

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ГЕОГРАФСКИ ФАКУЛТЕТ

Никола Д. Ристић

**ПРОСТОРНО – ФУНКЦИОНАЛНА ОРГАНИЗАЦИЈА
УПРАВЉАЊА ОТПАДОМ НА ЖЕЛЕЗНИЧКОЈ
МРЕЖИ У СРБИЈИ**

докторска дисертација

Београд, 2024

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF GEOGRAPHY

Nikola D. Ristić

**SPATIAL – FUNCTIONAL ORGANISATION OF
WASTE MANAGEMENT ON RAILWAY NETWORK IN
SERBIA**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2024

МЕНТОР:

др Дејан Филиповић,
редовни професор
Универзитет у Београду, Географски факултет

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

др Богдан Лукић,
редовни професор
Универзитет у Београду, Географски факултет

др Предраг Јовановић,
ванредни професор
Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет

ДАТУМ ОДБРАНЕ:

Посвета

*Својој мама Верици, која је одувек желела да има сина доктора,
додуше другачијег типа.*

*И свим добрим људима који су ми помагали и пружали подршку на овом путу,
као и онима који ми нису сметали.*

У Београду, августа 2024.

Резиме

Тема: Просторно – функционална организација управљања отпадом на железничкој мрежи у Србији

Резиме: Развој железничког саобраћаја допринео је повећању масовности и дисперзивности путовања, што је са собом повлачило и одређене негативне последице. Све значајнији проблем представља генерисање значајних количина отпада, који као нуспојава прати све бржи технолошки развој железничког система. Међутим, употребна вредност отпада се може многоструко повећати добро организованим начином прикупљања, селектовања, складиштења и рециклаже, при чему је све значајнија улога отпада на тржишту сировина које се користе за поновну производњу енергије.

Предложена тема, са јасно дефинисаним предметом и циљем, методологијом и очекиваним резултатима истраживања, је научно утемељена и крајње апликативна. Израдом дисертације ће се омогућити проучавање проблема управљања отпадом на железничкој инфраструктури (дефинисање врста отпада, транспорт, модели складиштења отпада, третман и финално одлагање), односно проучавање утицаја на простор и последице садашњег система управљања отпадом на железничкој мрежи у Србији.

Анализа примера добре праксе у Европи, као и примера из окружења, има за циљ да прикаже тренутно стање система управљања отпадом на једној од најразвијенијих и најфреквентнијих железничких мрежа (Немачка) и тренутног стања у железничком систему који је до скора припадао заједничкој железничкој мрежи, а сада функционише у оквиру Европске Уније (Хрватска). Такође, циљ је и да се кроз анализу кључних елемената и дефинисања узрочно – последичних веза дође до нових сазнања која се могу употребити за даљи развој система управљања отпадом на српским железницама.

Посебан циљ истраживања представља унапређење теоријско–методолошке и стручне основе за оптимизацију система управљања отпадом и развој математичког модела, заснованог на принципима целобројног линеарног програмирања, у циљу оптимизације транспортног процеса и смањења негативних утицаја на животну средину.

Сагледавањем искустава из Европе, домаће регулативе, планских и стратешких

докумената, као и практичних проблема препознатих на железничкој мрежи у сфери управљања отпадом, дефинисаће се модел који ће бити заснован на научним основама са могућом практичном применом. Валидација модела ће се извршити у реалним условима на одабраном делу железничке мреже (студија случаја: железничка мрежа у Војводини).

Научни допринос истраживања огледа се у унапређењу методологије за систематизацију података и дефинисање апликативног математичког модела за оптимизацију процеса, кроз детаљну анализу узрока њиховог настанка, њихов интензитет и последице.

Дефинисана методологија, примењене методе истраживања и понуђено решење су таквог карактера да ће њихова апликативност превазићи просторне оквире истраживања, те се могу користити за научно истраживање и примену на целокупној мрежи Железница Србије.

Кључне речи: управљање отпадом, железничка инфраструктура, заштита животне средине, линеарно програмирање, вишекритеријумска анализа, оптимизација.

Научна област: Геонаука

Ужа научна област: Просторно планирање

УДК:

Abstract

Thesis: Spatial – functional organisation of waste management on railway network in Serbia

Abstract: The development of rail transport has contributed to an increase in travel massiveness and dispersion, which caused certain negative consequences. A more significant problem is generation of the significant quantities of waste, which as a side effect follows the faster and more comprehensive technological development of the railway system. However, the usage value of waste can be multiplied by a well-organized way of collecting, selecting, storing and recycling, where the more and more important is the role of waste on the market of raw materials used to produce energy again.

The proposed thesis, with a clearly defined object and purpose, methodology and expected results of the research, is scientifically founded and highly applicable. Creating the thesis will enable the study of the problem of waste management in the railway infrastructure (defining the types of waste, transport, storage models, treatment and final disposal), i.e. to study the impact on the spatial area and the consequences that the current waste management system has in the railway network in Serbia.

The analysis of the good practice examples in Europe, as well as examples from the region, aims to show the current status of waste management system in one of the most developed and most frequent rail network (Germany) and the current state of the railway system, which until recently belonged to the common railway network and now operates within the European Union (Croatia). Furthermore, the goal is to generate new knowledge through analysis of the key elements and definition of the cause-effect relations, which may be used for further development of the waste management system in the Serbian Railways.

The specific objective of the research is the improvement of the theoretical-methodological and professional basis for the optimization of the waste management system and the development of a mathematical model, based on the linear integer programming principles, aiming to optimize the transport process and reduce negative impacts on the environment.

Perceiving the experiences from Europe, domestic legislation, planning and strategic documents, as well as the practical problems identified in the railway network in the field of waste management, the model will be defined based on a scientific basis with a possible

practical application. Validation of the model will be made in real terms in the selected part of the railway network (case study: railway network in Vojvodina).

The scientific contribution of the research is reflected in the improvement of methodology for data systematization and definition of the applicable mathematical model for process optimization, through detailed analysis of the causes of their origin, their intensity and consequences.

Defined methodology, applied research methods and proposed solution are of such character that their applicability will overcome spatial frameworks of research, and could be used for scientific research and application on the whole network of Serbian Railways.

Key words: waste management, railway infrastructure, environmental protection, linear programming, multi-criteria analysis, optimisation.

Scientific field: Geosciences

Specific scientific field: Spatial planning

UDK:

Садржај

Посвета.....	II
Резиме.....	III
Abstract	V
Садржај	VII
Скраћенице, ознаке и симболи.....	X
Попис табела.....	XI
Попис слика.....	XII
Попис графикона	XIII
1 УВОДНА РАЗМАТРАЊА	1
1.1. Формулација проблема	1
1.2. Предмет, циљ и задаци истраживања	5
1.3. Структура докторске дисертације.....	7
2 ПРЕТХОДНА ИСТРАЖИВАЊА И ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ ИЗ РЕЛЕВАНТНЕ ОБЛАСТИ	12
2.1. Општа разматрања.....	12
2.2. Претходна истраживања у Србији	13
2.3. Претходна истраживања у Европи и свету	19
3 ТЕОРИЈСКО – МЕТОДОЛОШКИ ОКВИР ИСТРАЖИВАЊА	27
3.1. Основна и посебне хипотезе.....	27
3.2. Методе истраживања.....	28
3.3. Простор истраживања	31
3.4. Очекивани резултати и научни допринос	34
4 СТРАТЕШКИ И ПЛАНСКИ ОКВИР УПРАВЉАЊА ОТПАДОМ У СРБИЈИ	37
4.1. Стратегије ЕУ и региона	37
4.2. Национални стратешки документи.....	41
4.3. Просторно планска документација	46
5 ЗАКОНОДАВНИ И ИНСТИТУЦИОНАЛНИ ОКВИР	53
5.1. Међународни прописи	53
5.2. Национална легислатива.....	59
5.3. Прописи на нивоу локалних самоуправа	63
5.4. Институционални оквир	64
6 АНАЛИЗА СИСТЕМА УПРАВЉАЊА ОТПАДОМ НА ЖЕЛЕЗНИЦАМА СРБИЈЕ. 67	

6.1.	Историјат и основни подаци о Српским железницама	67
6.2.	Врсте и класификација отпада на мрежи ИЖС-а	74
6.3.	Токови отпада на мрежи ИЖС-а	77
6.4.	Унутрашњи транспорт и складиштења отпада	82
6.5.	Третман отпада	92
6.6.	Оптимизација и унапређење управљања отпадом	96
7	ИСКУСТВА У УПРАВЉАЊУ ОТПАДОМ НА ЖЕЛЕЗНИЧКОЈ МРЕЖИ - ПРИМЕРИ ДОБРЕ ПРАКСЕ	109
7.1.	Искуства Немачких железница	109
7.2.	Искуства Хрватских железница	119
8	КОМПАРАТИВНА АНАЛИЗА ОДАБРАНИХ СИСТЕМА УПРАВЉАЊА ОТПАДОМ.....	127
8.1.	Опште напомене	127
8.2.	Основни подаци	128
8.3.	Подаци о путничком и теретном превозу	129
8.4.	Подаци о токовима отпада.....	131
8.5.	Закључак.....	132
9	ФОРМИРАЊЕ МОДЕЛА ЗА ОПТИМИЗАЦИЈУ ТРАНСПОРТА ОТПАДА НА ЖЕЛЕЗНИЦИ	134
9.1.	Упоредни приказ оптимизационих локацијских проблема.....	134
9.1.1.	“Set covering” локацијски проблеми	135
9.1.2.	“Maximum covering” локацијски проблеми.....	137
9.1.3.	“Fixed charge” локацијски проблеми.....	138
9.2.	Опис локацијског модела и дефинисање задатака	139
9.3.	Дефинисање математичког модела.....	142
10	ВРЕДНОВАЊЕ ПРЕДЛОЖЕНОГ МОДЕЛА – СТУДИЈА СЛУЧАЈА	148
10.1.	Опште поставке	148
10.2.	Трошак транспорта	151
10.3.	Дефинисање фиксних трошкова третмана отпада.....	154
10.4.	Дефинисање варијанти	156
10.4.1.	Варијанта “do nothing”	156
10.4.2.	Варијанта 0.....	158
10.4.3.	Варијанта 1	158
10.4.4.	Варијанта 2.....	160

10.4.5.	Варијанта 3.....	161
10.4.6.	Варијанта 4.....	162
10.4.7.	Варијанта 5.....	163
11	ДИСКУСИЈА ДОБИЈЕНИХ РЕЗУЛТАТА.....	165
11.1.	Анализа основних резултата.....	165
11.2.	Вишекритеријумска анализа.....	179
11.3.	Закључак и препоруке вишекритеријумске анализе	191
12	ПРЕПОРУКЕ ПРАВАЦА БУДУЋЕГ РАЗВОЈА.....	193
13	ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА	196
	ЛИТЕРАТУРА И ИЗВОРИ	201
	СПИСАК ТЕРМИНА.....	213
	ПРИЛОЗИ	222
	БИОГРАФИЈА АУТОРА.....	269

Скраћенице, ознаке и симболи

ADN	Европски споразум о међународном транспорту опасног терета на унутрашњим пловним путевима
ADR	Европски споразум о међународном друмском превозу опасне робе
ВКА	Вишекритеријумска анализа
БиХ	Босна и Херцеговина
CEDEF	Central European Development Forum (Централно европски форум за развој)
COTIF	Конвенција о међународним железничким превозима
DB	Deutsche Bahn (Немачке железнице)
ERTMS	European Rail Traffic Management System (Европски систем управљања у железничком саобраћају)
ECMC	Систем управљања заштитом животне средине и друштених аспеката
ETCS	European Train Control System (Европски контролни систем за возове)
ЕЗ	Европска Заједница
ЕУ	Европска Унија
GSM-R	Global System for Mobile Communication – Railways (Глобални систем за мобилну комуникацију – железнице)
ЖС	Железнице Србије
ИЖС	Инфраструктура железнице Србије
ЈКП	Јавно комунално предузеће
НŽ	Хрватске железнице
RAMS	Reliability, Availability, Maintainability and Safety (поузданост, расположивост, погодности за одржавање и безбедност)
РС	Република Србија
PCB	Полихлоровани бифенили
PCT	Полихлоровани терфенили
RID	Правилник о међународном железничком превозу опасне робе
SWOT	Анализа предности, слабости, шанси и претњи
TEN-T	Trans-European Transport Network (Трансевропска транспортна мрежа)
УН	Уједињене Нације

Попис табела

Табела 1.1: Педесет година напретка и штете	1
Табела 1.2: Занимљивости о отпаду	3
Табела 2.1: Сумарни преглед примењених модела у научним радовима	24
Табела 6.1: Основни показатељи саобраћаја 2013. – 2022.	71
Табела 6.2: Анализа пословног учинка за период 2017. – 2027.....	72
Табела 6.3: Подела отпада према саставу, месту настанка и токсичности.....	75
Табела 6.4: Врсте генерисаног отпада на мрежи ИЖС-а	76
Табела 6.5: Генерисане количине отпада према привредним секторима	78
Табела 6.6: Количине складиштеног отпада по чворним секцијама	80
Табела 6.7: Локације привремених складишта отпада	84
Табела 6.8: SWOT анализа система управљања отпадом на ИЖС.....	97
Табела 6.9: Примарна складишта која треба прилагодити намени	98
Табела 7.1: Основни подаци о пословању DB AG (2019 – 2023)	111
Табела 7.2: Количина генерисаног отпада на мрежи DB-а (2017 – 2023)	114
Табела 7.3: Количина генерисаног отпада по врстама на мрежи DB-а (2017 – 2023)...	114
Табела 7.4: Генерисани отпад по категоријама на мрежи НŽ-а (2017 – 2021).....	125
Табела 7.5: Количине опасног и неопасног отпада на мрежи НŽ-а (2017 – 2021)	126
Табела 8.1: Основни подаци о државама	129
Табела 8.2: Упоредни приказ показатеља о инфраструктури	129
Табела 8.3: Упоредни приказ превозних показатеља	130
Табела 8.4: Упоредни приказ генерисаних количина отпада	131
Табела 8.5: Количина генерисаног отпада по km пруге	132
Табела 10.1: Количине генерисаног отпада по станицама	149
Табела 10.2: Капацитети станица за прикупљање отпада (хубова)	150
Табела 10.3: Капацитети постројења за прихват отпада (депонија)	150
Табела 10.4: Трошкови превоза отпада	154
Табела 10.5: Фиксни трошкови отварања постројења	156
Табела 10.6: Постројења за третман отпада – Варијанта “do nothing”	157
Табела 10.7: Постројења за третман отпада – Варијанта 0	158
Табела 10.8: Постројења за третман отпада – Варијанта 1	159
Табела 10.9: Постројења за третман отпада – Варијанта 2	160
Табела 10.10: Постројења за третман отпада – Варијанта 3	161
Табела 10.11: Постројења за третман отпада – Варијанта 4	162
Табела 10.12: Постројења за третман отпада – Варијанта 5	163
Табела 10.13: Сумарни приказ елемената модела по варијантама	164
Табела 11.1: Резултати модела за Варијанту “do nothing”	165
Табела 11.2: Сумарни резултати за Сценарио 1 и Сценарио 2	168
Табела 11.3: Дистрибуција отпада у Варијанти 0	169
Табела 11.4: Дистрибуција отпада у Варијанти 1	170
Табела 11.5: Дистрибуција отпада у Варијанти 2	171
Табела 11.6: Дистрибуција отпада у Варијанти 3	172
Табела 11.7: Дистрибуција отпада у Варијанти 4	173
Табела 11.8: Дистрибуција отпада у Варијанти 5	174
Табела 11.9: Процентуални однос третираног отпада преко хубова	175
Табела 11.10: Остварени тонски километри по варијантама	177
Табела 11.11: Емисија CO ₂ по видовима транспорта	178
Табела 11.12: Остварена емисија CO ₂ по варијантама	178
Табела 11.13: Листа предложених главних критеријума и подкритеријума	180

Табела 11.14: Иницијални тежински фактори за главне критеријуме	182
Табела 11.15: Тежински фактори за одабране подкритеријуме	182
Табела 11.16: Тип подкритеријума и принципи одређивања вредности	183
Табела 11.17: Финална листа изабраних подкритеријума	185
Табела 11.18: Нумеричке вредности усвојених подкритеријума	189
Табела 11.19: Резултат ВКА коришћењем TOPSIS методе.....	190
Табела 11.20: Резултат ВКА коришћењем PROMETHEE II методе	191

Попис слика

Слика 3.1: Железничка мрежа Републике Србије	31
Слика 3.2: Железничка мрежа у Републици Хрватској.....	32
Слика 3.3: Железничка мрежа Савезне Републике Немачке	33
Слика 4.1: Заштита животне средине и управљање отпадом.....	47
Слика 5.1: Хронолошки приказ развоја управљачког оквира	55
Слика 5.2: Организациона шема институционалног оквира	65
Слика 6.1: Мрежа главних коридора и индикативног проширења TEN-T мреже	68
Слика 6.2: Мрежа железничких пруга са назначеним Коридором X.....	69
Слика 6.3: Неадекватно одлагање отпада дуж пруге	84
Слика 6.4: Примери привременог складиштења отпада	84
Слика 6.5: Пример адекватног привременог складиштења отпадних уља	86
Слика 6.6: Посуда за одлагање зауљаних крпа.....	87
Слика 6.7: Посуде (тенквани) за складиштење отпадног атифриза	88
Слика 6.8: Контејнери за складиштење АКУ батерија и акумулатора.....	89
Слика 6.9: Знак о одвојеном сакупљању	89
Слика 6.10: Контејнери за складиштење флуо-цеви и електронског отпада	90
Слика 6.11: Ознака просторије и уређаја са садржајем PCB-а	91
Слика 6.12: Алгоритам третмана неопасног отпада	93
Слика 6.13: Локације централних привремених складишта.....	99
Слика 6.14: Локација складишта бр. 045 у Топчидеру.....	100
Слика 6.15: Изглед складишта бр. 045 у Топчидеру	101
Слика 6.16: Складиштење отпада у складишту бр. 045 у Топчидеру	101
Слика 6.17: Локација складишта бр. 487 у Новом Саду.....	102
Слика 6.18: Складишни капацитети у складишту бр. 487.....	103
Слика 6.19: Локација привременог складишта бр. 176 у Нишу	103
Слика 6.20: Складиште бр. 176 у Нишу	104
Слика 6.21: Складиштење отпада у складишту бр. 176	105
Слика 6.22: Локација складишта бр. 268 у Ужицу	105
Слика 6.23: Изглед складишта бр. 268	106
Слика 6.24: Депоновање отпада у складишту бр. 268	106
Слика 7.1: Синхронизација података у функцији заштите животне средине	116
Слика 7.2: Информациони систем за управљање отпадом на мрежи DB-а.....	118
Слика 9.1: Графички приказ транспорта отпада у моделу	143
Слика 10.1: Просторни обухват модела	148
Слика 10.2: Просторна дистрибуција елемената модела – Варијанта “do nothing” ..	157
Слика 10.3: Просторна дистрибуција елемената модела – Варијанта 0	158
Слика 10.4: Просторна дистрибуција елемената модела – Варијанта 1	159
Слика 10.5: Просторна дистрибуција елемената модела – Варијанта 2	160
Слика 10.6: Просторна дистрибуција елемената модела – Варијанта 3	161

Слика 10.7: Просторна дистрибуција елемената модела – Варијанта 4	163
Слика 10.8: Просторна дистрибуција елемената модела – Варијанта 5	164
Слика 11.1: Модел будуће депоније у Сомбору	188
Слика 11.2: План будуће депоније у Новом Саду	189

Попис графика

График 6.1: Процентуална заступљеност неопасног отпада	81
График 11.1: Количина неопасног отпада третираног преко хубова	175
График 11.2: Количина опасног отпада третираног преко хубова	176
График 11.3: Учешће у емисији CO ₂ по видовима транспорта	177
График 11.4: Рангирање варијанти	190
График 11.5: Остварени t-km по варијантама	191
График 11.6: Транспортни трошкови по варијантама	192
График 11.7: Емисија CO ₂ по варијантама	192

ПОГЛАВЉЕ

1

УВОДНА РАЗМАТРАЊА

1.1. Формулација проблема

Веома значајан аспект економског, привредног и друштвеног живота данашњице на глобалном нивоу је питање заштите човекове околине, имајући у виду да је употреба исте најбољи показатељ друштвених односа. Загађеност и заштита животне средине наметнути су савременом човечанству као два веома комплексна проблема који су последњих деценија умногоме актуелнији у односу на раније генерације. *“Чинило се да природе има на претек, да је она свачија и ничија, неисцрпна и да се одликује великим степеном саморегулације, те да се може бескрајно користити”* (Н. Ристић, 2013).

Интензивна урбанизација, нарочито након индустријске револуције, коју Paul Crutzen означава као почетну тачку нове ере – „Антропоцена“ (S. Mosley, 2010), оставила је последице и на животну средину. Повећани захтеви за ресурсима, проблем транспорта, управљање отпадом, повећана потрошња фосилних горива и појава киселих киша, нису више проблеми који имају локални или регионални, већ глобални карактер.

Притисак на ресурсе је све већи, еколошки капацитет све мањи, а неравнотежа на релацији њиховог стања, формираних потреба и опадајуће доступности је више него очигледна. Такође, анализе квалитета основних компоненти геопростора (земљиште, вода, ваздух) указују да су државе региона за релативно низак ниво економског развоја „платиле” исувише велику цену по питању угрожености капацитета животне средине, геоеколошке структуре и еколошког потенцијала простора својих државних заједница.

Табела 1.1: Педесет година напретка и штете

1970–те:

- светска популација – 3,7 милијарди;
- обележен по први пут Дан Земље (1970);
- у Србији пуштен у рад први блок Термоелектране „Никола Тесла“ (1970);
- САД забраниле употребу пестицида и донеле закон о очувању врста (1972);
- Несрећа у хемијској фабрици у Италији, хиљаде људи изложено (1976);

- Афера у Лав каналу (САД), где је откривен закопан токсични, индустријски отпад (1979).

1980-те:

- светска популација – 4,5 милијарди;
- САД покренуле програм Суперфонда за чишћење депонија (1980);
- откриће озонске рупе (1985);
- нуклеарна несрећа у Чернобиљу (1986);
- усвојен Монреалски протокол о постепеном укидању супстанци које оштећују озонски омотач (1987);
- откривен ефекат стаклене баште (1988);
- нуклеарни мораторијум у Србији (1989).

1990-те:

- светска популација – 5,3 милијарди;
- први извештај УН о климатским променама (1990);
- кувајтска нафта у пламену, горело 1,5 милијарди барланафте (1991);
- поратак вукова у Јелоустоун (1995);
- губитак Амазонске шуме због стварања пашњака за стоку (1995).

2000-те:

- светска популација – 6,1 милијарди;
- први масовно произведени хибридни аутомобил – Toyota Prius (2000);
- прелазак Калифорније на соларну енергију – 20% до 2017. године (2002);
- Ураган Катрина – 1.833 погинулих (2005);
- Филм “Непријатна истина” о климатским променама (2006);
- Токсични отпад у Обали Слоноваче – 100.000 оболелих (2006);
- Кина постаје највећи загађивач CO₂ (2006);
- Електрични аутомобили - Tesla motors (2008);
- Формирана Глобална банка семена у арктичким планинама (2008).

2010-те:

- светска популација – 7,6 милијарди;
- изливање 490 милиона литара нафте из подморске платформе (Deepwater Horizon) у Мексички залив (2010);
- катастрофа у Фукушими и изливање радиоактивног материјала у море (2011);
- забележен негативни рекорд у простирању арктичког леда (2012);
- поплаве у Обреновцу (2014);

- потписан Париски споразум о климатским променама (2015);
- укудање угља у Великој Британији до 2025 (2017);
- аустралијски пожари усмртили више од милијарду животиња (2019)
- Дан Земље обележава 50 година (2020).

(извор: National Geographic, 2020)

Интензивно и активно интересовање човека за проблеме животне средине у последње време, почевши од глобалног загревања, климатских промена и губитка биодиверзитета, па све до бриге о правима животиња, решавања проблема третмана све веће количине отпада и схватања истинске вредности природе, не треба засенити чињеницу да се човек од давнина занимао за своју повезаност са природом. *“Историја човечанства сведочи о многобројним примерима пропасти локалних и регионалних заједница услед неразумевања, неуважавања и нарушавања стања геопростора. Оне заједнице које нису уважавале стање и динамику екосфере постале су споменици идејама и делима манипулација, односно одсуства потребе и могућности активног прилагођавања људских активности регионално и локално диференцираним условима геопростора”* (Милинчић М. et al. 2010).

Савремени развој друштва неминовно проузрокује стварање великих количина отпада, који услед неадекватног третмана може проузроковати последице по живот и рад људи, као и по животну средину. Стога је развој адекватног система управљања отпадом, који третира отпад од тренутка настајања до његовог крајњег одлагања, предуслов за спречавање неодговорног односа према отпаду, док се уз примену одговарајуће законодавне и институционалне основе врши његово усмеравање и омогућава ефикасно функционисање.

Табела 1.2: Занимљивости о отпаду

- сваке године се генерише 2 милијарде тона отпада, али се 33% не третира на одговарајући начин;
- сваког минута се у океане избаци пластичан отпад у количини од једног камиона;
- до 2050. године ће тежински бити више пластике у океанима него риба;
- остаци хране и отпад, у случају да се представе као држава, били би трећи највећи извор емисије гасова стаклене баште;

- са 75% електро отпада на светском нивоу се не управља на безбедан начин; и
- сваке године се произведе 3% више отпада него претходне године.

(извор: www.un.org, 2024)

У времену када је број становника земље премашио осам милијарди, питање одрживог развоја постаје све актуелније. *“Иако еколошки много оправданији вид превоза од доминантног друмског превоза, железница такође у одређеној мери негативно делује на животну средину. Утицај железнице је приметан на сва три саставна дела концепта одрживог развоја, тј. на економију, друштво и животну средину”* (Н. Ристић, 2011).

Железнички системи свуда у свету прате демографски и економски развој територије по принципу кружне кумулативне каузалности, при чему се, као последица одвијања саобраћаја и рада помоћних служби, генерише одређена количина отпада коју је потребно третирати на одговарајући начин. У отпад се такође сврстава и земљиште контаминираних локација, размонтиране железничке шине и прагови, као и електронски отпад настао из железничке инфраструктуре или помоћних објеката.

Интензивнији радови на развоју железничке инфраструктуре у Србији почињу након Берлинског конгреса 1878. године, када је Србији призната независност и између осталог наметнута и обавеза од стране Аустроугарске да изгради пругу од Београда до Враћа у периоду од три године. Кнез Милан Обреновић је 3. јула 1881. године сребрним будаком „крај моста на Мокролушкој речици до Топчидерског пута“ (данашњи мост „Газела“ у Београду) свечано отворио радове и на тај начин ударио темељ Српским државним железницама.

Проблем третмана отпада који настаје у процесу одвијања железничког саобраћаја у целини је тема која је актуелна у земљама западне Европе већ дужи низ година. Нажалост, у Србији се овом проблему није посвећивала пажња у довољној мери, пре свега због недовољне свести запослених, хроничног недостатка средстава, јефтине енергије, одсуства законских прописа и системске контроле. Међутим, приближавањем Србије Европској Унији (ЕУ) и прихватањем “мапе пута”, која подразумева и доношење нових закона и подзаконских аката и њихову примену и оштрију контролу, као и јачањем свести запослених, јавности, владиних и невладиних организација, јавила се стратешка потреба за унапређењем животне средине и рационалног коришћења енергије и енергената.

Имајући горе наведено у виду, питање управљања отпадом се мора решавати на дневном нивоу, а не само у домену стратешких докумената и научних дискусија и радова. Како поједини аутори примећују (*J. Barry, 2007*) „*по први пут у људској историји човек има „потенцијал“ да уништи планету на много начина (нуклеарна, биолошка и хемијска оружја за масовно уништење), али је са друге стране такође способан да се на прави начин односи према животној средини, применом науке и технологије, у смислу да је свестан да ће промене животне средине оставити последице и на будуће генерације*“.

1.2. Предмет, циљ и задаци истраживања

Процедуре управљања отпадом подразумевају дефинисање поступака у процесу прикупљања отпада, третмана на извору настанка, транспорта до рециклажних или пријемних станица, процену могућих опција за привремено складиштење, транспорт и коначно одлагање, као и процену трошкова система третмана отпада и дефинисање система вођења документације.

У оквиру докторске дисертације дат је предлог новог приступа апликативном и методолошком истраживању управљања токовима отпада који може послужити као основа за даља истраживања у циљу практичне примене дефинисаног модела.

Предмет истраживања докторске дисертације је комплексна анализа услова настајања токова отпада генерисаног на железничкој мрежи у функцији утврђивања количина и врста, те предлагање математичког модела управљања овим токовима заснованог на линеарном целобројном програмирању, у циљу решавања проблема у функцији одрживог развоја.

Растућа развојна противуречност између природе и технолошког развоја (нарушавање еколошке равнотеже) чини да истраживање геоеколошких процеса и њихово усклађивања са свеприсутним технолошким развојем, постане једно од значајнијих питања са комплексним и вишедимензионалним значајем.

Општи циљ истраживања докторске дисертације је утврђивање просторних фактора и законитости генерисања токова отпада на железници, локацијски и квантитативно, као и утврђивање, идентификација и објашњење законитости које условљавају организацију и коришћење простора.

Циљ је дефинисање математичког модела којим би се оптимизовали транспортни токови отпада и који би допринео плански организованом активирању просторних

потенцијала у коридору железничке инфраструктуре, уз уважавање економских могућности и сагласно принципима очувања животне средине.

Постављени циљ истраживања захтева научно дефинисање и објашњење релевантних фактора који утичу на промене изворно – циљних кретања токова отпада под утицајем просторно – физичких промена специфичних за одвијање железничког саобраћаја, као и планирани развој железничке инфраструктуре и мреже постројења за прихват и третман отпада.

Квантитативно – квалитативни резултати добијени анализом постојећих токова отпада представљали би полазне податке за формирање модела оптималне дистрибуције ових токова, који би се валидирао кроз поступак вишекритеријумске анализе (ВКА).

Посебни циљ представља развој математичког модела чија би примена у фази планирања и пројектовања омогућила оптимално управљање токовима отпада у циљу дефинисања мера које би довеле до смањења трошкова, негативних утицаја на животну средину, ефикасног управљања ресурсима, јачања концепта рециклирања и затвореног циклуса кружења материјала.

Модел би требало да узима у обзир разна ограничења настала из саме технологије одвијања железничког саобраћаја и начина третирања отпада на железници, као и просторна ограничења у циљу одређивања предложених локација за одлагање отпада, при чему је неопходно дефинисати и утврдити гравитациони утицај сваке локације посебно.

У току истраживања су се пре свега дефинисале врсте отпада које се генеришу на железници, представили модели њихове идентификације, складиштења, транспорта и третмана и предложиле мере за оптимизацију процеса управљања отпадом, са освртом на примењене праксе у овој области на развијеним железницама у ЕУ.

На основу дефинисаних научно-истраживачких циљева, дефинисани су следећи **задачи:**

- истраживање и анализа система управљања отпадом на мрежи немачких железница (Deutsche Bahn - DB);
- истраживање и анализа система управљања отпадом на мрежи хрватских железница (HŽ);

- истраживање и прикупљање података на терену у оквиру Инфраструктуре железница Србије (ИЖС) и њихова обрада и анализа;
- упоредна анализа основних показатеља анализираних железничких управа и дефинисање даљих праваца развоја модела;
- креирање просторне базе података о врстама отпада на предметној деоници железничке мреже;
- идентификација и класификација отпада по врстама;
- процена количина и морфолошког састава отпада;
- комплексна анализа фактора који детерминишу настанак одређених врста отпада;
- дефинисање процедура за управљање отпадом на железници;
- теоријска евалуација модела управљања токовима отпада на железници;
- дефинисање релевантних инпута и просторних ограничења математичког модела;
- дефинисање математичког модела за оптимизацију система управљања отпадом и стварање основе за интегрално управљање токовима отпада;
- валидација предложеног модела на конкретном случају коришћењем методе вишекритеријумске анализе; и
- предлог превентивних, организационих и инвестиционих мера у циљу бољег управљања отпадом и умањења последица по живот и рад људи и животну средину.

Као финални резултат, у оквиру докторске дисертације ће се дати предлог новог приступа, како методолошком истраживању, тако и практичној примени управљања токовима отпада на терену, који се може, уз одређене модификације модела, користити на различитим деловима железничке мреже у Републици Србији.

1.3. Структура докторске дисертације

Структура докторске дисертације је дефинисана у складу са наведеним предметом истраживања, а у сврху остваривања дефинисаних циљева докторске дисертације, и састоји се од укупно четрнаест поглавља.

У првом поглављу је дата формулација проблема истраживања, представљен је предмет и постављени циљеви и задаци истраживања и дефинисана је структура рада.

Друго поглавље се бави прегледом претходних истраживање предметне теме у Србији и у свету и дат је преглед одговарајуће литературе.

У трећем поглављу је дефинисан теоријско – методолошки оквир истраживања, при чему су постављене основне хипотезе, дефинисане методе и технике прикупљања и анализе података, јасно дефинисан простор истраживања и предочени очекивани резултати и научни допринос истраживања.

У четвртом поглављу је дата анализа стратешког и планског оквира управљања отпадом на железничкој мрежи у Републици Србији (РС). Анализом су обухваћене стратегије региона и ЕУ, као и национални стратешки документи од значаја. На крају је дата анализа релевантних просторних планова који обухватају раније дефинисани простор истраживања.

Пето поглавље се бави анализом законодавног и институционалног оквира, при чему су у обзир узети међународни прописи, национална легислатива, као и преглед националних и локалних институција надлежних за имплементацију система управљања отпадом. Поред прегледа релевантних докумената, у овом поглављу је дата и ретроспектива развоја законодавног оквира на железници, са освртом на политике ЕУ из области заштите животне средине и управљања отпадом.

У шестом поглављу је дата детаљна анализа система управљања отпадом на железничкој мрежи у Србији. Анализом су обухваћене врсте и количине генерисаног отпада, модели транспорта и складиштења, као и целокупан животни циклус процеса третирања отпада. Посебна пажња је посвећена могућностима оптимизације система управљања отпадом применом другачијих метода.

У седмом поглављу је дат преглед система управљања отпадом у одабраним европским земљама, који представљају примере добре праксе. Коришћењем компаративног метода дат је упоредни приказ система управљања отпадом примењених на железничким управама са различитим нивоом технолошке развијености и који функционишу у другачијем друштвеном уређењу. У разматрање су узети примери Немачких железница (Deutsche Bahn - DB), као један од најнапреднијих железничких система на свету, и Хрватских железница, као последњом чланицом ЕУ, а које са

Српским железницама дели доста заједничких особина наслеђених из периода заједничке државе.

У осмом поглављу је дата компаративна анализа одабраних система управљања, са освртом на просторне, организационе, квантитативне, али и квалитативне одлике система.

У деветом поглављу је на основу раније извршених анализа дат предлог математичког модела чији је циљ унапређење и оптимизација транспортног процеса и смањење негативних утицаја на животну средину и живот и рад људи, а у оквиру система управљања отпадом на железници.

У десетом поглављу је извршено вредновање дефинисаног модела на конкретном примеру. У обзир је узета железничка мрежа пруга у Војводини, као средње развијени део целокупне мреже пруга у РС, и 57 железничких станица које генеришу отпад и дефинисане су варијанте које ће бити тема даље анализе. У оквиру овог поглавља су дефинисани фиксни и варијабилни трошкови транспорта и функционисања постројења за третман отпада, одређена је емисија CO₂ по меродавном возилу.

У једанестом поглављу је презентована детаљна дискусија добијених резултата по варијантама. Резултати су дискутовани по најрелевантнијим критеријумима, пре свих узимајући у обзир трошкове и утицај на животну средину, представљено кроз емисију гасова стаклене баште. Поред анализе резултата, у овом поглављу су дефинисани критеријуми и подкритеријуми и утврђени релативни тежински фактори, потребни за израду ВКА, која је урађена применом методе TOPSIS, а у циљу одређивања најприхватљивије варијанте. Резултати ВКА су проверени и применом методе PROMETHEE II.

У дванаестом поглављу су, на основу систематизованих резултата вредновања предложеног модела, дати закључци и препоруке праваца будућег истраживања и развоја система управљања отпадом на мрежи Железница Србије.

У тринаестом поглављу су дата закључна разматрања у односу на сагледавање могућности оптимизације система управљања отпадом на Српским Железницама, са анализом најбитнијих резултата до којих се дошло у току истраживања.

Након закључних разматрања приложена је листа коришћене литературе.

На крају су представљени прилози, који су од значаја за предметну тему и детаљније сагледавање и разумевање одређених поглавља у дисертацији.

У складу са наведеним, оквирним садржајем дисертације, само истраживање постављеног проблема је спроведео у неколико фаза:

I Фаза

У првој, емпиријској фази, осим што је дат преглед литературе, научних и стручних радова релевантних за област истраживања, извршена је и анализа основних праваца истраживања, као и подела проблема на сегменте, једноставније за анализу и проучавање.

Извор података су објављени радови, елаборати, студије, пројекти и остала релевантна литература у овој области. Настојало се да прикупљени подаци и чињенице буду тачне, проверене и добијене непосредним путем. Такође, подаци добијени из секундарних извора су посебно анализирани.

II Фаза

Друга фаза представља анализу, интерпретацију и критички осврт на предложене системе управљања отпадом уз примену предложених научних метода. Поред детаљне анализе система управљања отпадом који се примењује на српским железницама, дата је и анализа система који се примењује на немачким железницама, као једном од најорганизованијих система на свету. Такође, извршена је анализа система управљања отпадом који је по карактеристикама блискији систему који се примењује на српским железницама. У ту сврху је анализиран пример хрватских железница, које су као део јединственог система у протеклом периоду делиле многе заједничке особине са српским железницама, а сада функционишу у оквирима ЕУ.

Циљ је потпуна организација података и формирање релевантне базе која ће се користити за даље истраживање. На крају друге фазе је извршена компаративна анализа обрађених система и дате су опште смернице за даљи развој модела.

III Фаза

У трећој фази су на основу резултата компаративне анализе дате претпоставке и дефинисане смернице за оптималан развој система управљања отпадом на српским железницама. Анализа напреднијих система од којих један већ дуго функционише у оквиру ЕУ, док је други још увек у фази транзиције и привикавања, дала је одличан увид

у тренутно стање и ниво организованости система који се примењује на српским железницама и указала на проблеме и области које је потребно даље унапређивати.

IV Фаза

У четвртој фази су дате смернице даљег развоја, које обухватају дефинисање превентивних, корективних, организационих и инвестиционих мера, као и мера заштите угрожених параметара животне средине, са циљем дефинисања новог приступа и унапређења система управљања отпадом на српским железницама.

На основу закључака и смерница, дефинисан је математички модел, заснован на принципима целобројног линеарног програмирања.

V Фаза

У последњој фази је извршена анализа квалитета постављеног модела. Дефинисано је више варијанти потенцијалног решења и верификација добијених резултата је извршена применом ВКА. Дефинисана “Студија случаја” је обухватила релевантни део мреже ИЖС-а.

Такође, дат је предлог евентуалних побољшања и даљих праваца истраживања проблема. На основу добијених и верификованих резултата истраживања у завршној фази рада су применом научних метода, потврђене постављене хипотезе, као и њихова теоријска примена у пракси.

ПОГЛАВЉЕ

2

ПРЕТХОДНА ИСТРАЖИВАЊА И ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ ИЗ РЕЛЕВАНТНЕ ОБЛАСТИ

2.1. Општа разматрања

Проблем рационалног и одрживог третмана отпада траје већ неколико деценија и постаје све интензивнији са појавом посебних токова отпада, који представљају озбиљну претњу за животну средину. Основна питања која су третирана релевантним истраживањима и презентована у научним радовима се могу свести на: *“да ли је могуће смањити генерисање отпада на месту настанка”*, *“у којој мери је могуће искористити отпад као сировину за даљу употребу кроз процес рециклаже”* и *“које су најпогодније локације за одлагање отпада”*.

Јединствено уређење железничког система у европским земљама протеклих деценија, кроз дефинисање ЕУ регулатива, подразумевало је и истраживања у области управљања отпадом, што се индиректно може евидентирати у стратешким документима о транспорту ЕУ, док се смернице у погледу принципа, структуре и организације система управљања отпадом могу наћи у посебним документима.

Поред јединствених ЕУ регулатива, у протеклом периоду спроведена су истраживања и објављени многобројни радови у циљу дефинисања оптималног приступа генералном проблему третирања отпада, док се много мањи број докумената бавио проблемом управљања отпадом на железничкој инфраструктури и оптимизацијом транспортног процеса. Преглед релевантних истраживања ослања се на научним радовима насталим на територији ЕУ, али и широм света, где се проблему адекватног третмана отпада насталог у процесу одвијања саобраћаја посвећује дужна пажња.

Неупоредиво мање извора на тему управљања отпадом, а поготово на тему оптимизације транспортног процеса у оквиру истог, се може пронаћи код домаћих аутора. Углавном се ради о прегледним радовима или тумачењима законодавне регулативе, што само говори у прилог чињеници да ће ова тема тек завредети своје место у годинама које долазе.

2.2. Претходна истраживања у Србији

Целокупна тематика релевантна за докторску дисертацију може се изложити према томе да ли се искључиво бави унапређењем система управљања отпадом или проблемом оптимизације транспортног процеса.

Ако се изузму стратешка документа, о којима ће бити речи у поглављу 4, у прву групу спадају аутори који су својим радовима (укључујући и докторске дисертације) обрадили пре свега тему настанка отпада, затим могућности смањења отпада на месту настанка, правилног складиштења и третмана отпада, и у последње време тему рециклирања и враћања отпада у производни процес као сировине.

Већина ових радова описује проблеме управљања отпадом, узроке настанка и принципе третмана отпада, проблеме неадекватног складиштења и начине мерења и праћења негативних утицаја на животну средину. У тим радовима се аутори пре свега баве уочавањем релација и дефинисањем односа између усвојених стратегија из ове области и резултата добијених са терена, те предлогом превентивних и корективних мера.

Тако поједини аутори, укључујући Г. Вујић (Г.Вујић et al, 2009.) се баве анализом састава отпада и процене количина у циљу дефинисања одговарајуће стратегије управљања отпада на одређеном подручју. Истраживање је обухватила 10 општина укључујући и велике градове Београд, Нови Сад, Ниш и Крагујевац. Методологија истраживања заснивала се на искуствима земаља чланица ЕУ и као таква је предложена као званична метода под називом S.W.A. – Tool (Development of a Methodological Tool to enhance the Precision & Comparability of Solid Waste Analysis Data), а у циљу повећања прецизности и упоредивости података о отпаду на нивоу целе Европе, имајући у виду да су до тада подаци о количинама и саставу отпада у РС били на бази прорачуна и искуствених претпоставки. Истраживање је дало конкретне податке, неопходне за припрему Планава управљања отпадом, а све са циљем успостављања одрживе стратегије управљања отпадом на нивоу целе државе.

Са друге стране, поједини аутори (А.Б.Бован et al, 2014.) су акценат свог истраживања ставили на реформу јавних комуналних предузећа и улози локалних заједница у процесу настајања и третмана отпада. У сарадњи са Централним европским форумом за развој (CEDEF) и уз организацију шест јавних дебата и округлог стола на тему стања депонија у Србији, дошло се до значајних препорука и закључака у циљу

побољшања и оптимизације система управљања отпадом. По први пут су се на једном месту, са заједничким циљем, нашли представници државних органа, локалних самоуправа, произвођачи напредних технологија, оператери у систему управљања отпадом, највећи генератори отпада, јавно-комунална предузећа и представници грађана. Основни циљ истраживање (више од 1.500 учесника) је био да се дође до одрживих предлога за унапређење система управљања отпадом у циљу достизања високих еколошких стандарда и квалитетније животне средине, али са друге стране и достизање конкуретног и економски исплативог модела пословања.

Резултат истраживања је била припрема водича *“Препоруке за управљање комуналним и индустријским отпадом у Београду и Републици Србији”*, који је пре свега намењен свим учесницима у процесу третмана отпадом и државним органима у циљу боље припреме скрининга за поглавље 27 у области животне средине. Поред наведених недостатака законског оквира и недостатка политичке воље, као приоритет је наведено да циљ РС треба да буде *“увођење принципа циркуларне економије”*, тј. система где већина производа могу бити поново искоришћени, уз минимално стварања отпада. Едукација свих учесника, пре свих генератора отпада и омладине у школама, је наведена такође као кључна област у којој је потребно додатно улагати у циљу промене свести о значају и утицају ове области на живот људи и животну средину.

Одрживо коришћење ресурса је такође тема којом се бавила одређена група аутора, где је у први план стављена потреба за дефинисањем одрживог система управљања отпадом, који би превентивне и корективне мере базирао на почетној фази, тј. самом настанку отпада. Тако се у раду *“Одрживо коришћење ресурса и управљање заштитом животне средине”* (М. Илић, 2018) се наводи да је потребно применити *“интегрални приступ, тј. изабрати најпрактичније опције и критички сагледати где је потребно ојачати све индивидуалне компоненте”*. Овај приступ подразумева, поред превенције стварања отпада, и јачање институционалних и законских капацитета, примену чистије производње и најнапреднијих техника, и константну едукацију, обуку кадрова и подизање свести код грађана. Такође се предлажу одређене опције третмана отпада, које обухватају рециклажу и поновну употребу отпада на првом месту, али и компостирање, анаеробну дигестију, инсинерацију, хемијске процесе третмана отпада, и на крају депоновање.

У раду *“Сакупљање и транспорт отпада у функцији еколошког развоја градова – пример града Београда”* (Д. Филиповић, 2012) препознат је значај и неопходност

успостављања одрживог система управљања отпадом у циљу побољшања “комуналне хигијене”, очувања квалитета животне средине и заштите људског здравља. Примарно сортирање и уситњавање отпада, издвајање и балирање корисног отпада, рециклажа и минимизирање преосталог отпада су технике и процеси који одликују савремени концепт управљања отпадом. Иако је тема рада био град Београд, дефинисане смернице за ефикасније сакупљање и транспорт отпада су применљиве и на много већа подручја.

Када говоримо о посебним токовима отпада, издваја се монографија “Управљање опасним отпадом – планирање, организација, функционисање система” (М. Панић, 2010.). Аутор анализира систем управљања опасним отпадом у неколико земаља чланица ЕУ (укључујући и Хрватску) и закључује да је потребно успоставити “стратешки оквир који ће представити одговарајуће приоритетне и дугорочне циљеве, активности и мере за њихово спровођење, чиме ће се омогућити контролисано и усмерено спровођење потребних промена у систему управљања посебним отпадом у Републици Србији”.

Управљање посебним токовима отпада је такође тема рада (И. Марковић и Б. Савковић, 2013) где се даје приказ третмана опасног отпада и анализа процеса путем Анализе кретања материјала (Material flow Analysis - MFA) и софтверског пакета STAN. Резултати примене ове методе се могу пратити, модификовати и упоређивати у циљу дефинисања законитости у настајању и кретању отпада, што доводи до предлагања одговарајућих мера у зависности од потреба или намена.

Када се говори о одрживом развоју, вреди поменути и рад “Инструменти за успостављање одрживог система управљања отпадом у Србији у светлу климатских промена” (М.Ненковић – Ризнић et al, 2015), где се као значајан напредак наводи усаглашавање националне политике са европском теоријом и праксом, где је као приоритет наведено смањење количина отпада кроз превенцију настајања отпада, развојем чистих технологија, рециклажом и депоновањем на регионалном нивоу. Иако дефинисане и прописане, аутори констатују да се у пракси мере не примењују, што има директне последице и негативни утицај на климатске промене, пре свега по питању емисије гасова стаклене баште, где емисије CO₂ настале из отпада чине 3-5% од укупних емисија. Закључак аутора је да се климатске промене морају посматрати “не као ризик за механизме управљања отпадом, већ као њихова шанса за унапређење, односно преусмеравање створених гасова за употребу у електроенергетици и грејању објеката”.

Поједини аутори су се бавили темом увођења интелигентних система управљања отпадом, па тако М. Илић и Н. Павловић (2013) наводе да је недостатак података о токовима отпада и њиховом третману у директној вези са слабо развијеним системом. Као могуће решење наводи се систем “плати колико бациси” (Pay As You Throw - PAYT), где се наплата комуналног отпада дефинише на основу тежине истог. Закључак је да би се овим приступом генерисало мање отпада на депонијама, подстакла рециклажа, али и омогућило праћење токова отпада у смислу количина, учесталости и порекла.

Нажалост, мало аутора се бавило темом управљања отпадом на железници. Тако Н. Ристић et al (2013) дефинишу модел складиштења отпада на железници, транспорта и третмана отпада и предлажу мере за оптимизацију целокупног процеса, које би биле од користи приликом израде планских и стратешких докумената. У раду је дат упоредни приказ стања на српским и немачким железницама, где се као један од главних закључака наводи употреба напредних информационих техника у циљу повећања ефикасности система.

Тема дефинисања најпогоднијих локација за одлагање отпада је веома актуелна, пре свега у стратешким и планским документима. Тако Б. Јосимовић et al (2013) анализирају везу планирања простора и управљања отпадом, тј, однос планских докумената са плановима управљања отпадом и дају мере за његово унапређење у циљу постизања интегралног система.

Избором локације депонија су се бавили и М. Петковић-Костић et al. (2013) на примеру регионалне санитарне депоније Келеш, где се наводи да процес одабира најбоље локације може трајати годинама, пре свега због потреба усаглашавања више локалних самоуправа и потврђивања локације кроз планска документа. У закључку се наводи да је у овом процесу потребно неизоставно едуковати и укључити јавност у циљу прихватања решења.

Локацијски модели се код нас углавном изучавају и овиру наставних програма појединих студијских програма, где предњаче Саобраћајни факултет и Факултет организационих наука Универзитета у Београду.

У раду “Локацијски проблеми – значај, врсте и начини решавања” (М. Видовић и М. Миљуш, 2006) даје се преглед основних типова проблема и дефинишу се могући приступи за њихово решавање. У закључку се наводи да је локацијска теорија једна од

најразвијенијих области операционих истраживања, која мора бити узета у обзир приликом доношења свих стратешких одлука из ове области.

Значај решавања и истраживања локацијских модела препознат је и од стране проф. др. М. Вујошевића и Б. Панић, који су у раду *“Мрежни модели локације и њихове примене”* (2006) дали кратак преглед модела и њихове успешне примене у пракси. Напомиње се да су одлуке донете на основу резултата модела стратешког карактера и могу произвести позитивне али и негативне последице у дужем временском периоду, па се стога овом проблему мора приступити на адекватан начин, како се не би умањила ефикасност и ефективност система. Вредно помена је и истицање значаја еколошких и социјалних аспеката који се, поред економских и техничко-технолошких критеријума, такође могу појавити као приоритети приликом избора локације. Закључак је да *“пored тога што није једноставно дефинисати математички модел који добро представља реални проблем локације, постоје још многи нерешени проблеми у решавању оптимизационих задатака....Ипак, може се закључити да област локацијских проблема, с обзиром на разноврсност задатака, још увек није довољно истражена и пружа велики простор за даља истраживања”*.

Одређена група аутора је обрађивала тему примене вишекритеријумске анализе у процесу израде стратешке процене утицаја за планове управљања отпадом, па су тако у раду *“Multi-criteria evaluation in strategic environmental assessment for waste management plan, a case study: The city of Belgrade”* (Б. Јосимовић et al, 2014), разматрани утицаји планираних активности на основу социо-економских индикатора одрживости, узимајући у обзир интензитет, просторни обим, вероватноћу и учесталост утицаја. У раду су разматрана 23 потенцијална решења на примеру плана за управљање отпадом Града Београда, која су се анализирали упоређујући 37 специфична циља проистекла из Стратешке процене утицаја на животну средину. Извршено је рангирање предложених решења и дате препоруке за њихову имплементацију. Иако није директно повезан са темом дисертације, рад даје увид у могућности примене вишекритеријумске анализе у области управљања отпадом, што се може искористити за дефинисање оптималних локација одлагања отпада дуж пруге или као алат којим ће се извршити верификација раније дефинисаног математичког модела.

Још једна област вредна помена је и примена ГИС-а у разним фазама управљања отпадом. Ова тема је обрађена у раду *“Могућност примене ГИС-а за потребе планирања транспорта опасног отпада”* (М. Панић et al, 2010), где су се истраживале могућности

примене ГИС-а у циљу успостављања контроле над транспортним процесом и одређивања оптималних траса транспорта опасног отпада друмским саобраћајем. Приказана методологија у раду се односи на примену ГИС-а у процесу процене ризика, уз могућност анализе различитих врста података, њихову лакшу и бржу обраду уз веома јасну визуелну представу резултата. Као резултат се добија прорачун вероватноће појаве акцидента, као и просторне границе његовог утицаја, што у многоструко олакшава дефинисање превентивних и корективних мера. Иако примењен на друмски транспорт, предложени модел је једноставно, уз неопходно прилагођавање, могуће применити и на железнички саобраћај.

Тема одрживог и интегралног управљања отпадом заокупљује пажњу аутора већ доста времена. Концепт локалног интегралног система управљања отпадом, на примеру града Београда, описан је у раду који дефинише систем заснован на најприхватљивијим опцијама за животну средину (М. Илић и Д. Филиповић, 2013), уз дефинисање смерница за даљи развој, са акцентом на подизање јавне свести из ове области.

Са друге стране, поједини радови се баве концептом развоја система управљања отпадом на регионалном нивоу, па тако Д. Поповић (2013) даје преглед основних поставки из ове области у Републици Српској, М. Додеровић и Д. Мијановић (2013) разматрају просторни аспект депонија у Црној Гори, док М. Топић et al. (2013) говоре о планирању система управљања отпадом на примеру Босне и Херцеговине. Сви аутори се слажу да је потребно обезбедити значајна финансијска средства, дефинисати средњорочне и дугорочне планове уз пратећу законску регулативу и утицати на едукацију становништва у циљу подизања свести о заштити животне средине.

Концепти управљања отпадом на регионалном нивоу су презентовани и у радовима Д. Филиповића и М. Илић (2013) на примеру Шумадијског, Поморавског, Рашког и Расинског округа, као и код Д. Шљиванчанина и М. Нинковић – Ризнић на примерима Златиборског и Моравичког округа. Заједничка оцена је да су у Републици Србији усвојени основни постулати ЕУ у области управљања отпадом, да се овом проблему приступа организовано кроз израду стратешких и планских докумената, али да се мора уложити већи напор како би се све планирано имплементирало на терену.

Ситуација у Хрватској је веома слична оној у Србији. Важност одрживог управљања отпадом је препозната и увелико се ради на едукацији и подизању свести грађана. Поред стандардних тема, вредан помена је рад Д. Барковића (2015.) где се

обрађује тема аутоматског разврставања отпада, где се превенција настајања отпада, уз рециклажу и поновну употребу отпада, наглашава као једна од приоритетнијих мера у целокупном циклусу управљања отпадом. Закључак рада дефинише аутоматско сортирање отпада (на примеру града Загреба), као нужно решење које би смањило трошкове рада и повећало продуктивност система. Предлог је да се позитивни резултати на примеру града Загреба искористе и унапреде применом савременијих технологија и роботизације, а у циљу оптимизирања целокупног система управљања отпадом.

Анализом горе поменутих радова и остале доступне литературе се примећује да је број студија из ове области већи од броја објављених радова. Ово је разумљиво јер се ради о комплексној теми која захтева ангажовање стручњака различитих области, која због своје природе захтева теренски рад и истраживања, што је директно повезано са обезбеђивањем значајније финансијске подршке, и на крају, ради се о релативно новој области и теми, поготово на железници, која није значајније обрађивана до сада.

Резултати споменутих истраживања су показали следеће:

- принципи на којима се заснива идеја одрживог управљања отпадом и оптимизације транспортног процеса су јасно дефинисани и институционализовани у стратешким документима;
- аутори су свесни реалне опасности угрожавања животне средине неадекватним третманом отпада, али се овом проблему и даље у великој мери приступа несистемски, у смислу да се чешће нуде појединачна решења, а ређе дугорочна, стратешка и одржива решења;
- до сада није развијен јединствен модел који би био применљив у свим или већини случајева, већ се сваки модел мора прилагођавати локалним условима и околностима; и
- тема оптимизације управљања отпадом на железници није обрађивана.

2.3. Претходна истраживања у Европи и свету

Последњих деценија је урађено неколико значајних пројеката на глобалном нивоу којима се скренула пажња на горући проблем смањења и третмана отпада, од којих се издвајају:

- AWAST (2001. – 2003.) *“Aid in Management and European Comparison of Municipal Solid Waste Treatment methods for Global and Sustainable*

Approach”. Основни циљ пројекта је био да одговори на растуће потребе у области управљања комуналним чврстим отпадом у ЕУ, у складу са тада важећим директивама. У те сврхе је развијен и софтверски алат који би помогао корисницима, пре свих градским управама, у доношењу одлука, а на основу предефинисаних техничких, друштвено-економских и еколошких критеријума. Анализа система је обухватила фазе сакупљања, транспорта, рециклаже, биолошког и термичког третмана, и на крају фазу депоновања отпада.

У пројекту је учествовало једанаест ЕУ земаља, чији је заједнички закључак био да је предметном симулацијом процеса дат допринос бољем разумевању и бољој контроли утицаја на животну средину.

Општа оцена је била да је предвиђени алат оправдао очекивања на глобалном нивоу, те се предложило његово тестирање на нивоу локалних заједница, уз неопходна прилагођавања. Прва успешна примена алата извршена је у Орлеану (Француска), Лисабону (Португал) и Штутгарту (Немачка);

- FORWAST (2007. – 2009.) *“Overall mapping of physical flows and stocks of resources to forecast waste quantities in Europe and identify life-cycle environmental stakes of waste prevention and recycling”*. Недостатак претходног модела је био што није имао релевантне инпуте који би “хранили” модел. Са тим циљем је дефинисан FORWAST пројекат, како би се дошло до свеобухватних и пре свега тачних података о токовима отпада, пре свих оних са негативним утицајем на животну средину, а који потичу из различитих фаза токова отпада. Општи циљ је и даље остао дефинисање узрочно-последичних веза између одрживог развоја и заштите животне средине, али у овом случају гледано кроз призму употребе природних ресурса, њиховог кретања кроз производне процесе и на крају одлагања и третмана отпада.

У пројекту је учествовало седам ЕУ земаља, које су у периоду од три године тестирале модел у циљу процене будућих количина отпада и потенцијалних утицаја различитих сценарија на животну средину,

укључујући спречавање настајања отпада, различитих начина третмана и рециклаже отпада.

Пројекат представља значајан искорак, имајући у виду да обухвата и динамичку компоненту у прогнози будућих генерисаних количина отпада у наредних 25 година на нивоу целе ЕУ, тј. прати динамичко кретање отпада кроз систем, што је од виталног значаја за дефинисање превентивних мера у области заштите животне средине.

Када се говори о научним радовима, већина страних аутора, која се бавила оптимизацијом транспортног процеса на начин који је релевантан за докторску дисертацију, ову тему је обрађивала пре свега са становишта минимизације времена транспорта, трошкова транспорта и емитовања штетних гасова.

Први пут се локацијски проблем као такав, спомиње код чувеног математичара Ферме (Fermat Pierre 1601 - 1665), који је дефинисао проблем локације на следећи начин: “за задате три тачке у простору пронаћи четврту, тако да збир растојања између четврте тачке и задате три, буде минималан”. Развојем пољопривреде, индустрије и потрошачке културе, локацијски проблеми добијају на значају али у својој суштини задржавају исту потребу – наћи најбоље решење лоцирања одређеног постројења, уз поштовање одређених захтева и ограничења.

У том смислу се издвајају они аутори који су се бавили проблемом оптимизације алокације погодних локација за одрживо одлагање отпада. Иако се први пут озбиљније дефинише проблем локације још 1909. године (А. Weber), међу првим ауторима који су развили напредније математичке моделе се спомињу Koo et al (1991), који су се бавили дефинисањем математичког модела локације за опасни отпад, базираног на принципима линераног програмирања и фази (Fuzzy) теорији. Модел је дефинисан да пронађе крајњу тачку рентабилности система, при којој су укупни трошкови и ризици система минимизирани, док су услови изградње, задовољство становништва и капитал максимизирани.

Поједини аутори су наставили са развојем сличних модела, па су Caruso et al (1993), дефинисали вишекритеријумски модел базиран на три циља: минимизацији укупних трошкова третмана отпада, коришћења ресурса и ризика по животну средину.

Рад вредан помена је и “*Municipal solid waste collection facility siting model using a heuristic algorithm*” (Li and Wang, 2011), где је представљен модел целобројног

програмирања са две функције циља (bi-objective integer-programming) за планирање прикупљања и транспорта отпада. У том моделу је основна функција циља узимала у обзир минимизацију трошкова сакупљања и превоза отпада, која је употпуњена са додатном функцијом циља које је представљала све потенцијалне ризике.

У појединим случајевима доступност постројења није обезбеђена у сваком тренутку, већ подлеже сезоналности, што је дефинисано у моделима појединих аутора. Тако R. Manzini, E. Gabennini (2008) развијају модел базиран на мешовитом целобројном линеарном програмирању, који у обзир узима и комплексност и динамичност свих учесника у систему. Иако није у потпуности применљив на тему дисертације, већ више на дистрибутивне мреже, поменути модел даје увид у могућности математичког дефинисања оваквих случајева у пракси.

Иако се већина аутора у почетку бавила дефинисањем модела који су базирани на различитим техничким параметрима и алокацији трошкова, у каснијим радовима се полако препознаје и социјални ризик, као један од меродавних критеријума. Тако Rakas et al. (2004) дефинишу модел који узима у обзир и социјални ризик приликом дефинисања погодних локација за одлагање отпада. Иако једноставан (укључује само тачке генерисања отпада и потенцијалне тачке одлагања отпада), модел оптимизује свеукупне трошкове система и потенцијалне друштвене ризике који су квантификовани као мера противљења локалних заједница одређеној локацији за одлагање отпада. Модел је касније проширен коришћењем сета техника за оптимизацију, базираних на Фази теорији, у циљу повећања флексибилности модела.

Као разрада претходног модела Galante et al. (2010) су дефинисали модел који комбинује фази теорију и целобројно програмирање, који је применљив на одабир оптималних локација трансфер станица у систему управљања отпадом на основу минимизације укупних трошкова али и утицаја на елементе животне средине. Након прелиминарног одабира локација, на основу фази теорије, приступа се дефинитивном избору локација узимајући у обзир емисију гасова стаклене баште проистеклих из транспортног процеса.

Проблеми дефинисања оптималних локација за дистрибуцију робе, који се могу применити и за случај управљања отпадом, а који укључују и преференције и рестрикције корисника, могу се решити моделом дефинисаним у раду “*Facility location and scale decision problem with customer preference*” (J. Man Lee et al, 2012). Модел узима

у обзир и величину постројења, дефинишући минимални број корисника који је потребан како би постројење било у функцији. Једна од могућих адаптација модела, у циљу његове примене на систем управљања отпадом, је да се локације за одлагање и третман отпада класификују по врстама отпада, тј. да се поједине врсте отпада одлажу само на одређеним локацијама.

Савременији аутори су наставили са даљим развојем идеје, па се тако у раду „*A multi-objective location-allocation optimization for sustainable management of municipal solid waste*” (Н. Yu et al, 2017) дефинише математички модел базиран на линеарном програмирању, чији је резултат избор најбољих локација за одлагање отпада узимајући у обзир следеће критеријуме: оперативне трошкове, потенцијални утицај на факторе животне средине, емисију гасова стаклене баште и социјалну компоненту, дефинишући по први пут тростепени модел који укључује директан транспорт отпада али и претовар отпада.

Даљом разрадом првобитних алгоритама дошло се до развоја модела који у обзир узима капацитет постројења, где је број корисника тог постројења лимитиран расположивим ресурсима постројења (Н. Aziz et al, 2020), где функција циља модела минимизира укупне трошкове свих оператера али и максимизира зараду постројења. И овај модел, који се заснива на линеарном програмирању, је могуће успешно применити на систем одлагања и третмана отпада.

Поједини аутори (J. Kratica et al, 2013), приступају теми дефинисања проблема локације и одабира оптималних транспортних рута узимајући у обзир укупно време путовања, физичко растојање и неке од припадајућих трошкова. Новина у односу на остале моделе је што се корисницима локација даје могућност одабира више постројења, која су дефинисана по одређеној хијерархији, у зависности од предефинисаних критеријума. Предложени модел, који је комбинација целобројног и линеарног програмирања, је доказан у раду и може наћи примену у системима управљања отпадом, али и у здравственим системима, логистичким ланцима и телекомуникационим мрежама.

У већини истраживачких радова, аутори су претпостављали да ће постројења функционисати све време без проблема и да имају неограничене капацитете. С тим у вези, поједини аутори (Y.Riu, 2015, J.A. Santivanez и H.J. Carlo, 2018) су дефинисали модел који узима у обзир и функцију вероватноће, тј. могућност “отказивања”

постројења и тражење алтернативних локација, уз дефинисање функције циља која минимизира укупне трошкове.

Слично наведним радовима, G.J. Oyewole и O. Adetunji (2018) су дефинисали модел који у обзир узима варијабилне параметре по питању количине робе и њене цене на тржишту, при чему се одлука о путањи превоза, количини робе која се превози и трошковима превоза доноси у циљу минимизирања укупних трошкова и максимизирања зараде постројења. Овакви модели излазе из домена теорије и много се боље могу прилагодити практичним примерима на терену.

Један од занимљивијих радова је презентован од стране D. Chauhan et al. (2019), где се на примеру достављања робе дроновима дефинисао математички модел целобројног линеарног програмирања, који у обзир узима максимални домет дрона, тј. трајања батерије. Незнатном модификацијом, модел се може применити на случајеве транспорта отпада до локација постројења за третман отпада у случајевима када не постоји могућност додатног точења горива на предметној траси или напајања батерија у случају коришћења електричних возила.

Проблеми локације се успешно могу решавати и применом вишекритеријумске анализе. Тако R. Zanjirani (2009) дају преглед три категорије вишекритеријумских и вишециљних локацијских проблема, са посебним освртом на коришћене критеријуме у више од 100 радова из ове области у периоду од 1965. до 2009. године.

Препознајући значај решавања проблема локације, поједини аутори су пробали да дају преглед досадашњих истраживања и њихових резултата. Тако се у раду “*Facility Location Problems: Models, Techniques, and Applications in Waste Management*” (O.J.Adeleke и D.O.Olukanni, 2020) даје кратак опис најзаступљенијих техника решавања проблема локације, са посебним освртом на њихову примену у области управљања отпадом. Рад је значајан јер анализира све фазе у процесу третмана отпада, тј. генерисање, сакупљање, разврставање, обраду и одлагање.

Сумарни преглед примењених модела у студијама широм света, дат је у табели:

Табела 2.1 Сумарни преглед примењених модела у научним радовима

Аутори	Год.	Циљ истраживања	Тип модела	Примена	Земља
Chauhan и Singh	2016	Одабир одрживе локације за одлагање	ВКА	медицински отпад	Индија

Zhao et al.	2016	Минимизација укупних трошкова и ризика за одабир локације уз дефинисање оптималних транспортних рута	мешовито целобројно линеарно програмирање	опасни отпад	Кина (Сичуан регија)
Yadav et al.	2017	минимизација броја локација постројења услед низвесности	Стохастички модел	комерцијални отпад	теоретски случај
Hu et al.	2017	минимизација вишекритеријумске функције	мешовито целобројно програмирање	енергетски отпад	Кина (Шангај)
Boonmee et al.	2018	Минимизација укупних трошкова у ланцу снабдевања секундарних сировина	мешовито целобројно програмирање	отпад након елементарних непогода	Теоретски случај
Wichapa и Khokhajaiki at	2017	Минимизација вишециљних функција (трошкови и коначни приоритет избора локација)	Fuzzy логика	инфективни отпад	Тајланд
Aydemir-Karadag	2018	максимизација укупног годишњег профита	мешовито целобројно програмирање	опасни отпад	Турска
Rabbani et al.	2018	Минимизација вишециљних функција (трошкови, ризик превоза опасног отпада, изложеност становништва, ризик локације)	мешовито целобројно програмирање	опасни отпад	теоретски случај
Rabbani et al.	2019	Минимизација вишециљне функције (укупни трошкови, ризик локације, ризик транспорта)	мешовито целобројно програмирање	комерцијални отпад	теоретски случај
Rathore и Sarmah	2019	Оптималан избор трансфер станица за одвојени и несегрегирани отпад	мешовито целобројно програмирање	комерцијални отпад	Индија (Биласпур)
Asefi et al.	2019	Минимизација укупне цене локације објекта и транспорта	мешовито целобројно линеарно програмирање	чврсти отпад	Иран (Техеран)
Gergin et al.	2019	Оптималне локације за здравствени отпад	мешовито целобројно програмирање	медицински отпад	Турска
Toutouh et al.	2020	Оптималне локације тачака акумулације отпада	мешовито целобројно програмирање	чврсти отпад	Уругвај и Аргентина
Adeleke и Ali	2020	Минимизирање броја активних тачака за прикупљање отпада	целобројно програмирање	чврсти отпад	Нигерија (Лагос)

Општи закључак је да не постоји јединствен, универзални модел применљив у већини случајева. Предложени модели дају одличну основу за даљу разраду, где се уз неходна прилагођавања могу прилагодити локалним условима одређеног подручја.

Такође се закључује да се већина радова и дефинисаних модела бави проналажењем оптималног баланса између неколико узрочно-последичних појава, од којих су најбитније: трошкови функционисања система, потенцијални ризици по

становништво и животну средину, локација настајања и одлагања отпада, могућности изградње постројења и др. Иако је много труда уложено, и даље је веома тешко формирати модел који би одговорио на све проблеме система управљања отпадом, између осталог и из следећих разлога:

- у већини студија је систем управљања отпадом третиран као једностепени систем, који укључује само тачке прикупљања отпада и локације постројења за третман отпада, или у најбољем случају двостепени систем где су укључене и локације трансфер станица. Сама функција превоза често није узиман у обзир, а они генеришу значајне оперативне трошкове и негативно утичу на животну средину;
- штетан утицај гасова стаклене баште, као и остали ризици по животну средину, нису били формулисани у већини модела, што је резултирало моделима који нису водили ка дефинисању система и технологија са минималним негативним утицајем на животну средину; и
- модели који су дефинисани укључујући начело “загађивач плаћа” нису узимали у обзир равноправну алокацију ризика по животну средину по питању локација која генеришу отпад и локација које служе за одлагање отпада, тј. није се водило рачуна да ли је локација за одлагање отпада у директној вези са локацијом генерисања отпада или је само погодна из других разлога. Јачањем еколошке свести грађана ово постаје један од битнијих фактора приликом дефинисања система управљања отпадом.

На основу прегледа радова из релевантних области може се закључити да у литератури није детаљно разматран систем управљања отпадом у оквирима деловања железничког транспорта, као и оптимизација самог транспортног процеса и смањења последица по животну средину и живот и рад људи, из чега је и потекла идеја за докторску дисертацију.

ПОГЛАВЉЕ

3

ТЕОРИЈСКО – МЕТОДОЛОШКИ ОКВИР ИСТРАЖИВАЊА

3.1. Основна и посебне хипотезе

Полазне хипотезе, укључујући основну и посебне хипотезе, формулисане су на начин да формализују тему научног истраживања, а које ће у каснијим фазама израде докторске дисертације бити потврђене, оповргнуте или модификоване.

Основна хипотеза гласи: *на генерисање токова отпада на железници утичу различити фактори (директни и индиректни), те се бољом организацијом система управљања отпадом, коришћењем постројења за прихват и складиштење отпада, може оптимизирати транспортни процес, елиминисати одређене претње по екосистем, повећати безбедност, смањити ризик од настајања инцидентних ситуација у саобраћају и створити основе за третирање отпада као сировине, што може довести до значајнијих финансијских уштеда.*

Посебне хипотезе, утврђене на основу дефинисаног циља научног истраживања и постављених задатака за његово остваривање, формулисане су на следећи начин:

- у току одвијања железничког саобраћаја, као и током интервенција на железничкој инфраструктури, генеришу се различите врсте отпада. Врсте отпада које се генеришу у директној су вези са видом железничког саобраћаја (путнички, теретни, мешовити) и објектима тј. деловима железничке инфраструктуре која се реконструише или изграђује;
- депоније отпада насталог током одвијања железничког саобраћаја, или извођења радова на железничкој инфраструктури, нису дефинисане и обезбеђене на адекватан начин, чиме се угрожавају основни елементи животне средине;
- просторна организација система управљања токовима отпада има непосредне импликације на поједине елементе животне средине и интензитет потенцијалних ризика;
- систем управљања отпадом на железници је у директној корелацији са

достигнутим нивоом организацијског и системског приступа наведеном проблему на нивоу државе;

- на врсту генерисаног отпада утиче технолошки ниво развијености одређене железничке компаније, као и ниво свести корисника услуга и организациона структура запослених;
- неадекватан приступ управљању отпадом лежи у хроничном недостатку средстава, јефтиној енергији, релативној заштићености јавних предузећа у ранијем периоду од инспекцијских органа, одсуству примене законских прописа и системске контроле;
- математички модел управљања отпадом на железници је ефикасан инструмент за одређивање оптималних локација за одлагање отпада и дефинисања могућих финансијских уштеда;
- оптимално управљање отпадом доводи до смањења количина отпада и значајних економских уштеда. Рационалнијим приступом третману одређених врста отпада и применом организационих мера, је могуће постићи значајне уштеде у виду искоришћавања отпада у функцији секундарних сировина; и
- железничке компаније су спремне да промене начин управљања отпадом уколико за то имају економске користи.

У току истраживања, уз примену савремених метода али и дедуктивно-индуктивног и аналитичко-синтезног приступа, неке од дефинисаних хипотеза су потврђене или оповргнуте.

3.2. Методе истраживања

Методологија рада је усаглашена и прилагођена предмету истраживања, а у функцији циља истраживања и реализације дефинисаних задатака, и базира се на системском приступу, који подразумева специфичне методолошке поступке подржане бројним научним методама. У складу са постављеним предметом и проблемом докторске дисертације, изабране су одговарајуће научне методе како би се на најбољи начин приступило проблему истраживања.

Мултидисциплинарност теме обрађена је уз коришћење различитих научних метода, при чему су на темељу анализе, дедукције, конкретизације и спецификације

рашчлањене све релевантне чињенице, а затим синтезом, генерализацијом, индукцијом и апстракцијом исте обједињене у јединствену целину.

Уз коришћење модерних метода и техника научно–истраживачког рада, извршено је истраживање теоријског и емпиријског карактера. Специфичност теме је захтевала коришћење општих и специфичних метода истраживања, при чему је било потребно, у циљу методолошки правилног дефинисања проблематике, користити домаћу и инострану научну и стручну литературу прилагођену условима испитиваног простора.

У циљу пружања одговора на питање да ли су и у којој мери потврђене основна и посебне хипотезе, да ли је постигнут дефинисан циљ и извршени постављени задаци, коришћене су следеће научне методе.

Метода анализе подразумева преглед и анализу досадашњих истраживања, анализу законских, стратешких и институционалних оквира, домаће и иностране литературе која се бави предметном проблематиком, са критичним освртом на постојећи систем управљања отпадом, као и дефинисање фактора и елемената система од значаја за даље истраживање. Методом анализе идентификовани су и интерпретирани прикупљени подаци у циљу утврђивања стања процеса и појава битних за тему истраживања.

Статистичко – математичка метода се применила имајући у виду велики број различитих података које је потребно прикупити и обрадити у току истраживања. Ова метода је коришћена у процесу обраде података у првој фази истраживања. Имајући у виду да се подаци релевантни за тему докторске дисертације не воде систематично и организовано у једној институцији, овом методом је омогућено њихово обједињавање и свођење на исте квантитативно – квалитативне основе погодне за даљу анализу, у циљу јасније интерпретације статистичких показатеља, израде алгоритма и картографског моделовања и закључивања.

Дедуктивна метода полази од општих теоријских поставки, идући ка специфичностима сваког од анализираног система управљања отпадом и њиховим утицајима на екосистеме и окружење.

Методом систематизације је омогућено успостављање рангирања података и формирање информационе базе на основу дефинисања односа и узајамних узрочно–последичних веза великог броја показатеља. У оквиру ове методе извршена је класификација у циљу разврставања елемената истог значаја, према раније усвојеним

принципима. Систематизовани елементи ће на овај начин постати погодни за даље вишезначне анализе и синтезе.

Методом синтезе су дефинисане везе и односи између анализираних појава и формирано закључци о могућностима унапређења система управљања отпадом на мрежи српских железница. Коришћењем математичких процедура умањена је субјективност доносиоца одлуке при одабиру локација за депоновање генерисаног отпада.

Упоредни (компаративни) метод је коришћен у циљу компарације система управљања отпадом примењених на железничким системима са различитим нивоом развијености који функционишу у другачијем друштвеном уређењу. Упоредни метод је примењен на примеру немачких железница, као једном од најуређенијих и најнапреднијих железничких система на свету, који већ дуго времена функционишу у оквиру ЕУ, затим примеру хрватских железница, као систему који дели много заједничких особина из претходног периода са српским железницама и који одскора функционише у систему ЕУ, и на крају на примеру самих српских железница. Метод је коришћен за структурну анализу где је могуће представити постојање системских и организационих разлика, на основу одређених, предефинисаних показатеља.

Метод вишекритеријумске анализе омогућио је дефинисање релевантних фактора и елемената система, који се могу квантификовати и рангирати у процесу анализе. Имајући у виду мултидисциплинарност предмета истраживања ова метода је пружила велику помоћ приликом поређења различитих варијанти просторне организације постројења за прихват и третман отпада дефинисаних у студији случаја и избора оптималног решења.

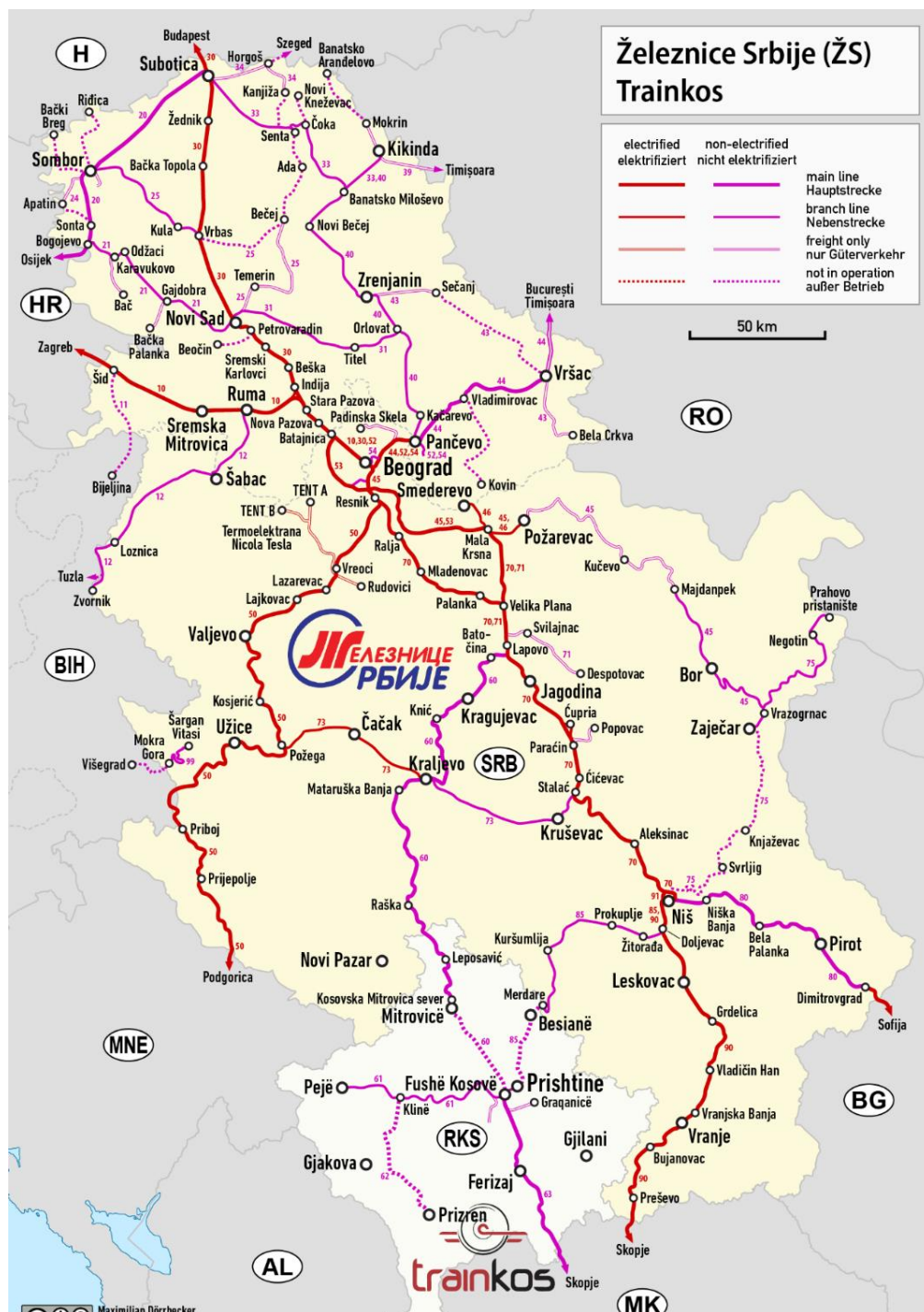
Картографски метод (уз примену ГИС технологије) је примењен у циљу визуелизације просторних одредница система управљања отпадом и показатеља од важности за сагледавање веза између одређених елемената система на предметном подручју, које у великој мери имају утицај на организацију и оптимизацију система, али и на елементе животне средине. Картографски метод представља основну научну методу просторних наука и поготово има примену у истраживањима оваквог или сличног карактера, те се подразумева да се емпиријско истраживање у докторској дисертацији у великој мери ослања на примени ове методе.

Графички метод је примењен у циљу приказивања добијених резултата и анализе размештаја појава и токова отпада, као и повезивања резултата добијених математичко

– статистичким и картографским методама, при чему су примењени методи графикана, гантаграма и упоредних дијаграма.

3.3. Простор истраживања

Простор истраживања докторске дисертације се пре свега односи на железничку инфраструктуру Републике Србије.



Слика 3.1: Железничка мрежа Републике Србије

(извор: www.reddit.com)

Садашња железничка мрежа у Србији обухвата око 3.700 km пруга. Постојеће пруге су старе и дотрајале док је примењена опрема технолошки застарела, пре свега због недостатка потребног улагања у редовно и инвестиционо одржавање, као и у развој инфраструктуре, што се огледа у смањењу квалитета услуге, повећању времена путовања, смањењу поузданости и учесталој нередовности саобраћаја. Међутим, у протеклом периоду иницирани су одређени пројекти који за циљ имају реконструкцију и изградњу појединих деоница у склопу свеобухватне ревитализације железничке мреже и развоја мреже пруга великих брзина (до 200 km/h).

Компаративна анализа је урађена на примерима железничких управа Републике Хрватске и Савезне Републике Немачке, те је дат кратак преглед основних параметара њихових железничких мрежа.

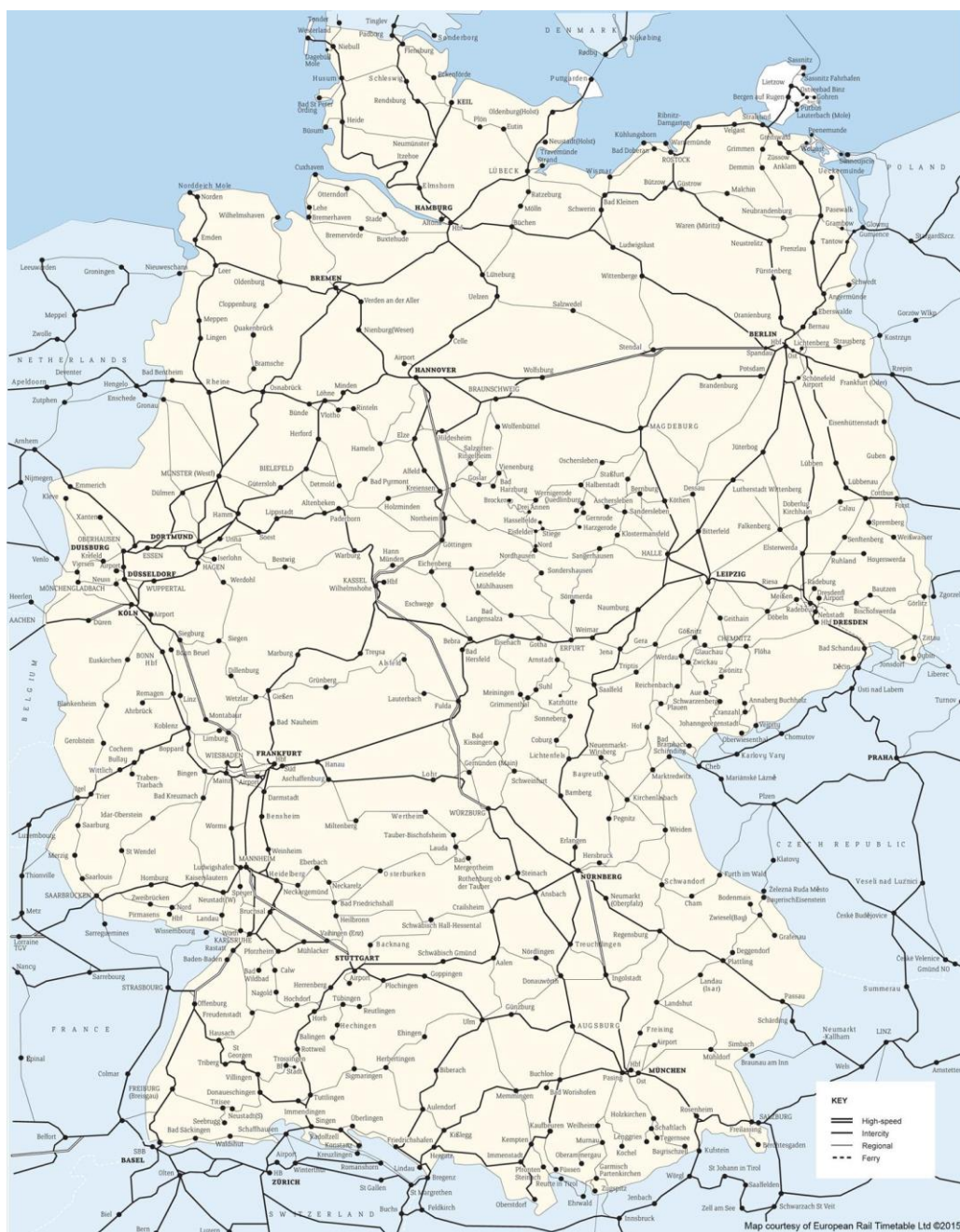
Хрватске железнице (HŽ) обухватају укупно нешто више од 2.600 km пруга. Прва значајнија железничка пруга пуштена је у саобраћај 1873. године на деоници Ријека – Трст и Ријека - Загреб. Мрежом HŽ-а пролазе паневропски коридори Vb, Vc и X.



Слика 3.2: Железничка мрежа у Републици Хрватској
(извор: www.find-croatia.com)

Мрежу пруга у Хрватској су до скоро карактерисали технички параметри који су испод прописаних стандарда, што често условљава рестрикције у саобраћају и отежава превоз путника и робе. Хрватска је уласком у ЕУ добила приступ одређеним финансијским фондовима, који се користе за реконструкцију железничке мреже, пре свих пруга које су саставни део TEN-T мреже пруга.

Мрежа пруга у Немачкој је трећа железничка мрежа која је анализирана у оквиру дисертације, кроз компаративну анализу.



Слика 3.3: Железничка мрежа Савезне Републике Немачке
(извор: www.maps-germany-de.com)

Прва пруга у Немачкој је пуштена у саобраћај 1835. године у дужини од 6 km између Нуремберга (Nuremberg) и Фуртха (Fürth). Прва пруга за даљински саобраћај пуштена је у саобраћај 1839. године између Лајпцига (Leipzig) и Дрездена (Dresden), у дужини од око 116 km.

Данас, немачке железнице (DB) обухватају преко 38.000 km пруга, које карактеришу високе техничке перформансе и на којима се обави више од две милијарде превоза путника годишње, што их ставља на четврто место на свету, одмах иза Јапана, Индије и Кине. Вредно помена је и разграната мрежа пруга великих брзина (до 350 km/h).

3.4. Очекивани резултати и научни допринос

Дефинисана тема докторске дисертације представља значајан научни проблем, имајући у виду да проблематика управљања отпадом, посебно на великим системима какав су железнице, има све већи друштвени значај.

Циљ примене геоеколошке логике у анализи проблема управљања отпадом није само једнострано проучавање појединих проблема на одређеном делу железничке мреже, већ истраживање узрочно-последичних односа, односно њиховог међусобног утицаја, утицаји на друштво и природу и дефинисање мера у циљу оптимизације система.

Оригиналност истраживања проистиче из дефинисане теме и предложене примене великог броја научних метода у циљу сагледавања проблема из различитих перспектива, узимајући у обзир комплексност и мултидисциплинарност теме. Ово се базира на сазнањима да је овако конципирана тема, проблемски и просторно врло изазовно и актуелно подручје истраживања, које до сада није на свеобухватан начин или на нивоу докторске дисертације изучавано и обрађено.

Резултати докторске дисертације представљају значајан допринос научној теорији и друштвеној пракси, пружајући нова, комплексна сазнања о могућностима развоја система управљања отпадом у оквиру железничког система који је у стању константног технолошког напретка. Кроз резултате рада биће учињен значајан допринос сагледавању стања, промоцији знања, техника и вештина које ће бити примењиве, доступне и поуздане.

Очекивани резултати дефинисања и имплементације система управљања отпадом огледају се пре свега у предлогу модела који би допринео остваривању финансијских уштеда, смањења негативних утицаја на животну средину, смањењу броја и интензитета акцидентних ситуација, остваривању уштеда у потрошњи енергената и побољшању

контроле трошкова. Дугорочни бенефити се огледају у превенцији потенцијалних биохазарда и очувања елемената животне средине у прихватљивим границама.

Очекивани резултати могу послужити и као основа за даље планирање и развој система, како по питању дефинисања организационих мера, тако и по питању дефинисања инвестиционе политике и стратегије развоја у оквиру железничког система.

Такође, резултати истраживања биће користан прилог научној и стручној пракси и могу представљати значајан извор података, систематизованих и уређених на једном месту, корисних при изради просторних планова, докумената јавних политика, стратегија просторног и одрживог развоја, као и техничке документације.

Научна оправданост докторске дисертације заснива се на сагледавању појава и процеса, непосредних и посредних утицаја геоеколошких детерминанти система управљања отпадом на основне елементе животне средине и то на одређеном, просторно дефинисаном транспортном систему, са потенцијалом за општи научни допринос у овој области, као и на идеји да се допринесе даљем развоју и унапређењу теоријско – методолошке и стручне основе за оптимизацију система управљања отпадом на железници.

Вишеструки научни допринос докторске дисертације се у првом реду заснива на примени већег броја интердисциплинарних метода истраживања у различитим областима, почевши од легислативе, планских докумената, анализе просторних ограничења, теренског рада, анализе параметара животне средине, као и у области статистичке обраде различитих типова података.

Научни допринос произилази из дефинисаних циљева и задатака истраживања, и огледа се кроз анализу кључних елемената и дефинисања узрочно–последичних веза међу њима у циљу постизања нових сазнања која се у каснијим фазама могу употребити за развој система управљања отпадом на српским железницама. Допринос истраживања огледа се и у унапређењу методологије за истраживање негативних последица по животну средину које са собом носе токови отпада на железничкој мрежи, пре свих гасова стаклене баште, кроз детаљну анализу узрока њиховог настанка, њихов интензитет и последице.

Осим научног доприноса, дисертација има и практични карактер, будући да је идеја за научним истраживањем и настала из реалних потреба. Резултати научног истраживања, и сходно томе дефинисан математички модел, могу се без одлагања

применити на мрежи пруга ИЖС-а, у циљу оптимизације одређених елемената система управљања отпадом, уз смањење негативних последица на елементе одрживог развоја.

Дефинисана методологија, примењене методе истраживања и очекивани резултати су таквог карактера да ће њихова апликативност превазићи просторне оквире истраживања, те се могу користити за научно истраживање на било којој железничкој мрежи.

Додатно, дефинисање већег броја могућих варијантних решења дистрибуције и транспорта генерисаног отпада, на основу претходно урађене анализе расположиве стратешке, планске и техничке документације и геопросторних карактеристика посматраног подручја и утицаја на биодиверзитет, се може сматрати научним, али и практичним доприносом дисертације.

На крају, важан аспект и научни допринос представља дефинисање и анализа релевантних главних критеријума и подкритеријума за потребе ВКА, уз дефинисање тежинских апсолутних и релативних фактора, уз анализу њихове међузависности и утврђивања утицаја на процес одлучивања.

Истраживање које је замишљено и спроведено на овај начин може послужити као основа за даље планирање и развој система, како по питању дефинисања организационих мера, тако и по питању дефинисања инвестиционе политике и стратегије развоја. Резултати истраживања омогућиће меродавним чиниоцима да јасније и свеобухватније сагледају потенцијалне ризике, али и потенцијале даљег развоја система, и у складу са тим поставе реалније циљеве у плановима развоја и стратешким документима, као и да правилно дефинишу и јасно усмере подстицајне мере према одређеним преференцијама.

У најширем смислу, од докторске дисертације се очекује да буде корисна литература у даљим научно-теоријским истраживањима. Израдом дисертације омогућује се даље детаљније и свеобухватније проучавање проблема управљања отпадом на железничкој инфраструктури, односно проучавање утицаја и последица које неадекватан систем управљања отпадом има по животну средину.

ПОГЛАВЉЕ

4

СТРАТЕШКИ И ПЛАНСКИ ОКВИР УПРАВЉАЊА ОТПАДОМ У СРБИЈИ

4.1. Стратегије ЕУ и региона

Иако су проблеми заштите животне средине евидентни веома дуг период, ЕУ је тек крајем 70-тих година прошлог века, тада као Европска Заједница (ЕЗ), почела са систематским приступом у смислу дефинисања политике и стратегије. Почетне мере су се углавном односиле на решавање конкретних и хитних проблема у појединим областима, док се са целовитим приступом започело тек касније, пре свега са сврхом проналажења оптималног односа између циљева и потреба пословног сектора и захтева политика и стратегија у области животне средине. Међу првим конкретним потезима било је доношење директиве која се односила на управљање отпадом (1976. г.).

Европска Унија је до сада донела шест акционих програма у области животне средине, почевши са првим програмом 1972. године, чиме је начињен значајан преокрет у политици ЕУ. Акционим програмима се прецизира потреба за доношењем мера за смањење загађења, унапређивање природне и урбане животне средине и повећање свести о проблемима животне средине и образовања.

Политика у области животне средине постала је први пут саставни део уговорних докумената ЕЗ усвајањем Јединственог европског акта 1987. године, да би се првобитно дефинисан оквир даље проширивао Уговором о Европској Унији (1992. г.), Уговором из Мастрихта (1992. г.), Амстердамским уговором (1997. г.), Уговором из Нице (2003. г.) и на крају Лисабонским уговором (2009. г.).

Јединствени европски акт, као један од првих докумената из ове области, у себи садржи поглавље „животна средина“ чиме се обезбеђује правна основа за дефинисање политике Заједнице у области животне средине. То је омогућило да ЕЗ предлаже усвајање прописа са циљем да се обезбеди заштита и унапреди квалитет животне средине, допринесе заштити здравља људи и обезбеди рационално коришћење природних ресурса. Дефинисан је принцип превенције, принцип спречавања штете на извору настајања и принцип загађивач плаћа. Такође је дефинисан и принцип

интеграције, којим се подразумева да захтеви у области животне средине морају постати интегрални део осталих политика ЕЗ.

Уговор из Мастрихта даље омогућава јачање улоге политике ЕЗ у области животне средине дефинисањем додатних циљева, међу којима се издваја унапређивање одрживог и неинфлаторног економског и друштвеног напретка уз поштовање принципа заштите животне средине. Такође се дефинише и циљ високог нивоа заштите, који се базира на принципу предострожности. Још једном је наглашено да је потребно захтеве заштите животне средине интегрисати у политике и циљеве у другим областима.

Значај Уговора из Мастрихта је и промена начина доношења одлука, при чему се са принципа једногласности прешло на одлучивање „квалификованом већином“. Ово је омогућено јачањем улоге Европског парламента у доношењу одлука, при чему је установљена процедура заједничког одлучивања са Саветом ЕУ.

Амстердамски уговор експлицитно дефинише одрживи развој као циљ ЕУ. Сходно уговору, ЕУ има за циљ да унапређује *„складан, уравнотежен и одржив развој привредних активности“* и *„одржив и неинфлаторан раст“*. Ово подразумева и снажније залагање за интегрисање циљева из области животне средине у друге секторе кроз формулацију да *„захтеви у области заштите животне средине морају бити интегрисани у формулисање и спровођење других политика ЕУ“*. Настављено је са поједностављивањем начина доношења одлука, будући да је процедура заједничког одлучивања постала уобичајена, уз ојачавање улоге Европског парламента. Општим циљевима је обезбеђена правна основа ЕУ да има активну улогу у областима од значаја за политику животне средине.

Уговором из Нице нису мењане основне одредбе али се одређеним доприносом могу сматрати измене у начину гласања које се односе на принцип квалификоване већине, који је заменио систем индивидуалног гласања.

Лисабонски уговор такође дефинише циљеве политике ЕУ у области животне средине у функцији одрживог развоја. Наглашено је да *„обавеза заштите животне средине мора бити интегрисана у дефинисање и спровођење политика и активности ЕУ посебно са циљем подстицања трајног развоја“*. Уговором је препозната одговорност ЕУ за глобално стање животне средине, чиме се ЕУ обавезује на поштовање Повеље Уједињених Нација (УН). Овим се поставља правна основа за деловање ЕУ у достизању дефинисаних циљева одрживог развоја не само у Европи, већ и широм света.

ЕУ је 2013. године дефинисала стратешки оквир даљег развоја политика из области заштите животне средине, кроз усвајање **Седмог акционог програма ЕУ за животну средину до 2020. године**. Овим документом с пред све земље чланице ЕУ намеће обавеза имплементирања основних принципа, који се тичу претварања отпада у ресурс, смањењу стварања отпада, повећању рециклаже и развијања тржишта секундарних сировина.

Коначно, последњим **Акционим планом ЕУ о циркуларној економији** из 2020. године, дефинишу се амбициозне мере за стимулацију преласка на циркуларну економију и постављају, између осталих, и следећи циљеви: рециклирање све амбалаже од пластике до 2030. године и елиминисање емисије гасова стаклене баште до 2050. године.

Анализом горе наведених докумената, закључује се да су основни циљеви политике ЕУ у делу животне средине усмерени на допринос превенцији, заштити и побољшању стања животне средине, заштити здравља људи, планском и рационалном искоришћавању природних капацитета и унапређењу политика за проактивно бављење проблемима животне средине. Политика је заснована на начелима предострожности, превентивне акције, спречавању штете на месту настанка и начелу загађивач плаћа.

У циљу конкретнијег утврђивања начина спровођења циљева акционог програма дефинисане су тематске стратегије. Тематским стратегијама обухваћено је седам области, међу којима и превенција и рециклажа отпада (“Thematic Strategy on the prevention & recycling of waste”). Циљ стратегије је минимизација настајања отпада, као и поновно коришћење отпада добијање секундарних сировина и енергије. Овај приступ је прихваћени од стране Немачких железница, које преко 80% отпада генерисаног на својој мрежи рециклирају и претварају у секундарне сировине.

Стратегија такође сагледава и процењује политику ЕУ у области отпада, те тежи да поједностави и разјасни законодавни оквир, установи циљеве и мере за унапређивање система управљања отпадом и смањење настанка отпада.

Сходно томе је предложено унапређивање Оквирне директиве о отпаду (2006/12/ЕЦ), укључивање приступа базираног на “животном циклусу” у оквиру ЕУ, дефинисање минималних стандарда у области рециклирања, подстицање дефинисања нових приступа за убрзавање процеса рециклирања и смањење одлагања биолошког отпада на депонијама.

Основни принцип спровођења политике заштите животне средине је предострожност и превенција. С тим у вези, треба све активности дефинисати и реализовати на начин да изазову минималну промену у животној околини и да изазову најмањи ризик по здравље људи и животиња, те смање заузетост простора и потрошњу сировина и енергије.

У области управљања отпадом дефинисани су основни, општи принципи који су формализовани кроз велики број директива ЕУ. Међу њима се издвајају:

- *Принцип превенције* – смењити количине генерисаног отпада на месту настанка;
- *Принцип предострожности* – смањити утицај отпада на животну околину и људско здравље;
- *Принцип „загађивач плаћа”* – створити предуслове да одговорност за поступке и трошкови буду на страни загађивача; и
- *Принцип близине* – постројења за третман отпада и пратећа инфраструктура у близини локација настанка отпада, путем имплементације интегрисаног система управљања отпадом.

Најважнији принцип, узимајући у обзир њихову хијерархију, подразумева да се стратегије у области управљања отпадом базирају на сузбијању настанка отпада и смањењу штетних последица отпада. У случајевима када ово није оствариво, потребно је применити специфичне, посебне принципе, на основу којих треба тежити поновној употреби отпада, рециклажи, обнови и коришћењу отпада као извора енергије. Као последње решење предвиђена је могућност на одлагање отпада.

Евидентно је да регулативе и плански документи ЕУ промовишу принципе, процедуре и технологије у циљу смањења настајања отпада и елиминисања, или барем смањења, отпада на самом извору. Сходно томе потребно је обезбедити боље услове за рециклирање и поновну употребу отпада, уз дефинисање ригорозних критеријума заштите животне околине. Поред иницијатива за увођење чистијих технологија у процесу производње, надлежне институције ЕУ спроводе и циљане кампање ради подизања еколошке свести, поготово код млађе популације.

Иако замишљена као јединствени простор, на коме владају усаглашени прописи, ипак је евидентна значајна разлика у примени принципа смањења отпада на самом

извору. Такође, проценат рециклаже отпада у државама ЕУ се креће од 10 – 65%, док је проценат одлагања отпада на уређеним депонијама од 10 – 90%.

Када се говори о стратешком опредељењу даљег развоја области управљања отпадом, преточено у политику ЕУ о отпаду, предвиђа се промовисање чистијих технологија, рециклирања отпада и његовог поновног коришћења, анализа животног циклуса производа и развој система еко-обележавања.

Сви горе наведени принципи и предложене мере су узете у обзир приликом дефинисања и прилагођавања домаће легислативе у области управљања отпадом и заштите животне околине.

За земље у региону је вредна помена **Софијска декларација о Зеленој агенди за Западни Балкан** из 2020. године, којом је дефинисана израда националних стратешких докумената у области циркуларне економије, са посебним освртом на превенцију настанка отпада, модерно управљање отпадом уз употребу нових технологија, рециклажу и поновну употребу отпада, изградњу инфраструктуре за управљање отпадом на нивоу региона и градова, подизање свести грађана о отпаду и др.

4.2. Национални стратешки документи

Република Србија је дефинисала стратегију у области заштите животне околине која подразумева достизање и осигурање стања животне средине заснованом на одрживом управљању. Један од важнијих фактора у постизању овог циља је успостављање одрживог интегралног система управљања отпадом, као и свеобухватнија интеграција политика животне средине у друге секторске политике, већа индивидуална одговорност и активније учешће јавности приликом доношења одлука.

Важећи национални стратешки документи, значајни за предмет дисертације, су пре свих:

- Стратегија заштите животне средине – Зелена агенда за Републику Србију за период 2024-2033. године;
- Програм управљања отпадом у Републици Србији за период 2022-2031. године („Сл. Гласник РС”, бр. 12/22);
- Акциони план за период 2022-2024. године за спровођење Програма управљања отпадом у Републици Србији за период 2022-2031. године; и
- Програм развоја циркуларне економије Републике Србије за период 2022-

2024. године („Сл. Гласник РС”, бр. 137/22).

Стратегија животне средине – Зелена агенда представља основни документ јавне политике у области животне средине, којим се дефинишу мере и активности у циљу достизања постављених циљева Зелене агенде за Западни Балкан (Софијска декларација, 2020). Зеленом агендом су у први план издвојене мере и активности по питању решавања проблема и последица климатских промена и емисије гасова стаклене баште, подржано коришћење обновљивих извора енергије и примене циркуларне економије, дефинисани кораци у циљу смањења загађења, побољшања квалитета ваздуха, воде и земљишта, заштите биодиверзитета и екосистема и омогућавање одрживих прехранбених система.

Програм управљања отпадом у Републици Србији (Програм) је документ којим се наставља реализација циљева дефинисаних у Стратегији управљања отпадом за период 2010-2019. године (Стратегија), са циљем успостављања и развоја интегрисаног система управљања отпадом. У Програму се наводи да циљеви дефинисани у Стратегији нису у потпуности остварени, пре свега у областима организованог прикупљања отпада, примарне сепарације, рециклажи и укидања дивљих депонија. Стога се Програмом дефинишу нови циљеви у сагласности са новопостављеним циљевима ЕУ из ове области, дефинисаним у оквиру “зелене транзиције” и тежње да се пређе на циркуларни економију у оквиру ЕУ.

Дефинисана Визија у оквиру Програма је *“минимизација утицаја отпада на животну средину и повећање ефикасности коришћења ресурса на принципима циркуларне економије”*. Као општи циљ се наводи *“развој одрживог система управљања отпадом у сврху очувања ресурса и смањења негативних утицаја на животну средину, здравље људи и деградацију простора”*.

Програм дефинише и посебне циљеве и мере који се тичу повећања стопе рециклаже, смањења одлагања биоразградивог отпада, укидање несанитарних депонија, повећања стопе сакупљања и поновне употребе, као и јачање капацитета надлежних институција у усклађивање са прописима ЕУ.

Програмом је такође дефинисана и обавеза усвајања **Акционог плана за период 2022-2024. године**, којим ће се дефинисати конкретне активности, мере, одговорне институције и партнери. Акционим планом се такође дефинишу показатељи путем којих ће се вршити праћење резултата, поштовање рокова и контрола коришћења финансијских средстава.

Програм развоја циркуларне економије дефинише мере и активности, између осталог, и у области управљања отпадом, са циљем стварања предуслова за реализацију и развој циркуларне економије, а све у циљу подршке зеленој транзицији у РС. Програм садржи Акциони план са једним општим и пет посебних циљева, којима се подржава примена нових технологија и коришћење обновљивих извора материјала и енергије и дефинисање нових предмета из ове области у студијским програмима на основним и мастер студијама.

Од националних стратешких докумената чији је период акционог плана истекао, а који су узети у обзир у циљу боље анализе генезе развоја односа у области заштите животне околине и система управљања отпадом, вредни помена су:

- Стратегија управљања отпадом за период 2010-2019. године („Сл. Гласник РС”, бр. 29/10);
- Стратегија увођења чистије производње у Републици Србији („Сл. Гласник РС”, број 17/09),
- Национална стратегија одрживог развоја („Сл. Гласник РС”, бр. 57/08);
- Национална стратегија за апроксимацију у области животне средине за Републику Србију („Сл. Гласник РС”, бр. 80/11); и
- Национални програм заштите животне средине („Службени гласник РС”, број 12/10).

Стратегија управљања отпадом за период 2010-2019. године представљала је основни документ којим се дефинишу и усмеравају активности везане за целокупан систем управљања отпадом, у сагласности са политиком ЕУ. Такође је дефинисала одговорности за третман отпада и краткорочне и дугорочне циљеве уз утврђивање мера и активности за достизање постављених циљева.

На основу дефинисаних циљева и анализе постојећег стања дефинисане су мере за побољшање система управљања отпадом, којима су обухваћене могућности поновне употребе, рециклаже, крајњег одлагања и других начина третмана отпада. Такође је предвиђено институционално јачање и развој законодавног оквира, као и поспешивање едукације и развијање јавне свести.

На основу Стратегије се доносе остали имплементациони планови за управљање посебним токовима отпада и утврђују неопходни економски и финансијски механизми у

циљу омогућавања система за инвестициона улагања у одрживе активности.

Саставни део Стратегије је **Национални план управљања отпадом** који садржи процену очекиваних количина отпада произведеног и увезеног на територији РС, анализу система прикупљања отпада и мреже објеката за поновно коришћење и одлагање отпада. Саставни део Националног плана је и процена потреба за новим системом прикупљања отпада, затварањем постојећих постројења и изградњом нових објеката у складу са начелом самодовољности и близине.

Стратегија увођења чистије производње у Републици Србији представља разраду националних стратешких докумената и промовише концепт одрживог развоја кроз промовисање примене чистије производње, узимајући у обзир лимите животне средине да прихвати загађујуће материје настале у процесу производње.

Чистија производња се као превентивна стратегија заштите животне средине први пут јасно дефинише на Светском самиту о одрживом развоју (Јоханесбург, 2002. године), у области производних процеса, производа и услуга. Убрзо након тога, појам чистије производње се проширио и на целокупан животни циклус развоја производа, почевши од пројектовања, преко производње и коришћења, до одлагања.

Крајњи циљ Стратегије је да производне компаније у РС имплементирају процесе чистије производње у своје свакодневне пословне активности.

Национална стратегија одрживог развоја дефинисана је на фундаменталном принципу моралне правде у смислу обавезе данашње генерације да наредним генерацијама остави подједнаке могућности за развој које и она има. Стратегија подржава глобално прихваћене циљеве, дефинисане међународним декларацијама и уврштеним у стратешким документима ЕУ.

Стратегија дефинише заштиту и унапређење животне средине и рационално коришћење природних ресурса као један од националних приоритета, уз јачање капацитета за примену свеобухватних политика, планова и програма, где се посебно наглашава развој чистијих технологија, повећање енергетске ефикасности и коришћење обновљивих извора енергије.

Стратегија препознаје неадекватно поступање са отпадом као један од најозбиљнијих проблема, уз непостојање адекватне инфраструктуре, што узрокује загађење ваздуха, земљишта и површинских и подземних вода. Основно опредељење је потреба за јачањем институција и подстицање конкуренције и укључивање приватног

сектора у област управљања отпадом.

Стратегија дефинише и циљеве одрживог развоја у области саобраћаја, где је акценат на смањењу удела саобраћаја у загађењу ваздуха, повећању обима интермодалног транспорта већим учешћем водног и железничког саобраћаја и побољшању система јавног превоза у градовима.

Национална стратегија за апроксимацију у области животне средине за Републику Србију има за циљ анализу могућности и ограничења примене прописа ЕУ и стварање одрживе основе за преговоре о приступању у вези са Поглављем 27. Стратегија предвиђа транспозицију прописа ЕУ у прописе РС, након чега следи имплементација и примена тих прописа, што подразумева израду под-стратегија и планова у одређеним областима.

Стратегија разматра финансијски, економски и институционални аспект примене ЕУ прописа и наглашава да предвиђени трошкови (око 10,4 милијарди евра) неће представљати експлицитну обавезу за буџет, већ ће се углавном обезбедити из Претприступних фондова ЕУ, као и из Фонда за заштиту животне средине и Буџетског фонда за воде РС.

Предвиђене су и бројне активности у економској области, општег и специфичног карактера. Од општих активности се предвиђа ревизија инфраструктуре животне средине, реструктурирање Фонда за заштиту животне средине, реформисање јавних комуналних предузећа, успостављање концепта „максимално приуштливе тарифе” и „тарифе за потпуну надокнаду трошкова” као референтних параметара за дефинисање тарифа.

Стратегија се такође бави посебним секторима у области животне средине, где се наводи и отпад. Предвиђено је дефинисање детаљнијих циљева, задатака и планова путем израде секторских стратегија и директива тј. посебних имплементационих планова за сваку директиву, где су предвиђени додатни ресурси за њихову имплементацију.

Дефинише се потреба за успостављањем ефикасног система за сакупљање отпада и постављање трансфер станица на начин да се обезбеди смањење укупних трошкова сакупљања, док је одвојено сакупљање различитог амбалажног отпада на извору заједно са претходном прерадом у регионалним постројењима за сортирање потребно даље размотрити.

Национални програм заштите животне средине обезбеђује планирање и

управљање заштитом животне средине на основу кога се припрема Акциони план за имплементацију Програма, којим се разрађују регулаторне и институционалне активности, дефинише израда студија и техничке документације и одређују економске и инвестиционе мере у краткорочном (до краја 2014. г.) и средњерочном (до краја 2019. г.) временском периоду.

Програм препознаје управљање отпадом као један од највећих проблема животне средине у РС, а ти проблеми у највећој мери потичу из досадашњег односа према отпаду и непостојању одговарајуће инфраструктуре и организованог система сакупљања, транспорта, рециклирања и одлагања отпада.

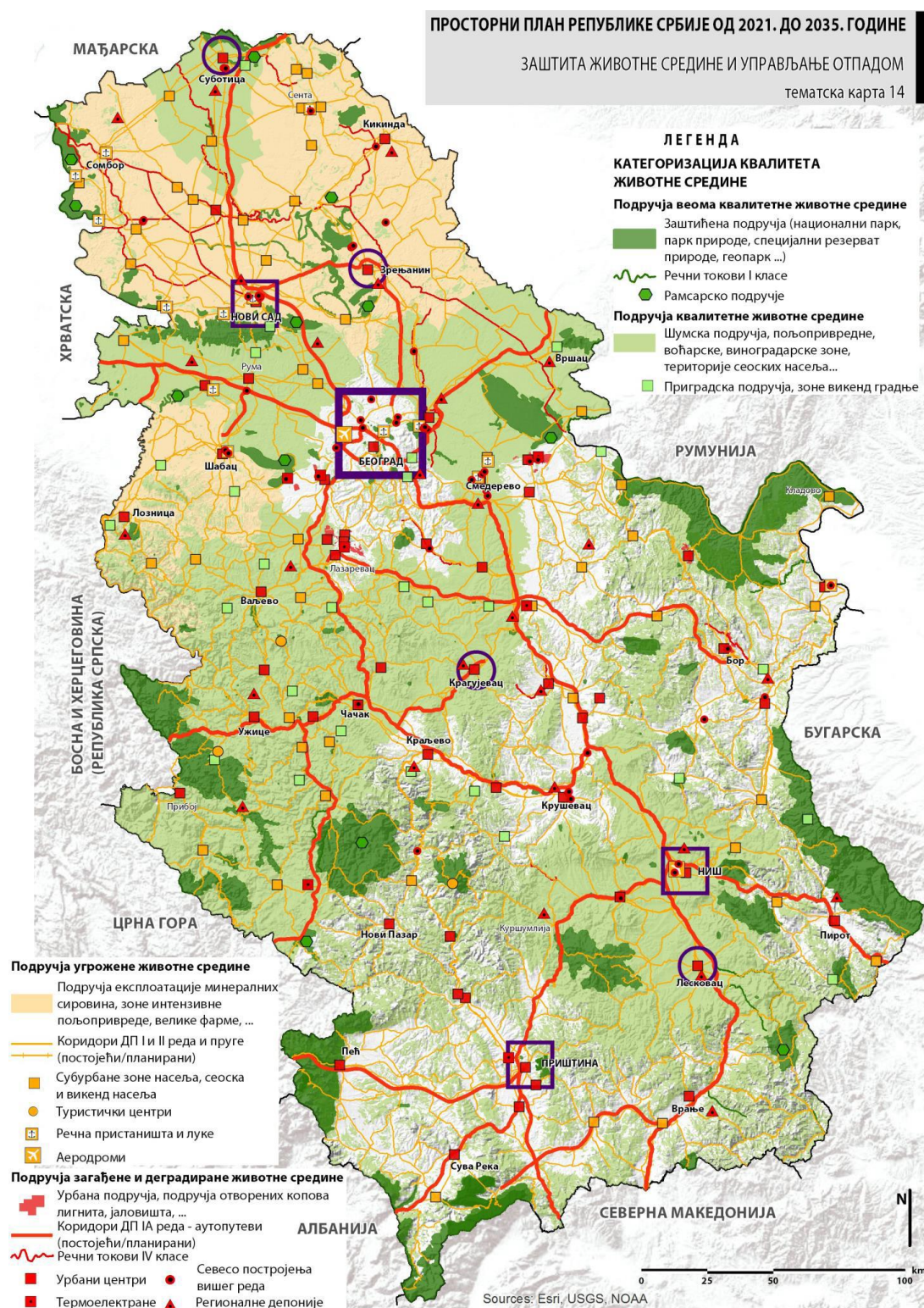
Као приоритетни циљеви дефинисано је усклађивање националног са законодавством ЕУ из ове области, повећање територије обухваћене организованим системом прикупљања отпада, повећање процента искоришћења и рециклаже отпада, успостављање информационог система, санирање сметлишта и дивљих депонија и јачање институционалних капацитета. Посебна пажња је посвећена увођењу технологија чистије производње, што се у Програму препознаје као развојна шанса.

4.3. Просторно планска документација

Један од важнијих циљева планирања просторног развоја је достизање одрживог модела система управљања отпадом, при чему се пре свега обезбеђује планска основа за реализацију система и подстиче пракса управљања отпадом са акцентом на очување квалитета животне средине.

Нацртом Просторног плана Републике Србије до 2035. године се препознаје напредак у области управљања отпадом, али се и даље евидентирају изазови на пољу остваривања добре покривености и пружање основних услуга, односно сакупљања, транспорта и правилног одлагања отпада. Мали проценат отпада се одлаже на санитарним регионалним депонијама (око 22%), не постоји третман отпада пре одлагања, као ни систем примарне селекције отпада и биолошког третмана отпада, и стопа рециклирања комуналног отпада је ниска (око 3-5%). Велики недостатак представља непостојање инфраструктуре за одлагање и третман опасног, медицинског и грађевинског отпада.

Систем регионалних депонија није у потпуности заживео, где дванаест региона има потписане међуопштинске споразуме али градња санитарних депонија још није започела и још увек је велики број дивљих, несанитарних депонија.



Слика 4.1: Заштита животне средине и управљање отпадом
(извор: Нацрт ПП Републике Србије до 2035. год.)

Као потенцијал даљег развоја се наводи постојање релевантних прописа, критичне количине отпада који се може користити као ресурс, постојање планске и пројектне документације, што је предуслов за повлачење средстава из ЕУ фондова, и посебно ефикасна заштита животне средине као резултат одрживог управљања отпадом.

Основна ограничења су недостатак инфраструктуре за сортирање отпада, третман и одлагање опасног отпада, низак степен рециклирања и коришћења секундарних сировина добијених рециклажом, као и недовољно развијена јавна свест о бенефитима примене адекватног система управљања отпадом у еколошком и економском смислу.

Основни принцип даљег развоја система управљања отпадом подразумева спровођење мера које не доведе у опасност људско здравље и не проузрокују штетне утицаје на животну средину. Дефинише се обавеза формирања центара за сакупљање отпада у свим локалним самоуправама, како би грађани сами доносили отпад, чиме би се регионалним системима омогућило да третирају посебне токове отпада на систематичан начин. Регионални центри ће се организовати са свом потребном инфраструктуром у 17 региона за управљање отпадом, док се постројење за механичко-биолошки третман отпада планира у Новом Саду, Нишу и Крагујевцу, а капацитети за управљање опасним отпадом у пет региона у Србији. Просторним планом је предвиђена (изградња је већ и кренула) и постројења за искоришћење енергије из отпада у Београду.

Посебним мерама се предвиђа смањење количина амбалажног отпада и промовисање рециклирања, пре свега у домаћинствима, и примарне селекције отпада, уз увођење принципа чистије производње, поготово у области експлоатације минералних сировина и прехранбеној индустрији. Просторним планом се такође предвиђа развој мреже сакупљачких станица и постројења за третман посебних врста отпада (батерије, електро отпад, гуме, уља, итд.).

Медицински и животињски отпад су такође обрађени у Просторном плану, где се предвиђа изградња постројења за термички третман инфективног медицинског отпада – инсинератора, као и сакупљање животињског отпада, те његово разврставање, привремено складиштење у сабирним центрима и третман у постојећим постројењима.

Имајући у виду повећани интензитет грађења у претходном периоду, посебна пажња је посвећена рециклирању грађевинског отпада, при чему ће се одредити локације за одлагање грађевинског отпада, увести обавеза рециклирања и дефинисати стандарди квалитета, са циљем достизања степена рециклирања од 70% до 2035. године.

Просторни план Републике Србије до 2020. године (Сл. Гласник РС, бр. 88/2010), дефинише заштиту и унапређење животне средине као основу уравнотеженог развоја, коришћења и уређења простора РС.

Дефинисани циљ се, између осталог, заснива на одрживом коришћењу природних

капацитета, побољшању енергетске ефикасности, већем коришћењу обновљивих извора енергије и примени чистијих технолошких решења, уз примену принципа регионалног одлагања отпада.

Препознати су проблеми који се односе на непостојање адекватне инфраструктуре за третман и одлагање комуналног отпада, опасног отпада и инсинерацију. Озбиљни недостаци су евидентирани и у процесу сакупљања, транспорта и санитарног одлагања отпада. Поред наведеног, као основни проблем препознат је недостатак документације на регионалном и локалном нивоу и недостатак и/или неадекватно вођење база података о саставу и токовима отпада.

Основни концепт управљања комуналним отпадом представља удруживање више општина ради заједничког управљања отпадом успостављањем система регионалних центара, док се за управљање опасним и медицинским отпадом планира изградња Националног центра, уз изградњу инсинератора.

Просторним планом су дефинисане потребне мере за успостављање система управљања отпадом, а које се тичу:

- **правних инструмената:** доношење недостајућих закона и подзаконских прописа, националних планова управљања по врстама отпада, регионалних и локалних планова управљања отпадом;
- **економско – финансијских мера:** дефинисање подстицајних мера за рециклажу и поновно коришћење отпада, увођење принципа пуне надокнаде трошкова и увођење система наменских фондова; и
- **организационих мера:** јачање институционалних капацитета и надлежних институција, промоција јавно – приватног партнерства и развијање свести јавности о одговорном односу према отпаду.

Имајући у виду да је утврђене оквире и смернице просторног развоја потребно даље развијати на регионалном и локалном нивоу, Просторни план дефинише израду девет регионалних просторних планова, у циљу јачања регионалне конкурентности и побољшања приступачности појединих регионалних целина и уравнотеженијег регионалног развоја Србије:

- **Регионални просторни план административног подручја града Београда** (“Сл. Лист града Београда“, бр. 38/11), предвиђа два регионална

центра за управљање отпадом, уз потребу одређивања локације центара за сакупљање опасног отпада из домаћинства, при чему се постојећи систем управљања медицинским отпадом задржава. Предвиђена је и израда Локалног плана управљања отпадом, успостављање система за сакупљање посебних токова отпада и идентификација несанитарних депонија, уз спровођење поступка збрињавања отпада и ремедијације тла;

- **Регионални просторни план општина јужног Поморавља** („Сл. Гласник РС“, бр. 83/10), пре свега предвиђа затварање и санацију постојећих несанитарних депонија и рекултивацију земљишта, заустављање и санкционисање линијске дисперзије депонија, изградњу нових регионалних санитарних депонија „Жељковац” и „Метерис”, преусмеравање опасног отпада на регионално складиште у Нишавском округу и реализацију центара за сакупљање опасног отпада из домаћинства. Предвиђа се и израда Плана управљања отпадом и изградња три трансфер станице у Јабланичком округу и дефинисање две локације трансфер станица у општинама Пчињског округа;
- **Регионални просторни план Тимочке крајине** („Сл. Гласник РС“, бр. 51/11) предвиђа затварање постојећих несанитарних депонија и систематско затварање, ремедијацију и рекултивацију постојећих општинских депонија, изградњу нове регионалне санитарне депоније „Халово 2“, и успостављање децентрализованог система управљања отпадом. Предвиђа се израда Плана управљања отпадом за Борски и Зајечарски округ и дефинисање седам локација за трансфер станице. Дефинисано је затварање и санација локалних сметлишта и успостављање система управљања отпадом из корита реке Дунав који се таложи код ХЕ „Бердап“;
- **Регионални просторни план аутономне покрајине Војводине 2009–2020** („Сл. Лист АПВ“, број 22/11) између осталог, наводи да *“развијање одрживог система управљања отпадом води ка циљу смањења загађења животне средине и деградације простора”*. Предлаже се удруживање општина у циљу заједничког управљања отпадом и предвиђа девет регионалних центара управљања отпадом. Иницира се реализација локалних регистара извора загађивања, израда катастра опасног отпада и

обезбеђивање редовног рада аутоматских мониторинг станица;

- **Регионални просторни план за подручје Нишавског, Топличког и Пиротског управног округа** („Сл. Гласник РС“, бр. 1/13) предвиђа израду документације за затварање, санацију и ремедијацију постојећих несанитарних депонија и изградњу регионалних санитарних депонија на територији Нишавског и Топличког управног округа, уз успостављање децентрализованог система управљања отпадом у сеоским насељима. На подручју Плана предвиђа четири трансфер станице (Алексинац, Куршумлија, Димитровград и Бела Паланка) и девет рециклажних станица;
- **Регионални просторни план за подручје Златиборског и Моравичког управног округа** („Сл. Гласник РС“, број 1/13) дефинише као планско опредељење удруживање градова/општина и изградњу две регионалне депонија Дубоко-Ужице и Бањица-Нова Варош. Предвиђа израду документације за затварање, санацију и ремедијацију постојећих депонија и дефинисање 14 локација за трансфер станице;
- **Регионални просторни план за подручје Подунавског и Браничевског управног округа** („Сл. гласник РС“, бр. 8/15) као основно решење у области управљања отпадом дефинише одређивање локације и изградњу регионалне депоније на територији Браничевског округа, као и затварање несанитарних депонија и заустављање праксе одлагања отпада дуж путева, речних токова и у близини сеоских и градских насеља;
- **Регионални просторни план за подручје Шумадијског, Поморавског, Рашког и Расинског управног округа** („Сл. Гласник РС“, бр. 39/14) дефинише пет регионалних центара за управљање отпадом у Лапову, Крагујевцу, Новом Пазару, Крушевцу и Јагодини. Предвиђа да се локације трансфер станица дефинишу плановима локалних самоуправа; и
- **Регионални просторни план за подручје Колубарског и Мачванског управног округа** („Сл. Гласник РС“, бр. 11/15) поред изградње три регионалне депоније комуналног отпада (Каленић - Уб и Лајковац, Шашинци - Сремска Митровица и Дубоко - Ужице), предвиђа и санацију и рекултивацију постојећих депонија ради привођења деградираних простора новим наменама. Такође предвиђа изградњу трансфер станица

Ваљево, Коцељева, Шабац, Лозница и Љубовија и затварање и санацију локалних сметлишта у руралним подручјима и формирање санитарно уређених сеоских одлагалишта комуналног отпада.

Поред регионалних планова, **Просторни планови јединица локалне самоуправе** обрађују питање управљања отпадом са аспекта потреба и могућности локалних заједница, при чему се у обзир узимају планска решења планова вишег реда и стратешки правци развоја дефинисани у националним стратешким документима, чиме се обезбеђује децентрализација и развој локалног система управљања отпадом.

На основу анализе постојећег стања дефинишу се циљеви, приоритети и план имплементације предложених решења. Просторним плановима локалних самоуправа разматра се концепт одлагања отпада преласком на систем регионалног депоновања отпада (уколико је могуће), дефинишу локације сакупљачких и трансфер станица, центара за одвојено сакупљање рециклабилног отпада - рециклажна дворишта, утврђују локације за одлагање инертног отпада, дају предлози за успостављање система за сакупљање и третман различитих врста отпада (животињског порекла, опасног, медицинског, посебни токови отпада, итд.) и дају смернице за санацију и рекултивацију постојећих, неуређених сметлишта и депонија.

ПОГЛАВЉЕ

5

ЗАКОНОДАВНИ И ИНСТИТУЦИОНАЛНИ ОКВИР

5.1. Међународни прописи

Регулативе на нивоу ЕУ које дефинишу начин функционисања железничког система, а посредно дефинишу и област управљања отпадом, дефинисане су кроз железничке пакете (eng. Railway package), који у себи садрже одређене ЕУ директиве. Европска Комисија је кроз четири железничка пакета покушала да спроведе тржишну либерализацију железничког тржишта у периоду од 2001. - 2016. год.

Изузимајући нулти железнички пакет, прво се кренуло са либерализацијом међународног теретног превоза (2001.) кроз први железнички пакет, да би се наставило са либерализацијом домаћег теретног превоза (2004.) у склопу другог железничког пакета. Либерализација међународног путничког превоза је била тема трећег железничког пакета (2007.), док се четвртим пакетом (2016.) дефинише либерализација домаћег путничког саобраћаја.

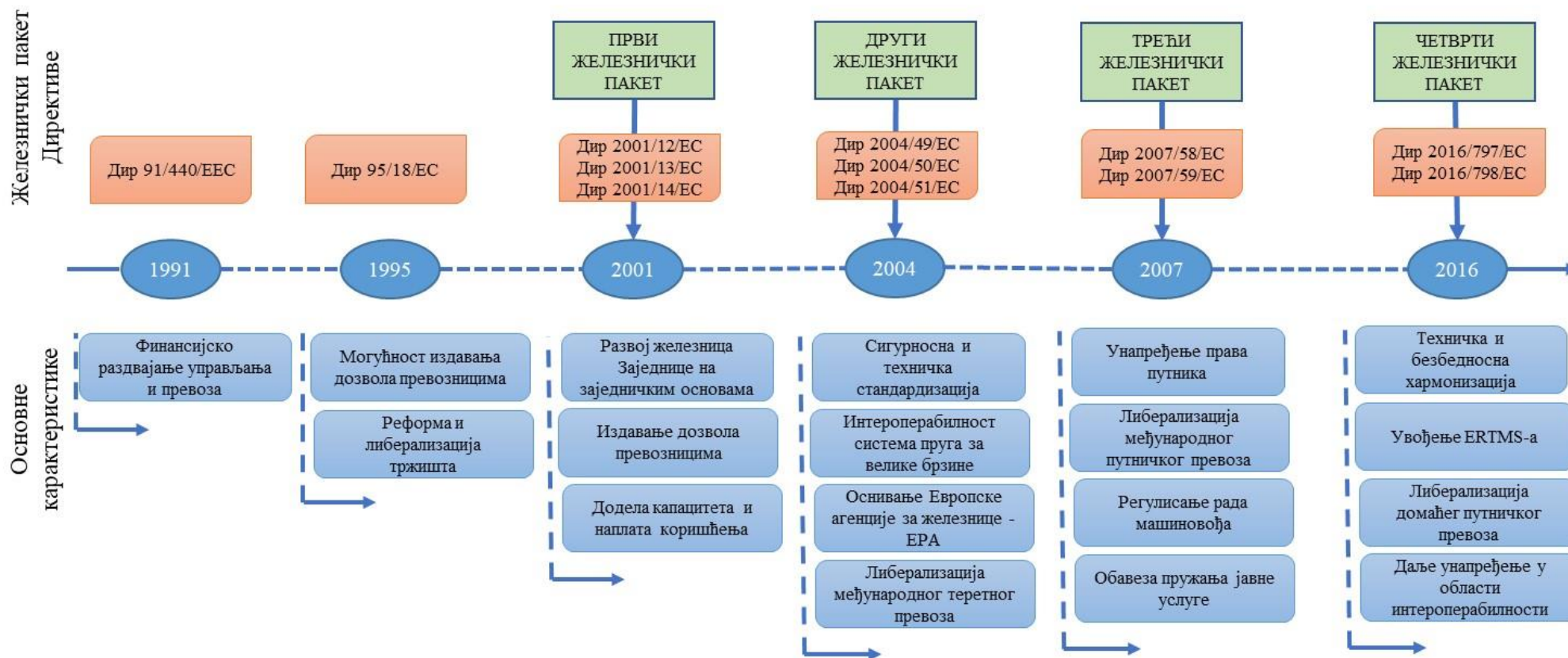
Детаљнији преглед ЕУ директива и железничких пакета дат је како следи:

- **Нулти железнички пакет:** обухвата све директиве које су донете до 2000. године. Најважнија одредба овог пакета је садржана у директиви 91/440/ЕЕС из 1991. године, којом се дефинише финансијско раздвајање између управљања железничком инфраструктуром и услуге превоза. Директива из 1995. године (95/18/ЕС) дефинише могућност издавања дозвола железничким превозницима, који би имали једнак приступ железничкој инфраструктури, док остале директиве дефинишу услове додељивања капацитета, наплате коришћења инфраструктуре, итд.;
- **Први железнички пакет:** усвојен 2001. године и чине га три директиве које замењују или ревидирају претходне директиве, односно директива 2001/12/ЕС о развоју железница ЕУ, директива 2001/13/ЕС о издавању дозвола железничким превозницима и директива 2001/14/ЕС о додели капацитета и наплати коришћења;

- **Други железнички пакет:** усвојен 2004. године пре свега због веома отежане примене директива из претходног пакета. Директиве овог пакета односе се на сигурности на железницама (2004/49/ЕС), интероперабилности европског система конвенционалних пруга и пруга за велике брзине (2004/50/ЕС), развој железница ЕУ (2004/51/ЕС), те о оснивању Европске агенције за железнице - ЕРА (Уредба 881/2004/ЕС). Основна улога овог пакета је била сигурносна и техничка стандардизација, као и централизација преко Агенције уз либерализацију међународног теретног превоза;
- **Трећи железнички пакет:** усвојен 2007. године, којим се наставља даље унапређење и стандардизација железничког система на територији ЕУ, уз унапређење права путника и повећање квалитета теретног превоза, уз либерализацију међународног путничког превоза и дефинисања рада машиновођа на целој територији ЕУ. Битна ставка овог пакета је била и посебна регулација Уговора о обавези пружања јавне услуге и начину субвенционисања од стране државе;
- **Четврти железнички пакет:** усвојен 2016. године, се састоји из „техничког стуба“ који додатно доприноси техничкој и сигурносној хармонизацији и интеграцији у железничком превозу путем увођења ERTMS-а (eng. European Rail Traffic Management System), и „тржишног стуба“ који се бави даљим дефинисањем и уређењем заједничког тржишта железничких услуга и либерализацијом домаћег железничког путничког превоза.

Важно је напоменути да сви железнички пакети имају прописано време за имплементацију ЕУ директива у национално законодавство, као и прелазни рок након којег ступају на снагу. Тако је рок за либерализацију теретног превоза у свим земљама чланицама ЕУ био 2007. год, док је рок за либерализацију међународног путничког саобраћаја био 2010. год, односно 2019. год. за домаћи путнички саобраћај.

Заједничко за све наведене пакете је да су се веома тешко и споро проводили услед ригидности националних железничких система и противљењу присилној либерализацији путничког превоза.



Слика 5.1: Хронолошки приказ развоја управљачког оквира

С друге стране, када се говори о области управљања отпадом на територији ЕУ, говори се, између осталог, о бројним међународним уговорима, ЕУ директивама, Уредбама, препорукама и сл. На територији ЕУ постоји више од 700 правних аката који се тичу неке области животне средине. Један део тих прописа односи се на групу означену као „управљање отпадом и чисте технологије“.

Важно је напоменути да се политике и прописи РС још увек налазе у процесу усклађивања са одговарајућим регулативама ЕУ, те је због тога неопходно узети у разматрање сва релевантна решења која су садржана у документима ЕУ.

Имајући у виду да политика развоја ЕУ дефинише јединствено тржиште, без познавања граница међу земљама чланицама, занимљиво је издвојити **„Базелску конвенцију о контроли прекограничног кретања опасних отпада и њиховом одлагању“** (Конвенција), донету у Базелу 1989. године.

Основни циљ Конвенције је успостављање контроле прекограничног кретања опасних отпада уз максимално смањење количина и подршка у процесима управљања и одлагања на начин којим ће се испоштовати захтеви животне средине. Ово подразумева стриктну примену правила смештаја, транспорта, третмана, поновне употребе, рециклирања и коначног одлагања отпада, у циљу заштите здравља људи и животне околине.

Поред конвенција, законодавство ЕУ у овој области је уобличено и у форми одлука, директива и уредби, од којих се издвајају следеће које су од значаја за дефинисање мера и процедура за управљање отпадом на железници.

Директива Савета 2008/98/ЕС о отпаду представља основни правни оквир за управљање отпадом у ЕУ. Ова директива замењује и допуњује **Оквирну директиву 75/442/ЕЕС, 91/689, 2006/12/ЕС** и дефинише систем за координисано управљање отпадом са циљем ограничавања стварање отпада. Успоставља се поштовање принципа хијерархије у управљању отпадом и дефинишу минимални стандарди различитих начина третмана отпада. Циљеви Директиве су *“заштита животне средине и људског здравља спречавањем или смањивањем негативног утицаја настајања и управљања отпадом, као и смањивање укупног утицаја коришћења ресурса и унапређивање ефикасности таквог коришћења”*. Државе чланице ЕУ су у обавези да примене све потребне мере да се управљање отпадом спроводи на начин којим се не угрожава здравље људи и не нарушава животна средина.

Директива Савета 99/31/ЕС о депонијама дефинише строге техничке критеријуме и захтеве у циљу смањења негативних утицаја одлагања отпада на животну средину. Посебна пажња је посвећена заштити земљишта, подземним и површинским водама и здрављу људи. Директивом је извршена класификација отпада на опасан, не-опасан и инертан, на основу чега су дефинисане и категорије депонија. Такође је дефинисана обавеза третмана отпада пре одлагања и забрана одлагања одређених врста отпада на депонијама.

Директива 2018/850/EU представља даљи развој и измене претходне директиве о депонијама, узимајући у обзир принципе циркуларне економије. Главне измене се односе на: обавезу свих држава чланица ЕУ да до 2030. године донесу мере у циљу престанка одлагања на депонијама отпада који се одвојено сакупља и да се до 2035. године смањи количина комуналног отпада на испод 10% од укупне количине генерисаног комуналног отпада.

Директива Савета 2000/76/ЕС о термичком третману отпада се односи на процес третмана отпада путем инсинерације. Директива има за циљ дефинисање стандарда за смањење загађења ваздуха, воде и земљишта узроковано инсинерацијом отпада, у циљу спречавања ризика по људско здравље.

Директива Савета 94/62/ЕС о амбалажи и амбалажном отпаду предвиђа хармонизацију националних мера за управљање отпадом од амбалаже и минимизирање утицаја на животну средину. Дефинише се спречавање стварања амбалажног отпада, поновна употреба амбалаже и минимизира крајње одлагање. Касније је допуњена **Директивама 2005/20/ЕС, 2004/12/ЕС, 1882/2003/ЕС и Директивом 2018/852/EU**, која узима у обзир принципе циркуларне економије. Такође, дефинисани су и следећи циљеви: до краја 2030. године проценат рециклираног амбалажног отпада повећати на 70%, и да се до 2030. године остваре минимални проценти рециклирања по следећим категоријама: пластика – 55%, дрво – 30%, црни метали – 80%, стакло – 75% и папир и картон – 85%.

Директива Савета 91/689/ЕЕС о опасном отпаду има за циљ промовисање еколошки поузданог управљања опасним отпадом и успостављање управљања, искоришћења и правилног одлагања опасног отпада. Директивом се државе чланице обавезују, између осталог, да се опасан отпад идентификује и евидентира, да се донесу програми за уклањање опасних отпада, затим се прописују мере за поступање са опасним

отпадом, налаже се да генератори опасног отпада воде евиденцију и идентификују опасан отпад, прописује се успостављање посебних дозвола за постројења за третман опасног отпада, итд.

Директива 2002/96/ЕС о отпаду од електричне и електронске опреме (допуњена **Директивом 2012/19/EU**) промовише поновно коришћење и рециклажу електронског и електричног отпада у циљу редуковања количине овог отпада. Директивом се захтева успостављање система за сакупљање електричне и електронске опреме од домаћинстава без тражења накнаде.

Директива Савета 2006/66/ЕС о батеријама и акумулаторима који садрже опасне супстанце је веома битна за дефинисање система управљања отпадом на железници, имајући у виду да дефинише мере за правилно одлагање овог отпада у циљу смањења загађења животне средине тешким металима.

Директива Савета 75/439/ЕЕС о одлагању отпадних уља је такође веома битна за железничке системе. Директива је усвојена да би се на јединствен начин дефинисало поступање са отпадним уљима. Директива је временом претрпела извесне промене и допуњена је директивама **1987/101/ЕЕС, 91/692/ЕЕС, 2000/76/ЕС**.

Директивом се дефинише забрана даљег поступања са већ употребљеним уљима, које изазива загађивање ваздуха изнад границе утврђене прописима и дефинише се захтев за обезбеђивање сигурног и ефикасног система сакупљања, третмана, складиштења и одлагања отпадног уља. Као приоритети у третману ове врсте отпада дефинишу се: регенерација отпадних уља, спаљивање уз искоришћење енергије, а тек на крају њихова деструкција или контролисано складиштење, које се може применити само у екстремним случајевима.

Директива Савета 2000/53/ЕС о истрошеним возилима (допуњена и измењена **Директивом 2018/849/EU**) дефинише мере за превенцију настајања ове врсте отпада и промовише сакупљање, поновну употребу и рециклажу њихових компонената (батерије, гуме, акумулатор, уља) и дефинише обавезу успостављања система за разградњу возила у циљу сакупљања рециклабилних материјала

Имајући у виду да се у железничком сектору користе производи од пластике и азбеста, потребно је споменути и **Директиву 2019/904/EU**, која се односи на смањење негативних утицаја на животну средину који су последица коришћења пластичних производа, пре свих оних који су намењени за једнократну употребу и **Директиву**

87/217/EES, о спречавању и смањењу загађења азбестом, којом се дефинишу мере у интересу заштите животне средине и здравља људи.

Од значајнијих уредби, вредно је споменути **Уредбу 1013/2006 о прекограничном кретању отпада**, којом се регулише надзор и контрола прекограничног кретања отпада. Уредба прописује поступке и режиме контроле кретања отпада, зависно о пореклу, одредишту и путу кретања, врсти отпада који се креће и врсти обраде која се на отпад примењује на одредишту.

5.2. Национална легислатива

Република Србија је низом законских аката и пратећим уредбама и правилницима дефинисала услове под којима се врши управљање разним врстама отпада. У складу са релевантним прописима, надлежност за обављање послова у области управљања отпадом у РС имају Министарство заштите животне средине, остала надлежна министарства, Агенција за заштиту животне средине, Аутономне покрајине и јединице локалне самоуправе.

Законодавни оквир дефинисан је доношењем сета закона којима се уређује управљање отпадом. Основни извори националног права у овој области су: Закон о заштити животне средине, Закон о управљању отпадом и Закон о управљању амбалажом и амбалажним отпадом.

Последњих година, пратећи усвојену мапу пута ка придруживању ЕУ, тежи се хармонизацији домаће легислативе са усвојеном праксом на нивоу ЕУ, при чему овај процес још увек није завршен. Усвојене измене и допуне законских докумената у области управљања отпадом пре свега представљају потребу за усклађивањем са легислативом ЕУ у циљу превазилажења недостатака и разјашњавања непрецизности у примени одређених директива, где процена усаглашености износи од 74% - 100% у зависности од директиве.

У наредном периоду предстоје активности на даљој доградњи система управљања отпадом успостављањем интегралног система у складу са захтевима ЕУ и доношењем подзаконских прописа у које ће се потпуно транспоновати захтеви ЕУ.

Од закона и правилника значајних за тему докторске дисертације, издвајају се следећи:

Закон о заштити животне средине („Сл. Гласник РС“ бр. 135/04, 36/09 и 72/09, 43/11, 14/16, 76/18, 95/18)

Законом дефинише интегрални систем заштите животне средине којим се обезбеђује право човека на живот и развој у здравој животној средини, као и уравнотежен однос привредног развоја и животне средине у Републици Србији.

Одређени чланови Закона односе се на предмет докторске дисертације, те дефинишу фазе сакупљања, транспорта, складиштења, припреме за поновну употребу, односно поновно искоришћење, третмана и одлагања отпада, укључујући и надзор над тим активностима, поновну употребу и рециклажу отпада, издвајање секундарних сировина и коришћење отпада као енергента, односно одлагање отпада.

Законом се дефинишу посебна правила за употребу отпада као енергента, начин увоза, извоза и транзита отпада, оснивање Агенције и Фонда, те мера за унапређење едукације запослених и подизања свести о важности правилног управљања отпадом, слободан приступ информацијама од значаја и могућност учешћа јавности у доношењу одлука.

Остале одредбе Закона нису од суштинског значаја за предмет истраживања докторске дисертације, те стога нису анализиране у овом делу.

Закон о управљању отпадом („Сл. Гласник РС“ бр. 36/09, 88/10, 14/16, 95/18 и 35/2023)

Закон дефинише систем управљања отпадом који за циљ има неугрожавање здравља људи и животне средине, као и превенцију настајања отпада, пре свега све већим коришћењем „чистијих“ технологија. Посебна пажња је посвећена рециклирању и поновном коришћењу отпада као секундарне сировине или енергента, уз развој поступака и метода за одлагање отпада. Законом се управљање отпадом дефинише као делатност од општег интереса.

Усвојеним Законом се такође дефинише класификација отпада, планира управљање отпадом у наредном периоду и уређују субјекти управљања отпадом, са одговорностима и обавезама. Такође се уређује управљање посебним токовима отпада и дефинише начин извештавања и формирања база података.

Закон прописује третман отпада применом најбољих доступних техника и технологија у циљу што веће употребе и већег поновног искоришћења отпада, односно

рециклажу, или ради искоришћења вредности отпада његовом биоразградњом или спаљивањем отпада уз искоришћење енергије. Законом се дозвољава физичко-хемијски, биолошки и термички третман отпада, у складу са врстама отпада. Такође, прописије се обавеза вођења посебног Документа о кретању отпада.

Законом је прописано обавезно поседовање дозволе за правна и физичка лица која обављају делатност сакупљања и транспорта отпада, у зависности од врсте и количине отпада, којом се дефинишу обавезне мере приликом сакупљања и транспорта отпада.

Посебан део Закона се односи на начин извештавања о спроведеним активностима у области управљања отпадом на територији РС, чиме се допуњује Извештај о стању животне средине, који се подноси Народној Скупштини на усвајање. Такође су дефинисане и обавезе подношења извештаја на нижим нивоима, тј. Аутономних покрајина и локалних самоуправа.

Закон о амбалажи и амбалажном отпаду („Сл. Гласник РС“ бр. 36/09 и 95/18)

Закон, између осталог, дефинише услове и начин управљања амбалажом и амбалажним отпадом, извештавање о амбалажном отпаду, као и друга питања од значаја за управљање амбалажним отпадом. Законом се прописује захтеви у области производње, састава, дизајна, начина поновне употребе и рециклаже амбалаже, као и начина коришћења амбалаже у облику енергије.

Планом смањења амбалажног отпада, који је прописан Законом, дефинисани су циљеви на националном нивоу који се тичу количине отпада која се мора поново користити и количина које је неопходно рециклирати. Закон такође прописује израду Плана управљања амбалажним отпадом, којим се дефинишу врсте и начин третмана амбалажног отпада, почевши од прикупљања до крајњег одлагања отпада.

Закон се примењује како на произведену амбалажу у РС, тако и на увезену амбалажу, као и на сав амбалажни отпад без обзира на његово порекло, употребу и коришћени амбалажни материјал.

Детаљније уређење односа, права и обавеза у области управљања отпадом дефинисано је следећим уредбама и правилницима:

- *Уредба о превозу опасних материја у друмском и железничком саобраћају („Сл. Гласник РС“, бр. 53/2002);*
- *Уредба о одлагању отпада на депоније („Сл. Гласник РС“, бр. 92/2010);*

- Уредба о листама отпада за прекогранично кретање, садржини и изгледу докумената који прате прекогранично кретање отпада са упутствима за њихово попуњавање („Сл. Гласник РС“, бр. 60/2009);
- Правилник о критеријумима за одређивање локације и уређење депонија отпадних материја („Сл. Гласник РС“, бр. 54/92);
- Правилник о начину поступања са отпаcima који имају својства опасних материја („Сл. Гласник РС“, број 12/95); и
- Правилник о обрасцу захтева за издавање дозволе за складиштење, третман и одлагање отпада („Сл. Гласник РС“, бр. 72/09).

Поред наведеног, област управљања посебним токовима отпада, што је од значаја за железнички сектор, је регулисана следећим правилницима и уредбама:

- Правилник о усклађеним износима накнаде за управљање посебним токовима отпада („Службени гласник РС“, број 44/16);
- Правилник о начину и поступку управљања отпадним гумама („Службени гласник РС“, бр. 104/09 и 81/10);
- Правилник о условима, начину и поступку управљања отпадним уљима („Сл. Гласник РС“, број 72/2010);
- Правилник о садржини потврде о изузимању од обавезе прибављања дозволе за складиштење инертног и неопасног отпада („Службени гласник РС“, број 73/10);
- Правилник о поступању са отпадом који садржи азбест („Службени гласник РС“, број 75/10);
- Правилник о поступку управљања истрошеним батеријама и акумулаторима („Службени гласник РС“, број 86/10);
- Правилник о начину складиштења, паковања и обележавања опасног отпада („Службени гласник РС“, број 92/10, 77/21);
- Правилник о начину и поступку управљања отпадним возилима („Службени гласник РС“, број 98/10);
- Правилник о листи електричних и електронских производа, мерама забране и ограничења коришћења електричне и електронске опреме која

садржи опасне материје, начину и поступку управљања отпадом од електричних и електронских производа („Службени гласник РС“, број 99/10);

- *Правилник о поступању са уређајима и отпадом који садржи ПЦБ („Службени гласник РС“, број 37/11);*
- *Правилник о усклађеним износима накнаде за управљање посебним токовима отпада („Службени гласник РС“, број 45/18); даном ступања на снагу овог правилника (21.06.2018) престаје да важи Правилник о усклађеним износима накнаде за управљање посебним токовима отпада („Службени гласник РС“, број 43/17);*
- *Уредба о управљању отпадним уљима („Сл. Гласник РС”, бр. 60/08 и 8/10);*
и
- *Уредба о производима који после употребе постају посебни токови отпада, обрасцу дневне евиденције о количини и врсти произведених и увезених производа и годишњег извештаја, начину и роковима достављања годишњег извештаја, обвезницима плаћања накнаде, критеријумима за обрачун, висину и начин обрачунавања и плаћања накнаде („Службени гласник РС“, број 54/10, 86/11, 15/12, 3/14, 95/18 – др закон, 77/21).*

5.3. Прописи на нивоу локалних самоуправа

Носилац система управљања отпадом на нивоу градова и општина су **локалне самоуправе**, које су одговорне за оперативно спровођење дефинисаних мера на терену. Локалне самоуправе, у складу са надлежностима дефинисаним Законом о управљању отпадом, имају следеће обавезе:

- да усвоје локални план управљања отпадом и обезбеде неопходне услове за спровођење дефинисаних мера;
- да организују и обезбеде спровођење третмана комуналног, инертног и неопасног отпада, укључујући одвојено сакупљање секундарних сировина и органског отпада;
- да воде потребне извештаје и издају дозволе и одобрења;
- да врше контролу примењених мера у процесу поступања са отпадом;
- да припремају регионалне планове управљања отпадом у договору са

- другим општинама и/или градовима;
- да кроз израду планских докумената дефинишу локације за складиштење, третман или одлагање отпада;
- да изграде и опреме центре за сакупљање кабастог отпада и организују сакупљање рециклабилног отпада и његову припрему за рециклажу; и
- да системски едукују и информишу грађане и стимулишу набавку еколошки прихватљивих производа;

Локалне самоуправе такође доносе неопходне прописе и општа акта потребна за уређење одређених питања из области управљања отпадом, углавном путем формирања Јавних комуналних предузећа (ЈКП). ЈКП су одговорна за организовано прикупљање и транспорт отпада, као и његово одлагање на депоније, уз право наплате ових услуга.

У пракси је могуће заједничко удруживање две или више локалних самоуправа по питању управљања отпадом на њиховим територијама. У том случају се потписује споразум, уз формирање координационог тела, и јасно дефинишу права и обавезе сваке од њих. У случају да тако формиран споразум обухвата подручје на којем живи више од 250.000 становника, обавеза тих локалних самоуправа је доношење регионалног плана управљања отпадом за њихове територије за период од 10 година.

5.4. Институционални оквир

Питање управљања отпадом је препознато као једно од најважнијих и сходно томе му је посвећена и одговарајућа пажња како на Републичком, тако и на локалном нивоу, при чему је законски оквир обезбеђен доношењем одговарајућих законских и подзаконских аката.

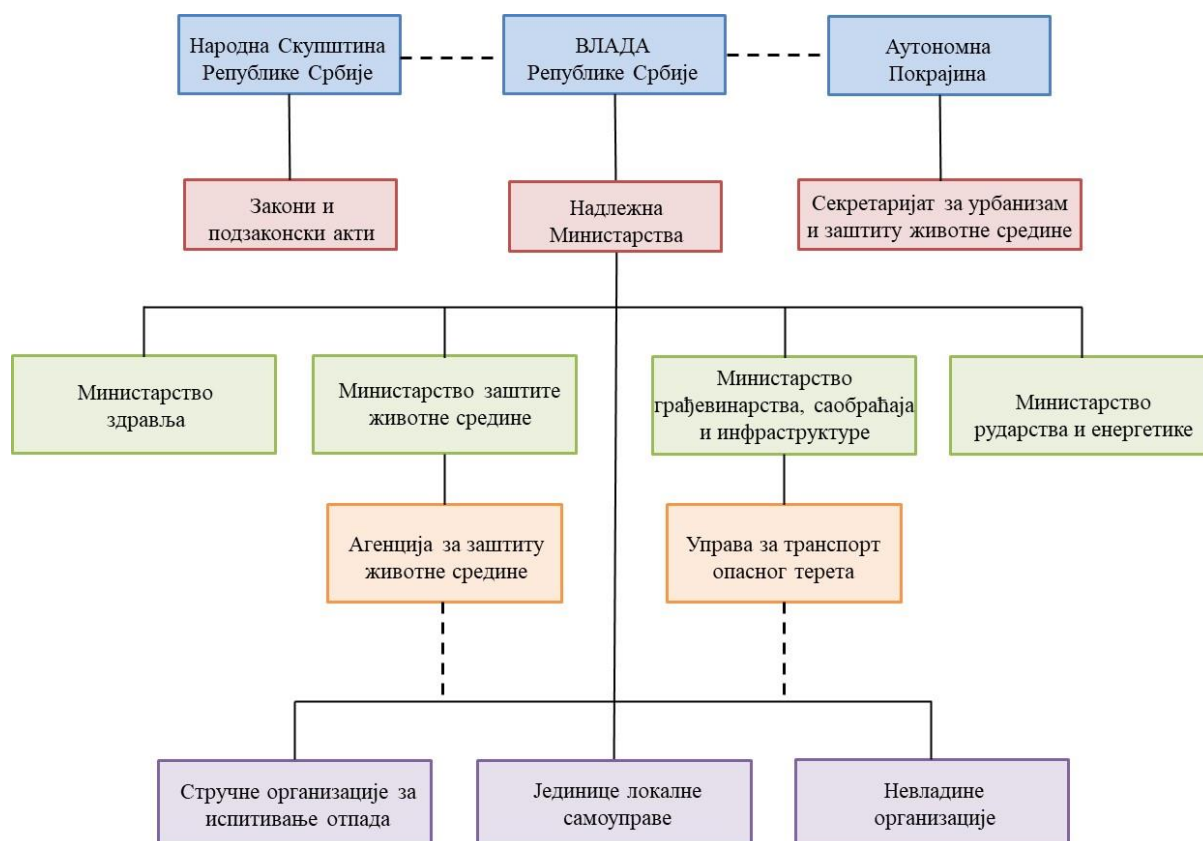
Институционални оквир управљања отпадом ослања се на постојање институционалне структуре, дефинисање организационих процеса и обезбеђивање потребних капацитета одговорних институција, при чему дефинише организационе структуре надлежних институција, координацију са другим секторима, укључујући приватни, и обезбеђује учешће заинтересованих страна у процесу доношења одлука.

Имплементација и организација система управљања отпадом спада у делатност следећих надлежних органа:

- Влада Републике Србије;
- министарство надлежно за животну средину и друга надлежна

министарства;

- надлежни орган аутономне покрајине;
- надлежни орган јединице локалне самоуправе;
- Агенција за заштиту животне средине;
- Зелени фонд Републике Србије; и
- стручне организације за испитивање отпада.



Слика 5.2: Организациона шема институционалног оквира

Влада Републике Србије је одговорна за спровођење дефинисане и усвојене политике и примену закона и прописа које је донела Народна скупштина. Влада такође предлаже законе и прописе, доноси уредбе и одлуке неопходне за примену закона, предлаже развојне планове и предлаже буџет неопходан за реализацију дефинисаних мера. Такође одређује принципе и дефинише унутрашњу организацију надлежних министарстава и посебних управних организација.

Министарство заштите животне средине између осталог обавља послове који се односе на систем заштите и унапређења животне средине, заштиту природе, заштиту ваздуха, управљање отпадом и друге послове одређене законом. Предлаже Влади Стратегију управљања отпадом, као и појединачне националне планове управљања

различитим токовима отпада, даје сагласност на регионалне планове управљања отпадом и врши надзор и контролу примене мера поступања са отпадом.

Министарство грађевинарства, саобраћаја и инфраструктуре, кроз своју Управу за транспорт опасног терета, врши организацију, инспекцију и стручни надзор у области транспорта опасног терета.

Министарство здравља спроводи управљање фармацеутским отпадом и отпадом из објеката у којима се обавља здравствена заштита и врши санитарни надзор.

Министарство рударства и енергетике дефинише и контролише систем управљање отпадом од експлоатације минералних сировина.

На нивоу аутономне покрајине, надлежни орган учествује у изради Стратегије управљања отпадом и доноси План управљања отпадом. Поред тога координира и врши послове управљања отпадом од значаја за аутономну покрајину, даје сагласност на регионалне планове управљања отпадом, води евиденције и прикупља податке о токовима отпада, те врши надзор и контролу примене мера поступања са отпадом.

На нижем нивоу, **надлежни орган јединице локалне самоуправе** доноси локални план управљања отпадом и спроводи управљање отпадом на својој територији. Такође, води евиденцију о токовима отпада и врши надзор и контролу примене мера поступања са отпадом.

Агенција за заштиту животне средине води евиденцију и врши ажурирање базе података о отпаду у информационом систему заштите животне средине, укључујући и посебне токове отпада, док по питању комуналног отпада прати реализацију регионалних или локалних планова.

Зелени фонд Републике Србије (Фонд) је основан као буџетски фонд којим се финансирају акциони и санациони планови, односно програми и пројекти из области управљања отпадом, а нарочито изградња постројења за управљање отпадом, унапређење организације управљања отпадом, као и израда и имплементација регионалних планова управљања отпадом и развој информационог система за управљање отпадом.

Стручне организације за испитивање отпада врше испитивања отпада за које су акредитоване за потребе класификације отпада и дефинисања начина третмана отпада.

ПОГЛАВЉЕ

6

АНАЛИЗА СИСТЕМА УПРАВЉАЊА ОТПАДОМ НА ЖЕЛЕЗНИЦАМА СРБИЈЕ

6.1. Историјат и основни подаци о Српским железницама

Историјски гледано, прва пруга на територији данашње Србије отворена је за саобраћај на деоници Лисава – Оравица – Базијаш 20.08.1854. год., прво са коњском, а од 1856. год. и са парном вучом, док је пруга од Скопља до Косовске Митровице пуштена у саобраћај 1874. год.

Берлински конгрес (1878. год.), и стварање две нове државе, Србије и Црне Горе, половином XIX века, са собом је уједно донело и даљи развој железничког саобраћаја. Једна од обавеза је била и изградња железничке пруге од Београда до Враћа и границе са Турском и Бугарском за три године. Званична изградња пруге је започета 03.07.1881. год., чиме су постављени темељи Српским државним железницама. Први воз је новом пругом кренуо 04.09.1884. год., док је редовни саобраћај отпочео 15.09.1884. год.

Настанком нове државе након Првог светског рата, Краљевине Срба, Хрвата и Словенаца, обухваћена је већа територија са пет различитих система колосечних ширина.

Након Другог светског рата улази се у интензивни период модернизације железничке мреже, при чему је 1964. год. донет Програм који је предвиђао укидање узаних и нерентабилних пруга. Прва електрифицирана пруга пуштена је у саобраћај 1970. год. на деоници Београд – Шид – Загреб.

Ратна збивања почетком деведесетих година прошлог века имала су утицај и на стање железничке инфраструктуре, које је додатно погоршано током НАТО агресије на СР Југославију.

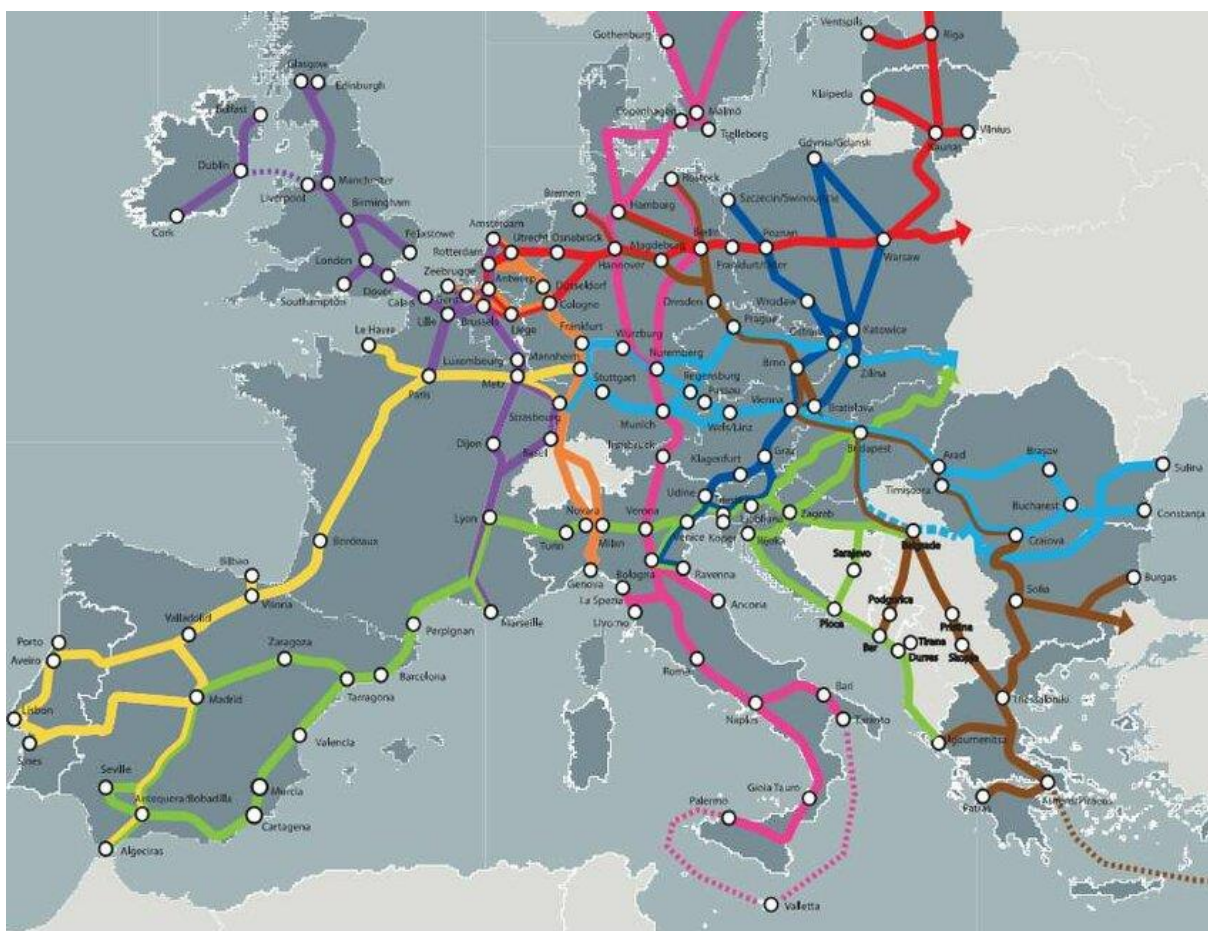
Заједница Југословенских железница престаје да постоји 2005. год. и оснива се Акционарско друштво „Железнице Србије“ које је функционисало као јединствено друштво све до 2015. год., када је извршена статусна промена друштва и формирана три независна акционарска друштва:

➤ Друштво за управљање железничком инфраструктуром

„Инфраструктура железнице Србије“;

- Друштво за железнички превоз путника „Србија воз“; и
- Друштво за железнички превоз робе „Србија Карго“.

У ширем просторном контексту, примарна железничка мрежа у РС је саставни део TEN-T мреже пруга на Балкану (Trans-European Transport Network/Трансевропска транспортна мрежа), где се издвајају Коридор V (пролази кроз Хрватску и БиХ), коридор VII (река Дунав) и Коридор X са својим гранама (пролази кроз Хрватску и РС).



Слика 6.1: Мрежа главних коридора и индикативног проширења TEN-T мреже

(извор: <http://www.transport-community.org/>)

Тренутна дужина железничке мреже у РС износи 3.739 km отворене пруге, коју чини 295 km двоколосечних и 3.444 km једноколосечних пруга. Од објеката се издвајају мостови (956) укупне дужине 40 km, тунели (334) у дужини од 153 km и пропусни (3.803). Укрштаји са друмским саобраћајницама остварени су преко 2.132 путна прелаза, док је у станицама уграђено 5.315 скретница. Максимално дозвољено осовинско оптерећење на 43% мреже је 22,5 t/os, док минимално осовинско оптерећење износи 12 t/os.

Најзначајнији међународни железнички правац је Коридор X, који представља окосницу мреже железничких пруга Републике Србије.



Слика 6.2: Мрежа железничких пруга са назначеним Коридором X

(извор: <http://www.infrazs.rs>)

За разлику од пројектованог стања, где су брзине одређених деоница износиле 120 km/h, због нередовног одржавања и лошег стања инфраструктуре, у пракси је могуће саобраћати брзинама од преко 100 km/h само на 147 km колосека (3,60% мреже).

Нацртом Просторног плана РС до 2035. године је саобраћајна приступачност урбаним центрима железничким транспортом оцењена као незадовољавајућа, те се планира даљи развој железничких праваца и развој интермодалног транспорта, где посебно место имају железнички интермодални терминали у железничким чворовима.

Даљи развој железничке мреже је заснован на принципима усклађености са међународним документима, институционалне организованости, економске исплативости и уравнотеженог развоја, као и интеграцији са осталим видовима саобраћаја, побољшању интероперабилности и повећању безбедности.

Као приоритети су наведени: модернизација пруга на Коридору X, као електрифициране двоколосечне пруге за брзине до 200 km/h, реконструкција пруге Београд – Бар, реконструкција и изградња другог колосека на прузи Панчево – Вршац, обнова регионалних пруга и развој железничких чворова Београд, Нови Сад, Ниш и Суботица. Као посебан циљ је наведен развој система метроа у Београду.

Поред тога, “Дугорочни и средњорочни план пословне стратегије и развоја за период 2017-2027” ИЖС-а дефинише функције и организацију управљача железничке инфраструктуре и поставља основне циљеве друштва, од којих се издвајају: спречавање пропадања пруга, рехабилитација постојећих и изградња нових пруга, повећање безбедности, заштита животне средине и унапређење енергетске ефикасности, као и побољшање железничких веза и услуга.

Планом се дефинишу техничко-технолошки параметри који се морају примењивати приликом реконструкције постојећих и изградње нових пруга: товарни профил GC на магистралним и GB на регионалним пругама, осовинско оптерећење од 22,5 t/os, брзина од 160 km/h и 200 km/h где је то оправдано за магистралне пруге и 120 km/h на регионалним пругама и др.

Поред реконструкције и обнове регионалних пруга, последњих година су уложени велики напори у циљу реконструкције магистралних праваца, при чему се одређене деонице планирају за брзине до 200 km/h:

- Београд - Стара Пазова: пуштена у рад 2022. године;
- Стара Пазова – Нови Сад: пуштена у рад 2022. године;

- Нови Сад – Суботица: у изградњи, очекивано време пуштања у рад крај 2024. године;
- Београд – Ниш: у току је израда идејног пројекта. Почетак изградње се очекује у 2025. години; и
- Стара Пазова – Шид: у току је израда идејног пројекта. Почетак изградње се очекује половином 2025. године.

Поред поменутих пруга за велике брзине, ради се на припреми планске и техничке документације за изградњу и других важних деоница, од којих су неке већ у изградњи:

- Ниш – Сићево – Димитровград: у изградњи;
- Ваљево – Врбница: завршен идејни пројекат, уговор за изградњу се очекује у 2025. години; и
- Ниш – Прешево: у току је израда идејног пројекта, уговор за изградњу је могућ крајем 2025. године.

Основни статистички подаци о функционисању железничког система у РС у протеклих десет година за које постоје подаци, приказани су у наредној табели:

Табела 6.1: Основни показатељи саобраћаја 2013. – 2022.

година	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Основни показатељи саобраћаја										
локомотивски km укупно (x 1.000)	17.478	17.048	22.175	16.033	21.641	15.841	14.063	11.947	13.310	12.253
локомотивски km путнички (x 1.000)	11.531	11.170	16.256	10.930	16.644	10.417	9.030	7.295	8.052	8.305
локомотивски km теретни (x 1.000)	5.947	5.878	5.919	5.103	4.997	5.424	5.033	4.652	5.258	4.948
брuto-тонски km укупно (мил.)	7.265	7.130	7.355	6.827	6.610	7.117	6.884	6.055	7.487	6.242
брuto-тонски km путнички (мил.)	1.745	1.666	1.624	1.957	1.529	1.727	1.486	1.133	1.294	1.477
брuto-тонски km теретни (мил.)	5.520	5.464	5.731	4.870	5.081	5.390	5.398	4.922	6.193	4.765
превезени путници (x 1.000)	7.156	6.443	6.258	6.092	5.638	5.062	4.190	2.606	2.778	5.691
путнички километри (мил.)	612	453	509	438	377	347	285	157	191	426
превезена роба (x 1.000)	10.463	10.826	11.887	11.896	12.352	13.449	11.475	10.118	10.783	10.155
тонски километри	3.022	2.988	3.249	3.087	3.288	3.933	2.861	2.612	2.925	2.780

Погонска снага мотора (kWh, хиљаде)										
парни мотори	1,4	1,4	0,5	1,3	1,3	0,3	0,3	1,9	2,0	2,0
мотори са горивом	190	190	153	191	129	123	133	137	116	127
електрични мотори	626	626	605	687	585	556	671	694	569	689
Потрошња горива и електроенергије										
течна горива (t x 1.000)	9	9	10	10	10	11	11	10	12	11
електроенергија (MWh x 1.000)	148	139	136	120	116	115	104	91	94	102
Средства железничког саобраћаја										
дужина колосека (km)	3.819	3.819	3.766	3.766	3.764	3.724	3.724	3.333	3.369	3.382
двоколо. пруга (km)	283	283	295	295	323	288	296	289	289	341
електри. пруга (km)	1.275	1.275	1.279	1.279	1.278	1.272	1.272	1.290	1.290	1.304
број локомотива	339	337	311	306	226	211	239	255	227	243
путнички колски парк	786	748	833	833	691	542	467	464	103	83
теретни колски парк	8.452	8.486	8.486	7.277	6.781	6.843	5.661	5.661	4.304	4.194

(извор: Статистички годишњак Републике Србије)

Стратешки положај РС на историјском раскршћу путева и пролазак транспортних коридора 10 (Београд- Ниш) и 11 (Београд - Бар), представљају потенцијал даљег развоја железничке мреже. Са друге стране, недостатак финансијских средстава у области одржавања постојеће инфраструктуре и прилагођавање стања пруга новим ЕУ стандардима, умногоме смањују пропусну моћ пруга, чиме се фаворизује конкурентнији друмски саобраћај. Развојни планови ИЖС-а, финансијски аранжмани са Интернационалним финансијским институцијама, билатерални уговори са другим државама (Кина, Русија, Кувајт, итд.) представљају добру основу да железнички саобраћај у наредним годинама постане доминантни вид теретног саобраћаја и значајно повећа своје учешће у превозу путника.

Табела 6.2: Анализа пословног учинка за период 2017. – 2027.

Назив	Јединица	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.	2022.- 2027. просек
запослени	број	9.599	7.962	6.331	6.251	6.185	6.147	6.132
дужина мреже	km	3.739	3.306	3.306	3.306	3.306	3.306	3.306
возни km	милион	16,18	15,18	15,18	15,49	15,80	16,11	17,11
особље по km трасе	број	2,57	2,41	1,92	1,89	1,87	1,86	1,85

(извор: Дугорочни и средњорочни план пословне стратегије и развоја а.д. ИЖС 2017-2027)

Даљи развој железничке мреже се заснива на принципима обнове, реконструкције, модернизације и изградње. Санацијом се постојећа железничка инфраструктура доводи у стање приближно пројектованом, док се реконструкцијом

мењају поједини елементи железничког система у циљу достизања стандарда ЕУ. Даљом модернизацијом и изградњом железничког транспортног система постиже се већа конкурентност и осигурава поузданост транспортне услуге.

У стратешким развојним плановима ИЖС-а, тема заштите животне средине заузима значајно место. Као један од основних принципа се наводи да стратегија *“треба да буде фокусирана на обезбеђење квалитета живота, очување животне средине, добробити и мобилности појединаца, а нарочито у регионалном развоју државе”*. Такође се наводи да је *“Стратегија развоја железничког транспорта је активна у областима у којима су безбедност, здравље становништва и очување животне средине угрожени неумереним растом других видова саобраћаја који не могу дати допринос квалитету живота, као што је то у стању да понуди и гарантује железнички транспорт”*.

На нивоу земаља чланица ЕУ донет је стандард EN 50126 – „Примена на железници – Спецификација захтева и потврда поузданости, расположивости, погодности за одржавање и безбедност (RAMS)”. Стандардом се омогућава стандардизација поступака током целокупног “животног циклуса” примењених подсистема, а са циљем повећања поузданости система и смањења трошкова.

На основу овог стандарда, РС је усвојила свој стандард SRPS EN 50126, који се примењује на све постојеће подсистеме, а обавезан је за нове системе железничке инфраструктуре. Између осталог, овим стандардом се “унапређење утицаја на животну средину”, дефинише као један од циљева развоја, пре свега путем електрификације главних магистралних пруга и укидање у што већој мери дизел вуче, већом применом технологија интермодалног саобраћаја и применом мера за смањење нивоа буке. Такође, у оквиру израде пројектне документације, обавезна је израда Студија изводљивости и Студија процене утицаја на животни средину, где се прописује и мере из области одрживог управљања отпадом, и које су обавезујуће за ИЖС.

ИЖС је 29.02.2024. године усвојила “Политику заштите животне средине и друштвених аспеката” (Политика), у коме се наводи да ИЖС успева да постигне извршност у управљању заштитом животне средине применом националних и међународних стандарда користећи Систем управљања заштитом животне средине и друштвених аспеката (ЕСМС) као свој примарни алат.

Основна сврха доношења Политике је дефинисање смерница за даље

континуирано побољшање стања животне средине кроз следеће примарне активности:

- идентификацију потенцијалних утицаја проистеклих из развојних активности ИЖС и развој мера за избегавање негативних утицаја на животну средину;
- управљање и одржавање железничке инфраструктуре са минималним негативним утицајем на животну средину;
- смањење потрошње природних ресурса у процесу организације железничког саобраћаја;
- смањење и постепено потпуно избацивање опасних материја из употребе;
- примена принципа “циркуларне економије”, повећање степена рециклирања и коришћења рециклираних производа;
- сагледавање последица и ефеката климатских промена у свим активностима;
- дефинисање радних активности уз избегавање утицаја на екосистем и без негативног утицаја на здравље и безбедност заједнице; и
- максимално укључивање јавности и заинтересованих страна у активности ИЖС-а, уз развој и спровођење жалбеног механизма.

Политиком се дефинишу и конкретне мере, од којих је за тему дисертације најзначајнија да ће ИЖС *“спречити загађење и сачувати ресурсе смањењем отпада, поновним коришћењем материјала, рециклажом и преференцијалном набавком еколошки прихватљивих производа и материјала усвајањем принципа циркуларне економије”*.

6.2. Врсте и класификација отпада на мрежи ИЖС-а

Једна од општеприхваћених дефиниција отпада гласи: *„отпад је свака материја или предмет који власник одбацује, намерава или мора да одбаци“* (извор: Стратегија управљања отпадом). Такође, отпаду припада *„сваки материјал или предмет који настаје у току обављања производне, услужне или друге делатности, предмети искључени из употребе, као и отпадне материје које настају у потрошњи и које са аспекта произвођача, односно потрошача нису за даље коришћење и морају се одбацивати“* (извор: Агенција за заштиту животне средине).

Ове дефиниције се могу такође применити и на отпад који се генерише током одвијања железничког саобраћаја али и током реконструкције и редовног одржавања.

Генерално гледајући, ван уског контекста железничког система, отпад се дели на основу више критеријума, при чему се основна подела врши према саставу, месту настанка и према токсичности.

Табела 6.3: Подела отпада према саставу, месту настанка и токсичности

ПОДЕЛА ОТПАДА		
токсичност	место настанка	састав
опасан	комунални	стакло
неопасан	индустријски	органски отпад
инертан	амбалажни	пластика
	пољопривредни и баштенски	папир и картон
	грађевински	лименке
	током експлоатација руда и минералних сировина	електрични и електронски уређаји
	медицински	стара возила
	животињски	гуме
	муљеви, талози, пепео, шљака	отпадна уља и мазива
		отпадне хемикалије
		батерије
		боје
		јаловина
		текстил
		метали дрво

У зависности од нивоа присуства опасних материја, физичке, хемијске и биолошке природе, као и осталих карактеристика које могу имати негативног утицаја на здравље људи и животну средину, отпад се дели на:

- неопасан отпад: без негативног утицаја;
- инертан отпад: није подложен променама било које врсте и не утиче неповољно на друге материје са којима долази у додир; и
- опасан отпад: који по својим карактеристикама може проузроковати опасност, било као засебан отпад или у контакту са другим материјама.

На основу другачије методологије, могу се дефинисати следеће врсте отпада према месту настанка:

- комунални отпад: отпад из домаћинства који се свакодневно сакупља;

- комерцијални отпад: отпад из привредних организација које се баве трговином, услугама, спортом и рекреацијом;
- биодеграбилни отпад: отпад који је погодан за анаеробну или аеробну разградњу;
- амбалажни отпад: свака амбалажа или амбалажни материјал који не може да се искористи у првобитне сврхе; и
- индустријски отпад: отпад из индустријских постројења или са индустријских локација.

Правилно разврставање отпада представља веома битну, почетну фазу, у процесу управљања отпадом, при чему се користи Каталог отпада, којим су пописани сви отпади идентификовани према месту настанка и пореклу. Каталог отпада који се користи у ИЖС-у је дат у прилогу 4 и њиме су дефинисане групе отпада које су у директној вези са одвијањем железничког саобраћаја.

На основу важећег Каталога отпада, врши се његова класификација и категоризација, при чему је сав отпад разврстан у двадесет група. Међу заступљенијим групама отпада који настаје на мрежи пруга ИЖС-а, издвајају се:

Табела 6.4: Врсте генерисаног отпада на мрежи ИЖС-а

Врсте генерисаног отпада на мрежи ИЖС	
Неопасни отпад	
шифра	Назив
17 02 02	Стакло
17 04 05	железничке шине
16 01 03	отпадне гуме
16 01 04	железнички вагони
16 01 18	отпадни бакар
16 01 17	отпадни колосечни метални прибор
17 05 07	железнички камен туцаник
17 01 01	железнички бетонски прагови
17 02 01	железнички дрвени прагови
20 01 11	Текстил
16 01 19	Пластика
20 01 01	папир и картон
Опасни отпад	
шифра	Назив
13 08 99	отпадно мешано уље (моторно, механичко, хидраулично)
13 03 01	отпадно трафо уље
13 02 05	отпадно моторно уље

15 01 10	метална амбалажа контаминирана мастима и уљима
15 02 02	отпадни филтери за гориво, уље и ваздух
15 01 10	отпадна метална амбалажа од масти и уља
16 01 04	отпадни зауљени колосечни метални прибор
16 02 15	отпадни изолатори за КМ
16 06 01	отпадне стационарне оловне батерије за напајање централа
16 02 15	електронски отпад који садржи опасне компоненте
16 02 13	електронски отпад (рачунари, мерни инструменти)
16 06 01	истрошене батерије и акумулатори од олова
16 06 02	истрошене батерије и акумулатори од никл-кадијума
17 02 04	отпадни дрвени железнички прагови
17 06 01	отпадна стаклена вуна
17 06 05	отпадне салонит плоче
20 01 21	отпадне флуо цеви и живине сијалице

Поред наведеног, одвијање железничког саобраћаја генерише и остале врсте отпада (комунални отпад, отпадне воде, течни отпад, мазива, итд.), при чему се у савременој литератури све више пажње посвећује аеро загађењу и буци као појавама које имају изузетно негативан утицај на животну средину.

6.3. Токови отпада на мрежи ИЖС-а

Токове отпада који се генерише на мрежи ИЖС-а је могуће пратити у процесу настанка, транспорта и складиштења отпада. Сваку фазу прати јасно дефинисана документација, која се попуњава од стране одговорних лица, и тиче се образаца о дневној евиденцији отпада (ДЕО 1), записника о пријему различитих врста отпада (МАТ 01, МАТ 04, МАТ 06), отпремница (МАТ 12), спроводница за премештање материјалних средстава (МАТ 20) и карте материјала (МАТ 56). Изглед образаца дат је у прилозима 5 и 6.

Поред наведених докумената, Годишњим извештајем о отпаду (прилог 7), чија припрема представља обавезу ИЖС-а према надлежним институцијама, се прате количине генерисаног отпада у току године.

У табели 6.5 су приказане количине отпада генерисане у различитим привредним секторима, на основу званичних података за последњи трогодишњи период за који су подаци обрађени. Приказане количине у категорији “Саобраћај и складиштење” обихватају генерисани отпад настао током саме превозне услуге. Остали генерисани отпад у оквиру железничког система је класификован и у другим категоријама, понајвише у оквиру грађевинског отпада.

Табела 6.5: Генерисане количине отпада према привредним секторима¹

Генерисане количине отпада према секторима (x 1.000 t)						
	2019		2020		2021	
	укупно	опасни	укупно	опасни	укупно	опасни
Пољопривреда, шумарство и рибарство	94	5	89	0	88	0
Рударство	53.770	15.689	45.710	11.236	164.903	29.714
Прерађивачка индустрија	1.606	44	1.100	39	1.071	31
Снабдевање електреичном енергијом и гасом	7.500	1	7.896	1	6.531	2
Снабдевање водом и управљање отпадним водама	591	53	635	24	952	51
Грађевинарство	606	2	729	3	661	1
Трговина и поправка моторних возила	234	5	276	4	254	12
Саобраћај и складиштење	44	2	23	3	61	16
Услуге смештаја и исхране	18	0	19	0	18	0
Информисање и комуникације	4	1	9	1	4	1
Финансијске делатности и осигурање	4	0	1	0	2	0
Пословање некретнинама	4	0	3	0	13	0
Стручне, иновационе и техничке делатности	3	0	7	0	5	0
Административне и помоћне делатности	8	0	5	0	19	0
Државна управа и социјално осигурање	21	0	11	2	10	1
Образовање	21	0	22	0	35	0
Здравствена и социјална заштита	50	5	36	4	24	6
Уметност, забава и рекреација	2	0	2	0	8	0
Остале услужне делатности	9	0	2	0	7	0
УКУПНО	64.495	15.802	56.575	11.317	174.666	29.835

(извор: Статистички годишњак Републике Србије 2021-2023)

Створене количине отпада у сектору саобраћаја и складиштења забележиле су значајан раст у 2021. године у односу на претходну годину, махом због повећане активности у овој области и стагнације проузроковане пандемијом Covid 19 вируса. Подаци о настанку, начину одлагања и генерисаним количинама отпада у РС нису потпуни, јер организовано прикупљање података са терена још увек не функционише на прави начин, пре свега због појаве нелегалног и неправилног одлагања отпадом.

На територији ИЖС-а се прикупља и складишти опасан и неопасан отпад у значајним количинама. Отпад настаје током обављања железничког транспорта, али и током редовног и ванредног одржавања возних средстава и железничке инфраструктуре.

¹ Мора се напоменути да Статистички годишњак за 2024. годину, који би обрађивао податке из 2022. године, још увек није био доступан у тренутку финализације дисертације.

Најзаступљеније су следеће групе отпада:

- **Гвожђе и челик:** у току одржавања и изградње железничке инфраструктуре генеришу се знатне количине отпадног гвожђа и челика, које је у складу са законском регулативом и интерним документима потребно засебно сакупити, евидентирати и привремено ускладиштити.

Третман ове врсте отпада се мора спроводити по процедурама и начину који не представља ризик по загађење вода, земљишта и ваздуха, при чему се не сме одлагати заједно са комуналним отпадом.

Поред тога, потребно је плански сагледавати количине које се очекују на одређеној локацији, како би процес даљег третмана био што ефикаснији и ефективнији.

- **Отпадна гума:** све гуме моторних возила која се користе у оквиру ИЖС-а (аутомобили, аутобуси, камиони, трактори, грађевинске машине), као и слични производи који након завршетка употребног циклуса немају даљу употребну вредност, представљају отпад којим се управља на начин прописан Правилником о начину и поступку управљања отпадним гумама;

Складиште отпадних гума може бити отвореног или затвореног типа које поседује механизацију за утовар и истовар отпадних гума. Отворена складишта морају бити ограда и на бетонској подлози, при чему је забрањено њихово одлагање на депонији.

- **Отпадно дрво:** у току одржавања и изградње железничке инфраструктуре настаје отпадно дрво као неопасни отпад, који се може користи као секундарна сировина или за добијање енергије. Локација привременог складишта (отвореног или затвореног типа) мора бити ограда и обезбеђена и мора се поседовати одговарајућа механизација за претовар;

- **Отпадни бетон, цигле, цреп и керамика:** ова врста отпада се генерише у току реконструкције, модернизације и изградње железничке инфраструктуре, пре свега железничких објеката. Простор складишта мора бити јасно означен и уређен у складу са наменом, затвореног или отвореног типа, обезбеђен и са адекватним манипулативним површинама и одговарајућом механизацијом за утовар и истовар;

- **Отпадно стакло:** ову врсту неопасног отпада, која настаје у процесу одржавања и реконструкције железничких објеката, је потребно третирати као секундарну сировину, при чему се прикупља одвојено од осталих врста отпада и складишти у обезбеђеним складиштима отвореног или затвореног типа;
- **Отпадна пластика:** представља веома чест појавни облик отпада који настаје у свим фазама процеса изградње, експлоатације и одржавања железничке инфраструктуре и објеката. Третира се у складу са важећим Правилником као секундарна сировина или за добијање енергије, који подразумева одвојено сакупљање од осталих врста отпада у отвореним или затвореним складиштима, вођење евиденције и предају овлашћеним оператерима на даљи третман;
- **Папир и картон:** ова врста отпада је пре свега везана за административни део свакодневног пословања у оквиру ИЖС-а, где се на дневном нивоу генеришу велике количине утрошеног папира, искоришћене амбалаже и старе архиве. Имајући у виду својство отпада, одлаже се у посуде намењене сакупљању комуналног отпада. Даљим унапређењем система управљања отпадом могуће је имплементирати селективно сакупљање и продају папира и картона као секундарних сировина, што би представљало додатни приход; и
- **Комунални отпад:** ова врста отпада се јавља у свим организационим јединицама и резултат је ван производних делатности (остаци од хране, искоришћен канцеларијски материјал, разне амбалаже и др.). Комунални отпад се одлаже у посуде (канте или контејнери) намењене за ту врсту отпада и са њим се поступа сходно прописима који ближе уређују комуналне делатности.

У табели испод приказане су укупне количине генерисаног отпада у претходном периоду по месецима:

Табела 6.6: Количине складиштеног отпада по чворним секцијама

Укупна количина генерисаног отпада (t)				
период	2020	2021	2022	2023
јануар	n.a.*	40.725	n.a.	n.a.
фебруар	n.a.	38.228	34.186	52.110

март	n.a.	n.a.	58.231	18.132
април	n.a.	38.340	58.109	n.a.
мај	n.a.	126.617	53.273	n.a.
јун	n.a.	37.837	54.784	n.a.
јул	n.a.	45.669	63.098	n.a.
август	n.a.	36.384	59.900	n.a.
септембар	39.327	36.955	60.202	n.a.
октобар	n.a.	76.127	63.422	n.a.
новембар	39.575	76.607	13.859	n.a.
децембар	40.104	85.353	52.933	n.a.

(извор: ИЖС)

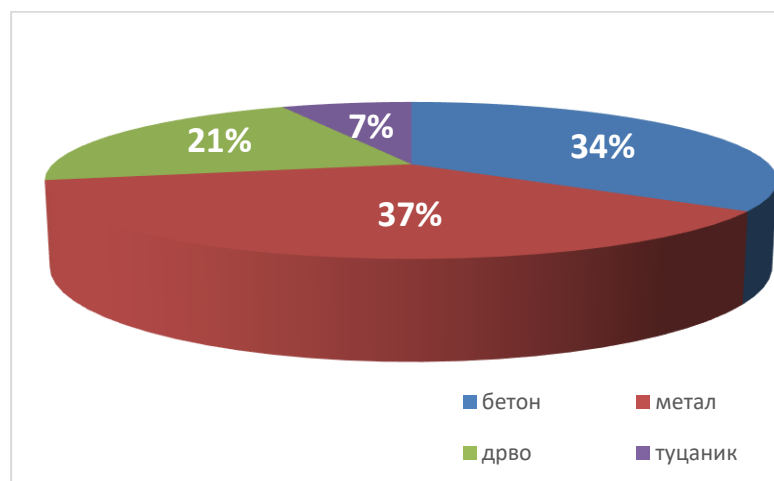
* недостајући подаци за тај месец

Из приложене табеле се може видети да вођење података није било континуирано у периоду пандемије изазване вирусом Covid-19, као и неравномерност на месечном нивоу, што одговара периодима грађевинских радова на железничкој инфраструктури, када је интензитет генерисања грађевинског отпада значајнији.

Анализом количина генерисаног отпада, закључује се да се од неопасног отпада најчешће јавља бетон, метал, дрво, туцаник и опека, док опасни отпад чине разна уља стари акумулатори и батерије, електронски отпад (рачунари, тастатуре, мишеви) и стара лимена бурад са уљима.

Процентуални приказ заступљености различитих врста неопасног отпада на узорку једне карактеристичне просечне године, дат је на графику 6.1:

График 6.1: Процентуална заступљеност неопасног отпада



Почеци систематског прикупљања података о генерисаним количинама отпада на мрежи пруга датира из 2010. године, када са радом почиње Центар за одрживи развој у оквиру Акционарског друштва „Железнице Србије“. Улога Центра за одрживи развој је вршење саветодавне и контролне функције, уз примену међународно признатих

стандарда и дефинисање интерних стандарда Железница Србије. Нажалост, центар за одрживи развој је убрзо престао са радом.

У оквиру ИЖС-а, која се бави и одржавањем железничке инфраструктуре, делује и Одељење за заштиту животне средине у оквиру “Сектора за људске ресурсе и опште послове”, чија се општа делатност тиче заштите животне средине уз пружање саветодавне и контролне функције и примену међународно признатих стандарда. Ово одељење такође прати да ли је одлагања отпада извршено на прописан начин и контролише примену усвојеног Плана управљања отпадом.

Задњих година је уложен значајан напор да се питању систематичног прикупљања и обраде података о генерисаном отпаду на мрежи ИЖС-а приступи на организованији начин, пре свега применом нових дигиталних алата, што даје резултате и евиденције о отпаду су много ажурније.

6.4. Унутрашњи транспорт и складиштења отпада

Генерисање отпада подразумева све активности којима се материјали потребни за функционисање железничког система доводе у стање у којем се више не могу употребљавати, те се због тога искључују из употребе и систематски се прикупљају у циљу контролисаног одлагања. Након утврђивања настајања отпада на територији ИЖС-а, приступа се његовом разврставању, паковању, транспорту и складиштењу.

Имајући у виду да ИЖС генерише више од 100 t неопасног отпада годишње (више од 200 kg опасног отпада), у обавези је да сачини План управљања отпадом (План), којим се дефинишу мере у циљу смањења отпада и унапређења система управљања отпадом.

Планом се прописује примарна селекција отпада на свим местима где долази до настанка отпада, односно раздвајање отпада у посебне, наменске контејнере и амбалажу уз јасно обележавање. Ефикасно селектовање отпада на месту настанка штити пре свега здравље радника, повећава ниво безбедности, подстиче рециклирање и смањује негативне утицаје на животну средину.

Разврставање опасног отпада се врши у обележене посуде које су јасно идентификоване, затворене и израђене од материјала који обезбеђују непропустљивост са одговарајућом заштитом од атмосферских утицаја. При разврставању се води рачуна о агрегатном стању отпада, физичким и хемијским особинама и наредним корацима у третману отпада.

Након разврставања отпада на месту настанка, отпад се пакује за безбедан транспорт, на начин да се не угрожава животна средина и здравља људи. У зависности од физичког стања отпада (чврста материја – прах или комади, вискозна паста, течна материја, талог), начин паковања може бити: буре, канистер, сандук, кесе, посуде под притиском, композитно паковање, у расутом стању, итд.

Сваки упаковани отпад садржи и Налепницу (прилог 8), дефинисану у складу са Правилником о условима и начину сакупљања, транспорта, складиштења и третмана отпада који се користи као секундарна сировина или добијање енергије („Сл. Гласник РС“, бр. 98/10) и Правилником о начину складиштења, паковања и обележавања опасног отпада (“Службени гласник РС“ број 92/2010). Налепница садржи назив субјекта који генерише отпад, ознаку самог отпада (назив и индексни број), физичко својство и количину отпада која се налази у паковању. Налепница мора бити отпорна на атмосферске услове, са јасно видљивим и недвосмисленим ознакама и причвршћена на паковање целом својом површином како би остала присутна све време док се отпад не уклони из паковања.

Транспорт отпада у оквиру ИЖС-а се врши од места настанка до места за одлагање или до места привременог складиштења. Унутрашњи транспорт се односи на транспорт отпада унутар једне техничко – технолошке целине (ранжирна станица, техничка станица и сл.), са коришћењем интерних или јавних саобраћајница. При транспорту опасног отпада између две техничко – технолошке целине потребно је поштовати одредбе Закона о транспорту опасног терета.

Планом је предвиђено да се отпад до спровођења поступка расхоровања и продаје или предаје, одлаже у складиштима за привремено чување отпада, при чему се складиштење врши на начин који има минимални утицај на животну средину. ИЖС је одговорна за привремено складиштење отпада, док је третман и трајно одлагање отпада поверено овлашћеним оператерима.

Нажалост, у пракси се дешава да се отпад не третира одмах по настанку, пре свега током санација и реконструкција одређених подсистема, док су привремена складишта углавном пренамењени помоћни објекти, без у потпуности испоштованих услова за безбедан прихват отпада.



Слика 6.3: Неадекватно одлагање отпада дуж пруге



Слика 6.4: Примери привременог складиштења отпада

Планом је предвиђено да складишта или стоваришта неопасног отпада морају имати приступ саобраћајницама, да имају одговарајуће манипулативне површине за утовар/истовар и да буду обезбеђена. Опасни отпад се складишти на местима која су одговарајуће технички опремљена, при чему период привременог чувања не сме бити дужи од 12 месеци. Складиште мора бити обезбеђено, закључано и под надзором.

На нивоу а.д. Железнице Србије (укључујући све три независне компаније) је извршена идентификација 281 локације за привремено складиштење отпада:

Табела 6.7: Локације привремених складишта отпада

Секција	Место локације складишта	Број складишта
Београд (Рума, Панчево, Пожаревац)	Београд, Раља, Младеновац, Батајница, Рума, Сремска Митровица, Шид, Стара Пазова, Шабац, Ковиљача, Нова Пазова, Вршац, Панчево, Владимировац, Алибунар, Бока, Јасеново, Умчари, Смедерево, Пожаревац, Кучево, Мала Крсна, Врчин	128
Нови Сад (Суботица,	Сремски Карловци, Нови Сад, Врбас, Тител, Гајдобра, Озаци, Суботица, Бајмок, Сента, Кикинда, Банатско Милошево, Чока, Зрењанин, Сечањ, Орловат, Сомбор, Богојево, Србобран, Кула	52

Зрењанин, Сомбор)		
Ниш (Лапово, Зајечар)	Поповац, Лесковац, Владичин Хан, Бујановац, Ниш, Бела Паланка, Димитровград, Прокупље, Куршумлија, Врање, Лапово, Јагодина, Параћин, Сталаћ, Алексинац, Деспотовац, Паланка, Мајданпек, Зајечар, Сврљиг, Неготин, Бор, Багрдан	56
Ужице (Краљево, Ваљево)	Ужице, Пожега, Прибој, Пријепоље, Рашка, Краљево, Крагујевац, Гружа, Богutowaц, Крушевац, Чачак, Лајковац, Ваљево, Косјерић	45
УКУПНО		281

(Извор: Студија привременог складиштења отпада на АД „Железнице Србије“)

Обиласком терена евидентирано је да већина локација и пратећих објеката не задовољава законом прописане норме за складиштење отпада али и секундарних сировина (дрво, челик, уља, акумулатори, батерије, итд.), при чему складишта неопасног отпада морају имати непропусну подлогу, морају бити заштићена од атмосферских утицаја, под сталним надзором и уграђеним системом за заштиту од пожара.

За разлику од неопасног отпада, опасни отпад се третира у складу са одговарајућим Правилником којим се прописује да организационе јединице ИЖС-а на којима се генерише опасан отпад имају обавезу да привремено ускладиште отпад на адекватан начин до тренутка његове предаје овлашћеним лицима за даљи третман отпада.

Због својих својстава, опасни отпад се складишти у физички обезбеђеним и ограђеним складиштима и у специјалним посудама, резервоарима или контејнерима прилагођеним одређеним врстама опасног отпада. Веома је битно да локације складишта опасног отпада испуњавају прописе о санитарној и здравственој заштити у циљу спречавања штетног деловања на здравље људи и животну средину.

Привремена складишта опасног отпада морају имати непропусну подлогу са заштитом од атмосферских утицаја и системе за заштиту од пожара и спречавање настајања удеса, као и адекватан систем за прихват атмосферских вода. Течни опасни отпад се складишти у непропусним посудама, док се опасни отпад у прашкастом стању складишти на начин којим се спречава запрашивање околног простора у случају удеса.

У току експлоатације, редовног и инвестиционог одржавања железничке инфраструктуре, генеришу се следеће врсте опасног отпада у течном стању:

- **Отпадна уља** (моторна, хидраулична и редукторска): сва опадна уља која се више

не користе за своју првобитну сврху представљају опасни отпад са којим се поступа у складу са Правилником о условима, начину и поступку управљања отпадним уљима ("Сл. гласник РС", бр. 71/10). Целокупан процес третирања отпадних уља подразумева скуп мера у фазама сакупљања, евидентирања, разврставања, транспорта, складиштења и третмана отпада.

Све мере заштите које се спроводе приликом прикупљања и привременог складиштења отпадних уља имају за циљ елиминисање ризика од загађења вода, земљишта и ваздуха, уз обезбеђивање услова за безбедан рад и заштиту здравља запослених. При томе је изричито забрањено следеће:

- просипање отпадних уља на земљиште или њихово просипање у површинске и подземне воде, као и у канализацију;
- мешање отпадних уља са осталим опасним отпадом, са материјама која нису отпадна уља, са РСВ отпадом и халогеним материјама; и
- мешање различитих врста отпадних уља по саставу и пореклу у исту прихватну посуду.

Посуде за сакупљање отпадних уља морају бити металне како би се избегло нагризање зидова посуда и цурења опасних материја и јасно обележене у складу са Каталогом отпада.

Складишта отпадних уља морају имати секундарну заштиту од процуривања са системом за сакупљање просутих течности, стабилну и непропусну подлогу отпорну на агресивне материје, систем за потпун прихват зауљене атмосферске воде са манипулативних површина, њихов предтретман у сепаратору уља и масти пре пуштања у реципијент, као и систем за заштиту од пожара.



Слика 6.5: Пример адекватног привременог складиштења отпадних уља
(Извор: ИЖС и www.dissetodiseo.com)

У случају да се манипулација тј. претакање отпадних уља врши директно из цистерни на колосеку, потребно је поставити заштитни подметач, у циљу апсорбције евентуалног просутог уља. Заштитни подметач се причвршћује за шине, мора бити отпоран на корозију, са високим капацитетом задржавања течности чиме се спречава продирање уља до земљишта.

Разни апсорбенти, филтери, зауљане крпе и заштитна одећа која је контаминирана опасним супстанцима, такође се сматра опасним отпадом, који се не сме мешати са другим врстама опасног отпада или одлагати као комунални отпад, већ у специјализовано дизајнираним посудама за ту намену:



Слика 6.6: Посуда за одлагање зауљаних крпа

(Извор: www.dissetodiseo.com)

- **Отпадни антифриз:** као и у случају отпадних уља, и са отпадним антифризом се мора поступати на начин који неће представљати ризик по безбедност и здравље људи, као ни ризик од загађења воде, земљишта и ваздуха. Такође је забрањено његово испуштање у канализацију, на земљиште или подземне или површинске воде.

Отпадни антифриз се сакупља и складишти у наменске посуде које морају бити јасно обележене, при чему се води евиденција о његовом кретању. Складиште мора поседовати систем за заштиту од пожара, танкване (постоља) са заштитом од процуривања, непропусну подлогу отпорну на агресивне материје са системом за сакупљање просутих течности и систем за прихват запрљане тј. зауљене атмосферске воде са свих манипулативних површина



Слика 6.7: Посуде (тенквани) за складиштење отпадног атифриза
(Извор: www.element-engineering.co.rs)

Као и код опасног отпада у течном стању, и у случају складиштења опасног отпада у чврстом стању мора се водити рачуна о безбедности и здрављу запослених и заштити животне средине, при чему посуде за складиштење морају бити затворене, непропусне, отпорне на материје који се налази у њима и са одговарајућом заштитом од атмосферских утицаја. У случају да се на одређеној локацији генерише више врста опасног отпада у чврстом стању, оне се обавезно морају одвојено складиштити.

У току експлоатације железничке инфраструктуре, возних средстава, као и током комерцијалног и административног пословања, настају следеће врсте опасног отпада у чврстом стању:

- **Истрошене батерије и акумулатори:** у оквиру редовне делатности ИЖС-а генеришу се одређене количине истрошених батерија и акумулатора од NiCd (никл-кадмијум), као и оловне батерије и акумулатори. Због хемијских својстава својих електролита (сумпорна киселина и калијум хидроксид), оловни и челични акумулатори и батерије се морају складиштити у посебним, одвојеним просторијама. Складиште се на под, односно дрвене полице или антикорозивно заштићене конструкције.

Сама складишна просторија мора бити обезбеђена, ограђена, заштићена од атмосферских утицаја и са бетонском подлогом која поседује полиестерску заштиту, уз адекватну вентилацију која се дефинише на основу спецификације произвођача по питању количине испарења које се емитује из акумулатора.

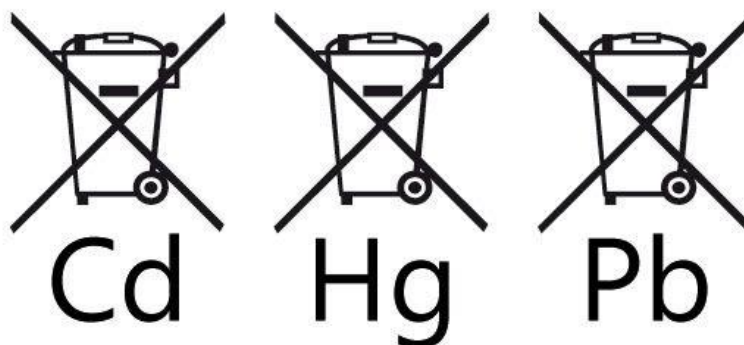
Поред наведеног, складишна просторија мора поседовати непропусну подлогу са опремом за прикупљање просутих течности, пријемни шахт за неутралисање проливених електролита пре пуштања у реципијент и заштиту од пожара.

Посуде за скупљање и складиштење старих батерија и акумулатора могу бити металне и пластичне (слика 6.8) запремине 500 l, при чему им унутрашњост мора бити гумирана и отпорна на киселину, облик прикладан за манипулацију виљушкарком и дизалицом и прилагођен за друмски и железнички транспорт.



Слика 6.8: Контејнери за складиштење АКУ батерија и акумулатора
(Извор: www.kova.hr)

У процесу манипулације отпадних батерија и акумулатора веома је важно придржавати се прописаног начина обележавања према садржају опасних материја (кадмијум, жива и олово), уз обавезан видљив, читљив и неизбрисив знак о одвојеном сакупљању:



Слика 6.9: Знак о одвојеном сакупљању
(Извор: www.camelion.com/hinweise/batterieentsorgung)

У току манипулације истрошеним батеријама и акумулаторима морају се поштовати услови заштите животне средине, који предвиђају следеће:

- одвојено сакупљање различитих врста батерија и акумулатора;
- омогућити у што већем обиму поновну употреба целих апарата и саставних делова;
- забрану вршења расклапања и одстрањивања течности из акумулатора у

привременим складиштима;

- развијање едукативног програма запослених за безбедно и одрживо управљање и руковање истрошеним батеријама и акумулаторима; и
- подстицање, примену и развој нових технологија за третман и рециклажу.

➤ **Електронски и електрични отпад:** Због својих особина и канцерогених својстава одређених елемената, ова категорија отпада припада групи опасног отпада и као такав се не сме одлагати на депонијама заједно са комуналним отпадом, већ се са њим мора поступати у складу са одговарајућим Правилником. С друге стране, велики број компоненти овог отпада могу представљати секундарне сировине при чему до значаја долази сам процес рециклаже.

У току функционисања целокупног железничког система генеришу се одређене количине електронског отпада различитих врста: опрема за информатичке технологије и телекомуникације (рачунари, монитори и сл.), кондензатори, струјни прекидачи, осигурачи, електромотори, натријумове сијалице, флуо-цеви, итд. Ова врста отпада се одлаже у специјализованим посудама/контејнерима, док само складиште мора бити наткривено, ограђено и обезбеђено.



Слика 6.10: Контејнери за складиштење флуо-цеви и електронског отпада
(Извор: www.kova.hr)

➤ **Отпад који садржа РСВ:** Поједини електроенергетски уређаји у себи садрже минерална уља тј. РСВ (полихлороване бифениле), који се могу наћи у струјним и напонским трансформаторима, великим кондензаторима, прекидачима електричног кола, и представљају изузетно токсичан отпад који се мора третирати на посебан начин. Уређаји који у себи садрже више од 5 l флуида на бази РСВ-а су предмет посебног третмана и испитивања у оквиру ИЖС-а, при чему се врши њихова класификација и сходно томе примењује посебни режим третмана. Расходовање ових уређаја мора вршити оспособљено лице уз примену свих мера

безбедности и очувања животне средине.

У току складиштења и манипулације уређајима са садржајем РСВ-а забрањено је допуњавање трансформатора РСВ-ом, поновно коришћење РСВ отпада, привремено складиштење дуже од 24 месеца и спаљивање РСВ отпада.

Имајући у виду веома токсична својства уређаја са садржајем РСВ-а, сви простори или постројења у којима се налазе ови уређаји, као и сами уређаји, морају бити адекватно, јасно и недвосмислено обележени (слика 6.11):



Слика 6.11: Ознака просторије и уређаја са садржајем РСВ-а
(Извор: Правилник о поступању са уређајима и отпадом који садржи РСВ – Сл. Гласник 37/2011)

- **Отпад који садржи азбест:** ова врста опасног отпада се одвојено прикупља, пакује, складишти и одлаже на посебно намењено место за ову врсту отпада. У изузетним ситуацијама се може одлагати са комуналним отпадом, али под условом да је увијен у целофан.

При руковању овом врстом отпада пре свега се мора водити рачуна о спречавању разношења азбестних влакана и прашине приликом сакупљања, транспорта, складиштења, третмана и одлагања отпада. Због тога се транспорт азбестног отпада од места паковања до места одлагања врши без претовара, уз редовно мерење емисија у ваздуху и контролу испуштања течности из постројења тј. складишта.

Отпадни азбест се не може привремено складиштити дуже од 12 месеци. Привремена складишта морају бити обезбеђена, ограђена, заштићена од атмосферских утицаја и са слободним манипулативним површинама. Сви запослени који рукују и долазе у непосредан додир са отпадним азбестом морају бити едуковани за ту врсту посла и у свему се придржавати Правилника о

поступању са отпадом који садржи азбест („Сл. Гласник РС“ бр 75/2010).

- **Отпадни дрвени прагови:** ова врста отпада представља најчешћу врсту отпада приликом одржавања, реконструкције и модернизације железничке инфраструктуре. Импрегнација дрвених прагова која се врши креозотним уљем чини железничке дрвене прагове опасним. У земљама ЕУ је 2018. године ступила на снагу забрана употребе креозотног уља за потребе импрегнације дрвета, а самим тим и дрвених железничких прагова. У РС се Правилником о ограничењима и забранама производње, стављања у промет и коришћења хемикалија („Сл. Гласник РС“ бр. 90/13 и 25/15) даје могућност коришћења импрегнираног дрвета у индустријске сврхе, у шта се убрајају и дрвени прагови, само ако је концентрација канцерогеног бензо-а-пирена (саставног дела креозотног уља) мања од 50 mg/kg.

Отпадне прагове је потребно сакупљати на посебно, за ту намену одређеним локацијама, уређеним у складу са прописима заштите животне средине, безбедности и здравља на раду и против пожарне заштите.

Разврставање отпадних дрвених прагова се врши интерним Упутством о разврставању коришћених дрвених железничких прагова „Инфраструктура железнице Србије“ а.д. (Службени гласник „Железнице Србије“ а.д. бр.32/17), којим се прагови разврставају у три категорије, односно прагове који се могу поново користити за горњи строј, прагове који се могу поново користити као грађевински материјал и прагове који се третирају као отпад.

Било да се ради о опасном или неопасном отпаду, привремена складишта се морају свакодневно контролисати у циљу провере њихове функционалности. Том приликом се визуелним прегледом проверава да ли постоје зауљене мрље у близини опреме, масне капљице на резервоарима или физичка оштећења складишних посуда која би указала на евентуална испуштања или цурења.

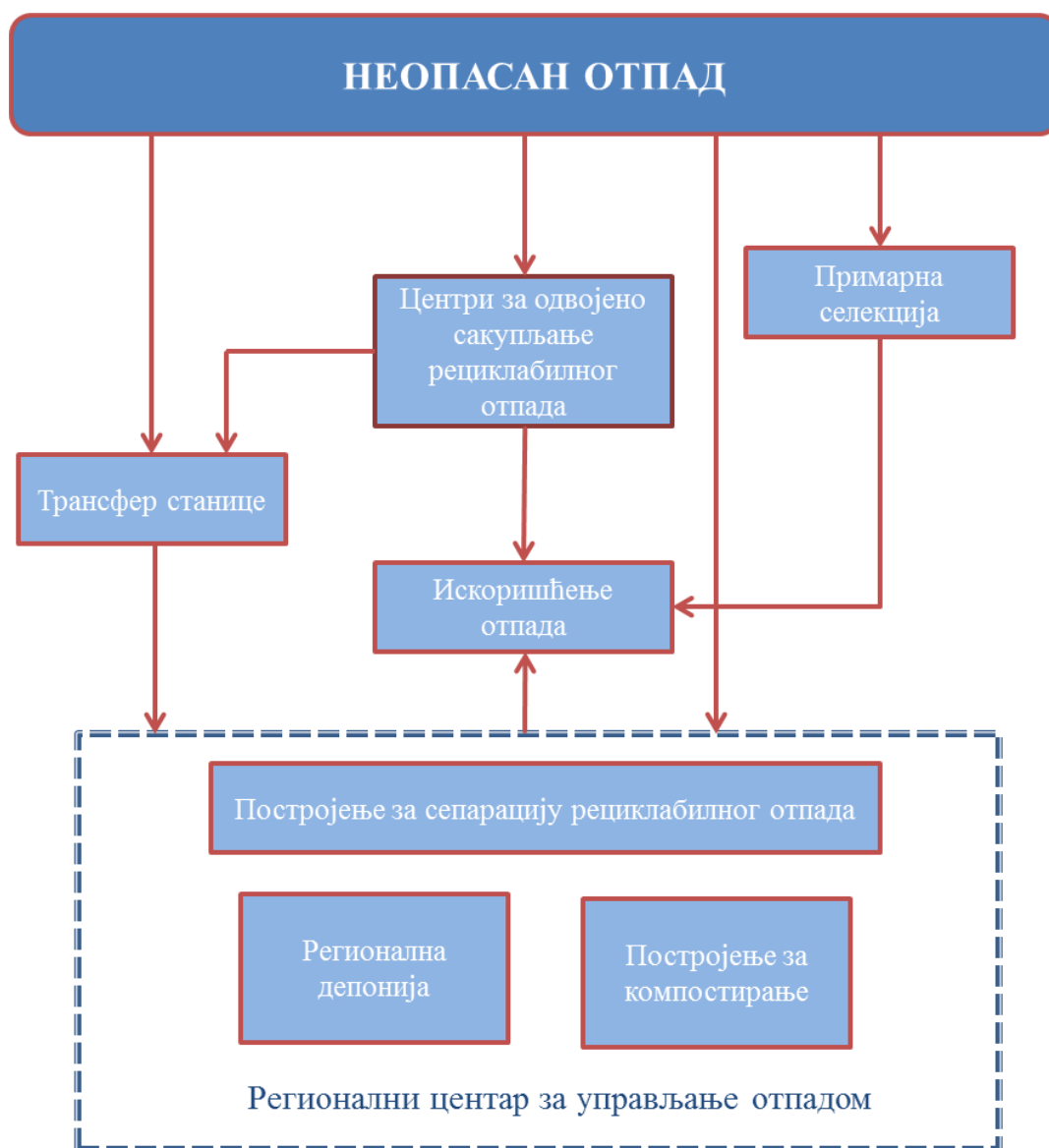
6.5. Третман отпада

Један од захтева законске регулативе интегралног управљања отпадом јесте да се омогући сигурно и безбедно руковање са сваком врстом отпада, као и да се води одговарајућа документација по питању третмана отпада и нарочито промене власништва отпада. Под интегралним системом управљања отпадом се подразумева спровођење законом прописаних мера у оквиру сакупљања, транспорта, складиштења, третмана и

одлагања отпада, укључујући и надзор над тим активностима и бригу о постројењима за управљање отпадом после затварања.

За потребе третмана отпада у РС је примењено решење које предвиђа организацију мреже инфраструктурних објеката у циљу формирања ефикаснијег система, која обухвата регионалне санитарне депоније, трансфер станице, рециклажне центре, центре за компостирање и спалионице комуналног отпада.

Целокупан процес третмана отпада је приказан на слици испод:



Слика 6.12: Алгоритам третмана неопасног отпада

Нажалост, услед организационих и финансијских проблема, најчешћи начин је одлагање отпада на локалним депонијама, које су често неплански организоване и не задовољавају минималне санитарне, хигијенске и техничко-технолошке услове.

Дефинисани принципи управљања отпадом се морају примењивати и на систем железничког саобраћаја, где је ИЖС у обавези да сачини План управљања отпадом, којим се врши идентификација отпада који настаје на територији ИЖС-а, дефинишу принципи безбедног управљања отпадом и предлажу мере за превенцију настајања отпада, пре свега путем примене чистијих технологија и рационалним коришћењем расположивих ресурса. Поред тога, дефинишу се мере и процедуре за отклањање потенцијалних опасности од штетног дејства отпада и развијају методе за његово рационално одлагање.

На Српским железницама се отпад разврстава према Каталогу отпада, при чему је законска обавеза разврставања отпада на месту настанка. ИЖС не врши третман нити трајно одлагање отпада, већ привремено складиштење и продају тј. предају овлашћеном оператеру.

Дефинисани поступци и мере за управљање отпадом на ИЖС дефинисани су имајући у виду *“хијерархију која подразумева скуп радњи, акција и мера које треба да се предузму као најприкладније за коначно збрињавање отпада”* (План управљања отпадом ИЖС).

Осново начело је да предложени кораци доприносе спречавању негативних утицаја на животну средину, уз *“смањење количине отпада и поновно искоришћење отпада кроз поновну употребу, рециклажу или употребу у енергетске сврхе”* (План управљања отпадом ИЖС) и подразумевају превенцију стварања отпада, поновну употребу, односно коришћење производа за исту или другу намену, рециклажу, коришћење вредности отпада (компостирање, спаљивање уз коришћење енергије) и одлагање отпада продајом - предајом отпада овлашћеним организацијама.

Наведени приоритети и принципи узимају у обзир примењен технолошки процес, научна и техничко-технолошких сазнања о генерисаним врстама отпада, искуства других организација сличног карактера, као и анализу мониторинга основних параметара животне средине у протеклом периоду.

Фаза изградње железничке инфраструктуре обухвата низ активности које могу имати негативног утицаја на животну средину. Утицаји су најизраженији у зони извођења грађевинских радова, при чему је основни принцип да је складиштење отпада, као и одлагање других штетних материја на слободном земљишту забрањено.

Третман отпада у фази реконструкције или изградње железничке инфраструктуре се пре свега мора организовати у циљу спречавања неконтролисаног накупљања и

разношења отпадних материјала, односно појаве удеса.

Са грађевинским отпадом који настаје као последица изградње железничке инфраструктуре је потребно поступати у складу са релевантном законском регулативом, а пре свих у складу са Законом о управљању отпадом и Уредбом о начину поступања и управљања отпадом од грађења и рушења. С тим у вези је потребно придржавати се следећих принципа на локацијама одвијања грађевинских радова:

- за одлагање комуналног отпада са градилишта је потребно обезбедити неопходан број посуда и контејнера, уз обезбеђивање њиховог периодичног пражњење од стране надлежне комуналне службе. Није дозвољено вршити паљење отпада на градилишту. Сегрегација чврстог отпада није предвиђена;
- чврст отпад који се ствара на градилишту приликом обављања радова неопходно је систематизовано прикупљати, складиштити и одлагати на погодну локацију;
- ископи земље, који нису потребни за даљу употребу, не смеју се непланирано одлагати у природну средину. Цео ископани материјал (субстрат), одлагати на за то унапред утврђену локацију;
- потребно је спречити одлагање било каквог отпадног материјала у речне токове, као и у каналску и мелиорациону мрежу;
- на простору градилишта потребно је посебно обезбедити прикупљање и одстрањивање отпадних амбалажа, које садрже остатке хидроизолационих и других материјала, са којима се буду изводили грађевински радови;
- уколико постоји потреба да се неки материјал, који се касније уграђује, привремено одложи, то одлагање треба вршити унутар простора градилишта који је одређен за привремено депоновање, или у непосредној близини трасе;
- одговорни извођач радова је у обавези да прикупи отпадне воде и уља са простора намењеног за прање машина и замену уља унутар градилишта. Прање машина и замена уља је забрањена ван прописаног простора. Амбалажа од уља и других деривата нафте се сакупља и односи на прописана места за сакупљање чврстог отпада; и

- у случају расипања опасних материја из грађевинске механизације, контаминирану локацију треба санирати у складу са донетим Планом активности у случају удесне ситуације.

У току изградње, мере заштите од акцидента се морају примењивати на целом подручју трасе железничког колосека са припадајућом инфраструктуром, као и на подручју транспортних путева и других манипулативних површина, на којима се изводе активности.

У фази експлоатације железничког саобраћаја ИЖС има обавезу вођења евиденције о количинама генерисаног отпада на њеној територији. Руководилац организационе јединице у којем настаје отпад дужан је да надзире и прати активности које се тичу сакупљања, разврставања, паковања, обележавања и транспорта отпада до складишта за привремено чување отпада. Надлежна особа за централна стоваришта на територијалној јединици ИЖС-а на којој настаје отпад води дневну евиденцију о отпаду – ДЕО А (прилог 6) и предаје је на месечном нивоу сектору за заштиту животне средине, који је у обавези да припреми годишњи извештај о отпаду – ГИО1 (прилог 7).

Планом управљања отпадом на ИЖС је предвиђено вођење евиденције по железничким чворовима (Београд, Нови Сад, Краљево, Ниш), и третирање отпада од тренутка његовог настанка, па до правилног складиштења. Оверени годишњи извештај се доставља Агенцији за заштиту животне средине која води евиденцију и одржава базу података у информационом систему животне средине.

6.6. Оптимизација и унапређење управљања отпадом

Оптимизацији процеса управљања отпадом је потребно приступити систематски и прагматично по питању сваког сегмента и фазе процеса, при чему је од суштинског значаја смањење количина отпада. На овај начин се могу постићи највећи бенефити за животну средину. Имајући увиду целокупан систем, одређена побољшања се могу очекивати и у осталим фазама процеса управљања отпадом (сакупљање, транспорт, складиштење и одлагања).

Рециклирање и поновна употреба производа и материјала у производњи или кроз добијање енергије увек треба да буде први избор. Нажалост, технолошка опремљеност, финансијски капацитети и свест запослених о значају ових мера некада представљају ограничавајући фактор који резултира веома малим процентом искоришћења отпада, при чему је одлагање отпада на депонијама и даље доминантни вид третирања отпада.

У циљу сагледавања општег стања система управљања отпадом урађена је SWOT анализа, која може послужити као основа за даљу разраду.

Иако се као први закључак намеће недостатак финансијских средстава за правилно управљање отпадом, примену истраживања и иновација и модернизације капацитета, потребно је споменути и недостатак еколошке свести као једног од битнијих фактора који успоравају, а у појединим случајевима и онемогућавају, даљи развој система управљања отпадом.

Табела 6.8: SWOT анализа система управљања отпадом на ИЖС

СНАГА (Strength)	СЛАБОСТИ (Weaknesses)
- постојање правног оквира; - постојање одељења које се бави заштитом животне средине; - постојање физичких капацитета за складиштење отпада; - израда софтверских алата за праћење и управљање отпадом; - увећање прихода путем продају отпада.	- непостојање професионалних кадрова у довољној мери и неадекватно поступање са отпадом на терену; - делимична анализа постојећег стања и самог процеса управљања отпадом; - недовољно организовано праћење токова материјала и отпада; - неадекватна опремљеност магацина и складишта отпада; - недовољна обука из области заштите животне средине; - мањак финансијских средстава за опрему; - застарелост технологија.
МОГУЋНОСТИ (Opportunities)	ПРЕТЊЕ (Threats)
- истраживање, анализа и развој система управљања отпадом; - примена савремених софтверских алата; - оптимизација транспортног процеса применом савремених математичких модела; - коришћење ЕУ фондова из области заштите животне средине; - размена искустава и знања са развијеним железничким управама; - интереси земаља у региону за заједнички развој и очување животне средине.	- неповољна економска ситуација железничког система; - недовољно развијена еколошка свест запослених о процесу правилног поступања са отпадом и мера које се предузимају како би се отпад смањило; - непостојање система квалитета; - непостојање додатних прописа и процедура који ближе уређују област управљања отпадом.

SWOT анализа такође указује и на потребу што веће употребе савремених техничко-технолошких решења, уз много већи степен примене дигиталних алата у склопу идентификације проблема и редовно праћење свих фаза процеса.

Имајући у виду незавидну финансијску ситуацију ИЖС-а, као и рестриктивну транспортну политику и казне за неадекватно управљање отпадом, организационе мере би требало да уступе место великим инвестицијама и уз прилагођавање постојећих капацитета и перманентну обуку кадрова поставе здраве основе за даљи развој.

Различити међународни фондови пружају могућност финансирања пројеката и набавке опреме у области управљања отпадом, али предуслов свега је да се поседује јасан, транспарентан и финансијски оправдан план, што у већини случајева представља проблем код већине железничких управа у региону, те је међусобна сарадња, размена искустава и потенцијал заједничког наступа од великог значаја.

Посебна област у којој се може остварити значајан напредак, а која није била узимана у обзир до сада, је оптимизација транспортног процеса у циљу минимизације трошкова, смањења негативних утицаја на животну средину и давања подршке одлучивању и рационализацији коришћења складишних капацитета.

Општа је оцена да систем управљања отпадом у оквиру ИЖС-а не задовољава у потпуности све стандарде и техничке норме прописане законском регулативом и не прати примере добре праксе развијенијих железничких компанија. Одржавање постојећег система са 208 привремених складишта, имајући у виду њихову просторну расподелу, ниво техничке опремљености, врсту отпада и количине које се складиште, није одржив са техничког и економског становишта. С тим у вези је на основу анализе постојећег стања, урађених студија и прогноза очекиваних количина отпада по врстама, дефинисано четири приоритетних складишта које је неопходно прилагодити намени, која се налазе у оквиру секција Београд, Нови Сад, Ниш и Ужице.

Табела 6.9: Примарна складишта која треба прилагодити намени

Секција	Број складишта	Локација	Организациони облик
Београд	045	Топчидер	ОЦ ЕТП Београд (централни магацин)
Нови Сад	487	Нови Сад "Хјустон"	ОЦ ЕТП Нови Сад (централни магацин)
Ниш	176	Ниш - Ледена стена	Сектор за набавке (централни магацин)
Ужице	268	Крчагово	Сектор за набавке (централни магацин)

Рационализацијом броја привремених складишта отпада, уз њихово адекватно опремање и просторну дистрибуцију у односу на мрежу пруга, могу се испоштовати основни принципи ефикасног начина управљања отпадом, пре свих: принцип одрживог развоја, принцип хијерархије, принцип примене најпрактичнијих опција за животну средину и принцип близине и регионалног приступа управљању отпадом.



На овај начин би се генерисани отпад у осталим организационим јединицама ИЖС-а и неадаптираним привременим складиштима преусмеравао у најближе од ова четири централна складишта, или директно на најближе регионалне депоније, са примарним циљем да се што је могуће више смањи негативни утицај на животну средину, здравље становништва и запослених. Тиме би се пре свега поједноставио, а уједно и боље контролисао сам систем управљања отпадом, смањили трошкови одржавања целокупног система и трошкови привременог одлагања отпада, рационализовао број запослених у овој области и у крајњој линији унапредио пословни имиџ ИЖС-а.

Детаљнија анализа предложених централних привремених складишта дата је у делу који следи:

Привремено складиште бр. 045 – Топчидер се налази у Београду у оквиру теретне станице Топчидер.



Слика 6.14: Локација складишта бр. 045 у Топчидеру

(Извор: earth.google.com)

Складиште је ограђено и обезбеђено бодљикавом жицом у горњем сегменту оgrade, осветљено је и поседује видео надзор уз 24-часовну чуварску службу и систем заштите од пожара. Приступ складишту се остварује асфалтним путем и манипулативним колосецима, што у великој мери олакшава претовар отпада. Пружа се на површини од 684 m², где се на бетонској подлози налазе дрвене баракe и бетонске магацинске зграде.



Слика 6.15: Изглед складишта бр. 045 у Топчидеру

Складиште у Топчидеру се тренутно користи и као централни магацински простор организационе целине за електротехничку делатност и у њему су ускладиштени елементи за одржавање контактне мреже, путних прелаза и осталих постројења, као и стари акумулатори, неисправни енергетски трансформатори, мерни трансформатори, разни метални делови, стари каблови, пластични делови, стари намештај (дрво), електронске и електричне компоненте. Манипулација отпадом и секундарним сировинама се врши ручно и помоћу виљушкара.



Слика 6.16: Складиштење отпада у складишту бр. 045 у Топчидеру

У циљу унапређења складишних услова у складишту бр. 045 сходно прописаној законској регулативи и стандардима, потребно је пре свега уклонити монтажне, дрвене објекте, обезбедити складиште зиданом оградом, изградити стабилну и непропусну

подлогу, са одговарајућом заштитом од атмосферских утицаја и контролисани прихват атмосферске воде. Имајући у виду да ће централизовано складиште служити и за складиштење опасног отпада, потребно је планирати и простор за мобилне танкване и бурад за прихват различитих врста уља, контејнере за батерије, акумулаторе, електронски и електрични отпад, уз потпуну опрему за поступање у случају акцидента (уљни и хемијски адсорбенти, средства и опрема за личну заштиту на раду, итд.).

Привремено складиште бр. 487 налази су у индустријској зони у Новом Саду, у непосредној близини железничке станице Нови Сад.

Складиште бр. 487 се налази у склопу ОЦ ЗОП Нови Сад, тј. у оквиру централног складишта тзв. објекта „Хјустон“. Складиште је повезано колосечном инфраструктуром са станицом Нови Сад, као и сервисним саобраћајницама са градском уличном мрежом.



Слика 6.17: Локација складишта бр. 487 у Новом Саду

(Извор: earth.google.com)

Простор складишта је ограђен жицом, са бетонском подлогом на којој се налазе озидани објекат површине 120 m^2 и простор под надстрешницом изграђеној од челичних профила површине 60 m^2 . Целокупни комплекс у коме се налази складиште има 24-часовну чуварску службу али нема видео надзор и систем за дојаву пожара.



Слика 6.18: Складишни капацитети у складишту бр. 487

(Извор: ИЖС)

Зидани објекат се састоји од више независних целина одвојених металним вратима и тренутно је намењен складиштењу уређаја пружне механизације и електронског отпада. Највише је заступљен челични отпад, док је лимени, дрвени, гумени, пластични отпад заступљен у значајно мањим количинама. Од опасног отпада складиштене су батерије, отпадно трафо уље, отпадни акумулатори и електрични отпад. Манипулација отпадом се врши ручно и механизацијом (виљушкар, ручни кран).

У циљу унапређења услова за складиштење отпада, пре свега је потребно опремити складиште системом за заштиту од пожара, адекватним посудама за сакупљање и привремено складиштење одређених врста отпада (мобилни танквани, бурад, контејнери, дрвене палете и сл.) и обезбедити стабилну подлогу отпорну на атмосферске утицаје и агресивне материје, са опремом за сакупљање просутих течности.

Привремено складиште бр. 176 се налази у Нишу, у близини железничке станице Ниш – Ледена у склопу централног магацина.



Слика 6.19: Локација привременог складишта бр. 176 у Нишу

(Извор: earth.google.com)

Привремено складиште бр. 176 чини бетонирани, металном жицом ограђени плато који се налази између улице и железничких колосека. На самој локацији налази се и више зиданих објеката-надстрешница којима је приступ омогућен друмским саобраћајницама и железничким колосецима. Локација складишта има снабдевање електричном енергијом али је делимично осветљена, без видео надзора и сталног надзора чуварске службе.

Локација привременог складишта је слабо комунално опремљена, не поседује водоводну ни канализациону мрежу, при чему нема ни систем за дојаву пожара. Проблем представља и непостојање система за одвођење атмосферских вода, што представља озбиљан проблем јер се налази на најнижој тачки у односу на околни терен.



Слика 6.20: Складиште бр. 176 у Нишу

(Извор: earth.google.com)

Највећи део ускладиштеног отпада чини отпадни колосечни прибор, док су остале врсте отпада разни грађевински материјал, гуме, пластика, стакло, разни метални делови, стари каблови, батерије, акумулатори, трансформатори и електронски и електрични отпад.

Начин складиштења није усаглашен са законском регулативом и стандардима, те се отпад неплански одлаже у оквиру складишта.



Слика 6.21: Складиштење отпада у складишту бр. 176

(извор: ИЖС)

У циљу унапређења неопходно је пре свега инфраструктурно опремити локацију изградњом стабилне и непропусне подлоге са одговарајућом заштитом од атмосферских утицаја. Такође је потребно опремити складиште системом за заштиту од пожара, прикључити локацију складишта на градски водоводни и канализациони систем, обезбедити адекватно осветљење, громобранску заштиту и увести видео надзор.

Иако се у оквиру складишта налазе зидани објекти, потребно је урадити надстрешницу и уредити плато, интерне саобраћајнице и манипулативне површине. Складишне капацитете је потребно опремити адекватним посудама (контејнери за акумулаторе, батерије, електро отпад, танкванама за различите врсте уља, палете са бурадима и сл.), као и потпуним комплетом опреме за поступање у случају акцидента.

Привремено складиште бр. 268 се налази у близини теретне железничке станице у Ужицу (Крчагово), у склопу Централног магацина Сектора за набавке.



Слика 6.22: Локација складишта бр. 268 у Ужицу

(извор: earth.google.com)

Привремено складиште је делимично ограђено и састоји се од отвореног дела површине 100 m² и затворене, озидане просторије. Затворени део је површине 110 m² и представља приземље зиданог спратног објекта. Поред колосечне инфраструктуре, приступ складишту је омогућен и друмским, сервисним саобраћајницама. Локација складишта је прикључена на градску водоводну и канализациону мрежу али не поседује систем за дојаву пожара.

Складиште поседује бетонску подлогу, док се унутрашњи простор снабдева електричном енергијом и опремљен је металним полицама. Локација складишта нема обезбеђену чуварску службу, као ни инсталирани систем видео надзора.



Слика 6.23: Изглед складишта бр. 268

(извор: ИЖС)

Иако постоје предуслови за планско и уређено складиштење отпада, он и даље није разврстан по врсти и намени, већ се депонује стихијски.



Слика 6.24: Депоноване отпада у складишту бр. 268

(извор: ИЖС)

Највећи део депонованог отпада чине старе кочионе папуче, док је од осталог отпада присутно стакло, челик, лим, дрво, пластика, гума, хартија, кожа и стари акумулатори. Манипулација отпадом се одвија ручно, уз помоћ ручних колица.

У циљу унапређења капацитета за складиштење отпада, потребно је пре свега физички обезбедити локацију складишта, инсталирати осветљење и систем видео надзора, изградити стабилну и непропусну подлогу са заштитом од атмосферских утицаја и извести систем за контролисани прихват атмосферске воде. Поред наведеног, у затвореном делу складишта је потребно обезбедити адекватан систем вентилације и заштите од пожара и обезбедити довољан број адекватних посуда (мобилни танквани за различите врсте уља, палете са бурадима, контејнери за батерије и акумулаторе, електронски отпад и сл.) за различите врсте неопасног и опасног отпада, уз обавезни комплет опреме за поступање у акцидентним ситуацијама и хаваријама.

За сва горе наведена централна привремена складишта је потребно дефинисати детаљан распоред опреме за привремено одлагање отпада, врсту, тип и техничке спецификације опреме која се мора инсталирати, као и врсте и количине манипулативне механизације потребне за манипулацију отпадом. Све ово је потребно дефинисати кроз израду одговарајуће техничке документације за свако привремено складиште посебно.

Иако се горе наведено односи на компанију „Инфраструктура железнице Србије“, ситуација је иста и у компанијама „Србија Воз“ и „Србија Карго“, при чему се говори о много мањим количинама генерисаног отпада.

У компанији „Србија Воз“ је идентификовано шест приоритетних стоваришта која се морају адаптирати, надоградити и модернизовати, а налазе се у Земуну (8,022 t отпада у 2018. години), Зрењанину (1,563 t), Сомбору (4,353 t), Суботици (1,844 t), Лапову (1,699 t) и Зајечару (3,731 t).

У компанији „Србија Карго“ се привремено складиштење опасног и неопасног отпада врши у 11 стоваришта на 8 локација, при чему већина објеката не задовољава законске норме. Складишта се налазе у Суботици (П=282 m², 15,00 t складиштеног отпада у 2018. години), Кикинди (П=125 m², 26,70 t), Новом Саду (П=250 m², 33,00 t), Руми (П=450 m², 8,65 t), Београду (П=1.475 m², 65,08 t), Нишу (П=1.540 m², 50,89 t), Краљеву (П=730 m², 14,17 t) и Пожеги (П=250 m², 14,72 t).

Анализом начина прикупљања и привременог одлагања отпада на Српским железницама, могу се дефинисати основне мере које се тичу употребе адекватних посуда

за складиштење различитих врста отпада, изградње непропусне подлоге отпорне на агресивне материјале, обезбеђивања потпуног и контролисаног прихвата зауљаних атмосферских вода уз одговарајући третман, уградњу прописне вентилације и система за заштиту од пожара. Такође, потребно је обезбедити приступ стоваришту друмским саобраћајницама, физички обезбедити простор складишта, обезбедити осветљење и стални надзор.

Рационализацијом постојећих капацитета за привремено складиштење отпада, узимајући у обзир све три независне команије, постижу се велике уштеде по питању трошкова реконструкције и одржавања и стичу услови за смањење штетних утицаја по животну средину.

Унапређење начина прикупљања отпада, смањење броја привремених складишта и уређење централних капацитета за привремено складиштење отпада у складу са законском легислативом, представља потребан, али не и довољан услов за оптимизацију целокупног процеса управљања отпадом на железници. У том циљу је потребно наћи начин за оптимизацију транспортног процеса, који ће допринети бољој алокацији отпада, оптималном избору локација за привремено складиштење отпада и смањењу негативних утицаја на животну средину.

ПОГЛАВЉЕ

7

ИСКУСТВА У УПРАВЉАЊУ ОТПАДОМ НА ЖЕЛЕЗНИЧКОЈ МРЕЖИ - ПРИМЕРИ ДОБРЕ ПРАКСЕ

7.1. Искуства Немачких железница

Немачке железнице (Deutsche Bahnn AG - DB) представљају једну од водећих светских компанија у области железничког превоза путника и робе. Прва железничка пруга у Немачкој је пуштена у рад 1835. године на релацији Nurnberga - Furth, у дужини од свега 6 km. Са развојем се наставило веома интензивно, па тако већ половином 19. века, Немачка има више од 5.000 km железничких пруга, што је тада било више него двоструко у односу на Француску. Национализација железничког система је уследила 1920. године, при чему је формирано предузеће Deutsche Reichsbahn, а након поделе Немачке и Duetsche Bundesbahn.

У садашњем организационом облику DB постоји од 1994. године, када је у Немачкој извршена реформа железнице и од две државне компаније (Deutsche Bundesbahn и Deutsche Reichsbahn), које су функционисале у Источној и Западној Немачкој пре уједињења, настаје једна компанија - Deutsche Bahn AG, која од 2007. године послује кроз следеће „ћерке фирме“:

- DB AG – путнички превоз који обухвата и DB Fernverkehr (међународни и домаћи даљински превоз), као и DB Arriva која се бави организацијом путничког саобраћаја ван земље, укључујући и аутобуски превоз;
- DB Schenker – теретни превоз коме припада и DB Cargo; и
- DB Netze – оператер инфраструктуре који обухвата посебна предузећа задужена за пруге (DB Netze Farweg), енергетику (DB Netze Energie) и железничке станице (DB Netze Personenbahnhofe).

Са преко 300.000 запослених, приходом од 45 милијарди EUR у 2023. години и експозитурама у преко 130 земаља, Немачке железнице представљају највеће железничко предузеће на свету.

Реформа железнице је била потребна пре свега због повећања конкурентности

железничког транспорта у односу на друмски и авио саобраћај али и због смањења огромних губитака које су генерисала оба државна предузећа, имплементирања јединствених законских регулатива и примене тржишно оријентисане политике. Анализа тадашњег стања је показала да је удео железничког путничког саобраћаја опао са 36% на свега 6% у периоду од 1950. до 1993. године, као и са 56% на 21% у области теретног саобраћаја. Трошкови радне снаге су превазилазили приходе и процена Министарства саобраћаја је била да је потребно субвенционисати обе железничке компаније са укупно 219 милијарди евра у периоду од 1993.-2003. године.

Негде у исто време је усвојена и ЕУ директива 91/440 у Бриселу која је омогућавала да железничке компаније постану више независне у односу на државе, и да се креирају здраве финансијске структуре уз одвајање вођења финансија за инфраструктуру и превозне услуге. Основни задаци реформе су били повећање обима железничког саобраћаја и смањење притиска на државни буџет.

Данас DB функционише као модерна, профитабилна компанија (акционарско друштво) чија се стратегија развоја базира на пружању првокласне услуге превоза и логистике, не само у железничком транспорту, уз коришћење савремених ИТ решења и поштовање принципа заштите животне средине. Званични подаци за 2023. годину сврставају DB на:

- прво место у Европи по обиму регионалног и локалног железничког путничког саобраћаја;
- прво место у Европи по обиму теретног железничког саобраћаја;
- прво место у Европи по дужини железничке инфраструктуре која обухвата више од 33.400 km пруга, 5.400 станица, 25.000 мостова и 760 тунела;
- прво место по обиму оперативних радњи по станицама у Европи;
- треће место у области превоза терета авио саобраћајем (DB Schenker);
- треће место у области превоза терета океанима (DB Schenker);
- четврто место у области јавног друмског саобраћаја (DB Arriva)

Сама чињеница да је DB група уплатила 2022. године чак 650 милиона EUR дивиденди Немачкој Влади, и инвестирала 10,7 милијарди EUR у обнову и изградњу нове инфраструктуре само у 2023. години, говори у прилог тржишно оријентисаном приступу и пословној стратегији која даје резултате.

План развоја у будућем периоду се заснива на пет основних принципа: побољшање услуге, тачности и поузданости одвијања превоза, инвестирање у инфраструктуру, возни парк и запослене, имплементацију нових ИТ решења у сваком сегменту пословања, проширење спектра услуга и мимо железничког саобраћаја и улагање у обновљиве изворе енергије и „зелени“ транспорт.

У склопу DB групе функционише неколико зависних предузећа која се баве специфичним сегментима железничког система, као одржавањем инфраструктуре, одвијањем путничког и теретног саобраћаја, превозом робе, итд. (DB Long-Distance, DB Regional, DB Cargo, DB Netze Track, DB Netze Stations, DB Netze Energy, DB Arriva, DB Schenker, DB Engineering&Consulting, DB International Operations).

Тренутна дужина оперативних пруга (2023. год.) износи 33.464 km, од чега је 20.853 km електрифицирано. Основни подаци о компанији су приказани у табели испод:

Табела 7.1: Основни подаци о пословању DB AG (2019 – 2023)

Показатељи DB групе	Година				
	2019	2020	2021	2022	2023
Економски					
превезени путници (милиони)	2.603	1.499	1.413	1.737	1.837
превезени путници по дану (милиони)	13,40	7,80	8,00	6,00	6,50
број путничких возова по дану	23.466	22.335	23.505	23.325	24.325
путнички km (милион)	98.402	51.933	50.831	76.475	82.943
превезен терет (милион t)	232,0	213,1	226,5	222,3	197,6
теретни km (милион)	85,00	78,67	84,85	84,47	74,45
број теретних возова по дану	2.732	2.569	2.689	2.632	2.267
приходи (милион €)	44.430	39.901	47.075	52.085	45.191
профит пре пореза (милион €)	681	- 5.484	- 788	1.090	- 1.959
Социјални					
тачност у Немачкој (%)	94,3	95,6	94,3	91,8	91,0
задовољство корисника - путници (мах. 5)	2,7	2,4	2,5	2,7	2,7
Задовољство корисника - терет (мах. 5)	3,0	2,6	2,5	2,7	2,8

задовољство запослених (мах. 5)	n.a.	3,9	n.a.	3,9	n.a.
број запослених	337.911	336.278	336.990	296.972	304.010
заступљеност жена (%)	n.a.	24,2	25,4	27,0	29,4
заштита животне средине					
емисија гасова стаклене баште (% од 2006)	-34,8	-34,4	-36,1	-42,1	-40,1
обновљиви извори енергије за вучу (%)	60,2	61,4	62,4	65,4	68,0
нуклеарна енергија (%)	10,0	12,0	10,8	9,0	2,0
угаљ (%)	20,4	18,2	21	20,8	21,0
природни гас (%)	9,0	8,1	5,6	4,6	8,0
остало (%)	0,3	0,3	0,2	0,2	1,0
зидови за заштиту од буке (km)	1.884	1.921	1.995	1.870	1.944

(извор: Deutsche Bahn Facts&Figures 2019-2023)

Федералана Влада Немачке је 2021. године усвојила сет закона и мера у области заштите животне средине, које су обавезујуће и за железнички сектор. Основне мере се односе на редукцију емисије CO₂ гасова и већи проценат коришћења обновљивих видова енергије, са јасно дефинисаним плановима и роковима за њихову реализацију у свакој области. Као базна година се узима 1990. где је учешће транспорта у емисији CO₂ износило 10%. Планира се смањење нивоа емисије гасова стаклене баште за 65% у 2030. години у односу на базну годину, за 88% у 2040. години, како би 2045. године Немачка постигла неутралност када су у питању гасови стаклене баште.

Наставно на законску легислативу, стратегија развоја DB-а је занована на принципима одрживог развоја, при чему је циљ да се буде „Eco-pioneer“ у области животне средине, „Top Employer“ у области запошљавања и „Profitable market leader“ у области пословања. Извештај пословања из 2023. године показује да су основни циљеви у области заштите животне средине остварени, од којих се издвајају:

- смањење емисије гасова стаклене баште у односу на 2006. годину: циљ 30%, остварено 40,1%; и
- коришћење обновљивих извора енергије за вучу возова: циљ 45%, остварено 68,0%.

Најновија иницијатива DB-а, названа је ”зелена трансформација” (Green Transformation), у циљу промовисања железнице као еколошки прихватљивог вида

транспорта. У оквиру иницијативе је предвиђено да до 2040. године постану компанија без утицаја на климатске промене, пре свега елиминацијом емисије CO₂ из свог пословања путем електрификације пруга, укидањем дизел вуче и већом употребом обновљивих извора енергије.

Поред наведеног, “зелена трансформација” предвиђа и потпуно увођење принципа циркуларне економије до 2040. године, уз одржавање процента рециклирања изнад 95%, као и редукцију нивоа буке у насељеним зонама, уз примену преко 150 различитих мера за достизање постављених циљева, од којих се издваја:

- даљи развој „зелених“ услуга, при чему је акценат на пружању транспортне услуге у теретном саобраћају са 100% еколошком вучом возова;
- коришћење обновљивих извора енергије у што већој мери у свим областима пословања. Циљ је да се до 2030. године повећа учешће енергије која долази из обновљивих извора енергије на 80%;
- смањење глобалне емисије гасова стаклене баште у циљу смањења утицаја на климатске промене. Овај циљ је у сагласности са општим циљем донетим на нивоу Немачке, којим се дефинише смањење емисије гасова стаклене баште у транспортном сектору у односу на 1990. годину за 42% до 2030. године;
- смањење буке у коридорима пруга кроз насељена подручја, уградњом што више зидова за заштиту од буке и употребом вагона са тишим кочионим папучама; и
- повећање степена рециклирања до 98% у циљу поновне употребе отпада као сировине. Иако се до сада углавном говорило о грађевинском отпаду, велики напори се улажу и по питању других видова отпада, пре свега комерцијалног отпада. Основна намера је да се у што већој мери омогући поновна употреба рециклираних сировина и на тај начин продужи животни циклус материјала.

У времену када је све мање природних извора енергије и материјала, отпад ће постати један од важнијих ресурса, као резултат глобалних трендова. С тим у вези све је значајнија улога отпада на тржишту сировина које се користе за поновну производњу енергије.

Укупна количина генерисаног отпада за претходних седам година, и начин његовог третмана, приказани су у табели испод:

Табела 7.2: Количина генерисаног отпада на мрежи DB-a (2017 – 2023)

Третман отпада	Година						
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Укупно отпада (хиљаду t)	12.642	12.807	11.288	8.134	8.830	8.187	7.974
обим рециклаже (%)	98,0	98,0	97,7	95,6	96,2	96,7	96,5
термална обрада (%)	0,9	0,9	1,0	1,4	1,2	1,2	1,1
обим одлагања (%)	1,1	1,2	1,4	3,1	2,6	2,1	2,4
количина опасног отпада (%)	3,3	3,7	3,4	5,7	5,4	4,7	4,7

(извор: Deutsche Bahn Facts&Figures 2019-2023)

Очигледан је тренд стагнације генерисања отпада у последњих пар година, иако се обим саобраћаја у том периоду повећавао, што је у потпуности у сагласности са начелима управљања отпадом. Од значаја је споменути и висок степен рециклирања отпада, при чему се велики део користи као сировина за даљу производњу.

Велики проценат укупне количине отпада чини грађевински отпад, што је и разумљиво имајући у виду константне инвестиције у обнављање и изградњу железничке инфраструктуре, где се само у 2023. години издвојило 10,7 милијарди EUR за ове сврхе.

Табела 7.3: Количина генерисаног отпада по врстама на мрежи DB-a (2017 – 2023)

Количина отпада по врсти отпада	Година						
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Укупно отпада (хиљаду t)	12.921	12.642	12.807	11.288	8.134	8.830	8.187
грађевински отпад	12.400	12.121	12.367	10.838	7.656	8.342	7.656
отпадни метал	375	378	318	309	331	327	363
електро отпад	4,3	6,1	1,5	0,9	1,8	3,8	1,3
комунални отпад	70,1	60,2	58,1	57,6	53,6	55,4	71,1
папир	25,3	23,1	19,1	25,4	31,4	37,9	32,6
отпадна уља	6,6	4,0	2,0	1,7	1,8	1,7	2,0
остало (боја, лак, талог...)	40,1	49,6	41,5	55,6	58,1	61,7	61,0

(извор: Deutsche Bahn Integrated report 2016-2023)

Преко посебног сектора, односно Центра за животну средину и свог свеобухватног система управљања, DB игра значајну улогу у заштити животне средине и природних ресурса на нивоу Немачке. У оквиру центра функционишу одељење за Оперативну заштиту животне средине (отпад, бука, заштита природе), одељење за Стратегију (управљање заштитом животне средине, одрживи развој), одељење за Енергију и ефикасност ресурса (климатске промене, емисија гасова, заштита вода) и одељење Радиоактивне заштите и санитарне хигијене.

Стратегија управљања отпадом на Немачким железницама пре свега подразумева:

- развој система управљања токовима материјалних сировина са циљем њихове секундарне употребе у оквиру Немачких железница, као и за потребе трећих лица;
- претварање отпада у секундарне сировине; и
- коришћење секундарних сировина у одређеним фазама производних процеса.

Оно што издваја DB од осталих железничких компанија је много виши ниво свести по питању управљања отпадом, где се од принципа оптималног одлагања отпада прешло на модерни систем управљања ресурсима. Као први инструмент оваквог приступа намеће се рециклирање материјала и продужавање животног циклуса опреме. На овај начин се повећава и проценат поновне употребе секундарних сировина или рециклираних материјала и самим тим утиче на заштиту природних ресурса.

Основни циљ који се жели постићи је „*употреба ресурса на најодговорнији могући начин*“ (Schwarc H., 2011). Ефекти проистекли из оваквог приступа решавању проблема се огледају у уштеди 350 km нових пруга, 210.000 нових бетонских прагова и 1,8 милиона тона новог застора сваке године.

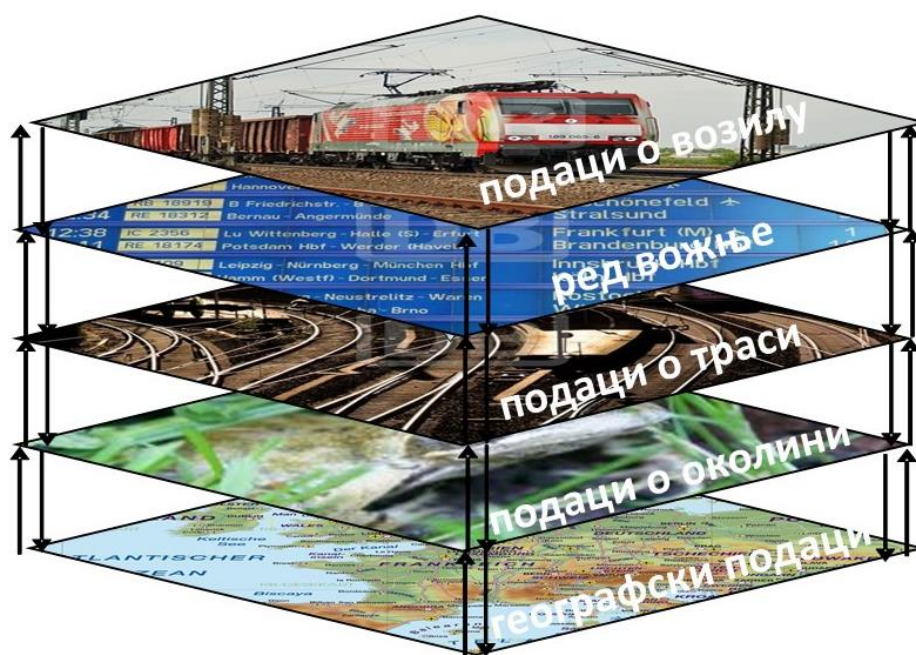
Општи циљ је у процесу управљања отпадом је смањење количине отпада и што боље искоришћавање сировина кроз: високу стопу рециклирања, већи удео рециклираних материјала и дужи животни, тј. употребни циклус материјала. Основни принцип је да се отпад не сме једноставно бацити и да је неопходно што више употребљеног материјала вратити у производне циклусе или га продати заинтересованим странама. Само у 2022. години је 670.000 тона коришћеног туцаника поново уграђено у реконструисане пруге, док се велики део, услед неадекватне величине, продао трећим странама за изградњу путева, док се 2023. године услед коришћења електронских возних

карата уштедело 185,5 t папира.

Са правне стране, целокупан интерни систем управљања отпадом је регулисан јасним процедурама. Одговорност правилног одлагања отпада је на одговарајућој пословној јединици, док се уговори о одлагању отпада додељују централизовано, преко одељења набавке. Свеобухватна стратегија управљања отпадом у надлежности је Одељења за заштиту животне средине DB-а, заједно са одговарајућим пословним јединицама. Основне области којима се Одељење бави су: Енергија и заштита климе; Управљање отпадом и рециклирање; Смањење емисија буке; и Управљање животном средином и организација.

Одељење за заштиту животне средине је укључено у сваки пројекат реконструкције, модернизације и изградње железничке инфраструктуре. Својим извештајем одређује смернице и правила која се касније морају узети у обзир приликом пројектовања, реализације и имплементације пројекта.

Један од основних циљева имплементације јединственог система управљања отпадом допринео је стандардизацији прикупљања и обради података, као и извештавања. За боље праћење токова отпада, на нивоу групе је дизајниран сопствени IT алат који служи документовању, управљању и оптимизацији токова отпада и система рециклирања. Систем базиран на GIS технологији обухвата различите типове података, који су од значаја за заштиту животне средине (слика 7.1).



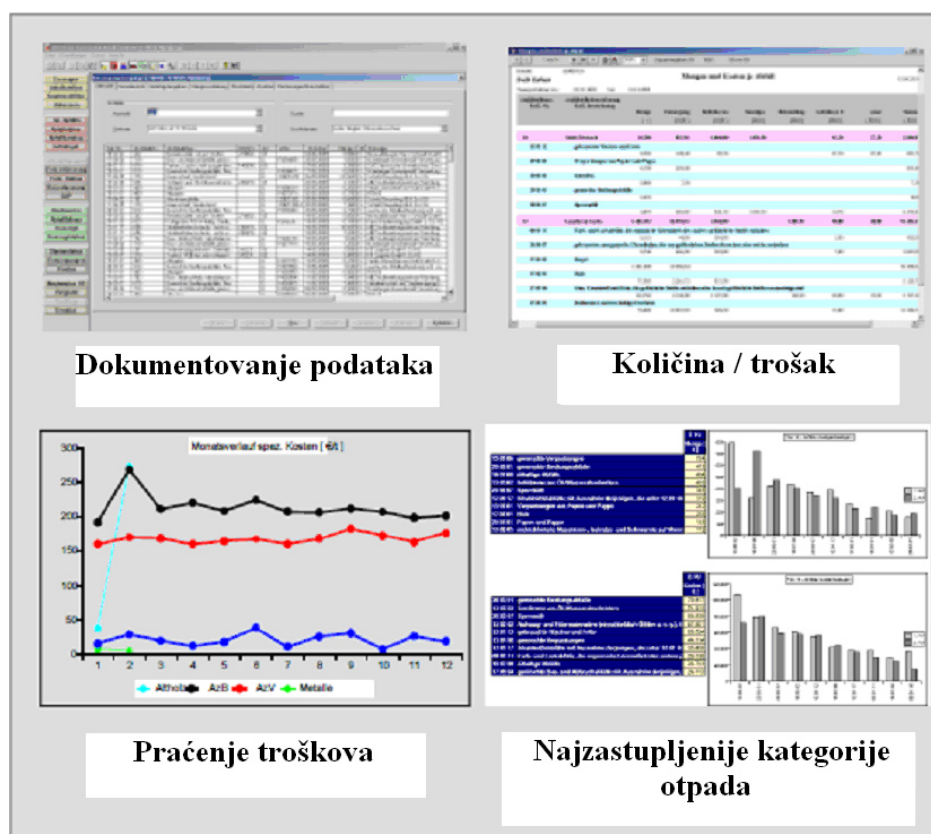
Слика 7.1: Синхронизација података у функцији заштите животне средине

Оваквим приступом се пре свега могу на оптималан начин, коришћењем симулације и различитих техника моделовања, проценити утицаји алтернативних траса на животну средину у погледу буке, вибрација, емисије штетних гасова и угрожавања природних станишта биљака и животиња. Систем подржава и идентификацију критичних тачака, анализу ризика, као и праћење прописаних мера и њихов утицај на поједине елементе животне средине.

На овај начин се могу предвидети и количине насталог отпада током реконструкције или изградње железничке инфраструктуре, што даје полазне податке за даље праћење отпада и планско дефинисање његовог третмана, имајући у виду да се употребна вредност отпада може многоструко повећати добро организованим начином прикупљања, селектовања, складиштења, дистрибуције и рециклаже.

Основу рационалног и одрживог система управљања отпадом представља **Информациони систем** у коме се константно документују подаци о отпаду и о економским показатељима везаним за процес његовог третирања. Подаци се документују у складу са законском регулативом и на разумљиви начин, како би били приступачни што већем броју корисника. Процене настале на основу оваквих евиденција су основа за дефинисање реалних могућности и управљање ризицима. Предност оваквог система огледа се у могућности генерисања свих неопходних и важних законских докумената и остале релевантне регулативе у реалном времену. Вођење евиденције о количинама и врстама отпада на овај начин омогућава брзо добијање потребних података и идентификацију могућности за економско оптимизирање.

Систем управљања отпадом у регионалним центрима, као и у централи, је подржан различитим анализама података који имају за циљ доношење одлука у реалном времену. У случају документовања и анализе података везаних за узрочнике настајања отпада, Информациони систем пружа могућност детаљног попуњавања базе података (са избором многобројних потенцијалних узрочника), при чему је могуће захтевати анализу засновану на остваривању унапред дефинисаног циља. Поред тога, омогућено је генерисање и визуализација свих кључних показатеља релевантних за праћење и управљање отпадом.



Слика 7.2: Информациони систем за управљање отпадом на мрежи DB-a
(извор: Н.Ристић et al, 2013)

Информациони систем се може користити и у процесу регулисања законских обавеза на основу важеће регулативе. Као један од примера се може навести обавеза да се достављају подаци државном Заводу за статистику, при чему је DB, као произвођач отпада, дужан да достави податке о категорији и количини одређене врсте отпада. Кроз систем се може извршити и процес електронске верификације отпада, при чему се подаци о размештају отпада генеришу електронски, што се потврђује одређеним електронским потписима и на крају се све чува у електронској архиви.

DB користи Информациони систем за животну средину као алат помоћу којег на ефикасан и друштвено одговоран начин управља отпадом генерисаним на њиховој мрежи. Систем функционише у законским оквирима који захтевају: документовање, транспарентност и ефикасност. Ефикасност пре свега подразумева минимизирање количина отпада по категоријама, рециклажу и одговарајући третман, што све за циљ има смањење трошкова и квалитетнију животну средину. У овај процес укључене су и специјализоване компаније за третман и рециклажу, којима се предају специфичне врсте отпада, које се након третмана пласирају на тржиште као секундарне сировине.

7.2. Искуства Хрватских железница

Организација железничког система

Историјат Хрватских железнице се може поделити на неколико раздобља, од којих прво почиње појавом првих пруга, па до 1918. године, када се Хрватска налазила у оквиру тадашње Хабзбуршке Монархије, односно Аустро-Угарске.

Прва пруга отворена за саобраћај у Хрватској је била пруга која је спајала Велику Канижу у Мађарској са Прагерским у Словенији, која је пуштена у рад 1860. године. У дужини од 42,4 km пруга је пролазила Медимурје и спајала станицу Коториба са стајалиштем Мацинец на хрватско-словенској граници, чиме се остваривала директна веза са пругом Беч - Трст. Друга железничка пруга, на потезу Зидани Мост – Загреб – Сисак отворена је 1862. године и такође се повезује са средишњим коридором Аустријске јужне железнице. Први значајнији правац Будимпешта – Копривница – Загреб отворен је 1870. године, да би се 1873. године отворила деоница од Карловаца према Ријеци, док је основни магистрални правац Загреб – Београд грађен је у разним деоницама од 1862. – 1897. године.

Период између 1918. и 1945. године карактерише државно уређење у форми Краљевине Срба, Хрвата и Словенаца, тј. Краљевине Југославије, чији је основни циљ био обнова и повезивање што већег подручја простора нове државе која је наследила пређашње системе аустријске, мађарске и турске железничке мреже. Прва двоколосечна пруга отворена је 1929. године на деоници Новска – Београд, при чему пруга Загреб – Београд постаје примарни железнички правац у држави.

У периоду од 1945. – 1990. године акценат је био на обнови ратом разрушених пруга и унапређењу железничких услуга и повезивању индустријских центара, а мање на инфраструктурни развој нових пруга, поготово не на територији Хрватске јер је посебна пажња посвећена изградњи пруге Београд – Бар (1952. – 1976. год.). Значајнији подухват у овом периоду је почетак електрификације железничких пруга (1969. год.), пре свих пруге Загреб – Београд.

У периоду од 1990. до 2003. године, када је Хрватска постала кандидат за чланство у ЕУ, Хрватска је била независна држава и трудила се да развије свој сопствени железнички систем и изврши организациону трансформацију, али генерално ово раздобље дефинише значајан пад обима превоза путника и роба. Наставља се са обновом постојеће железничке инфраструктуре и покушајима да се дефинишу магистрални

правци и укључе у јединствени TEN-T транспортни систем пруга.

Данас, хрватске железнице (HŽ) представљају јавно предузеће које се бави управљањем железничком инфраструктуром и организацијом јавног путничког и теретног железничког превоза на територији Републике Хрватске. У оквиру компаније, од 2012. године, делују три предузећа:

- “HŽ” Карго;
- “HŽ” путнички промет; и
- “HŽ” Инфраструктура.

Компанија је основана 1990. године као наследник бивше Загребачке дивизије Југословенских железница. Тренутна дужина мреже износи 2.699 km пруга, од чега је 960 km електрифицирано.

Чињеница је да железнички систем у Хрватској уназад неколико деценија бележи константно смањење квалитета услуге, пре свега због стратешке одлуке Владе Републике Хрватске да се претежно улаже у друмску инфраструктуру. Поред тога, заостали модел управљања по принципу монополистичких државних предузећа, без либерализације тржишта, здраве конкуренције и константних улагања у инфраструктуру и возна средства, је допринео овом стању.

Након либерализације тржишта негативни тренд се наставио, те је у 2019. години удео железничког превоза путника у укупном промету био три пута мањи од ЕУ просека, док је стање у теретном превозу мало боље али још увек три пута мање него 1989. године. Чињеница је да се тренутно реализују десетине пројеката финансираних из ЕУ фондова, али се њихова реализација очекује тек у годинама које следе, имајући у виду потребно време од израде планске и техничке документације до реализације самог пројекта, што некад траје и више од 10 година.

Приступањем ЕУ 2013. године, а и раније од 2004. године када је добила статус кандидата за ЕУ чланство, Република Хрватска се обавезала да прихвати и политике дефинисане у области железничког транспорта и прилагоди свој регулаторни оквир. Према заједничког транспортној политици ЕУ (железнички пакети – Поглавље 5), дефинишу се три главна циља у оквиру железничке политике:

- отварање железничког транспорта према тржишту;
- унапређење интероперабилности и сигурности националних железничких

мрежа; и

- развој инфраструктуре за железнички транспорт.

Као наследница система управљања из доба СФРЈ, НЖ су морале да прођу темељан процес транзиције и усвајања нових принципа пословања како би постали чланица ЕУ, што се огледало и у поштовању циљева и политика у области одрживог развоја. Основни циљеви које је НЖ дефинисала у области животне средине, односе се на:

- повећање нивоа квалитета превозне услуге како би се постојећи или могући штетни утицаји на животну средину свели на минимум, што подразумева пречишћавање отпадних вода, сигурно одлагање и складиштење отпада и заштиту од буке;
- израду еколошких анализа за сваки нови пројекат са циљем превентивне заштите;
- смањење употребе питке воде у техничким процесима путем рационалнијег искоришћавањем водних ресурса;
- смањење потрошње енергије у сваком облику, пре свега електрификацијом пруга;
- промовисање железничког превоза као еколошки прихватљивог решења;
- додатно образовање и едукација запослених.

Горе наведени циљеви се остварују:

- изработом нормативних аката и њихово усклађивање са законом;
- перманентним праћењем примене прописа;
- изработом техничких и технолошких пројеката за модернизацију и/или изградњу железничке инфраструктуре, са посебним освртом на повећање степена заштите животне средине;
- побољшањем услова за поступање са отпадом насталим у процесу одвијања железничког превоза;
- изработом студија и елабората о заштити животне средине; и
- увођењем система квалитета у области заштите животне средине на

железничкој инфраструктурној мрежи.

Поред наведеног на нивоу НЗ-а, „Правилник о техничким увјетима за сигурност жељезничкога промета којима морају удовољавати жељезничке пруге“ (Народне Новине 128/2008 – члан 12) прописује следеће:

- утицај грађења, реконструкције, обнове, одржавања и употребе железничких инфраструктурних подсистема, односно њихових саставних делова на животну средину мора се проценити и размотрити у фази пројектовања;
- избор материјала за грађење, реконструкцију, обнову и одржавање железничких инфраструктурних подсистема мора задовољити услов да се не смеју користити материјали који могу бити штетни за здравље корисника и особља, тј. материјали се морају одабрати и употребити на начин да се ограничи испуштање штетних пара и гасова;
- потребно је осигурати електромагнетска компатибилност саставних делова железничких инфраструктурних подсистема са инсталацијама, опремом, као и јавним и приватним електроенергетским и телекомуникацијским мрежама, како би се спречиле сметње;
- потребно је предузети одговарајуће мере у складу са признатим прописима о заштити од буке; и
- при грађењу, реконструкцији, обнови, одржавању и употреби железничких инфраструктурних подсистема, односно њихових делова, на подручју око жељезничке пруге не сме доћи до повећања вибрација тла изнад допуштеног нивоа прописаних признатим прописима, под условом да се то подручје користи под нормалним условима.

Генерална оцена стања железничке инфраструктуре у Републици Хрватској углавном је неповољна, пре свега због лошег тренутног стања, неадекватног одржавања и непланског и недовољног улагања протеклих деценија. Сам податак да је свега 10% двоколосечних пруга, у односу на ЕУ просек од 33%, говори о неусаглашеном нивоу развоја у односу на европске земље.

Брига за заштиту животне средине је изузетно изражена у Хрватској мада, иако је општа чињеница да је железнички саобраћај еколошки најприхватљивији са учешћем у

потрошњи енергије од свега 1,34%, мање чак и од поморског (1,87%), авио (5,71%) и наравно друмског саобраћаја (80,26%), и даље се мали број путника одлучује за овај вид транспорта (Министарство заштите околиша и енергетике, 2018).

Гледајући са аспекта организације, Хрватска је прво одабрала модел холдинг предузећа, да би га 2012. год. укинула и одабрала потпуну вертикалну и хоризонталну сепарацију. На тај начин је институционално раздвојила управљача инфраструктуре, путничког и теретног превозника. У пракси се ово још увек није показало као право решење, имајући у виду бројне проблеме у координацији између предузећа и неефикасности система у целини.

Заштита животне средине и управљање отпадом

У области заштите животне средине, НЖ је своју политику у потпуности усагласила са циљевима и политикама ЕУ у области одрживог развоја.

Закон о господарењу отпадом (NN 84/21 од 31.07.2021.) пре свега прописује *“да се управљање отпадом мора спроводити на начин којим се не угрожава здравље људи и не узрокује штетни утицај на околину, а посебно не узрокује ризик од онечишћења мора, вода, тла и зрака, те угрожавања биолошке разноликости; не узрокује неугодност због буке и неугодних мириса; не узрокује штетан утјецај на крајолик или мјеста од посебног интереса и не узрокује настајање експлозије или пожара”*.

Хијерархија управљања отпадом дефинише на првом месту спречавање настајања отпада, затим његову припрему за поновну употребу, рециклирање, употребу за добијање енергије и на крају одлагање и збрињавање.

У складу са циљевима одрживог развоја ЕУ и Хрватска тежи достизању “циркуларне економије”, где се што је дуже могуће задржава вредност производа, материјала и ресурса, те се стварање отпада своди на најмању могућу меру. С тим у вези, Хрватска је поставила следеће циљеве (Закон о господарењу отпадом NN 84/21):

- *“најмање 50% укупне масе отпада произведеног у кућанствима и отпада из других извора чији токови отпада су слични току отпада из кућанства, укључујући барем папир, метал, пластику и стакло, мора се опоравити рециклирањем и припремом за поновну употребу;*
- *најмање 55% масе комуналног отпада мора се опоравити рециклирањем и припремом за поновну употребу до 2025. године;*

- најмање 60% масе комуналног отпада мора се опоробити рециклирањем и припремом за поновну употребу до 2030. године; и
- најмање 65% масе комуналног отпада мора се опоробити рециклирањем и припремом за поновну употребу до 2035. године;

Оно што је битно за железнички систем је да се “најмање 70% масе неопасног грађевног отпада, осим материјала из природе одређеног кључним бројем отпада 17 05 04 – земља и камење који нису наведени под 17 05 03, мора се опоробити рециклирањем, припремом за поновну употребу и другим поступцима материјалне опорабе, укључујући поступак насипавања, код којих се отпад користи као замјена за друге материјале”.

Складиштење и третман посебних категорија опасног и неопасног отпада дефинисано је бројним Уредбама (4) и Правиницима (18), од којих су за железнички систем битнији они који се баве отпадном амбалажом, отпадним батеријама и акумулаторима, отпадним возилима, грађевинским отпадом и отпадом који садржи азбест, отпадним уљима и електричном и електронском опремом.

Од планских докумената релевантних за систем управљања отпадом издвајају се:

- “План господарења отпадом Републике Хрватске”, који доноси Влада и којим се дефинишу основне смернице управљања отпадом на територији целе државе. “Програм спречавања настанка отпада” је саставни део овог Плана и он је сачињен у складу са методологијом ЕУ;
- “План господарења отпадом јединице подручне (регионалне) самоуправе”, који доноси Извршни орган подручне (регионалне) самоуправе, дефинише мере унапређења поновне употребе отпада, рециклирања и третмана отпада на прихватљив начин за животну околину; и
- “План господарења отпадом града Загреба” доноси извршни орган града Загреба и између осталог садржи податке о постојећим и планираним објектима за управљање отпадом, као и о локацијама дивљих депонија које је потребно уклонити, уз дефинисање потребних финансијских средстава за ту намену.

Основне активности НЖ-а у области заштите животне средине усаглашене су са горе поменутих законским и планским документима и огледају се пре свега у повећању квалитета превозне услуге, како би се негативни утицај на животну средину свео на

минимум, што се пре свега огледа у пречишћавању отпадних вода, правилним одлагањем и управљањем отпадом, рационалним коришћењем енергије и заштитом од буке.

У циљу спречавања штетних утицаја на животну средину, обавеза је пројектаната да ураде еколошку анализу у форми студија или елабората за сваки пројекат који се тиче реконструкције или изградње нове железничке инфраструктуре. Основни принцип који се примењује током извођења радова, уколико извођач радова није НЖ, је да се извођач радова обавезе да на законом прописан начин складишти или уништи отпад, што се приликом потписивања уговора урачунава у цену извођења радова.

Количине генерисаног отпада на мрежи пруга НЖ-а, приказане су у табели испод:

Табела 7.4: Генерисани отпад по категоријама на мрежи НЖ-а (2017 – 2021)

врста отпада (t)	2017	2018	2019	2020	2021	2022
метал	3.353,04	3.518,90	5.614,44	3.239,86	8.221,00	5.366,84
бакар и бронза	n.a.*	n.a.	n.a.	37,06	33,46	2,94
прагови	n.a.	n.a.	1.797,48	n.a.	n.a.	n.a.
отпадна возила	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	5,64	0,48
стакло и пластика	n.a.	n.a.	n.a.	4.020,11	1.465,85	280,80
туцаник	n.a.	n.a.	n.a.	232,72	n.a.	15,86
изолацијски материјал	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	48,02	1,18
електро отпад	10,23	31,81	0,57	16,73	12,73	0,11
цеви са живом	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,42	0,67
оловне батерије	2,89	n.a.	n.a.	n.a.	4,52	6,11
зауљана вода	n.a.	13,12	0,15	3,59	6,10	19,30
укупно	3.366,16	3.563,83	7.412,64	7.550,07	9.797,74	5.694,29

(извор: НЖ извјешће о одрживости 2017-2022)

* подаци за одређене врсте отпада у појединим месецима нису били доступни

НЖ су у обавези да предају податке о генерисаним количинама отпада регистру отпада (Регистар онечишћавања околиша), при чему им је дозвољено да продају отпад који је класификован као сировина (челик, туцаник, итд.) лиценциранм купцима, са којима се склапа уговор на четири године.

Отпад који настаје у НЖ-у се предаје овлашћеним оператерима који имају потребне дозволе и сертификате за управљање отпадом, уз вођење одговарајуће

документације уколико количине отпада превазилазе одређене количине, утврђене релевантним правилницима. У супротном, НЖ има обавезу да сами одреде начин третирања, складиштења и одлагања отпада.

Заступљеност опасног и неопасног отпада у структури евидентираног отпада на мрежи НЖ-а, приказана је у табели испод:

Табела 7.5: Количине опасног и неопасног отпада на мрежи НЖ-а (2017 – 2021)

	укупно	неопасни отпад		опасни отпад	
	t	t	%	t	%
2017	3.366,16	3.353,04	99,61%	13,12	0,39%
2018	3.563,83	3.518,90	98,74%	44,93	1,26%
2019	7.412,64	5.614,48	75,74%	1.798,16	24,26%
2020	7.550,07	3.276,84	43,40%	4.273,23	56,60%
2021	9.797,74	8.302,48	84,74%	1.495,26	15,26%
2022	5.694,30	5.371,44	94,33%	322,86	5,67%

(извор: НЖ извјешће о одрживости 2017-2022)

На основу анализе доступних података о генерисаном отпаду на мрежи НЖ-а, уочава се недостатак систематичног вођења евиденције по свим врстама отпада, тако да нису евидентирани исте категорије отпада у свим годинама, као и не евидентирање одређених категорија отпада, иако је очекивано да је дошло до њиховог генерисања. Са друге стране, анализом званично доступних података се не може установити образац или стандардни однос неопасног и опасног отпада, што је случај са многим железничким управама у ЕУ, тако да заступљеност опасног отпада варира од испод 1% до преко 50% у различитим годинама.

Основна карактеристика система управљања отпадом на мрежи пруга НЖ-а је непотпуна усаглашеност са свим нормама и политикама ЕУ. Једна од битнијих ставки се тиче правилног одлагања и уништавања дрвених прагова, који у себи садрже канцерогене смоле и уља и који се морају спаљивати у контролисаним условима, тј. у спалионицама, које Хрватска не поседује.

Са друге стране, још увек не постоје интерни правилници за управљање отпадом у оквиру НЖ-а који до детаља регулишу и уређују ову област, већ се примењују општи законски акти, пре свих Закон о господарењу отпадом.

ПОГЛАВЉЕ

8

КОМПАРАТИВНА АНАЛИЗА ОДАБРАНИХ СИСТЕМА УПРАВЉАЊА ОТПАДОМ

8.1. Опште напомене

Када се говори о упоређивању различитих железничких система, пре свега треба поћи од њихове организационе структуре.

Анализа система управљања железничких услуга показује и даље велики ниво разноликости међу земљама чланицама ЕУ, иако се све оне налазе и делују у оквиру истог регулаторног оквира. Заједничка карактеристика скоро свих железничких система у оквиру ЕУ је да су они изразито национални железнички системи, без обзира што постоји тежња и иницијатива у протеклим деценијама да се створи јединствено ЕУ железничко тржиште, почевши од нултог железничког пакета 1991. год. којим се рачуноводствено раздвојило управљање инфраструктуром и организацијом превоза, па све до четвртог железничког пакета, којим се дефинисала потпуна либерализација домаћег путничког саобраћаја.

Иако ЕУ кроз дефинисане железничке пакете фаворизује либерализацију железничких услуга кроз вертикалну сепарацију, ни једна чланица ЕУ није у обавези да приватизује своја железничка предузећа. У последњих скоро 30 година, колико се ради на либерализацији железничких услуга, само је Велика Британија у потпуности приватизовала своја железничка предузећа.

Нажалост, ЕУ не може бити у потпуности задовољна досадашњим прогресом, имајући у виду да је удео државних превозника у теретном и путничком саобраћају још увек висок, тј. преко 50% у свим земљама чланицама ЕУ.

Немачке железнице (Deutsche Bahn - DB) заступају модел холдинг предузећа где не постоји гаранција независности, односно, државни управљач инфраструктуре и вршилац превозне услуге су посебна предузећа, која су међусобно повезана преко заједничког, кровног, холдинг предузећа, преко кога се спроводи државна политика и стратегија железничког саобраћаја.

DB су међу првима спровеле либерализацију путничког и теретног саобраћаја, али

и даље имају монопол у даљинском путничком саобраћају, учешће од чак 66% на краћим деоницама и преко 50% учешћа у теретном саобраћају. Поред тога, DB се појављује и на тржиштима других земаља као приватни железнички оператер, где само у Великој Британији има преко 50% учешћа у теретном саобраћају. Куповином железничког и аутобуског предузећа Arriva, DB је ушао и на тржиште земаља у окружењу (Србија и Хрватска) у области аутобуског саобраћаја.

Немачка је још 1994. год. створила услове за либерализацију теретног железничког превоза, где су се први приватни превозници појавили већ 1995. год. Немачка је такође била прва земља ЕУ која је 1994. год. увела законску либерализацију железничког путничког превоза, али су се први приватни превозници појавили тек 1997. год. (UNECE, 2018).

Што се тиче Хрватске, као последња чланица ЕУ најкасније је почела са спровођењем законске либерализације теретног железничког превоза (2009. год.), тако да је тек 2014. год. добила прве приватне превознике (UNECE, 2018). Удео приватних превозника је брзо растао, тако да је већ 2017. год. удео државног предузећа (НЖ Cargo) пао на 76%. Што се тиче железничког путничког превоза, државно предузеће (НЖ Putnički prevoz) нема конкуренције, имајући у виду да је једини пружалац ових услуга.

Железнички систем у Србији се ослања на дугогодишњу традицију која датира још из времена заједничке државе, при чему се у неколико наврата пробало са реорганизацијом и усаглашавањем са европским системом. Одлуком Владе Републике Србије од 2. јула 2015. издвојена су три независна предузећа „Инфраструктура железнице Србије“, „Србија Воз“ и „Србија Карго“, која се баве организацијом послова у оквиру својих надлежности. У последњих пар година евидентно је улагање у модернизацију железничке инфраструктуре, при чему је приоритет дат мрежама магистралних пруга, од којих се поједине реконструишу и модернизују за саобраћај путничких возова до 200 km/h.

Компаративна анализа предложених железничких система ће се представити кроз следеће параметре:

8.2. Основни подаци

Овде су представљени основни подаци за анализу, укључујући површину територије, број становника и густину насељености, као и подаци о припадајућој железничкој инфраструктури:

Табела 8.1: Основни подаци о државама

Земља	површина km ²	број становника	густина насељености по km ²
Немачка	357,386	85,155,031	238
Хрватска	56,594	4,036,355	71
Србија	88,361	6,871,547	78

(извор: Eurostat, 2022)

Немачка, као најмногољуднија земља чланица ЕУ у великој мери има већу густину насељености у односу на Хрватску и Србију, које, иако различите по броју становника, имају приближно сличну густину насељености.

Подаци о железничкој инфраструктури се пре свега односе на дужину железничке мреже, као и самом квалитету мреже, што се може представити компаративним приказом заступљености једноколосечних и двоколосечних пруга, као и дужином електрифицираних колосека.

Табела 8.2: Упоредни приказ показатеља о инфраструктури

Земља	дужина мреже km	% двокол. пруга	% електр. пруга	густина мреже km/100 km ²	дужина мреже km/1000 ста.
Немачка	33,423	49%	52%	9.35	0.39
Хрватска	2,617	10%	37%	4.62	0.65
Србија	3,735	8%	41%	4.23	0.54

(извор: Eurostat 2022 и ИЖС)

Уочљива евидентна разлика у развијености железничке мреже између Немачке, као једне од најразвијенијих земаља ЕУ и Хрватске и Србије, које још увек у великој мери осећају последице константног неулагања у железничку инфраструктуру.

8.3. Подаци о путничком и теретном превозу

Када се говори о релевантним показатељима обима путничког и теретног саобраћаја, неизоставно је анализирати број превезених путника, број остварених путничких километара, као и количина превезене робе и остварених тонских километара, што је приказано у табели испод, са освртом на десетогодишњи период:

Табела 8.3: Упоредни приказ превозних показатеља

показатељи		Немачка	Хрватска	Србија
Број превезених путника (x 1.000)	2011	2.530.284	49.852	10.188*
	2019	2.938.023	19.827	12.463
	2022	2.505.856	18.581	15.550
Путнички саобраћај put. km (x 1.000.000)	2011	89.316	1.457	293,30
	2019	100.252	724	234,70
	2022	92.313	812	382,71
разлика %	2011/2022	3,36%	-44,27%	30,48%
Количина превезене робе (x 1.000 t)	2010	355.715	12.203	4.857
	2019	362.468	14.449	5.326
	2022	368.876	16.257	6.059
Теретни саобраћај ton. km (x 1.000.000)	2010	107.317	2.618	3.650
	2019	119.470	2.911	752
	2022	128.637	3.529	2.170
разлика %	2010/2022	19,87%	34,80%	-40,54%
Удео у укупном унутрашњем путничком саобраћају	2012	8,80%	3,50%	8,00%
	2021	6,50%	2,10%	3,50%
Удео у укупном унутрашњем теретном саобраћају	2012	19,10%	22,20%	20,00%
	2021	19,00%	23,80%	18,00%

* у обзир нису узети путници који су користили линије градске железнице “БГ Воз”, јер ти подаци нису јавно доступни. Процењује се да је број превезених путника на годишњем нивоу око 7 милиона.

Из приложеног се види да Немачка предњачи у свим категоријама, што је и разумљиво имајући у виду величину мреже и саобраћајну потражњу, док Хрватска и Србија имају сразмерно приближне карактеристике путног и робног саобраћаја.

Што се тиче удела у путничком и теретном саобраћају, Србија показује значајније учешће железнице у теретном саобраћају од Хрватске и Немачке, док је учешће

железнице у путничком саобраћају највеће у Немачкој.

Осетни пад броја путника и количине робе у 2019. год. је последица пандемије изазване Covid 19 вирусом, као и великим инвестиционим радовима на мрежи пруга у Србији, који су онемогућили коришћење одређених деоница током трајања радова.

8.4. Подаци о токовима отпада

Количине генерисаног отпада у директној су пропорцији са обимом саобраћаја и величином мреже железничких пруга. Стога и не изненађује да систем DB-а предњачи у свим категоријама отпада, али и у процентном уделу рециклираног отпада.

Табела 8.4: Упоредни приказ генерисаних количина отпада

показатељи		година	количина отпада (t)		
			Немачка	Хрватска	Србија
Неопасни отпад	метал	2018	318.000	3.519	12.490
		2022	363.000	5.367	119.261
	грађевински отпад	2018	12.367.000	-	70.761
		2022	7.656.000	-	372.770
	остало	2018	77.200	-	20
		2022	103.700	5	400
укупно неопасног отпада (t)		2018	12.762.200	3.519	83.270
		2022	8.122.700	5.371	492.432
Опасни отпад	уља	2018	2.000	13	2
		2022	2.000	19	114
	електро	2018	1.500	32	6
		2022	1.300	-	1.659
	остало	2018	41.500	-	106
		2022	61.000	303	7.792
укупно опасног отпада (t)		2018	45.000	45	114
		2022	64.300	323	9.565
проценат рециклираног отпада		2018	98%	23,%*	12%*
		2022	97%	32,%*	18%*

** проценат рециклираног отпада на мрежи пруга у Хрватској и Србији је дат на основу процене узимајући у обзир стопе рециклирања на нивоу државе, имајући у виду да се ови подаци не воде на нивоима железничких управа.*

Количине генерисаног отпада на годишњем нивоу имају сезонални карактер који је у директној вези са радовима на реконструкцији и/или изградњи железничке мреже, када се, поред отпада насталог од редовног одвијања саобраћаја, генеришу додатне количине грађевинског отпада. Ово је посебно изражено у 2022. години на примеру Србије, имајући у виду да су тада интензивирани радови на деоници Нови Сад – Суботица.

Из приложене анализе се може закључити да количина генерисаног отпада у Хрватској није у пропорцији са величином железничке мреже, тј. да се, сведено на јединичну меру, генерише много мање отпада него у Немачкој и Србији (табела 8.5):

Табела 8.5: Количина генерисаног отпада по km пруге

држава	дужина мреже (km)	годишњи отпад (t)	степен генерисања (t/km)
Немачка	33.423	8.187.000	245,0
Хрватска	2.617	5.694	2,2
Србија	3.735	571.997	153,1

Ипак, овом податку се мора приступити обазриво, пре свега из разлога недовољно организованог прикупљања података о количинама отпада.

Други битан показатељ је степен рециклаже прикупљеног отпада, који показује неадекватан однос према отпаду на примерима Хрватске и Србије, на чему је потребно и даље радити у будућности.

8.5. Закључак

Генерални закључак је да је тренутно стање железничког система у Хрватској и Србији веома лоше, што се огледа у лошем стању инфраструктуре, незадовољавајућем нивоу услуга, како у путничком, тако и у теретном саобраћају и финансијској и еколошкој неодрживости. Основни узроци оваквог стања је константан мањак инвестиција усмерених у модернизацију, али и у редовно одржавање.

Лоше стање железничког система у Хрватској је такође последица и великих

инвестиционих улагања у путни сектор у периоду након осамостаљења. Уз изостанак редовног одржавања пруга и улагања у возни парк, што је узроковало смањење брзина и превозног капацитета, друмски превоз је преузео примат у превозу путника и роба.

С друге стране, железнички систем Немачке се одликује константним улагањем државе у одржавање, реконструкцију, модернизацију и развој мреже пруга али и поседовањем довољног броја стручног кадра, како на управљачким, тако и оперативним функцијама, што је велики недостатак Хрватске и Србије.

Чињеница је да најбољи железнички системи коштају највише (пример Немачке, Швајцарске, Француске), али стратешко управљање, давање приоритета градским железницама у односу на пруге великих брзина, боље управљање, демократизација и либерализација железничких услуга по угледу на примере добре ЕУ праксе, могу довести до ширих позитивних ефеката на друштво, економију и животну средину.

Као основне препоруке у циљу побољшања управљања железничким системима у Хрватској и Србији, што би уједно довело и до побољшања и заштите животне средине, проистекле из анализе железничког система у Немачкој, може се навести:

- усвајање дугорочних Стратегија и планова са јасно дефинисаним реалним циљевима и обезбеђеним финансијским средствима;
- едукација и јачање стручних кадрова на свим нивоима, са посебним аспектом на заштиту животне средине;
- реформа железничког система по узору на успешне железничке системе у ЕУ, како формално, тако и на практичном нивоу;
- обезбеђивање константних улагања, као сталну ставку у годишњем буџету и подизање јавне субвенције за путнички превоз;
- имплементација савремених ИТ решења и повећање степена дигитализације у свим сегментима пословања, а пре свега у циљу систематичног прикупљања података у реалном времену; и
- увођење критеријума по којима би се оцењивао рад јавних железничких предузећа, уз транспарентност пословања и учешће корисника, локалних заједница и невладиног сектора из области заштите животне средине.

ПОГЛАВЉЕ

9

ФОРМИРАЊЕ МОДЕЛА ЗА ОПТИМИЗАЦИЈУ ТРАНСПОРТА ОТПАДА НА ЖЕЛЕЗНИЦИ

9.1. Упоредни приказ оптимизационих локацијских проблема

Када се говори о моделу за унапређење система управљања отпадом у оквиру докторске дисертације, пре свега се мисли на унапређење просторно-функционалних карактеристика и оптимизацији локацијских карактеристика целокупног процеса, при чему је неизоставна анализа транспортног процеса.

У том циљу се треба ослонити на примену оптимизационих локацијских модела који, у зависности од конкретно дефинисаних параметара, могу бити погодни у предлогу решења које ће имати највеће користи. Ови модели су применљиви јер се у оквиру теорије локације може разматрати и питање како користити постојеће и колико нових објеката дефинисати у простору, у циљу задовољавања дефинисане функције циља, при чему постоје одређене релације између свих елемената система.

Локацијски проблеми се могу разврстати на следеће основне типове узимајући у разматрање нивое дистрибуције:

- са једним нивоом дистрибуције (single-level) – где је дистрибуција производа до корисника директна; и
- са више нивоа дистрибуције (multi-level) – где постоји вишеструко одлагање производа у привременим хабовима (претоварна станица, складиште и сл.), на путу до крајњих корисника.

Када се говори о типу проблема, локацијски проблеми се могу разврстати на:

- **“set covering”** проблеми који имају за циљ да омогуће дистрибуцију производа до свих корисника уз минималан број постројења који генеришу одређену услугу или врсту робе. Ови модели су најприхватљивији приликом дефинисања локација служби од општег интереса (хитна помоћ, ватрогасна служба, болнице, итд.), које морају бити доступне свима;
- **“maximum covering”** проблеми који су применљиви у случајевима када

постоји ограничени број постројења, којима је потребно опслужити што већи број корисника; и

- **“fixed charge”** проблеми који се користе у случајевима када је потребно дефинисати оптималне локације постројења, при чему се трошкови морају минимизирати. И у овом случају није неопходно опслужити све, већ што већи број корисника.

Имајући у виду конкретну тему дисертације, под производом можемо подразумевати отпад, под појмом постројење – железничке станице или локације градилишта где се генерише отпад, под појмом хуб – локације у оквиру железничког система где се привремено складишти генерисани отпад, док би крајњи корисник била депонија, односно постројење за прихват и третман отпада.

Најприхватљивији модел који би решавао локацијски проблем оптимизације транспортног процеса у оквиру система управљања отпадом на железничкој инфраструктури, биће изабран након кратке анализе предложених модела.

9.1.1. “Set covering” локацијски проблеми

Код “set covering” локацијских проблема пре свега је потребно дефинисати опсег улазних података, као што следи:

- I - скуп свих захтева за постројењем, тј. корисника, $i = 1, \dots, I$
- J – скуп свих потенцијалних локација постројења, где је $j = 1, \dots, J$
- D_{ij} , $i \in I$, $j \in J$ – означава растојање између потенцијалних генератора захтева (корисника) i и потенцијалне локације j .

Понекад је потребно релаксирати модел увођењем параметара којима се дефинише граница прихватљивости опслуживања система, s , тако да је $s > 0$, при чему ће се као потенцијални корисник i за постројење j сматрати само они генератори захтева за услугом за које важи $d_{ij} \leq s$.

Ако би се проблем локације представио терминима из теорије графа, онда би се све потенцијалне локације постројења могле представити као један скуп чворова графа, а скуп корисника другим скупом чворова, који би били повезани гранама дужине d_{ij} . Из тако дефинисаног графа је могуће у потпуности уклонити гране код којих је $d_{ij} > s$.

Имајући у виду да стварна вредност d_{ij} нема утицаја на проналажење оптималног решења, све док је задовољен услов $d_{ij} \leq s$, модел се може прилагодити следећом

конверзијом параметара:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{if } f d_{ij} \leq s, i \in I, j \in J \\ 0 & \text{у супротном} \end{cases} \quad (1)$$

Циљ модела је оптимизација тј. минимизација одабраних локација, те се може дефинисати променљива одлучивања, на следећи начин:

$$x_j = \begin{cases} 1 & \text{if } f \text{ локација } j \text{ буде изабрана} \\ 0 & \text{у супротном} \end{cases} \quad (2)$$

Стога се модел формално дефинише као:

$$\text{minimize } \sum_{j \in J} x_j \quad (3)$$

Укључујући ограничења, модел се допуњује на следећи начин:

$$\sum_{j \in J} a_{xy} * x_j \geq 1, \quad \forall i \in I \quad (4)$$

$$x_j \in \{0, 1\}, \forall j \in J \quad (5)$$

Једначина (4) дефинише услов да макар једна, тј. најмање једна од изабраних локација мора да опслужује генератор захтева тј. корисника a .

Увођењем тежинских фактора, што модел допушта, могу се сагледати додатни фактори који су релевантни за специфичан систем, од којих је најчешћи цена инвестиције. Ако се са w_j означи тежински коефицијент који представља укупне трошкове или цену инвестиције за одабир локације j , функција циља би имала вредност:

$$\text{minimize } \sum_{j \in J} w_j * x_j, \quad (6)$$

при чему би се у том случају минимизирали укупни трошкови успостављања постројења, а не њихов број. У зависности од дефинисане функције циља, тежинске факторе је могуће дефинисати и на друге начине.

9.1.2. “Maximum covering” локацијски проблеми

Код “maximum covering” локацијских проблема је функција циља дефинисана на начин да се ограничи број локација које могу бити изабране. Стога се, поред раније дефинисаних улазних параметара у “set covering” случају, дефинише и параметар p као цео број ($p \in \mathbb{N}$), који се односи на максимално дозвољени број прихватљивих локација.

Уз нови параметар p , дефинише се и додатна променљива одлучивања y_{ij} , која дефинише да ли је поједини корисник опслужен или не, и која би узимала следеће вредности:

$$y_i = \begin{cases} 1 & \text{if } f \text{ корисник } i \text{ јесте опслужен} \\ 0 & \text{у супротном} \end{cases} \quad (7)$$

На основу изложеног, модел се формално дефинише као:

$$\text{maximize } \sum_{i \in I} y_i, \quad (8)$$

имајући у виду следеће:

$$\sum_{j \in J} a_{ij} * x_j \geq y_i, \quad \forall i \in I \quad (9)$$

$$\sum_{j \in J} x_j \leq p, \quad (10)$$

$$x_j \in \{0, 1\}, \forall j \in J \quad (11)$$

$$y_i \in \{0, 1\}, \forall i \in I \quad (12)$$

И у овом случају је могуће увести тежинске факторе, који би се односили на утврђивање значаја појединих корисника, чиме би функција циља постала:

$$\text{maximize } \sum_{i \in I} w_i * y_i \quad (13)$$

и на овај начин би се максимизирале користи за сваког корисника.

9.1.3. “Fixed charge” локацијски проблеми

Разлика у односу на претходно описане моделе огледа се у томе што је оптимално решење у директној зависности са трошковима имплементације, те стога параметар растојања d_{ij} не може бити 1 или 0, већ узима реалне вредности.

Имајући у виду да су фиксни трошкови имплементације постројења јединствени за сваку локацију, као и са њим повезани променљиви трошкови превоза, они се дефинишу посебно за сваког потенцијалног корисника.

Фиксни трошкови имплементације постројења на појединим локацијама f_j се могу унапред дефинисати за сваку локацију j , при чему је $f_j \geq 0$ имајући у виду претпоставку да ови трошкови увек постоје, уколико се не ради о већ постојећем постројењу.

Са друге стране, захтеви за превозом су променљива категорија, зависе од стварних потреба и специфични су за сваког корисника. Стога се у модел уводи променљива h_i , која се односи на обим захтева за превозом сваког корисника посебно.

Основни задатак модела је да утврди алокацију постројења уз минималне трошкове превоза, при чему се истовремено утврђује који корисник ће бити опслужен којим постројењем, при чему сваки корисник мора бити услужен:

$$x_j = \begin{cases} 1 & \text{if } j \text{ локација } j \text{ буде изабрана} \\ 0 & \text{у супротном} \end{cases} \quad (14)$$

$$y_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{if } i \text{ корисник и припада локацији } j \\ 0 & \text{у супротном} \end{cases} \quad (15)$$

На основу горе наведеног, модел се може формално дефинисати као следећа функција циља:

$$\text{minimize } \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} h_i * d_{ij} * y_{ij} + \sum_{j \in J} f_j * x_j \quad (16)$$

Узимајући у обзир следећа ограничења:

$$y_{ij} \leq x_j, \forall i \in I, \forall j \in J \quad (17)$$

$$\sum_{j \in J} y_{ij} = 1, \forall i \in I \quad (18)$$

$$x_j \in \{0, 1\}, \forall j \in J \quad (19)$$

$$y_{ij} \in \{0, 1\}, \forall i \in I, \quad \forall j \in J \quad (20)$$

Овако дефинисан модел омогућава да корисник i буде опслужен од тачно одређеног постројења чија је локација изабрана – једначина (17). Такође, моделом се предвиђа да сваки корисник мора бити опслужен – једначина (18).

У сва три модела проблема локације, пошло се од претпоставке да су капацитети постројења неограничени, тј. да могу да одговоре захтевима корисника без ограничења. У случају да ово није могуће, у претходни модел је потребно увести ограничење c_j , које се односи на максимални капацитет сваког постројења:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{if } f d_{ij} \leq S, i \in I, j \in J \\ 0 & \text{у супротном} \end{cases} \quad (21)$$

Слично увођењу ограничавајућег фактора који се односи на капацитет постројења, у сваки модел је могуће увести неограничени број ограничења која се могу једнозначно формулисати, у складу са стварним потребама. На тај начин се не мења функција и суштина модела, већ се само повећава број димензија, који одговара броју ограничења.

9.2. Опис локацијског модела и дефинисање задатака

Једна од последица функционисања и напретка друштва у целини је појава генерисања великих количина отпада које, у зависности од својих карактеристика, могу у значајној мери представљати опасност за живот и здравље људи и животну средину.

У циљу спречавања и минимизирања негативних утицаја процеса генерисања и третмана отпада на живот и рад људи, развијене земље су дефинисале систем управљања отпадом који дефинише све фазе процеса. Иако се правни оквир односи и на железнички саобраћај, у пракси је потребно побољшати имплементацију предвиђених мера, у циљу остваривања максималног позитивног ефекта.

Иако прихватљивији од доминантног друмског саобраћаја по питању утицаја на животну средину, железнички систем такође генерише одређене количине отпада и до

извесне мере негативно утиче на животну средину, пратећи демографски и економски развој одређене територије. Стратешком одлуком о приступању ЕУ и прихватањем “мапе пута”, Република Србија се обавезала да посвети више пажње оптимизацији процеса, јачању институционалног оквира и стриктној контроли процеса управљања отпадом, што се односи и на железнички систем.

Систем управљања отпадом дефинише примарну селекцију отпада, његово сакупљање, транспорт, складиштење и рециклирање или уништавање. Сваки од поменутих корака генерише одређене трошкове, користи просторне и енергетске ресурсе и може бити оптимизиран у циљу побољшања ефикасности и безбедности, уз смањење штетних утицаја на животну средину.

На српским железницама се генерише око 600.000 t отпада годишње, од чега већину чини комерцијални и грађевински отпад, док је опасан отпад заступљен у мањој мери. Анализом система управљања отпадом на мрежи пруга ИЖС-а, дошло се до одређених закључака и законитости на основу којих је дефинисан математички модел за оптимизацију целокупног процеса, узимајући у обзир прикупљање, складиштење и третман отпада.

Основно питање које потиче из описа проблема, а које се поставља као основа за дефинисање математичког модела, је како оптимизирати транспортне токове отпада уз обезбеђивање економске исплативости са једне стране, и поштовања принципа заштите животне средине са друге.

Општи циљ модела је одређивање и комбиновање просторних фактора, локацијски и квантитативно, између локација које генеришу отпад, локација на којима се врши привремено складиштење отпада и локација на којима се врши третман отпада, а у циљу оптимизације токове отпада и генерисаних трошкова.

Постојећи систем се заснива на одређеном броју локација где се сакупља отпад, које поред тога што нису одговарајући опремљене, нису ни лоциране узимајући у обзир минимизацију времена вожње и припадајућих трошкова. Сходно наведеном, предложени модел ће покушати да оптимизира ове трошкове и да предложи оптималну просторну алокацију тачака на којима се врши прикупљање и примарна селекција отпада, уз могућност директне отпреме отпада до крајњих одредишта.

Модел препознаје “мање” железничке станице као локације на којима се генеришу различите врсте отпада, “веће” железничке станице које прикупљају отпад и привремено

складиште отпад са “мањих” станица и локалне депоније на којима се коначно одлаже отпад за даљи третман. Поред тога, модел препознаје и различите врсте отпада које се генеришу, имајући у виду да се начин њиховог прикупљања, превоза, складиштења и третмана разликује.

Сходно горе наведеном, модел је заснован на принципима целобројног линеарног и мешовитог програмирања, са следећим елементима:

- генерисани отпад по врстама – више категорија опасног и неопасног отпада;
- станицама на мрежи – које генеришу отпад (генератори) и у којима се само прикупља отпад са њиховог подручја;
- станицама на мрежи – у којима се прикупља и складишти отпад са већег подручја који гравитира одређеној станици. Ове станице представљају чворишта на мрежи, “хабове” у моделу, и имају ресурсе и капацитете за складиштење одређених врста отпада; и
- регионалне санитарне депоније – које представљају “постројења” у моделу и која врше третман приспелог отпада из хубова.

Имајући у виду постојећу праксу и усвојене принципе дефинисања модела, дефинисана су два сценарија развоја модела:

- I) **Сценарио 1:** у овом сценарију је обавезно да се отпад са “мањих” станица директно превози до локалних депонија,
- II) **Сценарио 2:** у овом сценарију се транспорт отпада са “мањих” станица до локалних депонија може вршити преко “већих” станица (хабова).

Разлог за дефинисање Сценарија 2 је потенцијално смањење транспортних трошкова, консолидовање транспортних токова и боља контрола целокупног процеса.

На основу горе наведених циљева, дефинисани су следећи задаци у развоју модела:

- анализа интерних процедура управљања отпадом у оквиру ИЖС-а;
- истраживање на терену и прикупљање података, њихова обрада и анализа;
- припрема базе података о количинама и врсти генерисаног отпада по локацијама;

- дефинисање просторног обухвата и ограничења модела;
- дефинисање елемената модела: генератора, хубова, постројења;
- дефинисање математичког модела за оптимизацију транспортног процеса у оквиру система интегралног управљања отпадом на железници;
- тестирање модела на конкретној студији случаја;
- верификација резултата модела коришћењем вишекритеријумске анализе;
- презентација и дискутовање добијених резултата; и
- дефинисање предлога превентивних, организационих и инвестиционих мера за даље унапређење система и смањење трошкова и негативних утицаја на животну средину.

Коначни резултат модела је дефинисање оптималне комбинације локација за одлагања или привремено складиштење отпада, засновано на пре-дефинисаним ограничењима модела условљених технологијом железничког саобраћаја и просторном дистрибуцијом постројења за прихват и третман отпада, уз минимизацију транспортних трошкова, количине утрошеног горива и утицаја на животну средину, представљено кроз емисију CO₂.

9.3. Дефинисање математичког модела

На основу горе наведених циљева и анализе тренутног стања система управљања отпадом на мрежи пруга ИЖС-а, предлага се примена решења путем израде математичког модела из групе “fixed charge” локацијских проблема.

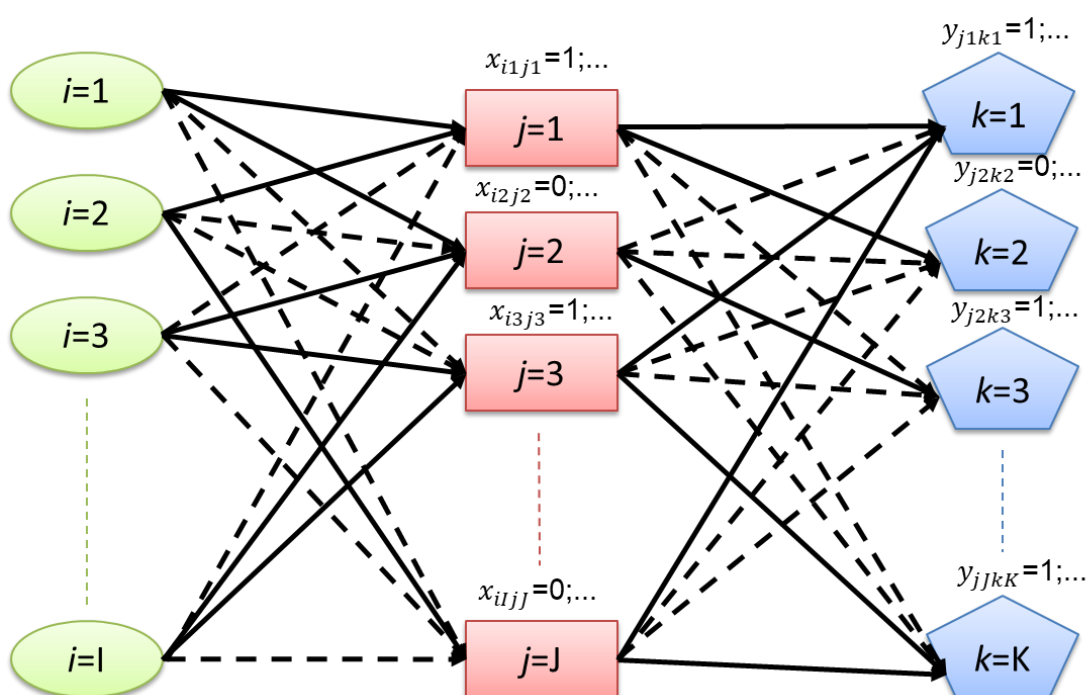
Претпоставка модела је да генератори отпада (станице) генеришу различите врсте отпада, да хабови на мрежи (станице за прихват отпада) имају ограничења у капацитетима за складиштењем различитих врста отпада, док постројења за прихват и прераду отпада (регионалне депоније) такође имају ограничења по питању капацитета у датом тренутку и не примају одређене врсте отпада, при чему се генеришу одређени трошкови у различитим фазама процеса управљања отпадом.

Процес управљања отпадом је дефинисан на начин да свака станица на мрежи генерише више врста отпада у одређеним количинама, након чега се отпад транспортује до станица за прикупљање отпада (хубова), који могу да приме све врсте отпада али су ограничени капацитетом по врстама отпада. На крају се отпад транспортује до постројења за третман отпада (регионалних депонија), које могу да прихвате одређене

врсте отпада и такође имају ограничења по капацитетима. Поред тога, модел претпоставља да станице које генеришу отпад могу директно да га транспортују, или један његов део, до постројења за третман отпада (регионалних депонија), без коришћења хубова.

Стога се модел дефинише са циљем одређивања најповољније руте за транспорт отпада до постројења, уз функцију минимизације транспортних трошкова и утицаја на животну средину, тј. у нашем случају емисије CO₂, на следећи начин:

Нека skup I представља железничке станице тј. генераторе отпада, skup J железничке станице где се прикупља отпад на мрежи (хабове) и skup K постројења за прераду отпада, тј. регионалне депоније (слика испод):



Слика 9.1: Графички приказ транспорта отпада у моделу

Поред тога, скупом Q ће бити представљени типови отпада који ће бити обухваћени моделом, тј. опасни и неопасни отпад. Из наведеног произилази да се укупна количина отпада типа q , коју генерише станица i , означава са d_{iq} .

Када се говори о апликативним трошковима модела, они се дефинишу за сваку станицу где се прикупља отпад (хуб), за свако постројење где се врши коначан третман отпада (регионална депонија) по врсти отпада, као и за сваку комбинацију изабране трасе на релацији “хуб – постројење”, и то на основу растојања, тј. пређеног пута између разматраних локација и цене коштања транспорта по пређеном километру. У

транспортне трошкове за све релације “станица – хуб – постројење”, су укључени и трошкови прикупљања и претовара отпада. Овако обједињени и унифицирани трошкови се одређују за сваку врсту отпада посебно и означавају као:

- sf_{ikq} – транспортни трошкови за тону отпада типа q , који се превози од станице i директно до постројења за одлагање (регионалне депоније) k ;
- sf_{ijq} – транспортни трошкови за тону отпада типа q , који се превози од станице i директно до станице за прикупљање отпада (хуба) j , укључујући припадајуће трошкове који укључују пријем, складиштење и неопходан третман отпада у оквиру станице (хуба) j ; и
- hf_{jkq} – транспортни трошкови за тону отпада типа q , који се превози од станице за прикупљање отпада (хуба) j до постројења за одлагање отпада (регионалне депоније) k .

Иако се у пракси искоришћеност капацитета станице за прикупљање отпада (хуба) може мењати и на дневном нивоу, годишњи капацитет пријема и складиштења отпада за сваку станицу j и за врсту отпада q се дефинише јединствено као “капацитет” станице за прикупљање отпада (хуба) j , и означава се као A_{jq} . Слично овоме, могућности за прераду сваког постројења за пријем отпада (регионалне депоније) K за појединачне врсте отпада q ће се означити као C_{kq} .

Када се говори о фиксним трошковима отварања и опремања станице за прикупљање отпада (хубове) типа q , они ће се означавати са f_{jq}^{hub} , док за станице за прикупљање отпада који су већ у функцији, ови трошкови ће бити сразмерно мањи. Међутим, у случају да постојећи капацитет свих станица није довољан за прихват укупно генерисане количине отпада, биће потребно дефинисати, организовати и опремити нове станице за прикупљање отпада (хубове). Због тога се са f_{kq}^{fac} означавају фиксни трошкови отварања и опремања нових станица за прикупљање отпада (хубова) за отпад типа q , уз напомену да су трошкови повезани са функционисањем постојећих станица за прикупљање отпада (хубова) дефинисани као нула.

Како предложени модел има задатак да одговори на следећа основна питања: (1) које су станице и постројења неопходна за прикупљање и третман укупно генерисане количине свих врста отпада и (2) како прикупљени отпад треба бити дистрибуиран између станица које генеришу отпад, станица које прикупљају отпад (хубова) и

постројења за третман отпада (регионалних депонија), у модел се уводе варијабле одлучивања и зависне променљиве, на следећи начин:

- u_{ikq} – количина опада типа q , који генерише станица i (представља део d_{iq}) и који треба да се превезе директно од станице i до постројења за третман отпада k ;
- v_{ijq} – количина опада типа q , који генерише станица i (представља део d_{iq}) и који треба да се превезе директно од станице i до станице за прикупљање отпада (хуба) j ;
- w_{jkq} – количина опада типа q , који је прикупљен у станици за прикупљање отпада (хабу) j и који треба да се превезе од станице j до постројења за третман отпада k ;
- x_{jq} – бинарна променљива, која узима вредност 1 у случају када је станица за прикупљање отпада (хуб) j “отворена” за прихват отпада типа q , и вредност 0 у супротном; и
- y_{kq} – бинарна променљива, која узима вредност 1 у случају када је постројење за третман отпада (регионална депонија) k “отворена” за прихват отпада типа q , и вредност 0 у супротном.

На основу горе дефинисаних услова и ограничења, приступа се дефинисању модела за горе дефинисане сценарије.

У случају Сценарија 2, када је дозвољено да се отпад генерисан на појединачним станицама сакупља, складишти и групише у станицама за прикупљање отпада (хубовима), модел се формулише на следећи начин:

$$\begin{aligned}
 \text{minimize } F = & \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K \sum_{q=1}^Q sf c_{ikq} * u_{ikq} + \\
 & \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{q=1}^Q sh c_{ijq} * v_{ijq} + \\
 & \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \sum_{q=1}^Q sh k_{jkq} * w_{jkq} + \quad (1)
 \end{aligned}$$

$$\sum_{j=1}^J \sum_{q=1}^Q f_{jq}^{hub} * x_{jq} +$$

$$\sum_{k=1}^K \sum_{q=1}^Q f_{kq}^{fac} * y_{kq}$$

где су ограничења дефинисана као:

$$\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K (u_{ikq} + v_{ijq}) = d_{iq}, \forall i \in I, \forall q \in Q; \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^I \sum_{q=1}^Q v_{ijq} = \sum_{j=1}^J \sum_{q=1}^Q w_{jkq}, \forall j \in J; \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^I v_{ijq} \leq A_{jq} * x_{jq}, \forall j \in J, \forall q \in Q; \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (u_{ikq} + w_{jkq}) \leq C_{kq} * y_{kq}, \forall k \in K, \forall q \in Q; \quad (5)$$

$$u_{ikq} \geq 0, \forall i \in I, \forall k \in K, \forall q \in Q; \quad (6)$$

$$v_{ijq} \geq 0, \forall i \in I, \forall j \in J, \forall q \in Q; \quad (7)$$

$$w_{jkq} \geq 0, \forall j \in J, \forall k \in K, \forall q \in Q; \quad (8)$$

$$x_{jq} \in \{0, 1\}, \forall j \in J, \forall q \in Q; \quad (9)$$

$$y_{kq} \in \{0, 1\}, \forall k \in K, \forall q \in Q; \quad (10)$$

За Сценарио 1, када се отпад са станице које га генеришу директно одвози на постројења за третман отпада, модел је редукован и формулисан на следећи начин:

$$\text{minimize } \Phi = \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K \sum_{q=1}^Q u_{ikq} * sf_{c_{ikq}} + \sum_{k=1}^K \sum_{q=1}^Q f_{kq} * y_{kq} \quad (11)$$

где су општа ограничења, ограничења ненегативности и ограничења бинарности дефинисана као:

$$\sum_{k=1}^K u_{ikq} = d_{iq}, \forall i \in I, \forall q \in Q; \quad (12)$$

$$\sum_{i=1}^I \sum_{q=1}^Q u_{ikq} \leq C_{kq} * y_k, \forall k \in K; \quad (13)$$

$$u_{ikq} \geq 0, \forall i \in I, \forall k \in K, \forall q \in Q; \quad (14)$$

$$y_{kq} \in \{0,1\}, \forall k \in K, \forall q \in Q; \quad (15)$$

Важно је напоменути да ограничење (2) у моделу формулисаном за Сценарио 2, као и ограничење (13) за Сценарио 1, указују на то да се сва количина генерисаног отпада, укључујући све врсте отпада, мора прикупити са свих станица. Ограничењем (3) се осигурава да отпад било које врсте неће остати у станицама за прикупљање отпада (хубовима), односно да ће се сав прикупљени отпад транспортовати до постројења за третман отпада (регионалних депонија), што имплицира да су та постројења отворена за прихват отпада.

На крају, ограничења (4) и (5) у моделу за Сценарио 2, односно ограничење (13) за редуковани Сценарио 1, гарантују да се доступни капацитети за прихват отпада свих врста, како станица за прикупљање отпада (хубова), тако и постројења за третман отпада (регионалних депонија), иако нумерички дефинисан, неће бити премашен, тј. увек ће постојати могућност за прихват отпада.

Предложени модел је презентован на научној конференцији са интернационалним учешћем RailBelgrade 2023², са радом “*Optimal Allocation of Waste Transfer Facilities for Infrastructure Manager*”, где је модел успешно прошао међународну рецензију.

² The 10th International Conference on Railway Operations Modelling and Analysis (ICROMA) RAILBELGRADE 2023 (april 25th – 28th 2023) - <https://railbelgrade2023.sf.bg.ac.rs/>

ПОГЛАВЉЕ

10

ВРЕДНОВАЊЕ ПРЕДЛОЖЕНОГ МОДЕЛА – СТУДИЈА СЛУЧАЈА

10.1. Опште поставке

У циљу вредновања и тестирања дефинисаног модела урађена је студија случаја у којој је модел примењен на део железничке мреже ИЖС-а који обухвата железничке станице у АП Војводини, које генеришу значајне количине отпада.



Слика 10.1: Просторни обухват модела

(извор: ИЖС)

Површина посматраног подручја износи преко 20.000 km², где је обрађена железничка мрежа у дужини од 1.735 km, на којој је третирано 57 железничких станица³ које генеришу отпад, 4 постојеће и 3 планиране регионалне депоније.

Количине опасног и неопасног отпада по станицама, које одговарају количинама генерисаним у меродавном месецу, су представљане у табели испод:

³ Станице су именоване нумерички на захтев ИЖС-а због заштите података који се могу третирају као пословна тајна, али су количине генерисаног отпада тачне и одговарају меродавном месечном нивоу, у овом случају из октобра 2022. године.

Табела 10.1: Количине генерисаног отпада по станицама

Железничка станица	Количина генерисаног отпада (t)		Железничка станица	Количина генерисаног отпада (t)	
	неопасни	опасни		неопасни	опасни
Станица бр. 1	106,43	1,80	Станица бр. 30	1490,05	29,38
Станица бр. 2	48,16	20,79	Станица бр. 31	22,48	9,70
Станица бр. 3	233,86	102,79	Станица бр. 32	5,46	54,77
Станица бр. 4	644,83	364,59	Станица бр. 33	29,34	0,00
Станица бр. 5	157,05	24,05	Станица бр. 34	257,93	145,83
Станица бр. 6	36,67	0,00	Станица бр. 35	154,01	0,07
Станица бр. 7	107,04	0,20	Станица бр. 36	97,12	5,63
Станица бр. 8	80,28	0,15	Станица бр. 37	70,95	1,20
Станица бр. 9	57,39	0,20	Станица бр. 38	102,10	229,97
Станица бр. 10	402,96	6,76	Станица бр. 39	1095,31	23,09
Станица бр. 11	283,82	4,82	Станица бр. 40	773,79	437,50
Станица бр. 12	21,42	0,15	Станица бр. 41	69,55	1,79
Станица бр. 13	354,77	6,02	Станица бр. 42	170,17	73,45
Станица бр. 14	48,16	20,79	Станица бр. 43	73,37	42,51
Станица бр. 15	3,51	1,25	Станица бр. 44	10,36	0,60
Станица бр. 16	874,73	0,00	Станица бр. 45	1051,13	96,98
Станица бр. 17	17,13	1,61	Станица бр. 46	186,18	0,00
Станица бр. 18	0,83	0,43	Станица бр. 47	3482,07	1968,77
Станица бр. 19	451,38	255,21	Станица бр. 48	106,43	1,8
Станица бр. 20	425,73	9,85	Станица бр. 49	78,45	164,77
Станица бр. 21	6,75	0	Станица бр. 50	25,71	0,18
Станица бр. 22	112,96	24,83	Станица бр. 51	23,57	0,16
Станица бр. 23	553,06	1,24	Станица бр. 52	21,43	0
Станица бр. 24	24,45	0	Станица бр. 53	532,16	10,51
Станица бр. 25	32,11	13,86	Станица бр. 54	143,53	0,98
Станица бр. 26	22,01	1,28	Станица бр. 55	177,39	3,01
Станица бр. 27	515,86	291,67	Станица бр. 56	322,41	182,29
Станица бр. 28	3,12	0	Станица бр. 57	78,03	7,35
Станица бр. 29	151,65	0,29			

Укупна количина отпада који је генерисан у меродавном месецу износи 21.075 t, од чега је 4.708 t опасног и 16.367 t неопасног отпада.

Када се говори о станицама за прикупљање отпада (хубовима) они су дефинисани сходно постојећим расположивим капацитетима већих станица за пријем и складиштење отпада на мрежи. Вредности расположивих капацитета су добијене методом анализе доступних статистичких података и обиласком појединих станица на терену и представљају апроксимиране количине складиштеног отпада у протеклом периоду од 5 година, дефинисаних искључиво у циљу верификације модела.

На тај начин је дефинисано пет станица за прикупљање отпада, приказаних у табели 10.2:

Табела 10.2: Капацитети станица за прикупљање отпада (хубова)

Станица за прикупљање отпада "хуб"	Пријемни капацитет (t)	
	Неопасни	опасни
Нови Сад "ХУБ"	276,5	6,3
Панчево "ХУБ"	363,7	3,3
Рума "ХУБ"	377,0	6,2
Суботица "ХУБ"	842,4	9,8
Зрењанин "ХУБ"	375,9	4,2

По питању постројења за прихват отпада (регионалних депонија), анализирале су све депоније на територији АП Војводина, али су за потребе тестирања модела изабране одређене депоније у зависности од дефинисане варијанте, које имају прихватљиву локацију у односу на анализиран сегмент железничке мреже.

Капацитет анализираних постројења не представља укупни пријемни капацитет депоније, већ се односи на онај део који може бити доступан за отпад који долази са железничке инфраструктуре.

Табела 10.3: Капацитети постројења за прихват отпада (депонија)

Постројење за прихват отпада (регионалне депоније)	Пријемни капацитет (t)	
	неопасни	опасни
РД Кикинда	9.600,0	3.200,0
РД Панчево	14.400,0	4.800,0
РД Сремска Митровица	7.200,0	720,0
РД Суботица	9.000,0	900,0
РД Сомбор	6.600,0	2.200,0
РД Нови Сад	18.000,0	6.000,0
РД Вршац	8.400,0	н.а.

На основу горе наведеног уочава се да су Панчево, Нови Сад и Суботица заједничка одредница и за станицу за прикупљање отпада на железничкој мрежи (хуб) и за постројење за прикупљање и третман отпада (регионалну депонију), али се у просторном смислу то односе на два различита локалитета.

По питању расположивих капацитета се на основу табела 10.2 и 10.3 закључује да су пријемни капацитети постројења за пријем и третман отпада (регионалних депонија) у значајној мери већи од складиштених капацитета станица за пријем отпада (хубова), те стога не могу представљати ограничења и уска грла у процесу управљања отпадом. Ограничење у овом смислу представља једино могућност одређеног постројења за третман отпада да прихвати опасни отпад.

10.2. Трошак транспорта

Одређивање трошкова транспорта подразумева дефинисање великог броја фактора и завређује посебна сложена истраживања која нису предмет дисертације. Имајући у виду да трошкови транспорта нису примарни циљ ове дисертације, и да модел може лако да симулира различите вредности ове променљиве, трошкови транспорта ће бити обрађени на начин да обухвате најосновније параметре, већ обрађене и дефинисане кроз друге студије.

За трошкове превоза отпада друмским возним средствима, односно камионима и специјализованим возилима, од станица за прикупљање отпада (хубова) до постројења за третман отпада или од станица које генеришу отпад директно до постројења за третман отпада, усвојене су просечне вредности сходно примењеној пракси у ЕУ и истраживању тржишта у Републици Србији путем анкетирања компанија и агенција које се баве услугама превоза робе.

Тако је интерна цена превоза камионима неопасног отпада, која укључује цену енергената, амортизације возног средства, коришћење инфраструктуре и ангажовање особља, одређена у износу од 5,0 €-cent/tkm, док је цена превоза опасног отпада дефинисана у износу од 12,80 €-cent/tkm.

Када се говори о потенцијалном превозу отпада у оквиру железничког система, односно између станица које генеришу отпад на мрежи до станица које врше пријем и складиштење отпада (хубова) у обзир се узима претпоставка да ће се тај превоз вршити возним средствима у власништву управљача железничком инфраструктуром, при чему се не урачунавају накнаде за изнајмљивање возила, таксе за коришћење инфраструктуре и сл. Стога су превозни трошкови дефинисани као 0,84 €-cent/tkm за опасни отпад и 0,26 €-cent/tkm за неопасан отпад.

Поред директних, интерних параметара који утучу на цену транспорта (цена енергената, вредност превозног средства, трошак радне снаге и вредност

инфраструктуре), велики утицај имају и спољашњи, екстерни фактори. Од спољних параметара који утичу на цену транспорта, најзначајнији су: саобраћајне незгоде, загађење ваздуха, климатске промене, бука и вибрације, утицај на културно наслеђе, саобраћајне гужве и загађење воде и земљишта. Вредности наведених екстерних трошкова су преузети из документа “Handbook on the external costs of transport”, (European Comission, 2020), који је анализирао ове трошкове на нивоу свих 27 земаља чланица ЕУ и може се сматрати релевантним извором.

Трошак саобраћајних незгода подразумева материјалне и нематеријалне трошкове. У овом контексту се рачунају сви трошкови који нису покривени полисама осигурања, а тичу се трошка човека (скраћење животног века, бол и патња), медицинског трошка (збрињавање и опоравак), административног трошка (полиција, ватрогасци, судови и сл.), губитка у производњи (због немогућности повређеног да се врати на посао), материјалног трошка (штета на возилу и инфраструктури) и осталих трошкова (изазвано загађење због незгоде, трошак сахране и сл.). На основу статистичких података земаља чланица ЕУ трошак саобраћајних незгода је процењен на 0,1 €-cent/tkm за теретне возове, 6,0 €-cent/tkm за лако теретно возило и 1,3 €-cent/tkm за тешко теретно возило.

Загађење ваздуха, као спољашњи фактор који утиче на цену транспорта, има највећи утицај у области здравља људи (кардиоваскуларне болести и болести плућа), али се не могу занемарити и други негативни утицаји на оштећење зграда и опреме (прашина и киселост околине), смањење приноса у пољопривреди (емисија SO₂ и NO_x честица) и негативни утицај на биодиверзитет (нарушавање екосистема, пре свих земљишта и воде). Сви ови утицаји спадају под спољашње утицаје транспортног процеса, који су у стручној пракси изучавани највише. Подаци објављени у документу “Handbook on the external costs of transport”, (European Comission, 2020), дефинишу овак трошак као 0,004 €-cent/tkm у случају возова са електричном вучом, односно 0,68 €-cent/tkm у случају дизел возова. У случају друмског превоза, ове вредности су 4,68 €-cent/tkm за лако теретно возило, односно 0,76 €-cent/tkm за тешко моторно возило.

Дефинисање екстерних трошкова превоза који су повезани са утицајем на климатске промене је веома комплексно, пре свега имајући у виду глобални карактер климатских промена, њихов утицај кроз дужи временски период и веома разноврсно испољавање. Стога се овде као најдоминатнији фактор анализира емисија гасова стаклене баште (CO₂, NO₂, CH₄ - метан). Анализом трошкова штете настале због гасова стаклене баште, као и трошкова активности у циљу спречавања настанка штете, на нивоу

земаља чланица ЕУ, дефинисане су следеће вредности трошкова: 0,25 €-cent/tkm у случају возова са дизел вучом, 3,98 €-cent/tkm за лако теретно возило, односно 0,53 €-cent/tkm за тешко моторно возило.

Утицај буке, и са тиме повезани трошкови, су веома битан фактор у одређивању укупне висине екстерних трошкова превоза, пре свега због свог утицаја на животну средину и живот и рад људи. Имајући у виду степен и брзину урбанизације, очекује се да ће утицај буке све више расти, упркос побољшањима у области моторних возила, пнеуматика и коловозних конструкција путева. У досадашњој пракси, поред железничких теретних возова, анализиран је и утицај буке коју емитују друмска возила различитих носивости (3,5t – 32t), која се крећу градским или ванградским путевима различитим брзинама (50 km/h – 100 km/h) и сваком је додељиван одређен тежински фактор. Као средње вредности, које се могу користити за даљу анализу, дефинисане су: 0,4 €-cent/tkm у случају возова са дизел вучом, 0,6 €-cent/tkm у случају возова са електро вучом, 1,6 €-cent/tkm за лако теретно возило, односно 0,8 €-cent/tkm за тешко моторно возило.

Различита кашњења у вршењу транспортне услуге такође узрокује одређене трошкове који се огледају у смањењу брзине и стварању гужви. Ови трошкови су превасходно везани за друмски транспорт и процењени су на: 0,69 €-cent/tkm за лако теретно возило, односно 0,19 €-cent/tkm за тешко моторно возило. Ове вредности се односе на друмска возила која се крећу ванградским путевима, али не аутопутевима, што одговара претпоставкама усвојеним за развијени математички модел. На ове вредности је потребно додати и маргиналне друштвене трошкове узроковане саобраћајним загушењима, у износу од: 6,75 €-cent/tkm за лако теретно возило, односно 4,6 €-cent/tkm за тешко моторно возило које се креће путном инфраструктуром са нивоом услуге “близу искоришћености капацитета”.

Трошак негативних утицаја у процесу производње енергента потребних за погонско возило (“well-to-tank” процес) такође припада спољашњим трошковима транспорта. Овде се углавном анализира емисија штетних гасова у процесу производње енергије (нафта или електро), њене доставе до крајњих конзумента, заузимање земљишта, изградња постројења за производњу и пратеће инфраструктуре, као и негативни утицаји на екосистем. Наведени трошкови су дефинисани као: 0,14 €-cent/tkm у случају возова са дизел вучом, 0,16 €-cent/tkm у случају возова са електро вучом, 1,15 €-cent/tkm за лако теретно возило, односно 0,2 €-cent/tkm за тешко моторно возило.

Транспортни процес има одређеног негативног утицаја и на природна станишта, што се пре свега огледа у губитку станишта, фрагментацији и уситњењу станишта и деградацији станишта узроковано емисијом загађујућих честица. Везано за ове трошкове, процењене су следеће вредности: 0,25 €-cent/tkm у случају возова са дизел вучом, 0,24 €-cent/tkm у случају возова са електро вучом, 1,35 €-cent/tkm за лако теретно возило, односно 0,19 €-cent/tkm за тешко моторно возило.

Поред горе наведених екстерних трошкова транспортног процеса, постоје и остали, мање заступљени трошкови, који се односе на загађење земљишта и вода тешким металима, насталим рђањем металних делова возних средстава, затим органским токсичним супстанцама насталим сагоревањем горива, као и просипањем уља и др. У ову групу трошкова припадају и трошкови производње, одржавања и одлагања возних средстава и инфраструктуре. Укупно гледајући ови трошкови су значајно мањи од горе споменутих, те стога нису узети у разматрање.

Укупна цена транспорта, на основу горе наведених параметара, учешћа електро и дизел возова, као и лаких и тешких теретних возила, за неопасан и опасан транспорт, је представљена у табели:

Табела 10.4: Трошкови превоза отпада

ИЗ / У	Трошак превоза железничким/друмским возилом (€-cent/tkm)			
	жел. станица - "хуб"		регионална депонија	
	неопасни	опасни	неопасни	опасни
жел. станица	1,87	3,48	22,54	56,75
жел. станица - "хуб"	/	/	22,54	56,75

10.3. Дефинисање фиксних трошкова третмана отпада

Када се говори о фиксним трошковима који су од значаја за дефинисани модел, поред трошка транспорта, пре свих се мисли на фиксне трошкове отварања постројења за прихват отпада (хубова) и постројења за пријем и третман отпада (депонија).

Фиксни трошкови постројења за пријем отпада - хубови

Модел се тестира такође и у погледу трошкова, који су дефинисани као фиксни за отварање и функционисање станица за прикупљање отпада (хубова) на основу

инвестиционих трошкова изградње и додатних трошкова функционисања и одржавања.

Међутим, у дефинисаном моделу, постројења за пријем отпада представљају железничке станице, које у оквиру својих постројења имају јасно назначене и сходно релевантним законима уређене просторије за пријем и складиштење отпада.

Како је модел третирао реалне, већ постојеће станице са уређеним постројењима (објектима) за пријем и складиштење одређених врста отпада, у моделу се усваја да не

Фиксни трошкови постројења за пријем и третман отпада – депоније

Трошкови за постројења за третман отпада се дефинишу узимајући у обзир административне и уговорне трошкове прихвата и третмана отпада, који проистичу из годишњих уговора између депонија и управљача железничке инфраструктуре.

Модел у одређеним варијантама третира постојећа постројења за пријем и третман отпада, при чему се усваја да не постоје инвестициони трошкови изградње постројења, али постоје фиксни трошкови активирања капацитета ових постројења за потребе пријема отпада са железнице. То је случај са постројењима, тј. регионалним депонијама: Кикинда, Панчево, Сремска Митровица и Суботица. Како се у овим уговорима трошкови дефинишу по принципу и на основу количина отпада који се уговарају, за потребе тестирања модела су усвојени опортунитетни трошкови за избор потенцијалног постројења за третман отпада.

Планирана постројења за пријем и третман отпада у Вршцу, Новом Саду и Сомбору су дефинисана стратешким документима и за њих се у моделу дефинишу фиксни трошкови отварања.

ПРЕЛИМИНАРНЕ СТУДИЈЕ И ПОСТОЈЕЋИ ГЕНЕРАЛНИ ПРОЈЕКТИ процењују вредност инвестиције отварања једног оваквог постројења од 10 – 25 милиона евра, у зависности од величине, рециклажних капацитета и садржаја (складиште, дигестор за производњу гаса, систем за аерацију, уређај за спаљивање депонијског гаса, итд.).

Инвестициони трошкови отварања нових постројења за третман отпада нису разматрани у првој фази анализе, где је акценат био на утврђивању који је приступ бољи (са хабовима или без), већ су узети у обзир у другој фази, где се вршила упоредна анализа дефинисаних варијанти које укључују приступ са коришћењем хабова.

Стога је усвојена идентична експертска процена вредности отварања нових постројења за третман отпада и активирање капацитета постојећих постројења,

укључујући у трошак модернизације, и то за сваку врсту опасног и неопасног отпада, како је приказано у табели испод:

Табела 10.5: Фиксни трошкови отварања постројења

назив РД	опасни отпад			неопасни отпад			
	дрво	електро	остало	туцаник	челик	бетон	остало
РД Кикинда	3.000	5.000	2.500	1.500	2.500	2.000	1.500
РД Нови Сад	3.000	5.000	2.500	1.500	2.500	2.000	1.500
РД Панчево	3.000	5.000	2.500	1.500	2.500	2.000	1.500
РД С. Митровица	3.000	5.000	2.500	1.500	2.500	2.000	1.500
РД Сомбор	3.000	5.000	2.500	1.500	2.500	2.000	1.500
РД Суботица	3.000	5.000	2.500	1.500	2.500	2.000	1.500
РД Вршац	3.000	5.000	2.500	1.500	2.500	2.000	1.500

Фиксни трошкови се алоцирају постројењу за третман отпада, сваки пут када се одређена количина отпада из железничке станице или станице за прикупљање отпада упуту у постројења за пријем и третман отпада. Ову вредност фиксних трошкова није једноставно утврдити али пошто она нема пресудног утицаја на оптимизацију транспортног решења, није се ишло у даљу анализу, те су предложене вредности усвојене.

10.4. Дефинисање варијанти

За потребе тестирања модела и утврђивања оптималног решења, дефинисано је неколико варијанти које могу описивати реалну ситуацију на терену. Као примарна, нулта варијанта, дефинисан је модел који не препознаје станице за прикупљање отпада, односно хубове, и који одговара раније дефинисаном Сценарију 1. Након тога, дефинисано је пет варијанти у којима се омогућава употреба станица за прикупљање отпада (хубова), са различитим комбинацијама постојећих и планираних постројења за третман отпада.

10.4.1. Варијанта “do nothing”

Варијанта “do nothing” представља случај у којем не постоји организовано прикупљање отпада на мрежи пруга, тј. нису дефинисане и опремљене станице за прикупљање отпада (хубови), већ свака станица отпрема генерисани отпад директно у

постројење за третман отпада (регионалну депонију).

У погледу постројења за третман отпада, у овој варијанти се користе само постојеће регионалне депоније, како је приказано у табели испод:

Табела 10.6: Постројења за третман отпада – Варијанта “do nothing”

Постројење за прихват отпада (регионалне депоније)	Пријемни капацитет (t)	
	неопасни	опасни
РД Кикинда	9.600,0	3.200,0
РД Панчево	14.400,0	4.800,0
РД Сремска Митровица	7.200,0	720,0
РД Суботица	9.000,0	900,0

Број разматраних станица које генеришу отпад: 57

Број постројења за прикупљање отпада (хубова): 0



Слика 10.2: Просторна дистрибуција елемената модела – Варијанта “do nothing”

10.4.2. Варијанта 0

У овој основној варијанти је разматрана могућност коришћења постројења за прикупљање отпада (хубова) и просторна дистрибуција само тренутно постојећих постројења за третман отпада са својим капацитетима, односно:

Табела 10.7: Постојећа постројења за третман отпада – Варијанта 0

Постројење за прихват отпада (регионалне депоније)	Пријемни капацитет (t)	
	неопасни	опасни
РД Кикинда	9.600,0	3.200,0
РД Панчево	14.400,0	4.800,0
РД Сремска Митровица	7.200,0	720,0
РД Суботица	9.000,0	900,0

Број разматраних станица које генеришу отпад: 57

Број постројења за прикупљање отпада (хубова): 8



Слика 10.3: Просторна дистрибуција елемената модела – Варијанта 0

10.4.3. Варијанта 1

У Варијанти 1 је предвиђено отварање постројења за прикупљање отпада у

Сомбору. Ово постројење је планирано стратешким плановима али до његове реализације још увек није дошло. Постројење у Сомбору је изабрано као постројење које се налази на крајњем западу обрађене железничке мреже.

У овој Варијанти број станица и хубова остаје како је дефинисано у општим условима, док је број и карактеристике постројења за третман отпада приказан испод:

Табела 10.8: Постројења за третман отпада – Варијанта 1

Постројење за прихват отпада (регионалне депоније)	Пријемни капацитет (t)	
	неопасни	опасни
РД Кикинда	9.600,0	3.200,0
РД Панчево	14.400,0	4.800,0
РД Сремска Митровица	7.200,0	720,0
РД Суботица	9.000,0	900,0
РД Сомбор	6.600,0	2.200,0

Број разматраних станица које генеришу отпад: 57

Број постројења за прикупљање отпада (хубова): 8



Слика 10.4: Просторна дистрибуција елемената модела – Варијанта 1

10.4.4. Варијанта 2

Варијанта 2, претпоставља активирање постројења за третман отпада у централном делу анализиране мреже, односно у Новом Саду. Отварање овог постројења је предвиђено стратешким и планским документима, али до његове реализације још увек није дошло. Број станица и хубова остаје непромењен, док су број и прихватни капацитети постројења за третман отпада приказани у табели испод:

Табела 10.9: Постојења за третман отпада – Варијанта 2

Постројење за прихват отпада (регионалне депоније)	Пријемни капацитет (t)	
	неопасни	опасни
РД Кикинда	9.600,0	3.200,0
РД Панчево	14.400,0	4.800,0
РД Сремска Митровица	7.200,0	720,0
РД Суботица	9.000,0	900,0
РД Нови Сад	18.000,0	3.200,0

Број разматраних станица које генеришу отпад: 57

Број постројења за прикупљање отпада (хубова): 8



Слика 10.5: Просторна дистрибуција елемената модела – Варијанта 2

10.4.5. Варијанта 3

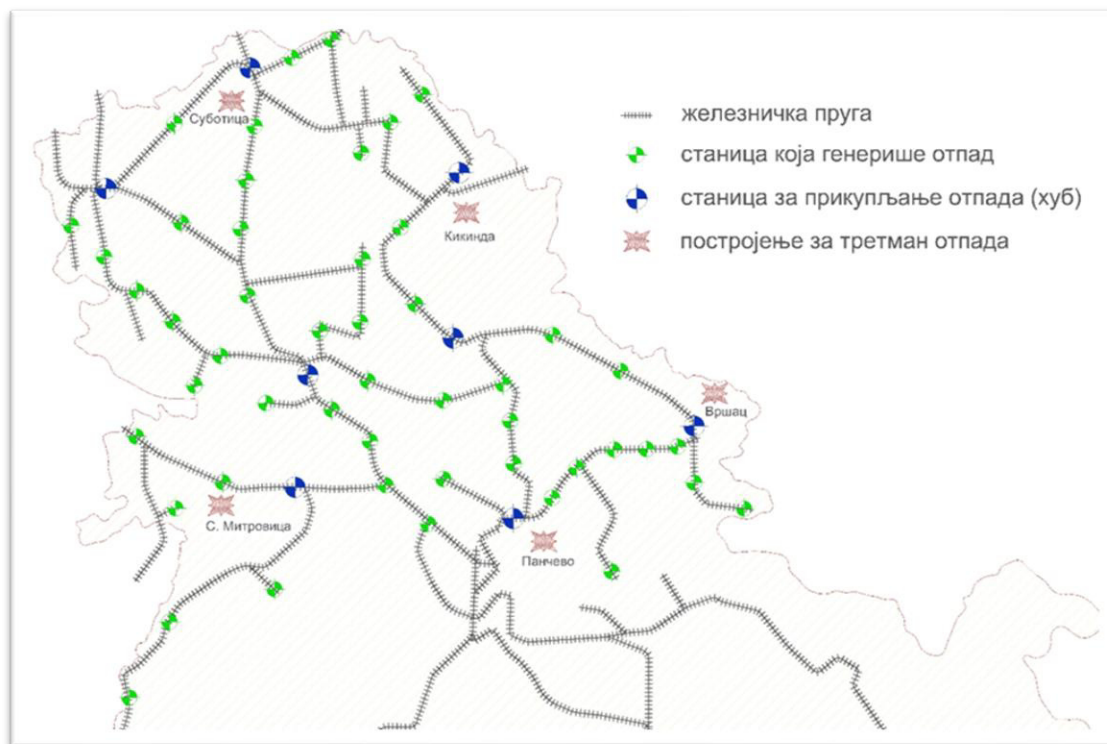
У Варијанти 3 се претпоставља и активирање постројења за третман отпада на крајњем истоку посматране железничке мреже, односно у Вршцу. Предметно постројење је предвиђено стратешким документом, али још увек није урађена планска и техничка документација. Карактеристике постројења за третман отпада анализираних у овој варијанти су приказане у табели испод:

Табела 10.10: Постројења за третман отпада – Варијанта 3

Постројење за прихват отпада (регионалне депоније)	Пријемни капацитет (t)	
	неопасни	опасни
РД Кикинда	9.600,0	3.200,0
РД Панчево	14.400,0	4.800,0
РД Сремска Митровица	7.200,0	720,0
РД Суботица	9.000,0	900,0
РД Вршац	8.400,0	-

Број разматраних станица које генеришу отпад: 57

Број постројења за прикупљање отпада (хубова): 8



Слика 10.6: Просторна дистрибуција елемената модела – Варијанта 3

10.4.6. Варијанта 4

Након дефинисања нових постројења за третман отпада у западном, централном и источном делу посматране железничке мреже, јавила се потреба за анализом потенцијалних комбинација активирања предложених постројења, а све у циљу анализе потенцијалних уштеда и повећања добити како би се оптимизирао целокупан систем управљања отпадом на овом делу железничке мреже.

Тако се у Варијанти 4 разматра поставка са постројењима за третман отпада у Сомбору и Вршцу, као крајњим западним, односно источним постројењима:

Табела 10.11: Постојења за третман отпада – Варијанта 4

Постројење за прихват отпада (регионалне депоније)	Пријемни капацитет (t)	
	неопасни	опасни
РД Кикинда	9.600,0	3.200,0
РД Панчево	14.400,0	4.800,0
РД Сремска Митровица	7.200,0	720,0
РД Суботица	9.000,0	900,0
РД Сомбор	6.600,0	2.200,0
РД Вршац	8.400,0	-

Број разматраних станица које генеришу отпад: 57

Број постројења за прикупљање отпада (хубова): 8



Слика 10.7: Просторна дистрибуција елемената модела – Варијанта 4

10.4.7. Варијанта 5

И коначно, Варијанта 5 представља комбинацију свих елемената система, дефинисаних у општим поставкама, и свих предложених постројења за третман отпада:

Табела 10.12: Постојења за третман отпада – Варијанта 5

Постројење за прихват отпада (регионалне депоније)	Пријемни капацитет (t)	
	неопасни	Опасни
РД Кикинда	9.600,0	3.200,0
РД Панчево	14.400,0	4.800,0
РД Сремска Митровица	7.200,0	720,0
РД Суботица	9.000,0	900,0
РД Сомбор	6.600,0	2.200,0
РД Нови Сад	18.000,0	6.000,0
РД Вршац	8.400,0	н.а.

Број разматраних станица које генеришу отпад: 57

Број постројења за прикупљање отпада (хубова): 8



Слика 10.8: Просторна дистрибуција елемената модела – Варијанта 5

Сумарни приказ свих елемената система, по варијантама, приказан је у табели испод:

Табела 10.13: Сумарни приказ елемената модела по варијантама

Варијанта	бр. станица	бр. "хубова"	бр. постројења
Варијанта "do nothing"	57	0	4
Варијанта 0	57	8	4
Варијанта 1	57	8	5
Варијанта 2	57	8	5
Варијанта 3	57	8	5
Варијанта 4	57	8	6
Варијанта 5	57	8	7

Тестирање модела на основу дефинисаних варијанти и анализа добијених резултата биће представљени у поглављима које следе.

ПОГЛАВЉЕ

11

ДИСКУСИЈА ДОБИЈЕНИХ РЕЗУЛТАТА

11.1. Анализа основних резултата

Модел је тестиран пре свега за два дефинисана сценарија, односно Сценарио 1, односно Варијанту “do nothing”, где се отпад директно одвози од локација и станица које га генеришу до постројења за третман отпада (регионалних депонија), и за Сценарио 2, где је могуће вршити укрупљивање отпада преко станица за сакупљање отпада (хубова). Након тога извршено тестирање и свих осталих варијанти у оквиру Сценарија 1.

Како је модел заснован на принципима целобројног програмирања, решен је помоћу PuLP модула развијеног за програмски језик Python, користећи CPLEX 12.8.0.0 оптимизатор. Добијено време обраде (CPU time) износило је 0,03 секунде коришћењем рачунара са следећим карактеристикама: AMD Athlon(tm) X4 840 Quad Core Processor са 3100 Mhz, 2 Core(s), 4 Logical Processor(s), инсталираних 16 GB RAM меморије и инсталираним Windows 11 Pro оперативним системом.

Резултати модела су показали укупне анализиране трошкове система за управљање отпадом на месечном нивоу од 1.087.003 EUR за Сценарио 1, односно Варијанту “do noting”, уз коришћење четири постојеће регионалне депоније. Дистрибуција генерисаног отпада из железничких станица до постројења за третман отпада, приказана је у табели испод:

Табела 11.1: Резултати модела за Варијанту “do nothing”

станица	генерисани отпад / транспортирани отпад (t)		РД Кикинда	РД Панчево	РД Сремска Митровица	РД Суботица
Станица бр. 1	неопасни	106,44	5,08	31,34	69,48	0,54
	опасни	1,80	×	1,80	0,00	×
Станица бр. 2	неопасни	48,16	×	×	×	48,16
	опасни	20,79	×	×	20,79	×
Станица бр. 3	неопасни	233,86	×	×	220,92	12,94

	опасни	102,79	×	×	102,79	×
Станица бр. 4	неопасни	644,83	592,24	×	×	52,59
	опасни	364,59	×	364,23	0,36	×
Станица бр. 5	неопасни	157,05	×	×	×	157,05
	опасни	24,05	×	24,05	×	×
Станица бр. 6	неопасни	36,67	15,34	19,46	×	1,87
	опасни	-	×	×	×	×
Станица бр. 7	неопасни	106,95	×	×	×	106,95
	опасни	0,20	0,20	×	×	×
Станица бр. 8	неопасни	80,28	×	79,57	×	0,71
	опасни	0,15	×	0,15	×	×
Станица бр. 9	неопасни	18,41	0,20	×	×	18,21
	опасни	39,18	39,18	×	×	×
Станица бр. 10	неопасни	402,96	×	×	402,66	0,30
	опасни	6,76	×	×	6,76	×
Станица бр. 11	неопасни	283,82	97,10	×	168,64	18,08
	опасни	4,85	×	4,81	0,04	×
Станица бр. 12	неопасни	21,42	4,18	16,52	×	0,72
	опасни	0,15	×	0,13	0,02	×
Станица бр. 13	неопасни	354,76	×	×	352,95	1,81
	опасни	6,02	×	×	6,02	×
Станица бр. 14	неопасни	48,16	×	×	×	48,16
	опасни	20,79	×	×	20,79	×
Станица бр. 15	неопасни	3,09	×	×	×	3,09
	опасни	1,67	1,67	×	×	×
Станица бр. 16	неопасни	874,73	×	874,53	×	0,20
	опасни	-	×	×	×	×
Станица бр. 17	неопасни	17,13	16,81	×	×	0,32
	опасни	1,61	×	1,61	×	×
Станица бр. 18	неопасни	0,85	×	×	×	0,85
	опасни	0,41	×	×	0,41	×
Станица бр. 19	неопасни	451,38	414,57	×	×	36,81
	опасни	255,21	254,96	×	0,25	×
Станица бр. 20	неопасни	425,73	×	×	423,55	2,18
	опасни	9,84	×	7,21	2,63	×
Станица бр. 21	неопасни	6,75	×	6,70	×	0,05
	опасни	-	×	×	×	×
Станица бр. 22	неопасни	39,59	×	×	0,72	38,87
	опасни	98,20	×	×	98,20	×
Станица бр. 23	неопасни	553,06	548,17	×	×	4,89
	опасни	1,24	1,04	×	0,20	×
Станица бр. 24	неопасни	24,45	10,22	12,98	×	1,25

	опасни	-	×	×	×	×
Станица бр. 25	неопасни	32,11	×	×	×	32,11
	опасни	13,86	×	×	13,86	×
Станица бр. 26	неопасни	22,02	×	×	21,46	0,56
	опасни	1,28	×	×	1,28	×
Станица бр. 27	неопасни	515,87	473,79	×	×	42,08
	опасни	291,67	×	291,38	0,29	×
Станица бр. 28	неопасни	3,12	×	3,12	×	×
	опасни	-	×	×	×	×
Станица бр. 29	неопасни	151,64	150,30	×	×	1,34
	опасни	0,29	×	0,29	×	×
Станица бр. 30	неопасни	1.490,05	×	×	1395,14	94,91
	опасни	29,39	×	×	29,39	×
Станица бр. 31	неопасни	22,47	×	×	×	22,47
	опасни	9,70	×	×	9,70	×
Станица бр. 32	неопасни	56,92	23,04	31,73	×	2,15
	опасни	3,31	×	3,31	×	×
Станица бр. 33	неопасни	29,34	×	15,57	12,27	1,50
	опасни	-	×	×	×	×
Станица бр. 34	неопасни	257,93	×	×	×	257,93
	опасни	145,83	145,69	×	0,14	×
Станица бр. 35	неопасни	154,01	×	81,74	64,41	7,86
	опасни	0,07	×	×	0,07	×
Станица бр. 36	неопасни	97,12	×	×	94,67	2,45
	опасни	5,63	×	×	5,63	×
Станица бр. 37	неопасни	70,95	×	20,89	45,54	4,52
	опасни	1,20	×	1,20	×	×
Станица бр. 38	неопасни	102,10	×	×	97,84	4,26
	опасни	229,97	×	×	229,97	×
Станица бр. 39	неопасни	1.095,31	1095,31	×	×	×
	опасни	23,09	×	23,09	×	×
Станица бр. 40	неопасни	773,79	710,68	×	×	63,11
	опасни	437,51	437,08	×	0,43	×
Станица бр. 41	неопасни	69,55	×	×	33,80	35,75
	опасни	1,79	×	×	1,79	×
Станица бр. 42	неопасни	170,18	×	×	×	170,18
	опасни	73,45	×	×	73,45	×
Станица бр. 43	неопасни	73,37	×	×	45,75	27,62
	опасни	42,51	×	×	42,51	×
Станица бр. 44	неопасни	10,36	×	×	10,10	0,26
	опасни	0,60	×	×	0,60	×
Станица бр. 45	неопасни	1.051,13	×	×	1050,96	0,17
	опасни	96,98	×	96,98	×	×
Станица бр. 46	неопасни	186,18	×	22,38	163,80	×

	опасни	-	×	×	×	×
Станица бр. 47	неопасни	3.482,06	×	×	×	3482,06
	опасни	1.968,77	240,18	492,32	921,27	315,00
Станица бр. 48	неопасни	106,44	31,34	×	68,32	6,78
	опасни	1,80	×	×	1,80	×
Станица бр. 49	неопасни	78,45	×	77,19	×	1,26
	опасни	164,77	×	164,77	×	×
Станица бр. 50	неопасни	25,71	5,01	19,83	×	0,87
	опасни	0,18	×	0,16	0,02	×
Станица бр. 51	неопасни	23,57	4,60	18,17	×	0,80
	опасни	0,16	×	0,14	0,02	×
Станица бр. 52	неопасни	21,43	×	20,89	×	0,54
	опасни	-	×	×	×	×
Станица бр. 53	неопасни	532,16	25,37	×	316,21	190,58
	опасни	10,51	×	9,02	1,49	×
Станица бр. 54	неопасни	143,53	27,99	110,69	×	4,85
	опасни	0,98	×	0,87	0,11	×
Станица бр. 55	неопасни	177,39	52,23	×	113,86	11,30
	опасни	3,02	×	3,01	0,01	×
Станица бр. 56	неопасни	322,42	271,49	×	×	50,93
	опасни	182,30	×	182,12	0,18	×
Станица бр. 57	неопасни	78,03	76,56	×	×	1,47
	опасни	7,35	×	7,35	×	×

У случају Сценарија 2, анализирано је више варијанти, чији су сумарни резултати по питању остварених трошкова приказани у табели 11.2, а дистрибуиране количине отпада између станица које генеришу отпад, станица које прикупљају отпад (хубова) и постројења за прихват и третман отпада (депонија) у прилогу 10:

Табела 11.2: Сумарни резултати за Сценарио 1 и Сценарио 2

Варијанта	трошкови транспорта (EUR)
Сценарио 1	
Варијанта "do nothing"	1.087.003
Сценарио 2	
Варијанта 0	778.030
Варијанта 1	671.003
Варијанта 2	621.315
Варијанта 3	680.273
Варијанта 4	673.885
Варијанта 5	663.015

Из анализе остварених трошкова система по варијантама, закључује се да је Сценарио 1, односно Варијанта “do nothing” неповољнија од свих варијанти у оквиру Сценарио 2, те се за даљу анализу кандидују само варијанте овог сценарија.

Варијанте из Сценарија 2 на различите начине оптимизују дистрибуцију генерисаног отпада, активирањем хубова или директним транспортом отпада до депонија, што се може видети из табела које следе:

Табела 11.3: Дистрибуција отпада у Варијанти 0

станица	Расподела отпада - Варијанта 0											
	станица за прикупљање отпада "хуб"							постројење за прераду отпада				
	Кикинда	Нови Сад	Панчево	Рума	Сомбор	Суботица	Вршац	Зрењанин	Кикинда	Панчево	С. Митровица	Суботица
станица 1	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗
станица 2	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓
станица 3	✗	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗
станица 4	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✓	✗
станица 5	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓
станица 6	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗
станица 7	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓
станица 8	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗
станица 9	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓
станица 10	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗
станица 11	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✓
станица 12	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗
станица 13	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✗
станица 14	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓
станица 15	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✓
станица 16	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗
станица 17	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗
станица 18	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✓
станица 19	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✓
станица 20	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗
станица 21	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗
станица 22	✗	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✓
станица 23	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓
станица 24	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗
станица 25	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓
станица 26	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✗
станица 27	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✓
станица 28	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗
станица 29	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✓
станица 30	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓
станица 31	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓
станица 32	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗
станица 33	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗
станица 34	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✓
станица 35	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗
станица 36	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗
станица 37	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗
станица 38	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗
станица 39	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗
станица 40	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗
станица 41	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗
станица 42	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓
станица 43	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✗
станица 44	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✗
станица 45	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✗
станица 46	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✗
станица 47	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓
станица 48	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✗
станица 49	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✓	✗
станица 50	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗
станица 51	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗
станица 52	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗
станица 53	✗	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✓
станица 54	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗
станица 55	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗
станица 56	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✓
станица 57	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗

Табела 11.4: Дистрибуција отпада у Варијанти 1

Расподела отпада - Варијанта 1													
станица	станица за прикупљање отпада "хуб"								постројење за прераду отпада				
	Кикинда	Нови Сад	Панчево	Рума	Сомбор	Суботица	Вршац	Зрењанин	Кикинда	Панчево	С. Митровица	Сомбор	Суботица
станица 1	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗
станица 2	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
станица 3	✗	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗
станица 4	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓
станица 5	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓
станица 6	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗
станица 7	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓
станица 8	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗
станица 9	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓
станица 10	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗
станица 11	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✓
станица 12	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗
станица 13	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗
станица 14	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
станица 15	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓
станица 16	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗
станица 17	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗
станица 18	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✓
станица 19	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓
станица 20	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗
станица 21	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗
станица 22	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓
станица 23	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓
станица 24	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗
станица 25	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
станица 26	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗
станица 27	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓
станица 28	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗
станица 29	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✓
станица 30	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗
станица 31	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
станица 32	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗
станица 33	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗
станица 34	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓
станица 35	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗
станица 36	✗	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✗	✗
станица 37	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✗	✗
станица 38	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗
станица 39	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗
станица 40	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓
станица 41	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗
станица 42	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
станица 43	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗
станица 44	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗
станица 45	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗
станица 46	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗
станица 47	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓
станица 48	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✓
станица 49	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗
станица 50	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗
станица 51	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗
станица 52	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗
станица 53	✗	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗
станица 54	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗
станица 55	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗
станица 56	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓
станица 57	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗

Табела 11.5: Дистрибуција отпада у Варијанти 2

Расподела отпада - Варијанта 2														
станица	станица за прикупљање отпада "хуб"								постројење за прераду отпада					
	Киkinda	Нови Сад	Панчево	Рума	Сомбор	Суботица	Вршац	Зрењанин	Киkinda	Нови Сад	Панчево	С. Митровица	Суботица	
станица 1	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	
станица 2	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	
станица 3	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	
станица 4	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✓	
станица 5	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✓	
станица 6	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	
станица 7	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	
станица 8	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	
станица 9	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	
станица 10	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	
станица 11	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✓	
станица 12	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✗	
станица 13	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗	
станица 14	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	
станица 15	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	
станица 16	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✓	✗	✗	
станица 17	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗	
станица 18	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗	
станица 19	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	
станица 20	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✗	
станица 21	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	
станица 22	✗	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	
станица 23	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	
станица 24	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✓	✗	✗	
станица 25	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	
станица 26	✗	✗	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	
станица 27	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✓	
станица 28	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	
станица 29	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	
станица 30	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗	
станица 31	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	
станица 32	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✓	✗	✗	
станица 33	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	
станица 34	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✓	
станица 35	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	
станица 36	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗	
станица 37	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗	
станица 38	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	
станица 39	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	
станица 40	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✓	
станица 41	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	
станица 42	✗	✗	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	
станица 43	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗	
станица 44	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗	
станица 45	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✗	
станица 46	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	
станица 47	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✓	
станица 48	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗	
станица 49	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	
станица 50	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✗	
станица 51	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✗	
станица 52	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	
станица 53	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✓	
станица 54	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✗	
станица 55	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗	
станица 56	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✓	
станица 57	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	

Табела 11.6: Дистрибуција отпада у Варијанти 3

станица	Расподела отпада - Варијанта 3													
	станица за прикупљање отпада "хуб"								постројење за прераду отпада					
	Киkinda	Нови Сад	Панчево	Рума	Сомбор	Суботица	Вршац	Зрењанин	Киkinda	Панчево	С. Митров	Суботица	Вршац	
станица 1	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✓	
станица 2	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	
станица 3	✗	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	
станица 4	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	
станица 5	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	
станица 6	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✓	
станица 7	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	
станица 8	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	
станица 9	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	
станица 10	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	
станица 11	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✗	
станица 12	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✓	
станица 13	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✗	
станица 14	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	
станица 15	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	
станица 16	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	
станица 17	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	
станица 18	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✓	✗	
станица 19	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	
станица 20	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✗	
станица 21	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	
станица 22	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✗	
станица 23	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	
станица 24	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗	
станица 25	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	
станица 26	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	
станица 27	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	
станица 28	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	
станица 29	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✗	
станица 30	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✗	
станица 31	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	
станица 32	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗	
станица 33	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	
станица 34	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	
станица 35	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗	
станица 36	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✗	✗	
станица 37	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✗	✗	
станица 38	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	
станица 39	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	
станица 40	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	
станица 41	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	
станица 42	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	
станица 43	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	
станица 44	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	
станица 45	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	
станица 46	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	
станица 47	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	
станица 48	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✗	
станица 49	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗	
станица 50	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✓	
станица 51	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✓	
станица 52	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	
станица 53	✗	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗	
станица 54	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✓	
станица 55	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✗	✗	
станица 56	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	
станица 57	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	

Табела 11.7: Дистрибуција отпада у Варијанти 4

Расподела отпада - Варијанта 4														
станица	станица за прикупљање отпада "хуб"								постројење за прераду отпада					
	Кикинда	Нови Сад	Панчево	Рума	Сомбор	Суботица	Вршац	Зрењанин	Кикинда	Панчево	С. Митров	Сомбор	Суботица	Вршац
станица 1	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓
станица 2	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗
станица 3	✗	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗
станица 4	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✓	✗
станица 5	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗
станица 6	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓
станица 7	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗
станица 8	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗
станица 9	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗
станица 10	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗
станица 11	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✗
станица 12	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓
станица 13	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗
станица 14	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗
станица 15	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗
станица 16	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗
станица 17	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗
станица 18	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✓	✗
станица 19	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗
станица 20	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✗
станица 21	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗
станица 22	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗
станица 23	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗
станица 24	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗
станица 25	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗
станица 26	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗
станица 27	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗
станица 28	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗
станица 29	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✗
станица 30	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗
станица 31	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗
станица 32	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗
станица 33	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗
станица 34	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗
станица 35	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗
станица 36	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✗
станица 37	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗
станица 38	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗
станица 39	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗
станица 40	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗
станица 41	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗
станица 42	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗
станица 43	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗
станица 44	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗
станица 45	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗
станица 46	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗
станица 47	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗
станица 48	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✗
станица 49	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗
станица 50	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓
станица 51	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓
станица 52	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗
станица 53	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✗
станица 54	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓
станица 55	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗
станица 56	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗
станица 57	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗

Табела 11.8: Дистрибуција отпада у Варијанти 5

станица	Расподела отпада - Варијанта 5															
	станица за прикупљање отпада "хуб"								постројење за прераду отпада							
	Киkinda	Нови Сад	Панчево	Рума	Сомбор	Суботица	Вршац	Зрењанин	Киkinda	Нови Сад	Панчево	С. Митровица	Сомбор	Суботица	Вршац	
станица 1	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	
станица 2	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	
станица 3	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	
станица 4	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	
станица 5	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	
станица 6	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	
станица 7	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	
станица 8	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	
станица 9	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	
станица 10	✗	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	
станица 11	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✗	
станица 12	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	
станица 13	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	
станица 14	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	
станица 15	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	
станица 16	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	
станица 17	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	
станица 18	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	
станица 19	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	
станица 20	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗	
станица 21	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	
станица 22	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	
станица 23	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	
станица 24	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	
станица 25	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	
станица 26	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	
станица 27	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	
станица 28	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	
станица 29	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	
станица 30	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗	
станица 31	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	
станица 32	✗	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	
станица 33	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	
станица 34	✗	✗	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	
станица 35	✗	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	
станица 36	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗	
станица 37	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	
станица 38	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	
станица 39	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	
станица 40	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	
станица 41	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	
станица 42	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	
станица 43	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	
станица 44	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	
станица 45	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	
станица 46	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	
станица 47	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	
станица 48	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	
станица 49	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	
станица 50	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	
станица 51	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	
станица 52	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	
станица 53	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	
станица 54	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	
станица 55	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	
станица 56	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	
станица 57	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	

Количина отпада, односно проценат која се процесуира на овај начин, тј. преко станица за прикупљање отпада по варијантама (хубова), приказан је у табели испод:

Табела 11.9: Процентуални однос третираног отпада преко хубова

варијанта	количина директно отпремљеног отпада				количина отпремљеног отпада преко хубова			
	неопасни		опасни		неопасни		опасни	
	t	%	t	%	t	%	t	%
Варијанта 0	4.058,74	32,48%	6.778,62	79,00%	8.435,85	67,52%	1.802,30	21,00%
Варијанта 1	3.197,06	25,59%	6.052,29	70,53%	9.297,53	74,41%	2.528,63	29,47%
Варијанта 2	5.545,83	44,39%	6.763,62	78,82%	6.948,76	55,61%	1.817,30	21,18%
Варијанта 3	4.055,91	32,46%	6.010,16	70,04%	8.438,68	67,54%	2.570,76	29,96%
Варијанта 4	2.278,13	18,23%	6.579,25	76,67%	10.216,46	81,77%	2.001,67	23,33%
Варијанта 5	6.526,07	52,23%	6.683,56	77,89%	5.968,52	47,77%	1.897,36	22,11%

Количина отпремљеног опасног и неопасног отпада преко станица за прикупљање и складиштење отпада (хубова) по варијантама, је приказана на графицима испод:

График 11.1: Количина неопасног отпада третираног преко хубова

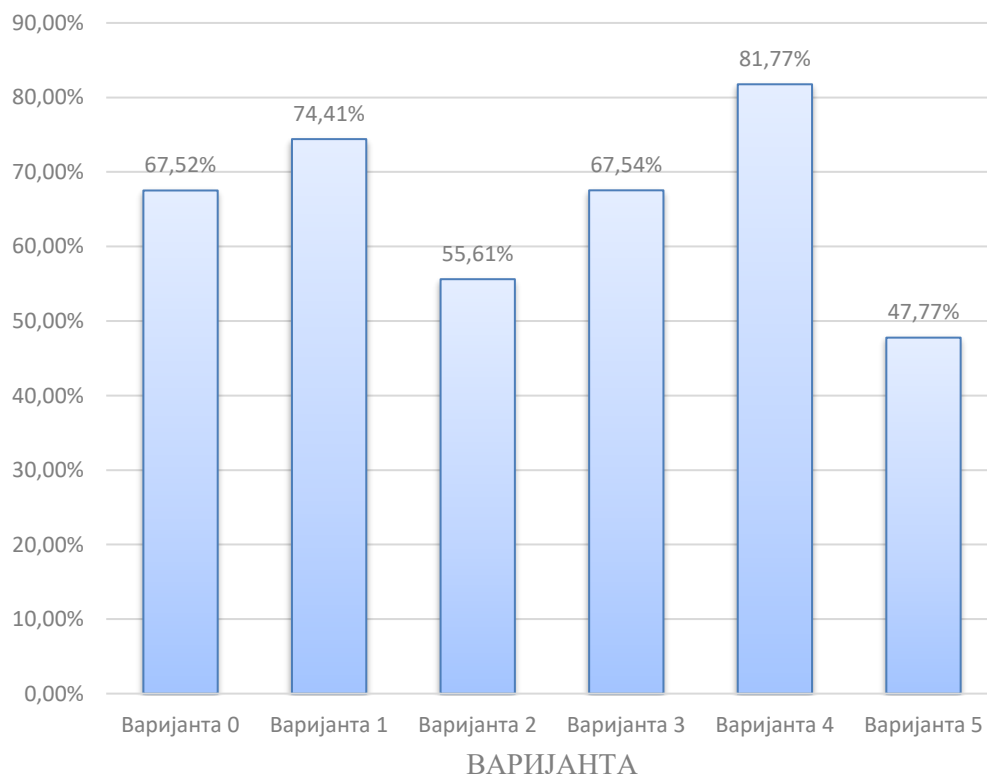
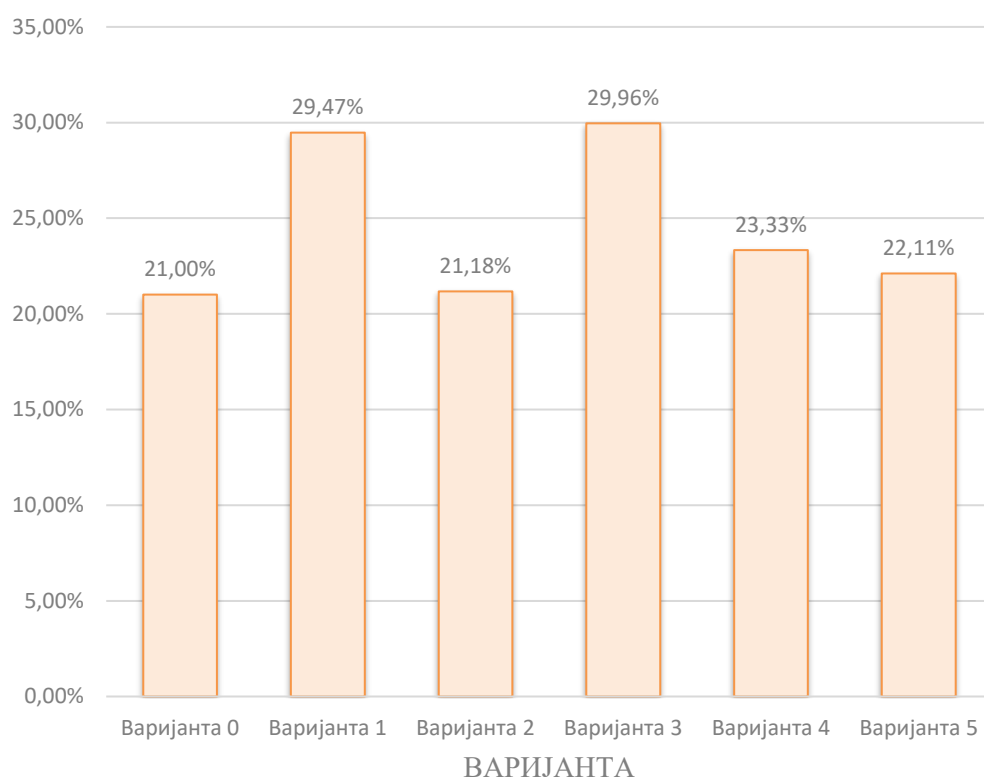


График 11.2: Количина опасног отпада третираног преко хубова



Свака варијанта претпоставља коришћење одређених постројења за одлагање и третман отпада, како је дефинисано у поглављу 10, док је активација постројења за прихват отпада (хубова) различита за сваку варијанту и креће се од 47,77% - 81,77% када је у питању неопасан отпад, односно 21,00% - 29,96% када је у питању опасан отпад.

Детаљнијом анализом резултата је могуће идентификовати одређена постројења за прихват и складиштење отпада на мрежи (хубове) у које се шаљу мале количине отпада, што би могло довести до елиминације ових постројења из модела и пренамену самих објеката, који би се могли користити у друге сврхе или продати, односно изнајмити трећим лицима.

Поред смањења укупних трошкова система за управљање отпадом, фиксних и транспортних, веома важан задатак дефинисаног модела је и оптимизација пређених тонских километара отпада, што је у директној вези са потрошњом горива и употребом превозних средстава, као и минимизација емисије гасова стаклене баште, пре свих CO₂, који настаје у току транспортног процеса.

На основу резултата модела за различите варијанте, број остварених тонских километара (tkm) је представљен у табели испод.

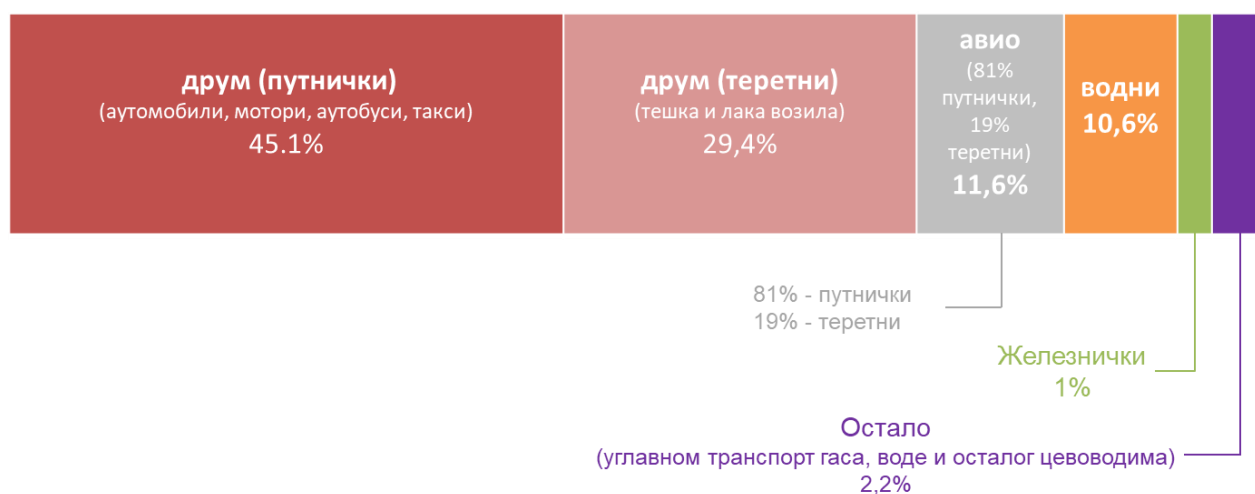
Табела 11.10: Остварени тонски километри по варијантама

Варијанта	tkm - друм	tkm - железница	укупно
Варијанта 0	2.240.903	640.985	2.881.888
Варијанта 1	2.140.649	634.154	2.774.803
Варијанта 2	1.893.963	486.111	2.380.074
Варијанта 3	3.120.023	671.781	3.791.804
Варијанта 4	2.339.423	671.841	3.011.264
Варијанта 5	1.906.585	428.818	2.335.403

Када говоримо о емисији CO₂ у току транспортног процеса, мора се напоменути да је ова тема веома широка и да заслужује анализу у виду посебног истраживања. Стога ће се у циљу анализе добијених резултата тестираног модела, овој теми прићи са генералног аспекта, узимајући у обзир податке до којих се дошло у оквиру других научних радова и студија.

Општи закључак свеобухватних истраживања у области емисије гасова стаклене баште, где CO₂ има доминантну улогу, је да више од једне четвртине (25% - 27%) глобалне емисије, која се процењује на 9 билиона тона годишње, долази из сектора транспорта. У оквиру транспортног сектора, друмски саобраћај је препознат као најдоминантнији са око 45% учешћа у емисији CO₂, док је железнички саобраћај са веома ниским процентом учешћа (графикон испод).

График 11.3: Учесће у емисији CO₂ по видовима транспорта



извор (OurWorldInData.org)

Студија урађена 2021. године (Pierre-Louis Ragon, Felipe Rodríguez, 2021), показала да потрошња горива камиона варира од 24 l/100 km до 33 l/100 km, у зависности од типа и старости возила, док емисија CO₂ варира још више и креће се у распону од:

- 307 gr/t-km за градска/лака теретна возила; и
- 57 gr/t-km за тешка теретна возила.

Када се говори о просечној емисији CO₂ коју емитује одређено возило, у обзир се морају узети разноврсне информације као што су: година производње возила, модел возила, број осовина, тип мотора, просечна потрошња горива, тип горива, просечна оптерећеност возила, доминантна подлога по којој се возило креће, итд.

На основу бројних студија и статистичких извештаја о емисијама гасова стаклене баште, за потребе докторске дисертације се усвајају просечне вредности емисије CO₂ по видовима транспорта за превоз терета (Tree-Nation, 2020), као што следи⁴:

Табела 11.11: Емисија CO₂ по видовима транспорта

Вид транспорта	Растојање (km)	Тежина (t)	Емисија CO ₂
водни	1 km	1 t	25gr CO ₂
железнички	1 km	1 t	65gr CO ₂
друмски	1 km	1 t	105gr CO ₂
авио	1 km	1 t	500gr CO ₂

Имајући у виду горе наведено, као и број остварених тонских километара по видовима транспорта, вредност емисије CO₂ за сваку варијанту је приказана испод:

Табела 11.12: Остварена емисија CO₂ по варијантама

Варијанта	Варијанта 0	Варијанта 1	Варијанта 2	Варијанта 3	Варијанта 4	Варијанта 5
Емисија CO ₂ (t)	276,96	265,99	230,46	371,27	289,31	228,06

Имајући у виду да ни једна Варијанта у оквиру Сценарија 2 није доминантна по различитим критеријумима (цена, t-km, емисија CO₂, итд.), приступило се изради вишекритеријумске анализе у циљу дефинисања најбољег решења.

⁴ Европска комисија је усвојила план кроз израду “Стратегије за одрживу и паметну мобилност” и дала препоруку да се емисија CO₂ за тешка теретна возила смањи за 15% до краја 2025. године и за 30% до краја 2030. године. Одређивање емисије CO₂ је уређено директивама EU 2017/2400, EU 2018/956, EU 2019/1242.

11.2. Вишекритеријумска анализа

Имајући у виду да је Сценарио 2 који подразумева употребу станица за прикупљање отпада финансијски значајно прихватљивији од Сценарија 1, поставља се питање која од шест варијанти у оквиру тог Сценарија је оптимална, узимајући у обзир вишеструке аспекте.

Циљ вишекритеријумске анализе (ВКА) је свеобухватно сагледавање свих критеријума (финансијски, оперативни, социјални и еколошки), који су од важности приликом доношења одлуке о концепцији система управљања отпадом на железници.

За потребе анализе су дефинисани следећи главни критеријуми:

- усаглашеност: са стандардима и државним развојним стратегијама и плановима;
- финансије: по питању инвестиције и трошкова одржавања постројења;
- капацитет: по питању искоришћености прихватних капацитета постројења;
- технологије рада: по питању опремљености постројења потребним ресурсима за третман посебних врста отпада;
- утицај на животну средину: по питању емисије гасова стаклене баште и заузетости простора за изградњу постројења;
- социјални (друштвени) утицај: по питању потенцијалног расељавања људи и рушења објеката;
- безбедност: по питању транспорта, пре свега опасних врста отпада; и
- ризици: по питању процедура израде планских докумената, пројектовања, одобрења, експропријације, изградње, итд.

На основу стратешког опредељења и дефинисаних главних критеријума, предложена је листа подкритеријума за разматрање. Циљ дефинисања подкритеријума је да се одреде и представе значајније разлике по питању њиховог утицаја за сваку варијанту и елиминишу они који имају исти утицај за све варијанте.

Табела 11.13:Листа предложених главних критеријума и подкритеријума

Гл. Крит.	Подкритеријум	Очекивани утицај	Коментар
Усаглашеност	Усаглашеност са релевантним међународним стандардима (TSI)	Без утицаја, иста вредност треба бити додељена свакој варијанти	Све варијанте се морају пројектовати у складу са стандардима
	Усаглашеност са техничким захтевима и домаћим стандардима	Без утицаја, иста вредност треба бити додељена свакој варијанти	Све варијанте се морају пројектовати у складу са стандардима
	Усаглашеност са развојним плановима ИЖС-а	Без утицаја, иста вредност треба бити додељена свакој варијанти	Број и локација постројења за прикупљање отпада је исти у свакој варијанти
	Усаглашеност са Стратегијом управљања отпада, Акционим планом и Програмом управљања отпадом у РС	Делимичан, одређене разлике се очекују међу варијантама	Поједина постројења за прихват и третман отпада по варијантама нису у складу са Стратегијом
	Усаглашеност са релевантним планским и урбанистичким документима	Велики утицај је препознат	Одређена постројења за прихват и третман отпада у варијантама не поседују планску и/или урбанистичку документацију
Финансије	Одређена вредност транспортних трошкова	Велики утицај је препознат	Постоје разлике у свакој варијанти
	Процењена вредност трошкова инвестиције за постројење	Велики утицај је препознат	Постоје разлике у свакој варијанти
	Процењена вредност оперативних трошкова	Велики утицај је препознат	Постоје разлике у свакој варијанти
	Процењена вредност трошкова за хубове	Без утицаја, иста вредност треба бити додељена свакој варијанти	Исти број постројења за прихват и третман отпада је у свакој варијанти
Капацитет	Капацитет постројења за прикупљање отпада (хубова)	Без утицаја, иста вредност треба бити додељена свакој варијанти	Иста постројења за прихват и третман отпада су у свакој варијанти
	Степен искоришћености капацитета хубова	Делимичан, одређене разлике се очекују међу варијантама	Искоришћеност прихватних капацитета је различита по варијантама
	Капацитет постројења за прихват и третман отпада (депонија)	Без утицаја, иста вредност треба бити додељена свакој варијанти	Постројења за прихват и третман отпада превазилазе количине генерисаног отпада
	Капацитет превозних средстава (железнички и друмски)	Делимичан, одређене разлике се очекују међу варијантама	Број извршених превоза отпада је различит по варијантама
Тех. нол. аспекти	Опремљеност постројења за прикупљање отпада (хубова)	Без утицаја, иста вредност треба бити додељена свакој варијанти	Разматрају се иста постројења за прикупљање отпада

	Опремљеност постројења за прихват и третман отпада (депонија)	Делимичан, одређене разлике се очекују међу варијантама	Одређена постројења за прихват и третман отпада у варијантама не поседују све потребне ресурсе
	Потреба за новим средствима или ресурсима у хубовима и депонијама	Делимичан, одређене разлике се очекују међу варијантама	Одређена постројења за прихват и третман отпада у варијантама не поседују све потребне ресурсе
Утицај на животну средину	Утицај на биодиверзитет и заштићена подручја	Делимичан, одређене разлике се очекују међу варијантама	Одређена постројења за прихват и третман отпада у варијантама захтевају нове површине
	Емисија гасова стаклене баште	Велики утицај је препознат	Постоје разлике у свакој варијанти
	Утицај буке и вибрација на становништво	Велики утицај је препознат	Постоје разлике у свакој варијанти
Друштвен и утицај	Расељавање и рушење објеката	Делимичан, одређене разлике се очекују међу варијантама	Одређена постројења за прихват и третман отпада у варијантама захтевају нове површине
	Смањење броја превоза отпада друмским саобраћајем	Велики утицај је препознат	Постоје разлике у свакој варијанти
Безбедност	Број релација за превоз отпада	Велики утицај је препознат	Постоје разлике у свакој варијанти
	Вероватноћа повећање броја саобраћајних незгода	Велики утицај је препознат	Број релација за превоз отпада је различит за сваку варијанту и у директној вези са вероватноћом дешавања саобраћајне незгоде
	Дефинисање релација за превоз опасног терета	Без утицаја, иста вредност треба бити додељена свакој варијанти	Руте превоза опасног терета ће бити исте за сваку варијанту
	Оспособљеност возача и радника за руковање отпадом	Без утицаја, иста вредност треба бити додељена свакој варијанти	У свакој варијанти ће исти возачи и радници бити претпостављени по варијантама
Ризици	Постојање планске и техничке документације	Делимичан, одређене разлике се очекују међу варијантама	Поједина постројења за прихват и третман отпада по варијантама немају плански и техничку документацију
	Време потребно за изградњу постројења за прикупљање отпада	Без утицаја, иста вредност треба бити додељена свакој варијанти	Користе се иста постројења за прикупљање отпада
	Време потребно за изградњу постројења	Велики утицај је препознат	Постоје разлике у свакој варијанти
	Вероватноћа кашњења у изградњи	Делимичан, одређене разлике се очекују међу варијантама	Могуће су разлике по варијантама имајући у виду све претходне радове по варијантама

Иницијални тежински фактори за главне критеријуме су предложени на основу експертске процене и искустава са разних пројеката из области железничког саобраћаја код нас и у окружењу.

Табела 11.14: Иницијални тежински фактори за главне критеријуме

Главни критеријум	Иницијални тежински фактор (%)
Усаглашеност	6%
Финансије	23%
Капацитет	12%
Технологија	10%
Утицај на животну средину	21%
Друштвени утицај	13%
Безбедност	10%
Ризици	5%

Након елиминације подкритеријума који немају утицај, или имају подједнаки утицај на све варијанте, дефинисани су тежински фактори за подкритеријуме. Релативни тежински фактори су такође дефинисани за сваки подкритеријум, као производ тежинског фактора главног критеријума којем припада одређени подкритеријум и тежинског фактора самог подкритеријума.

Табела 11.15: Тежински фактори за одабране подкритеријуме

Главни критеријум	Тежински фактор главног критеријума	Подкритеријум	Тежински фактор подкритеријума	Релативни тежински фактор подкритеријума
Усаглашеност	6%	Усаглашеност са Стратегијом управљања отпада, Акционим планом и Програмом управљања отпадом у РС	37%	2,22%
		Усаглашеност са релевантним планским и урбанистичким документима	63%	3,78%
Финансије	23%	Израчуната вредност транспортних трошкова	45%	10,35%
		Процењена вредност трошкова инвестиције за постројење	32%	7,36%
		Процењена вредност оперативних трошкова и трошкова одржавања	23%	5,29%

Капацитет	12%	Степен искоришћености капацитета хубова	65%	7,80%
		Капацитет превозних средстава (железнички и друмски)	35%	4,20%
Технологија	10%	Опремљеност постројења за прихват и третман отпада (депонија)	58%	5,80%
		Потреба за новим средствима или ресурсима у хубовима и депонијама	42%	4,20%
Утицај на животну средину	21%	Утицај на биодиверзитет и заштићена подручја	23%	4,83%
		Емисија гасова стаклене баште	48%	10,08%
		Утицај буке и вибрација на становништво	29%	6,09%
Друштвени утицај	13%	Расељавање и рушење објеката	38%	4,94%
		Смањење броја превоза отпада друмским саобраћајем	62%	8,06%
Безбедност	10%	Број релација за превоз отпада	57%	5,70%
		Вероватноћа повећање броја саобраћајних незгода	43%	4,30%
Ризици	5%	Постојање планске и техничке документације	31%	1,55%
		Време потребно за изградњу постројења за прихват и третман отпада	44%	2,20%
		Вероватноћа кашњења у изградњи	25%	1,25%

Одређивање нумеричких вредности за сваки изабрани подкритеријум је засновано на типу подкритеријума и основним принципима, дефинисаним у табели испод.

Табела 11.16: Тип подкритеријума и принципи одређивања вредности

Подкритеријум	Тип подкритер.	Принцип одређивања вредности
Усаглашеност са Стратегијом управљања отпада, Акционим планом и Програмом управљања отпадом у РС	бенефит	Анализа постојећих докумената
Усаглашеност са релевантним планским и урбанистичким документима	бенефит	Анализа постојећих докумената
Израчуната вредност транспортних трошкова	трошак	Узето из модела за сваку варијанту и прорачунату у складу са документом Европске Комисије: "Handbook on the external costs of transport"

Процењена вредност трошкова инвестиције за постројење	трошак	Узето из техничке документације уколико постоји или процењено на основу сличних примера
Процењена вредност оперативних трошкова и трошкова одржавања	трошак	Претпостављено као 23% од инвестиционих трошкова
Степен искоришћености капацитета хубова	бенефит	Дефинисано на основу модела и количине отпада који иде ка сваком хубу у свакој варијанти
Капацитет превозних средстава (железнички и друмски)	бенефит	Анализа коришћених превозних средстава
Опремљеност постројења за прихват и третман отпада (депонија)	трошак	Анализа постојећих постројења и планске/техничке документација за планирана постројења
Потреба за новим средствима или ресурсима у хубовима и депонијама	трошак	Урађена "gap" анализа за свако постројење
Утицај на биодиверзитет и заштићена подручја	трошак	Анализа локација планираних постројења за прихват и третман отпада
Емисија гасова стаклене баште	трошак	Дефинисана кроз модел као производ tkm и емисије CO ₂ за друмска (тешка и лака) и железничка (електро и дизел) возила
Утицај буке и вибрација на становништво	трошак	Дефинисано кроз модел у виду броја превоза и емисије буке за меродавно возило
Расељавање и рушење објеката	трошак	Анализа планске/техничке документација за планирана постројења
Смањење броја превоза отпада друмским саобраћајем	бенефит	Анализа броја превоза друмским возилима за сваку варијанту
Број релација за превоз отпада	трошак	Анализа броја превоза друмским возилима за сваку варијанту
Вероватноћа повећање броја саобраћајних незгода	трошак	Анализа броја превоза друмским возилима за сваку варијанту
Постојање планске и техничке документације	бенефит	Анализа постојећих докумената
Време потребно за изградњу постројења за прихват и третман отпада	трошак	Број и врста планираних постројења по варијантама
Вероватноћа кашњења у изградњи	трошак	Број и врста планираних постројења по варијантама

Након додатне анализе ових 19 подкритеријума је утврђено да су поједини подкритеријуми у директној вези једни са другима, док су други исте природе и типа, што је довело до додатне редукције листе подкритеријума у смислу њиховог обједињавања, како би се у ВКА користили само они меродавни, односно они који имају значајан различити утицај по сваку варијанту.

Финална листа подкритеријума 11 подкритеријума, са релативним тежинским факторима, је приказана у табели испод:

Табела 11.17: Финална листа изабраних подкритеријума

Главни критеријум	Ознака	Подкритеријум	Тип подкритер.	Релативни тежински фактор подкритеријума
Усаглашеност	K1	Усаглашеност са регулативом	бенефит	6,00%
Финансије	K2	Израчуната вредност транспортних трошкова	трошак	17,25%
	K3	Укупни трошкови (инвестиција, O&M)	трошак	5,75%
Капацитет	K4	Степен искоришћености капацитета хубова	бенефит	12,00%
Технологија	K5	Опремљеност постројења за прихват и третман отпада (депонија)	трошак	10,00%
Утицај на животну средину	K6	Утицај на биодиверзитет и заштићена подручја	трошак	4,83%
	K7	Емисија гасова стаклене баште	трошак	10,08%
	K8	Утицај буке и вибрација на становништво	трошак	6,09%
Друштвени утицај	K9	Расељавање и рушење објеката	трошак	13,00%
Безбедност	K10	Вероватноћа повећања броја саобраћајних незгода	трошак	10,00%
Ризици	K11	Време потребно за пуштање у рад постројења за прихват и третман отпада	трошак	5,00%

За главни критеријум **“Усаглашеност”**, оба подкритеријума су обједињена у један, имајући у виду да се ради о усаглашености предложених решења са законодавном, планском и техничком документацијом. Како постоји веома изражена корелација између предложених подкритеријума, критеријуми се могу објединити и одредити на једнозначан начин.

У анализи ће се обухватити смернице из Стратегије управљања отпадом за период 2010-2019. године, Акционог плана за период 2022-2024. године и Програма за управљања отпадом у Републици Србији за период 2022-2031, тј. да ли је предложено решење у складу са документима, постојање Регионалног и/или Локалног Плана управљања отпадом, постојање Планске и/или урбанистичке документације за предложено решење, као и постојање Техничке документације, укључујући Идејне пројекте са Студијама изводљивости и Пројекте за грађевинску дозволу. Овај критеријум такође анализира и усаглашеност предложеног решења са циљевима дефинисаним у ЕУ директивама

(поглавље 5), пре свих у Директиви о депонијама.

У случају да је одређена варијанта усаглашена са свиме, њој се додељује вредност 100, док се остале варијанте пропорционално бодују.

За главни критеријум **“Финансије”**, обједињени су подкритеријуми који се односе на трошкове инвестиције у нова постројења за прихват и третман отпада, припадајући оперативни трошкови и трошкови одржавања постројења. Разлог овоме је јасна корелација међу предложеним подкритеријумима, где се оперативни трошкови и трошкови одржавања рачунају као одређени проценат цене инвестиције. За потребе анализе не узима се у обзир целокупна вредност инвестиције у нова постројења, имајући у виду да се постројење користи и за прихват отпада из других извора, а не само са железнице. Подкритеријум *“израчуната вредност транспортних трошкова”* је задржан и вредност се чита из резултата математичког модела за сваку варијанту.

За главни критеријум **“Капацитет”**, задржан је само један подкритеријум који се односи на *“степен искоришћености капацитета хубова”*, имајући у виду његову важност у процесу одлучивања. Нумеричка вредност се чита из резултата модела за свако постројење за прикупљање отпада (хуб) у свакој варијанти и последично његовој просечној вредности. Други подкритеријум, *“капацитет превозних средстава”*, је елиминисан из даље анализе, имајући у виду да није у директној вези са процесом дистрибуције отпада и да се може подвести под други подкритеријум из групе **“Безбедност”**.

У случају главног критеријума **“Технологија”**, извршено је обједињавање оба подкритеријума, имајући у виду јаку повезаност између *“опремљености постројења за прихват и третман отпада”* и *“потребом за новим средствима или ресурсима у хубовима и постројењима”*. Стога је задржан само један од ових подкритеријума који у себи обједињује оба и његова вредност се одређује на основу могућности постројења за прихват и третман отпада да прихвати одређене типове отпада.

Главном критеријуму **“Утицај на животну средину”** је посвећена посебна пажња. Из тог разлога ни један од подкритеријума није елиминисан из даље анализе. Подкритеријум *“утицај на биодиверзитет и заштићена подручја”* се нумерички изражава кроз анализу доступних планских докумената и техничке документације и припадајућих (Стратешких) Процена утицаја на животну средину, који дефинишу узурпацију физичког простора. Подкритеријум *“емисија гасова стаклене баште”* се чита из резултата модела за сваку варијанту у виду генерисаних t-km и дефинисаних емисија CO₂ по типу возила

(објашњено у претходном поглављу). Подкритеријум *“утицај буке и вибрације на становништво”* се одређује из анализе резултата модела по питању дефинисаних релација транспорта отпада и броја полазака по свакој варијанти и нивоа емитоване буке меродавног возила.

Главни критеријум **“Друштвени утицај”** такође представља веома битан критеријум и код њега је препозната јака корелација подкритеријума *“смањење броја превоза отпада друмским саобраћајем”* са подкритеријумом *“вероватноћа повећања броја саобраћајних незгода”* из групе Безбедност, те је дошло до обједињавања ових подкритеријума. Преостали подкритеријум *“расељавање и рушење објеката и близина насеља”* се одређује анализом доступне планске и техничке документације или апроксимацијом у случају непостојање исте.

Главни критеријум **“Безбедност”** је заступљен са подкритеријумом *“вероватноћа повећања броја саобраћајних незгода”*, који ће се нумерички приказати узимајући у обзир број превоза друмским саобраћајем у свакој варијанти и остварени пређени пут, имајући у виду директну зависност вероватноће појаве незгодног/несрећног случаја са бројем друмских возила на друму. Овај подкритеријум је у себи објединио подкритеријум *“број релација за превоз отпада”* због своје директне повезаости.

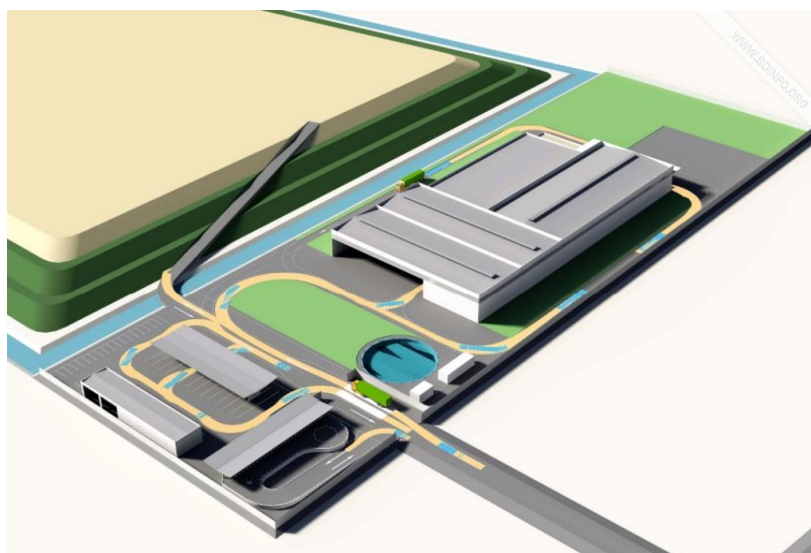
Главни критеријум **“Ризици”** је заступљен са једним подкритеријумом. Подкритеријум *“постојање планске и техничке документације”* је у директној вези, и самим тим и обједињен са подкритеријумом *“усаглашеност са регулативом”* из групе главног критеријума Усаглашеност. Подкритеријуми *“време потребно за изградњу постројења за прихват и третман отпада”* и *“вероватноћа кашњења у изградњи”* су у директној вези имајући у виду да се кашњења у изградњи могу изразити процентуално у односу на време потребно за изградњу. Зато су ова два подкритеријума обједињени у нови подкритеријум *“време потребно за пуштање у рад постројења за прихват и третман отпада”*.

Овај подкритеријум се одређује на основу искустава са сличних инфраструктурних пројеката узимајући у обзир величину, опремљеност и комплексност постројења, тј. његову могућност да третира различите врсте отпада и изражава се у месецима. Код постојећих постројења се узима у обзир време за реконструкцију и модернизацију постројења.

Напомена: Анализом тренутно доступне документације, модел је претпоставио следеће по питању новопланираних постројења за прихват и третман отпада:

- **РД „Сомбор”**

Националном Стратегијом, Програмом управљања отпадом у РС, као и Регионалним планом управљања отпадом из 2023. године, дефинисана је потреба изградње регионалне депоније у Сомбору. Одређена је и локација, у северном делу града, уз постојећу депонију, која је изграђена 1990. год. Нова депонија би се простирала на 4 хектара, и тек је потребно урадити ПДР и пројектну документацију.



Слика 11.1: Модел будуће депоније у Сомбору

Предвиђено је да депонија буде опремљена свим потребним ресурсима за безбедан прихват и третман неопасног и опасног отпада.

- **РД „Нови Сад”**

Локација на Клиси се користи као депонија још од 1968. године. Стратешким и планским документима се још од 1985. године планира проширење ове локације у циљу формирање нове и модерније регионалне депоније. За предложену локацију су до 2022. године завршена сва истраживања, при чему је урађена документација добила позитивну оцену од стране ЕУ, пре свега по питању утицаја на животну средину.



Слика 11.2: План будуће депоније у Новом Саду

Сама депонија ће бити у систему затвореног третмана (механичко – биолошки третман) и заузимаће 10 хектара површине, уз додатних 98,6 хектара зелене површине која ће имати заштитни карактер. Рок за изградњу је 2026. год.

- **РД „Вршац”**

Стратегијом развоја система управљања отпадом, и пратећим регионалним и локалним плановима управљања отпадом, предвиђена је и изградња регионалне депоније у Вршцу. Предвиђа се рециклирање до 90% отпада, док ће се преостали део одлагати на депонији. За сада није урађена сва потребна студијска, планска и техничка документација, тако да се изградња депоније очекује тек након 2026. год.

Нумеричка вредност свих усвојених подкритеријума, за сваку анализирану варијанту, је представљена у табели испод:

Табела 11.18: Нумеричке вредности усвојених подкритеријума

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
Варијанта 0	100,00	778.030	200,00	1.279,77	28	100,00	272,38	8.094	288,00	248,82	30,00
Варијанта 1	86,67	671.002	235,00	1.479,83	35	90,00	265,99	7.430	298,00	229,00	31,20
Варијанта 2	100,00	621.315	250,00	1.097,25	35	82,00	230,46	8.062	288,00	248,51	28,80

Варијанта 3	86,67	680.273	225,00	1.376,18	32	84,00	371,27	10.190	293,00	312,30	33,60
Варијанта 4	77,78	673.885	260,00	1.528,76	39	78,33	289,31	8.005	303,00	246,65	34,00
Варијанта 5	71,43	663.015	310,00	983,23	46	68,57	228,06	7.192	303,00	221,66	32,57

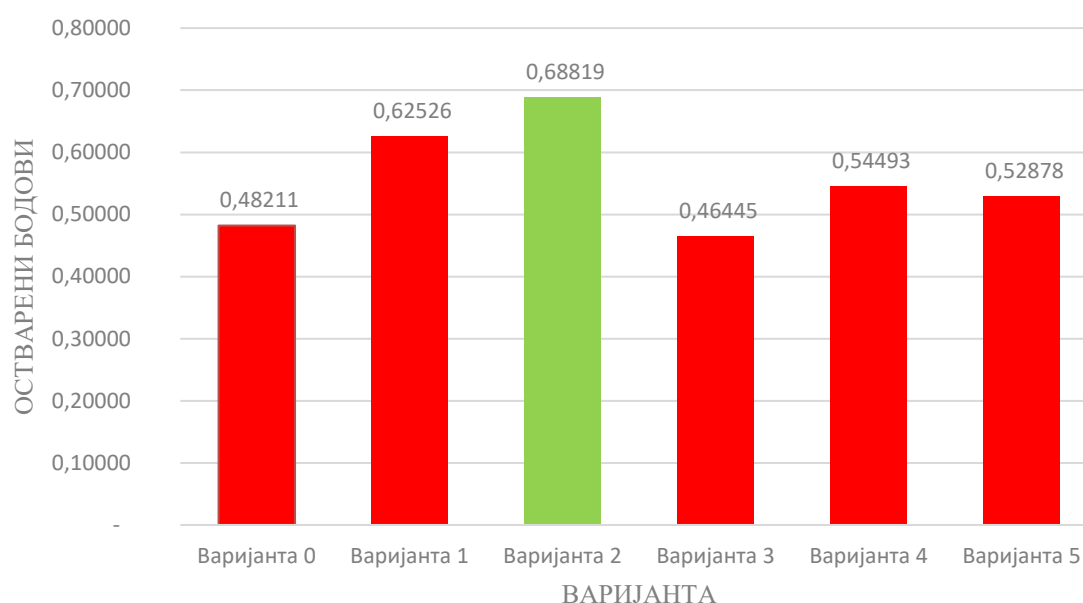
Компарација свих предложених варијанти, на основу дефинисаних подкритеријума, је извршена методом вишекритеријумске анализе. Поред добро познатих метода (PROMETHEE, EDAS, SAW, ELECTRE, COPRAS, и др.), у дисертацији је коришћена метода TOPSIS, као најприхватљивија метода. Овом методом се омогућује да и варијанта која нема најбољи скор барем по једном подкритеријуму буде рангирана. За примену методе је коришћен програмски језик Python и његов модул за вишекритеријумско одлучивање “pymcdm”.

Резултати примењеног метода ВКА су приказани у табели испод:

Табела 11.19: Резултат ВКА коришћењем TOPSIS методе

	Варијанта 0	Варијанта 1	Варијанта 2	Варијанта 3	Варијанта 4	Варијанта 5
Резултат	0,48211	0,62526	0,68819	0,46445	0,54493	0,52878
Ранг	5	2	1	6	3	4

График 11.4: Рангирање варијанти



У циљу провере добијених резултата, извршена је додатна ВКА, са истим дефинисаним критеријумима и њиховим нумеричким вредностима, али овог пута

коришћењем PROMETHEE II методе, чији су резултати приказани у табели испод:

Табела 11.20: Резултат ВКА коришћењем PROMETHEE II методе

	Варијанта 0	Варијанта 1	Варијанта 2	Варијанта 3	Варијанта 4	Варијанта 5
Резултат	- 0,22200	0,18972	0,32896	- 0,38036	- 0,07832	0,16200
Ранг	5	2	1	6	4	3

Резултати обе методе несумњиво показују да је Варијанта 2 најбоља, док се у већини осталих варијанти резултати поклапају, осим код Варијанте 4 и Варијанте 5, које су замениле места, што је од маргиналног значаја за доношење одлуке, те се резултати добијени методом TOPSIS могу сматрати меродавним.

11.3. Закључак и препоруке вишекритеријумске анализе

Резултати модела показују највеће финансијске уштеде и најмање негативних утицаја по животну средину и друштво у случају Варијанте 2, која подразумева коришћење и модернизацију постојећих регионалних депонија у Кикинди, Панчеву, Сремској Митровици и Суботици, као и отварање нове регионалне депоније у Новом Саду.

Избором ове варијанте се генерише 394.728 t-km мање у односу на следећу најбољу Варијанту 1, односно 1.411.730 t-km у односу на најлошије оцењену Варијанту 3.

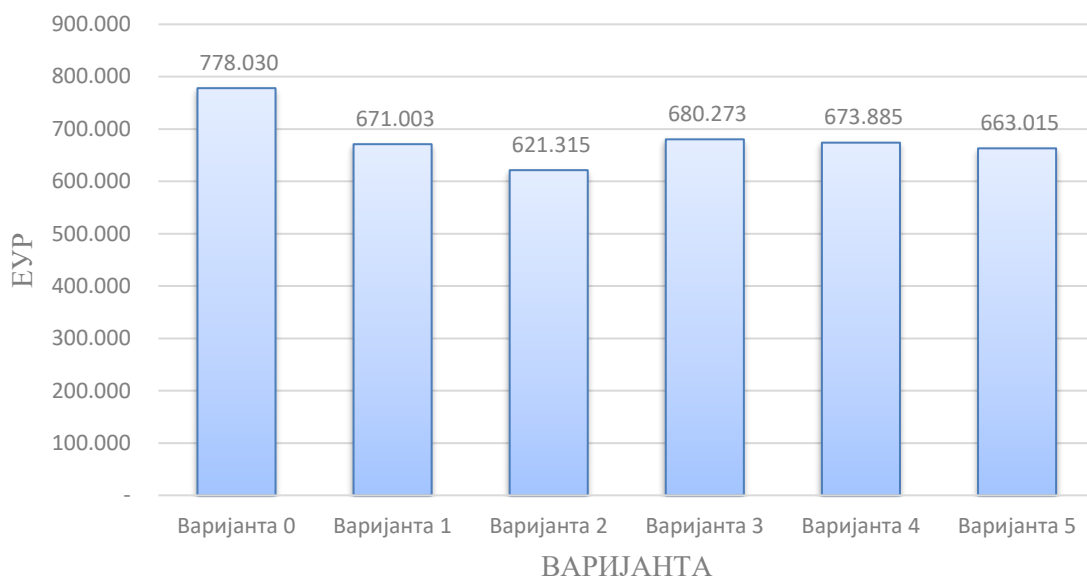
График 11.5: Остварени t-km по варијантама



Уједно, Варијанта 2 је најбоље оцењена и по питању остварених транспортних трошкова, имајући у виду да остварује трошак од 621.315 ЕУР, односно 49.688 ЕУР мање у

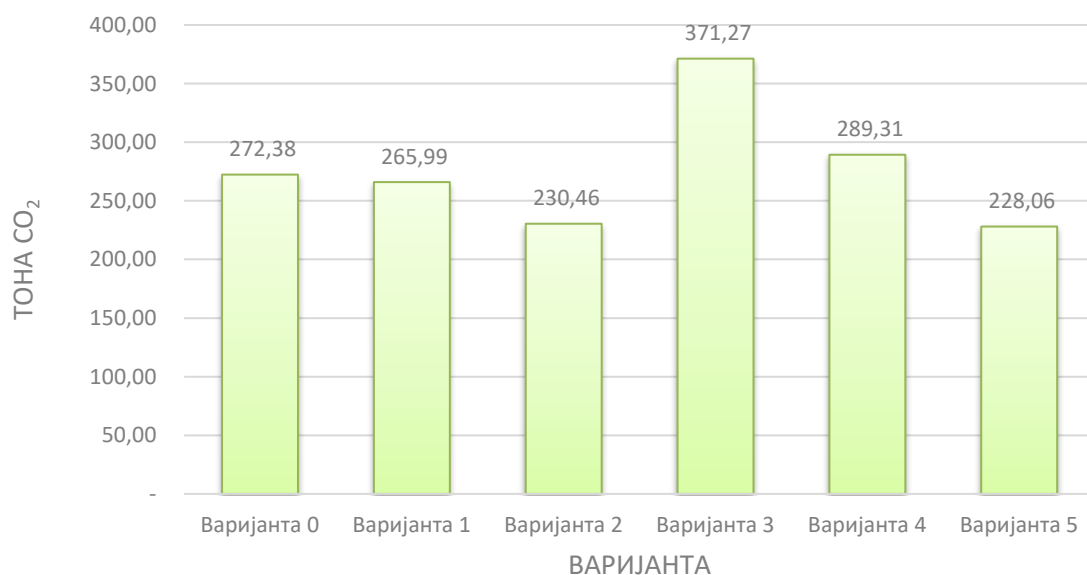
односу на прву следећу рангирану варијанту (Варијанту 1), или 156.715 ЕУР у односу на најлошију Варијанту по овом критеријуму (Варијанту 0).

График 11.6: Транспортни трошкови по варијантама



Поред тога, у случају предложене Варијанте 2 емитује се 35,52 t мање CO₂ у односу на следећу најбољу варијанту (Варијанту 1), односно 140,80 t CO₂ мање у односу на најнепогоднију варијанту (Варијанту 3), итд.

График 11.7: Емисија CO₂ по варијантама



На основу урађене анализе путем математичког модела и горе образложених критеријума и добијених резултата ВКА, будућем Инвеститору би се сугерисало да се примени Варијанта 2, као најповољнија опција за организацију прикупљања, складиштења, транспорта и одлагања отпада генерисаног на мрежи пруга анализираног подручја.

ПОГЛАВЉЕ

12

ПРЕПОРУКЕ ПРАВАЦА БУДУЋЕГ РАЗВОЈА

Сагледавајући потенцијал дефинисаног модела, даља истраживања је могуће усмерити у правцу детаљније сегментације елемената система, у циљу добијања релевантнијих улазних података и повећања поузданости резултата, који би били стандардни чинилац у процесу доношења одлука.

У том смислу, може се кренути од дефинисања индиректних транспортних трошкова по свим под-типовима генерисаног отпада, како неопасног, тако и опасног. Овај корак би захтевао свеобухватну анализу свих типова превозних средстава друмског транспорта за различите врсте отпада и како њихово функционисање утиче на генерисање сваког индиректног трошка понаособ.

Даљи развој модела би требало да препозна и коришћење електро возила у транспорту отпада, имајући у виду “зелене агенде” појединих земаља чланица ЕУ и тежњу за декарбонизацијом целокупног транспортног процеса.

Поред наведеног, модел је могуће “проширити” и детаљнијом анализом постојећих капацитета постројења за прераду отпада и њиховом опремљеношћу за третман одређених врста отпада, што се пре свега односи на опасан отпад. У предложеном моделу је претпостављено да су капацитети постројења за третман отпада довољни за прихват целокупне количине отпада који се тамо упућује, што не мора нужно да буде ситуација на терену, посебно у периодима када се врше грађевински радови већег обима и генеришу се велике количине отпада у кратком временском периоду.

Додатно, претпостављено је да одређена планирана постројења за третман отпада могу или не могу да третирају опасан отпад, при чему није рађена анализа коју врсту опасног отпада могу да третирају. Ова врста анализе би захтевала синхронизован развој модела и техничке документације за одређено постројење, при чему би се у математички модел унели подаци о врсти и капацитету одређене врсте опасног отпада коју постројење може да обрађује (ограничења модела).

Везано за опасни терет, модел се може искористити за дефинисање препоручених рута превоза опасног терета друмским саобраћајем. За ове сврхе је потребно извршити

детаљну анализу друмске инфраструктуре, техничких карактеристика превозних средстава, анализирати урбо-морфолошке карактеристике подручја кроз које терет пролази и дефинисати додатна ограничења у моделу.

На крају, еволуција и развој модела треба узимати у обзир актуелно стање и тржишну конкуренцију, укључујући процес јавног надметања код постројења за одлагање отпада, при чему ће се коначна одлука о одабиру погодног постројења заснивати на резултатима модела и оптимизацији трошкова и ограничавању негативних утицаја на животну средину насталих из транспортног процеса, што може бити потврђено кроз израду Студије оправданости и израчунавања економске интерне стопе рентабилности.

Уз све горе наведено, мора се споменути да је моделом могуће дефинисати и нове станице за прикупљање отпада (хубови) на самој мрежи пруга, што представља инвестициони пројекат који укључује различите променљиве, те је стога тако дефинисани модел корисно уврстити у свеобухватан систем за подршку одлучивању у циљу одабира оптималног решења.

Из свега наведеног, намећу се следеће основне препоруке даљег развоја математичког модела, али уједно и система управљања отпадом на железници:

- користити примере добре праксе земаља ЕУ;
- јасно дефинисати права и обавезе власника отпада и исте стриктно примењивати у пракси;
- перманентно едуковати и усавршавати особље задужено за третман отпада;
- дигитализовати целокупан процес праћења токова отпада, од настајања, складиштења, транспорта до одлагања отпада, у циљу оптимизације и контроле;
- систематизовати начин прикупљања података о отпаду и начин обраде и презентације података;
- применити систем са станицама за прикупљање отпада (хубовима);
- користити развијени математички модел као подршку и саставни део процеса одлучивања (Decision Support System);

- прилагођавати и проширивати математички модел сходно реалном стању на терену у циљу добијања релевантних резултата;
- проширити модел за територију целокупне железничке мреже у Републици Србији;
- дефинисати додатне улазне податке и ограничења за модел у циљу одређивања препоручених рута за превоз опасног терета;
- унапређивање итеративног процеса оптимизације, кроз дефинисање и других релевантних критеријума у складу са променом стратегије развоја, просторним променама на терену, итд.; и
- увести систематизацију и транспарентност у вођењу евиденција о токовима отпада у свакој фази, почевши од настајања отпада, преко прикупљања и складиштења, па све до транспорта, третмана и одлагања.

Применом наведених препорука и њиховом даљом разрадом на нижим, оперативним нивоима у организационом систему управљача инфраструктуром, могуће је оптимизирати целокупни процес управљања отпадом и генерисати финансијске уштеде које могу бити инвестиране у даље побољшање система управљања отпадом, при чему се у исто време врши смањење негативних утицаја на животну средину.

Крајњи циљ овако дефинисаног, свеобухватног, приступа и анализе свих релевантних параметара у целокупном процесу, је дефинисање математичког модела којим би се минимизирали транспортни трошкови и негативни утицаји на животну средину, а који би у исто време био адаптибилан и применљив на сваки конкретан случај, било да се ради о једној прузи, коридору, делу мреже или целокупној мрежи пруга у одређеном региону или држави.

ПОГЛАВЉЕ

13

ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Иако је проблем управљања отпадом присутан од раније, његов значај се у већој мери исказује у периоду убрзане урбанизације и индустријализације земље, где се у кратком временском периоду генерисане огромне количине отпада, што није на адекватан начин пропраћено и одговарајућом политиком заштите животне средине.

Анализом пројеката из области развоја железничке инфраструктуре, као и праћењем реализације истих, уочен је недостатак теоретских расправа, али и дефинисаних практичних решења за оптимално управљање отпадом насталим током реконструкције или изградње, као и експлоатације железничких пруга. Такође, веома мали број научних радова се бавио проблематиком оптимизације транспортног процеса у систему управљања отпадом на железници, као и решавањем овог проблема применом математичког модела заснованог на линеарном целобројном програмирању.

Узимајући у обзир стратешка опредељења, домаћу и ЕУ легислативу, доступне податке и примењен приступ у пракси, у дисертацији су разматрани различити системи управљања отпадом на железници: у Немачкој, која је деценијама део ЕУ, Хрватској, која се релативно скоро придружила ЕУ, као и систем управљања отпадом на железничкој мрежи у Србији. Акценат је био на анализи основних поставки сваког система, квантитативном приказу количина, начину праћења отпада од места настанка до складиштења, начину третирања отпада, степену рециклирања, као и могућностима поновне употребе отпада као сировине.

Након анализе система управљања отпадом у Немачкој, Хрватској и Србији, и извршеног истраживања у склопу докторске дисертације, намеће се општи закључак да је неадекватно управљање отпадом један од највећих проблема по питању угрожавања животне средине у РС.

Поред недостатка финансија, ресурса и ниског квалитета услуга у области третмана отпада, неадекватан став појединаца и друштва као таквог, у многоме доприноси лошем стању. Ово се поготово препознаје у ставу да јавност препознаје проблем неадекватног третирања отпада, али га не доживљава као свој, већ да је

одговорна држава или локална самоуправа. Стога је потребно променити начин размишљања, како код доносиоца одлука, власника компанија, тако и код крајњих корисника производа.

Дефинисање оптималног начина управљања отпадом добија све више на значају имајући у виду све израженије негативне последице по животну средину. Схватајући значај правилног управљања отпадом, УН је донео “Zero Waste” иницијативу. Иницијатива промовише одрживу потрошњу и производњу, подржава прелазак на циркуларну економију и има за циљ подизање свести о значају правилног и одговорног приступа овом проблему на свим нивоима, од локалног до интернационалног.

Основна хипотеза и поставка проблема докторске дисертације тиче се утврђивања предности коришћења постројења за прикупљање и складиштење отпада на самој мрежи пруга (хубова), у односу на систем где не постоје ова постројења и где се отпад директно транспортује до депонија, односно да се бољом организацијом може оптимизирати транспортни процес, елиминисати одређене претње по екосистем и повећати безбедност.

Након истраживања и дефинисања међусобне повезаности врста отпада, локације настанка и начина транспорта, на основу доступних релевантних параметара на примерима Републике Хрватске и Републике Немачке, као и анализом стања у железничком сектору у Републици Србији, у другом делу дисертације је дефинисан математички модел са циљем оптимизације пре свега транспортних трошкова и смањења негативних утицаја на животну средину. Резултати математичког модела, тестираног на конкретном случају, потврдили су постављену основну хипотезу, али о остале посебне хипотезе.

Питање складиштења и третмана свих врста отпада представља растући проблем у свету и тиче се свих области људског деловања. То је случај и са управљачима железничке инфраструктуре, где се током времена генеришу значајне количине отпада као последица одржавања, модернизације и изградње одређених сегмената железничког система. Настали отпад је потребно сортирати, складиштити и транспортовати до постројења за прихват и третман отпада, при чему се неминовно јављају значајни транспортни трошкови и емитују гасови стаклене баште, пре свих CO₂.

Имајући у виду да управљач инфраструктуром има могућност да врши прикупљање и транспорт генерисаног отпада на својој мрежи својим возним средствима и уз релативно мале транспортне трошкове, оптимизација целокупног транспортног

процеса добија још више на значају са финансијског аспекта, и овом проблему се мора посветити пажња и у раним фазама реализације пројекта.

Нажалост, од тренутно активних пројеката у железничком сектору (Стара Пазова – Шид, Београд – Ниш, Ниш – Прешево, Сталаћ – Краљево, Краљево – Рудница), који су у фази израде техничке документације, ниједан не обрађује детаљно проблем одлагања отпада. Идејни пројекти не предвиђају израду Плана управљања отпадом, којим би се дефинисао начин прикупљања и одлагања и третмана отпада, како у фази изградње, тако и у каснијој фази експлоатацији пруге.

Математички модел, осмишљен и дефинисан у докторској дисертацији, омогућава да се изабере оптималан начин прикупљања отпада на железничкој мрежи са циљем да се, са аспекта управљача инфраструктуре као власника отпада, минимизирају укупни трошкови система управљања отпадом. Модел је примењен и тестиран на конкретном примеру и добијени резултати су показали да се применом станица за прикупљање отпада (хубова) и оптималним избором постројења за третман отпада, постижу значајне уштеде у укупним трошковима, генерисаним тонским километрима, примењује се масовнији превоз отпада и значајно смањује емисија CO₂.

Дефинисани математички модел је универзалног карактера, и може се применити на било који део железничке мреже. У студији случаја је модел тестиран на делу територији РС који обухвата површину од преко 20.000 km², где је обрађена железничка мрежа у дужини од 1.735 km, на којој је третирано 57 железничких станица које генеришу отпад, 4 постојеће регионалне депоније и 3 планиране регионалне депоније.

За сврху тестирања модела дефинисано је шест варијанти, које су уз основну, “do nothing”, варијанту представљале полазну основу за даљу анализу. Резултати модела по варијантама су подвргнути вишекритеријумској анализи (ВКА) TOPSIS методом у циљу дефинисања оптималне варијанте, што би требало да постане стандардни поступак у циљу пружања подршке процесу одлучивања. Резултати модела, као и поредак варијанти на основу ВКА, потврђени PROMETHEE II методом, су недвосмислено потврдили постављену хипотезу и доказале да се применом постројења за прикупљање и складиштење отпада (хубова) штеде значајна финансијска средства и смањује негативни утицај на животну средину.

Оптимизацијом целокупног процеса управљања отпадом на железници, смањењем броја постројења која се користе, укрупњавањем превоза, смањењем

администрације и радне снаге, могу се остварити значајне уштеде финансијских средстава. Ова средства се могу уложити у реконструкцију и модернизацију складишта, набавку опреме и механизације, заштитне опреме, развој ИТ система за праћење отпада, као и обуку и едукацију запослених али и корисника железничких услуга.

Препознавање законитости и узрочно-последичних веза међу актерима у процесу, засновано на спроведеном научном истраживању, и дефинисање математичког модела за оптимизацију транспортног процеса, дају реалне могућности унапређења целокупног процеса управљања отпадом на било којој железничкој мрежи.

Научна апаратура докторске дисертације је вишеструка и огледа се пре свега у примени различитих, интердисциплинарних метода истраживања у области законодавства, просторне анализе, теренског рада, екологије, као и селекције и систематизације различитих типова података. Такође, треба истаћи област интернационалне упоредне анализе и прегледног представљања теме управљања отпадом на железничким системима више земаља.

Допринос дисертације се огледа у сагледавању и анализи просторно - функционалних међузависности локација које генеришу отпад и крајњих локација за одлагање отпада, уз детаљну анализу свих неопходних међуфаза процеса.

Највећи допринос огледа се у дефинисању оригиналног, апликативног, реалног математичког модела који има практичну вредност и може се применити на било којој железничкој мрежи у циљу одабира оптималних локација елемената система, минимизације транспортних трошкова, смањења негативних утицаја на животну средину и повећања безбедности, са посебним акцентом на социјални аспект.

Као практични допринос дисертације, може се навести тестирање модела кроз дефинисање шест сценарија, односно могућих варијанти дистрибуције генерисаног отпада, које су дефинисане на основу анализе стратешких докумената, планске и техничке документације, геопросторних карактеристика посматраног подручја, просторно-функционалних веза железничке пруге и постројења и утицаја на биодиверзитет, уз осврт на финансијски аспект целокупног процеса.

Такође, веома важан аспект је анализа релевантних критеријума за потребе ВКА, који су дефинисани, детаљно објашњени и квантификовани, при чему је утврђена њихова међузависност и релативни значај и утицај на процес одлучивања.

Иако је истраживање омогућило да се боље сагледа и разуме функционисање

система у пракси, мора се навести да су непостојање јединствене базе података за све врсте отпада, низак ниво дигитализације (како у евидентирању количина отпада тако и у праћењу отпада кроз целокупан систем), неусаглашени подаци о отпаду по различитим изворима, велики број неконтролисаних токова отпада и др., представљале главне потешкоће на које се наишло током истраживања.

Истраживање у оквиру предметне теме и дефинисани математички модел, иако у овој форми прихватљиви за примену у комерцијалне сврхе, представљају основу за даље истраживање, како на пољу примењене методологије, анализе података и њихове систематизације, тако и у сфери практичне примене.

Унапређењем просторног мониторинга, усавршавањем софтверских решења и бољом организацијом база података, уз примену GIS технологије, могуће је дефинисати и моделовати различите сценарије и на тај начин у још већој мери допринети доношењу најбоље одлуке за сваки конкретан случај.

На крају, и поред свих финансијских средстава, уређене легислативе и обезбеђених просторних ресурса, уколико се еколошка свест, пре свега код млађих нараштаја, не развија и баштини у породици, где ће свако својим личним примером показати како се чува и негује животна средина, већег помака у овој области не може бити.

Имајући у виду да ће предметна тема бити све актуелнија у наредним годинама, намера аутора је била да бар мало допринесе подизању свести о значају правилног и адекватног третирања проблема управљања отпадом на железници и понуди свим учесницима у процесу један од могућих начина за његово решење. Ако се макар и делимично успело у томе, сматраће се да је задатак успешно извршен.

“We must stop trashing our only home and declare war on waste”

(António Guterres, Генерални Секретар УН-а, 2024)

ЛИТЕРАТУРА И ИЗВОРИ

- 1) Adeleke, O.J., Ali, M.M. (2021). *An efficient model for locating solid waste collection sites in urban residential areas*. International Journal of Production Research, volume 59, pg. 798-812;
- 2) Adeleke, O.J., Olukanni, D.O. (2020). *Facility Location Problems: Models, Techniques, and Applications in Waste Management*. Review Recycling 2020, volume 5;
- 3) Asefi, H., Lim, S., Maghrebi, M., et al. (2019). *Mathematical modelling and heuristic approach to the location-routing problem of a cost effective integrated solid waste management*. Annals of Operations Research, volume 273, pg. 75–110;
- 4) Aziz, H., Chan, H., et al. (2020). *Facility Location Problem with Capacity Constraints: Algorithmic and Mechanism Design Perspectives*. The 34th AAAI Conference on Artificial Intelligence, Sydney, volume 34, pg. 1806-1813;
- 5) Aydemir-Karadag, A. (2018). *A profit-oriented mathematical model for hazardous waste locating-routing problem*. Journal of Cleaner Production, volume 202, pg. 213–225;
- 6) Barry, J. (2007). *Environment and Social Theory*. Second edition. Routledge, Taylor and Francis group. London and New York;
- 7) Boonmee, C., Arimura, M., Asada, T. (2018). *Location and allocation optimization for integrated decisions on post-disaster waste supply chain management: On-site and off-site separation for recyclable materials*. International Journal of Disaster Risk Reduction, volume 31, pg. 902–917;
- 8) Caruso, C., Colorni, A., Paruccini, M., (1993). *The regional urban solid waste management system: A modelling approach*. European Journal of Operational Research 70, pg.16-30;
- 9) Chauhan, A., Singh, A. (2016). *A hybrid multi-criteria decision-making method approach for selecting a sustainable location of healthcare waste disposal facility*. Journal of Cleaner Production, volume 139, pg. 1001–1010;
- 10) Chauhan, D., Unnikrishnan, A., Figliozzi, M. (2018). *Maximum coverage capacitated facility location problem with range constrained drones*. Department of Civil and Environmental Engineering, Portland State University, United States. Transportation Research Part C;
- 11) Farahani, R., Seifi, M., Asgari, N. (2021). *Multiple criteria facility location problems: A survey*. Centre for Maritime Studies, National University of Singapore, Department of Industrial Engineering. Applied Mathematical Modelling journal;

- 12) Galante, G., Aiello, G., Enea, M., Panascia, E., (2010). A multi-objective approach to solid waste management. *Waste Management* 30, pg. 1720-1728;
- 13) Gergin, Z., Tunçbilek, N., et al. (2019). *Clustering Approach Using Artificial Bee Colony Algorithm for Healthcare Waste Disposal Facility Location Problem*. *International Journal of Operations Research and Information Systems*, volume 10, pg. 56-75;
- 14) Holmberg, K., Ronnqvist, M., et al. (1999). *An exact algorithm for the capacitated facility location problems with single sourcing*. *European Journal of Operational Research*, volume 113, pg. 544-559;
- 15) Hu, C., Liu, X., Lu, J. (2017). *A bi-objective two-stage robust location model for waste-to-energy facilities under uncertainty*. *Decision Support Systems*, volume 99, pg. 37–50;
- 16) Kratica, J., Dugosija, Dj. et al. (2014). A new mixed integer linear programming model for the multi-level uncapacitated facility location problem. *Applied Mathematical Modelling*, volume 38, pg. 2118-2129;
- 17) Lee, J. M., Lee Y. H. (2012). *Facility location and scale decision problem with customer preference*. *Computers & Industrial Engineering*, volume 63, pg. 184-191;
- 18) Manzini, R., Gebennin, E. (2008). *Optimization models for the dynamic facility location and allocation problem*. *International Journal of Production Research*, Taylor & Francis;
- 19) Mulholland, E., Miller, J., Caleb Braun, C., et all (2022) *The CO₂ standards required for trucks and buses for Europe to meet its climate targets*. The international council on clean transportation, White paper;
- 20) Oyewole, J., Adetunji, O. (2018). *On The Capacitated Step-Fixed Charge and Facility Location Problem: A Row Perturbation Heuristic*. Department of Industrial and Systems Engineering, University of Pretoria, South Africa. *Applied Mathematics & Information Sciences*;
- 21) Rabbani, M., Heidari, R., Farrokhi-Asl, H. Rahimi, N. (2018). *Using metaheuristic algorithms to solve a multi-objective industrial hazardous waste location-routing problem considering incompatible waste types*. *Journal of Cleaner Production*, volume 170, pg. 227–241;
- 22) Rabbani, M., Heidari, R., Yazdanparast, R. (2019). *A stochastic multi-period industrial hazardous waste location-routing problem: Integrating NSGA-II and Monte Carlo simulation*. *European Journal of Operational Research*, volume 272, pg. 945–961;
- 23) Ragon, P-L., Rodríguez, F. (2021). *CO₂ Emissions From Trucks in the EU: An Analysis of the Heavy-Duty CO₂ Standards Baseline Data*. The International Council on Clean Transport;
- 24) Rakas, J., Teodorovic, D., Kim, T., (2004). *Multi-objective modelling for determining location of undesirable facilities*. *Transportation Research Part D* 9, pg. 125-138;

- 25) Rathore, P., Sarmah, S.P. (2019). *Modelling transfer station locations considering source separation of solid waste in urban centers: A case study of Bilaspur city, India*. Journal of Cleaner Production, volume 211, pg. 44–60;
- 26) Ritchie. H. (2020). *Cars, planes, trains: where do CO₂ emissions from transport come from?*. Our world in data;
- 27) Rui, Y. (2015). *The Capacitated Reliable Fixed-charge Location Problem: Model and Algorithm*. Lehigh Preserve Institutional Repository, Lehigh University;
- 28) Santiváñez, J., Carlo, H. (2018). *Reliable capacitated facility location problem with service levels*. Operational Research Societies;
- 29) Sharkey, G. (2021) *What Is the Carbon Footprint of a Truck?* Freight Waves magazine;
- 30) Suzan, S. (2021). *Easy Ride: why the EU truck CO₂ targets are unfit for the 2020s*. Transport & Environment;
- 31) Toutouh, J., Rossit, D., et al. (2020). *Soft computing methods for multiobjective location of garbage accumulation points in smart cities*. Annals of Mathematicc and Artificial Intelligence, volume 88, pg. 105–131;
- 32) Weber, A. (1957). *Theory of the Location of Industries*. University of Chicago Press, IL;
- 33) Wichapa, N., Khokhajaikiat, P. (2017). *Solving multi-objective facility location problem using the fuzzy analytical hierarchy process and goal programming: A case study on infectious waste disposal centers*. Operations Research Perspectives, volume 4, pg. 39–48;
- 34) Yadav, V., Bhurjee, A.K., Karmakar, S., Dikshit, A.K. (2017). *A facility location model for municipal solid waste management systems under uncertain environment*. Science of the Total Environment, volume 603, pg. 760–771;
- 35) Yu, H., Solvang, W.D. Environ. (2017). *A multi-objective location-allocation optimization for sustainable management of municipal solid waste*. Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering Science and Technology, UiT The Arctic University of Norway;
- 36) Zhao, J., Huang, L., Lee, D.H., Peng, Q. (2016). *Improved approaches to the network design problem in regional hazardous waste management systems*. Transportation Research, Part E Logistics and Transportation Review, volume 88, pg. 52–75;
- 37) Аздејковић, М. (2013). *Одређивање локација регионалних центара – депонија и трансфер станица*. Планска и нормативна заштита животне средине, Зборник радова, књига 1: 435-443;

- 38) Видовић, М., Миљуш, М. (2004). *Локацијски проблеми – значај, врсте и начини решавања*. Војно технички гласник, бр. 5;
- 39) Вујић, Г. et all (2009). *Утврђивање састава отпада и процене количине у циљу дефинисања стратегије управљања секундарним сировинама у склопу одрживог развоја Републике Србије*. Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Департман за инжењерство заштите животне средине;
- 40) Вујошевић, М., Панић, Б. (2006). *Network location models and their application*, Техничка дијагностика, бр. 3-4;
- 41) Додеровић, М., Мијановић, Д. (2013). *Просторни аспект депонија отпада у Црној Гори*. Планска и нормативна заштита животне средине, Зборник радова, књига 1: 197-205;
- 42) Илић, М., Павловић, Н. (2013). *Интелигентни системи управљања отпадом – могућности примене у управљању комуналним отпадом на локалном нивоу*. Планска и нормативна заштита животне средине, Зборник радова, књига 1: 231-239;
- 43) Илић, М., Филиповић, Д. (2013). *Концепт интегралног система у локалном плану управљања отпадом града Београда*. Планска и нормативна заштита животне средине, Зборник радова, књига 1: 175-183;
- 44) Јосимовић, Б., Марић, И., Милијић, С. (2014). *Multi-criteria evaluation in strategic environmental assessment for waste management plan, a case study: The city of Belgrade*. Институт за урбанизам и архитектуру Србије, Waste Management Journal;
- 45) Јосимовић, Б., Петрић, Ј., Милијић, С. (2013). *Утврђивање локације депоније кроз планску и пројектну документацију - веза планирања простора и управљања отпадом*. Планска и нормативна заштита животне средине, Зборник радова, књига 1: 269-279;
- 46) Јосимовић, Б., Илић, М., Филиповић, Д. (2009). *Planning of Municipal Waste Management*. Научна књига. Институт за урбанизам и архитектуру Србије, стр. 1-157;
- 47) Марковић, И., Савковић, Б. (2013). *Управљање посебним токовима отпада у Републици Србији*. Планска и нормативна заштита животне средине, Зборник радова, књига 1: 263-268;
- 48) Милинчић, М., Михајловић, Б., Шабић, Д., Чурчић, Н. (2010). *Геопросторне детерминанте еколошке безбедности човечанства*. У Глобусу. Универзитет у Београду, Географски факултет;
- 49) Ненковић – Ризнић, М. (2007). *Communal waste elimination problem and recycling possibilities in rural areas – example of villages of Stara planina*. Међународна конференција

- Multifunctional agriculture and rural development, књига II, Институт за економику пољопривреде, Беоцин, стр. 826-836,
- 50) Ненковић – Ризнић, М. (2011). *Socio-cultural models as an important element of the site selection process in rural waste management*, Spatium, бр. 26, стр. 1-6;
- 51) Ненковић-Ризнић, М. (2011). *Управљање комуналним отпадом у сеоским насељима Србије*. Докторска дисертација. Универзитет у Београду, Архитектонски факултет;
- 52) Ненковић – Ризнић, М., Јосимовић, Б. (2012). *Legislative and Strategic Frameworks for Municipal Solid Waste Management in Serbia in the context of climate change*. Climate Change and the Built Environment: Policies and Practice in Scotland and Serbia. IAUS and Glasgow Caledonian University, pg. 60-76,
- 53) Ненковић – Ризнић, М., Милијић, С., Јосимовић, Б. (2015). *Инструменти за успостављање одрживог система управљања отпадом у Србији у светлу климатских промена*. Планска и нормативна заштита животне средине, Зборник радова: 149-157;
- 54) Ненковић-Ризнић, М., Пуцар, М. (2009). *Modern technologies and their application in waste elimination in Serbia's urban spa regions*. Proceedings of the 2nd International Conference on Environmental Management, Engineering, Planning and Economics (CEMEPE 2009) and SECOTOX Conference, pg. 2217-2223, Mykonos, Greece;
- 55) Ненковић-Ризнић, М., Пуцар, М. (2011). *New methodologies of solid waste management in tourist resorts of Serbia in terms of sustainable development*. MACDES, Proceedings from International conference, Cuba, Havana;
- 56) Панић, М. (2010). *Управљање опасним отпадом – планирање, организација, функционисање система*. Географски институт “Јован Цвијић” САНУ, посебна издања, књига 80;
- 57) Панић, М., Милошевић, М., Јојић Главоњић, Т. (2010). *Могућност примене ГИС-а за потребе планирања транспорта опасног отпада*. Гласник српског географског друштва, година 2010. свеска ХС- бр. 1, Географски институт „Јован Цвијић” САНУ;
- 58) Петковић-Костић, М., Стојановић, Д., Ђурић, Ј. (2013). *Избор локације регионалне санитарне депоније (на примеру депоније Келеш)*. Планска и нормативна заштита животне средине, Зборник радова, књига 1: 377-387;
- 59) Поповић, Д. (2013). *Концепт регионалног управљања отпадом на подручју Републике Српске*. Планска и нормативна заштита животне средине, Зборник радова, књига 1: 191-197;

- 60) Ристић, Н., Ђорђевић, Д., Станишич, Ј. (2015) *Третман отпада на железници у функцији одрживог развоја*. V Међународни симпозијум „Нови хоризонти саобраћаја и комуникација”, Добој, стр. 161-166;
- 61) Ристић, Н., Јовановић, П., Кеџман, П. (2023). *Optimal Allocation of Waste Transfer Facilities for Infrastructure Manager*. The 10th International Conference on Railway Operations Modelling and Analysis (ICROMA), RailBelgrade2023, стр.142;
- 62) Ристић, Н., Миловић, У., Станишић, Ј. (2013). *Управљање отпадом на железници*. Планска и нормативна заштита животне средине, Зборник радова, књига 1: 245-255;
- 63) Ристић, Н., Шљиванчанин, Д. (2015). *Анализа глобалних узрочника климатских промена са освртом на успостављање одрживог транспортног система у циљу побољшања животне средине у градовима* - VIII научно-стручни скуп са међународним ушећем: Планска и нормативна заштита простора и животне средине, Палић, стр. 483-491;
- 64) Тодић, Д. (2011). *Водич кроз ЕУ политике – Животна средина*. Европски покрет у Србији, Београд, ISBN 978-86-82391-61-6;
- 65) Тодић, Д. (2009). *Стратегија ЕУ о одрживом коришћењу природних ресурса*. Институт за међународну политику и привреду, Европско законодавство, Београд, UDK: 502.21:061.1;
- 66) Томашевић, Т., Рајковић, Н., et all (2019). *Наше жељезнице – Анализа управљања жељезничким услугама у Хрватској уз компаративни преглед земаља ЕУ*. Институт за политичку екологију;
- 67) Топић, М., Zimmermann, F., Fischer, W. (2013). *Waste management planning: an analysis of the waste management system in Bosnia nad Herzegovina*. Планска и нормативна заштита животне средине, Зборник радова, књига 1: 205-213;
- 68) Филиповић, Д. (2012). *Сакупљање и транспорт отпада у функцији еколошког развоја градова – пример града Београда*. Локална самоуправа у планирању и уређењу простора и насеља, Градови у XXI веку, стр. 611- 617;
- 69) Филиповић, Д., Илић, М. (2013). *Концепт управљања комуналним отпадом на подручју РПП Шумадијског, Поморавског, Рашког и Расинског управног округа*. Планска и нормативна заштита животне средине, Зборник радова, књига 1: 303-311;
- 70) Филиповић, Д., Обрадовић-Арсич, Д. (2012). *Strategic approach to waste management planning in the Republic of Serbia: Current situation and prospects*. Гласник Српског географског друштва, Volume 92, str. 143-156;

- 71) Шљиванчанин, Д., Ненковић-Резнић, М. (2013). *Концепција управљања отпадом у регионалним просторним плановима – пример подручја Златиборског и Моравичког управног округа*. Планска и нормативна заштита животне средине, Зборник радова, књига 1: 311-319;

Извори података и други документи

- 1) 20 years of German rail reform and Deutsche Bahn AG – Achievements and challenges, Roland Berger Strategy Consultants, 2014;
- 2) 93/98/EEC: Council Decision on the conclusion, on behalf of the Community, of the Convention on the control of transboundary movements of hazardous wastes and their disposal (Basel Convention), EC, 1993;
- 3) Car Fuel and CO₂ Emissions Data. UK Government, 2012;
- 4) CEDEF VODIČ: Preporuke za upravljanje komunalnim i industrijskim otpadom u Beogradu i Republici Srbiji, Beograd, 20014;
- 5) CO₂ emission from heavy-duty vehicles. Preliminary CO₂ baseline (Q3-Q4 2019) estimate. European Automobile Manufacturers' Association ACEA, 2020;
- 6) Council Directive 75/439/EEC on the disposal of waste oils, EC, 1975;
- 7) Council Directive 86/278/EEC on the protection of the environment, and in particular of the soil, when sewage sludge is used in agriculture, EC, 1986;
- 8) Council Directive 91/689/EEC on hazardous waste, EC, 1991;
- 9) Council Directive 96/59/EC on the disposal of polychlorinated biphenyls and polychlorinated terphenyls, EC, 1996;
- 10) Deutsche Bahn 2014 Integrated Report - Integrated thinking. Sustainable action. Long-term success;
- 11) Deutsche Bahn 2015 Integrated Report - More quality, more customers, more success;
- 12) Deutsche Bahn 2016 Integrated Report - Quality that persuades!
- 13) Deutsche Bahn 2017 Integrated Report – Departure into a new era!
- 14) Deutsche Bahn 2018 Integrated Report – On track towards a better railway;
- 15) Deutsche Bahn 2019 Integrated Report – Germany needs a strong rail system;
- 16) Deutsche Bahn 2020 Integrated Report – A strong team for a strong rail system;
- 17) Deutsche Bahn 2021 Integrated Report – Our contribution to climate protection;
- 18) Deutsche Bahn 2022 Integrated Report – Setting the course for change;
- 19) Deutsche Bahn 2023 Integrated Report – January - June;

- 20) Deutsche Bahn Facts & Figures 2015;
- 21) Deutsche Bahn Facts & Figures 2016;
- 22) Deutsche Bahn Facts & Figures 2017;
- 23) Deutsche Bahn Facts & Figures 2018;
- 24) Deutsche Bahn Facts & Figures 2019;
- 25) Deutsche Bahn Facts & Figures 2020;
- 26) Deutsche Bahn Facts & Figures 2021;
- 27) Deutsche Bahn Facts & Figures 2022;
- 28) Deutsche Bahn Facts & Figures 2023;
- 29) Deutsche Bahn Mobility DB Logistics Facts & Figures 2010;
- 30) Deutsche Bahn Mobility DB Logistics Facts & Figures 2011;
- 31) Deutsche Bahn Mobility DB Logistics Facts & Figures 2012;
- 32) Deutsche Bahn Mobility DB Logistics Facts & Figures 2013;
- 33) Deutsche Bahn Mobility DB Logistics Facts & Figures 2014;
- 34) Directive 1999/31/EC on the landfill of waste, EC, 1999;
- 35) Directive 2000/53/EC of the European Parliament and of the Council on end-of life vehicles, EC, 2000;
- 36) Directive 2000/76/EC of the European Parliament and of the Council on the incineration of waste, EC, 2000;
- 37) Directive 2002/95/EC of the European Parliament and of the Council on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment, EC, 2003;
- 38) Directive 2002/96/EC of the European Parliament and of the Council on waste electrical and electronic equipment (WEEE), EC, 2003;
- 39) Directive 2006/21/EC of the European Parliament and of the Council on the management of waste from extractive industries, EC, 2006;
- 40) Directive 2006/66/EC of the European Parliament and of the Council on batteries and accumulators and waste batteries and accumulators and repealing Directive 91/157/EEC, EC, 2006;
- 41) Estimated U.S. Average Vehicle Emissions Rates per Vehicle, by Vehicle Type Using Gasoline and Diesel, United States Department of Transportation, Bureau of Transportation Statistics, 2022;
- 42) European Parliament and Council Directive 94/62/EC on packaging and packaging waste, EC, 1994;
- 43) Handbook on the external costs of transport Version 2019. EC, Directorate-General for Mobility and Transport, 2020;
- 44) Railway Reform in the ECE region, UNECE, 2018;

- 45) Regulation (EC) No 166/2006 of the European Parliament and of the Council concerning the establishment of a European Pollutant Release and Transfer Register, EC, 2006;
- 46) Regulation (EC) No 1013/2006 of the European Parliament and of the Council on shipments of waste, EC, 2006;
- 47) Regulation (EC) No 2150/2002 of the European Parliament and of the Council on waste statistics, EC, 2002;
- 48) Report from the Commission to the European Parliament, the Council, the European economic and social committee and the Committee of the regions on the Thematic strategy on the prevention and recycling of waste, European Commission, EUR-Lex 2011;
- 49) RID 2015 - Конвенција о међународним железничким превозима (COTIF) додатак С – Правилник о међународном железничком превозу опасне робе (RID) ("Сл. гласник РС - Међународни уговори", број 17/2015;
- 50) What Are the CO₂ Emissions of a Package or Parcel? Tree-Nation, 2020;
- 51) Акциони план за период 2022-2024. године за спровођење Програма управљања отпадом у Републици Србији за период 2022-2031. године;
- 52) Годишње пословно извјешће, НЖ Инфраструктура, 2015;
- 53) Годишње пословно извјешће, НЖ Инфраструктура, 2016;
- 54) Годишње пословно извјешће, НЖ Инфраструктура, 2017;
- 55) Годишње пословно извјешће, НЖ Инфраструктура, 2018;
- 56) Годишње пословно извјешће, НЖ Инфраструктура, 2019;
- 57) Годишње пословно извјешће, НЖ Инфраструктура, 2020;
- 58) Годишње пословно извјешће, НЖ Инфраструктура, 2021;
- 59) Годишње пословно извјешће, НЖ Инфраструктура, 2022;
- 60) Дугорочни и средњорочни план пословне стратегије и развоја акционарског друштва за управљање јавном железничком инфраструктуром „Инфраструктура железнице Србије“ за период 2017–2027". "Сл. Гласник Железница Србије", бр. 5/2017;
- 61) Закон о заштити животне средине („Сл. Гласник РС“ бр. 135/04, 36/09 и 72/09, 43/11 и 14/16)
- 62) Закон о интегрисаном спречавању и контроли загађивања („Сл. Гласник РС”, број 135/04 и 25/15);
- 63) Закон о комуналном господарству, Народне новине (Службени лист Републике Хрватске) бр. 32/2020;
- 64) Закон о локалној и подручној (регионалној) самоуправи, Народне новине (Службени лист Републике Хрватске) бр. 144/2020;

- 65) Закон о планирању и изградњи („Сл. Гласник РС“, број 72/09, 81/09 и 24/11 121/12, 42/13, 50/13, 98/13, 132/14, 145/14);
- 66) Закон о управљању отпадом, („Сл. Гласник РС“ бр. 36/09, 88/10 и 14/16);
- 67) Закон о сигурности и интероперабилности жељезничког састава, Народне новине (Службени лист Републике Хрватске) бр. 63/2020;
- 68) Закон о установама, Народне новине (Службени лист Републике Хрватске) бр. 151/2022;
- 69) Закон о жељезници, Народне новине (Службени лист Републике Хрватске) бр. 114/2022;
- 70) Извјешће о одрживости, НЖ Infrastruktura, 2018;
- 71) Извјешће о одрживости, НЖ Infrastruktura, 2019;
- 72) Извјешће о одрживости, НЖ Infrastruktura, 2020;
- 73) Извјешће о одрживости, НЖ Infrastruktura, 2021;
- 74) Извјешће о одрживости, НЖ Infrastruktura, 2022;
- 75) Каталог отпада - Упутство за одређивање индексног броја, Министарство животне средине и просторног планирања, Агенција за заштиту животне средине, Београд, 2010;
- 76) Локални план управљања отпадом града Београда 2021-2030, Градска управа града Београда, Секретаријат за заштиту животне средине, Географски факултет, Београд, 2020;
- 77) Национални програм развоја жељезничке инфраструктуре за раздобље до 2030. године. Република Хрватска, Министарство мора, промета и инфраструктуре, 2022;
- 78) Национална стратегија одрживог развоја („Сл. Гласник РС“, бр. 57/08);
- 79) Национална стратегија за апроксимацију у области животне средине за Републику Србију („Сл. Гласник РС“, бр. 80/11);
- 80) Национални Програм за усвајање правних тековина ЕУ за период 2013-2016;
- 81) Национални Програм заштите животне средине („Службени гласник РС“, број 12/10).
- 82) Национална Стратегија Републике Србије за апроксимацију у области животне средине („Службени гласник РС“, број 80/11);
- 83) Нацрт Просторног плана Републике Србије од 2021. до 2035. године;
- 84) План управљања отпадом Акционарског друштва за железнички превоз путника „Србија Воз“ а.д. за период од 2017. до 2020. године. “Сл. Гласник Железнице Србије” бр. 34/17;
- 85) План управљања отпадом у „Инфраструктура железнице Србије“ а.д. 2018. “Сл. Гласник Железнице Србије” бр. 50/18;
- 86) План управљања отпадом „Србија Карго“ а.д. за период од 2018. до 2021. године “Сл. Гласник Железнице Србије а.д.” бр. 09/18;

- 87) Политику заштите животне средине и друштвених аспеката, одлука а.д. ИЖС бр. 4/2024-5338-951, од 29.02.2024;
- 88) Правилник о начину евидентирања, складиштења, кретања и продаје неактивних залиха и материјала придобијених у процесу рада, “Сл. Гласник Железница Србије“, бр. 16/16;
- 89) Правилник о начину и увјетима за сигурно овијање и управљање жељезничким прометом, Народне новине (Службени лист Републике Хрватске) бр. 107/2016;
- 90) Правилник о техничким увјетима за сигурност жељезничког промета којима морају удовољавати жељезничке пруге, Народне новине (Службени лист Републике Хрватске) бр. 128/2008;
- 91) Програм изградње, реконструкције и одржавања железничке инфраструктуре, организовања и регулисања железничког саобраћаја за 2017. годину. “Сл. Гласник Железница Србије“, бр. 5/2017;
- 92) Програм управљања отпадом у Републици Србији за период 2022-2031. године („Сл. Гласник РС“, бр. 12/22);
- 93) Просторни аспект у управљању комуналним отпадом у Колубарском округу. Географски факултет Универзитета у Београду, 2008;
- 94) Просторни план Републике Србије до 2020. године (Сл. Гласник РС, бр. 88/2010);
- 95) Регионални план управљања отпадом за град Сомбор и општине Апатин, Кула. Оџаци и Бач. Град Сомбор, 2023;
- 96) Регионални просторни план административног подручја града Београда (“Сл. Лист града Београда“, бр. 38/11);
- 97) Регионални просторни план аутономне покрајине Војводине 2009–2020 („Сл. Лист АПВ“, број 22/11);
- 98) Регионални просторни план за подручје Златиборског и Моравичког управног округа („Сл. Гласник РС“, број 1/13);
- 99) Регионални просторни план за подручје Колубарског и Мачванског управног округа („Сл. Гласник РС“, бр. 11/15);
- 100) Регионални просторни план за подручје Нишавског, Топличког и Пиротског управног округа („Сл. Гласник РС“, бр. 1/13);
- 101) Регионални просторни план за подручје Подунавског и Браничевског управног округа („Сл. гласник РС“, бр. 8/15),
- 102) Регионални просторни план за подручје Шумадијског, Поморавског, Рашког и Расинског управног округа („Сл. Гласник РС“, бр. 39/14),
- 103) Регионални просторни план општина јужног Поморавља („Сл. Гласник РС“, бр. 83/10);
- 104) Регионални просторни план Тимочке крајине („Сл. Гласник РС“, бр. 51/11);
- 105) Стратегија управљања отпадом за период 2010-2019. године („Сл. Гласник РС“, бр. 29/10);

- 106) Упутство о начину поступања, складиштења, продаји и предаји материјала који имају својство опасног отпада у „Инфраструктура железнице Србије“ а.д. „Сл. Гласник Железнице Србије“, бр. 16/16);
- 107) Упутство о разврставању коришћених дрвених железничких прагова „Инфраструктура железнице Србије“ а.д. „Сл. Гласник Железнице Србије“, бр. 32/17);
- 108) Упутство о управљању опасним отпадом у „Србија Карго“ а.д. („Сл. Гласник Железнице Србије“ бр.36/16);

Интерет сајтови

www.a3.geosrbija.rs

www.eea.europa.eu

www.hzinfra.hr

www.infrays.rs

www.mgsi.gov.rs

www.mpzss.gov.rs

www.natgeotv.com

www.ourworldindata.org

www.python.org

www.scholar.google.com

www.sepa.gov.rs

www.srbcargo.rs

www.srbija.gov.rs

www.srbvoz.rs

www.un.org

СПИСАК ТЕРМИНА

Имајући у виду мултидисциплинарност докторске дисертације, а у циљу лакшег праћења коришћене литературе и бољег разумевања поступака и процеса, потребно је поред познавања стручне литературе из области управљања отпадом и транспорта познавати и одређене термине из области економије, одрживог развоја, правне легислативе, итд. па чак и политике.

Доле приказани списак термина представља одабрану листу појмова који се користе у дисертацији, а нису у свакодневној примени, те је можда потребно боље их објаснити, а на основу дефиниција проистеклих из одређене законске регулативе или стручних радова:

ACQUIS COMMUNITAIRE - правна тековина ЕУ која садржи (поред оснивачких уговора) више од 20.000 прописа из секундарног законодавства и 4.000 судских пресуда;

“PCB” - јесу полихлоровани бифенили (PCB), полихлоровани терфенили (PCT), монометил-тетрахлородифенилметани, монометил-дихлородифенилметани, монометил дибромо - дифенил - метани или било која смеша која садржи неку од ових материја у концентрацији већој од 0,005 процентног масеног удела;

“PCB” ОТПАДИ - јесу отпади, укључујући уређаје, објекте, материјале или течности које садрже, састоје се или су контаминирани PCB;

“POPs” ОТПАД - отпад који се састоји, садржи или је контаминиран дуготрајним органским загађујућим материјама;

АМБАЛАЖНИ ОТПАД - свака амбалажа или амбалажни материјал који не може да се искористи у првобитне сврхе, изузев остатака насталих у процесу производње;

БИОДИВЕРЗИТЕТ - представља разноврсност организама у оквиру врсте, међу врстама и међу екосистемима и обухвата укупну разноврсност гена, врста и екосистема на локалном, националном, регионалном и глобалном нивоу;

БИОМОНИТОРИНГ - организован систем праћења биолошких промена у времену и простору који на најбољи могући начин осликава комплекс природних и антропогених појава, утицаја и процеса;

БИОРАЗГРАДИВИ ОТПАД – било који отпад који се може подвргнути анаеробној или

аеробном разлагању, као што је храна или баштенски отпад, папир и картон;

ВЛАСНИК ОТПАДА - јесте произвођач отпада, лице које учествује у промету отпада као посредни држалац отпада или правно или физичко лице које поседује отпад;

ГРАЂЕВИНСКИ ОТПАД - грађевински отпад укључује: земљу од ископа, отпад од рушења и грађења (отпад од керамике, бетона, гвожђа, челика, пластика и др.), као и отпадни асфалт и бетон;

ДЕКОНТАМИНИЦАЈА - обухвата све операције које омогућују поновно коришћење, рециклажу или безбедно одлагање опреме, објеката, материјала или течности контаминираних опасним материјама и може укључити замену, односно све операције којима се врши замена опасних материја одговарајућим течностима које садрже одговарајуће мање штетне материје;

ДЕПОНИЈА - место за одлагање отпада на површини или испод површине земље где се отпад одлаже укључујући: интерна места за одлагање (депонија где произвођач одлаже сопствени отпад на месту настанка), стална места (више од једне године) која се користе за привремено складиштење отпада, осим трансфер станица и складиштења отпада пре третмана или поновног искоришћења (период краћи од три године) или складиштења отпада пре одлагања (период краћи од једне године);

ДИРЕКТИВА (енг. directives) - правни акти који обавезују државе чланице ЕУ у смислу циља који треба остварити, али је државама чланицама остављена слобода у избору облика и средства којима ће тај циљ остварити;

ДОЗВОЛА - решење надлежног органа којим се правном или физичком лицу одобрава сакупљање, транспорт, увоз, извоз и транзит, складиштење, третман или одлагање отпада и утврђују услови поступања са отпадом на начин који обезбеђује најмањи ризик по здравље људи и животну средину;

ЕКОНОМСКИ ИНСТРУМЕНТИ - категорија инструмената који имају за циљ да утичу на понашање економских чинилаца променом финансијских подстицаја у циљу побољшања исплативости управљања заштитом животне средине и природним ресурсима;

ЕМИСИЈА - испуштање и истицање загађујућих материја у гасовитом, течном и чврстом агрегатном стању или емисија енергије из извора загађивања у животну

средину;

ЖЕЛЕЗНИЧКА ИНФРАСТРУКТУРА - јесте пруга са свим припадајућим објектима, постројењима, уређајима и др., у функцији железничког саобраћаја, као добро у општој употреби у својини Републике Србије, коју могу користити сви железнички превозници под једнаким условима;

ЖЕЛЕЗНИЧКА МРЕЖА - означава целокупну железничку инфраструктуру коју поседује и/или њоме управља управљач инфраструктуре;

ЖЕЛЕЗНИЧКИ СЕКТОР - чине надлежна министарства, регулаторна тела, агенције, оператори, управљачи инфраструктуре, компаније, организације које подржавају развој и рад железничког сектора;

ЖИВОТНА СРЕДИНА – представља скуп природних и створених вредности чији комплексни међусобни односи чине окружење, односно простор и услове за живот;

ЗАИНТЕРЕСОВАНА ЈАВНОСТ - јесте јавност на коју утиче или на коју може утицати доношење одлуке надлежног органа или која има интереса у томе, укључујући и удружења грађана и друштвене организације које се баве заштитом животне средине и које су евидентирани код надлежног органа;

ИЗВОРИ ЗАГАЂИВАЊА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ - јесу локацијски одређени и просторно ограничени тачкасти, линијски и површински извори загађујућих материја и енергије у животну средину;

ИНДУСТРИЈСКИ ОТПАД - отпад из било које индустрије или са локације на којој се налази индустрија, осим јаловине и пратећих минералних сировина из рудника и каменолома;

ИНЕРТНИ ОТПАД - отпад који није подложен било којим физичким, хемијским или биолошким променама; не раствара се, не сагорева или на други начин физички или хемијски реагује, није биолошки разградив или не утиче неповољно на друге материје са којима долази у контакт на начин који може да доведе до загађења животне средине или угрози здравље људи;

ИНСИНЕРАЦИЈА ОТПАДА - термички третман отпада у стационарном или мобилном постројењу са или без искоришћења енергије произведене сагоревањем чија је примарна улога термички третман отпада;

ИНТЕГРАЛНО УПРАВЉАЊЕ ОТПАДОМ – укључује бројне кључне елементе и партнере у процесу доношења одлука; коришћење разних опција управљања отпадом са локалним системом одрживог управљања где сваки корак у процесу управљања отпадом представља део целине;

ИНТЕГРИСАНО УПРАВЉАЊЕ ОТПАДОМ - управљање базирано на истовременом разматрању смањења отпада на извору настајања, поновном коришћењу, рециклажи, компостирању, инсинерацији и одлагању;

ИНФРАСТРУКТУРА ЗА ЗАШТИТУ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ - постројења за спречавање загађења или третман загађења на крају процеса (постројења за пречишћавање отпадних вода, санитарне депоније, опрема за смањење загађења ваздуха);

КАПАЦИТЕТ (ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ИНФРАСТРУКТУРЕ) - способност да се у одређеном временском периоду пропусти неки број превозних јединица (возова). Капацитет железничке инфраструктуре се дефинише и као планирани ниво саобраћаја на основној јединици мреже у току дана или у јединици времена;

КАПАЦИТЕТ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ - представља способност животне средине да прихвати одређену количину загађујућих материја без нарушавања равнотеже и наступања неповратне штете у животној средини;

КАТАЛОГ ОТПАДА - номенклатура отпада према пореклу, која се периодично прегледа и по потреби допуњава;

КВАЛИТЕТ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ - представља стање животне средине које се исказује физичким, хемијским, биолошким, естетским и другим индикаторима;

КЛАСИФИКАЦИЈА ОТПАДА – поступак сврставања отпада на једну или више листа отпада које су утврђене посебним прописима, а према његовом пореклу, саставу и даљој намени;

КО - ИНСИНЕРАЦИЈА (ко-спаљивање) - термички третман отпада у стационарном или мобилном постројењу чија је примарна улога производња енергије или материјалних производа и који користи отпад као основно или додатно гориво или у којем се отпад термички третира ради одлагања;

КОМЕРЦИЈАЛНИ ОТПАД - отпад који настаје у предузећима, установама и другим институцијама које се у целини или делимично баве трговином, услугама,

канцеларијским пословима, спортом, рекреацијом или забавом, осим отпада из домаћинства и индустријског отпада;

КОМПОСТИРАЊЕ – третман биоразградивог отпада под дејством микроорганизама, у циљу стварања компоста, у присуству кисеоника и под контролисаним условима;

КОМУНАЛНИ ОТПАД - отпад из домаћинства, као и други отпад који је због своје природе и састава сличан отпаду из домаћинства;

МЕДИЦИНСКИ ОТПАД - хетерогена мешавина комуналног отпада, инфективног, патоанатомског, фармацеутског и лабораторијског отпада, дезинфицијенас и амбалаже, као и хемијског отпада из здравствених установа и ветеринарских организација;

МЕТОДОЛОГИЈА (грч. *Methodos, logia*) - систем метода и начела примењиваних у некој науци или научној дисциплини;

МОДЕЛИРАЊЕ - (итал. *modellare*) да(ва)ти облик нечему, обликовати, израђивати модел;

МОНИТОРИНГ - планско, системско и континуално праћење стања природе, односно делова биолошке, геолошке и предеоне разноврсности, као део целовитог система праћења стања елемената животне средине у простору и времену;

НАЈБОЉЕ ДОСТУПНЕ ТЕХНИКЕ - представљају најделотворније и најмодерније фазе у развоју активности и начину њиховог обављања које указују на практичну погодност одређених техника за утврђивање основа за одређивање, односно достизање граничних вредности емисија, с циљем спречавања или, ако то није изводљиво, у циљу смањења емисија и утицаја на животну средину као целину;

НИВО ЗАГАЂУЈУЋЕ МАТЕРИЈЕ - јесте концентрација загађујуће материје у животној средини којом се изражава квалитет животне средине у одређеном времену и простору;

ОДЛАГАЊЕ ОТПАДА – било који поступак или метода уколико не постоје могућности регенерације, рециклаже, прераде, директног поновног коришћења или употребе алтернативних извора енергије;

ОДРЖАВАЊЕ ИНФРАСТРУКТУРЕ - подразумева идентификацију и поправку кварова и дефеката елемената железничке инфраструктуре (одржавање, замена и

обнова) којима се железничка инфраструктура држи у стању које осигурава безбедан, несметан, квалитетан и уредан железнички саобраћај;

ОДРЖИВО УПРАВЉАЊЕ ОТПАДОМ – ефикасно коришћење материјалних ресурса, смањење количине отпада која се производи, а када је отпад произведен поступање са њим на начин који активно доприноси економским, социјалним и еколошким циљевима одрживог развоја;

ОПАСАН ОТПАД - отпад који по свом пореклу, саставу или концентрацији опасних материја може проузроковати опасност по животну средину и здравље људи и има најмање једну од опасних карактеристика (експлозивност, запаљивост, склоност оксидацији, органски је пероксид, акутна отровност, инфективност, склоност корозији, у контакту са ваздухом ослобађа запаљиве гасове, у контакту са ваздухом или водом ослобађа отровне супстанце, садржи токсичне супстанце са одложеним хроничним деловањем, као и екотоксичне карактеристике), укључујући и амбалажу у коју је опасан отпад био или јесте упакован;

ОПЕРАТЕР - свако физичко или правно лице које, у складу са прописима, управља постројењем, односно комплексом или га контролише или је овлашћен за доношење економских одлука у области техничког функционисања постројења;

ОТПАД - свака материја или предмет садржан у листи категорија отпада (Q листа) који власник одбацује, намерава или мора да одбаци, у складу са законом;

ОТПАД ЖИВОТИЊСКОГ ПОРЕКЛА - отпад настаје у кланицама, постројењима за прераду меса и објектима за узгој и држање животиња, као и лешеви уинутих животиња;

ОТПАДНА УЉА - сва минерална или синтетичка уља или мазива, која су неупотребљива за сврху за коју су првобитно била намењена, као што су хидраулична уља, моторна, турбинска уља или друга мазива, бродска уља, уља или течности за изолацију или пренос топлоте, остала минерална или синтетичка уља, као и уљни остаци из резервоара, мешавине уље- вода и емулзије;

ОТПАДНЕ ГУМЕ - гуме од моторних возила (аутомобила, аутобуса, камиона, моторцикала и др.), пољопривредних и грађевинских машина, приколица, летелица, вучених машина, других машина и уређаја и остали слични производи, након завршетка животног циклуса, које власник одбацује или намерава да одбаци због оштећења, истрошености или других разлога;

ПОЉОПРИВРЕДНИ ОТПАД - отпад који настаје од остатака из пољопривреде, шумарства, прехранбене и дрвне индустрије;

ПОНОВНА УПОТРЕБА – употреба производа који се могу користити више пута као што је амбалажа за вишекратну употребу;

ПОНОВНО ИСКОРИШЋЕЊЕ ОТПАДА - јесте било који поступак или метода којом се обезбеђује поновно искоришћење отпада у складу са R листом;

ПОСЕБНИ ТОКОВИ ОТПАДА - кретање отпада (истрошених батерија и акумулатора, отпадног уља, отпадних гума, отпада од електричних и електронских производа, отпадних возила и другог отпада) од места настајања, преко сакупљања, транспорта и третмана, до одлагања на депонију;

ПОСТРОЈЕЊЕ ЗА ИНСИНЕРАЦИЈУ – било која стационарна или мобилна техничка јединица или опрема одређену за термички третман отпада са или без коришћења топлоте произведене сагоревањем;

ПОСТРОЈЕЊЕ ЗА УПРАВЉАЊЕ ОТПАДОМ - стационарна техничка јединица за складиштење, третман или одлагање отпада, која заједно са грађевинским делом чини технолошку целину;

ПРИРОДА - представља јединство геосфере и биосфере, изложено атмосферским променама и различитим утицајима и обухвата природна добра и природне вредности које се исказују биолошком, геолошком и предеоном разноврсношћу;

ПРОИЗВОЂАЧ ОТПАДА – привредно друштво, предузеће или друго правно лице, односно предузетник, чијом активношћу настаје отпад и/или чијом активношћу претходног третмана, мешања или другим поступцима долази до промене састава или природе отпада;

РЕГИОН ЗА УПРАВЉАЊЕ ОТПАДОМ – просторна целина која обухвата више суседних јединица локалне самоуправе које, у складу са споразумом који закључују те јединице локалне самоуправе, заједнички управљају отпадом у циљу успостављања одрживог система управљања отпадом;

РЕГИОНАЛНИ ЦЕНТРИ ЗА УПРАВЉАЊЕ ОТПАДОМ – центри у регионима за управљање отпадом који садрже: регионалну депонију, постројење за сепарацију рециклабилног отпада, трансфер станице, постројење за компостирање, центре за сакупљање рециклабилног отпада;

РЕГИСТАР ИЗВОРА ЗАГАЂИВАЊА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ - представља скуп систематизованих података и информација о врстама, количинама, начину и месту уношења, испуштања или одлагања загађујућих материја у гасовитом, течном и чврстом агрегатном стању или испуштања енергије (буке, вибрација, топлоте, јонизујућег и нејонизујућег зрачења) из тачкастих, линијских и површинских извора загађивања у животну средину;

РЕГУЛАТОРНИ ИНСТРУМЕНТИ - категорија инструмената за спровођење политике у области заштите животне средине којима органи управе налажу потребан учинак који треба да се оствари или технологије које треба да се користе у области заштите животне средине;

РЕДУКЦИЈА ОТПАДА – приоритетна акција за постизање што је могуће већег смањења отпада;

РЕСУРСИ - представљају све оно што се употребљава при производњи, односно оно што омогућава стварање нове вредности. Постоје три основне групе ресурса: дарови природе или природни ресурси (земљиште), људски ресурси тј. све оно што је отелотворено у радној снази као ресурс (таленат, знање, искуство, итд.) и ресурс који је створио човек, попут машине и алата, који се назива капитал;

РЕЦИКЛАЖА - поновна прерада отпадних материјала у производном процесу за првобитну или другу намену, осим у енергетске сврхе;

РИЗИК - јесте мера одређеног нивоа вероватноће да нека активност, директно или индиректно, изазове опасност по животну средину, живот и здравље људи;

САКУПЉАЊЕ ОТПАДА – активност систематског сакупљања отпада, разврставања и/или мешања отпада ради транспорта за даљи третман или одлагање;

САНАЦИЈА (РЕМЕДИЈАЦИЈА) - јесте процес чишћења или коришћења других метода за уклањање загађења са локације до нивоа који је безбедан за будуће коришћење;

САОБРАЋАЈ - регулисано кретање транспортних јединица. Транспортне јединице су у железничком, воз, у друмском, аутомобил, аутобус, камион, бицикл, пешак, итд, у ваздушном, авион, у водном, брод, баржа, пловила, у телекомуникацијама, сигнали, импулси, у поштанском, пакети, писма и друго;

СИСТЕМ – представља скуп елемената над којим је развијена одређена структура.

Елемент је основна јединица. Међусобна повезаност елеманата опредељује структуру система;

СКЛАДИШТЕЊЕ ОТПАДА - привремено чување отпада на локацији произвођача или власника отпада, као и активност оператера у постројењу опремљеном и регистрованом за привремено чување отпада;

ТРАНСПОРТ - је саобраћај који је праћен са адекватном документацијом и логистиком да би се реализовао превоз;

ТРАНСПОРТ ОТПАДА - превоз отпада ван постројења који обухвата утовар, превоз (као и претовар) и истовар отпада;

ТРАНСФЕР СТАНИЦА – место до којег се отпад допрема и привремено складишти ради раздвајања или претовара пре транспорта на третман или одлагање;

ТРЕТМАН ОТПАДА – обухвата физичке, термичке, хемијске или биолошке процесе укључујући и разврставање отпада, који мењају карактеристике отпада са циљем смањења запремине или опасних карактеристика, олакшања руковања са отпадом или подстицања рециклаже и укључује поновно искоришћење и рециклажу отпада;

УПРАВЉАЊЕ ОТПАДОМ – спровођење прописаних мера за поступање са отпадом у оквиру сакупљања, транспорта, складиштења, третмана и одлагања отпада, укључујући и надзор над тим активностима и бригу о постројењима за управљање отпадом после затварања;

УПРАВЉАЧ ИНФРАСТРУКТУРЕ - било које тело или предузеће које је посебно одговорно за успостављање, одржавање и развој железничке инфраструктуре или њеног дела, обухвата управљање системима за регулисање кретања возова, сигналним и сигурносним системима; и

ЦЕНТАР ЗА ОДВОЈЕНО САКУПЉАЊЕ РЕЦИКЛАБИЛНОГ ОТПАДА – место одређено одлуком локалних самоуправа, на које грађани доносе материјал погодан за рециклажу, кабасте предмете (намештај, бела техника), баштенски отпад.

ПРИЛОЗИ

Прилог 1:

Изјава о ауторству

Потписани _____ Никола Д. Ристић

број индекса _____ 22/2011

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

ПРОСТОРНО – ФУНКЦИОНАЛНА ОРГАНИЗАЦИЈА УПРАВЉАЊА ОТПАДОМ НА
ЖЕЛЕЗНИЧКОЈ МРЕЖИ У СРБИЈИ

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

Потпис докторанда

У Београду, 2024. године



Прилог 2.

**Изјава о истоветности штампане и електронске верзије
докторског рада**

Име и презиме аутора Никола Д. Ристић

Број индекса 22/2011

Студијски програм Просторно планирање

Наслов рада ПРОСТОРНО – ФУНКЦИОНАЛНА ОРГАНИЗАЦИЈА УПРАВЉАЊА
ОТПАДОМ НА ЖЕЛЕЗНИЧКОЈ МРЕЖИ У СРБИЈИ

Ментор Проф. др Дејан Филиповић

Потписани Никола Д. Ристић

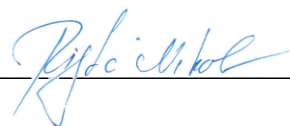
Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

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

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

Потпис докторанда

У Београду, 2024. године



Прилог 3.

Изјава о коришћењу

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

ПРОСТОРНО – ФУНКЦИОНАЛНА ОРГАНИЗАЦИЈА УПРАВЉАЊА ОТПАДОМ НА
ЖЕЛЕЗНИЧКОЈ МРЕЖИ У СРБИЈИ

која је моје ауторско дело.

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

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

1. Ауторство

- 2. Ауторство – некомерцијално
- 3. Ауторство – некомерцијално – без прерада
- 4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
- 5. Ауторство – без прерада
- 6. Ауторство – делити под истим условима

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

Потпис аутора

У Београду, 2024. године



Прилог 4: Каталог отпада “Инфраструктура железнице Србије“ а.д.

Карактер отпада	Категоризација је извршена према европском каталогу отпада, Директива 2000/532/ЕС и Правилнику о категоријама, испитивању и класификацији отпада („Сл. Гласник РС“ бр. 56/10).	Индексни број	Назив отпада
Опасан	Амбалажа која садржи остатке опасних супстанци или је контаминирана опасним супстанцама	15 01 10	Метална амбалажа контаминирана мастима и уљима
Опасан	Грађевински материјали који садрже азбест	17 06 05	Азбест стари
	Батерије од никл-кадијума	16 06 02	Истрошене батерије и акумулатори
Опасан	Оловне батерије	16 06 01	Истрошене батерије и акумулатори
Опасан	Абсорбенти, материјали за филтере (укључујући филтере за уља који нису другачије специфицирани), крпе за брисање, заштитна одећа, који су контаминирани опасним супстанцама	15 02 02	Отпадне крпе памучне и вунене, рукавице, радна одела контаминирана уљем
Опасан	Отпади који нису другачије специфицирани	13 08 99	Отпадно мешано уље (моторно, мењачко, хидраулично)
Опасан	Отпадна уља за изолацију и пренос топлоте	13 03 01	Трафо уље старо
Опасан	Флуоресцентне цеви и други отпад који садржи живу	20 01 21	Отпадне флуоресцентне цеви и живине и натријумове сијалице
Опасан	Отпади који нису другачије специфицирани	13 08 99	Емулзија воде и уља из сепаратора
Опасан	Остала горива (укључујући мешавине)	13 07 03	Заостале количине мазута из енергана
Опасан	Опасне компоненте уклоњене из одбачене опреме	16 02 15	Електронски отпад који садржи опасне компоненте (компјутери, монитори, штампачи,
Опасан	Дрво које садржи опасне супстанце	17 02 04/ 20 01 37	Праг храстов-стари Праг буков-стари Праг буков-стари дужине 2,5 m Праг буков-стари дужине 2,6 m
Неопасан	Бетон	17 01 01	Бетон стари ломљен
Неопасан	Стакло	17 02 02	Стакло-отпади (флаше, проз.окна и сл.)
Неопасан	Стакло	20 01	
Неопасан	Отпадни колосечни метални прибор (челичне матице, шrafoви, спојнице, вијци, жица)	16 01 17	Алат стари од гвожђа Бандаж-стари Моноблок-стари Лим челични-стари до 3 mm Челик-гвожђе од кола и локомотива Делови од кола и локомотива -IV класа Челик-гвожђе старо - отпади од 3 - 6 mm Челик-гвожђе старо - отпади од 6 - 10 mm Челик-гвожђе старо - отпади преко 10 mm Челик-гвожђе стара жица Челик - стари гибљеви Осовине и слогови - стари од кола и локомотива Одбојник чаурасти - стари
Неопасан	Гвожђе и челик	17 04 05	Шине - старе Шине од пробног вара Шине кратице придобијене варењем Гвожђе мостовско - старо
Неопасан	Ферозни метал	16 01 17	Кочионе папуче - старе Гус - стари Палета бокс метални - стари
Неопасан	Алуминијум	17 04 02	Алуминујум - стари отпади Алуминујум - лим отпади Алуминијум уже - старо
Неопасан	Обојени метали	16 01 18	Бакар - стари отпади Бакар - жице без изолације - стари Бакар - жице са изолацијом - стари Бакарни лим - отпади Бронза - стара отпади Месинг струготина - шпон
Неопасан	Калај	17 04 06	Бела ковина 80% - стара Бела ковина струготина - шпон
Неопасан	Цинк	17 04 04	Цинкани лим - отпади Поцинковане цеви - отпади
Неопасан	Метали	20 01 40	Каблови - стари
Неопасан	Олово	17 04 03	Олово - старо
Неопасан	Дрво	17 02 01	Отпади од тврдог дрвета - JМР:33 Отпади од меког дрвета - JМР:33 Праг храстов - стари Праг буков - стари Праг буков-стари дужине 2,5 m Праг буков-стари дужине 2,6 m
Неопасан	Текстил	20 01 11	Кожа -стара
Неопасан	Пластика	16 01 19	Пластика отпади
Неопасан	Отпадне гуме	16 01 03	Гума - стара
Неопасан	Папир и картон	20 01 01	Хартија - стара
Неопасан	Комунални отпад	10 01 01	Пепео
Неопасан	Отпадна возила кој не садрже ни течности ни друге опасне компоненте	16 01 06	Отпадна возила механизације, одржавања пруге
Неопасан	Мешани отпади од грађења и рушења другачији од оних наведених у 17 09 01 и 17 09 02 и 17 09 03	17 09 04	Туцаник стари, старе даске, ексери, бетонски отпади, арматура и сл.

Прилог 5: ДЕО1 Дневна евиденција о отпаду произвођача отпада

Година	
Месец	
Индексни број отпада из Каталога отпада	
Назив отпада	
Опис отпада	
Евиденцију води (Име и презиме)	

ПРОИЗВЕДЕНЕ КОЛИЧИНЕ ОТПАДА				ОТПАД ПРЕДАТ							
Датум	Произведена количина отпада (t)	Предата количина отпада (t)	Стање на привременом складишту (t)	Сакупљачу ²	Оператеру на поновно искоришћење ²	R ознака	Оператеру на одлагање ²	D ознака	Извоз ²	Назив предузећа којем је отпад предат	Број дозволе
УКУПНО											

¹ Евиденција се води за сваку врсту отпада посебно.

² Означити са X у одговарајућем пољу.

Прилог 6: Документ о кретању отпада

I. Неопасан отпад

ДЕО А - ПОДАЦИ О ОТПАДУ (ПОПУЊАВА ПРОИЗВОЂАЧ/ВЛАСНИК ОТПАДА)		
Врста отпада		
Класификација отпада	Индексни број отпада	
	Ознака отпада према Q листи	
Маса отпада (t)		
Начин паковања отпада		
Физичко стање отпада		
Извештај о испитивању отпада	Број	
	Датум издавања	
Одредиште		
Вид превоза		
Посебне напомене за руковање и додатне информације		

II. Опасан отпад

ДЕО А - ПОДАЦИ О ОТПАДУ (ПОПУЊАВА ПРОИЗВОЂАЧ/ВЛАСНИК ОТПАДА)			
Врста отпада			
Класификација отпада	Индексни број отпада		
	Ознака отпада према Q листи	Q	
	Ознака отпада према Y листи	Y /Y /Y	
	Ознака отпада према C листи	C	
	Опасне карактеристике отпада N лист	H /H /H	
Маса отпада (t)			
Начин паковања отпада			
Физичко стање отпада			
Извештај о испитивању отпада	Број		
	Датум издавања		
Одредиште			
Вид превоза			
Посебне напомене за руковање и додатне информације			

Напомена: Део Б, Ц и Д су исти за опасни и неопасн отпад

ДЕО Б - ПОДАЦИ О ПРОИЗВОЂАЧУ/ВЛАСНИКУ ОТПАДА		
ПИБ произвођача/власника		
Матични број произвођача/власника		
Назив произвођача/власника		
Адреса произвођача/ власника	Општина	
	Место	
	Поштански број	
	Улица и број	
	Телефон	
	Телефакс	
Е-mail		
Произвођач/власник отпада (означити са "х")	Произвођач	
	Власник	
	Оператер постројења за управљање отпадом	
Предвиђени начин поступања са отпадом	Операција поновног искоришћења (R листа)	R__
	Операција одлагања (D листа)	D__
Дозвола за управљање отпадом	Број	
	Датум издавања	
Изјава произвођача/власника отпада		
"Потврђујем да је отпад одобрен за транспорт, да су испуњени сви захтеви за паковање и обележавање и да је превозник информисан о врсти терета и неопходним предострожностима"		
Датум предаје отпада		
Читко има и презиме одговорног лица произвођача/власника отпада		
Број телефона одговорног лица произвођача/власника отп		
Потпис и овера		

ДЕО Ц - ПОДАЦИ О ПРЕВОЗНИКУ ОТПАДА		
ПИБ превозника отпада		
Матични број превозника отпада		
Назив превозника отпада		
Адреса превозника отпада	Општина	
	Место	
	Поштански број	
	Улица и број	
	Телефон	
	Телефакс	
Е-mail		
Врста превозног средства		
Регистарски број превозног средства		
Рута кретања отпада	Локација утовара	
	Преко (via)	
	Преко (via)	
	Преко (via)	
	Локација истовара	
Изјава превозника отпада		
"Потврђујем да је отпад у стању које одговара опису и да су тачни подаци у делу А"		
Дозвола за управљање отпадом	Број	
	Датум издавања	
Датум пријема отпада		
Читко има и презиме одговорног лица превозника отпада		
Број телефона одговорног лица превозника отпада		
Потпис и овера		

ДЕО Д - ПОДАЦИ О ПРИМАОЦУ ОТПАДА		
ПИБ примаоца отпада		
Матични број примаоца отпада		
Назив примаоца отпада		
Адреса примаоца отпада	Општина	
	Место	
	Поштански број	
	Улица и број	
	Телефон	
	Телефакс	
Е-mail		
Прималац (означити са "x")	Постројење за складиштење отпада	
	Постројење за третман отпада	
	Постројење за одлагање отпада	
Дозвола за управљање отпадом	Број	
	Датум издавања	
Изјава примаоца отпада		
"Потврђујем да је отпад уписан у делу А испоручен превозним средством типа _____, регистарски број _____, као и да одговара условима за прихватање"		
Датум пријема отпада		
Читко има и презиме одговорног лица превозника отпада		
Број телефона одговорног лица превозника отпада		
Потпис и овера		

Прилог 7: Образац ГИО1 – Годишњи извештај о отпаду произвођача отпада

**ПРИЛОГ 2.
ОБРАЗАЦ ГИО 1**

ГОДИШЊИ ИЗВЕШТАЈ О ОТПАДУ ПРОИЗВОЂАЧА ОТПАДА

Извештај за годину

ПОДАЦИ О ПРЕДУЗЕЋУ	
Порески идентификациони број (ПИБ)	
Матични број предузећа	
Пун назив предузећа	
Адреса	Место
	Шифра места
	Поштански број
	Улица и број
	Телефон
	Телефакс
	E mail
Општина	
Шифра општине	
Шифра претежне делатности	
ПОДАЦИ О ОДГОВОРНОМ ЛИЦУ	
Име и презиме	
Функција	
Телефон	
ПОДАЦИ О ЛИЦУ ОДГОВОРНОМ ЗА УПРАВЉАЊЕ ОТПАДОМ	
Име и презиме	
Функција	
Телефон	
E mail	

Извештај се доставља уносом података у информациони систем Националног регистра извора загађивања најкасније до 31. марта текуће године за претходну годину.

СЕРТИФИКАТ

Под материјалном и кривичном одговорношћу потврђујем да су у овом извештају дате информације истините, а количине и вредности тачне и одређене или процењене у складу са прописима Републике Србије.

Име и презиме одговорне особе	
Потпис	
Датум	

ВРСТЕ И КЛАСИФИКАЦИЈА ОТПАДА														
Место настанка отпада														
Географске координате локације	N													
	E0													
Врста отпада														
Опис отпада														
Назив отпада														
Категорија отпада - Q листа ^{1.}		Q												
Индексни број отпада из Каталога отпада ^{1.}														
Карактер отпада ^{2.}	Инертан													
	Неопасан													
	Опасан													
Извештај о испитивању отпада	Број:													
	Датум издавања:													
Ознака опасне карактеристике отпада ^{1.}		H				/	H				/	H		
Категорија опасног отпада према пореклу и саставу ^{1.}		Y				/	Y				/	Y		
Физичко стање отпада ^{2.}	Чврста материја – прах													
	Чврста материја- комади													
	Вискозна паста													
	Течна материја													
	Талог													
Компоненте које отпад чине опасним	CAS No.	Хемијски назив										kg опасне материје / kg отпада		

КОЛИЧИНЕ ОТПАДА ^{3.}		
Количина произведеног отпада у извештајној години (t)		
	1.1.	
Стање привременог складишта на дан	31.12.	
Начин одређивања количина отпада ^{4.}		

^{1.} У сваку ћелију треба унети по једну цифру

^{2.} Означити са X

^{3.} Количине отпада се дају заокружене на једну децималу уколико су количине мање од 10 т. Ако су количине веће од 10 т онда се заокружују на целу тону.

^{4.} Начин одређивања количина отпада (1. - Мерење, 2. - Прорачун, 3. - Процена) - Унети један од бројева од 1 до 3

Складиштење отпада				Одлагање / Поновно искоришћење отпада						Извоз отпада			
Назив постројења за складиштење отпада	Број дозволе	Отпад предат на складиш- тење		Назив постројења за одлагање / третман отпада	Број дозволе	Отпад предат на одлагање		Отпад предат на поновно искориш- ћење		Земља извоза	Количина извезе- ног отпада (t)	D или R ознака	Назив и адреса постројења за одлагање / третман отпада
		Коли- чина (t)	R или D ознака			Коли- чина (t)	D ознака	Коли- чина (t)	R ознака				

Прилог 8: Налепница за неопасан и опасан отпад

1.	Назив организационе јединице или целине у којој је настао отпад	
2.	Деоница/стовариште	
3.	Седиште	
4.	Назив отпада	
5.	Инвентарни број/шифра артикла	
6.	Индексни број отпада	
7.	Количина отпада	
8.	Датум паковања	
9.	Потпис одговорног лица	

1
OTPAD-WASTE

2	Indeksni broj otpada	
	Naziv otpada	
3	Način deponovanja	
4	Način reciklaže	
5	Vlasnik otpada	
	Sedište	
	Telefon/fax	
	Datum pakovanja	
	Lice odgovorno za stručni rad	
6	Fizičko svojstvo otpada	
7	Količina sadržana u pakovanju	
8	Napomena	

1.	Назив организационе јединице или целине у којој је настао отпад	
2.	Деоница/стовариште	
3.	Седиште	
4.	Упозорење ОПАСАН ОТПАД на српском и енглеском	
5.	Индексни број и назив отпада из каталога отпада, у складу са посебним прописом	
6.	Инвентарни број/шифра артикла	
7.	"Y" ознаку према листи категорија или сродних типова опасног отпада	
8.	"C" ознаку према листи компоненти које га чине опасним("C" листа)	
9.	"H" ознаку према листи карактеристика које га чине опасним ("H" листа)	
10.	Физичко својство отпада	
11.	Количина садржана у паковању	
12.	НАПОМЕНА: подаци који су битни при руковању опасним отпадом, начин руковања и безбедност од загађења	
13.	Потпис одговорног лица	

1 OPASAN OTPAD HAZARD WASTE		
2	Indeksni broj otpada	
	Naziv otpada	
3	Q Y C	
4	oznaka	
5	H oznaka	
6	Vlasnik otpada Sedište Telefon/fax Datum pakovanja Lice odgovorno za stručni rad	
7	Fizičko svojstvo otpada	
8	Količina sadržana u pakovanju	
9	Napomena	

Прилог 9: Математички модел у Python коду

```
from pulp import *
import pandas as pd

#Load data, preparation and parameter settings
WasteData = pd.read_excel('InputData_CompleteModel_v0.xlsx', 'WasteTypes', index_col=0)
wastes = WasteData.index.values.tolist()

StationData = pd.read_excel('InputData_CompleteModel_v0.xlsx', 'Stations', index_col=0)
stations = StationData.index.values.tolist()
supplyD = StationData['SupplyD'].tolist()
supplyD2 = StationData['SupplyD2'].tolist()
supplyD3 = StationData['SupplyD3'].tolist()
supplyH = StationData['SupplyH'].tolist()
supplyH2 = StationData['SupplyH2'].tolist()
supplyH3 = StationData['SupplyH3'].tolist()
supplyH4 = StationData['SupplyH4'].tolist()
supplyAll = list(x for x in zip(supplyD, supplyD2, supplyD3, supplyH, supplyH2, supplyH3, supplyH4))
#Waste amount within stations, by waste type
supply = makeDict([stations, wastes], supplyAll,0)

HubData = pd.read_excel('InputData_CompleteModel_v0.xlsx', 'TransferHubs', index_col=0)
hubs = HubData.index.values.tolist()
capacityHubD = HubData['CapacityD'].tolist()
capacityHubD2 = HubData['CapacityD2'].tolist()
capacityHubD3 = HubData['CapacityD3'].tolist()
capacityHubH = HubData['CapacityH'].tolist()
capacityHubH2 = HubData['CapacityH2'].tolist()
capacityHubH3 = HubData['CapacityH3'].tolist()
capacityHubH4 = HubData['CapacityH4'].tolist()
capacityHubAll = list(x for x in zip(capacityHubD, capacityHubD2, capacityHubD3, capacityHubH,
capacityHubH2, capacityHubH3, capacityHubH4))
#Hub capacity, by waste type
capacityHub = makeDict([hubs, wastes], capacityHubAll,0)
# fixed_costsH_H = HubData['FixedCosts'].tolist()
# fixed_costsH_D = HubData['FixedCostsD'].tolist()
# fixed_costsH_All = list(x for x in zip(fixed_costsH_H, fixed_costsH_D))
# #Fixed costs for hub opening
# fixedCostsHub = makeDict([hubs,wastes], fixed_costsH_All,0)

FacilityData = pd.read_excel('InputData_CompleteModel_v0.xlsx', 'Facilities', index_col=0)
facilities = FacilityData.index.values.tolist()
capacityFacD = FacilityData['CapacityD'].tolist()
capacityFacD2 = FacilityData['CapacityD2'].tolist()
capacityFacD3 = FacilityData['CapacityD3'].tolist()
capacityFacH = FacilityData['CapacityH'].tolist()
capacityFacH2 = FacilityData['CapacityH2'].tolist()
capacityFacH3 = FacilityData['CapacityH3'].tolist()
```



```
capacityFacH4 = FacilityData['CapacityH4'].tolist()
capacityFacAll = list(x for x in zip(capacityFacD, capacityFacD2, capacityFacD3, capacityFacH,
capacityFacH2, capacityFacH3, capacityFacH4))
#Facility capacity, by waste type
capacityFac = makeDict([facilities, wastes], capacityFacAll,0)
fixed_costsF_D = FacilityData['FixedCostsD'].tolist()
fixed_costsF_D2 = FacilityData['FixedCostsD2'].tolist()
fixed_costsF_D3 = FacilityData['FixedCostsD3'].tolist()
fixed_costsF_H = FacilityData['FixedCostsH'].tolist()
fixed_costsF_H2 = FacilityData['FixedCostsH2'].tolist()
fixed_costsF_H3 = FacilityData['FixedCostsH3'].tolist()
fixed_costsF_H4 = FacilityData['FixedCostsH4'].tolist()
fixed_costsF_All = list(x for x in zip(fixed_costsF_D, fixed_costsF_D2, fixed_costsF_D3, fixed_costsF_H,
fixed_costsF_H2, fixed_costsF_H3, fixed_costsF_H4))
#Fixed costs for facility opening
#w_set = ['H','D']
fixedCostsFac = makeDict([facilities, wastes], fixed_costsF_All,0)

#Transportation costs
costsSt_Hub_D = pd.read_excel('InputData_CompleteModel_v0.xlsx', 'CostsS-H_Dangerous', index_col=0)
costsSt_Hub_H = pd.read_excel('InputData_CompleteModel_v0.xlsx', 'CostsS-H_Harmless', index_col=0)
costsSt_Hub_Dangerous = costsSt_Hub_D.values.tolist()
costsSt_Hub_Harmless = costsSt_Hub_H.values.tolist()
costsSt_Hub_All = list(x for x in zip(costsSt_Hub_Harmless, costsSt_Hub_Harmless, costsSt_Hub_Harmless,
costsSt_Hub_Harmless, costsSt_Hub_Dangerous, costsSt_Hub_Dangerous, costsSt_Hub_Dangerous))
#Transportation costs for transport between stations and hubs, by waste type
costsSt_Hub = makeDict([stations, wastes, hubs], costsSt_Hub_All, 0)

costsSt_Fac_D = pd.read_excel('InputData_CompleteModel_v0.xlsx', 'CostsS-F_Dangerous', index_col=0)
costsSt_Fac_H = pd.read_excel('InputData_CompleteModel_v0.xlsx', 'CostsS-F_Harmless', index_col=0)
costsSt_Fac_Dangerous = costsSt_Fac_D.values.tolist()
costsSt_Fac_Harmless = costsSt_Fac_H.values.tolist()
costsSt_Fac_All = list(x for x in zip(costsSt_Fac_Harmless, costsSt_Fac_Harmless, costsSt_Fac_Harmless,
costsSt_Fac_Harmless, costsSt_Fac_Dangerous, costsSt_Fac_Dangerous, costsSt_Fac_Dangerous))
#Transportation costs for transport between stations and facilities, by waste type
costsSt_Fac = makeDict([stations, wastes, facilities], costsSt_Fac_All, 0)

costsHub_Fac_D = pd.read_excel('InputData_CompleteModel_v0.xlsx', 'CostsH-F_Dangerous', index_col=0)
costsHub_Fac_H = pd.read_excel('InputData_CompleteModel_v0.xlsx', 'CostsH-F_Harmless', index_col=0)
costsHub_Fac_Dangerous = costsSt_Fac_D.values.tolist()
costsHub_Fac_Harmless = costsSt_Fac_H.values.tolist()
costsHub_Fac_All = list(x for x in zip(costsHub_Fac_Harmless, costsHub_Fac_Harmless,
costsHub_Fac_Harmless, costsHub_Fac_Harmless, costsHub_Fac_Dangerous, costsHub_Fac_Dangerous,
costsHub_Fac_Dangerous))
#Transportation costs for transport between hubs and facilities, by waste type
costsHub_Fac = makeDict([hubs, wastes, facilities], costsHub_Fac_All, 0)

#Model
```

```

model = LpProblem('FLP', LpMinimize)

#Define decision variables
#use_hub = LpVariable.dicts('Use Hub', (hubs,wastes), 0, 1, LpBinary)
use_fac = LpVariable.dicts('Use Facility', (facilities,wastes), 0, 1, LpBinary)
st_to_hub = LpVariable.dicts('Station to Hub', [(i,w,j) for i in stations for w in wastes for j in hubs], 0)
st_to_fac = LpVariable.dicts('Station to Facility', [(i,w,k) for i in stations for w in wastes for k in facilities], 0)
hub_to_fac = LpVariable.dicts('Hub to Facility', [(j,w,k) for j in hubs for w in wastes for k in facilities], 0)

#Define Objective function
model += lpSum(fixedCostsFac[k][w]*use_fac[k][w] for k in facilities for w in wastes) +\
    lpSum(costsSt_Fac[i][w][k]*st_to_fac[(i,w,k)] for i in stations for w in wastes for k in facilities) +\
    lpSum(costsSt_Hub[i][w][j]*st_to_hub[(i,w,j)] for i in stations for w in wastes for j in hubs) +\
    lpSum(costsHub_Fac[j][w][k]*hub_to_fac[(j,w,k)] for j in hubs for w in wastes for k in facilities)

#Define constraints
#All waste from stations has to be shipped
for i in stations:
    for w in wastes:
        model += lpSum(st_to_fac[(i,w,k)] for k in facilities) + lpSum(st_to_hub[(i,w,j)] for j in hubs) ==
supply[i][w]
#No waste should remain in hubs
for j in hubs:
    for w in wastes:
        model += lpSum(st_to_hub[(i,w,j)] for i in stations) - lpSum(hub_to_fac[(j,w,k)] for k in facilities) == 0
#Hub capacities must not be exceeded
for j in hubs:
    for w in wastes:
        model += lpSum(st_to_hub[(i,w,j)] for i in stations) <= capacityHub[j][w]
#Facility capacities must not be exceeded
for k in facilities:
    for w in wastes:
        model += lpSum(st_to_fac[(i,w,k)] for i in stations) + lpSum(hub_to_fac[(j,w,k)] for j in hubs) <=
capacityFac[k][w]*use_fac[k][w]
#Transport from stations to the open hubs only
for i in stations:
    for w in wastes:
        for j in hubs:
            model += st_to_hub[(i,w,j)] <= supply[i][w]
#Transport from stations to the open facilities only
for i in stations:
    for w in wastes:
        for k in facilities:
            model += st_to_fac[(i,w,k)] <= supply[i][w]*use_fac[k][w]

#Solving the model using CPLEX solver
solver = PULP_CBC_CMD()
model.solve(solver)

```

```
# #Solving the model using default solver
# model.solve()

print("Solution Status = ", LpStatus[model.status])
#Print results
Tolerance = 0.0001

for k in facilities:
    for w in wastes:
        if use_fac[k][w].varValue is not None:
            if use_fac[k][w].varValue > Tolerance:
                print("Open", k, "for", w)

# for v in model.variables():
#     print(v.name, "=", v.varValue)

#Saving results into Excel file
var_names = []
var_values = []

for var in model.variables():
    if var.varValue is not None:
        if var.varValue > Tolerance:
            var_names.append(var.name)
            var_values.append(var.varValue)

result = pd.DataFrame(list(zip(var_names, var_values)), columns=['Name', 'Value'])
result['ObjectiveValue'] = ""
result['ObjectiveValue'].iloc[0] = model.objective.value()
result.to_excel('ResultsCaseStudy_v0.xlsx')

for var in model.variables():
    print(var.name, var.varValue)
```

Прилог 10: Резултати модела

Резултати модела за Варијанту 0

станица / хуб	генерисани отпад / транспортвани отпад (t)		РД Кикинда	РД Панчево	РД Сремска Митровица	РД Суботица	Кикинда "ХУБ"	Нови Сад "ХУБ"	Панчево "ХУБ"	Рума "ХУБ"	Сомбор "ХУБ"	Суботица "ХУБ"	Вршац "ХУБ"	Зрењанин "ХУБ"
Станица бр. 1	неопасни	106,42	×	44,23	×	×	1,59	×	×	×	×	×	60,60	×
	опасни	1,82	×	×	×	×	×	×	1,19	×	×	×	0,61	0,02
Станица бр. 2	неопасни	48,15	×	×	×	×	×	×	×	×	48,15	×	×	×
	опасни	20,80	×	×	×	0,01	×	×	20,79	×	×	×	×	×
Станица бр. 3	неопасни	233,81	×	×	88,03	×	×	5,11	×	×	15,75	124,92	×	×
	опасни	102,79	×	×	102,64	×	×	×	×	×	×	0,15	×	×
Станица бр. 4	неопасни	644,83	×	×	×	21,88	×	×	×	×	×	622,95	×	×
	опасни	364,59	30,31	×	333,92	×	×	×	×	×	×	0,36	×	×
Станица бр. 5	неопасни	157,02	×	×	×	5,96	×	×	×	×	5,48	145,58	×	×
	опасни	24,05	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	24,05
Станица бр. 6	неопасни	36,67	×	26,90	×	×	4,82	×	×	×	×	×	4,95	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 7	неопасни	107,04	90,19	×	×	16,13	0,72	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	0,20	0,20	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 8	неопасни	80,28	×	66,06	×	×	×	×	13,61	×	×	×	0,61	×
	опасни	0,15	×	0,15	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 9	неопасни	18,41	0,17	×	×	4,36	13,88	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	39,18	39,18	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

Просторно – функционална организација управљања отпадом на железничкој мрежи у Србији

Станица бр. 10	неопасни	402,96	×	×	83,31	×	×	×	0,26	319,39	×	×	×	×
	опасни	6,76	×	×	6,76	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 11	неопасни	283,82	79,29	×	×	42,34	×	×	×	×	×	161,09	×	1,10
	опасни	4,82	4,81	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,01
Станица бр. 12	неопасни	21,43	×	13,79	×	×	4,18	×	×	×	×	×	3,46	×
	опасни	0,15	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,13	0,02
Станица бр. 13	неопасни	354,77	×	×	159,59	×	×	1,55	×	127,13	×	32,90	33,60	×
	опасни	6,02	×	×	6,01	×	×	×	×	×	×	×	×	0,01
Станица бр. 14	неопасни	48,16	×	×	×	0,01	×	×	×	×	48,15	×	×	×
	опасни	20,79	×	×	20,79	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 15	неопасни	3,09	1,06	×	×	0,63	×	×	×	×	×	×	×	1,40
	опасни	1,67	1,67	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 16	неопасни	874,73	×	724,94	×	×	×	×	149,79	×	×	×	×	
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
Станица бр. 17	неопасни	17,13	14,29	×	×	×	2,52	×	×	×	×	×	×	0,32
	опасни	1,61	1,61	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 18	неопасни	0,85	×	×	0,42	0,10	×	×	×	×	0,07	×	×	0,26
	опасни	0,41	×	×	0,41	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 19	неопасни	451,39	16,96	×	×	15,32	×	×	×	×	×	416,12	×	2,99
	опасни	255,21	254,96	×	×	×	×	×	×	×	×	0,25	×	×
Станица бр. 20	неопасни	425,73	×	0,29	191,52	×	×	×	0,81	192,87	×	39,48	0,76	×
	опасни	9,84	×	×	7,21	×	×	×	×	×	×	×	×	2,63
Станица бр. 21	неопасни	6,75	×	5,56	×	×	×	×	×	×	×	×	1,19	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 22	неопасни	39,59	×	×	×	3,53	×	1,93	×	×	33,41	0,72	×	×
	опасни	98,20	×	×	98,20	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	неопасни	553,06	466,01	×	×	1,17	85,88	×	×	×	×	×	×	×

Просторно – функционална организација управљања отпадом на железничкој мрежи у Србији

Станица бр. 23	опасни	1,24	1,04	×	×	×	0,20	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 24	неопасни	24,45	×	17,94	×	×	3,21	×	3,30	×	×	×	×	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 25	неопасни	32,11	×	×	×	0,01	×	0,03	×	×	32,07	×	×	×
	опасни	13,86	×	×	13,86	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 26	неопасни	22,02	×	×	13,07	×	×	×	×	2,83	×	6,12	×	×
	опасни	1,28	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	1,28
Станица бр. 27	неопасни	515,86	×	×	×	17,50	×	×	×	×	×	493,18	×	5,18
	опасни	291,67	×	×	291,38	×	×	×	×	×	×	0,29	×	×
Станица бр. 28	неопасни	3,12	×	0,48	2,64	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 29	неопасни	151,65	127,78	×	×	0,32	22,53	×	×	×	×	×	×	1,02
	опасни	0,29	0,29	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 30	неопасни	1.490,04	×	×	×	670,31	467,85	6,51	136,54	×	17,59	67,12	31,64	92,48
	опасни	29,39	×	×	×	25,25	×	×	×	×	×	4,10	×	0,04
Станица бр. 31	неопасни	22,48	×	×	×	0,01	×	0,02	×	×	22,45	×	×	×
	опасни	9,70	×	×	9,70	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 32	неопасни	56,92	×	26,59	×	×	23,04	×	×	×	×	×	×	7,29
	опасни	3,31	×	×	×	×	×	×	3,31	×	×	×	×	×
Станица бр. 33	неопасни	29,33	×	21,53	×	×	3,85	×	3,95	×	×	×	×	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 34	неопасни	257,93	×	×	×	114,56	×	×	×	×	×	143,37	×	×
	опасни	145,84	141,74	×	×	×	×	×	×	×	×	0,14	×	3,96
Станица бр. 35	неопасни	154,01	×	113,00	×	×	×	×	20,78	×	×	×	×	20,23
	опасни	0,07	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,07
Станица бр. 36	неопасни	97,12	×	0,33	57,67	×	×	×	×	10,35	×	17,11	1,77	9,89
	опасни	5,63	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	5,63

Просторно – функционална организација управљања отпадом на железничкој мрежи у Србији

Станица бр. 37	неопасни	70,95	×	0,05	31,91	×	35,53	×	×	×	×	3,20	×	0,26
	опасни	1,20	×	×	1,20	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 38	неопасни	102,10	×	×	81,66	×	×	×	×	18,28	×	×	×	2,16
	опасни	229,97	×	×	229,97	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 39	неопасни	1.095,31	×	×	×	×	681,29	×	×	×	×	×	111,90	302,12
	опасни	23,09	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	23,09	×
Станица бр. 40	неопасни	773,80	44,96	×	×	10,38	718,46	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	437,51	437,08	×	×	×	0,43	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 41	неопасни	69,55	×	×	33,81	×	×	×	4,69	31,05	×	×	×	×
	опасни	1,79	×	×	1,79	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 42	неопасни	170,17	×	×	×	0,04	×	×	×	×	170,13	×	×	×
	опасни	73,45	×	×	63,74	×	×	×	9,71	×	×	×	×	×
Станица бр. 43	неопасни	73,37	×	×	42,75	×	×	×	23,62	7,00	×	×	×	×
	опасни	42,51	×	×	×	×	×	×	×	×	×	3,96	×	38,55
Станица бр. 44	неопасни	10,35	×	×	6,15	×	×	×	0,22	1,10	×	2,88	×	×
	опасни	0,60	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,60
Станица бр. 45	неопасни	1.051,12	×	0,02	311,21	×	×	×	0,12	×	×	739,77	×	×
	опасни	96,98	×	×	96,98	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 46	неопасни	186,18	×	3,42	18,96	×	×	×	×	×	×	163,80	×	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 47	неопасни	3.482,07	×	×	×	3.316,21	23,93	×	×	×	×	141,93	×	×
	опасни	1.968,77	×	×	×	315,00	×	×	×	×	×	1.646,78	×	6,99
Станица бр. 48	неопасни	106,43	×	×	47,88	0,13	5,08	×	×	×	4,79	×	×	48,55
	опасни	1,80	×	×	1,80	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 49	неопасни	78,45	×	64,15	×	×	×	×	×	×	×	×	×	14,30
	опасни	164,77	×	×	164,77	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 50	неопасни	25,70	×	16,55	×	×	×	×	×	×	×	×	4,14	5,01
	опасни	0,18	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,16	0,02
Станица бр. 51	неопасни	23,57	×	15,17	×	×	4,60	×	×	×	×	×	3,80	×
	опасни	0,16	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,14	0,02
	неопасни	21,43	×	17,39	×	×	×	×	3,57	×	×	×	0,47	×

Просторно – функционална организација управљања отпадом на железничкој мрежи у Србији

Станица бр. 52	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 53	неопасни	532,16	×	×	×	0,65	×	2,07	×	×	264,73	264,71	×	×
	опасни	10,51	×	×	9,02	×	×	×	×	×	×	1,47	×	0,02
Станица бр. 54	неопасни	143,54	×	92,41	×	×	27,99	×	×	×	×	×	23,14	
	опасни	0,98	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,87	0,11
Станица бр. 55	неопасни	177,39	×	×	35,43	×	7,58	×	×	×	52,23	×	×	82,15
	опасни	3,02	×	×	3,01	×	×	×	×	×	×	×	×	0,01
Станица бр. 56	неопасни	322,42	×	×	×	307,06	×	×	×	×	×	15,36	×	×
	опасни	182,30	182,12	×	×	×	×	×	×	×	×	0,18	×	×
Станица бр. 57	неопасни	78,04	65,09	0,20	×	×	11,48	×	×	×	×	×	×	1,27
	опасни	7,35	×	×	7,35	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Киkindа "ХУБ"	неопасни	2.150,00	×	2.150,00	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	0,63	×	0,63	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Нови Сад "ХУБ"	неопасни	17,22	×	×	×	17,22	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Панчево "ХУБ"	неопасни	361,28	×	×	361,28	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	35,00	×	×	35,00	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Рума "ХУБ"	неопасни	710,00	×	×	×	710,00	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Сомбор "ХУБ"	неопасни	715,00	×	×	×	715,00	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Суботица "ХУБ"	неопасни	3.602,33	×	3.602,33	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	1.657,67	×	1.657,67	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Вршац "ХУБ"	неопасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Зрењанин "ХУБ"	неопасни	598,00	×	598,00	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	84,00	×	84,00	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

Резултати модела за **Варијанту 1**

станција / хуб	генерисани отпад / транспортрани отпад (t)		РД Кикинда	РД Панчево	РД Сремска Митровица	РД Суботица	РД Сомбор	Кикинда "ХУБ"	Нови Сад "ХУБ"	Панчево "ХУБ"	Рума "ХУБ"	Сомбор "ХУБ"	Суботица "ХУБ"	Вршац "ХУБ"	Зрењанин "ХУБ"
	неопасни	опасни													
Станица бр. 1	неопасни	106,44	×	49,02	×	×	×	2,18	×	×	×	×	×	55,24	×
	опасни	1,80	×	1,80	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 2	неопасни	48,16	×	×	×	×	35,53	×	×	×	×	12,63	×	×	×
	опасни	20,79	×	×	×	×	20,79	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 3	неопасни	233,86	×	×	6,18	×	×	×	5,77	×	×	221,91	×	×	×
	опасни	102,79	×	×	×	×	×	×	×	×	×	102,64	0,15	×	×
Станица бр. 4	неопасни	644,90	×	×	×	21,67	1,67	×	×	×	×	×	621,56	×	×
	опасни	364,59	364,23	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,36	×	×
Станица бр. 5	неопасни	156,22	×	×	×	5,61	40,82	×	×	×	×	4,53	105,26	×	×
	опасни	24,05	×	×	×	×	24,05	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 6	неопасни	36,67	×	28,47	×	×	×	×	×	×	×	×	×	1,62	6,58
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 7	неопасни	107,05	82,59	×	×	23,69	×	0,77	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	0,20	0,20	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 8	неопасни	80,28	×	79,67	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,61	×
	опасни	0,15	×	0,15	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 9	неопасни	18,41	0,16	×	×	3,35	×	14,90	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	39,18	39,18	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	неопасни	402,96	×	×	18,46	×	×	×	45,51	0,29	338,70	×	×	×	×

Станица бр. 10	опасни	6,76	×	×	×	×	×	×	×	6,76	×	×	×	×	×
Станица бр. 11	неопасни	284,14	65,05	×	×	0,27	×	32,65	×	×	×	171,45	13,54	×	1,18
	опасни	4,82	4,81	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,01
Станица бр. 12	неопасни	21,43	×	16,62	×	×	×	4,18	×	×	×	×	×	0,63	×
	опасни	0,15	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,13	0,02
Станица бр. 13	неопасни	354,77	×	×	6,11	×	×	189,50	16,92	×	42,09	90,81	7,59	×	1,75
	опасни	6,02	×	×	6,01	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,01
Станица бр. 14	неопасни	48,16	×	×	×	×	35,53	×	×	×	×	12,63	×	×	×
	опасни	20,79	×	×	×	×	20,79	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 15	неопасни	3,09	0,97	×	×	0,62	×	1,50	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	1,67	×	×	×	×	×	1,67	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 16	неопасни	874,73	×	874,56	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,17
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 17	неопасни	17,12	13,08	×	×	×	×	3,72	×	×	×	×	×	×	0,32
	опасни	1,61	1,61	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 18	неопасни	0,85	×	×	0,03	0,08	×	×	×	×	×	0,41	×	×	0,33
	опасни	0,41	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,41	×	×	×
Станица бр. 19	неопасни	451,46	16,77	×	×	15,18	×	×	×	×	×	×	419,51	×	×
	опасни	255,21	254,96	×	×	×	×	×	×	×	×	0,25	×	×	×
Станица бр. 20	неопасни	425,73	×	0,29	7,34	×	×	×	51,43	×	277,91	68,46	20,30	×	×
	опасни	9,84	×	×	7,21	×	×	×	×	×	×	×	×	×	2,63
Станица бр. 21	неопасни	0,04	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,04	×
	опасни	6,71	×	6,71	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 22	неопасни	39,58	×	×	×	2,71	2,88	×	×	×	×	33,99	×	×	×
	опасни	98,20	×	×	×	×	98,20	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 23	неопасни	553,06	426,74	×	×	0,90	×	125,42	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	1,24	1,04	×	×	×	×	0,20	×	×	×	×	×	×	×

Станица бр. 24	неопасни	24,45	×	18,99	×	×	×	4,38	×	×	×	×	×	×	1,08
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 25	неопасни	32,11	×	×	×	×	0,02	×	×	×	×	32,09	×	×	×
	опасни	13,86	×	×	×	×	13,86	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 26	неопасни	22,02	×	×	0,91	×	×	×	×	0,54	14,45	×	6,12	×	×
	опасни	1,28	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	1,28
Станица бр. 27	неопасни	515,86	×	×	×	17,34	×	×	×	×	×	×	492,96	×	5,56
	опасни	291,67	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	291,67	×	×
Станица бр. 28	неопасни	3,12	×	2,94	0,18	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 29	неопасни	151,64	117,01	×	×	0,25	×	33,29	×	×	×	×	×	×	1,09
	опасни	0,29	0,29	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 30	неопасни	1.490,05	×	×	25,69	×	×	196,26	1.268,1	×	×	×	×	×	×
	опасни	29,39	×	×	×	×	×	×	25,25	×	×	×	4,10	×	0,04
Станица бр. 31	неопасни	22,48	×	×	×	×	16,58	×	×	×	×	5,90	×	×	×
	опасни	9,70	×	×	×	×	9,70	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 32	неопасни	56,92	×	32,02	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	24,90
	опасни	3,31	×	×	×	×	×	3,31	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 33	неопасни	29,33	×	22,78	×	×	×	5,26	×	×	×	×	×	1,29	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 34	неопасни	257,93	×	×	×	114,48	×	×	×	×	×	×	143,45	×	×
	опасни	145,83	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	145,83	×	×
Станица бр. 35	неопасни	154,00	×	119,59	×	×	×	27,62	×	5,56	×	×	×	1,23	×
	опасни	0,07	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,07
Станица бр. 36	неопасни	97,11	×	0,33	4,01	×	×	×	63,74	2,03	×	×	27,00	×	×
	опасни	5,63	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	5,63
	неопасни	70,95	×	0,05	1,22	×	×	49,70	×	×	×	×	19,68	×	0,30

Станица бр. 37	опасни	1,20	×	×	×	×	×	1,20	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 38	неопасни	102,10	×	×	5,69	×	×	×	4,11	×	×	×	92,30	×	×
	опасни	229,97	×	×	229,97	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 39	неопасни	1.095,31	×	×	×	×	×	641,51	×	×	×	×	×	150,00	303,80
	опасни	23,09	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	23,09	×
Станица бр. 40	неопасни	773,79	41,17	×	×	13,59	×	719,03	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	437,51	437,08	×	×	×	×	0,43	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 41	неопасни	69,55	×	×	3,22	×	×	×	30,31	0,83	3,35	×	31,84	×	×
	опасни	1,79	×	×	1,79	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 42	неопасни	170,18	×	×	×	×	125,57	×	×	×	×	44,61	×	×	×
	опасни	73,45	×	×	×	×	73,45	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 43	неопасни	73,37	×	×	3,62	×	×	×	×	×	26,65	43,10	×	×	×
	опасни	42,51	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	3,96	×	38,55
Станица бр. 44	неопасни	10,36	×	×	0,43	×	×	×	×	0,25	6,80	×	2,88	×	×
	опасни	0,60	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,60
Станица бр. 45	неопасни	1.051,13	×	×	21,30	×	×	×	758,13	×	×	×	200,74	×	70,96
	опасни	96,98	×	×	21,18	×	×	×	47,42	×	×	×	28,38	×	×
Станица бр. 46	неопасни	186,18	×	21,08	1,30	×	×	×	×	×	×	×	163,80	×	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 47	неопасни	3.482,06	×	×	×	3.315,13	8,45	20,52	×	×	×	×	137,96	×	×
	опасни	1.968,78	×	×	×	315,00	524,59	×	×	×	×	×	1.129,19	×	×
Станица бр. 48	неопасни	106,44	×	×	1,84	0,10	×	0,85	29,52	×	×	×	×	×	74,13
	опасни	1,80	1,80	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
Станица бр. 49	неопасни	78,45	×	77,36	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	1,09
	опасни	164,77	×	×	×	×	×	×	×	164,77	×	×	×	×	×
Станица бр. 50	неопасни	25,71	×	19,95	×	×	×	5,01	×	×	×	×	×	0,75	×
	опасни	0,18	×	×	×	×	×	0,16	×	×	×	×	×		0,02
Станица бр. 51	неопасни	23,57	×	18,28	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,69	4,60
	опасни	0,16	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,14	0,02
Станица бр. 52	неопасни	21,43	×	20,96	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,47	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

Станица бр. 53	неопасни	532,16	×	×	×	×	0,50	×	0,66	×	×	98,45	432,06	×	0,49
	опасни	10,51	×	×	×	×	9,02	×	×	×	×	×	1,47	×	0,02
Станица бр. 54	неопасни	143,54	×	111,35	×	×	×	27,99		×	×	×	×	4,20	×
	опасни	0,98	×	×	×	×	×	×		0,87	×	×	×	×	0,11
Станица бр. 55	неопасни	177,39	×	×	×	×	×	43,73	52,23	×	×	×	×	×	81,43
	опасни	3,02	3,01	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,01
Станица бр. 56	неопасни	322,72	×	×	×	307,26	×	×	×	×	×	×	15,46	×	×
	опасни	182,30	182,12	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,18	×	×
Станица бр. 57	неопасни	78,03	59,60	0,20	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	18,23
	опасни	7,35	7,35	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Кикинда "ХУБ"	неопасни	2.150,00	×	2.150,00	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	13,83	×	13,83	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Нови Сад "ХУБ"	неопасни	2.426,41	×	×	×	×	2.426,41	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	47,01	×	×	×	×	47,01	×	×	×	×	×	×	×	×
Панчево "ХУБ"	неопасни	9,50	×	×	9,50	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	28,41	×	×	28,41	×		×	×	×	×	×	×	×	×
Рума "ХУБ"	неопасни	-	×	×	×	×		×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	710,00	×	×	×	710,00		×	×	×	×	×	×	×	×
Сомбор "ХУБ"	неопасни	920,64	×	×	×	795,00	125,64	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	60,77	×	×	×	×	60,77	×	×	×	×	×	×	×	×
Суботица "ХУБ"	неопасни	2.988,21	×	2.988,21	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	1.599,05	×	1.599,05	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Вршац "ХУБ"	неопасни	216,77	204,77	×	×	12,00	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	14,22	14,22	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Зрењанин "ХУБ"	неопасни	598,00	×	598,00	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	55,34	×	55,34	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

Резултати модела за **Варијанту 2**

станица / хуб	генерисани отпад / транспортрани отпад (t)		РД Кикинда	РД Панчево	РД Сремска Митровица	РД Суботица	РД Нови Сад	Кикинда "ХУБ"	Нови Сад "ХУБ"	Панчево "ХУБ"	Рума "ХУБ"	Сомбор "ХУБ"	Суботица "ХУБ"	Вршац "ХУБ"	Зрењанин "ХУБ"
Станица бр. 1	неопасни	106,44	×	29,77	×	×	×	×	×	76,20	×	×	×	0,47	×
	опасни	1,80	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	1,80	×
Станица бр. 2	неопасни	48,16	×	×	×	×	0,01	×	×	×	×	48,15	×	×	×
	опасни	20,79	×	×	×	×	×	×	×	×	15,00	×	5,79	×	×
Станица бр. 3	неопасни	233,86	×	×	×	×	109,45	×	5,40	×	×	×	119,01	×	×
	опасни	102,79	×	×	102,64	×	×	×	×	×	×	×	0,15	×	×
Станица бр. 4	неопасни	644,78	×	×	×	22,05	24,22	5,22	×	×	×	×	592,20	×	1,09
	опасни	364,59	×	×	×	×	364,23	×	×	×	×	×	0,36	×	×
Станица бр. 5	неопасни	157,05	×	×	×	5,57	0,71	3,39	×	×	×	6,98	140,40	×	×
	опасни	24,05	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	2,15	21,90	×
Станица бр. 6	неопасни	36,67	×	26,33	×	×	×	×	×	8,72	×	×	×	1,62	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 7	неопасни	107,05	10,54	×	×	49,89	×	46,62	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	0,20	0,20	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 8	неопасни	80,28	×	67,41	×	×	×	×	×	12,27	×	×	×	0,60	×
	опасни	0,15	×	0,15	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 9	неопасни	18,41	0,02	×	×	×	1,95	16,44	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	39,18	39,18	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	неопасни	402,96	×	×	×	×	×	×	×	0,30	318,98	83,68	×	×	×

Просторно – функционална организација управљања отпадом на железничкој мрежи у Србији

Станица бр. 10	опасни	6,76	×	×	6,76	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 11	неопасни	283,82	×	×	×	0,24	257,24	×	×	×	×	×	×	25,27	1,07
	опасни	4,82	×	×	×	×	4,81	×	×	×	×	×	×	×	0,01
Станица бр. 12	неопасни	21,42	×	14,06	×	×	×	×	×	4,18	×	×	×	3,18	×
	опасни	0,15	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,13	0,02
Станица бр. 13	неопасни	354,78	×	×	×	×	321,56	×	×	1,64	×	×	×	×	31,58
	опасни	6,02	×	×	6,01	×		×	×	×	×	×	×	×	0,01
Станица бр. 14	неопасни	48,17	×	×	×	×	0,01	×	×	×	×	48,16	×	×	×
	опасни	20,78	×	×	×	×	20,78	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 15	неопасни	3,09	0,12	×	×	0,89	0,18	×	×	×	×	×	0,54	1,19	0,17
	опасни	1,67	1,67	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 16	неопасни	874,73	×	739,69	×	×	0,02	×	×	135,02	×	×	×	×	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 17	неопасни	17,13	×	×	×	×	16,84	×	×	×	×	×	×	×	0,29
	опасни	1,61	×	×	×	×	1,61	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 18	неопасни	0,85	×	×	×	×	0,47	×	×	×	×	×	×	×	0,38
	опасни	0,41	×	×	0,41	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 19	неопасни	451,38	3,06	×	×	15,44	×	4,99	×	×	×	×	427,89	×	×
	опасни	255,21	254,96	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,25	×	×
Станица бр. 20	неопасни	425,73	×	0,29	×	×	385,87	×	×	21,01	×	×	×	×	18,56
	опасни	9,84	×	×	7,21	×	×	×	×	×	×	×	×	×	2,63
Станица бр. 21	неопасни	6,75	×	5,68	×	×	×	×	×	×	×	×	×	1,07	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 22	неопасни	39,59	×	×	×	×	25,54	×	0,57	×	×	12,76	0,72	×	×
	опасни	98,20	×	×	×	×	98,20	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 23	неопасни	553,06	54,44	×	×	×	0,47	498,15	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	1,24	1,04	×	×	×	×	0,20	×	×	×	×	×	×	×

Просторно – функционална организација управљања отпадом на железничкој мрежи у Србији

Станица бр. 24	неопасни	24,45	×	17,55	×	×	0,12	×	×	2,96	×	×	×	×	3,82
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 25	неопасни	32,11	×	×	×	0,01	32,07	×	0,03	×	×	×	×	×	×
	опасни	13,86	×	×	×	×	13,86	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 26	неопасни	22,01	×	×	×	×	×	×	×	6,67	×	15,34	×	×	×
	опасни	1,28	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,64	×	0,64
Станица бр. 27	неопасни	515,86	×	×	×	1,11	35,91	×	×	×	×	×	473,79	×	5,05
	опасни	291,67	×	×	×	×	291,38	×	×	×	×	×	0,29	×	×
Станица бр. 28	неопасни	3,12	×	×	×	×	3,12	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 29	неопасни	151,64	14,93	×	×	×	135,50	×	×	×	×	×	×	×	1,21
	опасни	0,29	0,29	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 30	неопасни	1.490,04	×	×	×	×	1.350,51	67,70	6,88	×	×	×	×	×	64,95
	опасни	29,39	×	×	×	×	25,25	×	×	×	×	×	4,10	×	0,04
Станица бр. 31	неопасни	22,48	×	×	×	×	22,46	×	0,02	×	×	×	×	×	×
	опасни	9,70	×	×	×	×	9,70	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 32	неопасни	56,92	×	27,13	×	×	5,10	×	×	1,31	×	×	×	×	23,38
	опасни	3,31	×	×	×	×	3,31	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 33	неопасни	29,34	×	21,06	×	×	0,15	×	×	8,13	×	×	×	×	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 34	неопасни	257,94	×	×	×	114,62	0,33	2,52	×	×	×	×	140,47	×	×
	опасни	145,83	145,69	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,14	×	×
Станица бр. 35	неопасни	154,01	×	110,56	×	×	×	×	×	43,45	×	×	×	×	×
	опасни	0,07	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,07
Станица бр. 36	неопасни	97,11	×	×	×	×	69,18	×	×	27,93	×	×	×	×	×
	опасни	5,63	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	5,63
	неопасни	70,96	×	×	×	×	64,32	3,22	×	×	×	×	×	×	3,42

Просторно – функционална организација управљања отпадом на железничкој мрежи у Србији

Станица бр. 37	опасни	1,20	×	×	×	×	1,20	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 38	неопасни	102,10	×	×	×	×	16,28	×	×	6,01	×	79,81	×	×	×
	опасни	229,97	×	×	229,97	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 39	неопасни	1.095,31	×	×	×	×	×	260,46	×	71,74	×	×	315,81	126,54	320,76
	опасни	23,09	23,09	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 40	неопасни	773,79	5,25	×	×	26,46	0,99	710,68	×		×	×	22,84	×	7,57
	опасни	437,51	437,08	×	×	×	×	0,43	×		×	×	×	×	×
Станица бр. 41	неопасни	69,55	×	×	×	×	3,46	×	×	27,23	38,86	×	×	×	×
	опасни	1,79	×	×	1,79	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 42	неопасни	170,18	×	×	×	0,03	0,02	×	×	×	×	170,13	×	×	×
	опасни	73,44	×	×	×	×	8,69	×	×	35,00	×	×	29,75	×	×
Станица бр. 43	неопасни	73,37	×	×	×	×	48,43	×	×	×	24,94	×	×	×	×
	опасни	42,51	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	3,32	×	39,19
Станица бр. 44	неопасни	10,36	×	×	×	×	0,03	×	×	3,12	7,21	×	×	×	×
	опасни	0,60	×	×	×	×	×	×	×		×	×	×	×	0,60
Станица бр. 45	неопасни	1.051,13	×	×	×	×	399,77	13,56	×	0,15	×	×	584,04	×	53,61
	опасни	96,98	×	×	20,96	×	76,02	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 46	неопасни	186,18	×	×	×	×	22,38	×	×	163,80	×	×	×	×	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 47	неопасни	3.482,07	×	×	×	3.317,12	4,46	12,22	×	×	×	×	148,27	×	×
	опасни	1.968,77	9,69	×	×	315,00	×	×	×	×	×	×	1.609,08	×	35,00
Станица бр. 48	неопасни	106,44	×	×	×	×	96,47	4,84	×	×	×	×	×	×	5,13
	опасни	1,80	×	×	×	×	1,80	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 49	неопасни	78,45	×	0,17	×	×	77,31	×	×	0,97	×	×	×	×	×
	опасни	164,77	×	×	×	×	164,77	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 50	неопасни	25,70	×	16,89	×	×	×	×	×	8,07	×	×	×	0,74	×
	опасни	0,18	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,16	0,02
Станица бр. 51	неопасни	23,57	×	15,48	×	×	×	×	×	×	×	×	×	3,49	4,60
	опасни	0,16	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,14	0,02
Станица бр. 52	неопасни	21,43	×	17,74	×	×	×	×	×	3,22	×	×	×	0,47	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

Просторно – функционална организација управљања отпадом на железничкој мрежи у Србији

Станица бр. 53	неопасни	532,16	×	×	×	0,44	482,33	×	2,01	×	×	×	24,18	×	23,20
	опасни	10,51	×	×	×	×	9,02	×	×	×	×	×	1,47	×	0,02
Станица бр. 54	неопасни	143,53	×	94,27	×	×	×	×	×	27,99	×	×	×	21,27	×
	опасни	0,98	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,87	0,11
Станица бр. 55	неопасни	177,38	×	×	×	×	160,78	×	×	0,82	×	×	×	×	15,78
	опасни	3,02	×	×	×	×	3,01	×	×	×	×	×	×	×	0,01
Станица бр. 56	неопасни	322,41	×	×	×	307,14	0,41	×	×	×	×	×	14,86	×	×
	опасни	182,30	182,12	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,18	×	×
Станица бр. 57	неопасни	78,03	×	×	×	×	76,70	×	×	×	×	×	×	1,33	×
	опасни	7,35	×	×	×	×	7,35	×	×	×	×	×	×	×	×
Киkinда "ХУБ"	неопасни	1.650,00	×	1.650,00	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	0,63	×	0,63	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Нови Сад "ХУБ"	неопасни	14,91	×	×	×	×	14,91	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Панчево "ХУБ"	неопасни	662,93	×	×	×	×	662,93	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	35,00	×	×	35,00	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Рума "ХУБ"	неопасни	390,00	×	×	×	390,00	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	15,00	×	×	×	×	15,00	×	×	×	×	×	×	×	×
Сомбор "ХУБ"	неопасни	465,00	×	×	×	465,00	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Суботица "ХУБ"	неопасни	3.017,92	×	3.017,92	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	1.657,67	×	1.657,67	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Вршац "ХУБ"	неопасни	162,00	150,00	×	×	12,00	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	25,00	25,00	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Зрењанин "ХУБ"	неопасни	598,00	×	598,00	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	84,00	×	84,00	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

Резултати модела за **Варијанту 3**

станица / хуб	генерисани отпад / транспортрани отпад (t)		РД Кикинда	РД Панчево	РД Сремска Митровица	РД Суботица	РД Вршац	Кикинда "ХУБ"	Нови Сад "ХУБ"	Панчево "ХУБ"	Рума "ХУБ"	Сомбор "ХУБ"	Суботица "ХУБ"	Вршац "ХУБ"	Зрењанин "ХУБ"
Станица бр. 1	неопасни	106,44	×	37,27	×	×	11,58	×	×	×	×	×	×	57,59	×
	опасни	1,80	×	1,80	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 2	неопасни	48,16	×	×	×	0,01	×	×	×	×	×	48,15	×	×	×
	опасни	20,79	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	20,79	×	×
Станица бр. 3	неопасни	233,86	×	×	88,08	×	×	×	5,11	×	×	15,75	124,92	×	×
	опасни	102,78	×	×	102,63	×	×	×	×	×	×	×	0,15	×	×
Станица бр. 4	неопасни	644,81	×	×	×	21,87	×	6,48	×	×	×	×	616,46	×	×
	опасни	364,59	364,23	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,36	×	×
Станица бр. 5	неопасни	157,05	×	×	×	5,96	×	0,07	×	×	×	5,48	145,54	×	×
	опасни	24,05	×	×	×	×	×	24,05	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 6	неопасни	36,67	×	16,84	×	×	14,88	×	×	×	×	×	×	4,95	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 7	неопасни	107,05	90,19	×	×	16,14	×	0,72	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	0,20	0,20	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 8	неопасни	80,28	×	66,06	×	×	×	×	×	13,61	×	×	×	0,61	×
	опасни	0,15	×	0,15	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 9	неопасни	18,41	0,17	×	×	4,36	×	13,88	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	39,18	39,18	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	неопасни	326,45	×	×	6,80	×	×	×	×	×	319,65	×	×	×	×

Просторно – функционална организација управљања отпадом на железничкој мрежи у Србији

Станица бр. 10	опасни	83,27	×	×	83,27	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 11	неопасни	283,82	79,29	×	×	42,34	×	×	×	×	×	135,03	26,06	×	1,10
	опасни	4,82	×	4,81	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,01
Станица бр. 12	неопасни	21,42	×	13,79	×	×	4,05	×	×	×	×	×	×	3,46	0,12
	опасни	0,15	×	0,13	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,02
Станица бр. 13	неопасни	354,78	×	×	159,29	×	×	×	1,55	×	126,74	×	32,90	34,30	×
	опасни	6,02	×	×	6,01	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,01
Станица бр. 14	неопасни	48,16	×	×	×	0,01	×	×	×	×	×	48,15	×	×	×
	опасни	20,79	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	20,79	×	×
Станица бр. 15	неопасни	4,75	2,73	×	×	0,62	×	1,40	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	0,01	0,01	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 16	неопасни	874,73	×	724,94	×	×	×	×	×	149,79	×	×	×	×	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 17	неопасни	17,13	14,29	×	×	×	×	2,52	×	×	×	×	×	×	0,32
	опасни	1,61	×	1,61	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 18	неопасни	0,85	×	×	0,42	0,10	×	×	×	×	×	0,07	×	×	0,26
	опасни	0,41	×	×	0,41	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 19	неопасни	451,38	16,96	×	×	15,31	×	4,54	×	×	×	×	414,57	×	×
	опасни	255,21	254,96	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,25	×	×
Станица бр. 20	неопасни	425,73	×	0,29	191,14	×	×	×	×	0,33	193,26	×	39,48	1,23	×
	опасни	9,84	×	7,21	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	2,63
Станица бр. 21	неопасни	6,75	×	5,56	×	×	×	×	×	×	×	×	×	1,19	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 22	неопасни	39,59	×	×	×	3,53	×	×	1,93	×	×	33,41	0,72	×	×
	опасни	98,20	×	×	×	×	×	×	×	49,90	×	×	7,70	15,30	25,30
Станица бр. 23	неопасни	553,06	466,01	×	×	1,17	×	85,88	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	1,24	1,04	×	×	×	×	0,20	×	×	×	×	×	×	×

Просторно – функционална организација управљања отпадом на железничкој мрежи у Србији

Станица бр. 24	неопасни	24,45	×	10,93	×	×	×	×	×	3,30	×	×	×	×	10,22
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 25	неопасни	32,11	×	×	×	0,01	×	×	0,03	×	×	32,07	×	×	×
	опасни	13,86	×	13,86	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 26	неопасни	22,01	×	×	13,06	×	×	×	×	×	2,83	×	6,12	×	×
	опасни	1,28	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	1,28
Станица бр. 27	неопасни	515,86	×	×	×	17,50	×	×	×	×	×	×	493,18	×	5,18
	опасни	291,67	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	291,67	×	×
Станица бр. 28	неопасни	3,12	×	0,48	2,64	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 29	неопасни	151,64	127,77	×	×	0,32	×	22,53	×	×	×	×	×	×	1,02
	опасни	0,29	×	0,29	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
Станица бр. 30	неопасни	1.490,04	×	×	668,95	×	×	467,79	6,51	135,93	×	×	155,77	33,93	21,16
	опасни	29,39	×	25,25	×	×	×	×	×	×	×	×	4,10	×	0,04
Станица бр. 31	неопасни	22,48	×	×	×	0,01	×	×	0,02	×	×	22,45	×	×	×
	опасни	9,70	×	9,70	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 32	неопасни	56,92	×	26,59	×	×	×	5,43	×	×	×	×	×	×	24,90
	опасни	3,31	×	3,31	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 33	неопасни	29,34	×	14,59	×	×	×	×	×	2,66	×	×	×	1,29	10,80
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 34	неопасни	257,94	×	×	×	×	114,56	2,59	×	×	×	×	140,79	×	×
	опасни	145,83	×	×	×	×	×	145,69	×	×	×	×	0,14	×	×
Станица бр. 35	неопасни	154,01	×	76,55	×	×	×	×	×	20,78	×	×	×	×	56,68
	опасни	0,07	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,07
Станица бр. 36	неопасни	97,11	×	0,33	57,66	×	×	×	×	×	12,12	×	27,00	×	×
	опасни	5,63	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	5,63
	неопасни	70,95	×	0,05	31,85	×	×	32,21	×	×	×	×	3,20	×	3,64

Просторно – функционална организација управљања отпадом на железничкој мрежи у Србији

Станица бр. 37	опасни	1,20	×	1,20	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 38	неопасни	102,11	×	×	81,67	×	×	×	×	×	18,28	×	2,16	×	×
	опасни	229,97	×	×	229,97	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 39	неопасни	1.095,31	×	×	×	×	×	675,86	×	×	×	×	×	111,90	307,55
	опасни	23,09	×	23,09	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 40	неопасни	773,80	44,96	×	×	10,38	×	438,57	×	×	×	×	279,89	×	×
	опасни	437,50	437,07	×	×	×	×	0,43	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 41	неопасни	69,55	×	×	33,80	×	×	×	×	30,56	5,19	×	×	×	×
	опасни	1,79	×	×	1,79	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 42	неопасни	170,17	×	×	×	×	0,04	×	×	×	×	170,13	×	×	×
	опасни	73,45	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	73,45	×	×
Станица бр. 43	неопасни	73,37	×	×	42,75	×	×	×	×	×	30,62	×	×	×	×
	опасни	42,51	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	3,96	×	38,55
Станица бр. 44	неопасни	10,36	×	×	6,16	×	×	×	×	×	1,32	×	2,88	×	×
	опасни	0,60	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,60
Станица бр. 45	неопасни	1.051,13	×	0,02	311,21	×	×	×	×	0,12	×	×	739,78	×	×
	опасни	96,98	×	96,98	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 46	неопасни	186,18	×	3,42	18,96	×	×	×	×	×	×	×	163,80	×	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 47	неопасни	3.482,04	×	×	×	×	3.316,18	5,61	×	×	×	×	155,86	×	4,39
	опасни	1.968,78	×	×	×	×	132,89	×	×	×	×	×	1.835,89	×	×
Станица бр. 48	неопасни	106,44	×	×	47,80	0,13	×	×	×	×	×	×	9,87	×	48,64
	опасни	1,80	×	1,80	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 49	неопасни	78,45	×	64,15	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	14,30
	опасни	164,77	×	164,77	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 50	неопасни	25,70	×	16,55	×	×	4,86	×	×	×	×	×	×	4,14	0,15
	опасни	0,18	×	0,16	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,02
Станица бр. 51	неопасни	23,57	×	15,17	×	×	4,46	×	×	×	×	×	×	3,80	0,14
	опасни	0,16	×	0,14	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,02
Станица бр. 52	неопасни	21,43	×	17,39	×	×	×	×	×	3,57	×	×	×	0,47	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

Просторно – функционална организација управљања отпадом на железничкој мрежи у Србији

Станица бр. 53	неопасни	532,16	×	×	×	0,65	×	×	2,07	×	×	204,31	325,13	×	×
	опасни	10,51	×	9,02	×	×	×	×	×	×	×	×	1,47	×	0,02
Станица бр. 54	неопасни	143,53	×	92,40	×	×	27,16	×	×	×	×	×	×	23,14	0,83
	опасни	0,98	×	0,87	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,11
Станица бр. 55	неопасни	177,38	×	×	35,27	×	×	×	×	×	×	×	56,81	×	85,30
	опасни	3,02	×	3,01	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,01
Станица бр. 56	неопасни	322,41	×	×	×	307,05	×	3,24	×	×	×	×	12,12	×	×
	опасни	182,30	×	×	×	182,12	×	×	×	×	×	×	0,18	×	×
Станица бр. 57	неопасни	78,03	65,08	0,20	×	×	×	11,48	×	×	×	×	×	×	1,27
	опасни	7,35	×	7,35	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Киkindа "ХУБ"	неопасни	1.780,79	×	1.780,79	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	265,80	×	5,93	×	259,87	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Нови Сад "ХУБ"	неопасни	17,22	×	×	×	17,22	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Панчево "ХУБ"	неопасни	360,67	×	×	360,67	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	15,60	×	×	15,60	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Рума "ХУБ"	неопасни	710,00	×	×	×	710,00	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Сомбор "ХУБ"	неопасни	715,00	×	×	×	715,00	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Суботица "ХУБ"	неопасни	3.975,00	×	525,00	×	×	3.450,00	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	2.190,06	×	2.190,06	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Вршац "ХУБ"	неопасни	282,00	270,00	×	×	12,00	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	15,30	15,30	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Зрењани н "ХУБ"	неопасни	598,00	×	598,00	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	84,00	×	84,00	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

Резултати модела за **Варијанту 4**

станица / хуб	генерисани отпад / транспортовани отпад (t)		РД Кикинда	РД Панчево	РД Сремска Митровица	РД Суботица	РД Сомбор	РД Вршац	Кикинда "ХУБ"	Нови Сад "ХУБ"	Панчево "ХУБ"	Рума "ХУБ"	Сомбор "ХУБ"	Суботица "ХУБ"	Вршац "ХУБ"	Зрењанин "ХУБ"
Станица бр. 1	неопасни	106,44	×	42,65	×	×	×	11,56	×	×	×	×	×	×	52,23	×
	опасни	1,80	×	1,80	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 2	неопасни	48,16	×	×	×	×	35,53	×	×	×	×	×	12,63	×	×	×
	опасни	20,79	×	×	×	×	20,79	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 3	неопасни	233,86	×	×	6,18	×	×	×	×	5,77	×	×	96,99	124,92	×	×
	опасни	102,79	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	102,64	0,15	×	×
Станица бр. 4	неопасни	644,81	×	×	×	21,68	1,67	×	×	×	×	×	×	621,46	×	×
	опасни	364,60	83,49	×	×	×	280,75	×	×	×	×	×	×	0,36	×	×
Станица бр. 5	неопасни	157,05	×	×	×	5,61	6,51	×	×	×	×	×	4,53	140,40	×	×
	опасни	24,05	×	×	×	×	24,05	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 6	неопасни	36,67	×	20,17	×	×	×	14,88	×	×	×	×	×	×	1,62	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 7	неопасни	107,05	82,59	×	×	23,69	×	×	0,77	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	0,20	0,20	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 8	неопасни	80,28	×	79,67	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,61	×
	опасни	0,15	×	0,15	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 9	неопасни	18,41	0,16	×	×	3,35	×	×	14,90	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	39,18	39,18	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	неопасни	402,96	×	×	18,41	×	×	×	×	77,35	0,29	306,91	×	×	×	×

Просторно – функционална организација управљања отпадом на железничкој мрежи у Србији

Станица бр. 10	опасни	6,76	×	×	×	×	×	×	×	6,76	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 11	неопасни	283,82	65,05	×	×	0,27	×	×	×	×	×	×	203,78	13,54	×	1,18
	опасни	4,82	4,81	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,01
Станица бр. 12	неопасни	21,29	×	16,53	×	×	×	4,01	×	×	×	×	×	×	0,63	0,12
	опасни	0,28	×	×	×	×	×	×	×	×	0,13	×	×	×	0,13	0,02
Станица бр. 13	неопасни	354,78	×	×	6,11	×	×	×	155,29	1,75	×	42,09	×	115,33	×	34,21
	опасни	6,02	×	×	6,01	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,01
Станица бр. 14	неопасни	48,16	×	×	×	×	35,53	×	×	×	×	×	12,63	×	×	×
	опасни	20,79	×	×	×	×	20,79	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 15	неопасни	3,09	0,97	×	×	0,62	×	×	1,50	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	1,67	1,67	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 16	неопасни	874,73	×	874,56	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,17
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 17	неопасни	17,13	13,08	×	×	×	×	×	3,73	×	×	×	×	×	×	0,32
	опасни	1,61	1,61	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 18	неопасни	0,85	×	×	0,03	0,08	×	×	×	×	×	×	0,41	×	×	0,33
	опасни	0,41	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,41	×	×	×
Станица бр. 19	неопасни	451,38	16,77	×	×	15,18	×	×	×	×	×	×	×	419,43	×	×
	опасни	255,21	254,96	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,25	×	×
Станица бр. 20	неопасни	425,68	×	0,29	7,34	×	×	×	×	119,84	×	277,91	×	20,3	×	×
	опасни	9,84	×	×	7,21	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	2,63
Станица бр. 21	неопасни	6,75	×	6,71	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,04	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 22	неопасни	39,58	×	×	×	×	5,59	×	×	×	×	×	33,27	0,72	×	×
	опасни	98,21	×	×	×	×	98,21	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 23	неопасни	553,06	426,74	×	×	0,90	×	×	125,42	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	1,24	1,04	×	×	×	×	×	0,20	×	×	×	×	×	×	×

Просторно – функционална организација управљања отпадом на железничкој мрежи у Србији

Станица бр. 24	неопасни	24,45	×	13,15	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	11,30	
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
Станица бр. 25	неопасни	32,11	×	×	×	×	0,02	×	×	×	×	×	32,09	×	×	×
	опасни	13,86	×	×	×	×	13,86	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 26	неопасни	22,01	×	×	0,90	×	×	×	×	0,54	×	14,45	×	6,12	×	×
	опасни	1,28	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,64	×	0,64
Станица бр. 27	неопасни	515,86	×	×	×	17,34	×	×	×	×	×	×	×	492,96	×	5,56
	опасни	291,67	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	291,67	×	×
Станица бр. 28	неопасни	3,12	×	2,94	0,18	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 29	неопасни	151,64	117,01	×	×	0,25	×	×	33,29	×	×	×	×	×	×	1,09
	опасни	0,29	0,29	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 30	неопасни	1.490,04	×	×	25,69	×	×	×	196,26	1.197,03	×	×	×	71,06	×	×
	опасни	29,39	×	×	×	×	×	×	×	25,25	×	×	×	4,10	×	0,04
Станица бр. 31	неопасни	22,48	×	×	×	×	16,58	×	×	×	×	×	5,90	×	×	×
	опасни	9,70	×	×	×	×	9,70	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 32	неопасни	56,92	×	32,02	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	24,90
	опасни	3,31	×	×	×	×	×	×	×	×	3,31	×	×	×	×	×
Станица бр. 33	неопасни	29,34	×	17,25	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	1,29	10,80
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 34	неопасни	257,94	×	×	×	114,48	×	×	×	×	×	×	×	143,46	×	×
	опасни	145,83	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	145,83	×	×
Станица бр. 35	неопасни	154,01	×	90,54	×	×	×	×	×	×	5,56	×	×	×	1,23	56,68
	опасни	0,07	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,07
Станица бр. 36	неопасни	97,11	×	0,33	4,01	×	×	×	×	2,03	×	×	×	90,74	×	×
	опасни	5,63	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	2,82	×	2,81
	неопасни	70,96	×	0,05	1,23	×	×	×	46,32	15,67	×	×	×	4,01	×	3,68

Просторно – функционална организација управљања отпадом на железничкој мрежи у Србији

Станица бр. 37	опасни	1,20	×	×	×	×	×	×	×	1,20	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 38	неопасни	102,10	×	×	5,69	×	×	×	×	4,11	×	×	90,14	2,16	×	×
	опасни	229,97	×	×	202,81	×	×	×	×	×	×	27,16	×	×	×	×
Станица бр. 39	неопасни	1.095,31	×	×	×	×	×	×	624,55	×	×	×	×	×	150,00	320,76
	опасни	23,09	23,09	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 40	неопасни	773,79	41,17	×	×	13,59	×	×	439,14	×	×	×	×	279,89	×	×
	опасни	437,51	437,08	×	×	×	×	×	0,43	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 41	неопасни	69,55	×	×	3,22	×	×	×	×	25,33	3,40	37,60	×	×	×	×
	опасни	1,79	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	1,79	×	×	×
Станица бр. 42	неопасни	170,18	×	×	×	×	125,57	×	×	×	×	×	44,61	×	×	×
	опасни	73,44	×	×	×	×	73,44	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 43	неопасни	73,37	×	×	3,63	×	×	×	×	×	×	24,24	×	43,10	×	2,40
	опасни	42,51	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,20	×	42,31
Станица бр. 44	неопасни	10,36	×	×	0,43	×	×	×	×	×	0,25	6,80	×	2,88	×	×
	опасни	0,60	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,30	×	0,30
Станица бр. 45	неопасни	1.051,13	×	×	21,30	×	×	×	×	346,27	×	×	×	683,56	×	×
	опасни	96,98	×	×	96,98	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 46	неопасни	186,18	×	21,08	1,30	×	×	×	×	×	×	×	×	163,80	×	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 47	неопасни	3.482,06	×	×	×	3.315,13	8,45	×	20,52	×	×	×	×	137,96	×	×
	опасни	1.968,78	×	×	×	315,00	84,42	×	×	×	×	×	×	1.569,36	×	×
Станица бр. 48	неопасни	106,44	×	×	1,84	0,10	×	×	69,48	29,52	×	×	×	5,08	×	0,42
	опасни	1,80	1,80	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 49	неопасни	78,45	×	77,36	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	1,09
	опасни	164,76	×	×	×	×	×	×	15,00	56,23	30,52	×	×	×	23,70	39,31
Станица бр. 50	неопасни	25,71	×	19,95	×	×	×	4,86	×	×	×	×	×	×	0,75	0,15
	опасни	0,18	×	×	×	×	×	×	×	×	0,16	×	×	×	×	0,02
Станица бр. 51	неопасни	23,58	×	18,28	×	×	×	4,46	×	×	×	×	×	×	0,69	0,15
	опасни	0,16	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,14	0,02
Станица бр. 52	неопасни	21,43	×	20,96	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,47	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

Просторно – функционална организација управљања отпадом на железничкој мрежи у Србији

Станица бр. 53	неопасни	532,16	×	×	×	0,50	×	×	32,65	1,15	×	×	178,03	319,83	×	×
	опасни	10,51	×	×	×	×	9,02	×	×	×	×	×	×	1,47	×	0,02
Станица бр. 54	неопасни	143,53	×	111,34	×	×	×	27,16	×	×	×	×	×	×	4,20	0,83
	опасни	0,98	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,87	0,11
Станица бр. 55	неопасни	177,38	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	56,81	×	120,57
	опасни	3,02	3,01	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,01
Станица бр. 56	неопасни	322,41	×	×	×	306,96	×	×	×	×	×	×	×	15,45	×	×
	опасни	182,30	182,12	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,18	×	×
Станица бр. 57	неопасни	78,03	59,60	0,20	×	×	×	×	16,96	×	×	×	×	×	×	1,27
	опасни	7,35	7,35		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Киkinда "ХУБ"	неопасни	1.880,79	×	1.880,79	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	15,63	×	15,63	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Нови Сад "ХУБ"	неопасни	2.056,41	×	×	×	×	2.056,41	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	50,00	×	×	×	×	50,00	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Панчево "ХУБ"	неопасни	9,50	×	×	9,50	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	35,00	×	×	35,00	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Рума "ХУБ"	неопасни	780,00	×	×	×	780,00	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	50,00	50,00	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Сомбор "ХУБ"	неопасни	715,00	×	×	×	715,00	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	85,00	×	×	×	×	85,00	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Суботица "ХУБ"	неопасни	3.975,00	×	525,00	×	×	×	3.450,00	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	1.657,04	×	1.657,04	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Вршац "ХУБ"	неопасни	213,76	201,76	×	×	12,00	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	25,00	25,00	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Зрењанин "ХУБ"	неопасни	598,00	×	598,00	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	84,00	×	84,00	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

Резултати модела за **Варијанту 5**

станица / хуб	генерисани отпад / транспортовани отпад (t)		РД Кикинда	РД Панчево	РД Сремска Митровица	РД Суботица	РД Сомбор	РД Нови Сад	РД Вршац	Кикинда "ХУБ"	Нови Сад "ХУБ"	Панчево "ХУБ"	Рума "ХУБ"	Сомбор "ХУБ"	Суботица "ХУБ"	Вршац "ХУБ"	Зрењанин "ХУБ"
Станица бр. 1	неопасни	106,44	×	31,34	×	×	×	×	5,08	×	×	69,48	×	×	×	0,54	×
	опасни	1,80	×	1,80	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 2	неопасни	48,16	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	48,16	×	×	×
	опасни	20,79	×	×	×	×	20,79	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 3	неопасни	233,86	×	×	×	×	×	102,96	×	×	×	×	×	5,98	124,92	×	×
	опасни	102,79	×	×	0,15	×	×	102,64	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 4	неопасни	644,82	×	×	×	52,58	×	×	×	×	×	×	×	×	592,24	×	×
	опасни	364,59	112,80	×	×	×	×	251,43	×	×	×	0,36	×	×	×	×	×
Станица бр. 5	неопасни	157,05	×	×	×	16,65	×	×	×	×	×	×	×	×	140,40	×	×
	опасни	24,05	×	×	×	×	24,05	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 6	неопасни	36,67	×	19,46	×	×	×	×	15,34	×	×	×	×	×	×	1,87	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 7	неопасни	107,05	×	×	×	107,05	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	0,20	0,20	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 8	неопасни	80,28	×	79,57	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,71	×
	опасни	0,15	×	0,15	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 9	неопасни	18,41	×	×	×	18,21	×	×	×	0,20	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	39,18	39,18	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	неопасни	402,96	×	×	×	×	×	×	×	×	0,30	×	360,00	42,66	×	×	×

Просторно – функционална организација управљања отпадом на железничкој мрежи у Србији

Станица бр. 10	опасни	6,76	×	×	×	×	×	×	×	×	6,76	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 11	неопасни	283,82	×	×	×	1,45	×	268,83	×	×	×	×	×	×	13,54	×	×
	опасни	4,82	4,81	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,01	×	×	×	×
Станица бр. 12	неопасни	17,24	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	17,24	×
	опасни	4,33	4,18	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,15	×
Станица бр. 13	неопасни	354,76	×	×	×	×	×	352,95	×	×	×	×	×	1,81	×	×	×
	опасни	6,02	×	×	×	×	×	6,01	×	×	×	×	0,01	×	×	×	×
Станица бр. 14	неопасни	48,16	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	48,16	×	×	×
	опасни	20,79	×	×	×	×	20,79	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 15	неопасни	3,09	×	×	×	3,09	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	1,67	1,67	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 16	неопасни	874,73	×	874,53	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,20	×	×	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 17	неопасни	17,13	×	×	×	×	×	16,81	×	×	×	×	×	0,32	×	×	×
	опасни	1,61	1,61	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 18	неопасни	0,85	×	×	×	0,42	×	0,43	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	0,41	×	×	×	×	×	0,41	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 19	неопасни	451,36	×	×	×	36,81	×	×	×	×	×	×	×	×	414,55	×	×
	опасни	255,21	254,96	×	×	×	×	×	×	×	×	0,25	×	×	×	×	×
Станица бр. 20	неопасни	425,73	×	×	×	×	×	403,25	×	×	×	×	×	2,18	20,3	×	×
	опасни	9,84	×	×	2,62	×	×	7,21	×	×	×	×	0,01	×	×	×	×
Станица бр. 21	неопасни	6,75	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	6,75	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 22	неопасни	39,59	×	×	×	14,76	×	×	×	×	×	×	×	24,11	0,72	×	×
	опасни	98,20	×	×	×	×	98,20	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 23	неопасни	553,06	4,89	×	×	×	×	×	×	548,17	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	1,24	1,04	×	×	×	×	×	×	×	×	0,20	×	×	×	×	×

Просторно – функционална организација управљања отпадом на железничкој мрежи у Србији

Станица бр. 24	неопасни	24,45	×	12,98	×	×	×	×	×	×	×	×	×	1,25	10,22	×	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 25	неопасни	32,11	×	×	×	0,04	×	×	×	×	×	×	×	32,07	×	×	×
	опасни	13,86	×	×	×	×	×	13,86	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 26	неопасни	22,01	×	×	×	×	×	×	×	×	0,56	×	×	15,33	6,12	×	×
	опасни	1,28	×	×	0,64	×	×	×	×	×	×	×	0,64	×	×	×	×
Станица бр. 27	неопасни	515,87	×	×	×	42,08	×	×	×	×	×	×	×	×	473,79	×	×
	опасни	291,66	×	×	×	×	×	291,37	×	×	×	0,29	×	×	×	×	×
Станица бр. 28	неопасни	3,12	×	×	×	×	×	×	×	×	×	3,12	×	×	×	×	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 29	неопасни	151,64	×	×	×	1,34	×	95,44	×	54,86	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	0,29	0,29	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 30	неопасни	1.490,04	×	×	×	7,61	×	1.482,43	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	29,39	×	×	4,10	×	×	25,25	×	×	×	×	0,04	×	×	×	×
Станица бр. 31	неопасни	22,47	×	×	×	0,02	×	×	×	×	×	×	×	22,45	×	×	×
	опасни	9,71	×	×	×	×	9,71	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 32	неопасни	56,92	×	×	×	×	×	×	×	×	2,15	31,73	×	×	23,04	×	×
	опасни	3,31	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	3,31
Станица бр. 33	неопасни	29,34	×	15,57	×	×	×	×	×	×	1,50	×	×	×	12,27	×	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 34	неопасни	257,94	×	×	×	126,85	×	×	×	×	×	×	×	×	131,09	×	×
	опасни	145,83	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,14	×	81,46	64,23	×	×
Станица бр. 35	неопасни	154,01	×	81,74	×	×	×	×	×	×	5,05	1,76	×	×	64,41	1,05	×
	опасни	0,07	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,07	×	×	×	×	×
Станица бр. 36	неопасни	97,11	×	×	×	×	×	67,66	×	×	×	×	×	2,45	27,00	×	×
	опасни	5,63	×	×	2,82	×	×	×	×	×	×	×	2,81	×	×	×	×
	неопасни	70,96	×	×	×	×	×	70,60	×	×	0,36	×	×	×	×	×	×

Просторно – функционална организација управљања отпадом на железничкој мрежи у Србији

Станица бр. 37	опасни	1,20	×	×	×	×	×	1,20	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 38	неопасни	102,10	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	4,26	6,15	91,69	×	×
	опасни	229,97	×	×	×	×	×	102,68	×	×	41,45	35,00	15,00	3,54	×	23,70	8,60
Станица бр. 39	неопасни	1.095,31	×	×	×	×	×	×	×	196,77	×	213,06	×	×	505,48	×	180,00
	опасни	23,09	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	23,09
Станица бр. 40	неопасни	773,79	×	×	×	63,11	×	×	×	×	×	×	×	×	710,68	×	×
	опасни	437,51	437,08	×	×	×	×	×	×	×	×	0,43	×	×	×	×	×
Станица бр. 41	неопасни	69,55	×	×	×	×	×	×	×	×	35,75	×	×	33,80	×	×	×
	опасни	1,79	×	×	×	×	×	×	×	×	1,79	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 42	неопасни	170,17	×	×	×	0,19	×	×	×	×	×	×	×	169,98	×	×	×
	опасни	73,45	×	×	×	×	73,45	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 43	неопасни	73,37	×	×	×	×	×	×	×	×	1,88	×	25,74	×	45,75	×	×
	опасни	42,51	×	×	42,51	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 44	неопасни	10,36	×	×	×	×	×	×	×	×	0,26	×	×	7,22	2,88	×	×
	опасни	0,60	×	×	0,30	×	×	×	×	×	×	×	0,30	×	×	×	×
Станица бр. 45	неопасни	1.051,13	×	×	×	×	×	1.050,96	×	×	×	×	×	0,17	×	×	×
	опасни	96,98	×	×	×	×	×	96,98	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 46	неопасни	186,18	×	×	×	×	×	22,38	×	×	×	×	×	×	163,80	×	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 47	неопасни	3.482,07	×	×	×	3.482,07	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	1.968,77	×	×	×	×	388,03	×	×	×	×	1,93	×	×	1.578,81	×	×
Станица бр. 48	неопасни	106,44	×	×	×	0,54	×	105,90	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	1,80	×	×	×	×	×	1,80	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 49	неопасни	78,45	×	×	×	×	×	77,19	×	×	1,26	×	×	×	×	×	×
	опасни	164,77	×	×	×	×	×	164,77	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Станица бр. 50	неопасни	25,70	×	19,82	×	×	×	×	5,01	×	×	×	×	×	×	0,87	×
	опасни	0,18	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,02	×	×	0,16	×
Станица бр. 51	неопасни	23,57	×	×	×	×	×	×	4,60	×	×	2,08	×	×	×	16,89	×
	опасни	0,16	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,16	×
Станица бр. 52	неопасни	21,43	×	20,89	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,54	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

Просторно – функционална организација управљања отпадом на железничкој мрежи у Србији

Станица бр. 53	неопасни	532,16	×	×	×	2,72	×	504,06	×	×	×	×	×	×	25,38	×	×
	опасни	10,51	×	×	×	×	×	9,02	×	×	×	1,47	0,02	×	×	×	×
Станица бр. 54	неопасни	143,53	×	×	×	×	×	×	27,99	×	×	×	×	×	×	×	115,54
	опасни	0,98	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0,98
Станица бр. 55	неопасни	177,38	×	×	×	0,91	×	176,47	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	3,02	×	×	×	×	×	3,01	×	×	×	×	0,01	×	×	×	×
Станица бр. 56	неопасни	322,41	×	×	×	322,41	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	182,30	182,12	×	×	×	×	×	×	×	×	0,18	×	×	×	×	×
Станица бр. 57	неопасни	78,02	×	×	×	×	×	76,56	×	×	0,93	×	×	0,53	×	×	×
	опасни	7,36	×	×	×	×	×	7,36	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Кикинда "ХУБ"	неопасни	800,00	×	800,00	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Нови Сад "ХУБ"	неопасни	50,00	×	×	×	50,00	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	50,00	×	×	×	×	50,00	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Панчево "ХУБ"	неопасни	321,24	×	×	×	1,76	×	319,48	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	40,31	×	×	5,31	×	×	35,00	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Рума "ХУБ"	неопасни	390,00	×	×	×	390,00	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	18,86	15,00	×	×	3,86	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Сомбор "ХУБ"	неопасни	465,00	×	×	×	465,00	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	85,00	×	×	×	×	85,00	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Суботица "ХУБ"	неопасни	3.600,28	×	500,00	×	×	×	×	3.100,28	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	1.643,05	×	1.643,05	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Вршац "ХУБ"	неопасни	162,00	×	×	×	162,00	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	25,14	25,00	×	×	0,14	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Зрењанин "ХУБ"	неопасни	180,00	×	180,00	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	опасни	35,00	×	35,00	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

БИОГРАФИЈА АУТОРА

Никола Ристић је рођен у Ћуприји 19.08.1979. године, где је завршио основну школу и Гимназију. Основне студије, уписане школске 1998/1999 године на Саобраћајном факултету Универзитета у Београду на одсеку за железнички саобраћај, завршио је 2004. године, чиме је стекао звање дипломираног инжењера саобраћаја. Дипломски рад на тему „*Моделирање технологије и капацитета железничке станице Ћуприја*“ одбранио је 21.07.2004. године са оценом 10 (десет). Докторске студије на Географском факултету Универзитета у Београду уписао је школске 2011/2012 године, где је у предвиђеном року положио све испите дефинисане наставним планом и програмом са просечном оценом 10.

Након дипломирања, 2004. године радио је у Југословенском институту за урбанизам и становање (ЈУГИНУС а.д.), на позицији урбанисте–планера. У DB Engineering & Consulting, огранку фирме Немачких железница (Deutsche Bahn AG) прелази 2012. године. Од 2021. године наставља професионалну каријеру у компанији EGIS d.o.o. Београд, где као Технички директор ради на многобројним пројектима из области транспортне инфраструктуре.

На основу положених стручних испита и учествовања на захтеваном броју пројеката и просторних и урбанистичких планова, Инжењерска комора Србије му издаје лиценце одговорног саобраћајног инжењера (370), одговорног планера (100) и одговорног урбанисте (202).

Током досадашње професионалне каријере учествовао је у реализацији више од 85 пројеката, студија и специјалистичких истраживања. Као члан радног тима, или руководилац израде саобраћајних сепарата, учествовао је у изради 28 просторних планова, 4 генерална плана и 15 регулационих планова у Србији и Црној Гори.

У току свог научноистраживачког рада Никола Ристић је, као аутор или коаутор, до сада објавио преко 35 научних радова који су објављени или презентовани на националним или међународним конференцијама и научним скуповима.

Ожењен је Тањом, поносан отац Теодоре, Вука и Стефана (и пса Леа).

Активно говори енглески језик и служи се немачким и шпанским језиком.