијената и др. С тим у вези, било би корисно унифицирати и унапредити евидентирање података о заштити животне средине и комуналним делатностима на локалном нивоу у РС, као и учинити их транспарентнијим и приступачнијим. Унапређење модела изискује годишње преиспитивање индикатора у циљу континуираног побољшања вредновања локалног учинка заштите животне средине у комуналним делатностима.

Статистички тестови из извештаја софтвера SmartPLS 4.0, показали су у одређеној мери снижену конзистентност модела у делу осталих подиндекса (изузев PUEPI и IPI), тачније латентне варијабле која их представља, што указује да креирани модел, попут осталих модела није идеалан, али структура модела није угрожена. Главне карактеристике модела имају утицај на његово понашање, као и на његову примену, што је потребно узети у обзир приликом вредновања локалног учинка.

За будућа истраживања било би од значаја пратити прогрес перформанси у наредном периоду. Применљивост модела на регионалном, националном и међународном нивоу била би могућа уз одговарајуће модификације. С тим у вези, било би корисно истражити вредновање перформанси заштите животне средине у комуналним делатностима градова у државама које су иновациони лидери и јаки иноватори.

Ова докторска дисертација представља значајан прилог разумевању, извештавању и вредновању аспеката иновативних мера заштите животне средине у комуналним делатностима. Било би корисно за ширу друштвену и научну заједницу да се резултати овог истраживања користе као основа за доношење одлука, као и за усмеравање будућих стратегија заштите животне средине у контексту иновативних мера у комуналним делатностима.

ЛИТЕРАТУРА

1. Adamczyk, S., Hansen, E. G., & Reichwald, R. (2009). Measuring sustainability by environmental innovativeness: results from action research at a multinational corporation in Germany. *International Conference on Evaluation Metrics of Corporate Social and Environmental Responsibility*. Lyon, France.
2. Adaptation Fund. (2011). *Project level result framework and baseline guideline document*. Bonn. Retrieved from <http://www.oecd.org/env/cc/48332155.pdf>
3. Alpenberg, J. W.-P. (2018). The use of environmental performance indicators in “the greenest city in Europe”. *Baltic Journal of Management*, 14(1), 122-140. doi:doi.org/10.1108/BJM-01-2018-0028
4. Aster, R., Borchers, B., & Thurber, C. (2019). *Parameter Estimation and Inverse Problems* (3 ed.). Amsterdam: Elsevier Inc.
5. Beninni, A. (2012). *A Composite measures*. Retrieved from http://aldo-benini.org/Level2/HumanitData/ACAPS_CompositeMeasures_Note_120.
6. Benkov, I., Varbanov, M., Venelinov, T., & Tsakovski, S. (2023). Principal Component Analysis and the Water Quality Index – A Powerful Tool for Surface Water Quality Assessment: A Case Study on Struma River Catchment, Bulgaria. *Water*, 15(10), 1961. doi:https://doi.org/10.3390/w15101961
7. Bennett, D. N., Croke, F. W., Jakeman, A. J., Newham, T. H., & Norton, J. P. (2010). Performance Evaluation of Environmental Models. *International Congress on Environmental Modelling and Software*, (p. 247). Ottawa, Ontario, Canada. Retrieved from <https://scholarsarchive.byu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2292&context=iemssconference&httpsredir=1&referer=>
8. Boulanger, M. P. (2008). Sustainable development indicators: a scientific challenge, a democratic issue. *SAPIENS*, 1(1), 45-59.
9. Busu, M., & Nedelcu, A. C. (2018). Sustainability and Economic Performance of the Companies in the Renewable Energy Sector in Romania. *Sustainability*, 10(1), 8. doi:https://doi.org/10.3390/su10010008
10. Carrión-Flores, C. E., & Innes, R. (2010). Environmental innovation and environmental performance. *J. Environ. Econ. Manag.*, 59(1), 27-42. doi:doi.org/10.1016/j.jeem.2009.05.003

11. Castrillón, M. R., Rey, H. J., Velasco, G. E., San, J. A., & Rey, M. F. (2018). Analysis of the Methodology to Obtain Several Key Indicators Performance (KIP), by Energy Retrofitting of the Actual Building to the District Heating Fuelled by Biomass, Focusing on nZEB Goal: Case of Study. *Energies*, *12*(1), 93. doi:<https://doi.org/10.3390/en12010093>
12. Cedar Springs. (2014). *Regular Meeting Cedar Springs City Council Agenda*. Retrieved from https://cityofcedarsprings.org/wp-content/uploads/minutes-agendas-packets/Agenda-Packet_2014-03-13.pdf
13. Chan, P. C., & Chan, P. L. (2004). Key performance indicators for measuring construction success. *Benchmarking: An International Journal*, *11*(2), 203-221. doi:<https://doi.org/10.1108/14635770410532624>
14. Cheng, C. C., Yang, C. L., & Sheu, C. (2017). The link between eco-innovation and business performance: A Taiwanese industry context. *J. Clean. Prod.*, *64*, 81-90. doi:[doi:10.1016/j.jclepro.2013.09.050](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.09.050)
15. Chiou, T. Y., Chan, H. K., Lettice, F., & Chung, H. S. (2011). The influence of greening the suppliers and green innovation on environmental performance and competitive advantage in Taiwan. *Transp. Res. Part E Logist. Transp. Rev.*, *47*(6), 822-836. doi:[doi:10.1016/j.tre.2011.05.016](https://doi.org/10.1016/j.tre.2011.05.016)
16. CIRAIG. (2015). *Circular Economy: A Critical Literature Review of Concepts*. Montreal: Centre for the Life Cycle of Products Processes and Services.
17. Clifton, J., Lanthier, P., & Schröter, H. (2011). Regulating and deregulating the public utilities 1830–2010. *Business History*, *53*(5), 659-672.
18. Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Adm. Sci. Q*, *35*, 128–152.
19. Crossan, M. M., & Apaydin. (2010). A multi-dimensional framework of organizational innovation: A systematic review of the literature. *J. Manag. Stud.*, *47*, 1154–1191.
20. Cvijanović, V., Hollanders, H., & Reid, A. (2021). *European Innovation Scoreboard Exploratory Report: How to Measure Environmental Innovation*. European Commission, Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs. Retrieved from <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/45664>
21. Da Cruz, N. F., Berg, S. V., & Marques, R. C. (2013). Managing Public Utilities: Lessons from Florida. *LEX Localis—Journal of Local Self Government*, 101-118. doi:[10.4335/11.2.101-118](https://doi.org/10.4335/11.2.101-118)

22. Đekić, J., Dinić, B. M., Mitković, P., Igić, M., & Mitković, M. (2017). Urban Green Areas Planning and Development: An Assessment of General Urban Plans of the City of Niš. *FACTA UNIVERSITATIS Series: Architecture and Civil Engineering*, 15(2), 211-224. doi:10.2298/FUACE161130016D
23. Dochy, F. J., Segers, M. S., & Wijnen, H. F. (1990a). Preliminaries to the implementation of a quality assurance system based on management information and performance indicators: Results of a validity study. In M. S. F. J. R. C. Dochy, *Management and Performance Indicators in Higher Education* (pp. 69–94). Maastricht: Van Gorcum.
24. Dochy, F. J., Segers, M. S., & Wijnen, H. F. (1990b). Selecting performance indicators. In L. C. Goedegebuure, P. A. Maassen, D. Westerheijden, & F., *Peer Review and Performance Indicators* (pp. 135–154). Utrecht: Lemma.
25. Douglas, S., & Meijer, A. (2016). Transparency and Public Value - Analyzing the Transparency Practices and Value Creation of Public Utilities. *International Journal of Public Administration*, 39(2), 940-951.
26. Dzino-Silajdzic, V. (2022). *Practical Guidance on Developing Indicators*. Baltimore, USA: Catholic Relief Services. Retrieved from https://www.crs.org/sites/default/files/tools-research/indicator_guidance_final_low_res.pdf
27. EC. (2018). *Measuring Progress Towards Circular Economy in the European Union – Key Indicators for a Monitoring Framework - SWD (2018) 17 Final*. Strasbourg: European Commission.
28. EEA. (2016a). *Municipal waste management across European countries*. European Environment Agency. Retrieved from https://www.eea.europa.eu/publications/municipal-waste-management-across-european-countries/copy_of_municipal-waste-management-across-european-countries
29. EEA. (2016b). *Circular Economy in Europe - Developing the Knowledge Base: Report 2*. Copenhagen, Denmark: European Environment Agency.
30. EEA. (2021). *Municipal waste management in Western Balkan countries — Country profile Serbia*. Boeretang, Belgium: European Environment Agency, European Topic Centre on Waste Materials in a Green Economy. Retrieved from <https://www.eea.europa.eu/themes/waste/waste-management/municipal-waste-management-country/serbia-municipal-waste-factsheet-2021/view>
31. emPerform. (2021). *Performance Rating Scale Guidebook*. Retrieved from <https://employee-performance.com/wp-content/uploads/2021/06/Performance-Rating-Scale-Guidebook-emPerform-2021.pdf>

32. EurEau. (2021). *Europe's Water in Figures: An overview of the European drinking water and waste water sectors*. Brussels, Belgium: European Federation of National Associations of Water Services. Retrieved from <https://www.eureau.org/resources/publications/eureau-publications/5824-europe-s-water-in-figures-2021/file>
33. EUROSTAT. (2017). *Guide to statistics in European Commission development co-operation, 2017 edition. Collection: Manuals and guidelines*. Luxembourg: European Statistical Office.
34. EUROSTAT. (2014). *Towards a Harmonised Methodology for Statistical Indicators. Part I, Indicator typologies and terminologies*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. doi:<https://doi.org/10.2785/56118>
35. Figge, F., & Hahn, T. (2012). Is green and profitable sustainable? Assessing the trade-off between economic and environmental aspects environmental performance. *Int. J. Prod. Econ.*, 140, 92–102.
36. Folan, P., Browne, J., & Jagdev, H. (2015). Performance: Its meaning and content for today's business research. *Journal Computers in industry*.
37. Franceschini, F., Galetto, M., & Maisano, D. (2006). Classification of performance and quality indicators in manufacturing. *Int. J. Services and Operations Management*, 2(3).
38. Franceschini, F., Galetto, M., Maisano, D., & Viticchiè, L. (2005). The condition of uniqueness in manufacturing process representation by performance/quality indicators. *Seventh A.I.Te.M. Conference "Enhancing the science of manufacturing"*. Lecce, Italy.
39. Gage, A., & Dunn, M. (2009). *Monitoring and Evaluating Gender-Based Violence Prevention and Mitigation Programs*. Washington DC: U.S. Agency for International Development, Measure Evaluation, Interagency Gender Working Group.
40. Gančević, I. (1971). Community Services-Activities of Special Public Interest. *Zbornik radova Pravnog fakulteta u Splitu. VIII*, pp. 239-257. Split: SKS.
41. Geddes, R. (2000). Public utilities. In B. Bouckaert, & G. De Geest, *Encyclopedia of law and economics* (pp. 1162-1205). Northampton: Edward Elgar Publishing. Retrieved from <https://reference.findlaw.com/lawandeconomics/5940-public-utilities.pdf>
42. Geng, Y., Sarkis, J., Ulgiati, S., & Zhang, P. (2013). Measuring China's circular economy. *Science*, 80(339), 1526–1527.
43. Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *J. Clean.Prod*, 114, 11–32.

44. Giles, D. (2017). On the Inconsistency of Instrumental Variables Estimators for the Coefficients of Certain Dummy Variables. *Journal of Quantitative Economics*, 15(1).
45. Global Footprint Network. (2023). Retrieved from <https://www.footprintnetwork.org/>
46. Grekova, K., Bremmers, H. J., Trienekens, J. H., Kemp, R. G., & Omta, S. W. (2013). The mediating role of environmental innovation in the relationship between environmental management and firm performance in a multi-stakeholder environment. *J. Chain Netw. Sci*, 13(2), 119–137. doi:doi.org/10.3920/JCNS2013.1003
47. Günther, E., Günther, T., & Hoppe, H. (2004). Are environmental aspects value drivers for companies? A review of empirical studies. *Dresdner Beiträge zur Betriebswirtschaftslehre*, 81(04).
48. Guo, J., Zhu, D., Wu, X., & Yan, Y. (2017). Study on Environment Performance Evaluation and Regional Differences of Strictly-Environmental-Monitored Cities in China. *Sustainability*, 9(12), 2094. doi:doi:10.3390/su9122094
49. Hair, J. F., Hult, G. T., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2022). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)*, 3rd ed. London: Sage Publications, Inc.
50. Hammond, A., Adriaanse, A., Rodenburg, E., Bryant, D., & Woodward, R. (1995). *Environmental Indicators: A Systematic Approach to Measuring and Reporting on Environmental Policy Performance in the Context of Sustainable Development*. Washington: World Resources Institut. Retrieved from http://pdf.wri.org/environmentalindicators_bw.pdf
51. Hendry, D., & Santos, C. (2005). Regression Models with Data-based Indicator Variables. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*.
52. Hollanders, H., Es-Sadki, N., & Khalilova, A. (2022). *European Innovation Scoreboard 2022*. European Commission, Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2777/309907>
53. IEA. (2021). *Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector*. Paris, France: International Energy Agency.
54. IEA. (2023). *Tracking Clean Energy Progress 2023*. Paris, France: International Energy Agency. Retrieved from <https://www.iea.org/reports/tracking-clean-energy-progress-2023>
55. Ilić, B., & Ivanišević, S. (2008). Advantages of natural gas usage in the drying processes. *Biblid*, 67-69. Retrieved from <https://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/1450-5029/2008/1450-50290802067I.pdf>
56. IPCC. (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.

- Geneva, Switzerland: Intergovernmental Panel on Climate Change.
doi:10.59327/IPCC/AR6-9789291691647
57. IRENA. (2021). *World Energy Transitions Outlook: 1.5°C Pathway*. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency. Retrieved from https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Jun/IRENA_World_Energy_Transitions_Outlook_2021.pdf?rev=71105a4b8682418297cd220c007da1b9
 58. ISO 14033:2019. *Environmental management — Quantitative environmental information — Guidelines and examples*. Geneva: International Organization for Standardization.
 59. Jacobs, R., Goddard, M., & Smith, P. (2006). Public services: Are composite measures a robust reflection of performance in the public sector? *Research Paper, 16*.
 60. Jakeman, A. J., Letcher, R. A., & Norton, J. P. (2006). Ten iterative steps in development and evaluation of environmental models. *Environmental Modelling & Software, 21*(5), 602-614. doi:doi:10.1016/j.envsoft.2006.01.004.
 61. Jovanić, T. (2017). The general framework for liberalization and regulation of public utilities in countries of ex-Yugoslavia. *Network Industries Quarterly, 19*(1), 2. Retrieved from https://cadmus.eui.eu/bitstream/handle/1814/45765/NIQ_2017_Vol_19_No_01.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 62. Karagozoglou, N., & Lindell, M. (2000). Environmental management. Testing the win-win model. *J Environ Plann Manag, 43*, 817–829.
 63. Kaza, S., Yao, L. C., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. Washington, DC: World Bank: Urban Development. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10986/30317>
 64. Kusek, J. Z., & Rist, R. C. (2004). *Ten Steps to a Results-Based Monitoring and Evaluation System*. Washington DC: World Bank. doi:<http://dx.doi.org/10.1596/0-8213-5823-5>
 65. Lankoski, L. (2000). *Determinants of environmental profit. An analysis of the firmlevel relationship between environmental performance and economic performance. Dissertation*. Helsinki : Helsinki University of Technology.
 66. Legman, I. D., Gabor, M., & Kardos, M. (2023). An Innovative Tool to Measure Employee Performance through Customer Satisfaction: Pilot Research Using eWOM, VR, and AR Technologies. *Electronics, 12*(5), 1158. doi:<https://doi.org/10.3390/electronics12051158>
 67. Li, Y., & Rama, M. (2023). *Private Cities: Outstanding Examples from Developing Countries and Their Implications for Urban Policy*. Washington, DC: World Bank. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10986/39847>

68. Long, X., Chen, Y., Du, J., Oh, K., & Han, I. (2017). Environmental innovation and its impact on economic and environmental performance: Evidence from Korean-owned firms in China, *Energy Policy*. *Energy Policy*, 107, 131-137.
69. McNabb, D. E. (2005). *Public utilities: management challenges for the 21st*. Northampton: Edward Elgar.
70. Melnyk, S. A., Stewart, D. M., & Swink, M. (2004). Metrics and performance measurement in operations management: dealing with the metrics maze. *Journal of Operations Management*, 22, 209–217.
71. Mihajlov, A., Vujic, G., Ubavin, D., & Basic, D. (2007). Renewable Energy Resources: EDD of Renewable Energy Technologies. *PSU-UNS International Conference on Engineering and Environment - ICEE 2007*. Phuket, Thailand.
72. Millward, R. (2005). *Public and private enterprise in Europe: Energy, telecommunications and transport 1830–1990*. New York: Cambridge University Press.
73. Mogane, L. K., Masebe, T., Msagati, T. A., & Ncube, E. (2023). A comprehensive review of water quality indices for lotic and lentic ecosystems. *Environ Monit Assess*, 195:926. doi:<https://doi.org/10.1007/s10661-023-11512-2>
74. Nardo, M., Saisana, M., Saltelli, A., Tarantola, S., Hoffman, A., & Giovannini, E. (2008). *Handbook on constructing composite indicators: methodology and user guide*. Paris: OECD, Joint Research Centre – European commission.
75. Nikitas, A., Michalakopoulou, K., Njoya, E. T., & Karampatzakis, D. (2020). Artificial Intelligence, Transport and the Smart City: Definitions and Dimensions of a New Mobility Era. *Sustainability*, 12(7), 2789. doi:<https://doi.org/10.3390/su12072789>
76. Nikityuk, G. L., Tymchuk, G. O., & Evseeva, G. G. (2019). Development of Leasing Operations as a Tool to Fund Innovative Activities in Housing and Public Utilities. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 272.
77. OECD. (2017). *Reader's guide Definition of OECD indicators of agricultural support*. In *Agricultural Policy Monitoring and Evaluation*. Paris: OECD Publishing. doi:https://doi.org/10.1787/agr_pol-2017-2-en
78. OECD/IEA. (2013). *Energy Efficiency Indicators: Fundamentals on Statistics*. Paris, France: International Energy Agency. Retrieved from https://iea.blob.core.windows.net/assets/6862080c-8614-494e-a8aa-52c3c0d4291b/IEA_EnergyEfficiencyIndicatorsFundamentalsonStatistics.pdf

79. Ong, S. T., Lee, S. A., Teh, H. B., & Magsi, B. H. (2019). Environmental Innovation, Environmental Performance and Financial Performance: Evidence from Malaysian Environmental Proactive Firms. *Sustainability*, *11*(12), 3494. doi:doi:10.3390/su11123494
80. Oreskes, N., Shrader-Frechette, K., & Belitz, K. (1994). Verification, validation, and confirmation of numerical models in the earth sciences. *Science*, *263* (5147), 641-646.
81. Pandyaswargo, H. A., Abe, N., & Fransiscus, Y. (2015). Objective and Subjective Measurements for Development and Well-being: Some Perspectives from a Bottom-up Study in Indonesia. *Global Environmental Research*, 207–216.
82. Patro, K. G., & Sahu, K. K. (2015). Normalization: A Preprocessing Stage. *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology (IARJSET)*, *2*(3), 20-22. doi:10.17148/IARJSET.2015.2305
83. Pelozo, J., & Papania, L. (2008). The missing link between corporate social responsibility and financial performance. Stakeholder salience and identification. *Corp Reputation Rev*, *11*, 169–181.
84. Pietrzak, M., & Paliszkievicz, J. (2015). Framework of Strategic Learning: The PDCA Cycle. *Management*, *10*(2), 149-161.
85. Polikarpova, I., & Rosa, M. (2017). Energy reduction potential of the district heating company introducing energy management systems. *Energy Procedia*, 66-71.
86. Rahman, S. K. (2018). Regulating Informational infrastructure: Internet platforms as the new public utilities. *2 GEO. L. TECH. REV.*, 234.
87. REN21. (2022). *Renewables 2022 Global Status Report*. Paris: REN21 Secretariat. Retrieved from https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2022_Full_Report.pdf
88. Ristić, G. (2005). Basic Indicators of Integrated Solid Waste Management. *FACTA UNIVERSITATIS Series: Working and Living Environmental Protection*, *2*(5), 383-392. Retrieved from <http://facta.junis.ni.ac.rs/walep/walep2005n/walep2005-05n.pdf>
89. Roberts, F. S. (1985). Measurement Theory with Applications to Decisionmaking, Utility, and the Social Sciences. In G.-K. Rota, *Encyclopedia of Mathematics and its Applications* (pp. 1-411). New York: Cambridge University Press.
90. Roche, C. (1999). *Impact Assessment for Development Agencies: Learning to Value Change*. Oxford, UK: Oxfam GB.
91. Roy, B., & Bouyssou, D. (1993). *Aide multicritere a la decision: methodes et cas*. Paris: Economica.

92. Ruf, B. M., Muralidhar, K., & Paul, K. (1998). The development of a systematic, aggregate measure of corporate social performance. *J Manag*, 24, 119–133.
93. Saaty, T. L. (1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of mathematical psychology*, 15(3), 234-281.
94. Saisana, M., Saltelli, A., & Tarantola, S. (2005). Uncertainty and sensitivity analysis techniques as tool for quality assessment of composite indicators. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A, Statistics in Society*, 168(2), 307-323. doi:10.1111/j.1467-985X.2005.00350.x
95. Saltelli, A. (2007). Composite Indicators between Analysis and Advocacy. *Social Indicators research*, 81(1), 65-77.
96. Saltelli, A., Tarantola, S., & Campolongo, F. (2000). Sensitivity analysis as an ingredient of modelling. *Statistical Science*, 15(4), 377-395.
97. Schiavo-Campo, S., & Tommasi, D. (1999). *Managing Government Expenditure*. Manila: Asian Development Bank.
98. Schultze, W., & Trommer, R. (2011). The Concept of Environmental Performance and Its Measurement in Empirical Studies. *Journal of Management Control*, 22(4), 375-412. doi:10.1007/s00187-011-0146-3
99. Selvik, J. T., Bansal, S., & Abrahamsen, E. B. (2021). On the use of criteria based on the SMART acronym to assess quality of performance indicators for safety management in process industries. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 70. doi:https://doi.org/10.1016/j.jlp.2021.104392
100. Sharpe, A. (2004). *Literature Review of Frameworks for Macro-indicators*. Ottawa: Center for Study of Living Standards. Retrieved from <http://www.csls.ca/reports/LitRevMacro-indicators.pdf>
101. Shete, S. S. (1990). *Some issues in personnel administration in a public utility system*. Kolhapur (Master Thesis): Shivaji University. Retrieved from <http://ir.unishivaji.ac.in:8080/jspui/handle/123456789/552>
102. Simon, J.-P. (1993). The origins of US public utilities regulation: elements for a social history of networks. *FLUX Cahiers scientifiques internationaux Réseaux et Territoires*(11), 33-40.
103. Simović, V. (1966). *Komunalni sistem i komunalna politika*. Beograd: Naučna knjiga.
104. Simpson, G., Jewitt, G. P., Becker, W., Badenhorst, J., Masia, S., Neves, A. R., & Pascual, V. (2022). The Water-Energy-Food Nexus Index: A Tool to Support Integrated Resource

- Planning, Management and Security. *Front. Water*, 4, 825854. doi:10.3389/frwa.2022.825854
105. Sinsomboonthong, S. (2022). Performance Comparison of New Adjusted Min-Max with Decimal Scaling and Statistical Column Normalization Methods for Artificial Neural Network Classification. *International Journal of Mathematics and Mathematical Sciences*. doi:<https://doi.org/10.1155/2022/3584406>
 106. Smarter Solutions, Inc. (2023). *Enterprise Performance Reporting System Software*. Retrieved from <https://smartersolutions.com/redyellowgreen-scorecards-what-should-the-colors-mean.html/>
 107. Soppe, G., Nils, J., & Scarlett, P. (2018). *Water Utility Turnaround Framework: A Guide for Improving Performance*. Washington, DC: World Bank.
 108. Spiller, P. T., & Tommasi, M. (2005). The Institutions of Regulation: An Application to Public Utilities. In C. M. (ed.), *Handbook of New Institutional Economics* (pp. 513-543). Springer: Springer Books. doi:10.1007/0-387-25092-1_21
 109. SRPS EN ISO 14015:2023. *Менаџмент животном средином – Смернице за оцењивање „due diligence” у вези са животном средином*. Београд: Институт за стандардизацију Србије.
 110. SRPS EN ISO 14031:2021. *Менаџмент животном средином – Вредновање перформанси животне средине – Смернице*. Београд: Институт за стандардизацију Србије.
 111. SRPS ISO 14031:2016. *Менаџмент животном средином – Вредновање перформанси животне средине – Смернице*. Београд: Институт за стандардизацију Србије.
 112. SYSTEMIQ and Ellen MacArthur Foundation. (2017). *Achieving 'growth within'*. Retrieved from <https://emf.thirdlight.com/file/24/kLSzgotk1M5rWRkLbG2kL2lLay/Achieving%20%27growth%20within%27.pdf>
 113. Toninelli, P. A. (2000). *The rise and fall of state-owned enterprise in the Western world*. New York: Cambridge University Press.
 114. Tóth, G. (2003). Evaluation of Environmental performance of companies. *Society and Economy*, 25(3), 383–402. doi:10.1556/SocEc.25.2003.3.7
 115. Troesken, W. (2006). Regime Change and Corruption. A History of Public Utility Regulation. In E. L. Glaeser, & C. Goldin, *Corruption and Reform: Lessons from America's Economic History* (pp. 259-281). University of Chicago Press. Retrieved from <http://www.nber.org/chapters/c9986>
 116. Troxel, E. (1947). *Economics of Public utilities*. New York: Rinehart & company, inc.

117. UNEP. (2009). *Developing Integrated Solid Waste Management Plan, Training Manual, Volume 4: ISWM Plan*. International Environmental Technology Centre, Division of Technology, Industry and Economics. Osaka, Japan: United Nations Environment Programme.
118. UNEP. (2015). *Global Waste Management Outlook*. Osaka, Japan: UNEP DTIE International Environmental Technology Centre.
119. UNEP. (2018). *Make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable*. Retrieved from <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/25763>
120. UN-HABITAT. (2022). *The Global Urban Monitoring Framework: A Guide for urban monitoring of SDGs and NUA and other urban-related thematic or local, national and global frameworks*. Nairobi, Kenya: United Nations Human Settlements Programme.
121. UNICEF. (2016). *Strategy for Water, Sanitation and Hygiene 2016-2030*. New York: United Nations Children's Fund.
122. UNICEF and WHO. (2009). *Diarrhea: Why Children are Still Dying and What Can Be Done*. Geneva: United Nations Children's Fund and World Health Organization.
123. UNICEF and WHO. (2015). *Progress on Sanitation and Drinking Water – 2015 Update and MDG Assessment*. New York: United Nations Children's Fund and World Health Organization.
124. United Nations. (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. New York: United Nations Publishing.
125. United Nations. (2023). *The Sustainable Development Goals Report 2023: Special edition Towards a Rescue Plan*. New York: United Nations Publications.
126. USAID. (2017). *FFP Indicators Handbook, Part II: Annual Monitoring Indicators*. Washington, D.C.: United States Agency for International Development.
127. Vogel, W., & Kalb, H. (2010). *Large-Scale Solar Thermal Power*. KGaA, Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co.
128. Vranjanac, Ž. (2020). Overview of indicator development in the fields of sustainable development and environmental protection. *Facta Universitatis, Series: Working and Living Environmental Protection*, 16(3), 193-198.
doi:<https://doi.org/10.22190/FUWLEP1903193V>
129. Vranjanac, Ž., & Rađenović, Ž. (2023). Public Utility System Evolution: Hierarchical Clustering Pricing Procedure. In J. Gjorchev, S. Malcheski, T. Rađenović, D. Vasović, & S. Živković, *Transformation and Efficiency Enhancement of Public Utilities Systems: Multidimensional Aspects and Perspectives* (pp. 62-88). IGI Global.

130. Vranjanac, Ž., Rađenović, Ž., Rađenović, T., & Živković, S. (2023). Modeling circular economy innovation and performance indicators in European Union countries. *Environ Sci Pollut Res Int.*, 30(34), 81573-81584. doi:10.1007/s11356-023-26431-5
131. Vranjanac, Ž., Velimirović, L., & Stanković, M. (2022). Guideline for Constructing Composite Indicators that measure Circular Economy performance. *Facta Universitatis, Series: Working and Living Environmental Protection*, 19(1), 001-007. doi:https://doi.org/10.22190/FUWLEP2201001V
132. Vujić, G., & Brunner, P. H. (2009). *Održivo upravljanje otpadom - Sustainable waste management*. Novi Sad, Serbia: Fakultet tehničkih nauka.
133. Wagner, M. (2005). How to reconcile environmental and economic performance to improve corporate sustainability. Corporate environmental strategies in the European paper industry. *J Environ Manag*, 76, 105–118.
134. Wagner, M. (2009). Innovation and competitive advantages from the integration of strategic aspects with social and environmental management in European firms. *Bus. Strategy Environ*, 18, 291–306.
135. Wang, L. X. (2019). A Dynamic Analysis to Evaluate the Environmental Performance of Cities in China. *Sustainability*, 10(3), 862. doi:doi:10.3390/su10030862
136. WHO. (2018). *Global Reference List of 100 Core Health Indicators (plus health-related SDGs)*. Geneva: World Health Organization.
137. WHO. (2021). Solid waste. In *Compendium of WHO and other UN guidance on health and environment*. (pp. 1-4). Geneva: World Health Organization. Retrieved from https://cdn.who.int/media/docs/default-source/who-compendium-on-health-and-environment/who_compendium_chapter4_v2_01092021.pdf?sfvrsn=b4e99edc_5
138. WHO and UNICEF. (2017). *Progress on Drinking Water, Sanitation and Hygiene: 2017 Update and SDG Baselines*. Geneva: World Health Organization and the United Nations Children's Fund.
139. Wood, D. (2010). Measuring corporate social performance. A review. *Int J Manag Rev*, 12, 50-84.
140. Агенција за заштиту животне средине. (2021). *Управљање отпадом у Републици Србији у периоду 2011-2020. године*. Београд: Министарство заштите животне средине. Преузето са: https://www.sepa.gov.rs/download/Upravljanje_otpadom_2011-2021.pdf
141. Васовић, Д. (2016). *Хибридни модел управљања капацитетом животне средине. Докторска дисертација*. Ниш: Факултет заштите на раду у Нишу.

142. Вељковић, Н. (2000). *Индикатори квалитета површинских вода са аспекта интегралног управљања одрживим индустријским и урбаним развојем у сливу Јужне мораве*, Магистарски рад. Ниш: Факултет заштите на раду у Нишу.
143. Вељковић, Н. (2004). *Индекс развоја екоагломерација као индикатор одрживог развоја*. Докторска дисертација. Ниш: Факултет заштите на раду у Нишу.
144. Гавриловић, Д. (2017). *Општине и региони у Републици Србији, 2017*. Београд: Републички завод за статистику. Преузето са:
<https://www.stat.gov.rs/publikacije/publication/?p=10855>
145. Гавриловић, Д. (2018). *Општине и региони у Републици Србији, 2018*. Београд: Републички завод за статистику. Преузето са:
<https://www.stat.gov.rs/publikacije/publication/?p=11634>
146. Гавриловић, Д. (2019). *Општине и региони у Републици Србији, 2019*. Београд: Републички завод за статистику. Преузето са:
<https://www.stat.gov.rs/publikacije/publication/?p=12234>
147. Гавриловић, Д. (2020). *Општине и региони у Републици Србији, 2020*. Београд: Републички завод за статистику. Преузето са:
<https://www.stat.gov.rs/publikacije/publication/?p=12795>
148. Гавриловић, Д. (2021). *Општине и региони у Републици Србији, 2021*. Београд: Републички завод за статистику. Преузето са:
<https://www.stat.gov.rs/publikacije/publication/?p=13352>
149. Димитријевић, П., Вучетић, Д., & Вучковић, Ј. (2013). *Систем локалне самоуправе- норма и процес*. Ниш: Медивет.
150. Доброта, М. (2015). *Статистички приступ формирању композитних индикатора заснован на Ивановићевом одстојању*. Докторска дисертација. Београд: Факултет организационих наука.
151. Достанић, Д. (2019). *Еко-билтен 2018*. Београд: Републички завод за статистику. Преузето са: <https://www.stat.gov.rs/publikacije/publication/?p=12153>
152. Достанић, Д. (2020). *Еко-билтен 2019*. Београд: Републички завод за статистику. Преузето са: <https://www.stat.gov.rs/publikacije/publication/?p=12761>
153. Достанић, Д. (2021). *Еко-билтен 2020*. Београд: Републички завод за статистику. Преузето са: <https://www.stat.gov.rs/publikacije/publication/?p=13298>
154. Достанић, Д., Вигњевић, А., Цукавац, Н., Кржалић, М. Б., Исаиловић, Г., & Радојковић, М. (2017). *Еко-билтен 2016*. Београд: Републички завод за статистику. Преузето са: <https://www.stat.gov.rs/publikacije/publication/?p=10827>

155. Достанић, Д., Вигњевић, А., Цукавац, Н., Кржалић, М. Б., & Исаиловић, Г. (2018). *Еко-билтен 2017*. Београд: Републички завод за статистику. Преузето са: <https://www.stat.gov.rs/publikacije/publication/?p=11585>
156. Ђорђевић, Љ., Речич, Н., Радовановић, Н., & Јовановић, Г. (2021). *Управљање отпадом у Републици Србији у периоду 2011-2020. године*. Београд: Агенција за заштиту животне средине. Преузето са: http://www.sepa.gov.rs/download/UpravljanjeOtpadomRS_2011_2020.pdf
157. Ђурановић, С. (2017). *Извештај о квалитету отпадних и површинских вода (реципијената) и хигијенско-санитарном стању депонија на територији Републике Србије на основу испитивања извршених у мрежи институција јавног здравља у 2016. години*. Београд: Институт за јавно здравље Србије „Др Милан Јовановић Батут”, Центар за хигијену и хуману екологију. Преузето са: <https://www.batut.org.rs/download/izvestaji/Izvestaj%20otpadne%20vode%202016.pdf>
158. Ђурановић, С. (2019). *Извештај о квалитету отпадних и површинских вода (реципијената) и хигијенско-санитарном стању депонија на територији Републике Србије на основу испитивања извршених у мрежи институција јавног здравља у 2018. години*. Београд: Институт за јавно здравље Србије „Др Милан Јовановић Батут”, Центар за хигијену и хуману екологију. Преузето са: <https://www.batut.org.rs/download/izvestaji/Izvestaj%20otpadne%20vode%202018.pdf>
159. Ђурановић, С., Ранчић, М., & Ракић, М. (2018). *Извештај о квалитету отпадних и површинских вода (реципијената) и хигијенско-санитарном стању депонија на територији Републике Србије на основу испитивања извршених у мрежи институција јавног здравља у 2017. години*. Београд: Институт за јавно здравље Србије „Др Милан Јовановић Батут”, Центар за хигијену и хуману екологију. Преузето са: <https://www.batut.org.rs/download/izvestaji/Izvestaj%20otpadne%20vode%202017.pdf>
160. Жугић, С., & Глигоријевић, И. (2020). *Приручник за комуналну инспекцију јединица локалне самоуправе*. Београд: Стална конференција градова и општина – Савез градова и општина Србије.
161. *Извештај о обављању комуналних делатности на територији Републике Србије у 2016. години*. (2017). Београд: Министарство грађевинарства, саобраћаја и инфраструктуре. Преузето са: <https://www.mgsi.gov.rs/lat/dokumenti/izvestaji-o-obavljanju-komunalnih-delatnosti>
162. *Извештај о обављању комуналних делатности на територији Републике Србије у 2017. години*. (2018). Београд: Министарство грађевинарства, саобраћаја и

- инфраструктуре. Преузето са: <https://www.mgsi.gov.rs/lat/dokumenti/izvestaji-obavljaju-komunalnih-delatnosti>
163. *Извештај о обављању комуналних делатности на територији Републике Србије у 2018. години.* (2019). Београд: Министарство грађевинарства, саобраћаја и инфраструктуре. Преузето са: <https://www.mgsi.gov.rs/lat/dokumenti/izvestaji-obavljaju-komunalnih-delatnosti>
164. *Извештај о обављању комуналних делатности на територији Републике Србије у 2019. години.* (2020). Београд: Министарство грађевинарства, саобраћаја и инфраструктуре. Преузето са: <https://www.mgsi.gov.rs/lat/dokumenti/izvestaji-obavljaju-komunalnih-delatnosti>
165. *Извештај о обављању комуналних делатности на територији Републике Србије у 2020. години.* (2021). Београд: Министарство грађевинарства, саобраћаја и инфраструктуре. Преузето са: <https://www.mgsi.gov.rs/lat/dokumenti/izvestaji-obavljaju-komunalnih-delatnosti>
166. *Извештај о обављању комуналних делатности на територији Републике Србије у 2021. години.* (2022). Београд: Министарство грађевинарства, саобраћаја и инфраструктуре. Преузето са: <https://www.mgsi.gov.rs/lat/dokumenti/izvestaji-obavljaju-komunalnih-delatnosti>
167. Јанкес, Г., Танасић, Н., Стаменић, М., Симоновић, Т., Петковић, Н., Николић, А., Салета, М. (2017). Анализа могућности унапређења енергетске ефикасности код топлана и индустријских котларница на угаљ. *Научно-стручни симпозијум Енергетска ефикасност-ENEf 2017* (pp. 185-189). Бања Лука: Електротехнички факултет.
168. Јовичић, М. (2006). Композитни индекс – Магистрала мултикритеријумске анализе. Одговор на осврт „Картографија странпутица на тржишту рада“. *Економски анали*, 171.
169. Карамарковић, В., Рамић, Б., Стаменић, М., Матејић, М., Ђукановић, Д., Стефановић, М., Кљајић, М. (2007). *Упутство за израду енергетских биланса у општинама*. Београд: Министарство рударства и енергетике Републике Србије. Преузето са: <https://arhiva.mre.gov.rs/doc/efikasnost-izvori/03%20Uputstvo%20za%20izradu%20energetskih%20bilansa%20u%20opstinama.pdf>
170. Кнежевић, Т. (2017). *Извештај о здравственој исправности воде за пиће јавних водовода и водних објеката у Републици Србији за 2016. годину*. Београд: Институт за

- јавно здравље Србије „Др Милан Јовановић Батут”, Центар за хигијену и хуману екологију.
171. Кнежевић, Т. (2018). *Извештај о здравственој исправности воде за пиће јавних водовода и водних објеката у Републици Србији за 2017. годину*. Београд: Институт за јавно здравље Србије „Др Милан Јовановић Батут”, Центар за хигијену и хуману екологију.
172. Кнежевић, Т. (2019). *Извештај о здравственој исправности воде за пиће јавних водовода и водних објеката у Републици Србији за 2018. годину*. Београд: Институт за јавно здравље Србије „Др Милан Јовановић Батут”, Центар за хигијену и хуману екологију.
173. Кнежевић, Т. (2020). *Извештај о здравственој исправности воде за пиће јавних водовода и водних објеката у Републици Србији за 2019. годину*. Београд: Институт за јавно здравље Србије „Др Милан Јовановић Батут”, Центар за хигијену и хуману екологију.
174. Кнежевић, Т. (2021). *Извештај о здравственој исправности воде за пиће јавних водовода и водних објеката у Републици Србији за 2020. годину*. Београд: Институт за јавно здравље Србије „Др Милан Јовановић Батут”, Центар за хигијену и хуману екологију.
175. Крстовић, С., Покимица, Н., Радовић, Т., Ђокић, Н., Лаловић, Б., Цветић, П., & Јовановић, М. (2020). *Стање у области управљања отпадним водама*. Београд: NALED. Преузето са: <https://naled.rs/htdocs/Files/07050/Analiza-360-Stanje-u-oblasti-upravljanje-otpadnim-vodama.pdf>
176. Марошек, Ј., Зупан, С., Велцин, К., Билић, З., & Маринковић, А. (2012). *Мониторинг и евалуација стратегија локалног одрживог развоја*. Београд: Програм подршке општинама ИРА 2007 „Добра управа, планирање и пружање услуга“ и Досије студио д.о.о. Преузето са: <http://indicator.sepa.gov.rs/slike/pdf/o-indikatorima/prirucnik-lor>
177. Милутиновић, С. (2004). *Урбанизација и одрживи развој*. Ниш: Факултет заштите на раду у Нишу.
178. Митић, Д. (2008). *Енергија*. Ниш: Машински факултет у Нишу.
179. Михајлов, А. (2010). *Основе аналитичких инструмената у области животне средине*. Сремска Каменица: Универзитет Едуконс.
180. Настић, С. (2014). Примена бенчмаркинг концепта у циљу повећања ефикасности јавних предузећа. *Пословна економија*, 8(2), 203-222.

181. Настић, С. (2015). *Поређење показатеља успешности у јавним предузећима*. Докторска дисертација. Београд: Универзитет привредна академија у Новом Саду, Факултет за примењени менаџмент, економију и финансије.
182. Покимица, Н., и сарадници. (2020). *Водич за пречишћавање отпадних вода*. Београд: NALED.
183. Пословно удружење „Топлане Србије“. (2019). *Извештај о раду система даљинског грејања у Републици Србији за 2018. годину*. Шабац.
184. Пословно удружење „Топлане Србије“. (2020). *Извештај о раду система даљинског грејања у Републици Србији за 2019. годину*. Шабац.
185. Пословно удружење „Топлане Србије“. (2021). *Извештај о раду система даљинског грејања у Републици Србији у 2020. години*. Шабац.
186. Рађеновић, Ж. (2018). *Развој и имплементација система за подршку електронском пословању здравствених организација*. Докторска дисертација. Ниш: Економски факултет.
187. Рађеновић, Т. (2017). *Интелектуални капитал као детерминанта унапређења конкурентности предузећа у Републици Србији*. Докторска дисертација. Ниш: Економски факултет.
188. РЗС. (2021). *Статистички годишњак Републике Србије*. Београд: Републички завод за статистику.
189. Савић, С., Станковић, М., & Јанаћковић, Г. (2021). *Теорија система и ризика – Системност у контексту менаџмента ризиком*. Београд: Академска мисао. Ниш: Факултет заштите на раду у Нишу.
190. Филиповић, М., & Крњета, Л. (2013). *Јединствена методологија за одређивање цене комуналних услуга*. Београд: Стална конференција градова и општина – Савез градова и општина Србије.
191. Фурунџић, С. Д., Иваниш, Д., & Фурунџић, С. Б. (2016). Пример организације обједињеног комуналног предузећа. 4. *Међународна конференција Савремена достигнућа у грађевинарству*, (pp. 1037-1046). Суботица.

Закони и остала акта:

1. Агенција за заштиту животне средине. (2023). *Национални регистар извора загађивања*. Преузето са:
<https://www.nriz.sepa.gov.rs/TeamsPublic/teamssr.aspx?FormName=WasteGeneratedperYearForm>
2. Генерални план Вршца. Преузето са:
<http://www.vrsac.com/Page.aspx?Lang=cir&Page=PlanoviProjekti&Pid=4>
3. Генерални план Зрењанина 2006-2026 („Сл. лист града Зрењанина“, бр. 24/08 и 17/09). Преузето са: <https://www.zrenjanin.rs/sr/e-uprava/urbanizam/planski-dokumenti/generalni-urbanisticki-plan>
4. Генерални урбанистички план „Крагујевац 2030“. Преузето са:
<https://kragujevac.ls.gov.rs/extfile/sr/574/59/p%20d%20f%20jedinstven%20plan.pdf>
5. Генерални урбанистички план Београда („Сл. лист града Београда“ бр. 11/16). Преузето са: <https://www.beoland.com/planovi/gup-beograda/>
6. Генерални урбанистички план Бора. Преузето са: https://bor.rs/wp-content/uploads/2018/02/Књига-I_Plan.pdf
7. Генерални урбанистички план Врања. Преузето са:
http://www.europisi.com/dokumenti/GUP_VR_32-2020.pdf
8. Генерални урбанистички план града Ваљева („Сл. гласник града Ваљева“, бр. 05/13). Преузето са: <https://www.valjevo.rs/generalni-urbanisticki-plan-grada-valjeva/>
9. Генерални урбанистички план града Јагодине. Преузето са:
<https://www.jagodina.org.rs/lokalna-samouprava/dokumenta-urbanizam/urbanisticki-planovi/>
10. Генерални урбанистички план града Крушевца. Преузето са:
<https://krusevac.ls.gov.rs/vazeci-generalni-urbanisticki-plan-grada-krusevca/>
11. Генерални урбанистички план града Сомбора („Сл. лист општине Сомбор“, бр. 5/2007 и „Сл. лист Града Сомбора“, бр. 13/2019-испр.техн.гр., 26/2020-испр.техн.гр., 11/ 2021-испр.техн.гр. и 6/2022-испр.техн.гр.). Преузето са:
https://www.prostorsombor.rs/uploads/urbs/gup/gup_grada_sombora_rani_javuvid.pdf
12. Генерални урбанистички план града Сремска Митровица. Преузето са:
<https://urbanizamsm.rs/generalni-urbanisticki-plan-grada-sremska-mitrovica/>
13. Генерални урбанистички план града Ужица 2011-2020. Преузето са:
<https://uzice.rs/generalni-urbanisticki-plan-grada-uzica/>

14. Генерални урбанистички план града Чачка 2015. Преузето са:
https://www.cacak.org.rs/userfiles/files/Urbanizam/Tekst_GUP.pdf
15. Генерални урбанистички план Кикинде ("Сл. лист општине Кикинда", бр. 26/2014).
Преузето са:
<http://www.kikinda.org.rs/index.php?language=lat&page=ogradu&option=urbanizam>
16. Генерални урбанистички план Краљево 2020. Преузето са: <https://www.kraljevo.rs/wp-content/uploads/2020/05/TEKSTUALNI-DEO.pdf#page=3>
17. Генерални урбанистички план Лесковца од 2010. до 2020. године. Преузето са:
<https://novi.gradleskovac.org/generalni-urbanisticki-plan-na-vebu/>
18. Генерални урбанистички план Ниша 2010-2025. Преузето са:
https://www.zurnis.rs/documents/kml_data/planovi/nis/gup/gup_nisa_tekst.pdf
19. Генерални урбанистички план Нови Пазар 2020. Преузето са: <https://urbanizamnp.rs/>
20. Генерални урбанистички план Панчева („Сл. лист града Панчева“, бр. 23/2012).
Преузето са: http://arhiva.pancevo.rs/documents/sl_1503.pdf
21. Генерални урбанистички план Пожаревца. Преузето са: <https://pozarevac.rs/generalni-urbanisticki-plan-pozarevca/>
22. Генерални урбанистички план Смедерева („Сл. лист града Смедерева“, бр. 10/2012 и 1/2018).
23. Генерални урбанистички план Суботица-Палић до 2030. године („Сл. лист Града Суботице“, бр. 29/2018). Преузето са: <https://www.subotica.rs/index/page/lg/sr/id/9635>
24. Директива о депонијама (99/31/ ЕС).
25. Директива о индустријским емисијама (интегрисано спречавање и контрола загађења) (2010/75/EU).
26. Директива о квалитету воде намењене за људску потрошњу (98/83/ЕС).
27. Директива о отпаду и стављању ван снаге неких директива (2008/98/ЕС).
28. Директива о пречишћавању урбаних отпадних вода (91/271/ЕЕС).
29. Дирекција за воде. (2023). *Програм интегрисаног развоја коридора Саве и Дрине – План управљања животном средином и социјалним питањима за Пројекат регулације реке Рашке у Новом Пазару rkm 0+000 до rkm 2+598.47 (L = 2.598 km)*. Београд: Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде. Преузето са:
https://rdvode.gov.rs/doc/ESMP_NP_Ra%C5%A1ka_SRP.pdf
30. Закон о водама („Сл. гласник РС” бр. 30/10, 93/12, 101/16, 95/2018 и 95/2018 - др. закон).
31. Закон о енергетици („Сл. гласник РС“, бр. 145/2014, 95/2018 - др. закон и 40/2021, 35/2023 – др. закон и 62/2023).

32. Закон о заштити животне средине („Сл. гласник РС“, бр. 135/2004, 36/2009, 36/2009 - др. закон, 72/2009 - др. закон, 43/2011 – одлука УС, 14/2016, 76/2018 и 95/2018 – др. закон).
33. Закон о јавној својини („Сл. гласник РС“, бр. 72/2011, 88/2013, 105/2014, 104/2016 - др. закон, 108/2016, 113/2017, 95/2018 и 153/2020).
34. Закон о јавној својини („Сл. гласник РС“, бр. 72/2011, 88/2013, 105/2014, 104/2016 - др. закон, 108/2016, 113/2017, 95/2018 и 153/2020).
35. Закон о класификацији делатности („Сл. гласник РС“, бр. 104/2009).
36. Закон о комуналним делатностима („Сл. гласник РС“, бр. 88/2011, 104/2016 и 95/2018).
37. Закон о локалној самоуправи („Сл. гласник РС“, бр. 129/2007, 83/2014 - др. закон, 101/2016 - др. закон, 47/2018 и 111/2021 - др. закон).
38. Закон о територијалној организацији Републике Србије („Сл. гласник РС“, бр. 129/2007, 18/2016, 47/2018 и 9/2020 - др. Закон).
39. Закон о управљању отпадом („Сл. гласник РС“, бр. 36/2009, 88/2010, 14/2016, 95/2018 – др.закон и 35/2023).
40. Извештај о раду и пословању ЈКП „Водовод“ Лесковац за период од 01.01.2020. - 31.12.2020. године. (2021). Преузето са:
<https://www.vodovodle.rs/dokumenta/2020/izvestaj%20o%20radu/Izvestaj%20o%20radu%201.1.-31.12.2020%20overen.pdf>
41. Извештај о стратешкој процени утицаја Плана детаљне регулације регионалног центра за управљање отпадом у Кикинди на животну средину. (2013). Преузето са:
<http://www.kikinda.org.rs/Images/UserFiles/File/ogradu/urbanizam/planovidetaljneregulacije/regionalnaDeponijaStrateska.pdf>
42. ЈКП „Градска чистоћа“ Нови Пазар. (2021). *Извештај о пословању предузећа за 2020. годину*. Преузето са: <https://www.jkpgradskacistoca.rs/assets/files/20-JKP-CISTOCA-Izvestaj-o-radu-za-2020.pdf>
43. ЈУГИНУС. (2021). Извештај о стратешкој процени утицаја плана детаљне регулације за уређење дела горњег тока реке штире у Лозници. Београд: Југословенски институт за урбанизам и становање ДОО. Преузето са:
<https://www.loznica.rs/cms/mestoZaUploadFajlove/PDR%20uredjenje%20reke%20Stire3.%20Izvestaj%20o%20SPU%20reka%20Stira.pdf>
44. Локални план за управљање отпадом у Крушевцу. (2010). Преузето са:
<http://www.sepa.gov.rs/download/UpravOtpad/KrusevacLPUO.pdf>

45. Локални план управљања комуналним отпадом за општину Вршац. (2010). Преузето са: <http://www.sepa.gov.rs/download/UpravOtpad/VrsacLPUO.pdf>.
46. Локални план управљања отпадом града Лесковца (2021-2030). Преузето са: http://www.skgo.org/storage/app/uploads/public/165/182/185/1651821858_LESKOVAC_new_WEB.pdf
47. Локални план управљања отпадом града Пирота. (2020). Преузето са: <http://www.sepa.gov.rs/download/UpravOtpad/PirotLPUO.pdf>
48. Локални план управљања отпадом за период 2010-2020. град Јагодина. (2010). Преузето са: <http://www.sepa.gov.rs/download/UpravOtpad/JagodinaLPUO.pdf>
49. Локални план управљања отпадом за територију града Суботице за период од 2018. до 2028. године. Преузето са: https://www.subotica.rs/documents/zivotna_sredina/Dokumenti/lpuo-su-sr-lat.pdf
50. Локални план управљања отпадом на територији града Лесковца за период 2010. – 2020. (2010). Преузето са: <http://www.sepa.gov.rs/download/UpravOtpad/LeskovacLPUO.pdf>.
51. Одлука о градској канализацији („Сл. гласник града Лесковца“, бр. 14/2009 и 20/2011). Преузето са: http://demo.paragraf.rs/demo/combined/Old/t/t2011_10/t10_0083.htm
52. Оквирна директива о водама (2000/60/ЕС). Преузето са: http://www.sepa.gov.rs/download/strano/OkvirnaDirektivaOvodamaEU_prectekst.pdf
53. План генералне регулације града Зајечара бр. 1, бр. 2 и бр. 3. Преузето са: <http://www.zajecar.info/dokumenti/urbanisticki-dokumenti>
54. План генералне регулације за насељено место Лозница. Преузето са: <https://loznica.rs/dokumenti/planiranje-i-izgradnja-dokumenta/planovi/>
55. План генералне регулације Прокупља („Сл. лист Општине Прокупље“ бр. 3 од 26.03.2014. године; број 06-11/2014-02 одлука УС). Преузето са: <https://prokuplje.org.rs/planiranje-i-izgradnja/>
56. План развоја АП Војводине 2022-2030. година. *Анализа постојећег стања - Заштита животне средине*. Преузето са: <https://www.planrazvojaapv.rs/wp-content/uploads/2021/12/Zastita-zivotne-sredine-cir.pdf>
57. План управљања отпадом општине Кикинда за период од 2010. до 2020. године. (2010). Преузето са: http://www.kikinda.org.rs/Images/UserFiles/File/Obavestenja%20SO/PLAN_UPRAVLJANJA_OTPADOM_KIKINDA.pdf

58. Пословно удружење „Топлане Србије“. (2016). *Извод из опитних података система даљинског грејања*. Преузето са:
<https://www.sol-production.com/client/toplane/sr/publikacije>
59. Пословно удружење „Топлане Србије“. (2017). *Извод из опитних података система даљинског грејања*. Преузето са:
<https://www.sol-production.com/client/toplane/sr/publikacije>
60. Правилник о категоријама, испитивању и класификацији отпада („Сл. гласник РС“, бр. 56/2010, 93/2019 и 39/2021).
61. Правилник о методологији за израду националног и локалног регистра извора загађивања, као и методологији за врсте, начине и рокове прикупљања података („Сл. гласник РС“, бр. 91/10, 10/13, 98/16 и 72/23).
62. Правилник о националној листи индикатора заштите животне средине („Сл. Гласник РС“, бр. 37/2011).
63. Правилник о начину вођења и изгледу евиденције депонија и сметлишта на подручју јединице локалне самоуправе („Сл. гласник РС“, бр. 18/2018).
64. Правилник о начину и условима за мерење количине и испитивање квалитета отпадних вода и садржини извештаја о извршеним мерењима („Сл. Гласник РС“, бр. 33/2016).
65. Правилник о начину одређивања и одржавања зона санитарне заштите изворишта водоснабдевања („Сл. гласник РС“, бр. 92/2008).
66. Правилник о хигијенској исправности воде за пиће („Сл. лист СРЈ“, бр. 42/98 и 44/99 и „Сл. гласник РС“, бр. 28/2019).
67. Правилник о хигијенској исправности воде за пиће („Сл. лист СРЈ“, бр. 42/98 и 44/99 и „Сл. гласник РС“, бр. 28/2019).
68. Програм пословања Јавног предузећа „Водовод и канализација“ Лозница за 2019. годину. Преузето са: <https://www.vikloznica.rs/wp-content/uploads/2019/02/program-poslovanja-2019.pdf>
69. Програм пословања ЈКП „Наиссус“ Ниш за 2019. годину. Преузето са: <https://jkpnaissus.co.rs/wp-content/uploads/2019/08/Program-poslovanja-za-2019-godinu.pdf>
70. Програм управљања отпадом у Републици Србији за период 2022 - 2031. године. Преузето са:
https://www.ekologija.gov.rs/sites/default/files/2022-02/program_upravljanja_otpadom_u_rs_za_period_2022-2031._god_0_2.pdf
71. Просторни план града Пирота. Преузето са: <https://www.jpplanpirot.rs/2020/07/15//>

72. Просторни план града Шапца. Преузето са: <https://sabac.rs/dokumenta/planska-dokumenta-grad-a-sapca/>
73. Просторни план Новог Сада. Преузето са: <http://www.nsurbanizam.rs/gpns>
74. Регионални план управљања отпадом за град Суботицу и општине Бачка Топола, Мали Иђош, Сента, Чока, Кањижа и Нови Кнежевац за период од 2018-2028. године. Преузето са:
http://www.sepa.gov.rs/download/UpravOtpad/RPUO_SuboticaBacKaTopolaMaliIdjosKanji zaSentaCokaNoviKnezevac.pdf.
75. Регионални план управљања отпадом за период од 2010. до 2020. године Општина Кикинда, Општина Ада, Општина Бечеј, Општина Нови Бечеј. (2013). Преузето са:
http://www.sepa.gov.rs/download/UpravOtpad/RPUO_KikindaAdaBecejNoviBecej.pdf
76. Стратегија развоја урбаног подручја града Шапца (нацрт). (2023). Преузето са:
<https://portal.sabacgis.org/portal/sharing/rest/content/items/352d39133c6341089a8ca0c5b1c338e1/data>
77. Уредба о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање („Сл. гласник РС“, бр. 67/11, 48/12 и 01/2016).
78. Уредба о класификацији делатности („Сл. гласник РС“, бр. 54/2010).
79. Уредба о начину и условима за отпочињање обављања комуналних делатности („Сл. гласник РС“, бр. 13/2018, 66/2018 и 51/2019).
80. Уредба о одлагању отпада на депоније („Сл. гласник РС“, бр. 92/2010).
81. Уредба о садржини и начину вођења евиденције привредних субјеката који обављају одређену комуналну делатност („Сл. гласник РС“, број 94/2019).
82. Уредба о утврђивању Методологије за одређивање цене снабдевања крајњег купца топлотном енергијом („Сл. гласник РС“, бр. 63/15).
83. Устав Републике Србије („Сл. гласник РС“ бр. 98/2006 и 115/2021).

Web адресe:

1. <http://bioresproject.eu/index.php/market-information/?lang=sr>. (2023, 11 05).
2. <http://devinfo.stat.gov.rs/Opstine/libraries.aspx/Home.aspx>. (2023, 10 11).
3. <http://indicator.sepa.gov.rs/>. (2023, 11 01).
4. http://www.sepa.gov.rs/download/Izvestaj_2020.pdf. (2022, 08 21).
5. <https://connect.arcadis.com/Sustainable-Cities-Index>. (2023, 11 22).
6. <https://data.stat.gov.rs/Home/Result/190101?languageCode=sr-Cyrl#>. (2023, 11 08).
7. <https://data.unhabitat.org/pages/city-prosperity-index>. (2023, 11 22).
8. <https://epi.yale.edu/>. (2023, 11 22).
9. <https://innovation-cities.com>. (2023, 11 22).
10. https://iss.rs/sr_Cyrl/term/show/534. (2023, 11 22).
11. <https://nstoplana.rs/kraj-grejne-sezone-20182019-godine/>. (2024, 01 24).
12. <https://oehha.ca.gov/calenviroscreen/indicator/solid-waste-sites-and-facilities>. (2023, 11 11).
13. <https://rdvode.gov.rs/direktive-eu-primena-okvirne-direktive.php>. (2023, 10 25).
14. <https://rdvode.gov.rs/podzakonska-akta.php>. (2023, 10 25).
15. <https://sistem48.gradleskovac.org/>. (2024, 01 28).
16. <https://skupstina.novisad.rs/wp-content/uploads/2018/05/sl-21-2018.pdf>. (2024, 01 29).
17. <https://www.batut.org.rs/download/izvestaji/>. (2023, 10 11).
18. <https://www.eia.gov/energyexplained/use-of-energy/energy-indicators.php>. (2023, 10 24).
19. <https://www.ekologija.gov.rs/sites/default/files/inline-files/Studija%20PPOV%20Čačak.pdf>
(2024, 01 30).
20. <https://www.greenbuildingindex.org/>. (2024, 01 21).
21. https://www.gu.ni.rs/wp-content/uploads/2020_9-16.pdf. (2023, 11 12).
22. <https://www.jpstandard.rs/Vodovod.aspx>. (2024, 02 01).
23. <https://www.koalicija27.org/wp-content/uploads/2021/05/Polazne-osnove-za-tranziciju-ka-cirkularnoj-ekonomiji-Cacak-1.pdf>. (2024, 02 01).
24. <https://www.koalicija27.org/wp-content/uploads/2022/01/Studija-o-cirkularnoj-ekonomiji-Sabac-FINAL.pdf>. (2024, 02 01).
25. <https://www.lawinsider.com/dictionary/public-utility-system>. (2023, 10 12).
26. <https://www.mgsi.gov.rs/cir/dokumenti/podzakonski-akti>. (2022, 11 22).
27. <https://www.mgsi.gov.rs/cir/dokumenti/zakoni>. (2022, 11 22).
28. https://www.ppf.rs/wp-content/uploads/2022/08/factsheet_PPF6_Loznica_CP.pdf. (2024, 02 01).

29. <https://www.smartpls.com/>. (2022, 10 16).
30. <https://www.smartpls.com/documentation/algorithms-and-techniques>. (2023, 11 22).
31. <https://www.smartpls.com/documentation/algorithms-and-techniques/bootstrapping/>. (2023, 11 22).
32. <https://www.smartpls.com/documentation/algorithms-and-techniques/discriminant-validity-assessment/>. (2023, 11 22).
33. <https://www.smartpls.com/documentation/functionalities/thresholds/>. (2023, 12 09).
34. <https://www.srbija.gov.rs/vest/639415/resavanje-visedecenijskog-problema-sa-vodom-zapice-u-zrenjaninu.php>. (2024, 01 29).
35. <https://www.stat.gov.rs/>. (2023, 12 03).
36. <https://www.stat.gov.rs/publikacije/>. (2023, 12 03).
37. <https://www.toplanajagodina.rs/o-nama/>. (2024, 02 02).
38. <https://www.un.org/en/climatechange/climate-solutions/cities-pollution>. (2023, 11 04).
39. <https://www.vikloznica.rs/wp-content/uploads/2019/02/program-poslovanja-2019.pdf>. (2024, 01 24).
40. <https://www.vikns.rs/wp-content/uploads/2018/06/042018-DP-KONACNA-Odluka-Izmena-PP-2018-i-obrazlozenje.pdf>. (2024, 01 20).
41. https://www.vodovodks.co.rs/pisac/javneinformacije/Izvestaj_o_poslovanju_2017.pdf. (2024, 01 28).
42. <https://zelenilo.com/files/1585065950-0-izv-o-realkaps-i-usl-iz-d-za-2018.pdf>. (2024, 02 01).
43. https://energy.ec.europa.eu/system/files/2021-05/metadata_for_energy_union_indicators_0.pdf. (2023, 11 15).
44. www.batut.org.rs. (2023, 11 20).
45. www.ekologija.gov.rs. (2023, 11 20).
46. www.hidmet.gov.rs. (2023, 11 20).
47. www.minpolj.gov.rs. (2023, 11 20).
48. www.mre.gov.rs. (2023, 11 20).
49. www.sepa.gov.rs. (2023, 11 20).
50. www.skgo.org. (2023, 11 20).
51. www.toplanesrbije.org.rs. (2023, 11 20).
52. www.ttigroup.co.rs. (2023, 11 20).
53. www.utvsi.com. (2023, 11 23).
54. www.zdravlje.gov.rs. (2023, 11 20).

ПРИЛОЗИ

Прилог 1 – Молба за достављање података



УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ
ФАКУЛТЕТ ЗАШТИТЕ НА РАДУ У НИШУ
UNIVERSITY OF NIŠ
FACULTY OF OCCUPATIONAL SAFETY



РЕПУБЛИКА СРБИЈА, 18106 Ниш, Чарнојевића 10 А, Тел: (018) 529-701, Факс: (018) 249-962, Т.Р. 840-1747666-77, ПИБ 100663853, М.Б. 07226063
E-mail: info@znr fak.ni.ac.rs, www.znr fak.ni.ac.rs

Агенција за заштиту животне средине
Републике Србије
Директору

11060 БЕОГРАД
Ул. Жабљачка бр. 10А

У Нишу	01-25/43
Број	08.09.2022.

ПРЕДМЕТ: Молба за достављање података

Поштовани,

На Факултету заштите на раду у Нишу у току је израда докторске дисертације под насловом „Модел вредновања локалног учинка заштите животне средине заснован на индикаторима перформанси у комуналним делатностима“, кандидата Жарка Врањанца, мастер инжењера заштите животне средине и истраживача-сарадника, запосленог у Иновационом центру Универзитета у Нишу.

Молимо Вас да нам доставите податке или омогућите увид у Национални регистар извора загађивања у делу који се односи на управљање отпадом, за потребе истраживања у оквиру наведене докторске дисертације.

Подаци који су нам потребни односе се на управљање отпадом у периоду од 2016. до 2021. године, по годинама, појединачно за све градове у Републици Србији. Молимо Вас да, уколико сте у могућности, податке доставите у *excel* формату, на наведене адресе електронске поште: nenad.zivkovic@znr fak.ni.ac.rs (tel. 063 104 25 98, ментор) и zarevranjanac@gmail.com (докторанд).

Захваљујемо на сарадњи,

ДЕКАН
ФАКУЛТЕТА ЗАШТИТЕ НА РАДУ У НИШУ

Др Срђан Глишовић, ред. проф.

Прилог 2 – Упитник



УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ
UNIVERSITY OF NIŠ

ФАКУЛТЕТ ЗАШТИТЕ НА РАДУ У НИШУ
FACULTY OF OCCUPATIONAL SAFETY



РЕПУБЛИКА СРБИЈА, 18000 Ниш, Чарнојевића 10 А, Тел: (018)529-701, Факс: (018)249-962, Т.Р.840-1747666-77, ПИБ 100663853, М.Б.07226063
E-mail: info@zrnrfak.ni.ac.rs, www.zrnrfak.ni.ac.rs

Број	
У Нишу	01.02.2023.године

ПРЕДМЕТ:

У П И Т Н И К
Анализа индикатора перформанси и
иновативних мера заштите животне средине у
комуналним делатностима

АДРЕСА:

Поштовани,

На Факултету заштите на раду у Нишу, Универзитет у Нишу, реализује се истраживање у оквиру докторске дисертације под насловом „**Модел вредновања локалног учинка заштите животне средине заснован на индикаторима перформанси у комуналним делатностима**“, кандидата Жарка Врањанца, мастер инж.зжс.

У прилогу дописа налази се Упитник који представља део докторског истраживања. Предмет истраживања докторске дисертације су индикатори перформанси заштите животне средине у комуналним делатностима и модел за вредновање локалног учинка заштите животне средине. Истраживање обухвата и анализу повезаности између техничко-технолошких аспеката примене иновативних мера заштите животне средине и индикатора перформанси у комуналним делатностима.

Молимо Вас да пажљиво прочитате питања и одговоре и да своје ставове изразите заокруживањем броја или слова, као и уношењем одговарајућег одговора. Уважавајући Ваша знања и искуства, уколико сматрате да понуђени одговори нису потпуни, допуните их на понуђеним местима и молимо Вас да их образложите. Тиме ћете допринети истраживању датог проблема и квалитетној изради докторског рада. Уколико Вам не буде нешто довољно разумљиво, будите слободни да контактирате анкетара, који ће Вам дати додатна објашњења.

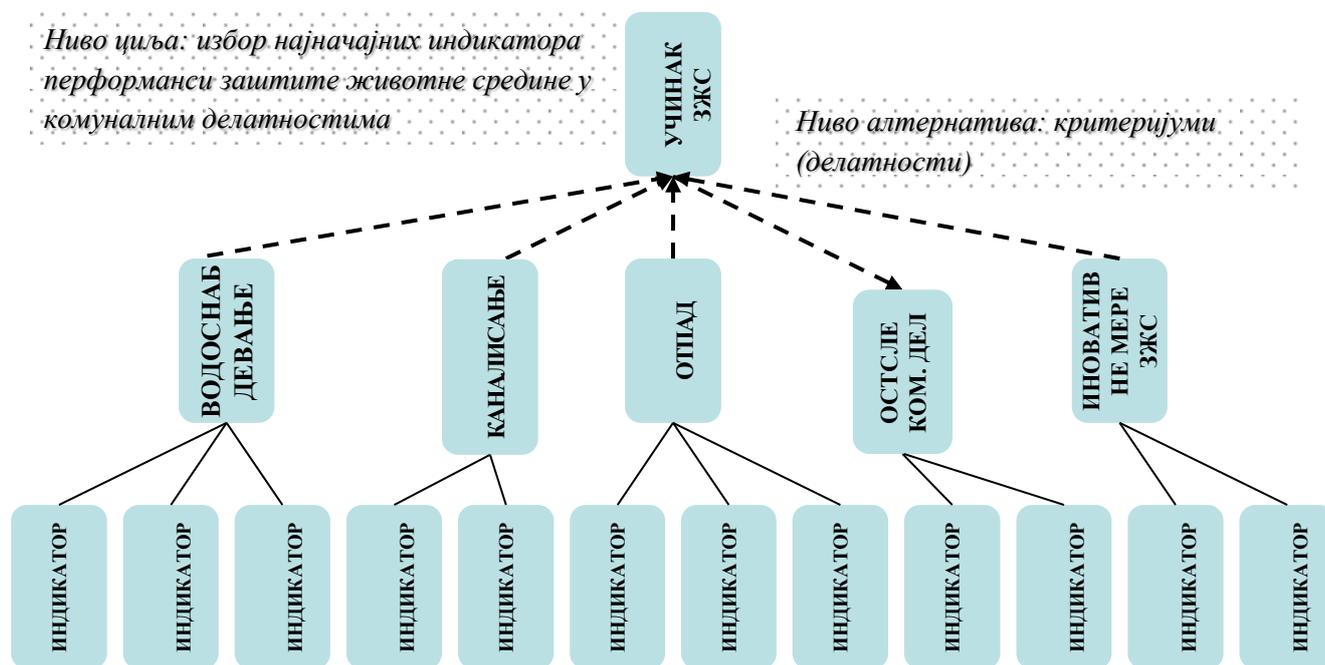
Захваљујемо Вам се на сарадњи.

С поштовањем,
Жарко Врањанец, мастер инж.зжс.
м.тел. 066/614 0 614
e-mail: zarevranjanac@gmail.com

Ниш, 2023. године

Модел вредновања локалног учинка заштите животне средине заснован је на индикаторима перформанси у комуналним делатностима и обухвата:

1. Индикаторе у комуналној делатности снабдевање водом за пиће
2. Индикаторе у у комуналној делатности пречишћавање и одвођење атмосферских и отпадних вода
3. Индикаторе у у комуналној делатности управљање комуналним отпадом
4. Индикаторе у осталим комуналним делатностима (производња, дистрибуција и снабдевање топлотном енергијом и одржавање јавних зелених површина)
5. Индикаторе иновативних мера заштите животне средине у комуналним делатностима



Дијаграм 1. Циљ, критеријуми поређења (групе) и индикатори перформанси заштите животне средине у комуналним делатностима

I Општи подаци о испитанику

У овом делу анкете молимо Вас да наведете ваше личне податке у циљу одређивања објективног коефицијента компетенција врсних познавалаца предметне области.

(подаци наведени у овом делу анкете биће употребљени само за потребе докторске дисертације и неће бити доступни широком аудиторијуму)

1. Степен образовања: а) дипл б) маст в) спец г) мр д) др

Молимо Вас да заокружите слово испред одговарајућег одговора

2. Академско/научно звање: а) сарадник у настави/истраживач-приправник б) асистент/истраживач-сарадник в) доцент/научни сарадник г) ванр. проф/виши научни сарадник д) ред. проф/научни саветник

Молимо Вас да заокружите слово испред одговарајућег одговора

3. Укупан радни стаж: _____ година.

4. Учешће и облик сарадње (руководилац, консултант, истраживач) у научно-стручним пројектима (домаћим или међународним) у области заштите животне средине и комуналним делатностима: _____.

5. Број добијених награда и признања повезаних са темом истраживања: _____.

6. Број резултата научно-истраживачког рада повезаних са темом истраживања : _____ (категорије M10, M20, M40, M50, M80 и M90).

7. Који од наведених извора и са којим степеном утиче на Ваше мишљење (степен утицаја: 1-висок; 2-средњи; 3-низак)?

Молимо Вас да заокружите број

а) теоретска знања	1	2	3
б) искуство	1	2	3
в) консултације	1	2	3
г) литература	1	2	3
д) интуиција	1	2	3
ђ) остало	1	2	3

8. Којом би сте оценом (на скали 1-10) оценили Ваше експертско знање датог проблема:

_____.

II Поређење индикатора перформанси и иновативних мера заштите животне средине у комуналним делатностима

Поштовани,

У овом делу анкете понуђени су индикатори који имају различите нивое утицаја (допринос) на учинак заштите животне средине. Критеријуми на основу којих су класификовани индикатори су комунална делатност којој припадају:

- 1. Снабдевање водом за пиће**
- 2. Пречишћавање и одвођење атмосферских и отпадних вода**
- 3. Управљање комуналним отпадом**
- 4. Остале комуналне делатности (производња, дистрибуција и снабдевање топлотном енергијом и одржавање јавних зелених површина)**
- 5. Иновативне мере заштите животне средине у комуналним делатностима**

Молимо Вас да предложене критеријуме поређате по значају (бројевима од 1 до 5) у односу на допринос учинку заштите животне средине и евентуално допишете оне који по Вашем мишљењу недостају:

() – Снабдевање водом за пиће;

() – Пречишћавање и одвођење атмосферских и отпадних вода;

() – Управљање комуналним отпадом;

() – Остале комуналне делатности (производња, дистрибуција и снабдевање топлотном енергијом и одржавање јавних зелених површина);

() – Иновативне мере заштите животне средине у комуналним делатностима;

() – _____;

() – _____;

() – _____.

УПУТСТВО за поређење елемената по значају

Претпоставимо да треба упоредити 5 елемената A_1, A_2, A_3, A_4, A_5 у односу на неки критеријум. Поређење се врши тако што се међусобно сви елементи упоређују по паровима, имајући у виду допринос одреженог елемената датом критеријуму. Дакле, треба упоредити елемент A_1 са елементом A_2 , затим са елементом A_3 , са елементом A_4 и са елементом A_5 . Затим треба упоредити елемент A_2 са елементима A_3, A_4 и A_5 . Даље, треба упоредити елемент A_3 са елементима A_4 и A_5 . На крају треба упоредити елемент A_4 са елементом A_5 . Резултати поређења се уносе у следећу табелу:

	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
A_1	1	a_{12}	a_{13}	a_{14}	a_{15}
A_2	-	1	a_{23}	a_{24}	a_{25}
A_3	-	-	1	a_{34}	a_{35}
A_4	-	-	-	1	a_{45}
A_5	-	-	-	-	1

Коефицијенти a_{ij} представљају резултат поређења елемента A_i са елементом A_j . На пример, резултат поређења елемента A_1 са елементом A_2 уноси се на место коефицијента a_{12} ; резултат поређења елемента A_1 са елементом A_5 уноси се место коефицијента a_{15} ; резултат поређења елемента A_3 са елементом A_4 уноси се место коефицијента a_{34} итд.

Поређење елемената се обавља према следећој табели:

Табела 1. Сатијева скала релативног значаја

Интензитет значаја	Дефиниција	Објашњење
1	Исти значај	Оба атрибута имају једнак допринос у односу на постављени циљ.
3	Мала предност	Искуство и расуђивање упућују на давање јасно уочљиве мале предности једног атрибута над другим.
5	Велика предност	Искуство и расуђивање упућују на давање знатне предности једног атрибута у односу на други.
7	Врло велика предност	Један атрибут доминира над другим атрибутом за шта постоје и потврде из праксе.
9	Екстремно велика предност	Евидентна, неоспорна и доказана изразита доминација једног атрибута над другим атрибутом.
2, 4, 6, 8	Међувредности	Међувредности које припадају континууму предложене скале и које се користе када је стриктан избор вредности отежан

На пример, ако вршимо поређење елемената A_1 и A_2 , постављамо питање: да ли је елемент A_1 значајнији од елемента A_2 (по датом критеријуму)?

Одговор може бити:

Елементи A_1 и A_2 су подједнако значајни; тада је $a_{12}=1$ (Табела 1.)

Елемент A_1 је у благој предности над A_2 ; тада је $a_{12}=3$

Елемент A_1 је у знатној предности над A_2 ; тада је $a_{12}=5$

Елемент A_1 је у знатној предности над A_2 , тада је $a_{12}=7$

Елемент A_1 је у знатној предности над A_2 , тада је $a_{12}=9$

Одговор може бити и супротан:

Елемент A_2 је у благој предности над A_1 ; тада је $a_{12}=1/3$

Елемент A_2 је у знатној предности над A_1 ; тада је $a_{12}=1/5$

Елемент A_2 је у знатној предности над A_1 , тада је $a_{12}=1/7$

Елемент A_2 је у знатној предности над A_1 , тада је $a_{12}=1/9$

Уколико је потребно упоредити три елемента таблица поређења ће имати облик:

	A_1	A_2	A_3
A_1	1	a_{12}	a_{13}
A_2	-	1	a_{23}
A_3	-	-	1

Уколико је потребно упоредити четири елемента таблица поређења ће имати облик:

	A_1	A_2	A_3	A_4
A_1	1	a_{12}	a_{13}	a_{14}
A_2	-	1	a_{23}	a_{24}
A_3	-	-	1	a_{34}
A_4	-	-	-	1

На основу *Сатијеве* скале релативног значаја извршите поређење понуђених компоненти, група и индикатора перформанси заштите животне средине и идентификацију иновативних мера у комуналним делатностима.

1. Дата је листа критеријума класификације индикатора перформанси заштите животне средине у комуналним делатностима разврстаних у 5 група:

1. Група 1: Индикатори снабдевања водом за пиће (водоснабдевање)
2. Група 2: Индикатори пречишћавања и одвођења атмосферских и отпадних вода (каналисање)
3. Група 3: Индикатори управљања комуналним отпадом (отпад)
4. Група 4: Индикатори осталих комуналних делатности: производња, дистрибуција и снабдевање топлотном енергијом и одржавање јавних зелених површина (остале ком.дел.)
5. Група 5: Индикатори иновативних мера заштите животне средине у комуналним делатностима (иновативне мере зжс)

Упоредите ове критеријуме по значају у односу на учинак заштите животне средине (допринос комуналног система заштити животне средине), а резултате упоређивања унесите у следећу табелу:

	Водоснабдевање	Каналисање	Отпад	Остале ком.дел.	Иновативне мере зжс
Водоснабдевање	1				
Каналисање	-	1			
Отпад	-	-	1		
Остале ком.дел.	-	-	-	1	
Иновативне мере зжс	-	-	-	-	1

2. Пред вама је листа индикатора водоснабдевања (Група 1). Ова листа садржи избор најзначајнијих индикатора перформанси у области водоснабдевања (на основу анализе литературе, расположивих података и истраживања у оквиру дисертације). То су следећи индикатори:

1. Квалитет воде за пиће –физичкохемијски
2. Квалитет воде за пиће –микробиолошки
3. Процент становништва прикључен на јавни водовод
4. Удео испоручене воде за пиће у укупно захваћеним водама
5. Дужина водоводне мреже по прикљученом становнику

Упоредите индикаторе водоснабдевања појединачно по значају у односу на **учинак заштите животне средине** (односно, колики је њихов допринос у вредновању учинка заштите животне средине). Резултате упоређивања унесите у следећу табелу:

	Индикатор 1	Индикатор 2	Индикатор 3	Индикатор 4	Индикатор 5
Индикатор 1	1				
Индикатор 2	-	1			
Индикатор 3	-	-	1		
Индикатор 4	-	-	-	1	
Индикатор 5	-	-	-	-	1

3. Пред вама је листа индикатора канализања (Група 2). Ова листа садржи избор најзначајнијих индикатора перформанси у области канализања (на основу анализе литературе, расположивих података и истраживања у оквиру дисертације). То су следећи индикатори:

6. Процент становништва прикључен на јавну канализацију
7. Удео системски одвођених отпадних вода у укупном испуштању
8. Процент узорака отпадних вода чији квалитет није усклађен са прописаним нормама
9. Дужина канализационе мреже по прикљученом становнику
10. Удео канализационог система као пријемника индустријских отпадних вода

Упоредите индикаторе канализања појединачно по значају у односу на на **учинак заштите животне средине** (односно, колико је њихов допринос у вредновању учинка заштите животне средине). Резултате упоређивања унесите у следећу табелу:

	Индикатор 1	Индикатор 2	Индикатор 3	Индикатор 4	Индикатор 5
Индикатор 1	1				
Индикатор 2	-	1			
Индикатор 3	-	-	1		
Индикатор 4	-	-	-	1	
Индикатор 5	-	-	-	-	1

4. Пред вама је листа индикатора управљања комуналним отпадом (Група 3). Ова листа садржи избор најзначајнијих индикатора перформанси у области управљања комуналним отпадом (на основу анализе литературе, расположивих података и истраживања у оквиру дисертације). То су следећи индикатори:

7. Обухват прикупљања комуналног отпада у градовима
8. Количина прикупљеног комуналног отпада из домаћинства по становнику
9. Процент биоразградивог отпада у комуналном отпаду
10. Процент рециклабилних материјала у комуналном отпаду
11. Процент хигијенских депонија у укупном броју депонија на територији
12. Процент депонија са контролисаним насипањем

Упоредите индикаторе управљања комуналним отпадом појединачно по значају у односу на **учинак заштите животне средине** (односно, колико је њихов допринос у вредновању учинка заштите животне средине). Резултате упоређивања унесите у следећу табелу:

	Индикатор 1	Индикатор 2	Индикатор 3	Индикатор 4	Индикатор 5	Индикатор 6
Индикатор 1	1					
Индикатор 2	-	1				
Индикатор 3	-	-	1			
Индикатор 4	-	-	-	1		
Индикатор 5	-	-	-	-	1	
Индикатор 6	-	-	-	-	-	1

5. Пред вама је листа индикатора осталих комуналних делатности (Група 4). Ова листа садржи избор најзначајнијих индикатора перформанси у области осталих комуналних делатности као што је производња, дистрибуција и снабдевање топлотном енергијом и одржавање јавних зелених површина у градовима (на основу анализе литературе, расположивих података и истраживања у оквиру дисертације). То су следећи индикатори:

4. Процент становника прикључених на систем даљинског грејања
5. Просечан степен корисности производног система топлане
6. Учешће зелених површина у укупној намени простора

Упоредите индикаторе осталих комуналних делатности појединачно по значају у односу на **учинак заштите животне средине** (односно, колико је њихов допринос у вредновању учинка заштите животне средине). Резултате упоређивања унесите у следећу табелу:

	Индикатор 1	Индикатор 2	Индикатор 3
Индикатор 1	1		
Индикатор 2	-	1	
Индикатор 3	-	-	1

6. Пред вама је листа индикатора иновативних мера заштите животне средине у комуналним делатностима (Група 5). Ова листа садржи избор најзначајнијих индикатора перформанси у области иновативних мера заштите животне средине у комуналним делатностима (на основу анализе литературе, расположивих података и истраживања у оквиру дисертације). То су следећи индикатори:

7. Инвестиције у нова основна средства за снабдевање водом и управљање отпадним водама-процент у односу на укупне инвестиције
8. Удео пречишћених отпадних вода из система за одвођење
9. Количина отпада одложеног на санитарним депонијама по становнику
10. Процент пластичних кеса у комуналном отпаду
11. Постојање рециклажног центра или трансфер станице
12. Процент потрошње гаса у укупној потрошњи енергената у топлани

Упоредите индикаторе иновативних мера заштите животне средине појединачно по значају у односу на **учинак заштите животне средине** (односно, колико је њихов допринос у вредновању учинка заштите животне средине). Резултате упоређивања унесите у следећу табелу:

	Индикатор 1	Индикатор 2	Индикатор 3	Индикатор 4	Индикатор 5	Индикатор 6
Индикатор 1	1					
Индикатор 2	-	1				
Индикатор 3	-	-	1			
Индикатор 4	-	-	-	1		
Индикатор 5	-	-	-	-	1	
Индикатор 6	-	-	-	-	-	1

БИОГРАФИЈА АУТОРА

Жарко Врањанац рођен је у Нишу, 1991. године. Основне академске студије завршио је на Факултету заштите на раду у Нишу, 2013. године. Мастер академске студије на истом Факултету, смер Управљање комуналним системом завршио је 2015. године. Исте године, на истом факултету, уписао је докторске академске студије на студијском програму Инжењерство заштите животне средине. Од 2016. до 2020. године, био је стипендиста Министарства просвете, науке и технолошког развоја у току докторских академских студија. У периоду од 2016. до 2019. године, имао је ангажовање као стипендиста Министарства у извођењу вежби на предметима мастер и основних студија на Факултету заштите на раду у Нишу. Своје усавршавање од 2020. године, наставио је у Математичком институту Српске академије наука и уметности.

Жарко Врањанац је 2021. године изабран у звање истраживач-сарадник на Факултету заштите на раду у Нишу. У истом звању је од 2022. године запослен у Иновационом центру Универзитета у Нишу.

Од 2023. године члан је радних група 2, 3 и 4 у оквиру COST Action „Network on Water-Energy-Food Nexus for a Low-Carbon Economy in Europe and Beyond“ (NEXUSNET) CA20138. Такође је у истој години изабран за ко-лидера радне групе 5 у оквиру COST Action „Transformations international Experience and Research network for Sustainable futures“ (TransformERS) CA22156. Члан је Европског друштва инжењера заштите (The European Society of Safety Engineers – ESSE).

Награђен је наградом за најбоље презентовање рада од стране Балканске асоцијације за животну средину (Balkan Environmental Association – B.EN.A) на међународној конференцији „GREDIT“, 2018. године у Скопљу, Северна Македонија.

Био је члан организационих одбора на националним и међународним научним скуповима у области комуналних делатности: Управљање комуналним системом и заштита животне средине (Ниш, 2017), као и Public Utility Systems Development towards Sustainability and Efficiency (Северна Македонија, 2022).

Жарко Врањанац је објавио преко 50 научних радова у досадашњем научно-истраживачком раду у области заштите животне средине и комуналних делатности, међу којима су радови у врхунским и истакнутим међународним часописима и на међународним конференцијама.

ИЗЈАВЕ АУТОРА

ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ

Изјављујем да је докторска дисертација, под насловом:

МОДЕЛ ВРЕДНОВАЊА ЛОКАЛНОГ УЧИНКА ЗАШТИТЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ ЗАСНОВАН НА ИНДИКАТОРИМА ПЕРФОРМАНСИ У КОМУНАЛНИМ ДЕЛАТНОСТИМА

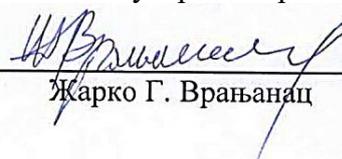
која је одбрањена на Факултету заштите на раду у Нишу Универзитета у Нишу:

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да ову дисертацију, ни у целини, нити у деловима, нисам пријављивао на другим факултетима, нити универзитетима;
- да нисам повредио/ла ауторска права, нити злоупотребио интелектуалну својину других лица.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци, који су у вези са ауторством и добијањем академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада, и то у каталогу Библиотеке, Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Нишу, као и у публикацијама Универзитета у Нишу.

У Нишу, 27.02.2024. године.

Потпис аутора дисертације:



Жарко Г. Врањанац

**ИЗЈАВА О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНОГ И ЕЛЕКТРОНСКОГ ОБЛИКА
ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ**

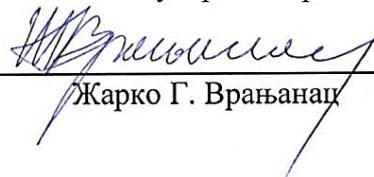
Наслов дисертације:

**МОДЕЛ ВРЕДНОВАЊА ЛОКАЛНОГ УЧИНКА ЗАШТИТЕ ЖИВОТНЕ
СРЕДИНЕ ЗАСНОВАН НА ИНДИКАТОРИМА ПЕРФОРМАНСИ У
КОМУНАЛНИМ ДЕЛАТНОСТИМА**

Изјављујем да је електронски облик моје докторске дисертације, коју сам предао за уношење у **Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу**, истоветан штампаном облику.

У Нишу, 27.02.2024. године.

Потпис аутора дисертације:



Жарко Г. Враћанац

ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Никола Тесла“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу унесе моју докторску дисертацију, под насловом:

МОДЕЛ ВРЕДНОВАЊА ЛОКАЛНОГ УЧИНКА ЗАШТИТЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ ЗАСНОВАН НА ИНДИКАТОРИМА ПЕРФОРМАНСИ У КОМУНАЛНИМ ДЕЛАТНОСТИМА

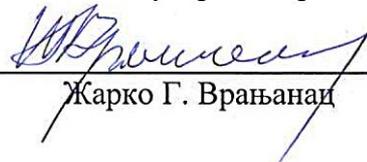
Дисертацију са свим прилозима предао сам у електронском облику, погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију, унету у Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу, могу користити сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (*Creative Commons*), за коју сам се одлучио.

1. Ауторство (CC BY)
2. Ауторство - некомерцијално (CC BY-NC)
- 3. Ауторство - некомерцијално - без прераде (CC BY-NC-ND)**
4. Ауторство - некомерцијално - делити под истим условима (CC BY-NC-SA)
5. Ауторство - без прераде (CC BY-ND)
6. Ауторство - делити под истим условима (CC BY-SA)

У Нишу, 27.02.2024. године.

Потпис аутора дисертације:



Жарко Г. Брађанац