



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ „МИХАЈЛО ПУПИН“
ЗРЕЊАНИН



**Допринос интегрисаног модела
управљања моторним возилима на
крају животног циклуса развоју
Републике Србије**

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

Ментор: Проф др. Звонко Сајферт

Кандидат: Александар Павловић


ЗРЕЊАНИН, 2016.



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ ● ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ „МИХАЈЛО ПУПИН“
23000 ЗРЕЊАНИН, Ђуре Ђаковића бб

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број, РБР:	
Идентификациони број, ИБР:	
Тип документације, ТД:	Монографска публикација
Тип записа, ТЗ:	Текстуални штампани материјал
Врста рада, ВР:	Докторска дисертација
Аутор, АУ:	Мр Александар Павловић
Ментор, МН:	Проф др. Звонко Сајферт
Наслов рада, НР:	Допринос интегрисаног модела управљања моторним возилима на крају животног циклуса развоју Републике Србије
Језик публикације, ЈП:	Српски
Језик извода, ЈИ:	Српски
Земља публиковања, ЗП:	Република Србија
Уже географско подручје, УГП:	АП Војводина
Година, ГО:	2016
Издавач, ИЗ:	Ауторски репринт
Место и адреса, МА:	Технички Факултет „МИХАЈЛО ПУПИН“ 23000 Зрењанин, Ђуре Ђаковића бб
Физички опис рада, ФО: (поглавља/страна/ цитата/табела/слика/графика/прилога)	9/237/141/43/96/0/0
Научна област, НО:	менаџмент
Научна дисциплина, НД:	менаџмент
Предметна одредница/Кључне речи, ПО:	рециклажа, одрживи развој, моторна возила на крају животног циклуса (ELV)
УДК	
Чува се, ЧУ:	Библиотека Техничког Факултета „МИХАЈЛО ПУПИН“, 23000 Зрењанин, Ђуре Ђаковића бб
Важна напомена, ВН:	
Извод, ИЗ:	Полазећи од анализе рециклаже ELV у Србији и свету, анализиран је аспект одрживости и дефинисан модел одрживе рециклаже ELV. Применом fuzzy вишекритеријумског приступа, статистичких метода, Delphi методе и симулационих метода утврђени су кључни фактори успеха одрживости рециклаже ELV. Применом fuzzy приступа и симулационих динамичких модела за област рециклаже ELV, утврђен је утицај фактора одрживости рециклаже ELV на: (1) ниво рециклаже, (2) процес рециклаже у Србији и (3) одрживи развој Србије.
Датум прихватања теме, ДП:	
Датум одбране, ДО:	
Чланови комисије, КО:	Председник: Проф. др Дејан Ђорђевић
	Члан: Проф. др Славко Арсовски, Проф. др Милан Николић Проф. др Горан Вујић
	Члан, ментор: Проф др. Звонко Сајферт
	Потпис ментора

	UNIVERSITY OF NOVI SAD • FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES 23000 ZRENJANIN, Djure Đakovića bb	
	KEY WORDS DOCUMENTATION	
Accession number, ANO :		
Identification number, INO :		
Document type, DT :	Monographic publication	
Type of record, TR :	Textual printed document	
Contents code, CC :	Doctoral dissertation	
Author, AU :	Msc Aleksandar Pavlović	
Mentor, MN :	Prof. dr Zvonko Sajfert	
Title, TI :	The research contributions of an integrated management model of motor vehicles at the end of life cycle to the development of the Republic of Serbia	
Language of text, LT :	Serbian	
Language of abstract, LA :	Serbian	
Country of publication, CP :	Republic of Serbia	
Locality of publication, LP :	AP Vojvodina	
Publication year, PY :	2016	
Publisher, PB :	Author's reprint	
Publication place, PP :	Technical Faculty "Mihajlo Pupin", Zrenjanin, Đure Đakovića nn	
Physical description, PD : <small>(chapters/pages/ref./tables/pictures/graphs/appendixes)</small>	9/237/141/43/96/0/0	
Scientific field, SF :	Management	
Scientific discipline, SD :	Management	
Subject/Key words, S/KW :	recycling, sustainable development, motor vehicles and end of life (ELV)	
UC		
Holding data, HD :	Library of Technical Faculty "Mihajlo Pupin", Zrenjanin, Đure Đakovića nn	
Note, N :		
Abstract, AB :	Starting from the analysis of the ELV recycling in Serbia and the world, the aspect of sustainability and sustainable model defined ELV recycling is analyzed. Application of fuzzy multi-criteria approach, statistical methods, Delphi methods and simulation methods identified are key success factors in the sustainability of ELV recycling. By application of fuzzy approach and dynamic simulation models for the ELV recycling, influence of ELV recycling sustainability factors is determined on: (1) the level of recycling, (2) the recycling process in Serbia, and (3) the sustainable development of Serbia.	
Accepted by the Scientific Board on, ASB :		
Defended on, DE :		
Defended Board, DB :	President:	Prof. dr Dejan Đorđević
	Member:	Prof. dr Slavko Arsovski Prof. dr Milan Nikolić Prof. dr Goran Vujić
	Member, Mentor:	Prof. dr Zvonko Sajfert
		Mentor's sign

САДРЖАЈ

1. УВОД.....	1
2. ПОСТАВКА ПРОБЛЕМА ИСТРАЖИВАЊА.....	4
2.1 Проблем истраживања.....	4
2.2 Предмет истраживања.....	5
2.3 Циљеви истраживања.....	6
2.4 Хипотезе истраживања.....	8
2.5 Примењене истраживачке методе које ће применити у истраживању.....	8
2.6 Очекивани резултати истраживања и научни допринос.....	9
2.7 План истраживања.....	10
3. РЕЦИКЛАЖА МОТОРНИХ ВОЗИЛА НА КРАЈУ ЖИВОТНОГ ЦИКЛУСА.....	12
3.1 Појам и дефинисање рециклаже.....	12
3.1.1 Дефинисање рециклаже.....	12
3.1.2 Управљање животним циклусом возила.....	15
3.1.3 Стање рециклаже моторних возила.....	17
3.2 Процес рециклаже моторних возила у Србији.....	19
3.3 Законска регулатива у Србији.....	21
3.4 Директиве, стратегије и прописи Европске уније.....	23
3.5 Интегрисани модел моторних возила на крају животног циклуса.....	24
3.6 Систем моторних возила на крају животног циклуса.....	28
3.7 Материјални биланс у моторним возилима на крају животног циклуса.....	29
3.8 Структурне промене у новом бизнису у области демонтаже ELV у Србији.....	34
3.9 Животни циклус моторног возила.....	35
3.10 Истраживање, развој и пројектовање, материјали, демонтажа и рециклажа.....	36
3.11 Производња (материјали, компоненте, монтажа) моторних возила.....	41
3.12 Увоз моторних возила у Србију.....	43
3.13 Продаја и регистрација.....	43
3.14 Експлоатација моторних возила.....	46
3.15 Репарација компоненти и возила.....	48
3.16 Повлачење из експлоатације/дерегистрација.....	49
3.17 Рециклажа отпадног материјала из ELV.....	50
3.18 Добијање/повраћај енергије.....	50
3.19 Трајни отпад.....	50
4. СИСТЕМ РЕЦИКЛАЖЕ ELV У СРБИЈИ.....	52
4.1 Управљање производњом са аспекта отпада.....	52
4.2 Управљање експлоатацијом моторних возила.....	53
4.2.1 Управљање експлоатацијом моторног возила са аспекта отпада.....	53
4.2.2 Одржавање хигијене моторног возила.....	54
4.2.3 Репарација компонента, агрегата, возила.....	54
4.2.4 Хаваријс и удеси.....	54
4.3 Животни циклус моторног возила.....	55
4.3.1 Еко материјали.....	55
4.3.2 Одрживе технологије.....	55

4.3.3	Дизајн за рециклажу	56
4.4	Повлачење искоришћених моторних возила на крају животног циклуса	58
4.5	Регулатива за моторна возила на крају животног циклуса у Србији	58
4.5.1	Власници моторних возила (нових, искоришћених).....	58
4.5.2	Законска акта за моторна возила на крају животног циклуса у Србији	58
4.5.3	Законска акта за моторна возила на крају животног циклуса у Европској Унији	59
4.5.4	NVO покрети у Србији.....	62
4.5.5	Модел фондова (средстава)	62
4.6	Технолошка и организациона решења и трендови	62
4.6.1	Преузимање моторног возила на крају животног циклуса од последњег возача	63
4.6.2	Сакупљање и складиштење искоришћених моторних возила	63
4.6.3	Центар за расклапање искоришћених моторних возила.....	64
4.6.4	Процес дробљења искоришћеног моторног возила/ шкољке/ шасије	65
4.6.5	Центри за рециклажу материјала	65
4.7	Учесници у процесу рециклаже моторних возила на крају животног циклуса	66
4.7.1	Индустрија моторних возила (произвођачи, добављачи)	66
4.7.2	Продајна мрежа и сервиси.....	66
4.7.3	Увозници /извозници моторних возила	66
4.7.4	Индустрија рециклаже моторних возила на крају животног циклуса (демонтирања, дробљење, материјали)	67
4.7.5	Министарство за заштиту животне средине	67
4.7.6	Оснивање Асоцијације за рециклажу моторних возила на крају животног циклуса Србије	67
4.7.7	Савез експерата за заштиту животне средине	67
4.8	Процес управљања/мониторинга МВ на крају животног циклуса	67
4.8.1	Имплементација политике рециклаже	68
4.8.2	Дерегистрација и отуђивање возила.....	69
4.8.3	Демонтирања/ расклапање и прибављање докумената.....	69
4.9	Инфраструктура за рециклажу искоришћених моторних возила.....	71
4.9.1	Стање индустрије рециклаже у Србији	71
4.9.2	Покретање иницијативе за успостављање система рециклаже моторних возила на крају животног циклуса у Србији.....	73
4.9.3	Упоредна анализа рециклаже моторних возила (ЕУ, Јапан, САД,..).....	76
4.9.4	Стање рециклаже у моторних возила у Јапану	77
4.9.5	Стање рециклаже моторних возила у земљама ЕУ (Немачка, Италија, Холандија).....	78
5.	ОДРЖИВОСТ РЕЦИКЛАЖЕ МОТОРНИХ ВОЗИЛА НА КРАЈУ ЖИВОТНОГ ЦИКЛУСА	82
5.1	Парадигме одрживости и одрживог развоја.....	82
5.1.1	Одрживи развој.....	82
5.1.2	Одрживи развој и квалитет живота	86
5.2	Концепт одрживог развоја и обнављања система.....	88
5.3	Стратегија одрживог развоја	92
5.4	Приступ одрживости рециклаже ELV	96
5.4.1	Фактори одрживости рециклаже	96
5.5	Fuzzy мултикритеријумски модел за избор најпогодније технологије	98
5.6	Ток материјала у систему за рециклажу ELV	101
5.7	Избор локације центара за рециклажу ELV	105

5.7.1	Детерминанте локације.....	105
5.8	Почетно сагледавање мреже центара за сакупљање и растављање моторних возила на крају животног циклуса	107
5.9	Успостављање тржишта делова ELV.....	110
5.9.1	Хијерархија управљања отпадом	110
5.9.2	Утицајни фактори на коришћење половних делова.....	111
5.9.3	Тржиште половних делова у Србији	112
5.9.4	Одрживо тржиште рециклаже моторних делова у Србији у наредном преиоду	113
5.10	Резилијенс центра за рециклажу ELV	114
5.11	Поређење стања у сектору рециклаже ELV у Србији и ЕУ	116
6.	Кључни фактори успеха одрживе рециклаже моторних возила на крају животног циклуса.....	117
6.1	Парето анализа критичних фактора успеха	117
6.2	Истраживање количине и структуре ELV/годишње	119
6.3	Утицај нивоа менаџмента.....	120
6.3.1	Карактеристике менаџера.....	120
6.3.2	Тестирање fuzzy система при избору оптималног менаџера.....	124
6.3.3	Сналажљивост као карактеристика менаџера	126
6.3.4	Стратешко планирање као карактеристика менаџера.....	127
6.3.5	Стратешко планирање као карактеристика менаџера.....	128
6.3.6	Управљање променама као карактеристика менаџера	129
6.4	Стопа генерисања ELV годишње по становнику.....	130
6.5	Утицај подршке државе.....	132
6.6	Утицај цене рециклата ELV.....	133
6.7	Утицај фактора рециклаже	134
6.8	Утицај технолошког нивоа рециклера	135
6.9	Утицај на запошљавање	136
6.9.1	Запосленост у центрима за растављање/демонтажу ELV	136
6.9.2	Број радника у центрима за сакупљање моторних возила на крају животног циклуса.....	137
6.9.3	Број радника на утовар отпадних материјала и делова за репарацију (у центрима за демонтажу) и транспорт за даљу прераду.....	137
6.9.4	Број радника у шредер центрима (мрвљење шкољки)	138
6.9.5	Број радника на доради коришћених делова, склопова и агрегата (резервни делови).....	138
6.9.6	Број радника на рециклажи отпадних материјала (искључујући количине гвожђа и челика које одлазе у US Steel Србија).....	138
6.9.7	Укупан број радника на рециклажи моторних возила на крају животног циклуса у Србији	138
6.10	Утицај организације прикупљања ELV	141
6.11	Фактор покривености мрежа центара за рециклажу.....	142
6.12	Цена и могућност продаје рециклата из ELV.....	142
6.13	Фактор утицаја на енергетску зависност.....	143
7.	УТИЦАЈ РЕЦИКЛАЖЕ МОТОРНИХ ВОЗИЛА НА ОДРЖИВИ РАЗВОЈ	144
7.1	Модел одрживости региона.....	144
7.2	Примена стандарда ISO 9004:2009 за одрживост процеса	149
7.3	Примена концепта уравнотежених карти успеха	151
7.3.1	Основе модела.....	151
7.3.2	Примена LCA методе.....	153
7.3.3	Модел утицаја уређаја за рециклажу на животну средину	156
7.4	Примена LCA за оцену утицаја рециклаже ELV на животну средину.....	159
7.5	Моделирање утицаја на животну средину	161

7.6	Примена симулационих метода.....	164
7.6.1	Анализа постојећих модела	164
7.6.2	Концептуални модел управљања рециклажом <i>ELV</i>	168
7.6.3	Модел управљања <i>ELV</i> у Региону.....	171
8.	РАЗВОЈ И ВЕРИФИКАЦИЈА МОДЕЛА ОДРЖИВОГ РАЗВОЈА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ	173
8.1	Увод.....	173
8.2	Утицај рециклаже <i>ELV</i> на одрживи развој применом <i>fuzzy</i> приступа	173
8.2.1	Оквир истраживања	173
8.2.2	Развијени алгоритам.....	181
8.2.3	Илустративни пример.....	185
8.3	Развој и верификовање динамичког модела одрживости процеса рециклаже <i>ELV</i>	194
8.3.1	Полазни модел одрживости рециклера <i>ELV</i>	194
9.	ЗАКЉУЧАК	207
10.	Литература	211

ЛИСТА СЛИКА

<i>Слика 3.1</i> Кружни ток материје и енергије.....	15
<i>Слика 3.2</i> Рециклажа моторних возила у Србији	30
<i>Слика 3.3</i> Укупни животни циклус моторних возила и рециклажа	35
<i>Слика 3.4</i> Приказ комплетног животног циклуса путничког аутомобила марке VOLVO.....	36
<i>Слика 3.5</i> Географска расподела регистрованих возила у Србији у 2008.....	46
<i>Слика 3.6</i> Стање исправности моторних возила на друмовима Србије.....	48
<i>Слика 4.1</i> Генерисање отпада у процесу производње моторног возила	53
<i>Слика 4.2</i> Процес генерисања отпада током експлоатације моторних возила	55
<i>Слика 4.3</i> Рециклажа моторних возила пријатељска за животну средину.....	56
<i>Слика 4.4</i> Приказ вођења основне статистике о путничким аутомобилима у Немачкој.....	60
<i>Слика 4.5</i> Временски ток активности за примену директиве: <i>End of Life Vehicles Directive (ELV) 2000/53/EC</i>	60
<i>Слика 4.6</i> Илустрација циљева <i>ELV</i> Директиве.....	61
<i>Слика 4.7</i> Приказ третмана <i>ELV</i>	63
<i>Слика 4.8</i> Укључени у мониторинг <i>ELV</i>	68
<i>Слика 4.9</i> Учешће хазардних материјала у <i>ELV</i>	70
<i>Слика 4.10</i> Токови података и новца	70
<i>Слика 4.11</i> Финансијски модел	70
<i>Слика 4.12</i> Тржиште аутомобила у Јапану (2000.-2006.)	77
<i>Слика 4.13</i> Јапански модел изградње одрживог друштва кроз рециклажу	78
<i>Слика 4.14</i> Структура регистрованих возила у Баварској.....	79
<i>Слика 4.15</i> Садашња ситуација у третману возила на <i>ELV</i> у Немачкој.....	80
<i>Слика 5.1</i> Домени и димензије у концептуалном оквиру одрживог развоја	83
<i>Слика 5.2</i> Повезивање елемената концептуалног оквира	83
<i>Слика 5.3</i> Мапирање ентитета рециклаже <i>ELV</i>	84
<i>Слика 5.4</i> Разлике у децентрализацији и формализацији инфраструктуре рециклаже	85

<i>Слика 5.5 Утицај интерактивне рециклаже ELV на економски развој државе.....</i>	85
<i>Слика 5.6 Квалитет живота као пресек скупова.....</i>	87
<i>Слика 5.7 Различитости у врстама индикатора квалитета живота.....</i>	88
<i>Слика 5.8 Општи модел интеграције одрживог развоја и квалитета живота.....</i>	89
<i>Слика 5.9 Принципи и исходи одрживог развоја.....</i>	89
<i>Слика 5.10 Оквири одрживог регионалног развоја.....</i>	90
<i>Слика 5.11 Циклус остваривања одрживости.....</i>	90
<i>Слика 5.12 Релације између одрживости и resiliens-a за различите величине нивоа ризика.....</i>	91
<i>Слика 5.13 Веза resilience-a и одрживости.....</i>	91
<i>Слика 5.14 Интеграциони модел одрживости и квалитета живота Official Publications of the European Union.....</i>	92
<i>Слика 5.15 Пирамида индикатора одрживог развоја.....</i>	93
<i>Слика 5.16 Убрзавање циклуса GE–SD–QoL помоћу нових приступа.....</i>	94
<i>Слика 5.17 Везе између ЕУ циљева, базирано на оценама експерата из научних кругова.....</i>	95
<i>Слика 5.18 Утицај СИР на МИР и приход у ЕУ.....</i>	96
<i>Слика 5.19 Одрживост у функцији ефикасности и резилијенса.....</i>	97
<i>Слика 5.20 Шема управљања токовима материјала у систему рециклаже ELV.....</i>	102
<i>Слика 5.21 Распоред центра у Републици Србији.....</i>	110
<i>Слика 6.1 Ниво критичности фактора рециклаже ELV.....</i>	118
<i>Слика 6.2 Критични фактори рециклаже ELV.....</i>	118
<i>Слика 6.3 Приказ општег модела.....</i>	122
<i>Слика 6.4 Међусобни однос критеријума K1 и K2.....</i>	123
<i>Слика 6.5 Међусобни однос критеријума K2 и K4.....</i>	123
<i>Слика 6.6 Међусобни однос критеријума K4 и K3.....</i>	124
<i>Слика 6.7 Међусобни однос критеријума K1 и K3.....</i>	124
<i>Слика 6.8 Умеће вођења људи и пол менаџера.....</i>	128
<i>Слика 6.9 Тренд SGO и удео за рециклажу у укупном возном парку.....</i>	131
<i>Слика 6.10 Тренд утицаја подршке државе рециклажи ELV.....</i>	132
<i>Слика 6.11 Тренд утицаја подршке државе рециклажи ELV.....</i>	133
<i>Слика 6.12 Циљне вредности фактора рециклаже.....</i>	134
<i>Слика 6.13 Тренд фактора рециклаже.....</i>	135
<i>Слика 6.14 Дијаграм броја запослених по фазама растављања ELV.....</i>	139

<i>Слика 6.15</i> Дијаграм кумулативног броја запослених по фазама рециклаже <i>ELV</i> (варијанте у зависности од броја <i>ELV</i> /годишње)	140
<i>Слика 6.16</i> Сценарио динамике запошљавања	140
<i>Слика 6.17</i> Сценарио броја запослених на рециклажи <i>ELV</i>	141
<i>Слика 6.18</i> Тренд фактора организације прикупљања <i>ELV</i>	141
<i>Слика 6.19</i> Тренд покривености мрежом центара за технологије.....	142
<i>Слика 6.20</i> Тренд цена и могућност продаје рециклата из <i>ELV</i>	143
<i>Слика 7.1</i> Савремени приступи регионалног економског развоја.....	145
<i>Слика 7.2</i> Лидерство у непрекидном кругу остваривања одрживог развоја	146
<i>Слика 7.3</i> Модел одрживости региона.....	147
<i>Слика 7.4</i> Оквир за глобални индекс конкурентности	148
<i>Слика 7.5</i> Модел регионалне одрживости.....	149
<i>Слика 7.6</i> Радар-дијаграм одрживости процеса у организацији	150
<i>Слика 7.7</i> Основни модел одрживости система рециклаже отпада као грађевинског ресурса.....	152
<i>Слика 7.8</i> Основне фазе <i>LCA</i> према <i>ISO 14040</i>	153
<i>Слика 7.9</i> Итеративни карактер <i>LCA</i>	154
<i>Слика 7.10</i> Ток <i>LCI</i> према <i>ISO 14044</i>	155
<i>Слика 7.11</i> Основни елементи <i>LCIA</i>	155
<i>Слика 7.12</i> Основни модел утицаја на животну средину.....	156
<i>Слика 7.13</i> Поступак управљања <i>LCA/LCC</i> пројектима	157
<i>Слика 7.14</i> Стабло одлучивања за одређивање контекста процеса за примену <i>LCA</i>	157
<i>Слика 7.15</i> Активности у животном циклусу отпада	159
<i>Слика 7.16</i> Границе система и алокација улаза и излаза.....	160
<i>Слика 7.17</i> Еко ефикасност алтернатива рециклаже	162
<i>Слика 7.18</i> Основни елементи систем динамике	165
<i>Слика 7.19</i> Моделирање као итеративни процес	165
<i>Слика 7.20</i> Структура модела заснованих на симулационим техникама	167
<i>Слика 7.21</i> Хијерархија ентитета	169
<i>Слика 7.22</i> Инпут-оутпут анализа релација у концептуалном моделу	171
<i>Слика 7.23</i> Државна помоћ по <i>ELV</i>	172
<i>Слика 8.1</i> Поступак индексирања променљивих у моделу одрживости рециклаже.....	195

<i>Слика 8.2</i> Модел рециклаже <i>ELV</i> на нивоу рециклера	199
<i>Слика 8.3</i> Модел одрживости рециклаже <i>ELV</i> у Србији	200
<i>Слика 8.4</i> Спрегнути модел одрживости рециклаже <i>ELV</i> у Србији.....	201
<i>Слика 8.5а</i> Резултати симулације на првом нивоу одрживости рециклаже.....	204
<i>Слика 8.5б</i> Резултати симулације на првом нивоу одрживости рециклаже.....	204
<i>Слика 8.5в</i> Резултати симулације на првом нивоу одрживости рециклаже.....	204
<i>Слика 8.6а</i> Резултати симулације на другом нивоу одрживости рециклаже.....	205
<i>Слика 8.6б</i> Резултати симулације на другом нивоу одрживости рециклаже.....	205
<i>Слика 8.7а</i> Резултати симулације на трећем нивоу одрживости рециклаже.....	205
<i>Слика 8.7б</i> Резултати симулације на трећем нивоу одрживости рециклаже.....	206

ЛИСТА ТАБЕЛА

<i>Табела 3.1</i> Биланс енергије и отпада једног аутомобила.....	17
<i>Табела 3.2</i> Путнички аутомобили домаће производње	30
<i>Табела 3.3</i> Структура материјала у аутомобилу Застава Флорида	31
<i>Табела 3.4</i> Структура материјала у аутомобилу Opel Astra.....	31
<i>Табела 3.5</i> Коришћени материјали у моделима аутомобила од 1984. – 1994. године (у kg)*	32
<i>Табела 3.6</i> Идентификација главних аутомобилских делова по материјалима и процесима	32
<i>Табела 3.7</i> Делови аутомобила, њихова примарна врста материјала и примарни процеси	33
<i>Табела 3.8</i> ЕУ стандардне емисије за путничке аутомобиле (категирије M1*), g/km	40
<i>Табела 3.9</i> ЕУ стандардна емисија за лака комерцијалан возила, g/km.....	40
<i>Табела 3.10</i> Производња моторних возила и агрегата у Србији.....	42
<i>Табела 3.11</i> Увоз путничких аутомобила у Србију.....	43
<i>Табела 3.12</i> Увоз моторних возила у Србију	43
<i>Табела 3.13</i> Регистрација моторних возила у Републици Србији (марка - домаћа, увозна)	45
<i>Табела 3.14</i> Новорегистрована возила у Србији	45
<i>Табела 4.1</i> Учешће фракција у ELV.....	61
<i>Табела 4.2</i> Број предузећа која се баве рециклажом отпада у Србији.....	71
<i>Табела 4.3</i> Број предузећа у Републици Србији регистрованих у бази података према врсти отпада (фебруар 2009. година).....	72
<i>Табела 4.4</i> Јавно комунална предузећа која се баве рециклажом	73
<i>Табела 4.5</i> Статистика ELV по селектованим земљама.....	76
<i>Табела 4.6</i> Приказ рециклаже A5K за фискалну 2006	78
<i>Табела 4.7</i> Фамилије полимера у различитим моделима FIAT-а (% од укупне тежине пластике)	80
<i>Табела 4.8</i> Подаци о структури материјала возила РОК.Р Таигиз 2004.	81
<i>Табела 5.1</i> Приоритети, циљеви и иницијативе у ЕУ 2020 стратегији	94
<i>Табела 5.2</i> Вредност критеријума класификације за све могуће локације.....	106

Табела 5.3 Класификација могућих локација у разматраном временском периоду и мере веровања да локације припадају А класи	107
Табела 5.4 Број моторних возила на крају животног циклуса Република Србија – без КиМ	107
Табела 5.5 Карактеристике центара.....	108
Табела 5.6 Капацитет демонтаже за Републику Србију	109
Табела 5.7 Капацитет демонтаже за Град Београд	109
Табела 6.1 Количина и структура ELV годишње	119
Табела 6.2 Карактеристике менаџера са релативним тежинама ().....	121
Табела 6.3 Просечне вредности оцене кандидата према критеријумима	125
Табела 6.4 Преференција одлуке применом fuzzy модела.....	125
Табела 6.5 Сналажљивост и старосна група менаџера.....	126
Табела 6.6 Генерисање ELV	131
Табела 6.7 Капацитет демонтаже MB ELV за Републику Србију.....	136
Табела 6.8 Број радника по центру	136
Табела 6.9 Број радника у центрима за демонтажу	137
Табела 6.10 Укупан број радника на рециклажи ELV	139
Табела 7.1 Облик табеле за оцењивање зрелости процеса	150
Табела 7.2 Врсте LCA студије у зависности од граница система.....	154
Табела 7.3. Улазни подаци за LCA у Србији	160
Табела 7.4 Рекапитулација утицаја на животну средину, суб-процес рециклаже, одлагања, спаљивања и производње за потребе уградње у моторна возила.....	163
Табела 8.1 Фази матрица одлучивања	189
Табела 8.2 Фази нормализована матрица одлучивања.....	190
Табела 8.3 Ранг рециклата и мера веровања да рециклат има највећу важност за одрживи развој	192
Табела 8.4 Ранг рециклата и мера веровања да рециклат има највећу важност за одрживи развој ако се посматрају само циљеви дефинисани у стратегији развоја државе	193
Табела 8.5а Средње вредности варијабли и њихови утицаји на првом нивоу.....	195
Табела 8.5б Средње вредности варијабли и њихови утицаји на првом нивоу.....	196
Табела 8.6а Средње вредности варијабли и њихови утицаји на другом нивоу	196

Табела 8.6б Средње вредности варијабли и њихови утицаји на другом нивоу	197
Табела 8.7а Средње вредности варијабли и њихови утицаји на трећем нивоу.....	198
Табела 8.7б Средње вредности варијабли и њихови утицаји на трећем нивоу.....	198

СПИСАК СКРАЋЕНИЦА, СТРАНИХ РЕЧИ И ИЗРАЗА

<i>ASR/ACP</i>	енглески	<i>Automotive Shredder Residue</i> - Остатак после шреднига
<i>CCL</i>	енглески	<i>Center for Creative Leadership</i> - Центар за креативно лидерство
<i>CIP</i>	енглески	<i>Consumer Performance Index</i> - Индекс индустријских перформанси
<i>Complexity Reduction</i>	српски	Смањење Комплексности
<i>COP</i>	енглески	<i>Comfort Of Products</i> - Комфорност производа
<i>DEA</i>	енглески	<i>Data Envelopment Analysis</i> -
<i>Delphy</i> метода	енглески	Структурирана комуникациона техника
<i>DFR</i>	српски	жељени фактор рециклаже
<i>DFX</i>	енглески	<i>Design For EXcellence</i> - Дизајн за изврност
<i>DI</i>	енглески	<i>Direct Injection</i> - Директно убризгавање
<i>Dismantlab ility</i>	енглески	Стопа расклопивости
<i>EAu</i>	енглески	<i>Environmental Auditing</i> - Провера животне средине
<i>EGARA</i>	енглески	<i>European Group of Automotive Recycling Association</i> – Европска асоцијација за рециклажу у аутоиндустрији
<i>EIA</i>	енглески	<i>Environment Impact Assessment</i> - Оцена утицаја на животну средину
<i>ELV</i>	енглески	<i>End of Life Vehicles</i> - моторна возила на крају животног циклуса
<i>EMA</i>	енглески	<i>Energy and Material Assessment</i> - Оцена трошења материјала и енергије
<i>End-of-Life Vehicles Directive</i>	енглески	Директива за возила на крају животног циклуса
<i>Environmental Protection Agency</i>	енглески	Агенција за заштиту животне средине
<i>Environmentally friendly</i>	енглески	Еколошки погодан (пријатељски)
<i>EPE</i>	енглески	<i>Environmental Performance Evaluation</i> - Вредновање перформанси животне средине
<i>ERA</i>	енглески	<i>Environment Risk Assessment</i> - Оцена ризика на животну средину
<i>Euro NCAP</i>	енглески	<i>The European New Car Assessment Programme</i> - организација за откривање безбедносних карактеристика нових аутомобила.

<i>excellent rating</i>	енглески	Одлична оцена
<i>EZEV</i>	енглески	<i>Equivalent Zero Emission Vehicle</i> - Возило еквивалентно нултој емисији гасова
<i>FAHP</i> метода	енглески	<i>Fuzzy Analytical Hierarchy Process</i> - <i>Fuzzy</i> аналитички хиерархијски процес
<i>FARE</i>	енглески	Фиат ауто рециклажа
<i>field studies</i>	енглески	Студије случаја
<i>FPMC</i>	српски	Повезаност мрежа центара за рециклажу
<i>framework</i>	енглески	Оквир
<i>GCI</i>	енглески	<i>Global Competitiveness Index</i> - Индекс глобалне конкуренције
<i>GDP</i>	енглески	<i>Gross Domestic Product</i> - Бруто домаћи производ
<i>GHG</i>	енглески	<i>Greenhouse Gas</i> - Стаклена башта
<i>good rating</i>	енглески	Добра оцена
<i>GP</i>	енглески	<i>Goal Programming</i> - циљно програмирање
<i>GR</i>	српски	Стопа генерисања
<i>GVB</i>	српски	ниво државне помоћи
<i>HR</i>	енглески	<i>Human Resources</i> - Људски ресурси
<i>IBM SPSS</i>	енглески	Софтверски пакет за статистичку обраду података
<i>IE</i>	енглески	<i>Industrial Ecology</i> - Индустриска екологија
<i>ISCM</i>	енглески	<i>Integrated Substance Chain</i> - Интегрисаним менаџментом ланцем супстанци
<i>ISO</i>	енглески	<i>International Organization for Standardization</i> - Међународна организација за стандардизацију
<i>ISS</i>	српски	<i>Институт за Стандардизацију Србије</i>
<i>Labeling</i>	енглески	Означавање
<i>LCA</i>	енглески	<i>Life Cycle Assessment</i> - Оцена животног циклуса
<i>LCC</i>	енглески	<i>Life Cycle Costing</i> - Цена животног циклуса
<i>LCI</i>	енглески	<i>Life Cycle Inventory</i> – Инвентар животног циклуса
<i>LCIA</i>	енглески	<i>Life Cycle Inventory Assessment</i> - Оцењивање утицаја животног циклуса
<i>Life-Cycle Thinking</i>	енглески	Промишљање животног циклуса
<i>MCA</i>	енглески	<i>Multi-Critical Analysis</i> - Више-критеријумска анализа
<i>Mobile Air Conditioning</i>		Преносиви клима уређаји
<i>Mobile Air Conditioning Society</i>	енглески	Удружење за преносиве клима уређаје

MPI	енглески	<i>Multidimensional Poverty Index</i> - Мултидимензионални индекс сиромаштва
MS Office	енглески	Софтверски пакет намењен канцеларијском пословању
MSA	енглески	<i>Multi Sector Analysis</i> - Више-секторска анализа
NRV	српски	број нерегистрованих возила
NTD	енглески	<i>New Taiwan Dollar</i> - Тајвански Долар
NVO/HBO	српски	<i>Не-владине организације</i>
NZEV	енглески	<i>Near Zero Emission Vehicle</i> - Возило близу нулте емисије гасова
pareto анализа	српски	Анализа значајности фактора
PDCA	енглески	<i>Plan – Do – Check – Act</i> - Планирај, уради, провери, делуј циклус
PLA	енглески	<i>Product Line Analysis</i> - Анализа линије производа
poorly rating	енглески	Слаба оцена
REACH	енглески	<i>Regulation for Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals</i> - Регулатива Европске комисије за хемикалије и њихово безбедно коришћење
recoverability	енглески	Стопа опоравка
recyclability	енглески	Могућност рециклаже
recyclability rate	енглески	Стопа рециклаже
Recycle	енглески	Рециклирати
Recycling	енглески	Рециклажа
Reduce	енглески	Смањити
resilience	енглески	Капацитет за опоравак
Reuse	енглески	Поново употребити
re-use	енглески	Поновна употреба
SAE	енглески	<i>Society of Automotive Engineers</i> - Удружење инжењера аутомобилске индустрије
SETAC	енглески	<i>Society of Environmental Toxicology and Chemistry</i> – Друштво за заштиту животне средине, токсикологију и хемију
SFA	енглески	<i>Substance Flow Analysis</i> - Анализа тока супстанци
sustainability	енглески	Одрживост
SWOT	енглески	<i>Strengths Weakness Opportunities Threats</i> - Снаге, Слабости, Могућности, Претње

<i>TQEM</i>	<i>енглески</i>	<i>Total Quality Environmental Management</i> - Тотални менаџмент квалитета животне средине
<i>UCK</i>	<i>српски</i>	<i>Утицај Цене Рециклата</i>
<i>UFR</i>	<i>српски</i>	<i>Утицај Фактора Рециклаже</i>
<i>USA</i>	<i>енглески</i>	<i>United States of America</i> - Уједињене Америчке Државе
<i>USD</i>	<i>енглески</i>	<i>United States Dollar</i> - Амерички долар
<i>Zero Landfill</i>	<i>енглески</i>	Нулто одлагање отпада
<i>Zero Waste</i>	<i>енглески</i>	Нулти отпад
<i>ZEV</i>	<i>енглески</i>	<i>Zero Emission Vehicle</i> - Возило нулте емисије гасова
<i>AMCC</i>	<i>српски</i>	<i>Ауто-Мото Савез Србије</i>
<i>АР</i>	<i>српски</i>	<i>Агенција за Рециклажу</i>
<i>БДП</i>	<i>српски</i>	<i>Бруто Друштвени Производ</i>
<i>БСЦ/BSC</i>	<i>енглески</i>	<i>Balanced Score Card</i> - Карта уравнотежених показатеља
<i>E-Safety</i>	<i>енглески</i>	<i>Internet safety</i> - Безбедност у интернет окружењу
<i>ЕУ</i>	<i>српски</i>	<i>Европска Унија</i>
<i>ЛИ</i>	<i>српски</i>	<i>Локална Инспекција</i>
<i>МВ</i>	<i>српски</i>	<i>Моторних Возила</i>
<i>ММIP</i>	<i>енглески</i>	<i>Multicriteria Mixex Integer Programming</i> - вишекритеријумско мешовито интеџер програмирање
<i>МТое</i>	<i>српски</i>	Милион тона
<i>МУП</i>	<i>енглески</i>	<i>Министарство Унутрашњих Послова</i>
<i>РЦ</i>	<i>српски</i>	<i>Центар за Рециклажу</i>
<i>СРД</i>	<i>српски</i>	<i>Служба за Регистрацију и Деререгистрацију</i>
<i>СФРЈ</i>	<i>српски</i>	<i>Социјалистичка Федеративна Република Југославија</i>
<i>TFN</i>	<i>енглески</i>	<i>Triangular Fuzzy Numbers</i> - Троугаони fuzzy бројеви

1. УВОД

Моторна возила, као савремена техничко-технолошка достигнућа, омогућила су интензиван транспорт људи и роба па је захваљујући тој мобилности дошло до убрзаног развоја људске цивилизације. Међутим, као неоспорно цивилизацијско достигнуће, моторна возила су и један од највећих загађивача планете, почев од процеса производње, па све до краја њиховог животног циклуса. Огромне количине аутомобилског отпада данас представљају велики проблем у свим земљама света. Са тим проблемом се суочава и наша држава.

Процена је да је у Републици Србији тренутно у коришћењу око 1,9 милиона моторних возила, чија је просечна старост око 17 година. Србија ће се веома брзо суочити са проблемима узрокованим количином од приближно 1,9 милиона тона отпадних материјала различитих врста, међу којима има и хазардних супстанци. Генерисање отпада моторних возила се одвија сукцесивно, кроз динамику обнављања возног парка и свакако генерисањем отпада у току производње и експлоатационог одржавања аутомобила. У сваком случају, реч је о изузетно великим количинама отпада чије би искоришћење требало максимизирати на оптималан начин. Процена је да више од милион старих моторних возила, у различитом стању комплетности, чека да буде рециклирано, као и да је око 100.000 до 120.000 моторних возила због дотрајалости сваке године ван експлоатације.

Да би се обезбедила успешна рециклажа моторних возила потребно је створити како одговарајући правни оквир, тако и основне инфраструктурне претпоставке, што би несумњиво допринело њеном развоју кроз привлачење инвестиција и успостављање технолошких ресурса у складу са прописима. Такође, увођењем системских решења у област рециклаже аутомобила доприноси се обнови возног парка и последично смањењу емисија штетних материја, повећању безбедности у саобраћају и штедњи енергетских и сировинских ресурса.

Тренутно стање у Србији се може окарактерисати као неорганизованост у области рециклаже са изузетком сакупљања метала и његове полазне рециклаже (селекција, сечење и дробљење). Нажалост, све хазардне материје, пластични делови, гума и други неметални делови се не третирају па се они налазе остављени на отпадима или на зеленим површинама.

С правом се поставља питање, који систем управљања рециклажом моторних возила на крају животног циклуса (енгл. *End of Life Vehicles - ELV*) применити у Србији?

Рециклажу *ELV* до сада је углавном посматрана као одговор на проблеме загађења животне средине и делимично коришћења материјала и делова *ELV* за нову уградњу. Последњих година расте притисак на произвођаче моторних возила и државе да:

- развијају концепте моторних возила погодних за рециклажу, тј. олакшану монтажу, коришћење разградибилних материјала и замену другим деловима итд.,

- учествују у развоју погодне националне инфраструктуре за рециклажу све већег броја моторних возила, у свим фазама рециклаже (прикупљање, селекција, демонтажа, рециклирање)
- обезбеде одрживи развој производње моторних возила, укључујући аспект утицаја на животну средину.

Са друге стране, интерес рециклера је да се укључе у овај процес на националном и светском нивоу, кроз различите нивое и приступе рециклажи моторних возила. То значи да ће се неки рециклери, претежно на нивоу микропредузећа, задржати на прикупљању, одлагању и делимично(ј) демонтажи и продаји делова из прикупљених моторних возила. На вишем нивоу су рециклери који имају већи степен специјализације, нпр. ниво за сортирање, дораду или припрему делова за наредне кораке рециклаже (нпр. са механичким радионицама за чишћење, поливање, механичку обраду, укључујући и пресе за делове од лима или других материјала). Највиши ниво рециклаже *ELV* се остварује на посебним линијама за рециклажу, која се одваја код специјализованих рециклера.

У поступку рециклаже троше се бројни ресурси (људски, материјални, опрема, новац, природни ресурси) а као жељени излаз добија се производ (рециклат) одређеног нивоа рециклаже. Такав нов производ има вредност за свој животни циклус или као материјал или као компонента за неке друге производе. При процесу рециклаже остварује се и најчешће непонављан утицај на животну средину.

Њихов утицај може бити врло велики, па су потребна финансијска улагања и мере за усклађивање са законским прописима у ЕУ директивама.

Из претходног се може сагледати да се проблем рециклаже *ELV* на крају животног циклуса мора структурирати на: (1) државном нивоу, (2) на нивоу процеса рециклаже у Србији и (3) на нивоу појединачног рециклера. То је био основ за структурирање ове дисертације на ова три нивоа проблема рециклаже са циљем да се утврди утицај рециклаже *ELV* на одрживи развој Републике Србије. На основу теоријских и апликативних истраживања, аутор је изградио модел одрживе рециклаже *ELV* на крају животног циклуса на три нивоа: (1) ниво појединачног рециклера, (2) ниво рециклаже *ELV* у Републици Србији и (3) ниво одрживог развоја Републике Србије.

Овај хијерархијски и динамички модел је основа за симулацију утицаја великог броја варијабли на ниво одрживог развоја Републике Србије. Излазни резултати моделирања се даље користе у другом моделу *fuzzy* вишекритеријумског одлучивања са три критеријума: (1) ниво запослености, (2) ниво добити (*GDP*) од рециклаже и (3) ниво утицаја на животну средину. У првом и другом моделу аспекти утицаја на животну средину оцењени су применом *LCA* методе. Поред ове методе, у раду су коришћене статистичке методе, *fuzzy* методе и *Delphy* метода.

Резултати истраживања структурирани су у 9 поглавља. У другом поглављу дата је поставка проблема истраживања и дефинисана основна и помоћне хипотезе, а у трећем поглављу анализиран је процес рециклаже моторних возила на крају животног циклуса. Дефинисан је појам рециклаже, специфичности рециклаже моторних возила, законска регулатива у Србији и директиве ЕУ и модели интегрисане рециклаже моторних возила на крају животног циклуса, са бројним информацијама о структури моторних возила и могућностима и ефектима рециклаже.

У четвртном поглављу анализиран је систем рециклаже у Србији кроз аспекте: (1) управљања производњом са аспекта отпада, (2) управљање експлоатацијом моторних возила, (3) животи циклус моторних возила, (4) регулативе везане за *ELV* у Србији и (5) анализе учесника (стејхолдера) рециклаже *ELV* у Србији.

У петом поглављу је анализиран проблем одрживости рециклаже *ELV* кроз: (1) анализу парадигме одрживог развоја, (2) анализу одрживости процеса рециклаже *ELV* и (3) анализу перформанси процеса рециклаже.

У шестом поглављу, у оквиру модела одрживе рециклаже моторних возила на крају животног циклуса, дати су: (1) основе моделирања динамичних сложених хијерархијских система, (2) модел одрживости рециклаже, (3) модел одрживости рециклаже *ELV* у Републици Србији и (4) модел одрживог развоја Републике Србије у функцији рециклаже *ELV*.

У седмом, поглављу анализиран је утицај рециклаже моторних возила на крају животног циклуса на одрживи развој, кроз анализу утицаја на животну средину. Основа за то је анализа перформанси процеса рециклаже, која је добијена на основу литературних извора и *Delphy* студије и претходно дефинисаног модела одрживости рециклаже *ELV*. Дефинисане су варијабле, процеси, везе између нивоа у моделу рециклаже *ELV* и кључне релације које ће се анализирати у моделу рециклаже *ELV*.

У осмом поглављу анализиран је утицај кључних варијабли рециклаже *ELV*, добијених из претходног модела, на одрживост региона и Републике Србије, применом *Fuzzy* вишекритеријумског програмирања. Критеријуми за одлучивање о оптималној стратегији рециклаже *ELV* на нивоу Србије су утицај на одрживост преко: (а) броја запослених, (б) бруто домаћи производ и (в) утицај на животну средину. На крају овог поглавља презентирани су резултати верификације претходно дефинисаних модела у поглављима седам и осам, уз примену претходно наведених метода, у софтверском окружењу *MS Office* и *IBM SPSS v.21*. Дискусија резултата је приказана на крају овог поглавља.

У деветом поглављу дати су изведени закључци на основу резултата анализа литературе и спроведених истраживања и дискусије. Такође је на крају овог поглавља указано и на правце даљих истраживања.

На крају рада дат је преглед литературе од 130 референци.

2. ПОСТАВКА ПРОБЛЕМА ИСТРАЖИВАЊА

2.1 Проблем истраживања

У савременим условима глобализације тржишта и јаке конкуренције у свим аспектима пословања, неопходно је изузетно добро познавање моторних возила на крају животног циклуса, како би предузећа и организације из ове области, могла да на прави начин опстану и развијају се [Vlada Republike Srbije, 2006; Milivojević et al., 2008; Dorđević & Pavlović, 2009].

У пракси је све присутнија потреба за изврсношћу организација, које су сагледане кроз потребе окружења и времена у коме се налазимо. Општа проблематика ове дисертације базира се на недовољној дефинисаности познавања проблематике моторних возила на крају животног циклуса. У стручној и научној литератури не постоји валидан систем који повећава ефикасност моторних возила на крају животног циклуса у Републици Србији и самим тим истраживања поменуте проблематике су врло комплексна. То је био мотив за истраживања која су обухваћена овом дисертацијом.

Дефинисање фактора који детерминишу повећања ефикасности и стварање модела рециклаже моторних возила на крају животног циклуса организација, у овом истраживању, одвијало се кроз следеће фазе:

- I фаза - Методолошки концепт рада - проблеми истраживања, предмет истраживања, циљеви истраживања, хипотезе истраживања, дефинисање метода истраживања, дефинисање описа узорка и место истраживања и на крају научна и друштвена оправданост истраживања.
- II фаза - У првом делу би био приказ теоријских истраживања о моторним возилима на крају животног циклуса и њихова рециклажа. Он би обухватио објашњење процеса рециклаже и његове карактеристике.
- III фаза – Емпиријска истраживања која обухватају: реализацију упитника са терена, снимање послова људи који се баве рециклажом на терену, њихово бележење, њихова рачунарска обрада, анализа и презентација.
- IV фаза – Разматрања емпиријских истраживања и дефинисање препорученог модела.

У овој дисертацији је опредељење за стратегију одрживог развоја, у оквиру које је и рециклажа *ELV*.

Животни циклус моторног возила у свим својим фазама интензивно утиче на параметре одрживог развоја и њихове индикаторе. Предмет истраживања у дисертацији ће се односити на једну фазу животног циклуса моторног возила и то ону која настаје по завршетку фазе експлоатације. Управљање моторним возилом на крају животног века свакако је данас једна од друштвено, економски, енергетски и еколошки најзначајнијих фаза животног циклуса возила.

Интензиван технолошки развој, повећање стандарда у савремени начин живота, побољшање инфраструктуре, као и низ других фактора утичу на повећање експлоатације моторних возила на путевима Србије и ван њих. Начин управљања моторним возилима у Републици Србији није системски решен и поред чињенице да је на њеној територији по подацима из 2008. године регистровано око 1.690.000

возила и да се годишње дерегиструје просечно око 44.000 путничких возила [Milivojević et al., 2008]. Непостојање интегрисаног системског приступа у рециклажи моторних возила на територији Србије представља висок национални губитак у материјалном, енергетском и социјално-економском сектору. Поред финансијског губитка врло су изражени негативни утицаји на квалитет животне средине.

На основу постојеће научне литературе и прелиминарних истраживања, као и присутне законске регулативе у складу са тржишним условима и управљачким менаџмент стратегијама, дефинисаће се одрживи интегрисани управљачки модел рециклаже моторних возила на крају животног циклуса. Развој модела базиран је на резултатима статистичке анализе токова моторних возила у Србији, које је дефинисана кроз информатичку базу интегрисаном са базом МУП-а Србије. У циљу научног предвиђања токова возила на крају животног циклуса као основ за модел истражиће се старосни трендови возног парка на територији Србије. Истраживање доприноса интегрисаног управљачког дела на научним основама анализираће се кроз одговор на следећа питања:

- Колико материјалних сировинских ресурса такав модел доноси Републици Србији ?
- Колико се повећава глобална национална енергетска ефикасност растављењем и применом дефинисаног управљачког модела и употребом стандарда ISO 14042 ?
- Колико процес рециклаже моторних возила на крају животног циклуса утиче на побољшање квалитета животне средине,
- Колики је утицај има процес рециклаже моторних возила на крају животног циклуса на социјално-економску структуру, кроз отварање нових радних места?
- Колико је могуће интегрисање квантификованих предходних резултата и њихов утицај на развој Републике Србије.

У дисертацији ће бити заступљен интердисциплинарни приступ у сакупљању информација на основу постојеће научне литературе, експеримената и резултата претходних модела, као и сопствена развојна и научна истраживања.

2.2 Предмет истраживања

Предмет истраживања у овој дисертацији обухвата: (1) анализу досадашњих реализованих истраживања (управљачко-организациона истраживања, корелација са корисницима са аспекта управљања моделом моторног возила на крају животног циклуса); (2) анализу кључних елемената за креирање модела, где би за резултат овог истраживања требало формирати теоријски модел који ће за основни циљ имати поступак оптималног управљања моделом моторног возила на крају животног циклуса, а у складу са политиком унапређења пословних процеса и дефинисањем теоријског модела.

Најпре је предмет истраживања анализиран кроз приказе теоријских истраживања о моторним возилима на крају животног циклуса. Он обухвата објашњење процеса рециклаже и карактеристика рециклаже моторних возила. Због различитих дефиниција о рециклажи и моторним возилима на крају животног циклуса у дисертацији би уместо нове дефиниције био развијен

интегрисани модел моторним возилима на крају животног циклуса, у циљу обухватања свих елемената модела, а потом би се објаснили поједини елементи модела. По објашњењу мултидисциплинарности модела, презентовању праксе и теорије, обрађује се рециклажа моторних возила у Републици Србији. Да би се објаснио допринос интегрисаних модела моторним возилима на крају животног циклуса, истражиће се старосни трендови возног парка на територији Србије.

Други део анализе предмета истраживања извршен је на основу претходно изграђене студије при чему су добијене информације за финалну анализу. Истраживања на терену популарно се називају „*field studies*“. Овај начин истраживања примењен је у великом броју студија, [Martínez-Lorente & Martínez-Costa, 2004, Klarin et al., 2009]. Метод истраживања на терену се састоји од следећих фаза [Свијановић, 1992]:

1. Анализа претходних теоријских и емпиријских истраживања феномена који се истражује (проучавање одабраних теоријских и емпиријских истраживања, стање проблема, циљеви које ће проучавати модел);
2. Постављање теоријско методолошког оквира новог истраживања (постављање експеримента, дефинисање обима дубине захвата, време трајања истраживања, величине пробног узорка и сл.);
3. Операционализација садржаја истраживања (конструкција упитника, планирање других облика прикупљања података);
4. Концептуализација својства и обележја истраживаног проблема (пробно истраживање на малом узорку);
5. Дефинисање, разрада и дистрибуција упитника и други облици прикупљања података (спровођење процеса прикупљања података на терену);
6. Постављање хипотеза о очекиваним међузависностима у оквиру истраживаног феномена и обрада података (постављање хипотеза истраживања и тестирање постављених хипотеза одговарајућим методама);
7. Анализа и оцена резултата истраживања (ако постоје одређене недоумице вези са закључцима, спроводе се контролна истраживања на дату тему са великим узорком);
8. Свођење резултата, доношење закључака и евентуално постављање новог теоријског оквира, по могућности оријентисаног на практичну употребу (на основу интерпретације статистички добијених резултата).

Спровођење овог истраживања се заснива на позитивистичком приступу који је проистекао из анализе најновијих теоријских сазнања и практичних достигнућа из области рециклаже моторних возила. При преиспитивању литературе примењена је анализа садржаја и синтеза свеобухватних сазнања, на основу којих је извршено индуктивно закључивање - из појединачних примера дошло се до генерализације проблема или постављања општих премиса истраживања.

2.3 Циљеви истраживања

Основни циљ докторске дисертације је да се: идентификују, дефинишу, вреднују и рангирају фактори који детерминишу одрживи интегрисани управљачки модел

рециклаже моторних возила на крају животног циклуса и обезбеди суштинска основа за примену нових истраживачких резултата. Циљ истраживања јесте да се на основу постојеће литературе, теоријских поставки, примера добре праксе и личног истраживачког рада дође до резултата који ће потврдити или оповргнути постављену основну хипотезу.

Целокупни приступ у остварењу наведеног циља се реализује кроз:

- дефинисање материјалних и енергетских ресурса токова моторних возила на крају животног циклуса у Србији,
- утврђивање утицаја моторних возила на крају животног циклуса на квалитет животне средине,
- развијање нове интегрисане методе за управљање моторним возилима на крају животног циклуса у Србији,
- дефинисање карактеристика интегрисаног управљачког модела за потребе одрживог развоја.

Такође, из дубље анализе проблема произашли су и секундарни циљеви:

- утврђивање у којој мери повећање материјалних и енергетских ресурса токова моторних возила на крају животног циклуса утиче на квалитет животне средине у Републици Србији,
- утврђивање тачних или приближних, нумеричких или неких других показатеља, који су детерминисали најважније факторе при запажању одређених појава у рециклажи моторних возила
- утврђивање у којој мери знања и вештине запослених доприносе повећању ефикасности рециклаже у организацијама и њихов(овде недостаје реч, нпр. допринос) скраћење процеса рециклаже,
- показивање важности примене знања повећању ефикасности организацији у циљу стварања одрживе рециклаже у Србији.

Задаци истраживања су:

- анализирати домаћа и светска искуства (технички развијених држава) и њихову имплементацију у предузећима за рециклажу *ELV* у Србији;
- утврђивање садашње ситуације у предузећима за рециклажу *ELV* у Републици Србији;
- истражити да ли садашње стање у рециклажи *ELV* постоје фактори који детерминишу иновативност у Републици Србији;
- сагледати у којој је мери присутна едукација запослених у предузећима за рециклажу аутомобила у Републици Србији;
- оценити утицај материјалног статуса предузећа за рециклажу *ELV* и њихова спремност на повећану едукованост запослених у Републици Србији.

2.4 Хипотезе истраживања

На основу анализе литературе, као и на основу резултата спроведених у претходним истраживањима кроз пројекат ТР „Одрживи развој технологија и опреме за рециклажу моторних возила“ „35033“, може се поставити основна хипотеза за даља истраживања:

- X_0 : Интегрисани одрживи модел рециклаже возила на крају животног циклуса има позитиван утицај на развој Републике Србије.

Ова хипотеза ће се доказати преко посебних хипотеза:

- X_1 : рециклажа *ELV* има позитиван утицај на животну средину, а тиме и на одрживи развој,
- X_2 : рециклажа *ELV* има позитиван утицај на ниво запошљавања, а тиме и на одрживи развој,
- X_3 : рециклажа *ELV* има позитиван утицај на енергетску независност, а тиме и на одрживи развој,
- X_4 : рециклажа *ELV* има позитиван утицај на спољно трговински биланс, посебно на увоз материјала, а тиме и на одрживи развој.
- X_5 : системом рециклаже *ELV* се може управљати у циљу остваривања оптималне стратегије одрживог развоја.

Хипотеза X_1 се доказује анализом утицаја процеса рециклаже *ELV* на животну средину. То је у овом истраживању спроведено применом *LCA* (енгл. *Life Cycle Assessment*) методе [е, 2002; ISO 14042:2000].

Хипотеза X_2 се доказује анализом утицаја унапређења процеса рециклаже на повећање броја радних места. То је у овом истраживању спроведено анализом процеса рециклаже *ELV* у Србији.

Хипотеза X_3 се доказује анализом енергетских вредности компоненти које излазе из процеса рециклаже. То је у овом истраживању спроведено анализом рециклаже *ELV* у Србији.

Хипотеза X_4 се доказује на основу предложеног модела. То је у овом истраживању спроведено симулацијом ефеката рециклаже на одрживи развој и *fuzzy* вишекритеријумском анализом.

На основу доказа претходних хипотеза, доказана је на основу хипотезе X_0 . (овде нешто фали, ја не схватам нашта се односи ова реченица будући да није повезана са претходном).

2.5 Примењене истраживачке методе које ће применити у истраживању

У овом раду коришћене су методе, технике и поступци који подржавају и решавају постављене проблеме и циљ истраживања, а треба да докажу постављене хипотезе. За теоријска разматрања, анализу теорија, научне и стручне литературе, као и закључивање о резултатима биле су коришћене следеће методе:

- моделовање сложених динамичких и хијерархијских система,

- *Fuzzy AHP (FAHP)* вишекритеријумско одлучивање,
- индуктивно-дедуктивна метода,
- анализа садржаја,
- дескриптивна и
- статистичке методе подржане савременим софтверима.

Метода моделовања сложених динамичких и хијерархијских уређених система је примењена за изградњу интегрисаног модела одрживе рециклаже на три нивоа: (1) ниво рециклера, (2) ниво процеса рециклаже у Републици Србији, и (3) ниво одрживог развоја Републике Србије. За израду овог модела коришћена је и индуковано-дедуктивна метода. На основу резултата моделовања, применом софтверског решења у *MS Office* амбијенту израђен је симулациони софтвер.

Улазни елементи за формирање базе података добијени су на основу метода анализе садржаја и дескриптивне методе. Резултати добијени претходном методом су били улаз у даљу анализу, применом статистичких метода базираних на примени софтвера *IBM SPSS v.21*.

У истраживању се пошло од процеса рециклаже у рециклажним центрима. За нормирање и праћење демонтажних центара, као и њихово пројектовање у интегрални модел, примењене се следеће методе, технике и алати квалитета:

- научно посматрање,
- научно испитивање и компаративна метода (кроз анализу временских фактора: садашњост, будућност),
- *FAHP* метода,
- *Delphy* метода,
- *Pareto* анализа.

Поред наведеног коришћене су процедуре примене стандарда *SBS ISO 14040*, *SBS ISO 14042* и *ISO 22681:2002*.

Начин истраживања проблематике овог рада одређен је садржајем и обимом теме, постављеним хипотезама, одређеним индикаторима и другим сазнањима из предмета истраживања.

2.6 Очекивани резултати истраживања и научни допринос

Резултати истраживања имају теоријски и апликативни карактер. Допринос истраживања је интердисциплинарни и мултидисциплинаран, јер повезује теорију из области одрживог развоја, рециклаже, заштите животне средине, технолошког развоја, итд. Због тога се може рећи да се научни допринос истраживања огледа у:

- стварању и верификовању модела одрживе рециклаже *ELV*,
- оцени утицаја елемената процеса рециклаже *ELV* на животну средину,
- оцени утицаја рециклаже *ELV* на ниво и структуру запослености,
- оцени утицаја рециклаже *ELV* као извора енергетске стабилности,
- оцени утицаја рециклаже *ELV* на обновљивост материјала, а тиме повољнији спољно-трговински биланс,

- развој модела *FAHP* вишекритеријумског модела одлучивања о оптималној стратегији одрживог развоја Републике Србије.

Доприноси истраживања су и у домену ширења свести о значају рециклаже *ELV* за одрживи развој, као и презентирање бројних резултата истраживања стручног карактера, од којих се издвајају:

- стање рециклаже *ELV* у Србији у односу на друге земље,
- трендови рециклаже *ELV* и могући сценарији у вези са тим,
- улазни подаци и резултати симулације на сва три нивоа одрживе рециклаже, а посебно на нивоу Републике Србије и сваког појединачног рециклата.

Апликативни допринос истраживања је следећи:

- анализа постојећих услова за реализацију повећања ефикасности рециклаже *ELV* у Републици Србији, њеним узроцима и мотивима;
- дефиниција улоге и значаја фактора који одређују и повећавају допринос повећању ефикасности организација за рециклажу *ELV* у Републици Србији у циљу њиховог побољшања;
- дефинисање суштине и карактеристика фактора који повећавају ефикасност организација за рециклажу у Републици Србији;
- идентификација, дефинисање, вредновање, рангирање, класификација, систематизација и анализа фактора који одређују ефикасност организација за рециклажу *ELV* у Републици Србији,
- основа за развој стратегије развоја одрживе рециклаже *ELV* у Републици Србији.

Друштвена оправданост истраживања је у повећању ефикасности организација за рециклажу у Републици Србији, чиме се остварује и друштвени циљ истраживања – праћење одрживости привреде у целини.

2.7 План истраживања

Истраживање је реализовано у три основне фазе.

Прва фаза истраживања односила се на кораке који су јасно дефинисани методологијом сваког научно-истраживачког рада. Под тим се подразумева, уводно излагање о досадашњим подацима и истраживања на тему појма повећања ефикасности организација за рециклажу. У кратким цртама појашњен је појам, дат кратки историјат примене у пракси и досадашња истраживања. У наставку методологије, дефинисани су проблеми, предмети, циљеви, хипотезе, опис стања истраживања, као и препознавање свих релевантних фактора који нам могу дати прецизније смернице за даље истраживање.

У **другој фази** спроведено је истраживање према методама које подразумевају анкетирање, прикупљане података, посматрање одређених циклуса и мерење, посматрање циклуса и записивање својих запажања, описивање појава, презентација одређених појава кроз моделе и нумеричке параметре (време рада, број рециклираних комада, брзина рада, ниво технологије рециклаже и сл.).

Анализа је тако планирана да може дати што већи број описних и нумеричких података који ће бити после обрађени кроз примену статистичких софтвера.

Последња, **трећа фаза** представља обраду и анализу добијених података и закључна разматрања добијена на основу њих.

Начин истраживања проблематике овог рада одређен је садржајем и обимом теме, циљевима, постављеним хипотезама, као и одређеним индикаторима из предмета истраживања.

3. РЕЦИКЛАЖА МОТОРНИХ ВОЗИЛА НА КРАЈУ ЖИВОТНОГ ЦИКЛУСА

3.1 Појам и дефинисање рециклаже

3.1.1 Дефинисање рециклаже

Према Директиви 2005/64/ЕС [The European Parliament and of the Council, 2015] дефинишу се основни појмови процеса рециклаже:

- део/компонента – било који део или склоп уграђен у возило,
- тип возила – конструктивне карактеристике које опредељују изглед и карактеристике возила,
- возило на крају животног циклуса (*ELV*) – возило које је због губитка перформанси или других разлога је на крају животног циклуса и спремно за одлагање и рециклажу,
- поновно коришћење – могућност коришћења дела/компоненте *ELV* за поновну уградњу у возила,
- рециклажа – процес добијања материјала и делова *ELV*, који је дефинисан стопом рециклаже, према директиви 2005/64/ЕС,
- уклањање опасних материјала из *ELV* – процес: (1) замене батерија (акумулатора) и резервоара за течни нафтни гас, (2) замене или неутрализације могућих експлозивних компоненти, као нпр. ваздушни јастук, (3) замена или посебно прикупљање и складиштење горива, моторног уља, кочионог уља, итд., и (4) замене и прикупљања свих опасних материја.
- демонтажа (растављање) – одстрањивање из *ELV* највреднијих или потребних делова за поновно коришћење или даљу прераду, а посебно: (1) мотора, (2) мењача, (3) точкова, (4) резервних делова (гуме, батерије, осталих делова

Према стандарду *ISO 22628:2002 (E)* дефинишу се:

- маса возила (m_v) као укупна маса испорученог возила увећана за масу уља, средства за хлађење, течности за брисање, горива (најмање 90% капацитета резервоара), резервних делова и алата,
- поновно коришћење (енгл. *re-use*) као било која операција помоћу које делови *ELV*-а се користе за исту намену, како је било на почетку предвиђено,
- рециклажа (енгл. *recycling*) као процес поновне обраде отпадног материјала за почетну (оригиналну) намену, изузимајући обраду као средство за генерисање енергије,
- способност за демонтажу (енгл. *dismantlability*) као способност делова/компоненти да се уклоне са возила,
- као способност поновног коришћења (енгл. *reuseability*) делова/компоненти да се могу преузети из тока *ELV* и поново користити,

- рециклабилност (енгл. *recyclability*) као способност делова/компоненти, материјала или оба да се преузму из тока *ELV* ради рециклаже,
- стопа (рата) рециклаже (енгл. *recyclability rate*) R_{cyc} као проценат масе новог возила које се може рециклирати, поново користити или оба,
- обновљивост (енгл. *recoverability*) као способност делова/компоненти, материјала или оба да се преузму из тока *ELV* ради обнављања,
- стопа (рата) обновљивости (енгл. *recoverability*) R_{cov} као проценат масе (процентуалног удела у маси) новог возила које се може потенцијално обновити, поново користити или оба.

Са аспекта третмана *ELV* у овом стандарду су посебно издвојене фазе:

- пред-третман, са масом m_p ,
- демонтажа, са масом m_d ,
- издвајање метала, са масом m_m ,
- третирање материјала за обнављање енергије, са масом m_{te} .

Стопа рециклабилности се изражава у односу на масу возила m_v :

$$\frac{\text{---}}{\text{---}} \quad (3.1)$$

Стопа обновљивости износи:

$$\frac{\text{---}}{\text{---}} \quad (3.2)$$

Према Фикрети Бахтијаревић - Шибер и Пери Сикавици [Фикрета Бахтијаревић - Шибер и Пере Сикавица, 2001]: „Рециклажа је претварање отпадних производа у корисне материјале са сврхом смањивања загађења, штедње новца и очувања ресурса. Под рециклажом подразумевамо процесирање материјала, амбалаже и производа који би иначе били одбачени, ради њиховог коришћења у производњи истих или неких других производа". Рециклажа је скуп активности којима се обезбеђује поновно коришћење отпадних материјала. Рециклажом се постижу следећи стратешки циљеви:

- штедња сировинских ресурса (сви материјали потичу из природе и има их у ограниченим количинама),
- штедња енергије (нема трошења енергије у примарним процесима, као ни у транспорту који те процесе прати, а добија се додатна енергија сагоревањем материјала који се не рециклирају),
- заштита животне средине (отпадни материјал деградирају животни амбијент, па се рециклажом чува човекова околина),
- отварање нових радних места (процеси у рециклажи материјала подразумевају улагање знања и рада, што ствара потребу за радним местима).

У погледу могућности поновног искоришћења, материјали могу бити:

- рециклабилни (могу се искористити поновним враћањем у процес производње),
- нерциклабилни (не могу се вратити у процес и користе се за добијање енергије - спаљивањем или се на еколошки и безбедан начин складиште),
- опасни - хазардни (материјали који су штетни за човека и његово окружење),
- безопасни (материјали који нису штетни за човека и његово окружење).

По начину враћања материјала у процес поновног коришћења, рециклажа може бити:

- примарна (рециклажа којом се после одговарајуће припреме материјала исти користи за добијање нових производа или се дорадом коришћених производа омогућава њихова поновна употреба),
- секундарна (рециклажа у којој се конвенционално нерциклабилни материјали прерађују коришћењем нових технологија до максимално могућег искоришћења).

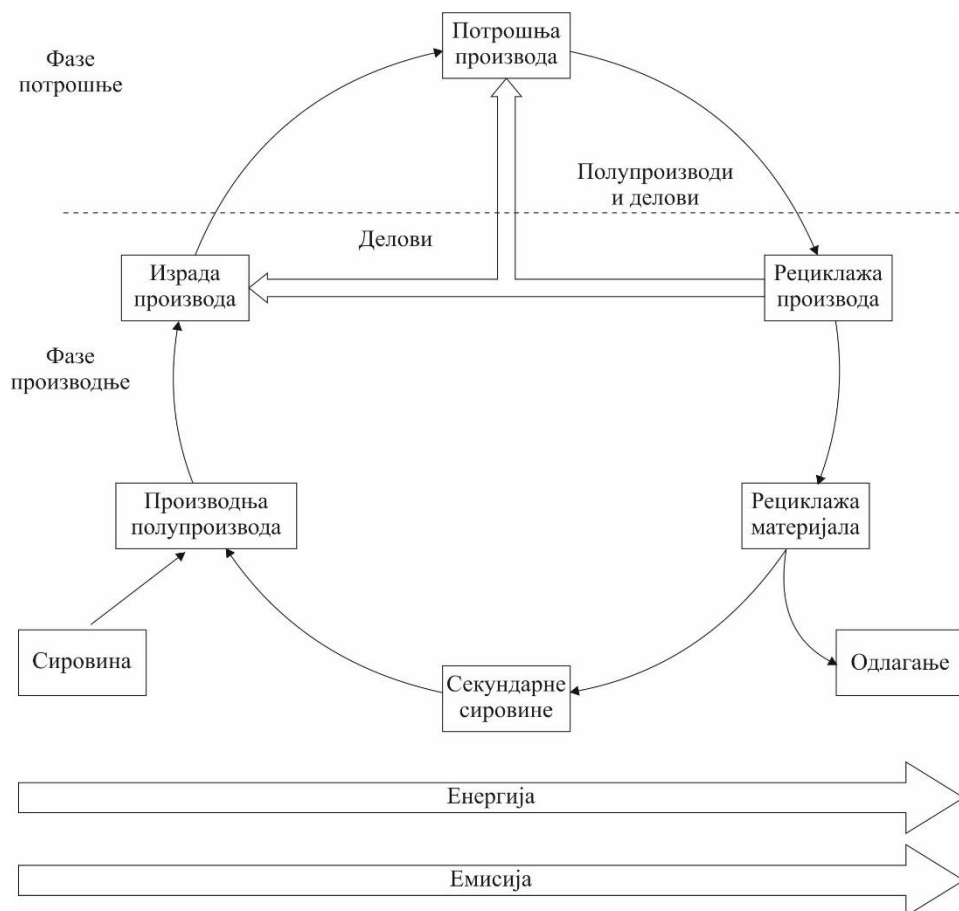
Schmidt и *Leithner* [1995] су дефинисали критеријуме за рециклирање материјала, које су поделили у три групе:

- технички:
 - квалитет рециклата,
 - могућност накнадне обраде,
 - капацитет (могућност) за даљу примену,
 - општећење материјала,
 - могућност раздвајања, и
 - могућност идентификације.
- економски:
 - континуитет количина за третман,
 - цена новог материјала,
 - чистоћа сортирања,
 - степен запрљаности, и
 - потражња на тржишту.
- еколошки:
 - нежељене последице
 - повезивање нежељених последица,
 - утрошак ресурса,
 - утрошак енергије,
 - заузимање простора, итд.

Nickel [1996] је дефинисао кружни ток материје и енергије при изради било ког производа, укључујући и аутомобиле (Слика 3.1). Рециклажом се умањује удео одлагања и потражње сировина, уз смањење утрошка енергије и емисије у животну средину.

Истраживањем у оквиру пројекта „Одрживи развој технологија и опреме за рециклажу моторних возила“ „ТР 35033“, утврђене су количине *ELV* у претходном периоду, које су кориговале период пре и после реализације пројекта. У периоду од 2006. до 2012. године број *ELV*, који се могу рециклирати до одређеног нивоа, порастао је од 41010 у 2006. години до 94930 у 2012. години, са сталним трендом раста чак и у периоду кризе 2009. – 2012. године. То се објашњава већим интересом рециклера за прикупљање и одвајање делова *ELV* за поновну уградњу, посебно у старим увезеним возилима.

У овом тренутку нема поузданих података о броју рециклера *ELV*, јер је један део њих прекинуо рад, а други део је тек формиран, углавном у оквиру других организација.



Слика 3.1 Кружни ток материје и енергије [Nickel, 1996]

На нашем тржишту је другачија структура материјала *ELV* због коришћења старих аутомобила. Због тога је удео пластике, стакла и гуме нешто мањи, а удео гвожђа већи.

3.1.2 Управљање животним циклусом возила

Аутомобилска индустрија је покретач развоја националних привреда и интегратор савремених достигнућа из области технике, технологије и скоро свих других научних дисциплина. Искуства и знања стечена у истраживањима која су везана за процесе развоја, производње и експлоатације на крају животног циклус моторних возила, све се више аплицирају у другим индустријама. Сам процес производње возила користи широк спектар различитих врста материјала, како би

се изашло у сусрет и највишим захтевима све пробирљивијег тржишта. На крају животног циклуса моторних возила материјали се не могу директно рециклирати. При самом пројектовању и конструисању моторних возила треба водити рачуна о енергетској ефикасности и очувању животне средине. Сами производи и њихова употреба треба да обезбеде могућност рециклаже и очувања окружења.

Неопходност подизања квалитета заштите животне средине је један од најзначајнијих проблема и обавеза данашњице, а у циљу опстанка људске цивилизације. Степен загађења животне средине је већ алармантан, тако да је подизање опште еколошке свести неопходно. Заштита животне средине и очување природних ресурса је у основи усмерена неопходним потребама за достизање већег степена безбедности општег здравља људске популације која је неконтролисаним еволуцијом производње, у великој мери утицала, не само на загађење свог животног окружења и угрожење других живих бића, већ је критично угрозила и саму себе. Из тог разлога је управљање технолошким развојем последњих деценија усмерено, поред осталог, на решавање два велика, глобална проблема: заштита околине и очување природних ресурса. Међутим, због садашње светске економске кризе људи немају много слуха и времена за решавање поменутих глобалних проблема јер профит надјачава еколошку свест и бригу о човеку. Зато је потребна помоћ политичких структура за креирање иницијативе за употребу еколошки прихватљивих технологија, процеса производње и процеса услуга. Као резултат тога је настала стратешка обавеза S + 3E (Сировине + Енергија + Екологија + Економија) која је ограничена капацитетима планете Земље. Глобално размишљање, али локално деловање, правило је еколошког понашања за све. Прихватајући чињеницу да не постоји ниједан људски производ којим се не троше ресурси и који не утиче на своју околину, општи модел рециклаже моторних возила, на крају животног циклуса могао би да изгледа овако: Животна средина, Ресурси, Прерада ресурса, Експлоатација, Рециклажа моторних возила, Прописно депоновање рециклираног отпада.

Имајући у виду да је индустрија моторних возила комплексна, њен утицај на окружење можемо представити терцијалним моделом животне средине, односно тројном интеракцијом, где прву интеракцију представља процес производње, другу процес експлоатације моторних возила, а трећу возила којима је истекао век употребе, односно *ELV*.

Усавршавање производње, напредак технологије, и услуга такође је карактеристично и за аутомобилску индустрију, са израженом тенденцијом непрекидног раста, па је све већи њен утицај на окружење. Проучавања и анализе показале су да је од укупне емисије угљеника, удео од преко 20% припада емисији угљеника у производњи и експлоатацији моторних возила, па су светски политички субјекти наметнули аутомобилској индустрији међународни стандард ISO 14000.

У аутомобилској индустрији су све израженије тенденције коришћења алтернативних горива, односно алтернативних енергетских потенцијала, кроз развој такозваних „чистих“ моторних возила, која не загађују околину, односно која не емитују штетне састојке у издувним гасовима, стварају малу буку и не изазивају друге врсте загађења. Данас постоји глобални еколошки покрет који постаје све јачи. Овај покрет пропагира тренд еколошки прихватљивих (*Environmentally friendly*) возила на светском тржишту. Ова врста возила игра веома важну улогу у превенцији глобалног загревања и смањења загађења

изазваним азотовим оксидима и емисијама честица, али и вибрације и буку као посебне видове загађења човекове средине, посебно изражене у урбаним срединама. Мобилност и еколошку сигурност успешно могу да обједине једино возила израђена према законима природе. Код возила се појављују, као крајњи циљ, возило нулте емисије (енгл. *Zero Emission Vehicle – ZEV*), иако је познато да не постоји ниједан људски производ који не утиче на своју околину. Тек недавно је уведена нова циљна емисија за возила: *NZEV – Near ZEV* тј. близу минимума и *EZEV* - еквивалентно минималној емисији.

Аутомобилска индустрија је покретач развоја националних привреда и интегратор савремених достигнућа из области технике и технологије. Искуства и знања стечена у истраживањима везаним за процесе развоја, производње и експлоатације путничких аутомобила све више се аплицирају у другим индустријама. С друге стране, аутомобилска индустрија је значајан потрошач сировинских и енергетских ресурса, а такође и битан учесник у уништавању животне околине. Ради тога је управљање животним циклусом возила значајан аспект у данашњој, а нарочито будућој аутомобилској индустрији.

3.1.3 Стање рециклаже моторних возила

Рециклажа аутомобила у свету постаје све значајнија, како са аспекта материјалног и енергетског биланса, тако и економског. У табели 3.1 дати су подаци о утрошеној енергији и одлагању нуспроизвода у сви фазама једног аутомобила.

Табела 3.1 Биланс енергије и отпада једног аутомобила [Smidth & Leithner, 1995]

Фаза	Енергије (GJ)	Отпад (нус-производа)
Добијање сировина	105.5	1.600 kg јаловине 23.400 kg ископане земље
Транспорт сировина	23.4	13 kg нафте
Производња аутомобила	61.5	1.500 kg отпада
Коришћење аутомобила	477.7	100 kg за одржавање 110 гуме
Рециклажа	4.1	200 kg отпад од шредера 25 kg течности за погон
Укупно	672.2	26.984

Из ове табеле се може сагледати колико је енергије утрошено за производњу једног аутомобила еквивалентне масе од 1000 kg. То важи и за количину отпада, која је за око 27 пута већа од масе аутомобила. Циљ рециклаже је да се овај износ задржи и да се даље не загађује животна средина.

Према ауторима Јовану Миливојевићу, Соњи Грубор и Алаксандри Кокић Арсић [Milivojević et al., 2008.] рециклажа моторних возила у Србији има следеће карактеристике:

- одсуство адекватне државне регулативе у области рециклаже моторних возила на крају животног циклуса,
- одсуство системског приступа проблему рециклаже моторних возила на крају животног циклуса,

- процес развоја моторних возила, и у овако ослабљеној аутомобилској индустрији Србије, не узима у обзир принципе одрживог развоја (зелени материјали, рециклабилност моторног возила, алтернативна горива итд.),
- одсуство редукације отпада у процесу производње моторних возила,
- ниска енергетска ефикасност у производњи моторних возила,
- одсуство управљања отпадом у процесу експлоатације и одржавања моторних возила,
- одсуство информационог система токова моторних возила, а посебно у сегменту рециклаже моторних возила на крају животног циклуса,
- нерационална и прекомерна експлоатација природних ресурса (материјали, енергија, вода),
- максимално и прекомерно оптерећење животне средине искоришћеним моторним возилима и хазардним материјама (дивље депоније, расипање разних течности на тло и у водотокове),
- коришћење горива која садрже велике количине олова и сумпора,
- сагоревање аутомобилских гума, боје и уља уз велико загађивање атмосфере, воде и тла.

У свету постоји више приступа рециклажи моторних возила на крају животног циклуса који су различити по филозофији и процесима (од интегралног приступа до комбинације више различитих метода). У Србији стање рециклаже моторних возила се одвија кроз:

- хаотичну и најчешће демонтажу делова и склопова разних интересних група које се баве сакупљањем и продајом и продајом углавном метала, али и резервних делова и то без претходног освежења (репарације),
- од стране организованих центара за рециклажу металних сировина, такође, без решеног статуса отуђеног моторног возила.

У оба случаја сви неметални делови и склопови се одстрањују са моторног возила и без икаквог реда остављају на тлу (дивље депоније, зелене површине). Још је алармантнија ситуација са флуидима који се директно изливају на земљиште и у водотокове.

У Јапану [Togawa K., 2008] у 2006. години је било новорегистрованих 5 милиона моторних возила, а укупно у промету око 76 милиона. Де-регистровано је око 5 милиона, извезено 1.5 милиона, а за рециклажу око 3.5 милиона моторних возила. Од тога је било растављено око 3.167.000 возила, а на шредингу је третирано око 4.823.000 возила. При томе је коефицијент рециклабилности комплетних возила био око 12%, а *ASR* остатка око 70%. Промоцијом националне стратегије рециклаже 3R (*Recycling, Re-use, Reduce*) у Јапану је успостављен укупни коефицијент рециклабилности *ELV* од 95% и *ASR*-а од 70%, што је био изазов и за остале земље. Највећи проблем је био непознавање статуса дерегистрованих возила. Она се у највећем броју (око 64%) продају другима, а мање извозе (18%), а даље њихов статус је непознат у око 14% случајева.

У *USA*, према *Standinger & Keoleian G* [2001], у последњој деценији XX века у просеку је било око 123 милиона возила, а око 11 милиона је дерегистровано, што је око 11%. Стопа дерегистровања возила је зависила од општих економских

услова, стопе несрећа, старости возила. У истом периоду стопа (коефицијент) рециклабилности је износило око 95%. У истом периоду дошло је до повећања животног века аутомобила са око 11 година на 14 година, а удео метала у возилу се снизио са 70% на 68%, осталих метала повећао са 8% на 9%, а неметала повећао са око 22% на 23%.

Од укупно око 13.5 милиона *ELV* у процесу рециклаже издвојено је по возилу:

- гвожђа и челика: 989 kg
- осталих метала: 122 kg
- ASR: 206 kg
- флуида: 83 kg
- општећених гума: 36 kg

То је укупно чинило 1420 kg. За ову анализу преузети су нешто старији подаци, јер Србија још увек није достигла садашњи ниво рециклаже развијених земаља.

У процесу рециклаже, после прикупљања, најважнији је процес раздвајања (демонтаже). То се у USA одвија у центрима који у 86% случајева запошљавају мање од 10 запослених. Укупан број ових центара је око 6000 центара за демонтажу, што по једном центру износи око 2250 возила, или око 10-20 возила на дан. *ELV* просечно остају у центру око 2÷5 година, а затим се одвозе до шредера.

У исто време, у USA је били око 200 шредера, па је њихово искоришћење капацитета било око 67.500 возила или око 337 возила дневно. Ако се узме у обзир трајање циклуса обраде на шредеру од око 1 минут, то значи да је време обраде на шредеру у току дана било око 337 минута или једна смена, што је било незадовољавајуће.

Сепарација материјала после обраде на шредеру је указала да су металне компоненте углавном враћене у нови процес продукције метала, остале у много мањој мери, а посебно мешани материјал који се углавном одлагао у депонијама. Од укупног садржаја ASR-а, пластика је чинила 48%, гума 13%,9% и остали материјали око 20%.

3.2 Процес рециклаже моторних возила у Србији

Тржиште *ELV*-а у Србији је у потпуности неразвијено. Оно што се сада догађа је искоришћавање метала, а ту се пре свега мисли на гвожђе и челик, а у новије време и обојених метала (алуминијум бакар, олово, цинк). У просеку ови материјали износе више од 75% масе возила. Осталих 25% се, углавном, сматра бескорисним отпадом. Како се метални материјали (пластика, гума стакло, композити) захтевају знатно сложеније технологије за рециклажу, они се најчешће спаљују или одлажу на депоније. У спалионицама и осталим постројењима спаљују се углавном пнеуматици, гума, пластика, уља и заостало гориво. На основу овога би се могао извући закључак да не постоји неко организовано тржиште за сакупљање и рециклажу металног отпада, а никако отпадних моторних возила. Интензивно сакупљање и прерада отпадног гвожђа и челика почело је екстензивно да се обавља пре неколико година доласком фирме *Scholt* и *US Steel*, а на тај начин и коришћење гвоздених предмета из моторних возила на крају животног циклуса. Поступак рециклаже моторних возила на крају животног циклуса *ELV* какав се остварује у свету, у Србији има сасвим други

карактер и своди се на неовлашћено извлачење гвозденог материјала и бацање свега осталог у окружење. Ово истраживање има за циљ да се укаже на потенцијално тржиште *ELV*-а и да његово реорганизовање буде успешније у будућности. Ово тржиште треба да уважава законодавство о управљању отпадним моторним возилима других земаља, првенствено Европске уније и добру светску праксу у рециклажи моторних возила. Званично не постоје поуздани подаци о броју возила која се повлаче током календарске године из експлоатације, јер о тим возилима у Србији не постоје никакви подаци и евиденција о укупном броју експлоатисаних моторних возила. Могу се, у ствари, добавити релативно поуздани подаци и претпоставке о броју моторних возила која су повучена из употребе, а на основу броја новорегистрованих моторних возила у току једне године и на основу изведеног броја нерегистрованих моторних возила.

Уредбом Владе Републике Србије о рециклажи отпадних моторних возила (март 2009.) започиње се са развојем индустрије рециклаже моторних возила па крају животног циклуса. Према Грубор Соњи, Миливојевићу Јовану и Кокић Арсић Александри [*Grubor et al.*, 2009] по том иницијалном предлогу у посао се укључује:

- десет оператера за рециклажу отпадних моторних возила (засад ниједан од њих нема основне услове за обављање овог посла нити одговарајуће сертификате),
- један шредер центар (Центар за рециклажу Београд),
- три предузећа за рециклажу акумулатора,
- три предузећа за електронски и електрични отпад (сакупљање и извоз),
- седам предузећа за катализаторе издувних система (сакупљање за извоз),
- три предузећа за рециклажу отпадног уља,
- шест предузећа за рециклажу отпадних гума,
- педесет пет предузећа за сакупљање и рециклажу метала.

Према овим ауторима истраживања, много тога је недореченог и неисказаног, пре свега у погледу успостављања инфраструктуре и начина изградње индустрије рециклаже моторних возила на крају животног циклуса, али ће се, према њима, у будућности то догодити и усавршити. Активности на научном и експертском нивоу за моделирање и даљи развој ове индустрије тек предстоје. Дугорочна економска криза, не иде на руку брзом развоју рециклаже моторних возила, јер се драстично смањују инпути (број *ELV*) и сценарио количина отпадних моторних возила. У свету се све више ради на развоју економичних технологија за рециклажу, посебно пластичних материјала и композита.

Аутомобил је високе сложености, за чију се производњу користи више стотина различитих технологија и у који се уграђује до 10. 000 делова. Делови аутомобила се производе од различитих материјала. У укупној маси актуелног путничког аутомобила доминантна је заступљеност ливеног гвожђа и челика, али је и учешће других материјала респектабилно, поготову када се узме у обзир њихова вредност. Учешће појединих врста материјала у укупној маси просечног путничког аутомобила је процентуално: метали на бази гвожђа 68%, стакло 3%, гума 5%, пластика 9%, остали материјали 15%. Моторна возила су техничко-технолошка достигнућа која су омогућила интензиван транспорт људи и робе, па је захваљујући тој мобилности дошло до убрзаног развоја, људске цивилизације. Међутим, као неоспорно цивилизацијско достигнуће и добро, моторна возила су и

један од највећих загађивача планете, почев од процеса производње па све до њиховог краја животног циклуса. Огромне количине/ аутомобилског отпада данас представља велики проблем у свим земљама света. Са тим проблемом се суочава и Република Србија. Процена је да је у Републици Србији тренутно у експлоатацији око 1,6 до 1,7 година милиона моторних возила чија је просечна старост око 17 година. Србија ће се веома брзо суочити са проблемима узрокованим количином од приближно 1,6 милиона тона отпадних материјала различитих врста, међу којима има и опасних супстанци. Генерисање аутомобилског отпада се одвија сукцесивно као генерисањем отпада у току експлоатационог одржавања аутомобила. У сваком случају, реч је о изузетно великим количинама отпада чије би коришћење на оптималан начин требало што више користити.

Моторна возила садрже велики број токсичних материјала, али доминантни су тешки метали попут кадмијума, живе, олова, шестовалентног хрома и флуида, као што су моторно и мењачко уље, кочионо уље, расхладна течност, сумпорна киселина, остаци горива, флуиди за климатизацију итд. Поред истрошених моторних возила, у експлоатацији се генерише велика количина токсичног отпада, пре (свега истрошених радних течности, али и велике количине гума, зауљених прирубница, каталитичких лонаца и др.

У Србији не постоји велик број системских регулатива, које би стварале услове за развој интегрисаних модела моторних возила на крају животног циклуса. То је резултирало слабим развојем рециклаже као индустријске гране. Светска искуства нам говоре да је рециклажа моторних возила једна од активнијих индустрија у развијеним земљама. Да би се обезбедила ефикасна рециклажа моторних возила, потребно је створити, како одговарајући правни оквир, тако и основне инфраструктурне претпоставке што би несумњиво допринело њеном развоју кроз привлачне инвестиције и успостављање технолошких ресурса у складу са постојећим прописима. Такође, увођењем системских решења у област рециклаже моторних возила доприноси се обнови возног парка и тиме смањују емисија штетних материја, повећању безбедности у саобраћају и штедни енергетских и сировинских ресурса. Тренутно стање бу Србији се може окарактерисати као неорганизованост у области рециклаже са изузетком сакупљања метала и њихове полазне рециклаже (селекција, сечење и дробљење). Нажалост, све опасне материје, пластични делови, гума и други неметални делови се не третирају, па се они налазе остављени на отпадима или на зеленим површинама. Можемо с правом поставити питање: да ли уопште постоји систем управљања рециклажом моторних возила на крају животног циклуса применити у Србији.

3.3 Законска регулатива у Србији

Полазећи од Законом дате дефиниције да се под отпадом подразумевају материјали који настају у процесу производње, услужне или друге делатности, предмети искључени из употребе, као и отпадне материје које настају у потрошњи, а могу се непосредно или уз одговарајућу дораду и прераду употребљавати као сировине у процесу производње или као полупроизводи, може се констатовати да се искоришћена моторна возила могу третирати као специфична врста отпада.

Како је моторно возило веома сложен производ, управљање његовом рециклажом захтева додатну правну регулативу. Закон за управљање отпадом подразумева

материјале који настају у обављању производних и других делатности, производи искључени из употребе, као и отпадне материје које настају у потрошњи. Посматрано са тог аспекта искоришћена моторна возила се могу третирати као отпад. У складу са тим, законска кључна регулатива у Србији за рециклажу моторних возила на крају животног циклуса би била према ауторима Миливојевићу Јовану, Грубор Соњи и Кокић Арсић Алаксандри [*Milivojević et al.*, 2008]:

- закон о заштити животне средине,
- закон о поступању са отпадним материјама,
- правилник о поступању са отпацама који имају својство опасне материје,
- правилник о критеријумима за одређивање локације и уређење депонија отпадних материја,
- правилник о условима и начину разврставања, паковања и чувања секундарних сировина.

Наведена регулатива нити је потпуна, нити је довољна да обавезе и организује све учеснике у производњи, експлоатацији и руковању моторним возилима до краја њиховог животног циклуса.

Према ауторима Крстић Дејану, Марјановић Зорану и Брзаковић Радомиру [*Krstić et al.*, 2007], увидом у законску регулативу, а пре свега сагледавањем актуелне опште ситуације у области рециклаже ЕБУ у земљи, може се констатовати следеће:

- са искоришћеним моторним возилима углавном се не поступа на начин којим се обезбеђује заштита животне средине,
- систем за рециклажу ЕБУ није успостављен, односно не постоји глобално организовано управљање овом врстом отпада,
- постоје ауто-отпади где купци уз одговарајућу новчану накнаду најчешће сами „скидају“ са моторних возила оно што им је потребно. Када остане само шкољка, обично се запали да би изгорела боја и други антикорозиони и антивибрациони материјали, а што није законски дозвољено,
- припрема материјала за рециклажу ради се у мањем броју предузећа и то углавном метала,
- репарација делова (углавном споне, осцилујућа рамена, папуче кочница, полуге за стабилизацију - односно сви делови од посебног значаја за безбедност моторних возила). Овде не постоји никаква контрола квалитета производа и најчешће са неадекватним материјалима и технологијама,
- традиција постоји углавном код рециклаже челика и то првенствено отпада насталог у процесу производње.

Законска регулатива Европске уније има кључни документ који регулише проблематику моторних возила на крају животног циклуса то је *End-of-Life Vehicles Directive 2000/53/EC*. Ова директива произашла из Директиве о отпаду *75/442/EEC* из 1975. и Директиве о опасном отпаду *91/689/EEC* из 1991. године.

Њен основни циљ је, првенствено доношење мера за превенцију стварања отпада који потиче од моторних возила. Императив је побољшање утицаја на животну

средину свих чинилаца укључених у животни циклус моторних возила, а посебно оних који учествују у проблематици моторних возила на крају животног циклуса. Наравно да је неопходно да законодавство Републике Србије хармонизује сопствена законска решења са законским решењима ЕУ, а у циљу системског решења за управљање моторним возилима на крају животног циклуса, односно отпадом који они генеришу.

3.4 Директиве, стратегије и прописи Европске уније

Крајем осамдесетих и почетком деведесетих година Европска комисија увела је Приоритетни програм за шест токова отпада, од којих је један и *ELV*. Од 1995. па до 2000. године трајала је дискусија у парламенту Европске уније о Директиви, са циљем да се утврде реални циљеви финансирања. У договору између Европског парламента и Савета министара о крајњем предлогу Директиве, надлежна комисија је разматрала бројне могућности и лимите у домену техника и технологија, инфраструктуре, економичности и правних норматива. Коначно, 18.09.2000. године усвојена је Директива 2000/53/ЕС и објављена у Службеном листу 21.10.2000. године. Националне владе су обавезане да са имплементацијом Директиве започну најкасније 21. 4. 2002. године. Овако дуго трајање припреме Директиве може се објаснити комплексношћу проблематике, али и великим инвестицијама за њену примену. Током дискусије, процењено је да ће имплементација ове Директиве [Hoek, 2001] захтевати улагања од стране учесника у њеном спровођењу око десет и по милијарди евра, без обзира што су земље чланице већином већ имале своје специфичне прописе који су били у примени, а које је требало изменити, односно донети нове.

Неки од најзначајнијих захтева Директиве 2000/53/ЕС су:

- најкасније до 01. 01.2006. године за сва *ELV*, поновно искоришћење и повраћај (укључујући и повраћај енергије кроз спаљивање отпада) износи 85% просечне тежине по возилу и години. За возила произведена до 01.01.1980. године границе су: 75% за поновно искоришћење и повраћај и 70% за поновно коришћење и рециклажу,
- најкасније до 01.01. 2015. године за сва *ELV*, поновно искоришћење и повраћај (укључујући и повраћај енергије кроз спаљивање отпада) износиће 95% просечне тежине по возилу у години. У истом термину, доња граница за поновно коришћење и рециклажу је 85%,
- од 2005. године производе се возила која у себи садрже материјале и делове који се могу поново користити или рециклирати у износу од најмање 85%, односно од 2015. године ће се производити возила која ће у себи садржати материјале и делове који ће се моћи поново искористити или повратити на ново коришћење, минимум 95%.

Суштина политике ЕУ у поступању са *ELV* подразумева ефективан и економичан систем за рециклажу. Директива налаже мере које су усмерене ка спречавању отпада из *ELV* и поновном коришћењу, рециклажи и другим облицима обнове, у циљу смањења одлагања отпада и побољшања животне средине кроз рад свих учесника укључених у животни циклус возила, а нарочито оних који су укључени у третман *ELV* која припадају категоријама до максимално 3,5t. Државе чланице

обезбеђују да економски оператери (правна лица) преузму *ELV* без трошкова последњег власника и овлашћене фирме за третман *ELV*. Неопходна је презентација сертификата о уништењу возила као услов за његову deregистрацију. Прописани су техничко-технолошки и други услови које сви учесници у третману *ELV* морају испунити, што се верификује од стране надлежне државне инспекције, а дефинисано је извештавање и мониторинг. Произвођачи возила, компоненти и материјала су обавезни да врше означавање према важећим стандардима. Такође, предузећима која се баве сакупљањем и обрадом *ELV* морају пружити сва потребна упутства и податке који ће олакшати рециклажу. Произвођачи морају кроз концепт и дизајн возила водити рачуна о могућности поновног коришћења, рециклаже и враћања енергије кроз спаљивање некорисног отпада и о томе извештавати. Превентива је основни циљ и темељ рециклаже моторних возила. Одговарајућим дизајном аутомобила (конструктивна решења, избор материјала), као и пројектовањем адекватних технолошких процеса стварају се услови за дужи животни век возила, као и за минимизирање трајног отпада у фази коришћења и по истеку животног века моторног возила. Редукција је следећи циљ по важности. Он се такође, обезбеђује у фази развоја аутомобила и технологија, али и у току процеса у фази производње и коришћења, кроз смањење количина материјала, нарочито ризичних. Реексплоатација, као наредни циљ, значи враћање делова *ELV* у фазу експлоатације, у свом затеченом стању или након репарације, односно производних процеса којима се омогућава да се део користи за исту намену. Рециклажа је припрема материјала и њихово враћање у циклус производње. Тако припремљени материјал користи се за производњу нових делова или за израду неких других производа. Енергија је последњи употребљиви слој, који се односи на експлоатацију топлоте ослобођене сагоревањем материјала који се не могу вратити на поновно коришћење у облику делова и не могу се употребити за нову производњу, а при томе су погодни за добијање топлотне енергије. Отпад је једини део који не може да се експлоатише и као такав не припада моделу у управљању рециклажом моторним возилима на крају животног циклуса, већ представља нециљани и нежељени продукт на крају *ELV* ланца, тј. некорисни отпад. Због тога количине материјала које ни на један од наведених начина није могуће користити. Складиштења морају бити извршена сагласно прописима. Према Директиви 2005/04/ЕС предвиђено је поновно коришћење или рециклабилност најмање 85% масе, а укупно обнављање 95% масе *ELV*.

3.5 Интегрисани модел моторних возила на крају животног циклуса

Полазна тачка за моделирање је анализа стања рециклаже моторних возила на крају животног циклуса у Републици Србији, као и приказ модела интегралне и одрживе рециклаже истих који би био трајно решење на принципима одрживог развоја. Предложени модел обухвата целокупни животни циклус моторног возила од његовог развоја, производње, експлоатације па све до његовог краја. Основни принцип примењен у дисертацији је минимизација отпада у свим животним фазама моторног возила. У периоду истраживања и развоја основни захтеви су уградња „зелених“ материјала који су потпуно рециклирани, а њихова монтажа је лака, примена алтернативних погона. У периоду производње максимална је редукција отпада, а у периоду експлоатације одржива рециклажа отпада и на крају животног циклуса репарација и поновно коришћење делова, склопова и

агрегата. Поента је у максимизирању рециклаже материјала и минимизацији коначног отпада. Поред наведеног је и повратак дела енергије, као и максимална енергетска ефикасност. Интегрисаност рециклаже се огледа у развоју комплетне инфраструктуре у Републици Србији за целовиту и комплексну рециклажу моторних возила на крају животног циклуса.

Интегрисана и одржива рециклажа моторних возила подразумева примену принципа одрживог развоја на целокупном животном циклусу моторног возила, од развоја и производње, па до краја његовог животног циклуса, односно рециклаже. Принципијелно, овакав модел даје решења која минимизирају отпад кроз читав животни циклус моторног возила, омогућавају поновну употребу, делова који су били у експлоатацији, укључујући мотор и мењач и максималну, а у коначном сагледавању и потпуну, рециклажу материјала моторног возила, посебно флуида, гума и пластике.

На основу природе процеса, аутомобилски циклус чине четири основне фазе: Истраживања и развој (1); Производња (2); Коришћење (3); Рециклажа *ELV*-а (4). Фаза 1 обухвата све истраживачке и развојне процесе у различитим областима: тржиште, производ, технологије, пословна стратегија и итд. Излазни резултати ове фазе су: тржишна позиција и комерцијална политика, техничка документација неопходна за производњу, упутства за управљање производним и пословним процесима, економски параметри (статички и динамички).

Фаза развоја представља подршку знања у читавом циклусу. Фаза производње укључује широки спектар производних процеса, почев од производње делова и склопова, до израде комплетног аутомобила. Фаза коришћења аутомобила интегрише све претпродајне и постпродајне процесе, односно: пропагандне активности, продају, сервисирање (експлоатационо одржавање у гарантном и вангарантном року), комуникација са купцима и друго. По истеку животног века моторног возила, почиње фаза рециклаже искоришћених возила, која укључује све процесе поступања са *ELV*, као што су: преузимање од последњег власника, издавање сертификата за де-регистрацију, расклапање, припрему материјала за поновну употребу кроз различите врсте технолошког третмана, испорука делова за поновну уградњу, испорука материјала за производњу нових производа и енергије и отпрему до складишта некорисног отпада. Материјал који се не може искористити враћањем у циклус, мора бити трајно ускладиштен сагласно прописима, на одговарајућој депонији.

Основни модел моторних возила на крају животног циклуса, чине субјекти и учесници који су повезани кружним материјалним и нематеријалним токовима. Модел је динамичког карактера, а утицаји који се преносе токовима су интерактивни. Токови новца указују да су односи између субјеката засновани на тржишним принципима, изузев у фази рециклаже и складишта некорисног отпада, где државне институције имају улогу регулатора (кроз финансијски менаџмент), а што и јесте задатак ових субјеката. Токови информација, омогућавају контролу кључних показатеља и управљање системом, тако да се обезбеди максимално искоришћење и уштеда материјала, односно повраћај енергије. Имплементацијом *ELV* врши се оптимизација целокупног циклуса.

Да би се постигла максимална ефикасност овог модела у Републици Србији према ауторима Јовану Миливојевићу, Соњи Грубор и Александри Кокић Арсић [*Milivojević et al.*, 2008] неопходно је утврдити:

- структуру материјала уграђених у моторним возилима домаћих и иностраних произвођача,
- стање отпада у производном циклусу моторних возила,
- ниво рециклабилности моторних возила која су на крају животног циклуса у овом моменту,
- структуру уграђених материјала на доминантним увозним моторним возилима и ниво њихове рециклабилности,
- начин примене концепта: *Reduce, Reuse, Recycle* – 3R, за примену код произвођача моторних возила, који обезбеђују њихову одрживу рециклажу, а до 2025. и 100% рециклажу уграђених материјала.
- предлог мера за увоз моторних возила који се заснива на директивама и законодавству ЕУ, а који треба да обавезе стране произвођаче да обезбеде ефикасну рециклажу својих возила и решавање коначног аутомобилског отпада - повраћај произвођачима делова и компонената,
- неопходну инфраструктуру у Републици Србији за ефикасну и одрживу рециклажу моторних возила на крају животног циклуса.
- развој мреже центара за сакупљање и растављање моторних возила и мрежу центра за рециклажу. Поред овог наведеног, треба утврдити и елементе неопходне за развој и пројектовање возила и избор материјала који се уграђују и који треба да, у ближој будућности, обезбеде 100% рециклажу моторног возила.

Посебан акценат у интегрисаном моделу моторних возила се даје на развој моторних возила и то са више аспеката. Први аспект је развој и уградња “зелених” материјала који су компатибилни са животном средином. Други аспект је примена еколошких горива и то из обновљивих извора, јер се тако решава проблем утицаја моторних возила на глобалну промену климе на Земљи. Трећи аспект је потпуна рециклираност свих материјала који се уграђују, чиме се, у самом почетку, елиминише трајни отпад. Четврти аспект је остварење максималне енергетске ефикасности, како у производњи, тако и у експлоатацији и рециклажи моторног возила. Пети аспект је подизање нивоа свести свих актера (произвођача, купаца, корисника, државе) о принципима и значају одрживог развоја и улози моторних возила у њему.

Применом модела интегрисане и одрживе рециклаже моторних возила на крају животног циклуса могу се очекивати вишеструки позитивни ефекти. То су, пре свега, техно-економски ефекти, еколошки ефекти и ефекат развоја нове индустрије (рециклаже моторних возила).

Техно-економски ефекти интегрисаног и одрживог система рециклаже моторних возила на крају животног циклуса у Србији огледа се кроз:

- економску исплативост рециклаже моторних возила на крају животног циклуса,
- повећање нивоа енергетске ефикасности,
- развој индустрије рециклаже моторних возила на крају животног циклуса,
- поновну уградњу, рециклираних материјала у нова возила,
- коришћење репарираних делова, склопова и агрегата,

- одрживо коришћење преродних ресурса (руда, енергије),
- директне стране инвестиције,
- здравију животну средину,
- обезбеђење квалитетног развоја домаће ауто- индустрије и извоза,
- развој друштвено одрживих аутомобила (нови рециклирани материјали, минимизирање отпада, минималан утицај моторних возила на животну средину),
- развој и примена нових еколошких технологија.

Еколошки ефекти се манифестују кроз смањење директних и индиректних утицаја моторних возила на крају животног циклуса на животну средину у Србији. Ако се има у виду велики утицај искоришћених моторних возила на животну средину, као што је велики број дивљих депонија, расипање флуида на тло и у водотокове, тешки метали, пластика и гума и др., онда се применом предложеног модела очекују следећи еколошки ефекти:

- елиминисање депонија и остављања и бацања моторних возила било где и на било ком месту,
- правилно руковање са флуидима и њихова потпуна рециклажа,
- потпуна рециклажа свих металних материјала (гвожђе-челик, обојени метали),
- максимално могућа рециклажа осталих материјала (пластика, гума, стакло и др.),
- збрињавање трајног отпада на за то предвиђене депоније,
- унапређење квалитета животне средине у Србији уклањањем моторних возила на крају животног циклуса из природне средине,
- одрживо коришћење природних ресурса због поновне употребе већ коришћених материјала,
- индиректан утицај на унапређење квалитета животне средине због рециклаже материјала на вишем степену прераде (за разлику добијања истог из природних извора, смањења потрошње енергије, воде и сл.).

Ефекти запошљавања применом овог модела под називом интегрисане одрживе рециклаже моторних возила на крају животног циклуса у Србији огледају се кроз:

- развој нове индустрије, односно бизниса, за рециклажу моторних возила на крају животног циклуса,
- креирање нових радних места у области рециклаже моторних возила.

У свакој држави, па тако и у Републици Србији, искоришћена моторна возила представљају велики проблем на животну средину, како по обиму отпада тако и по бројним опасним материјалима од којих су изграђена. То је био основни разлог да развијене земље донесу и примене адекватна законска акта којима се покреће организована рециклажа моторних возила на крају животног циклуса. С друге стране, развијају се модели управљања отпадом насталим од моторних возила у току целокупног животног циклуса, а који су засновани на принципима одрживог развоја. На тај начин се минимизира отпад, а максимизирају рециклажа материјала и поновна употреба делова, склопова и агрегата. Република Србија се,

такође, суочава са проблемом искоришћених моторних возила. За сада њихова рециклажа се одвија спорадично и неорганизовано и веома инцидентно по животну средину. Начин да се овако стање превазиђе је доношење адекватних законских решења и примена модела интегрисане и одрживе рециклаже моторних возила на крају животног циклуса.

У Србији не постоји посебна законска регулатива која се односи на искоришћене аутомобиле, а систем за рециклажу *ELV* није успостављен, већ постојећа законска регулатива се не поштује нити се врши контрола њеног спровођења. Рециклажом *ELV* се бави мали број организација и то првенствено метала, а количине некорисног отпада прелазе 30% од укупне масе третираног возила. Улога сабирних центара преузели су ауто-отпади, који у већини случајева немају адекватне услове за складиштење и демонтажу. Поправка коришћених делова ради поновне употребе врши се неадекватним технологијама и уз коришћење материјала који не обезбеђује квалитет и поузданост. Са друге стране, просечна старост возног парка прелази 17 година, што указује на угроженост безбедности у саобраћају, као и на већ присутну, а нарочито предстојећу угроженост животне средине.

3.6 Систем моторних возила на крају животног циклуса

Проблем моторних возила на крају животног циклуса обухвата веома широк спектар индустрија, токова материјала и токова загађивача, уз покретање комплексног система техничких и економских односа. Последњи власници возила (тј. потрошачи) су стартна тачка ланца моторних возила на крају животног циклуса. Када донесе одлуку да се ослободи старог возила (зато што је уништено у удесу, зато што је дотрајало, или неки други разлог) последњи власник предаје моторно возило фирми за сакупљање или фирми за демонтажу или може сакупљач, односно демонтажер, да возило преузме од дилера. У више земаља, након deregистрације возило се доставља дилеру/ сакупљачу/ демонтажеру. Последњи власник може, такође, да донесе одлуку да се „отараси“ возила тако што ће га бацити у окружење (било где) и тако направити проблем загађења на веома пријатним и лепим местима (река, језеро, ливада, шума и сл.). Наравно настаје и економски проблем неостваривања замене сировина са металом/ материјалима из индустрије за рециклажу. Логика одбацивања моторног возила на крају животног циклуса се генерално урачунава у негативну цену (тј. нето трошкове), јер овако одстрањена возила снижавају вредност материјала који се рециклирају и делова који се репарирају уз високе трошкове демонтаже. Овај вид понашања власника моторних возила у Србији је доминантан, односно масован.

Активности сакупљања/демонтаже могу бити интегрисани, а могу бити и посебни бизниси, при чему се операције растављања моторног возила састоје од скидања очуваних делова, одстрањивања оперативних флуида, компоненте које се демонтирају у складу са законом, делови компоненте који ће се репарирати за даљу употребу. Резултат је остатак (огољена шкољка/ шасија са одређеним компонентама) који се предаје на мрвљење (шрединг). Процена корисних и некорисних делова и компоненти код демонтаже је кључни излаз проблема

моторних возила (МВ) на крају животног циклуса. До скоро, степен демонтаже корисних делова и компоненти је био ограничен нејасном регулативом која су дозвољавала мала загађења тла (посебно за флуиде и заостала горива). При том, веза између рециклаже и индустрије материјала је ограничена због количине и броја компонената за демонтажу, па се углавном преостали и општењени делови мрве.

Процент законске провизије у појединим земљама и ЕУ омогућава специфичне операције и техничку припремљеност за потпуну демонтажу, чиме се стимулише развој организације за демонтажу више компонената који ће се репарирати или рециклирати.

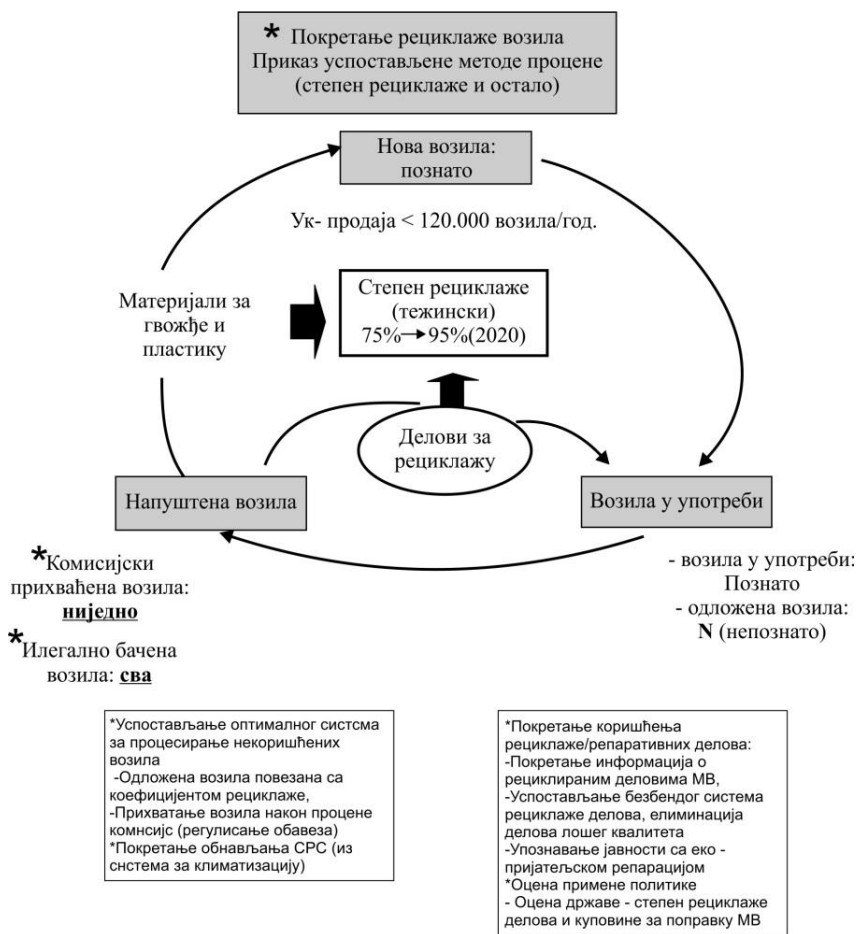
На слици 3.2 дат је графички приказ тренутне рециклаже моторних возила на крају животног циклуса у Србији. У Србији се не зна укупан број одложених/ одбачених МВ нити број одбачених МВ по години, па је веома тешко добро проценити количину истрошених МВ за рециклирање. Знамо да се сакупљањем и рециклажом отпада, па и отпадних МВ, бави одређени број предузећа и појединаца, али они нити прате број рециклираних МВ нити то раде по прописаним технологијама. Такође, зна се да се велики број половних делова и склопова скинутих са одбачених МВ поново уграђује на возила у експлоатацији, али без икакве провере и одговарајућег технолошког поступка репарације.

При том, у Србији је најчешће долазило до илегалног одлагања одбаченог МВ (било где у окружење) и илегалног коришћења истрошеног МВ.

Важан проблем који произилази из нивоа сакупљања/ демонтаже (али, такође, и нивоа одлучивања последњег власника у вези *ELV*) је извоз deregистрованих *ELV* у друге земље, када се возило користи као возило из друге руке („секундарно тржиште“ за *ELV*). Понекад, различити трошкови демонтаже, на пример, између Немачке и источно-европских земаља, могу, такође, покренути извоз истрошених моторних возила за демонтажу. Оба вида извоза истрошених *ELV* на страну „секундарно тржиште“ због демонтаже са ниским трошковима имплицитно условљавају извоз полутаната, али и важних, вредних материјала.

3.7 Материјални биланс у моторним возилима на крају животног циклуса

Да би се истражио садржај различитих материјала у моторним возилима неопходно је утврдити структуру модела по годинама производње возног парка у Србији. Наравно да се ово додатно усложњава анализом материјала на камионима, аутобусима и тракторима.



Слика 3.2 Рециклажа моторних возила у Србији [МУП Србије, 2009]

Анализа парка путничких аутомобила у периоду од последњих 30-40 година указује на учешће од око 50% аутомобила домаће производње. Приказ аутомобила домаће производње дат је у Табели 3.2.

Табела 3.2 Путнички аутомобили домаће производње

Модел	Године производње	Произведено
Z 750	1954.- 1985.	923.487
Z 1300/1500	1961.- 1979.	202.160
Z 101	1971.-2008.	око 1.070.000
Z 128	1980.-2005.	225.963
Yugo - UNO	1989.- 1992.	2.620
Z 102 (Jugo)	1980.-2008.	око 820.000
Florida	1988.-2008.	око 40.000
Lada	1966. - 1993.	886.029
Z 126	1966.- 1993.	
Polonez	1966.- 1993.	
Zastava 10	2006. - 2009.	око 5.000

На основу података у табели види се да је у Србији од 1950. године до данас произведено око 4.100.000 аутомобила (са допунским програмом - Русија, Пољска). Процењује се да је око 50% произведених аутомобила продато у Србији, а остатак у бившим републикама СФРЈ и на иностраном тржишту. Такође, процена је да је више од 1,5 милиона возила увезено и продато у Србији у истом периоду.

На основу претходног, може се констатовати да је на друмовима Србије у периоду од 1950. до данас било присутно више од 3.500.000 путничких аутомобила.

Да би могла да се изврши реална процена ресурса материјала истрошених моторних возила, неопходно је утврдити (узети за стандард) јединично еквивалентно путничко возило које ће представљати сва истрошена путничка возила. У нашем случају би то био аутомобил средње класе домаће производње 2101. Маса овог возила је 835 kg, при чему је око 80% метала и око 20% неметалних делова (пластика, гума, стакло и остало).

За увозне путничке аутомобиле као референтно возило може узети *Opel Astra*. Маса овог возила 1070 kg, при чему је око 72% метала и око 28% неметалних делова.

У наредним табелама 3.3-3.7 дати су подаци о учешћу материјала у моделима путничких аутомобила марке Застава (Застава Корал, Застава Скала, Застава Флорида), као и даље доминантних извора за рециклажу *ELV*. Укупна просечна маса возила: 950 kg.

У табели 3.3 дата је структура/учешће материјала по врстама.

Табела 3.3 Структура материјала у аутомобилу Застава Флорида

Материјал	Тежина (kg)	Учешће (%)
Челик/гвожђе	699,0	73,60
Остали метали	56,5	5,97
Пластика	55,9	5,90
Пнеуматици	30,2	3,20
Стакло	35,1	3,70
Флуиди	17,9	1,89
Гума	9,2	0,98
Остало	46,8	4,96
Укупно	950	100,00

У табели 3.4 дата је структура материјала у путничком аутомобилу *Opel Astra* (Опелови аутомобили су најзаступљенији у Србији кад су у питању страна возила).

Табела 3.4 Структура материјала у аутомобилу Opel Astra

Материјал	Тежина (kg)	Учешће (%)
Челик/гвожђе	681	63,61
Остали метали	89	8,33
Пластика	185	17,25
Пнеуматици	30	2,82
Стакло	31	2,85
Флуиди	17	1,61
Текстил	10	0,96
Гума	17	1,61
Остало	10	0,96
Укупно	950	100,00

У табели 3.5 дата је структура удела репрезентативних материјала у аутомобилима и њихови кључни делови (табела 3.6).

Табела 3.5 Коришћени материјали у моделима аутомобила од 1984. – 1994. Године (у kg)* [Material Usage Retired From Use and Vehicle Recycling” - from ААМА Motor Vehicle Facts&Figures, 1994]

Материјал	1994.	1992.	1990.	1988.	1986.	1984.
Конвенционални челик	630,1	626,1	565,5	607,0	656,5	675,3
Високо легирани челик	113,4	112,1	105,8	103,3	100,3	97,2
Нерђајући челик	20,4	18,8	14,3	14,3	13,6	13,2
Остали челици	19,3	19,1	24,1	21,1	21,3	20,4
Гвожђе	185,2	195,0	180,7	193,6	202,7	206,3
Алуминијум	82,6	78,8	72,0	68,1	64,2	62,2
Гума	60,8	60,4	58,1	59,0	59,7	60,6
Пластика у композити	111,5	110,3	100,8	99,7	98,1	93,8
Стакло	40,4	40,0	37,2	39,0	39,3	39,5
Бакар и бронза	19,1	20,4	20,9	22,5	19,5	20,0
Ливени цинк	7,3	7,3	8,6	8,6	7,7	7,7
Делови од металног праха	12,3	11,4	10,4	9,8	9,1	8,4
Флуиди и масти	86,0	80,4	75,8	80,1	82,7	81,7
Остали материјали	44,9	43,6	40,0	40,4	40,6	40,0
УКУПНО	1.433,3	1.423,7	1.344,2	1.366,5	1.415,6	1.426,2

Табела 3.6 Идентификација главних аутомобилских делова по материјалима и процесима [University of Michigan Transportation Research Institute, 1993]

Аутомобилски део	Примарни материјал	Примарни процес
МОТОР		
Блок мотора	Гвожђе Алуминијум	Ливење
Глава мотора	Гвожђе Алуминијум	Ливење Машинска обрада
Усисно грло	Пластика Алуминијум	Ливење Обликовање Машинска обрада
Држач мотора	Синтеровани метал Челик	Пресовање Ковање у калупу Машинска обрада
Клипови	Алуминијум	Обликовање Машинска обрада
Брегаста осовина	Гвожђе Челик Синтеровани метал	Пресовање Ковање у калупу Машинска обрада
Цилиндри (кошуљица)	Челик Магнезијум	Пресовање Машинска обрада
Издувни систем	Нерђајући челик Алуминијум Гвожђе	Истискивање/ екструзија Пресовање

Аутомобилски део	Примарни материјал	Примарни процес
ПРЕНОС		
Кућиште мењача	Алуминијум Магнезијум	Ливење Машинска обрада
Снопови зупчаника	Челик	Потискивање/ковање Машинска
Спојка (квачило)	Магнезијум Челик	Пресовање Обликовање
Спојница (за полуосовину)	Челик Гума	Ливење Ковање у калупу Екструзија Пресовање
СКЛОП ШКОЉКЕ		
Костур шкољке	Челик Пластика Алуминијум	Пресовање Обликовање
Склоп браника	Челик Пластика Алуминијум	Пресовање Обликовање

У табели 3.7 приказани су главни делови аутомобила, њихова примарна врста материјала и примарни процеси.

Табела 3.7 Делови аутомобила, њихова примарна врста материјала и примарни процеси [Andrea&Brown, 1993]

Аутомобилски део	Примарни материјал	Примарни процес
ШАСИЈА/ВЕШАЊЕ		
Зупчаста летва/ вратило управљача	Челик, магнезијум, алуминијум	Ливење, Пресовање, Ковање у калупу, Машинска обрада
Склоп диференцијала	Челик, пластика	Пресовање, обликовање
Предње вешање	Челик, алуминијум	Пресовање, ковање у калупу
Наплатак (бандаж)	Челик, алуминијум	Пресовање, ковање у калупу
Кочнице	Челик, фрикциони	Пресовање, ковање у калупу
СЕДИШТА		
Седишта	Челик, Тканина, Пена	Обликовање, Пресовање
Инструмент табла	Челик, Тканина, Пена	Обликовање, Пресовање
Облоге/под	Синтетичка тканина	Обликовање
Спољна опрема (браве, огледала, и др.)	Пластика, Алуминијум, Ливени цинк	Обликовање, Ливење, Пресовање

Аутомобилски део	Примарни материјал	Примарни процес
СИСТЕМ ГРЕЈАЊА И ХЛАЂЕЊА		
Компресор за ваздух	Алуминијум, Челик, Пластика	Ливење, Обликовање, Пресовање
Грејач/Хладњак	Бакар, Алуминијум, Пластика	Екструзија, Обликовање
Термостат	Пластика, Челик	Пресовање, Обликовање

На основу података у претходним табелама и односа домаћих и страних аутомобила у искоришћеним возилима (две трећине домаћих – 1998., две трећине увозних - 2008) могу се израчунати укупни ресурси материјала у Србији који се генеришу у току једне године. С друге стране, могу се на основу ових табела проценити и укупни ресурси материјала истрошених моторних возила која се налазе на депонијама и зеленим површинама.

3.8 Структурне промене у новом бизнису у области демонтаже ELV у Србији

Да би се снимиле промене у стању инфраструктуре рециклаже МВ на крају животног циклуса у Србији у периоду од последњих десет година, неопходно је извршити анализу тренутног стања рециклаже у Србији.

Прво запажање је да не постоји систематско прикупљање и третман истрошених моторних возила. Наиме, у овом тренутку се истрошени аутомобили третирају као и сав други отпад и углавном се сакупљају ради коришћења метала садржаног у моторном возилу (гвожђе, челици, обојени метали). Све остало, углавном, није предмет интересовања постојеће индустрије рециклаже у Србији, а ни државе. Доласком страних фирми за рециклажу, пре свега, Шолца (Немачка) унапређена је организација сакупљања металног отпада, а тиме и старих моторних возила. Међутим, само је дошло до интензивирања искоришћења отпадног метала и ангажованијег рада железаре у Смедереву и ништа више. Ово је логично јер светске компаније желе да максимизирају профит из своје делатности, а све остало их не интересује. Суштински приступ и изградња адекватне инфраструктуре за рециклажу истрошених моторних возила задатак је државе.

Гледано са аспекта заштите животне средине ситуација је много сложенија него пре доласка наведених иностраних фирми. Тачно је да се смањују депоније старих аутомобила, али је чињеница да се њихов најопаснији отпад, услед издвајања металних делова, растура и разбацује свуда унаоколо загађујући животну средину.

С друге стране, постоји већи број погона за рециклажу обојених метала (Крагујевац, Инђија, Сомбор, итд.), али са релативно примитивним технологијама, тако да се садржај акумулатора, на пример, одводи у канализацију, а отровне паре и отпад настао услед обраде метала додатно загађују животну средину. Добијени метал углавном се извози.

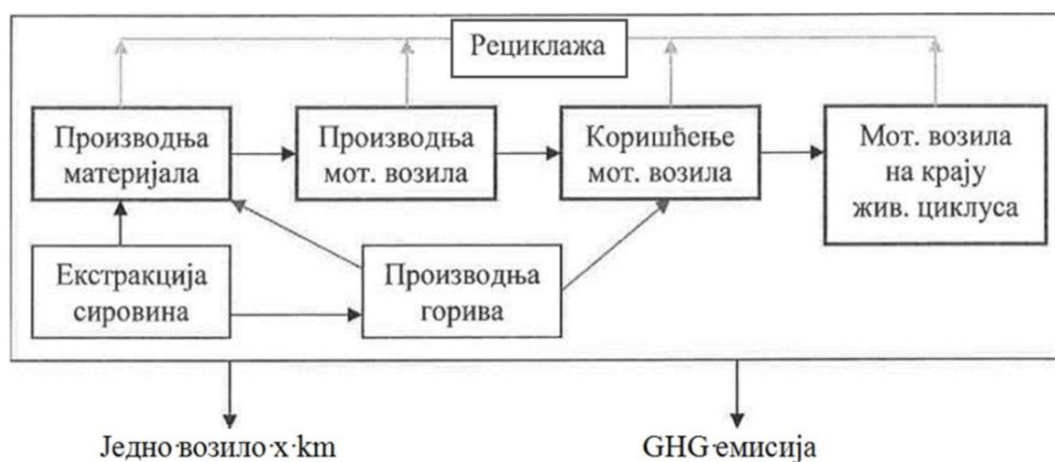
Анализом стања рециклаже моторних возила у Србији може се закључити да не постоји специјализована инфраструктура за сакупљање, растављање и рециклажу истрошених моторних возила. Све што се догађа у вези са истрошеним моторним возилима је утицај других организованих система, пре свега, система за сакупљање и прераду отпадног метала.

Међутим, у складу са акцијом државе, продаја аутомобила по принципу „старо за ново“ покреће се и питање рециклаже истрошених путничких аутомобила. Тако држава покушава да преко уредби изгради неопходну инфраструктуру, али истовремено и држави треба да буде јасно да је то само почетак посла на основу недовољно истражених принципа, организације и технологија рециклаже. На том плану тек треба увелико истраживати и развијати ефектан и ефикасан систем рециклаже моторних возила.

На основу претходних истраживања није утврђено да је дошло до редукције истрошених моторних возила на нивоу државе (не извозимо половна возила и репарирани делове и склопове). Напротив, увећали смо националне инпуте масовним увозом половних аутомобила, првенствено из Европске уније.

3.9 Животни циклус моторног возила

Под анализом животног циклуса моторног возила, поред етапа живота производа, у овом случају се подразумевају и све активности током животног циклуса које се односе на одрживи развој и рециклажу материјала, делова, склопова и моторног возила. Комплексност ове проблематике је приказана на слици 3.3.



Слика 3.3 Укупни животни циклус моторних возила и рециклажа

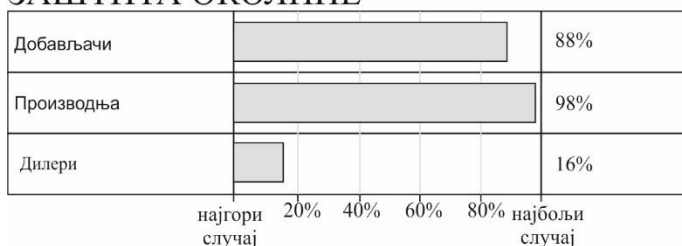
Из наведеног графичког приказа види се да отпад настаје у свим фазама животног циклуса производа, од производње материјала и енергије до повлачења из експлоатације због истрошености. приказани су на слици 3.4.

На слици 3.4 види се да је укупна количина емитованог CO_2 у атмосферу у току целокупног животног циклуса моторног возила једнака збиру свих емисија при производњи материјала, компонента и моторног возила и емисији при коришћењу моторног возила, умањена за износ повраћене енергије при производњи материјала из демонтраних моторних возила на крају животног циклуса.

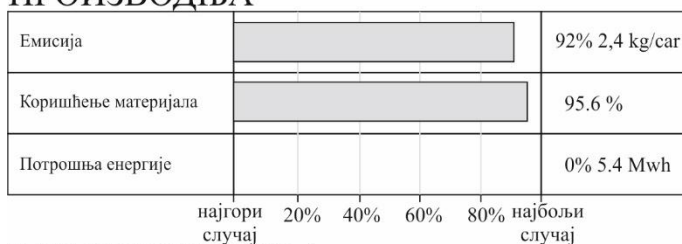
С друге стране, животни циклус моторног возила може се дефинисати и са другог аспекта, путем праћења тока догађаја/активности. У ове догађаје су укључени

регистрација, deregистрација и власништво над моторним возилом на крају животног циклуса.

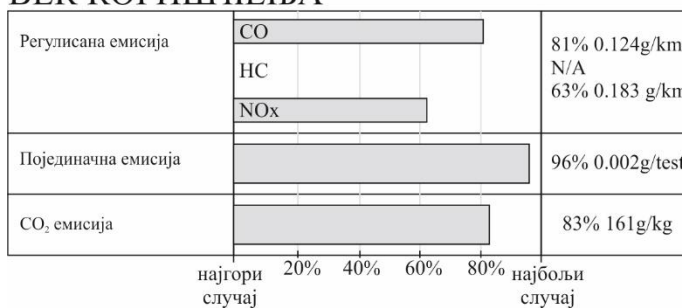
ЗАШТИТА ОКОЛИНЕ



ПРОИЗВОДЊА

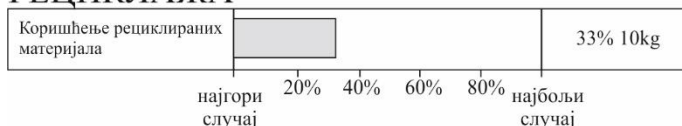


ВЕК КОРИШЋЕЊА



Комбинована потрошња горива	6,1 l/100 km
-----------------------------	--------------

РЕЦИКЛАЖА



Слика 3.4 Приказ комплетног животног циклуса путничког аутомобила марке VOLVO [VOLVO, 2015]

Засада, у Србији ниједан произвођач моторних возила није вршио анализу животног циклуса моторног возила са аспекта рециклаже нити са аспекта утицаја на животну средину. Тако, имамо ситуацију да се изузев задовољења емисије издувних гасова (ЕУРО 1 - ЕУРО 4) није водило рачуна о другим параметрима моторног возила битних за очување животне средине и одрживи развој.

3.10 Истраживање, развој и пројектовање, материјали, демонтажа и рециклажа

Истраживање и развој су основни полаз за развој моторног возила пријатељског по околину. Од ове фазе зависе све остале фазе у животног циклусу моторног возила. Да би се утврдило каква је тренутна ситуација у развоју моторних возила домаћих произвођача, неопходно је анализирати одговарајуће податке о конструкцији постојећих и нових модела, и то:

а) материјали

Што се тиче уграђених материјала, моторна возила домаћих произвођача (путничких аутомобила, камиона, аутобуса, специјална возила) на нивоу су уградбених материјала из 1970. и 1980. година. Другим речима, уопште се није водило рачуна о рециклажи (одсуствују „зелени материјали“).

б) погонска горива

Од врсте погонског горива зависе структура и количина емисије и отпада који настају при његовој производњи и коришћењу. Зна се да су моторна возила један од највећих загађивача атмосфере при чему сагоревање горива (углавном фосилног) има доминантну улогу. Имајући то у виду, многе земље, а пре свега земље чланице ЕУ, (ЕУ није једна земља) доносе позитивне прописе о заштити квалитета ваздуха (ЕУРО 1-6) који приморавају произвођаче горива и аутомобилску индустрију да налазе решења која ће мање прљати животну средину. Данашњи тренд је хибридно возило и нови погони (на алкохол, биодизел, природни гас, електричну енергију - батерије). Увелико се ради на горивним ћелијама и примени водоника као горива будућности. Масовнија практична примена горивних ћелија се очекује након 2020.

в) радни флуиди

У току је изналажење нових решења која нису штетна по животну средину. Тако се увелико ради на замени садашњих флуида у системима климатизације моторног возила, али и на новим течностима за прање возачког стакла, као и средствима за хигијену моторног возила.

д) уградња опасних материјала/ материја

Када се ради о уградњи опасних материјала у моторно возило (жива, кадмијум, шестовалентни хром, олово, сумпорна киселина, и др.), ЕУ је донела одговарајуће директиве којима се ограничава њихова уградња, а настали отпад, који садржи ове материје, подвргава се посебном третману. Применом ових директива битно ће се смањити негативан утицај моторног возила на животну средину и олакшати поступак рециклаже.

е) енергетска ефикасност технологија производње МВ (укључујући и производњу компоненти)

Ова активност је од вишеструког значаја за рециклажу моторног возила, али и за очување природних ресурса у целини (руде, вода, енергија). Српска аутомобилска индустрија троши три до четири пута више енергије по јединици производа МВ у односу на друге аутомобилске индустрије у свету. То није само економски губитак, већ је много више количина отпадних материја и материјала који настају при производњи сировина, компонената и моторних возила у целини.

Даљи трендови у свету иду ка још већој рационализацији енергије и материјала при производњи МВ уз увођење напредних технологија и развој савремених конструкција моторног возила. С друге стране, иде се на развој обновљивих извора енергије и повећање учешћа рециклираних материјала и делова у новом возилу.

f) отпад који настаје током производње возила (укључујући и производњу материјала, енергије и компонента)

Основни тренд је минимизирање отпада током читавог животног циклуса МВ. При том, прећутно се прелази преко отпада који настаје производњом свих облика енергије неопходних аутомобилској индустрији, као и отпада који настаје откопавањем и прерадом руде за добијање неопходних сировина и материјала. Затим долази отпад који настаје производњом компоненти и моторног возила, а који је знатно мањи од претходног, иако је по структури и количини итекако значајан и проблематичан.

С друге стране, чине се велики напори да се оствари производња МВ са нултим отпадом (пример Јапана) када су у питању материјали и компоненте, али и даље остаје проблем емисија штетних материја (ваздух, вода, тло).

Ово подразумева:

- пројектовану енергетску ефикасност моторног возила током експлоатационог периода,
- пројектовану структуру и количине отпада које генерише моторно возило током периода експлоатације,
- степен поједностављења монтаже делова и склопова,
- физичко означавање врсте материјала (делова),
- пројектован животно век моторног возила,
- пројектован ниво рециклаже материјала (структура, тежински износи и проценат рециклаже материјала).

Развој технологија израде моторног возила треба да обезбеди одрживост, што се остварује преко преко елемената, а то су: (1) ниски трошкови, (2) ефикасна порошња, (3) безбедност, (4) поузданост, (5) технологија, (6) комфорност, (7) прегледност, (8) атрактивност, (9) моторна возила, (10) ниска емисија, (11) добре перформансе и (12) висока рециклабилност.

Политичке мере (стандарди, директиве, закони) имају за циљ, пре свега, заштиту животне средине и очување природне динамике наше планете - Земље. Ради ближег појашњења, биће дат кратак опис неких од наведених мера.

a) Означавање (Labeling)

Почев од 1. јануара, (недостаје година) сваки модел из 2009. године и новија возила продата у Калифорнији, подлежу захтеву да се означи ниво/ранг чистоће утицаја моторног возила на животну средину. Означавање треба приказати у систему рангирања који ће обезбедити потрошачима практичне информације које ће им помоћи да одаберу возило које је најпријатељскије по животну средину, а за њихове потребе транспорта.

Означавање перформанси животне средине има два типа скале од 1 до 10: смог и глобално загревање. Садашња нова возила требало би да имају ознаку 5 на обе скале. Највећу вредност представља моторно возило које је најпријатељскије за животну средину.

b) Mobile Air Conditioning

Society of Automotive Engineers (SAE), Mobile Air Conditioning Society и *U.S. Environmental Protection Agency* су успоставили глобалну сарадњу на плану редуковања утицаја климатизације аутомобила на климу Земље. Остварено партнерство има четири циља:

- промовисање нове генерације система за климатизацију који су бољи за животну средину уз задовољење безбедности купца, са мањим трошковима и већом поузданошћу,
- развој трошковно ефикаснијег дизајна и унапређење процедуре сервисирања у циљу минимизације емисије средства за хлађење,
- комуникација техничког прогреса са политичким одлукама и јавношћу,
- документовање садашњег стања и краткорочних решења за унапређење дизајна система климатизације и перформанси утицаја на животну средину, руковања и одржавања.

Партнери су идентификовали алтернативе за средство за хлађење, које је доминантно у садашњим системима климатизације моторних возила. То је гас са веома изражени ефектом стаклене баште (1300 пута ефектнији од угљендиоксида). Претходно, до 1994. године у моторним возилима за систем климатизације коришћено је расхладно средство *CFC-12*. које је изузетно агресивно јер умањује стратосферски озон који штити Земљу од ултравиолетног зрачења.

Захваљујући постављеним циљевима и спроведеним активноетима дошло се до решења система климатизације за возила којима се редукује потрошња горива за 30% и емисија средства за хлађење за 50%.

c) REACH

REACH је нови пропис Европске комисије за хемикалије и њихово безбедно коришћење (ЕС 1907/2006). Њиме се захтева регистрација, вредновање, ауторизација и рестрикција хемијских супстанци. Пропис се примењује од 1. јуна 2007.

d) Euro NCAP

NCAP има за циљ да обезбеди аутомобилским потрошачима и аутомобилској индустрији реалан и независан приступ перформансама безбедности за неке од најпопуларнијих аутомобила који се продају у Европи.

По закону, сваки нови модел аутомобила мора да обави тест безбедности (креш тест и други) пре него што отпочне његова продаја. Сваки потрошач (садашњи и потенцијални) може да постави питање: колико је безбедан ваш аутомобил? и да на то добије потпуни одговор (за различите класе и марке аутомобила - текст, подаци, филм).

e) E-Safety

E-safety, прва потпора Иницијативи интелигентног аутомобила, јесте радна иницијатива Европске комисије, индустрије и осталих стејкхолдера. Систем користи информационе и комуникационе технологије за увећање безбедности на путу и редуковања броја несрећа на европским друмовима.

f) Euro V

Сви подаци дати у табели односе се на нове прописе. ЕС директиве, такође, специфицирају друге податке - годину дана касније - који се примењују код прве регистрације, односно пре прве употребе возила (табела 3.8 и табела 3.9).

Табела 3.8 ЕУ стандардне емисије за путничке аутомобиле (категирије М1*), g/km

Класа	Датум	СО	НС	НС+NO _x	NO _x	PM
<i>Дизел</i>						
<i>Euro 1</i> [†]	1992.07	2.72	-	0.97(1.13)	-	0.14(0.18)
<i>Euro 2, IDI</i>	1996.01	1.0	-	0.7	-	0.08
<i>Euro 2, DI</i>	1996.01 ^a	1.0	-	0.9	-	0.10
<i>Euro 3</i>	2000.01	0.64	-	0.56	0.50	0.05
<i>Euro 4</i>	2005.01	0.50	-	0.30	0.25	0.025
<i>Euro 5</i>	2009.09 ^b	0.50	-	0.23	0.18	0.005 ^e
<i>Euro 6</i>	2014.09	0.50	-	0.17	0.08	0.005 ^e
<i>Бензин</i>						
<i>Euro 1</i> [†]	1992.07	2.72	-	0.97(1.13)	-	-
<i>Euro 2</i>	1996.01	2.2	-	0.5	-	-
<i>Euro 3</i>	2000.01	2.30	0.20	-	0.15	-
<i>Euro 4</i>	2005.01	1.0	0.10	-	0.08	-
<i>Euro 5</i>	2009.09 ^b	1.0	0.10 ^c	-	0.06	0.005 ^{d,e}
<i>Euro 6</i>	2014.09	1.0	0.10 ^c	-	0.06	0.005 ^{d,e}
At the <i>Euro 1..4</i> stages, passenger vehicles >2.500 kg were type approved as Category vehicles N ₁						
† - Вредности су граница за комфорност производа (COP)						
a - до 1999.09.30 (после овог датума <i>DI</i> мотори морају остварити <i>IDI</i> границе)						
b - 2011.01 за све моделе						
c - и NMHC = 0.068 g/km						

Табела 3.9 ЕУ стандардна емисија за лака комерцијалан возила, g/km

Категорија	Класа	Датум	СО	НС	НС+NO _x	NO _x	PM
<i>Дизел</i>							
	<i>Euro 1</i>	1994.10	2.7		0.97		0.14
	<i>Euro 2, IDI</i>	1998.01	1,0	-	0.70	-	0.08
	<i>Euro 2, DI</i>	1998.01 ^a	1.0	-	0.90	-	0.10
N1, класа I <1305 kg	<i>Euro 3</i>	2000.01	0.6	-	0.56	0.50	0.05
	<i>Euro 4</i>	2005.01	0.5	-	0.30	0.25	0.025
	<i>Euro 5</i>	2009.09 ^b	0.5	-	0.23	0.18	0.005 ^e
	<i>Euro 6</i>	2014.09	0.5	-	0.17	0.08	0.005 ^e
	<i>Euro 1</i>	1994.10	5.1	-	1.40	-	0.19
	<i>Euro 2, IDI</i>	1998.01	1.2	-	1.0	-	0.12

Категорија	Класа	Датум	СО	НС	НС+NO _x	NO _x	PM
	<i>Euro 2, DI</i>	1998.01 ^a	1.2		1.30	—	0.14
N1, класа II 1305-1760 кг	<i>Euro 3</i>	2001.01	0.8	-	0.72	0.65	0.07
	<i>Euro 4</i>	2006.01	0.6	-	0.39	0.33	0.04
	<i>Euro 5</i>	2010.09 ^o	0.6	-	0.295	0.235	0.005 ^e
	<i>Euro 6</i>	2015.09	0.6	-	0.195	0.105	0.005 ^e
	<i>Euro 1</i>	1994.10	6.9	-	1.70	-	0.25
	<i>Euro 2, IDI</i>	1998.01	1J	-	1.20	-	0.17
	<i>Euro 2, DI</i>	1998.01 ^a	1.5	—	1.60	—	0.20
N1, класа III >1760 кг	<i>Euro 3</i>	2001.01	0.9	-	0.86	0.78	0.10
	<i>Euro 4</i>	2006.01	0.7	-	0.46	0.39	0.06
	<i>Euro 5</i>	2010.09 ^c	0.7	-	0.350	0.280	0.005 ^e
	<i>Euro 6</i>	2015.09	0.7	-	0.215	0.125	0.005 ^e
Бензин							
	<i>Euro 1</i>	1994.10	2.7		0.97		
	<i>Euro 2</i>	1998.01	2.2	-	0.50	-	-
N1, класа <1305 кг	<i>I Euro 3</i>	2000.01	2.3	0.20	-	0.15	-
	<i>Euro 4</i>	2005.01	1.0	0.1	-	0.08	-
	<i>Euro 5</i>	2009.09 ^b	1.0	0.10 [^]	-	0.06	0.005 ^{d,e}
	<i>Euro 6</i>	2014.09	1.0	0.10 ^Г		0.06	0.005 ^{d,e}

3.11 Производња (материјали, компоненте, монтажа) моторних возила

Производња моторног возила је веома сложен процес у којем се генеришу велике количине отпада и токсичних материја које доспевају у ваздух, воду, на земљиште и у земљиште. Почетак производње је прерада руде и других полазних сировина (нафта, сирова гума, органске материје), производња енергије (електричне, топлотне), производња воде за пиће и индустријске воде, производња погонских горива (нафта, бензин, гас, водоник), производња радних флуида, производња компонента, погонских агрегата и на крају монтажа моторног возила.

Да би се сагледало стање отпада и токсичних материја у овој фази животног циклуса, неопходно је обезбедити читав низ информација из релевантних процеса производње:

- годишњи обим производње моторних возила у домаћој ауто-индустрији,
- структуру и количину употребљених материјала,
- количину утрошене енергије и енергетску ефикасност свих процеса,
- технолошке карактеристике процеса (емисије и имисије токсичних материја),
- структуру и количину утрошених погонских горива,
- структуру и количину отпада који се генерише у току године (посебно токсичног отпада),

- ниво рециклаже отпада по структури током године,
- предузете мере на санацији и отклањању токсичних материја насталих у производним процесима,
- утрошену количину воде током године у m³,
- количина отпадних вода током године у m³,
- обим транспорта руде, материјала, горива и компонената у тонама за годину.

И поред жеље истраживача да се до ових података дође, они су изостали јер у времену транзиције и катастрофалниог пада производње о томе у производњи моторних возила у Србији нико више не води рачуна. Процена је само да су износи утрошеног материјала и енергије по јединици производа далеко изнад оних у земљама ЕУ и да је отпад енормно висок, као и да, углавном, одсуствује било каква рециклажа.

За ово истраживање једино је било могуће обезбедити податке за производњу путничких аутомобила марке Застава, произведених у Крагујевцу. За остале произвођаче није било могуће доћи до неопходних података.

У Застави је произведено 4,1 милион путничких аутомобила. Око 710.000 аутомобила извезено је у 74 земље света. Производња Заставиних модела је престала 31. 10. 2008. (угашена је компанија Застава аутомобили).

У каснијем периоду то је зависило од производа новог предузећа *FIAT SRBIJA*, са почетних неколико хиљада до неколико од око 100.000 возила годишње, углавном за извоз, па нису били предмет рециклаже.

При том треба имати у виду да је око 50% продатих аутомобила (од 3,4 милиона аутомобила) продато на тржишту Србије, а преосталих 50% на тржиштима бивших југословенских република.

У Табели 3.10 дати су подаци о производњи моторних возила у Србији у периоду 1999. - 2007.

Табела 3.10 Производња моторних возила и агрегата у Србији [МУП Србије, 2009]

Моторно возило/ агрегат	Година								
	1999.	2000.	2001.	2002.	2003.	2004.	2005.	2006.	2007.
Мотори са унутрашњим сагоревањем	нп	нп	нп	нп	15.296	15.827	14.461	11.182	10.205
Аутобуси	59	159	182	263	185	183	352	154	101
Возила за превоз робе	425	718	590	595	487	647	501	441	473
Путничка возила	8.000	12.000	7.000	11.000	11.370	14.549	15.666	11.016	9.403
Трактори	1.657	2.310	1.757	3.046	3.413	5.392	4.356	2.387	1.949

нп – нема података

Као што се види из Табеле 3.10 производња моторних возила у Србији је драстично опала у односу на период од пре 1991. године. То говори у прилог да ће се у периоду након 2015. масовно рециклирати увозни аутомобили.

3.12 Увоз моторних возила у Србију

Увоз свих врста моторних возила и делова и склопова за њих је у пуном замаху у Србији. То се најбоље види по подацима датим у Табелама 3.11 и 3.12.

Табела 3.11 Увоз путничких аутомобила у Србију [МУП Србије, 2009]

Земља увоза	Година		
	2005.	2006.	2007.
Немачка	15.563	26.954	34.585
Француска	7.906	17.370	23.369
Италија	3.281	13.532	17.533
Кореја	3.169	4.528	5.944
Чешка Република	3.618	3.859	4.678
Остале земље	12.989	15.553	14.032
Укупно	46.526	81.976	100.141

Табела 3.12 Увоз моторних возила у Србију [МУП Србије, 2009]

Земља увоза	Година			
	2001.	2002.	2003.	2004.
	Аутомобили и аутобуси			
Немачка	8.419	20.926	34.378	40.303
Француска	2.511	5.113	9.444	13.980
Италија	-	4.196	8.465	13.207
Чешка Република	2.321	2.745	3.224	3.942
Јапан	1.282			
Остале земље	7.295	9.819	18.046	22.007
Укупно	21.792	42.799	73.555	93.439
	Камиони			
Немачка	4.173	6.852	9.301	10.036
Италија	858	1.881	2.870	4.870
Француска	512	1.689	2.374	3.511
Шведска	565	817	1.251	1.937
Румунија		245	312	445
Турска		188	273	284
Руска Федерација	232			
Остале земље	1.178	1.888	1.997	2.957
Укупно	7.158	13.560	18.378	24.040

Из Табеле 3.12 се види да се увоз путничких аутомобила у последње три године више него удвостручио.

3.13 Продаја и регистрација

Продаја, као процес, обухвата дистрибуцију/ транспорт моторних возила од домаћих и страних произвођача (увоз) до продајно сервисних организација и

дилера. С друге стране, углавном, сва продата моторна возила се и региструју у административним центрима власти (МУП: општине или града). Тако је број моторних возила у експлоатацији у току једне године управо и регистрован број возила у тој години и то је заправо возни парк у земљи. Овај податак је важан јер се са доста поузданом тачношћу може израчунати обим компонената који се изграђују, повлаче и рециклирају, као и обим радних флуида (уља, расхладна течност, и сл) који се замењују током експлоатације.

Друга група података, од великог значаја за пројекат, је и дистрибуција моторних возила на територији државе. На основу ових података се прорачунава густина моторних возила и генерисање отпада од моторних возила, односно ниво потреба за рециклажу моторних возила на крају животног циклуса за сваки конкретан регион или округ у Србији.

Да би се утврдило садашње стање продаје и регистрације моторних возила у Србији неопходно је прибавити следеће податке и информације: (1) податке о броју продатих моторних возила у дужем временском периоду (20 до 30 година) и за задњих годину дана (по врсти возила и произвођачу); (2) податке о броју регистрованих возила у дужем временском периоду (20 до 30 година) и за задњих годину дана (по врсти возила и произвођачу) уз обавезан податак о години производње.

а) Продаја моторних возила

Истраживање је показало да не постоје уредно вођени нити интегрисани подаци о продаји возила у Србији.

б) регистрација моторних возила

Регистрација моторних возила је базични податак важан за истраживање рециклаже моторних возила на крају животног циклуса. База регистрованих моторних возила, поред власника садржи и податке о самом возилу (табела 3.13 и 3.14), као што су: (1) датум и место прве регистрације и регистарска ознака прве регистрације возила; (2) презиме и име, односно назив и пребивалиште, односно седиште власника возила; (3) врста, марка и тип возила, број шасије, број мотора, година производње, снага мотора, радна запремина мотора, маса празног возила, дозвољена носивост, број путничких места за седење и за стајање, облик и намена каросерије и боја каросерије, а за прикључна возила - и број осовина.

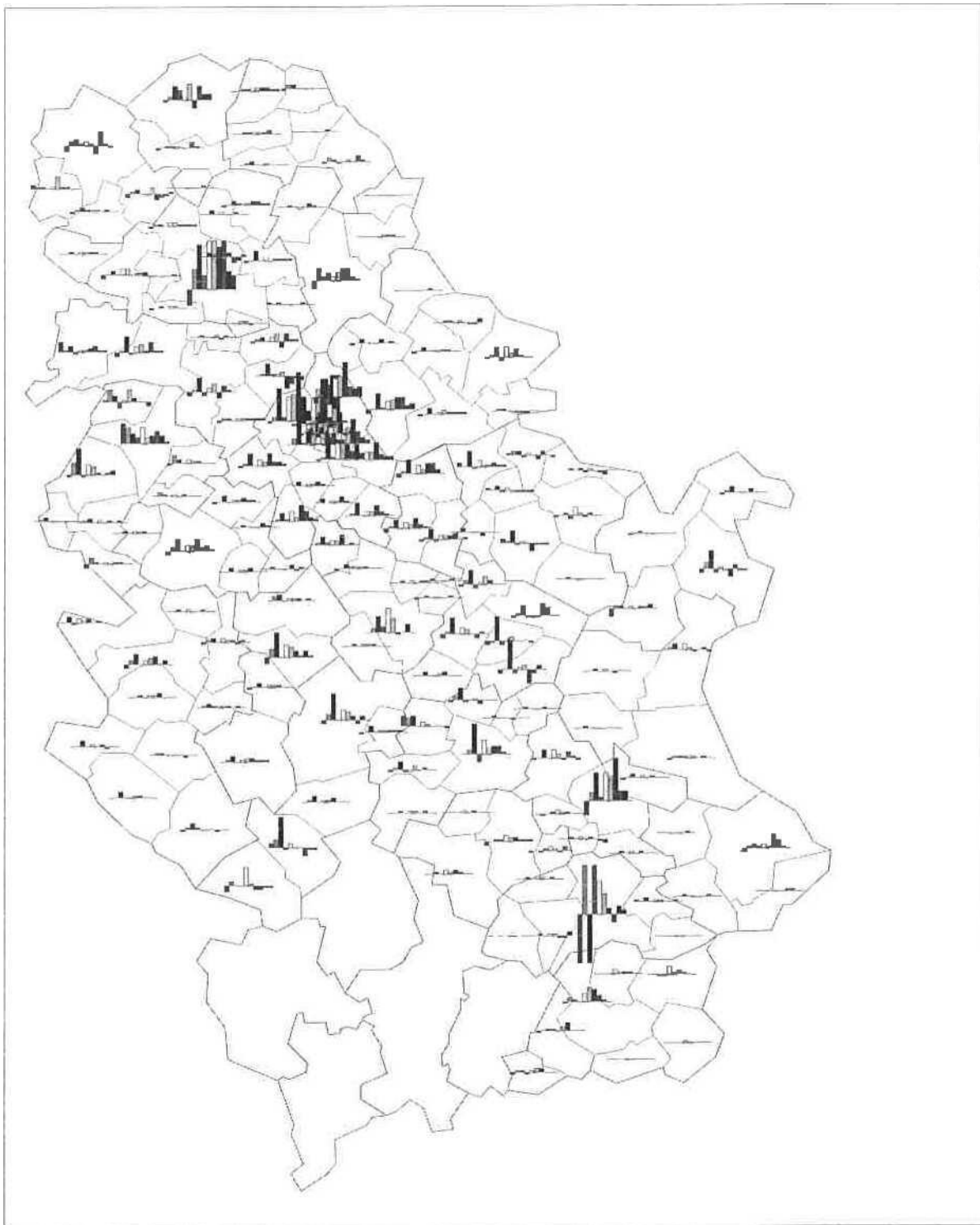
Табела 3.13 Регистрација моторних возила у Републици Србији (марка - домаћа, увозна) [МУП Србије, 2009]

Година	1998.	1999.	2000.	2001.	2002.	2003.	2004.	2005.	2006.	2007.	2008.
Домаћа	1.022.295 57,8%	980.234 56,8%	994.185 55,3%	952.392 49,5%	940.160 48,6%	937.613 46,8%	931.430 44,8%	936.485 44,2%	915.254 42,6%	886.411 39,0%	870.995 38,3%
Увозна	745.629 42,2%	746.760 43,2%	803.726 44,7%	972.787 50,5%	995.265 51,4%	1.064.482 53,2%	1.149.730 55,2%	1.181.322 55,8%	1.232.038 57,4%	1.348.977 61,0%	1.403.775 61,7%
Укупно	1.767.924	1.726.994	1.797.912	1.925.179	1.935.425	2.002.095	2.081.160	2.117.807	2.147.292	2.235.388	2.274.770
Марка: Застава	706.163 40,0%	663.282 38,4%	676.725 37,6%	650.266 33,4%	637.129 32,9%	630.075 31,5%	620.915 29,8%	607.691 28,7%	584.096 27,2%	570.486 25,5%	535.442 23,5%

Табела 3.14 Новорегистрована возила у Србији [МУП Србије, 2009]

	Број моторних возила										
	1998.	1999.	2000.	2001.	2002.	2003.	2004.	2005.	2006.	2007.	2008.
Центр. Србија	17092	12663	39658	37909	25079	38794	56531	42077	57747	72332	84723
Војвод.	9121	7892	14063	23844	18504	24340	29828	18691	27617	30293	33164
Укупно	26213	20555	53721	61753	43133	63134	86359	65768	85364	103625	117887

На слици 3.5 приказана је географска расподела регистрованих возила у Србији у 2008. Због кризе у каснијем периоду и значајног броја де-регистрованих возила и нових регистрација, може се сматрати да се број регистрованих возила благо повећао.



Слика 3.5 Географска расподела регистрованих возила у Србији у 2008
[МУП Србије, 2009]

3.14 Експлоатација моторних возила

Експлоатација моторних возила представља период од њихове прве регистрације до њиховог повлачења из експлоатације. Тај период, углавном, износи десет и

више година. У Србији, према неким проценама, тај период износи око 17 година. Само моторно возило је пројектовано тако да у току свог животног века захтева, у тачно одређеним временским периодима, замену радних флуида, замену одређених компонената и репарацију делова, склопова и погонског агрегата (мотора — све до генералног ремонта), па је на тај начин и дефинисано системско генерисање отпада током експлоатације. Генерисани отпад током експлоатационог периода је веома значајан и њему се моторно возило понаша као велики загађивач животне средине планетарних размера. Застареле конструкције моторних возила и лоше одржавање узрок су лошем сагоревању и издуним гасовима који су далеко изнад стандардних вредности, просипању уља и других радних флуида на тло и у водотокове, појави јаке буке и читавог низа других пропратних појава. Посебан проблем за отпад у експлоатацији представља велики број аутомеханичарских радњи са минимумом услова и знања за управљање насталим отпадом.

Такође, нагли раст возног парка, односно броја моторних возила из године у годину, прети да изазове и физичко загушење (паркинг простори, пренатрпане улице), посебно у урбаним срединама. Гужве на улицама у временским шпицевима (одлазак и долазак с посла, викенди) још више погоршавају еколошку слику насеља и планете.

Поред наведеног, велики проблем представља и хигијена моторних возила, тако да велики број сервиса и перионица отпадне воде након прања (пуне детерџената, соли и уља) испушта директно у кишну канализацију и водотокове. Ради се о великим количинама отпадних вода у току једне године.

Да би се истражило стање отпада и токсичних материја које настају у фази експлоатације моторних возила неопходно је прибавити и анализирати следеће податке и информације:

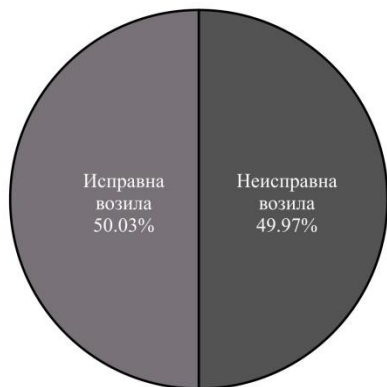
- возни парк у Србији (број, структура и старост моторних возила),
- сервисна инфраструктура у Србији (укључујући и аутомеханичарске радње),
- инфраструктура транспортних организација за превоз путника и робе (сопствени сервиси, хигијена и козметика моторног возила),
- број приватних радњи за прање и козметику моторних возила,
- укупна количина и структура отпада у току године настала услед одржавања моторних возила,
- систем управљања отпадом насталим услед експлоатације моторних возила.

Нажалост, истраживањем није могло да се дође до неопходних података, због одсуства интеграције система одржавања моторних возила у Србији (првенствено на информатичком плану).

а) Исправност возила у возном парку Србије

Ауто-Мото Савез Србије (АМСС), спровео је акцију ради утврђивања техничке исправности возила на путевима Србије, под називом "Исправно возило – безбедно возило" у периоду од 24.11 до 29.11.2008 године. Утврђено је да је половина возила неисправна, при чему у структури неисправности доминирају оне које су пронађене на системима за заустављање, управљање и осветљавање (око 82% свих неисправних нађених на контролисаним возилима), што је представљено на слици 3.6.

Процентуални однос исправних и неисправних возила



Процентуални удео појединих неисправности у укупном броју прегледаних возила



Слика 3.6 Стање исправности моторних возила на друмовима Србије

Из наведених података је јасно да ће се појавити велика количина отпада, уколико се покрене акција подизања безбедности саобраћаја у Србији, кроз подизање нивоа техничке исправности моторних возила у експлоатацији.

3.15 Репарација компоненти и возила

Репарација је процес који се одвија током експлоатације моторних возила у циљу продужења животног дела компонентама, агрегатима и моторним возилима. Репарација је у великој употреби у Немачкој где око 60% репарираних путничких аутомобила (различите старости) - половна возила се прода на тржиштима источне Европе, Блиског истока и северне Африке.

Од компоненти се најчешће репарирају елементи вешања, кочионог система, гуме, седишта, стакла, алтернатори, електропокретачи цл-д. Погонски агрегати ,односно мотори, веома су погодни за репарацију, посебно са возила која су из различитих разлога трајно хаварисана.

Репарацијом комплетног моторног возила животно век им се продужава најмање два пута.

У Србији репарацију изводе одређени сервиси, али у знатно већој мери то раде приватни аутомеханичари, аутолакирери и аутоелектричари.

Да би се истражило тренутно стање репарације моторних возила у Србији неопходно је прибавити следеће информације:

- број моторних возила код којих су замењени мотор или шкољка/ шасија,
- инфраструктуру организација у којима се врши репарација компоненти и моторних возила (укључујући и приватне радње),
- број и структуру репарираних компоненти у току године,
- број и структуру репарираних моторних возила,
- количину и структуру отпада који настаје током репарације.

И поред напора истраживача није се могло доћи до наведених података, па овај важан сегмент рециклаже остаје да се у наредним периодима реализује као нова истраживачка тема.

3.16 Повлачење из експлоатације/дерегистрација

Дерегистрација подразумева одлуку последњег власника да возило више не региструје за употребу. Тада се моторно возило више не појављује у бази регистрованих возила. Моторна возила која се током године више не појављују у бази података регистрованих возила могу се сматрати за дерегистрована возила и њихов број представља укупан број дерегистрованих возила.

Да би се утврдило тренутно стање дерегистрације неопходно је у периоду од задњих годину дана прибавити следеће информације:

- укупан број дерегистрованих моторних возила у последњих годину дана по врсти моторних возила, произвођачу и години производње,
- дистрибуцију дерегистрованих моторних возила по окрузима (градови, општине).

Нажалост, предлог Владе, се искључиво односи на реализацију Уредбе о замени старих путничких аутомобила за нове и није системског карактера, па према томе не обухвата ни сва моторна возила. За системско решење дерегистрације предлаже се модел који ће бити увод за системски приступ рециклажи *ELV* у овом тренутку.

Анализом система за рециклажу искоришћених аутомобила успостављених у неким од развијених европских држава (на пример, Холандског и Немачког) јасно се може закључити да дерегистрација искоришћених возила не представља само административну законску формалност. Напротив, модел дерегистрације може бити снажан подстицај рециклажи *ELV*. Наиме, последњи власник регистрованог возила, у тренутку када оно изгуби своју употребну вредност, ризикује да се суочи са озбиљним законским санкцијама уколико свој искоришћени аутомобил не преда овлашћеном рециклеру на уништење, који ће му издати прописани документ ради дерегистрације.

У случају Србије, власник који престаје да користи аутомобил има законску обавезу да надлежном државном органу врати регистарске таблице и саобраћајну дозволу. Даље поступање са таквим возилом практично је изван контроле. Тако га последњи власник после дерегистрације може демонтирати и продавати у деловима, може га уступити аутоотпаду или га држати на месту које сам одреди. Овакав модел дерегистрације представља стимуланс за настанак илегалних депонија и неконтролисаног промета искоришћених делова и материјала.

До одјаве коришћења аутомобила долази у два случаја:

- када возило изгуби своју употребну вредност, односно када постане „искоришћени аутомобил“, било да је у такав статус дошло услед старости и губитка функција, било да је дошло до високог степена уништења у саобраћајној незгоди;
- када власник привремено или трајно не жели да користи возило из било којих разлога;

Уколико је сагласно законима државе могуће да власник након дерегистрације задржи аутомобил и након што возило изгуби употребну вредност, онда је неопходно да са њим даље поступа у складу са прописима. Конкретно, са гледишта заштите животне средине апсолутно је неприхватљиво да искоришћени

аутомобил буде ускладиштен на начин који није предвиђен законском регулативом из ове области.

3.17 Рециклажа отпадног материјала из ELV

Рециклажа отпадног материјала од моторних возила током животног циклуса возила одвијала се и раније, првенствено од отпада насталог у току производње аутомобилских делова (струготина, отпаци лима). Коначну рециклажу је вршио ИНОС Београд, сада Центар за рециклажу Београд. Сакупљање и примарну обраду овог отпада у бившој Групи Застава вршила је Застава РЕОМАТ (одстрањивање уља, балирање).

Садашње стање рециклаже је системски реализовано за делове од гвожђа и челика и за део обојених метала (олово, цинк, бакар). Рециклажа осталих материјала са моторних возила из свих фаза животног циклуса се одвија спорадично и без било каквих системских решења. Да би се истражило стање рециклаже моторних возила у Србији, неопходно је прибавити следеће податке и информације:

- о инфраструктури за рециклажу материјала са моторних возила на крају животног циклуса: гвожђе и челик, обојени метали, пластични материјали, стакло, гума, и др.
- о укупној количини и структури рециклираних материјала у току године,
- количини и структури материјала која се користи за производњу моторних возила.

Како се у Србији нигде не воде посебни подаци о рециклажи *ELV* ове податке није било могуће прибавити.

3.18 Добијање/повраћај енергије

Део отпадних материјала са моторних возила, који није подложен рециклажи, а може се сагорети, служи за добијање топлотне или електричне енергије. То су, пре свега, одређене врсте пластике, гума, текстил, фарба, али и преостало гориво и уља. Да би се истражило стање добијања енергије неопходно је прибавити информације о:

- постојећој инфраструктури енергана и погона за сагоревања отпада од моторних возила,
- укупној количини енергије добијеној сагоревањем отпада са моторних возила,

Како се у Србији нигде не воде посебни подаци о повраћају енергије ове податке није било могуће прибавити.

3.19 Трајни отпад

Део отпада који настаје током животног циклуса моторног возила је трајни отпад који се не може нити рециклирати нити сагорети (укључујући и високотоксичан отпад). Међутим, тренутно стање у Србији је да све компоненте моторног возила на крају животног циклуса које нису од метала остају као трајни отпад, а то је око

(30 - 40)% од укупне масе возила. Да би се сагледало и документовало право стање трајног отпада од моторних возила неопходно је прибавити следеће информације о:

- укупној количини и структури коначног отпада,
- инфраструктури депонија за одлагање трајног отпада.

Како се у Србији нигде не воде посебни подаци о трајном отпаду ове податке није било могуће прибавити.

4. СИСТЕМ РЕЦИКЛАЖЕ *ELV* У СРБИЈИ

4.1 Управљање производњом са аспекта отпада

Производња моторних возила са аспекта процеса производње условно може се поделити на:

- производњу компонената,
- производњу шкољке/шасије,
- производњу мењача и вешања, и
- производњу мотора и монтажу моторног возила.

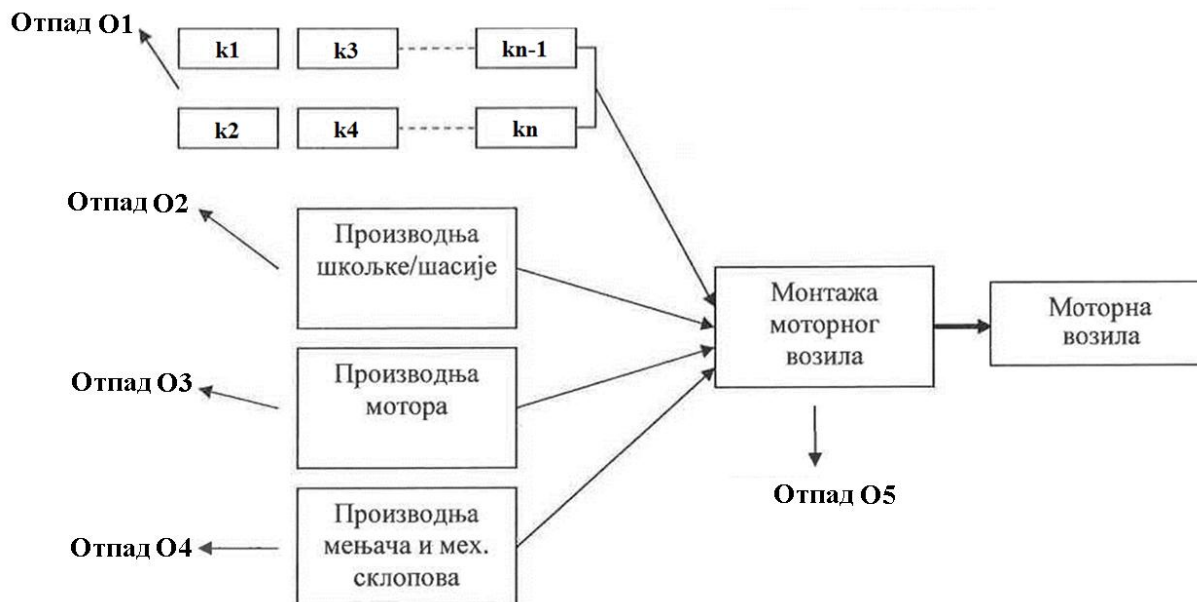
Стога је неопходно пратити информације о количини и структури отпада по јединици производа током производње (шкољка, мотор, возило) и степен рециклаже отпада. С друге стране треба пратити податке и информације о енергетској ефикасности производње производа (шкољка, мењач, мотор, возило) за све типове моторних возила која се производе у земљи:

- путнички аутомобили,
- привредна возила (камиони, аутобуси),
- трактори, и
- мотори који се производе у земљи.

С друге стране, променом програма производње и доласком инопартнера (*FIAT* и други) долази до гашења производње националних возила и бесмислености прибављања ових података од непостојећих предузећа.

Стање отпада и будући трендови се морају дефинисати на основу праваца развоја технологија производње и материјала у *FIAT*-у, *Opel*-у (ГМ) и њихових стратегија одрживог развоја. Као што се види са слике 4.1, начелно, отпад се генерише у пет кључних процеса производње моторних возила. Ради поређења укупни отпад се своди на јединицу производа (путнички аутомобил, камион, аутобус, трактор-марка, модел) - kg /моторном возилу или, пак, % у односу на укупну масу моторног возила.

Ово је важна карактеристика моторног возила, јер улази у збир укупног отпада који се генерише током читавог животног циклуса моторног возила, као и ради утврђивања степена одрживог коришћења природних ресурса и одрживог развоја аутомобилске индустрије Србије. Поуздано се зна да преостали произвођачи моторних возила у Србији (Застава камиони, ФАП, ИКАРБУС, ИМТ и други) имају веома низак степен енергетске ефикасности - вишеструко већу потрошњу енергије kWh /произведеном моторном возилу него остали произвођачи у свету. Увећана потрошња енергије доводи до стварања велике количине отпада и великих загађења у индустрији енергије (ископ и прерада примарних енергената, добијање финалне енергије).



Слика 4.1 Генерисање отпада у процесу производње моторног возила

При том знамо да се у Србији највећи део електричне енергије добија у термолектранама, а оне су енормни загађивачи природне средине. Зато је неопходно, без обзира на обим производње, спроводити мере унапређења енергетске ефикасности. Како ће се ово реализовати са иностраним фирмама (*FIAT*, Opel, ИВЕКО, и др.), остаје за период кад те фирме успоставе активну производњу у Србији.

4.2 Управљање експлоатацијом моторних возила

4.2.1 Управљање експлоатацијом моторног возила са аспекта отпада

Управљање моторним возилима у експлоатацији је важан процес у којем, према подацима из 2006. године, учествује 1.818.128 моторна возила и 103.654 прикључних возила. Од тога се само 25% може сматрати новим моторним возилима. Тако, 75% моторних возила у Србији захтева појачано одржавање током експлоатације, што узрокује вишеструко повећано генерисање отпада у односу на нова возила. У 2008. години у Србији је било регистровано 2.274.770 моторних возила свих типова.

Од 2007. године, посматрано са техничког аспекта, безбедности и екологије, неопходна је замена 120.000 јединица годишње (моторна возила на крају животног циклуса - 6,24% од возног парка).

Отпад моторних возила у експлоатацији се генерише у процесима:

- транспорта/кретања (олово, издувни гасови, цурење уља, хабање гума),
- стандардног одржавања моторних возила (замена истрошених делова, склопова, радних флуида) у:
 - сервисним организацијама,
 - транспортним организацијама (сопствени погони за одржавање возног парка),
 - регистрованим приватним радионицама (аутомеханичари, лакирери, аутоелектричари),
 - нерегистрованим приватним радионицама.

4.2.2 Одржавање хигијене моторног возила

Одржавање хигијене моторног возила (уље, нафта/бензин, олово и гума у прљавштини, отпадне воде — које се углавном изливају у кишну или градску канализацију) у:

- сервисним организацијама,
- транспортним организацијама,
- перионицама.

4.2.3 Репарација компонента, агрегата, возила

Репарација моторних делова, склопова, агрегата и моторних возила врши се у:

- сервисним организацијама,
- посебним предузећима за репарацију делова и склопова,
- предузећима за репарацију комплетног моторног возила.

4.2.4 Хаварије и удеси

Хаварије и удеси током експлоатације су генератор отпада: у којима је долазило до делимичне и/или потпуне хаварије моторног возила или шкољке/шасије

Да би се дошло до аргументованих података о укупној количини отпада у току експлоатационог века моторног/их возила, неопходно је:

- снимити мрежу сервиса у Србији (за домаћа и страна возила),
- снимити мрежу транспортних организација,
- прикупити податке о регистрованим радионицама за поправку моторних возила,
- проценити број нерегистрованих радионица,
- прикупити податке о броју радњи за прање односно одржавање хигијене моторних возила,
- прикупити податке о броју специјализованих фирми за репарацију делова, склопова, агрегата и моторних возила.

Након снимка стања инфраструктуре, могуће је одређеним методама симулације одредити приближну количину генерисаног отпада од моторних возила у току једне године у Србији.

Процес који генерише значајне количине отпада су удеси у саобраћају који доводе до потпуне хаварије моторног возила, које се након удеса одлаже на отпад и не пролази кроз процес одржавања или репарације. Зато је неопходно утврдити број возила која се на тај начин повлаче из експлоатације.

Са Сlike 4.2 се јасно види да током експлоатације моторних возила настају отпадне (загађујуће) материје које се трајно депонују (смештају) у природну средину: атмосферу, воду (водена тела) и тло. Јасно је да су моторна возила, са више аспеката, велики загађивачи животне средине.



Слика 4.2 Процес генерисања отпада током експлоатације моторних возила

4.3 Животни циклус моторног возила

Потребно је и прибављање информација и података од домаћих произвођача шта се планира на новим и постојећим возилима у циљу обезбеђења одрживог развоја, еколошкости, демонтаже и рециклаже.

4.3.1 Еко материјали

Односи се на материјале пријатељске према животној средини:

- конструктивне,
- горива,
- електронске материјале.

Међутим, због веома ниске производње домаћих аутомобила и одсуства било каквог озбиљнијег развоја, нејасне будућности (јер транзиција још увек траје), активности на развоју нових уградбених материјала одсуствују. Ове податке треба тражити од инопартнера у моменту кад започну са реализацијом потписаних уговора.

4.3.2 Одрживе технологије

Односи се на прибављање података и трендова од произвођача моторних возила у Србији за следеће технологије:

- коришћења природних ресурса (руде, енергија, биомаса),
- производње,
- одржавања у експлоатацији,

- расклапања,
- рециклаже материјала,
- повраћаја енергије,
- складиштења трајног отпада.

И у овом случају због стања у аутомобилској индустрији Србије, одсуства озбиљнијег развоја технологија, нема активности које би створиле основе за одрживи развој и одрживу производњу моторних возила. Али од будућих инопартнера, када започну реализацију уговор и пројеката те информације треба тражити.

4.3.3 Дизајн за рециклажу

Дизајн за рециклажу односи се на лакоћу демонтаже делова и склопова, еколошке материјале и њихову потпуну рециклабилност, високу енергетску ефикасност у целокупном производном и животном циклусу моторног возила:

- производња
- експлоатација
- на крају животног циклуса
- одрживо коришћење ресурса

На Слици 4.3 Приказана је визија рециклаже у наредним деценијама, која има више циљеве од ЕУ директиве: *Directive 2000/53/EC on End of Life Vehicles*.

Поред података о размишљањима за будућност, од произвођача треба прибавити програме и планове активности које се већ спровode или планирају да се у наредне три године спроведу (*FIAT*, евентуално *Opel*).



Слика 4.3 Рециклажа моторних возила пријатељска за животну средину

Према *Wongdeethai* [2006] одлучивање о нивоу рециклабилности производа зависи од:

1. Објективних критеријума
2. Стратегијског излаза,
3. Екстерне контроле.

Имајући у виду *EU* легислативу до 2000. год, одлука о нивоу рециклабилности зависи од трошкова, утицаја на животну средину и перформанси производа. Посебно је значајан аспект утицаја на животну средину, који се остварује помоћу:

- „чисте технологије“
- концепта дизајна за *X (DFX)* где је *X* рециклажа
- индустријске екологије (*IE*)
- интегрисаним менаџментом ланцем супстанци/*ISCM-integrated Substance Chain*
- оценом животног циклуса (*LCA*)
- промишљањем животног циклуса- *Life-Cycle Thinking*
- оценом трошења материјала и енергије (*EMA*)
- оценом ризика на животну средину (*Environment Risk Assessment - ERA*)
- оцена утицаја на животну средину (*environment impact assessment – EIA*)
- провером животне средине (*Environmental Auditing – EAu*)
- вредновање перформанси животне средине (*Environmental Performance Evaluation – EPE*)
- анализом тока супстанци (*Substance Flow Analysis- SFA*)
- тотални менаџмент квалитета животне средине (*total quality environmental management – TQEM*)
- анализом линије производа (*product line analysis – PLA*)

При развоју концепта производа погодног за рециклажу, према *Alonso* [2004] треба одговорити на следећа питања:

- како смањити време и трошкове демонтаже?
- колики је оптималан проценат демонтаже?
- како решити логистичке проблеме?
- како унапредити одвајање различитих фракција пластике?
- да ли је могуће наћи купце за фракције пластике?
- како унапредити процес рециклаже метала ради добијања „чистијих“ фракција?
- који је оптимални сценарио за *ELV* са аспекта животне средине и економије?
- да ли је могуће користити „интелигентне“ материјале за унапређење процеса демонтаже?

Према *VDI 2243* [2002], технички критеријуми за рециклажу су:

- погодност за рециклажу материјала
- компатибилност својстава за рециклажу
- могућност идентификације

- материјали критични за рециклажу
- загађивачи и опасне материје
- могућност препознавања
- могућност приступа
- могућност спајања
- варијетет (разноврсност) спајања
- време демонтаже
- процес рециклаже.

Поред ових критеријума, постоје и критеријуми дизајна према животној средини.

4.4 Повлачење искоришћених моторних возила на крају животног циклуса

У Србији се дерегиструје (одјави) моторно возило на крају циклуса и то је крај сваког праћења. О таквом возилу нико више не води рачуна, ни дотадашњи власник ни произвођач, ни држава. Та возила су препуштена нестручним лицима која „скидају“ неовлашћено делове и склопове и која не врше претходну стручну детоксикацију возила. На тај начин наносе велику штету животној средини у којој се моторно возило налази. Повлачење *ELV* захтева:

- повлачење из експлоатације моторних возила,
- повлачење истрошених делова и склопова (током експлоатације),
- повлачење МВ ван ланца – нерегуларно, и
- делови добављача.

4.5 Регулатива за моторна возила на крају животног циклуса у Србији

4.5.1 Власници моторних возила (нових, искоришћених)

Овде је кључни проблем запостављеног питања последњег власника моторног возила. Наиме, сваки власник моторног возила у експлоатацији нема законску обавезу за одлагање искоришћеног возила. Тако он користи возило и када га дерегиструје и потом одлаже било где (на улици, на травнате површине, у дворишту, у јаруге, потоке, реке, у шуми, а најређе на некој уређеној депонији). С друге стране, не постоји институција/е нити законска обавеза прихватања таквих возила.

4.5.2 Законска акта за моторна возила на крају животног циклуса у Србији

Најважнији закони и подзаконска акта, важни за рециклажу искоришћених аутомобила су:

Закон о заштити животне средине [Сл. гласник РС, бр. 66/91; 83/92; 53/93; 67/93; 48/94; 53/95 и 135/04], који обавезује важне привредне субјекте да се старају о отпаду који настаје по завршетку технолошког процеса. Закон о поступању са отпадним материјама [Сл. гласник РС, бр. 25/96 и исправка

26/96], који успоставља систем поступања са отпадима који се могу користити као секундарне сировине (спаљивање, складиштење и рециклажа) и уређује поступање са отпадним материјама. Осим тога овим Законом је успостављен институционални оквир оснивањем Агенције за рециклажу. Закон о интегрисаном спречавању и контроли загађивања животне средине [Сл. гласник РС, број 135/04], којим је између осталог обухваћено и начело одрживог развоја које подразумева ефикасније коришћење ресурса и смањење количине отпада. Закон о стратешкој процени утицаја на животну средину [Сл. гласник РС, бр. 85/07] којим се уређују услови, начин и поступак вршења процене утицаја одређених планова и програма на животну средину. Закон о процени утицаја на животну средину [Сл. гласник РС, бр. 135/04], којим се уређује поступак процене утицаја за пројекте који могу имати значајне утицаје на животну средину, садржај студије о процени утицаја на животну средину, учешће заинтересованих органа и организације и јавности, прекогранично обавештавање за пројекте који могу имати значајне утицаје на животну средину друге државе, надзор и друга питања од значаја за процену утицаја на животну средину. Правилник о поступању са отпадима који имају својство опасних материја [Сл. гласник РС, бр. 12/95], који дефинише-и класификује отпад у складу са Базелском конвенцијом, начин привременог складиштења на локацији произвођача, критеријуме за избор локације за складиштење, неопходне техничке услове, вођење евиденције о опасном отпаду и др. Правилник о критеријумима за одређивање локације и уређење депонија отпадних материја [Сл. гласник РС, бр. 54/92], који прописује критеријуме за одређивање локација и уређење депонија отпадних материја у циљу заштите животне средине. Правилник о условима и начину разврставања, паковања и чувања секундарних сировина [Сл. гласник РС, бр. 55/2001], који садржи листе и каталог отпада усклађен са европским документима, уз прописан садржај Документа о разврставању отпада и Документа о преузимању отпада. Уредба о управљању отпадним уљима [Београд, јун 2008], којом се успоставља систем сакупљања отпадних уља ради рециклаже или одлагања, заштите животне средине и здравља људи. За сада у земљи не постоји ниједан законски акт који непосредно регулише проблематику моторних возила на крају животног циклуса.

4.5.3 Законска акта за моторна возила на крају животног циклуса у Европској унији

Аутомобили као круна савремене цивилизације, један су од највећих загађивача планете, како током производње и експлоатације тако и на крају животног века (огромне депоније аутомобила). Депоније аутомобилског отпада прете да у овом веку затрпају градове и сва насељена места. Оне су и велики загађивачи животне средине (радне течности, гуме, тешки метали, пластика). Депоније дотрајалих аутомобила било да су уређене или дивље представљају ружну слику пејзажа насеља и њиховог природног окружења.

С друге стране, ове депоније су извор вредних сировина и то:

- висококвалитетних челика и ливеног гвожђа,
- алуминијума,
- обојених метала,
- племенитих метала,
- пластике,

- гуме,
- стакла.

Имајући све ово у виду Европска унија је донела директиву *End of Life Vehicles Directive (ELV) 2000/53/EC* којом се регулишу статус возила на крају животног циклуса и обавезе произвођача моторних возила.

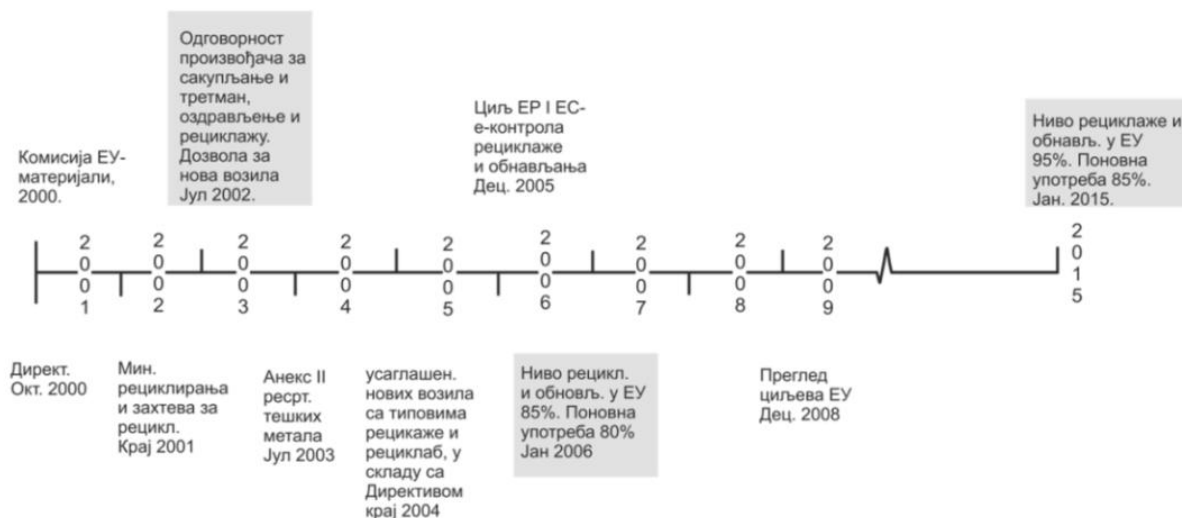
Суштина директиве се своди на обавезу вођења статистике и управљања возилима на крају животног циклуса. Као на пример у Немачкој, што је приказано на слици 4.4. То подразумева:

- о обавезност вођења статистике,
- статистика, база података о возилима на крају животног века,
- мерење односно процена количина различитих материјала садржаних у овим возилима,
- вођење статистике о третману ових возила.



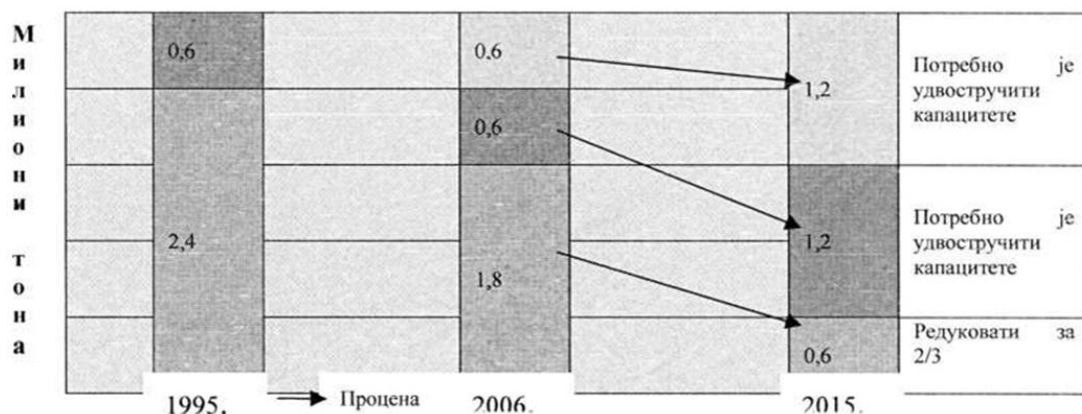
Слика 4.4 Приказ вођења основне статистике о путничким аутомобилима у Немачкој

Друга изузетно важна особина Директиве је обавезност рециклаже возила на крају животног века. Она је првенствено обавезујућа за произвођаче друмских моторних возила. Динамика рециклаже дефинисана директивом је дата на следећем дијаграму, Слика 4.5.



Слика 4.5 Временски ток активности за примену директиве: End of Life Vehicles Directive [2000/53/EC]

Из приказаног резултата истраживања примене *ELV* директиве ЕУ види се да законодавство у Србији и њена аутомобилска индустрија касне пуних шест година у односу на ЕУ када су у питању возила на крају животног века (Слика 4.6).



Слика 4.6 Илустрација циљева *ELV* Директиве

Анализом трендова са Сlike 4.6 утврђене су мере које ће обезбедити следеће циљеве:

- Да најкасније до јануара 2006. сва возила на крају животног века искористе и обнове уз минимално увећање до 85% тежине возила и години. У оквиру овог времена лимит за поновно коришћење и рециклажу треба увећати минимално на 80% од тежине просечног возила и години.
- Да најкасније до јануара 2015. сва возила на крају животног века искористе и обнове уз минимално увећање до 95% тежине возила и години. У оквиру овог времена лимит за поновно коришћење и рециклажу треба увећати минимално на 85% од тежине просечног возила и години (табела 4.1).

Табела 4.1 Учешће фракција у *ELV* [TRL, 2003]

Материјал / фракција	Kg по тони возила на крају животног века		
	2002	2006	2015
Гвожђе	680	680	650
Остали материјали	80	80	90
Пластика и полимери	100	100	120
Пнеуматици	30	30	30
Стакло	30	30	30
Батерије	13	13	13
Флуиди	17	17	17
Текстил	10	10	10
Гума	20	20	20
Остало	20	20	20
Укупно	1000	1000	1000

Енергетска ефикасност у случају примене ове директиве се огледа:

- кроз мању потрошњу енергије за добијање квалитетних материјала из отпада (челици, обојени материјали, племенити метал и сл.) у односу на добијање истих од полазних сировина,
- добијање енергије сагоревањем дела материјала из аутомобилског отпада.

4.5.4 NVO покрети у Србији

Невладине организације (NVO) које се баве заштитом животне средине, важан су фактор у покретању иницијатива и за заштиту и унапређење животне средине и њиховој реализацији. Оне могу бити од помоћи у овом пројекту у смислу подршке и притиска на владине институције да се и суштински почне решавати питање рециклаже моторних возила на крају животног циклуса. Оне за своје иницијативе, као по правилу, користе медије чиме се остварује и подршка јавности за проблеме на које оне указују.

У Србији је у овом тренутку регистровано више од 300 еколошких организација и удружења, што је завидна снага. Нажалост, списак еколошких организација у Србији није ажуран, а Министарство за државну управу и локалну самоуправу га још увек није поставило на свом сајту.

4.5.5 Модели фондова (средстава)

Фондови односно извори финансирања у Србији који могу да подрже активности на успостављању система рециклаже моторних возила на крају животног циклуса су:

1. државни буџет,
2. фондови за животну средину,
3. средства из предузећа,
4. фондови из приватног сектора,
5. програми инвестирања,
6. локални буџети,
7. стране инвестиције, зајмови (Светска банка),
8. страни јавни фондови.

Препоручује се да је у Србији неопходно направити знатну измену у смислу финансирања пројеката у области животне средине. Финансијски терет за област екологије требало би да се пребаца са државног буџета на загађиваче и кориснике (истакнути фондови, финансирање од стране предузећа), и путем подизања фондова на тржишту (применом тржишних инструмената, повољних зајмова, потпуне примене принципа “загађивач плаћа” и компензације за еколошке штете, итд.), општинско финансирање и ефикаснију употребу страних фондова.

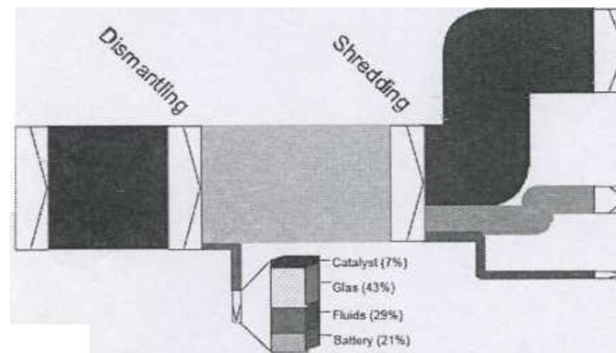
4.6 Технолошка и организациона решења и трендови

Како у Србији не постоји системски приступ проблематици рециклаже *ELV* то ће овде бити приказан садашњи општи модел рециклаже у свету уз кратак осврт на оно што се од поступака спроводи или не спроводи у Србији.

Кораци у процесу третмана *ELV* (слика 4.7) су:

- преузимање *ELV* од последњег власника
- сакупљање и складиштење,
- одстрањивање полутаната/токсичних материја,
- демонтажа/ растављање/репарација,
- шрединг/ дробљење,
- операције након шрединга/ дробљења,
- поновно коришћење/опоравак /рециклажа,
- коначни отпад (спаљивање, одлагање на земљу).

Од 2006.: максимално 15% од тежине просечног возила може бити финални отпад.
Од 2015.. максимално 5% од тежине просечног возила може бити финални отпад.



Слика 4.7 Приказ третмана *ELV*

4.6.1 Преузимање моторног возила на крају животног циклуса од последњег возача

Код преузимања моторног возила се одвијају следећи процеси:

1. Давање сагласности од последњег власника, при чему се:
 - врши оцена возила (комплетност, старост, и тсл.),
 - добија сертификат за демонтажу/деструкцију возила.
2. Идентификација возила, што подразумева:
 - издавање пратећих докумената за возило,
 - утврђивање опсега мреже демонтажера,
 - записивање путем софтвера.

4.6.2 Сакупљање и складиштење искоришћених моторних возила

Сакупљање искоришћених моторних возила ради веома мали број професионалних организација у Србији. То углавном раде Роми (најмасовније) и остали појединци. Роми сакупљају и остали аутомобилски отпад, као што су акумулатори и остали делови и склопови који припадају моторним возилима и који се изграђују у току одржавања моторног возила у експлоатацији. Наравно да се овде ради о примитивним технологијама сакупљања и транспорта. Најчешће се од старих моторних возила, њихових делова и склопова праве дивље депоније које немају никакве услове за безбедно складиштење, а транспорт се обавља уз расипање полутаната (уља, расхладне течности и др.).

При том, у потпуности изостају активности из тачке 4.6.1

4.6.3 Центар за расклапање искоришћених моторних возила

Од свих центара у Србији за расклапање моторних возила, а веома их је мало, само пар центара има неке почетне технолошке услове за обављање овог посла (Шолц - Београд, Ниш). У центрима за расклапање/ демонтажу моторних возила на крају животног циклуса се одвијају две основне групе процеса, и то: уклањање полутаната и демонтажа делова, склопова и агрегата, док је репарација као процес у потпуности запостављена. У центру за расклапање Шолц - Београд одвија се и процес дробљења (шрединг) шкољке. Остали центри то не раде

а) Технологија уклањања полутаната

Када искоришћено возило стигне у центар за расклапање, складишти се на прописно обезбеђеном складишту. Након убацивања у погон моторно возило се усмерава на технолошку линију за одстрањивање полутаната.

У овом погону се на потпуно безбедан начин одстрањују:

- моторно уље,
- транснаизменично уље,
- уље из механизма за управљање,
- расхладна течност,
- течност за прање стакала,
- флуиди за климатизацију,
- гориво (бензин, дизел, гас),
- кочионо уље,
- акумулатор,
- ваздушни јастук (експлозивна смеша),
- катализатори,
- Остали флуиди и компоненте које садрже опасне супстанце (*Hg*, *Cd*, *Pb* и др.)

Уклоњени полутанати и компоненте са опасним супстанцама се сакупљају у одговарајућа средства и транспортују у организације на рециклажу или на за то предвиђене депоније.

На основу истраживања утврђено је да се то у Србији обавља, у највећем броју случајева, на дивљим депонијама, а полутанати се расипају по околини или у водотокове. У жељи за стицањем новца нико о штетним последицама по природну средину и здравље становништва и не размишља. Процес дивљег сакупљања и употребе искоришћених моторних возила је снажно интензивираан након спровођења приватизације железаре у Смедереву „US Steel“ и покретањем производње (јефтина и високовредна сировина за производњу челика).

Наравно да се овако систематизован поступак у вези са полутанима спроводи у земљама ЕУ, док се у Србији директно или индиректно испушта у водотокове или језера. Индиректно, када се полутани испуштају на тло, било где у околини, а онда се спирањем (киша, снег) транспортују у водотокове и затим продиру до подземних вода, при чему их трајно загађују.

Чињеница је да регистровани центри, колико толико, сакупљају токсичне материје, али у неадекватна средства и уз неадекватно складиштење.

б) Демонтажа искоришћеног моторног возила

Након уклањања полутаната и компоненти са опасним материјама, возило се усмерава у погон за демонтажу. Са искоришћеног моторног возила се скидају сви делови, склопови и агрегати који се могу репарирати, као и рециклабилни неметални делови. Након тога шкољка / шасија се балира у циљу транспорта до организације за дробљење. Нажалост, и овај процес се у Србији углавном одвија на дивљим депонијама или се уопште и не спроводи. Делове, склопове и агрегате најчешће скидају (или од сакупљача купују) приватне радионице за поправку аутомобила. Балирање шкољки /шасија обавља пар центара уз веома мали претходни претретман

4.6.4 Процес дробљења искоришћеног моторног возила/ шкољке/ шасије

Када је у центру за расклапање извршена припрема истрошеног моторног возила за дробљење, оно се транспортује у Центар за рециклажу Београд на дробљење. Након дробљења, врши се примарна сепарација на гвоздене метале, остале метале и неметале. Затим се врши секундарна сепарација где се издвајају: бакар, алуминијум, месинг, бронза, олово, цинк, магнезијум, гума и пластика (сл. 4.12). Технологије сепарације су:

- магнетна сепарација,
- вртложна сепарација, и
- ручно или аутоматско сортирање.

Сепарирани материјали се усмеравају ка центрима за рециклажу, а нерезициклабилни отпад се усмерава на одговарајућу депонију.

Подаци о количинама измрвљеног и селектованог материјала, као и трајног отпада у току задњих три до пет година се могу добити од Центра за рециклажу Београд.

Ове фракције из процеса мрвљења *ELV* могу се користити за даљу прераду.

У Србији се остатак од мрвљења (20 - 30%) одлаже као отпад и то, углавном, на неадекватан начин.

4.6.5 Центри за рециклажу материјала

У Србији постоји преко 300 организација које се баве сакупљањем и прерадом отпадних материјала. Међутим, добар део материјала које садрже моторна возила не прерађује нико од њих или се то ради у мањем обиму и, углавном, са неадекватним технологијама.

Рециклажа метала се може у основи поделити на рециклажу гвоздених материјала (ливено гвожђе и челик) и рециклажу осталих материјала (алуминијум, олово, цинк, итд.). Гвоздени материјали (око 60% до 70% од укупне масе возила) се усмеравају према железари („*Železara Smederevo*“) или мини челичанама (за производњу високолегираних челика) или се извозе железарама у окружењу.

Такође, врши се и рециклажа алуминијума, олова, цинка и бакра (Крагујевац, Инђија, Сомбор - олово, цинк; Севојно - алуминијум, бакар; итд).

За сада се, према спроведеним истраживањима не врши рециклажа композита (њега ће у наредном периоду бити све више, с обзиром да се масовније уграђује на савременим аутомобилима).

Рециклажа неметалних материјала обухвата:

1. Рециклажа пнеуматика
2. Рециклажа стакла

4.7 Учесници у процесу рециклаже моторних возила на крају животног циклуса

На основу легислативе ЕУ и легислативе других земаља у свету извршено је проширивање одговорности за *ELV*, пре свега, за произвођаче моторних возила, али и за све друге учеснике у индустрији и коришћењу моторних возила.

4.7.1 Индустрија моторних возила (произвођачи, добављачи)

Индустрију моторних возила Србије у овом тренутку представљају:

- *FIAT* Србија,
- Група Застава возила (у чијем саставу су Застава камиони),
- ФАП Прибој,
- ИКАРБУС Београд,
- ИМТ Београд,
- ИМП Раковица,
- компонентисти моторне индустрије у Србији.

Проширење одговорности подразумева бригу произвођача о моторним возилима и компонентама до краја њиховог циклуса односно њихове рециклаже. То, поред осталог, подразумева и развој нових производа који уважавају захтеве лаке демонтаже и потпуну рециклажу материјала од којих је производ и саграђен, као и читав низ других захтева везаних за екологију.

Наведена предузећа и групе предузећа мораће у наредном периоду да се у потпуности укључе у проблематику *ELV* и да обезбеде реализацију високог нивоа рециклаже својих производа.

4.7.2 Продајна мрежа и сервис

Продајна мрежа (сервисне организације и дилери), као и све фирме које се баве одржавањем моторних возила (првенствено сервис, али и приватне радионице) мораће да се укључе у информациони систем о моторним возилима и да изграде и одржавају информациони подсистем о експлоатацији моторних возила (уља, замена делова на крају животног циклуса, поправке, репарација делова и склопова), као и спровођење активности усмеравања отпада ка центрима за рециклажу.

4.7.3 Увозници/извозници моторних возила

Увозници/извозници моторних возила морају бити повезани са информационом системом моторних возила Србије. Они индиректно преузимају проширену одговорност за моторна возила која увозе и дужни су да у сарадњи са иностраним

произвођачем обезбеде мониторинг током читавог њиховог циклуса, укључујући и крај животног циклуса моторног возила.

4.7.4 Индустија рециклаже моторних возила на крају животног циклуса (демонтажа, дробљење, материјали)

Индустија рециклаже *ELV* Србије, која се оснива одлуком Владе Србије од марта 2009., је у обавези да развије информациони подсистем за *ELV* и да прати свако моторно возило од момента његове deregистрације и повлачења из експлоатације, закључно са токовима рециклираних материјала од моторних возила.

С друге стране, мора да успостави интегрисани правно - финансијски систем и уведе ред у овој области, како би могли систематизовано да се прате сви ефекти рециклаже *ELV* (финансијски, економски, еколошки).

4.7.5 Министарство за заштиту животне средине

Влада Републике Србије мора законодавно и финансијски да уреди област рециклаже *ELV*, како би цео систем могао да оптимално да функционише. При том Министарство за заштиту животне средине, Министарство унутрашњих послова и Министарство саобраћаја треба да међусобно уреде односе (deregистрација, власништво, предаја на рециклажу, транспорт и транспортна документација) везане за управљање са *ELV*.

Агенција за рециклажу мора бити задужена за мониторинг *ELV*, све до финалне рециклаже материјала. Такође, мора да успостави инспекцију рада предузећа у овој области

4.7.6 Оснивање Асоцијације за рециклажу моторних возила на крају животног циклуса Србије

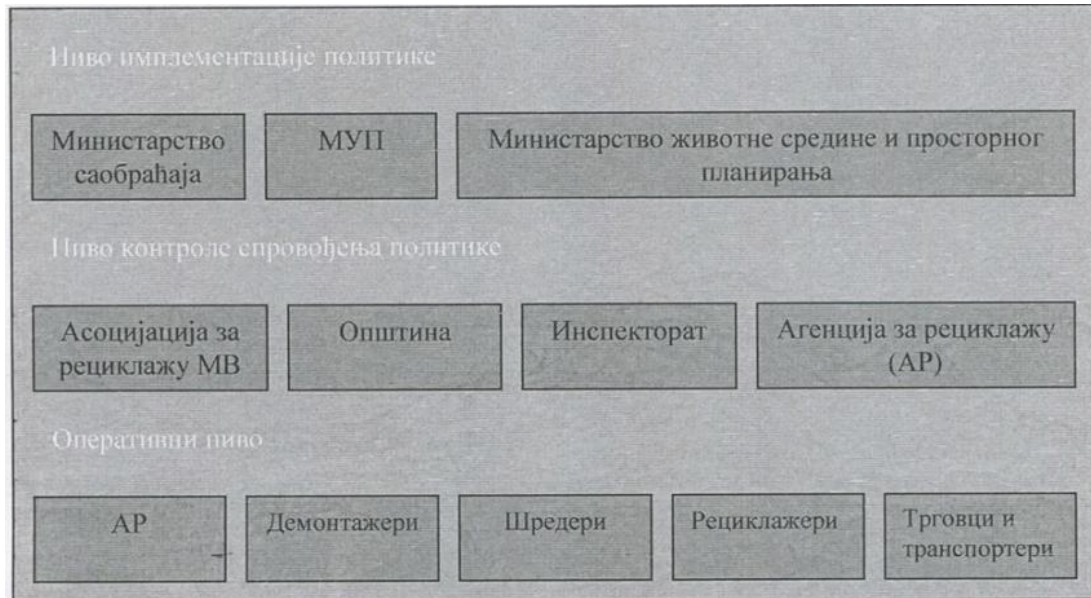
У циљу даљег развоја и координисања свих активности у области рециклаже *ELV*, неопходно је формирана Асоцијација за рециклажу *ELV* Србије. У Асоцијацију треба да се укључе сви заинтересовани фактори у држави.

4.7.7 Савез експерата за заштиту животне средине

У циљу праћења утицаја моторних возила у читавом животној циклусу на животну средину треба иницирати повезивање експерата, који ће својим експертским знањима помоћи да се оствари високо ефектан и ефикасан систем рециклаже *ELV* и минимизира њихов негативни утицај на животну средину и здравље људи.

4.8 Процес управљања/мониторинга МВ на крају животног циклуса

Процес управљања рециклажом МВ *ELV* обухвата све процесе рециклаже и све нивое управљања у држави. То најбоље илуструје графички приказ на слици 4.8.



Слика 4.8 Укључени у мониторинг ELV

Од марта 2009. године Одлуком Владе Србије приступа се организованој рециклажи МВ и то на пилот пројекту од 5.000 искоришћених путничких аутомобила. Наравно да је национални систем рециклаже моторних возила у повоју и са много мањкавости, које треба у ходу наредних месеци и година отклањати. Да би се направило поређење постављеног система са оптимално потребним у даљем тексту је дата анализа управљања системом рециклаже истрошених моторних возила.

4.8.1 Имплементација политике рециклаже

Ниво имплементације политике је обухватио:

- Министарство саобраћаја и телекомуникација - одговорно за мониторинг МВ (није укључено)
- Министарство унутрашњих послова - одговорно за регистрацију/дерегистрацију (није укључено)
- Министарство задужено за животну средину и управљање отпадом (укључено у рециклажу 5.000 истрошених путничких аутомобила)
- имплементацију одлуке Владе Србије,
- мониторинг извршења одлуке у складу са националним законодавством (које није адекватно),
- извештавање Владе Србије о реализацији активности рециклаже.
- ниво контроле спровођења политике:
- администрацију МУП-а и дерегистрација - потврда о дерегистрацији
- општина је одговорна за давање еколошке дозволе транспортној организацији за превоз
- Инспекторат контролише превознике - да ли су добили еколошке дозволе за транспорт
- Агенцију за рециклажу прати и извештава о токовима отпада - превозу у оквиру Србије и извозу (тренутно је укинута).

Овај ниво контроле у Србији у потпуности одсуствује (чак и у активностима везаним за Уредбу о рециклажи 5.000 истрошених путничких аутомобила).

На оперативном нивоу Републичка агенција за рециклажу врши:

- мониторинг токова отпада до демонтажера МВ *ELV* у целокупном ланцу рециклаже,
- контролу укупне рециклиране масе (тежине),
- мониторинг квалитета материјала за рециклажу,
- израда и достављање извештаја Министарству о перформансама рециклаже,
- демонтажери, шредери и трговци/ превозници морају уредно да уносе податке о квантитету материјала, а који треба да буду расположиви за инспекторат, и
- о транспорту целокупног отпада мора бити обавештена Агенција за рециклажу.

Овај ниво контроле рециклаже *ELV* у Србији се у потпуности одсуствује.

Да би се боље приказао систем управљања рециклажом *ELV*, анализираће се пракса. Холандије која је дала добре резултате.

4.8.2 Дерегистрација и отуђивање возила

Корак 1 је дерегистрација и читавање бар кода *ELV* Дерегистрација:

- *on line* извештавање Агенције за рециклажу (АР),
- давање демонтажеру дела кредита, и
- захтев од њега да демонтажу хазардних материјала обави сходно уговору.

Очитавање бар кода:

- то је део обавезног административног посла за АР,
- посебно развијен за потребе мониторинга, и
- праћење *ELV* све до шрединга.

4.8.3 Демонтажа/ расклапање и прибављање докумената

Корак 2 је демонтажа 20 хазардних и нехазардних материјала На слици 4.9 је дат списак свих хазардних и нехазардних материјала који се морају обавезно изградити у процесу предтретмана демонтаже *ELV*. такође, дате су и максималне вредности ових материјала по просечном возилу (на основу вишегодишњег искуства) што је јако погодно за планирање руковањем, пре свега, хазардним материјалима.

Поред 19, наведених позиција додат је и ваздушни јастук (*airbag*) јер он спада у групу ризичних склопова и веома проблематичних за рециклажу.

Трећи корак је сакупљање докумената за транспорт и рециклажу. Он обухвата:

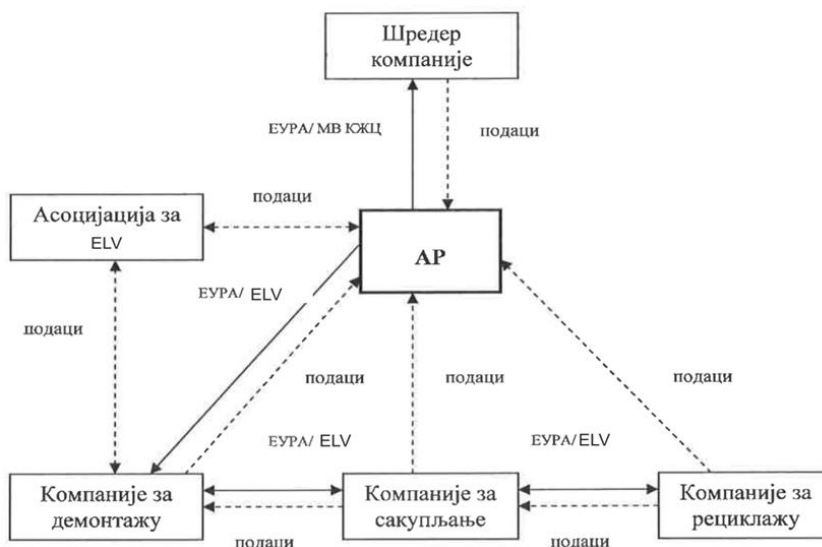
- сакупљање докумената од свих оператора квантитет материјала је усаглашен
- контролу преко сајта, АР особље контролише материјал и књиговодство преко сајта оператора најављено и ненајављено

- оцену квалитета материјала, који је круцијалан код исплате износа за рециклажу
- ако је књиговодство у реду исплата се обавља
- исплату за робу и услуге
- исплату од пореза за одлагање за новорегистровано возило.

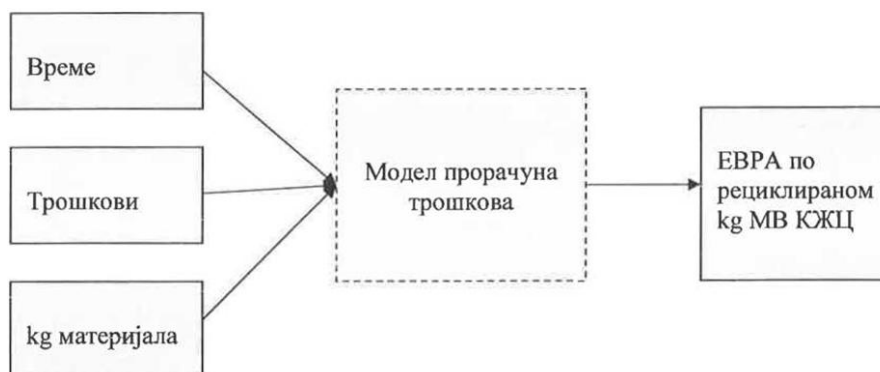
	Хазардни материјал	Макс. по ELV	
C1	1. Батерије	12,3 кг	Обавезна демонтажа у складу са директивом ЕУ и законом Холанд.
	2. Раскладна течност	3,3 кг	
	3. Резервоар гаса	12,0 кг	
	4. Уље и филтри за уље	5,1 кг	
	5. Средство за клима уређај	0,01 кг	
	6. Гориво	5,0 кг	
	7. Кочионо уље	0,3 кг	
C ¹	8. Течност за прање стакла	1,1 кг	Обавезна демонтажа у складу са законом Холандије
	9. Спољне гуме	29,5 кг	
	10. Унутрашње гуме	0,1 кг	
C ²	11. Стакло (укљ. фаровс)	25,0 кг	Обавезна рециклажа, али начин није прописан
	12. Маска хладњака	0,4 кг	
	13. РР и РС браници	5,7 кг	
	14. Радкапне	0,8 кг	
	15. PUR пена	7,1 кг	
	16. Влакна од кокоса	0,5 кг	
	17. Кедери	7,7 кг	
	18. Сигурносни појасеви	0,5 кг	
	19. Баркод	0,003 кг	
	20. Воздушни јастук*	130 л	

Слика 4.9 Учешће хазардних материјала у ELV

На слици 4.10 приказани су токови података и новца у Холандији, а на слици 4.11 финансијски модел рециклаже.



Слика 4.10 Токови података и новца



Слика 4.11 Финансијски модел

4.9 Инфраструктура за рециклажу искоришћених моторних возила

У Србији постоји асоцијација за рециклажу моторних возила, уз подршку инфраструктуре предузећа која се баве рециклажом различитих материјала.

4.9.1 Стање индустрије рециклаже у Србији

Број предузећа у Републици Србији регистрованих у бази података за послове сакупљања, третмана, увоза и извоза отпада (фебруар 2009. година), приказан је у табели 4.2.

Табела 4.2 Број предузећа која се баве рециклажом отпада у Србији

	Округ	Број предузећа
01	Град Београд	64
02	Шумадијски	08
03	Борски	07
04	Браничевски	03
05	Јабланички	02
06	Јужнобанатски	09
07	Јужнобачки	30
08	Колубарски	10
09	Мачвански	10
10	Моравички	25
11	Нишавски	23
12	Пчињски	10
13	Пиротски	04
14	Подунавски	07
15	Поморавски	16
16	Рашки	04
17	Расински	02
18	Севернобачки	09
19	Севернобанатски	05
20	Средњебанатски	08
21	Сремски	11
22	Топлички	05
23	Зајечарски	03
24	Западнобачки	04
25	Златиборски	15
	У Републици Србији	294

У табели 4.3 приказан је број предузећа према врсти отпада.

Табела 4.3 Број предузећа у Републици Србији регистрованих у бази података према врсти отпада (фебруар 2009. година)

Рециклажа металних отпадака и остатака од:	Рециклажа неметалних отпадака и остатака од:	Рециклажа посебних врста отпада	Коришћење отпада ко-инсинерацијом	Бр.предузећа
гвожђа и челика, обојених метала и њихових легура (бакар, алуминијум,				206
олова (оловни акумулатори)				04
	отпадака и остатака			16
	отпадака и остатака текстила			06
	отпади, струготине и остаци гуме			14
	отпадака и остатака пластичних маса			29
	стакленог крша			02
		отпадна уља која нису погодна за првобитну намену		01
		отпадна мешавина и емулзије уље/вода и угљоводоници вода		-
		отпадна јестива уља и масти		01
		отпади од рафинисања нафте; отпади од уља и остатака течних горива		02
		рециклажа тонер касета		08
		рециклажа електронског и електричног отпада		03
		отпадне коришћене флуоросцентне цеви и други отпад који садржи живу, одбачена опрема која садржи хлорофлуороугљоводонике, отпадне коришћене батерије (никелкадмијумске, са живом, алкалне), отпад из фотографске индустрије (отпадни фотографски филм и папир, отпадни раствори развијача, активатора и средстава за фиксирање)		01

Рециклажа металних отпадака и остатака од:	Рециклажа неметалних отпадака и остатака од:	Рециклажа посебних врста отпада	Коришћење отпада ко-инсинерацијом	Бр.предузећа
		отпадни антифриз		01
		компостирање		02
			истрошене пнеумат. гуме	01

У сакупљању и рециклажи *ELV* учествују и јавна комунална предузећа која се баве сакупљањем и рециклажом отпада следећих индексних бројева:

- 191202 - метали који садрже гвожђе
- 191203 - обојени метали 170203 - пластика
- 030308 - папир
- 160103 - гума - струготине од гуме 150103 - дрвена амбалажа
- 191205 – стакло (табела 4.4)

Табела 4.4 Јавно комунална предузећа која се баве рециклажом

Предузеће	Адреса; телефон/факс	Индексни број отпада	
„ЈКП Градска Чистоћа, Рециклажно двориште“	Београд, Вишњичка 556	011/782-132	191202, 170203, 030308
„ЈКП Чистоћа“	Нови Сад, Сентандрејски пут 3	021/443-611	191202, 191203, 170203, 030308, 160103
„ЈКП Крушевац“	Крушевац, Јасички пут 66	037/423-026	191205, 030308, 170203
„ЈКП Комуналац“	Смедерево, Ђуре Јакшића 1	026/221-611	
026/223-277	191203, 170203, 030308		
“ЈКП Чистоћа, РЈ Хигијена“	Сомбор, Раде Дракулића 12	025/25-299	
025/24-326	170203, 160103, 150103		

Као што се из наведеног прегледа види у Србији не постоји ниједна фирма која се бави рециклажом моторних возила. Међутим, развијена је солидна инфраструктура предузећа која може да прихвати рециклажу отпадних материјала који настају током процеса монтаже истрошеног моторног возила.

4.9.2 Покретање иницијативе за успостављање система рециклаже моторних возила на крају животног циклуса у Србији

- а) Уредба Владе Србије о рециклажи *MB ELV* (март 2009.) - успостављање инфраструктуре за рециклажу

У циљу поспешивања развоје производње путничких возила у Србији, Влада је донела програм „старо за ново“, који подразумева замену 5.000 истрошених аутомобила за возила марке *FIAT* Пунто. Истрошена возила су намењена рециклажи. Овом Уредбом влада покреће развој индустрије рециклаже моторних возила на крају животног циклуса.

Упутством су предвиђене следеће обавезе:

1. Оператер који обавља рециклажу отпадних возила мора да поседује:
 - Записник републичке инспекције за поступање са опасним и осталим отпадом којим се утврђује испуњеност услова оператера за обављање рециклаже отпадних возила. Републички инспектор утврђује поштовање мера заштите животне средине утврђене студијом утицаја на животну средину (да ли је обезбеђена заштита од загађења ваздуха, вода, земљишта) у складу са утврђеном чек листом која је саставни део овог документа).
 - Решење о давању сагласности на Студију о процени утицаја на животну средину или Решење о ослобађању од израде Студије о процени утицаја на животну средину, сагласно Закону о процени утицаја на животну средину ["Сл. гл. РС" 135/04] и Уредби о Листи пројеката за које је обавезна процена утицаја и Листе пројеката за које се може захтевати процена утицаја на животну средину ["Сл. гл. РС" 114/08], или Решење о сагласности на детаљну анализу утицаја објеката односно радова на животну средину, прибављену до доношења Закона о процени утицаја на животну средину - издато до 28.12.2004. године.
 - Оператер мора обавезно да поседује опрему за пресовање или уситњавање возила.
2. Локација на којој се врши рециклажа отпадних возила, поред општих одредби дефинисаних Правилником о условима и начину разврставања, паковања и чувања секундарних сировина [„Сл.гл.РС“ бр. 55/01], треба да:
 - Поседује место где се врши расклапање возила ; мора да поседује непропусну подлогу као и да буде снабдевен опремом за сакупљање просутих течности, сепаратором уља и масти и средствима за одмашћивање.
 - Поседује затворено складиште за одстрањене резервне делове, укључујући складиште са непропусном подлогом за замашћене делове, које омогућује заштиту од спољашњих утицаја.
 - Обезбеди одговарајуће наменске контејнере за чување акумулатора.
 - Обезбеди одговарајуће посуде максималне запремине 200 литара, или резервоаре са танкванама за одвојено чување испуштених течности и то: горива, моторног уља, уља из трансмисионих склопова, хидрауличног уља, течности из хладњака, уља из система за кочење, као и све друге течности и опасне материје које су садржане у отпадном возилу.
 - Има одговарајући простор за складиштење отпадних гума на ком су гуме уредно сложене на начин да се омогући несметан приступ у случају пожара

- Посуде и резервоаре обележи у складу са прописима
 - Издвојене делове разврста и уредно сложи
 - Постројење за третман отпадних возила мора да испуњава и друге услове утврђене законом и другим прописима, а нарочито у погледу мера за спречавање, смањење и отклањање могућих штетних утицаја на животну средину.
3. Оператер је дужан да одмах по преузимању отпадног возила уклони акумулатор, потенцијално експлозивне делове и резервоар течног гаса ако је уграђен у возило.

Оператер је дужан да из отпадног моторног возила издвоји неопштећене делове отпадног возила који се могу поновно употребити (половни делови).

Из отпадног возила мора се издвојити и одвојено сакупити:

- гориво;
 - моторно уље;
 - уље у трансмисионом систему (мењач и диференцијал)
 - хидраулично уље, укључујући и уље из амортизера
 - течност за хлађење;
 - течност из система за кочење;
 - и друге течности и опасне материје, уколико их отпадно возило има.
4. Пре третмана отпадног возила на хидрауличној преси или машини за уситњавање, из расклопљеног отпадног возила морају се издвојити делови, које након уситњавања није могуће издвојити ради даљег третмана, и то:
- катализатор;
 - метални делови који садрже бакар, алуминијум и магнезијум;
 - гуме и делови од пластичних материјала (браници, инструмент табле, резервоар за течности и др.);
 - стакла.
5. Оператер који врши рециклирање отпадних возила је дужан да:
- раздвојене компоненте доставља оператерима који су овлашћени за прераду и сакупљање такве врсте отпада.
 - води уредну документацију о преузимању и разврставању, у складу са Правилником о условима и начину разврставања, паковања и чувања секундарних сировина [„Сл.гл.РС“ бр. 55/01].
6. Републички инспектори за поступање са опасним и осталим отпадом су обавезни да оператере који врше рециклажу отпадних возила обавесте о оператерима који испуњавају прописане услове за обављање рециклаже (сакупљање, прерада, извоз) поступање са издвојеним појединих врстама отпадака и остатака које се јављају при рециклажи отпадних возила.

Овако уређени поступак рециклаже 5.000 истрошених моторних возила у Србији реализоваће:

- А1 - Оператери за демонтажу и шрединг (укупно 10), и
- А2 - Предузећа за рециклажу материјала (укупно 8).

Основна примедба за сва предузећа укључена у рециклажу моторних возила (у првом кораку путничких аутомобила) је да не поседују:

- одговарајуће стандарде,
- упутства за демонтажу,
- упутства за безбедност на раду (аир баг, уља, гас, киселине, и сл.),
- обучене кадрове,
- адекватан простор и опрему за смештај возила и отпада,
- адекватне технологије,
- уопште не поседују технологије за многе врсте материјала, и сл.

Међутим, треба поздравити активност Владе на вољи да се успостави инфраструктура за рециклажу МВ *ELV*, а да се затим врши унапређење система.

4.9.3 Упоредна анализа рециклаже моторних возила (ЕУ, Јапан, САД,..)

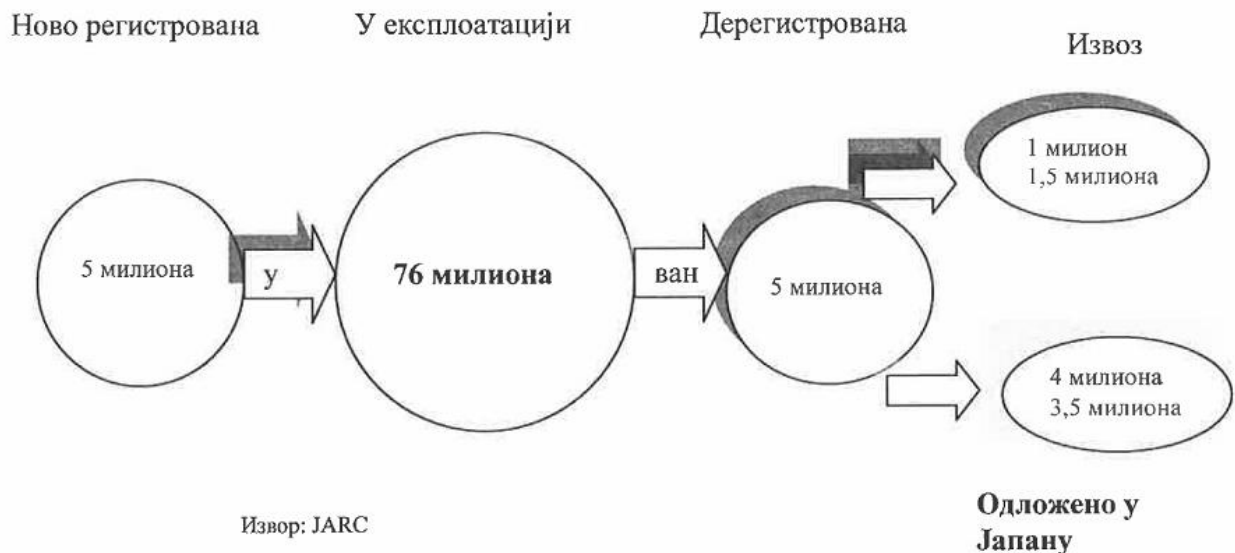
У циљу бољег сагледавања значаја рециклаже *ELV* у овом поглављу ће бити дат приказ стања рециклаже МВ у развијеним земљама, пре свега, у Јапану, Немачкој, Италији и САД. У Табели 4.5 статистички приказано је опште стање *ELV* за наведене земље и ЕУ.

Табела 4.5 Статистика *ELV* [МУП Србије, 2009]

Статистика земље - годишња	Европска Унија	Јапан	САД
Производња (аутомобила и камиона)	16 - 18 милиона возила	9 - 10 милиона возила	15 - 17 милиона возила
Возила у експлоатацији	200 милиона	око 50 милиона	200 - 210 милиона
Ново регистрована	14,0 - 14,5 милиона	5,0 - 5,5 милиона	15,0 - 15,5 милиона
Дерегистрована возила	14,0 - 14,5 милиона	око 5 милиона	13,5 - 14,5 милиона
Здробљено/ рециклирано возила	7,0 - 8,0 милиона	4,0 - 4,5 милиона	12,5 - 13,5 милиона
Бачено/ на залихи возила	око 5 - 7%	око 1%	око 6%
Извоз коришћених	3,0 - 3,5 милиона	0,5 - 1,0 милиона	није познато
Просечна тежина возила	1000- 1200 кг	1000-1200 кг	1200- 1400 кг
Садржај бакра и легура бакра	1,0-2,2%	није познато	1,4-1,5%

4.9.4 Стање рециклаже у моторних возила у Јапану

Као што се види са графичког приказа на слици 4.12 у Јапану се сваке године из експлоатације повуче око 5 милиона моторних возила. Од тога се 1 милион извезе у земље Азије, а око четири милиона рециклира. Тренутно се у Јапану искористи више од 85% од укупне масе возила (рециклажа, поновно коришћење, повраћај енергије, а план је да се до 2015, искористи 95% масе истрошених возила. Поједини произвођачи (Тојота, Нисан) разрађују стратегију искоришћења истрошених моторних возила без остатка „Zero Landfill“.



Слика 4.12 Тржиште аутомобила у Јапану (2000.-2006.)

Тако Тојота развија стратегију под радним називом: „Од масовне производње/ масовне потрошње до „редукције, поновно коришћења и рециклаже“ (*Toyota*).

Јапанска држава у складу са иницијативама произвођача и потребом успостављања одрживог развоја започиње пројекат изградње одрживог на рециклажу оријентисаног друштва. У складу са тим изграђени су или се граде еко- индустријски паркови, а увелико се ради на пројектима еко-градова, у којима више неће бити отпада, већ ће се из њих добијати многи корисни материјали и енергија. Идеја је да се оствари принцип нултог отпада „Zero Waste“:

Да би се ови принципи остварили код истрошених моторних возила (>95% искоришћења) превиђено је следеће:

- мере за спречавање илегалног одлагања *ELV*,
- промоција дизајна моторног возила пријатељског за животну средину,
- промоција ЗК (редукција, поновно коришћење, рециклажа),
- одређивање исплата за рециклажу,
- утврђивање стопе за поновно коришћење делова или репроцесираних материјала (стопа рекомерцијализације),
- развој ефикасног система за сакупљање и транспорт *ELV*,
- ширење информација код корисника/купаца,
- одређивање улоге постојећих оператора за рециклажу,
- развој нових технологија рециклаже (за рециклажу остатка од шрединга, композите, PVC, PUR пену, и др.).



Слика 4.13 Јапански модел изградње одрживог друштва кроз рециклажу

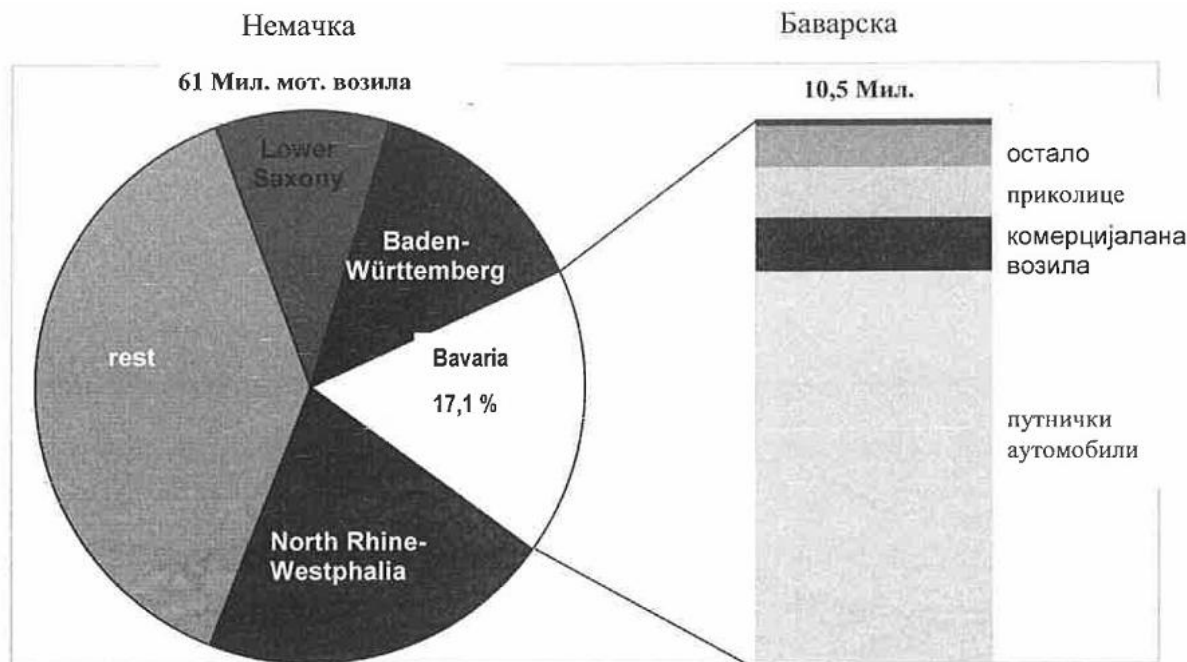
У Табели 4.6 је дат преглед рециклаже остатка од шрединга/дробљења па се на основу приказаних резултата може закључити да се ради о изузетним резултатима, јер овај остатак, углавном, садржи тешко рециклабилне компоненте и токсичне материје.

Табела 4.6 Приказ рециклаже А5К за фискалну 2006

	Toyota	Honda	Nissan	Mazda	Mitsubishi	Fuji Heavy
МВ третир. према акту - Акт 28	828.467	289.062	549.051	172.561	285.800	174.877
Потпуна рециклажа МВ	128.234	44.184	86.389	23.112	33.088	22.140
Укупно	956.701	333.246	635.440	195.673	318.888	197.017
% потпуно – потпуно рециклиран МВ	13,4	13,3	12,4	11,8	10,4	11,2
Степен рециклаже <i>ASR</i>	65,7	68,6	73,9	70,1	70,4	75,0

4.9.5 Стање рециклаже моторних возила у земљама ЕУ (Немачка, Италија, Холандија)

Као пример добре праксе биће анализирано стање рециклаже *ELV* у Баварској. Са Сlike 4-14 види се да је да је број регистрованих моторних возила 2007. у Баварској износио 10,5 милиона, што је 17,1% од укупног броја регистрованих моторних возила у Немачкој. У структури моторних возила преовлађују путнички аутомобили.



Source: Federal Motoring Authority, Central Vehicle Register

Слика 4.14 Структура регистрованих возила у Баварској

Постшрединг третман и повраћај од остатка шрединга у Баварској је био 2005. године:

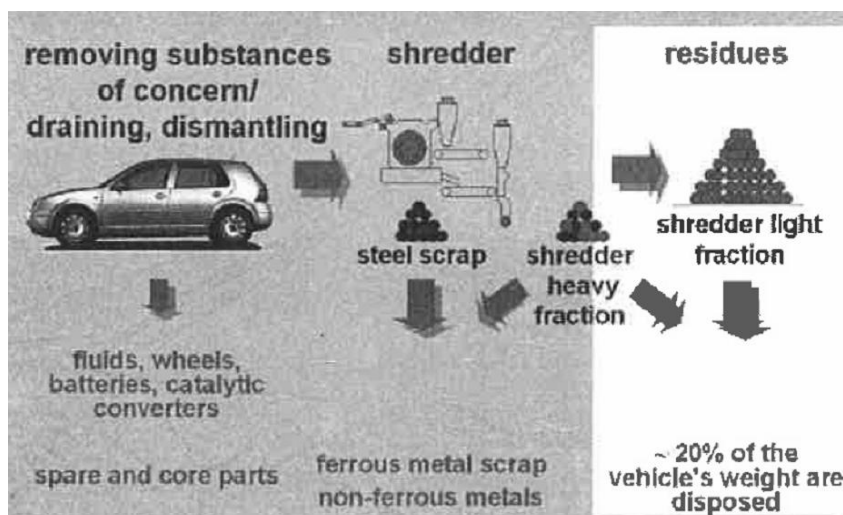
- 12.000 тона остатка од шрединга *ELV*,
- 800 — 1,100 тона фракција гвоздених метала (топљење метала),
- 4.300 - 6.800 тона минерала, лаких органских фракција (за подлоге на земљи)
- 4.300 - 6.800 тона високо органских фракција (рециклажа - пластични гранулат, инцинерација/ спаљивање)

или приближно:

- (7 -9)% фракција гвоздених метала,
- (36 - 57)% лаких органских фракција,
- (36 - 57)% високо органских фракција.

Сагоревање отпада у Баварској:

- обавља се у 16 енергана,
- 12 енергана у потпуности испуњавају критеријуме енергетске ефикасности у складу са Директивом 2006/12/ЕС Европске уније,
- производи се 2,7 милиона MWh/god. топлотне енергије,
- производи се 1,1 милион MWh/god. електричне енергије,
- укупни капацитет је 3 милиона тона отпада годишње, максимално може да се сагорева (0,1 - 0,3) милиона тона шрединг отпада годишње,
- таксе су: (130 - 140) ЕВРА/тони ASR.



Слика 4.15 Садашња ситуација у третману возила на ELV у Немачкој

Са датог графичког приказа се види да је отпад од ELV у овом тренутку приближно 20% од тежине моторног возила (слика 4.15). Имајући ово у виду, Немачка мора да уложи велики напор да оствари постављени циљ: 95% од укупне тежине возила мора да буде искоришћено (у складу са директивом ЕУ за ELV), најкасније 2015. године.

На слици 4.15 дата је организациона шема система за рециклажу ELV у Италији коју је изградио FIAT. Овде се уочавају две кључне тачке система: Група FIAT и Асоцијација ауторизованих демонтажера. Иначе, FARE систем је заправо скраћеница од FIAT ауто рециклажа

У Табели 4.7 дат је преглед уграђене пластике за различите моделе аутомобила FIAT.

Табела 4.7 Фамилије полимера у различитим моделима FIAT-а (% од укупне тежине пластике)

Полимери	FIAT Tipo	FIAT Bravo
Полиуретан	14%	10%
PMMA	2%	2%
Стирен	4,5%	-
Поликарбонат	1%	-
Полиосифенил	3%	-
Полиамид	6,6%	5,5%
Фенолик	0,5%	-
Полиестер ВМС	3%	-
Композити	7%	5%
Термопластични полиестер	1,5%	3,5%
РУС	7%	3,5%
Ацетал смоле	2%	-
Полиетилен	10%	13,5%
Полипропилен	36%	49%
Остали	3%	1,5%

4.9.6 Стање рециклаже моторних возила у САД

У САД се 75% аутомобилских материјала, првенствено метала рециклира, док се осталих 25% , односно око 5 милиона тона/годишње остатка од шрединга који се

јако мало рециклира. У САД има 12.000 центара за демонтажу *ELV*, око 200 шредера и око 20.000 рециклажера (Табела 4.8).

Табела 4.8 Подаци о структури материјала возила Ford Taurus 2004.

Материјали	Маса у кг	Проценти
Гвоздени метали	1008,28	70,37
Пластика	154,41	10,78
Негвоздени метали	141,43	9,87
Еластомери	68,71	4,80
Неоргански материјали	40,91	2,86
Остало	17,45	1,22
Органски материјали	1,66	0,12
Маса возила (без флуида)	1432,86	100,0

Из табеле 4.8 се види структура материјала на просечном америчком возилу, са увећаном масом и учешћем пластике.

5. ОДРЖИВОСТ РЕЦИКЛАЖЕ МОТОРНИХ ВОЗИЛА НА КРАЈУ ЖИВОТНОГ ЦИКЛУСА

5.1 Парадигме одрживости и одрживог развоја

5.1.1 Одрживи развој

Ове парадигме су настале у другој половини XX века као одговор на све већи број становника, потрошњу енергије као и њену производњу. То је за последицу имало већи ниво загађења животне средине.

Глобализација је присутна и организације се морају прилагодити њеним захтевима. За то је потребно одређено знање, посебно из области која је повезана са пословањем организације. Једно од кључних области знања односи се на одрживи развој. Према *Choncri* [2007] одрживи развој је процес у којем се остварују потребе садашње и будућих генерација при чему се не смањује резилиенс природних и животних ресурса, као и интегритет и безбедност друштвених система. У овој широкој дефиницији препознају се потпроцеси који се односе на: (1) животну средину, (2) економске активности, (3) државу, и (4) социјалне системе.

Ако би се одрживост посматрала у онтолошком смислу, она се састоји из:

- домена активности,
- димензија проблема и решења, и
- координираних активности за решавање истих.

Домени одрживости се могу поделити у четири групе и то:

- демографски домен:
 1. популациона динамика,
 2. урбанизација,
 3. миграција и дислокација,
 4. потрошња, и
 5. неостварене основне потребе.
- домен енергије и природних ресурса:
 6. коришћење енергије,
 7. коришћење земље и шума,
 8. коришћење воде и извора воде,
 9. пољопривредне и руралне активности.
- домен усмерен на технологије:
 10. трговина и финансије,
 11. индустрија и израда,
 12. мобилност и транспорт,
- домен избора и одлучивања:
 13. конфликти и ратови, и
 14. владе и институције.

Ових 4 домена са укупно 14 субдомена чине концептуални оквир одрживости.

У оквиру сваког домена разликују се димензије, које према расту сложености чине:

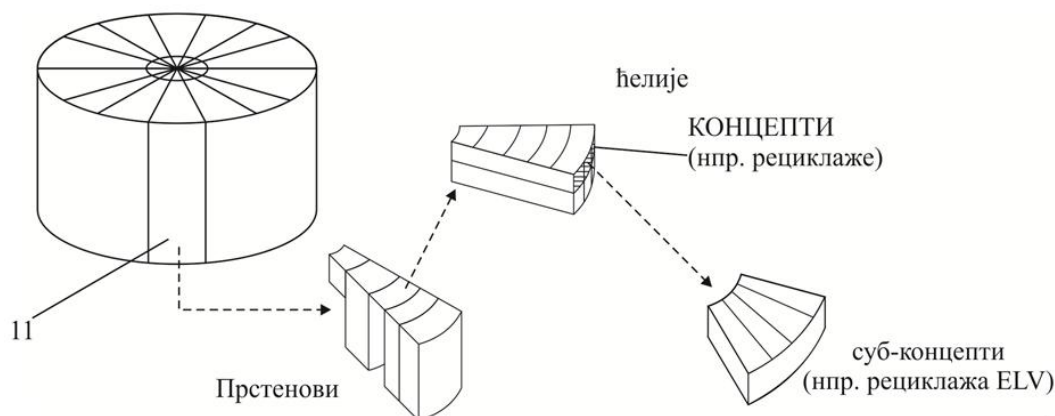
1. активности,
2. проблеми,
3. техничка решења,
4. одрживост решења, и
5. међународни одговори (слика 5.1).



Слика 5.1 Домени и димензије у концептуалном оквиру одрживог развоја

За остваривање ових домена и димензија развијене су бројне глобалне стратегије одрживости.

У моделу одрживог развоја сваки од суб-домена се може приказати као кружни исечак одређене висине (слика 5.2) који има више димензија (прстенова). Исти се даље може поделити на ћелије, који представљају концепте, а ови на суб-концепте.



Слика 5.2 Повезивање елемената концептуалног оквира

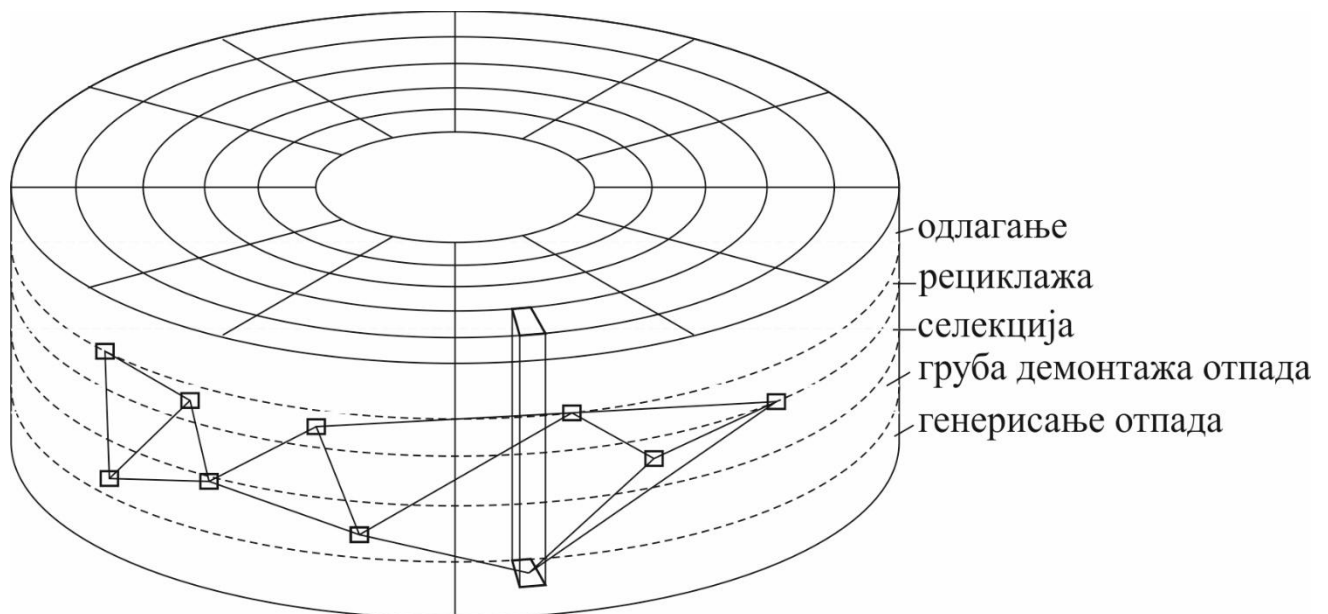
Поред могућности реализације, овај концептуални оквир одрживог развоја омогућује да се спајају елементи из различитих димензија и домена. То практично значи да је могуће сваки део овог великог мозаика, повезати са другим, што се наравно односи и на рециклажу *ELV* [Denison & Ruston, 1990].

Посебно треба истаћи домен потрошње у области проблема одрживости у којима се дефинише акумулирање отпада: (1) по врсти отпада, (2) типу отпада, (3) просторним условима и дистрибуцији отпада, (4) мобилности отпада и (5) ефекту акумулације отпада. У овом домену у 3. поглављу (Научна и техничка решења) дефинишу се управљање и минимизирање отпада кроз: (1) третман (поступак) са отпадом, (2) прикупљање отпада, (3) приступ смањивању отпада и (4) унапређење процеса.

Између субдомена рециклаже *ELV* и осталих субдомена постоје релације ентитета рециклаже, које су приказане у дубини цилиндра одрживог развоја (слика 5.3). На тај начин се остварује мапирање одрживости, у овом случају рециклаже *ELV*.

Одрживост у дужем периоду се не може остварити без развоја одговарајуће инфраструктуре, која се може остварити преко следећих опција:

- генерисањем развоја, развојем основне инфраструктуре,
- успостављањем значајније трговине, притиском на постојећу трговину, и
- креирањем глобалне снаге, посебно у вези са новим технологијама.

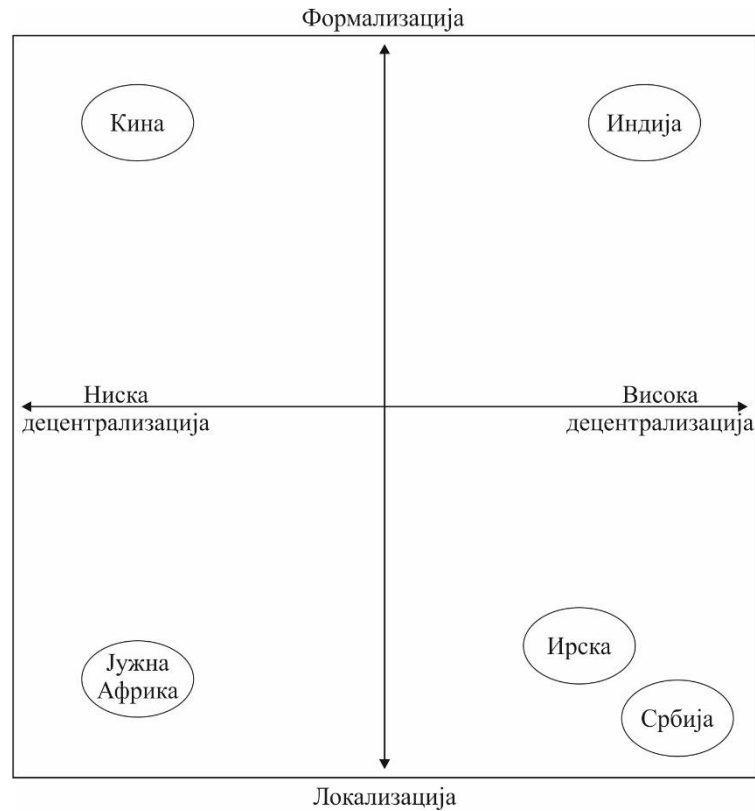


Слика 5.3 Мапирање ентитета рециклаже *ELV*

У овом концепту рециклажа *ELV* се појављује у стратегији одрживог развоја, кроз алтернативне сценарије:

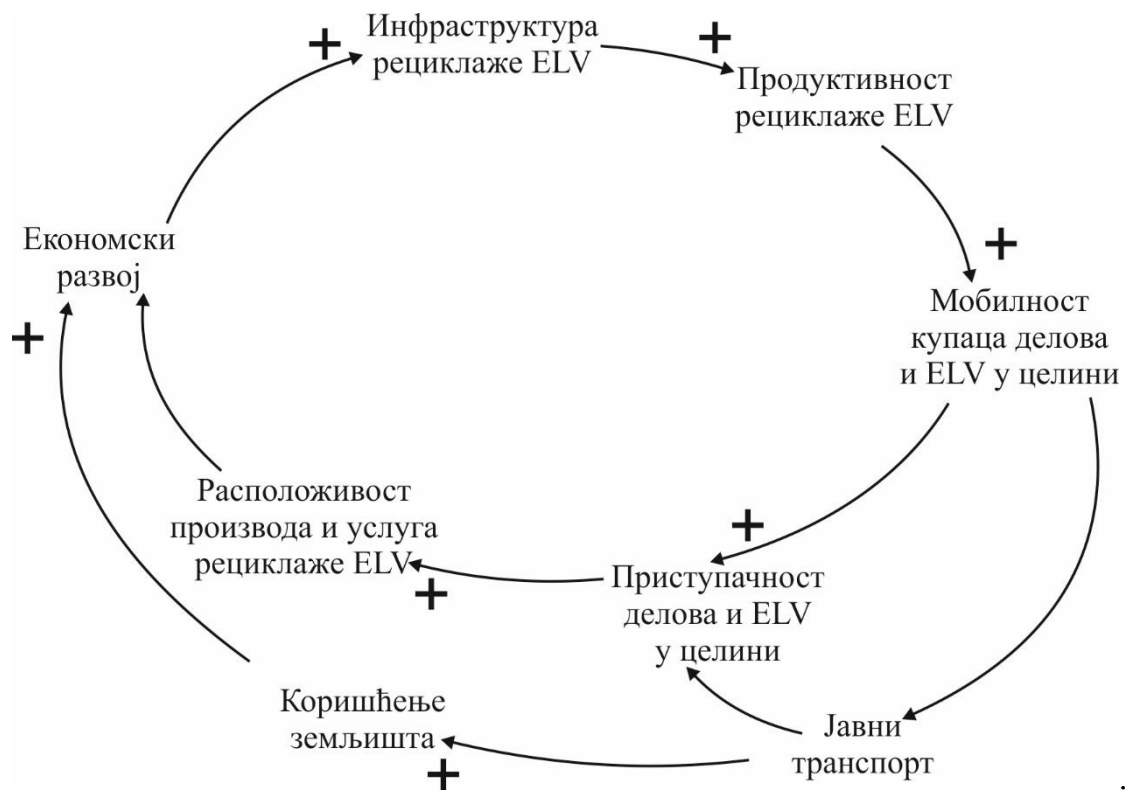
- производњу за домаће потребе,
- извоз ресурса,
- повећање запослености,
- унапређење животне средине, и
- енергетска одрживост.

Са аспекта формализације и централизације инфраструктуре, разликују се положаји земаља (слика 5.4), посебно у области рециклаже *ELV*.



Слика 5.4 Разлике у децентрализацији и формализацији инфраструктуре рециклаже (адаптирано према

Процењен је положај Србије у десном доњем квадранту. Инфраструктура утиче на продуктивност и економски развој, као на слици 5.5.



Слика 5.5 Утицај интерактивне рециклаже ELV на економски развој државе

У овом моделу све релације су са позитивним знаком, што значи да се међусобно суперпонирају и са релативно малим парцијалним повећањима, укупан ефекат на економски развој је врло значајан.

У раду *Robèrt et al.* [2002] анализирани су алати за стратегијски развој, полазећи од нивоа:

1. друштвени и еко-системски,
2. одрживост са:
 - а) условима рада система,
 - б) дематеријализацијом и супституцијом,
 - с) продуктивношћу ресурса, отпадом, заузимањем земљишта, рециклабилношћу и другим аспектима утицаја на животну средину.
3. стратегија, у области:
 - а) реинвестирања,
 - б) друштвених промена,
 - с) политичких промена.
4. акције које се спроводе помоћу алата на 5. нивоу,
5. алати.

Поред тога, аутори су дефинисали принципе одрживог развоја, наглашавајући стратешко инвестирање у природни капитал, уз унапређење друштвених и економских перформанси.

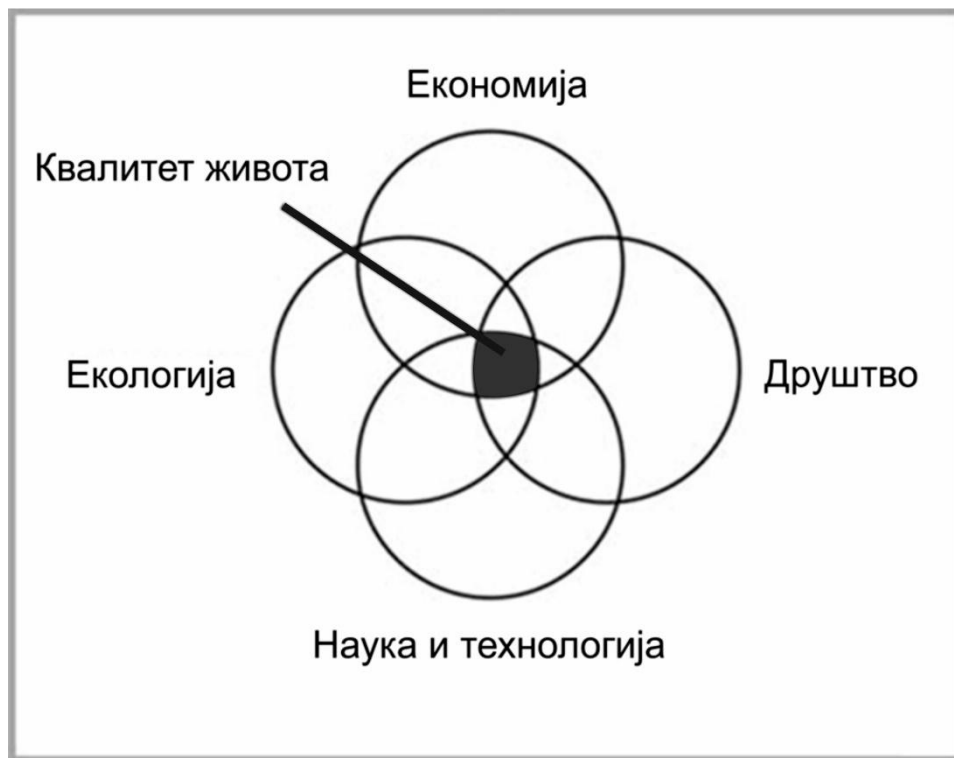
5.1.2 Одрживи развој и квалитет живота

Квалитет људског живота не зависи само од економског стања, већ и од многих других фактора, који обухватају физичко и ментално здравље, друштвену сигурност, друштвене институције (здравствене, образовне, судске), политичку стабилност и животну средину. У неким високо развијеним земљама опада безбедност на улицама, што становници тих регија оцењују као значајно за смањење квалитета живота. У другим срединама, висок ниво економског развоја друштва често је у контрадикцији са слободом појединца, његовим слободним и професионалним и другим ограничењима.

Очигледно, морамо преиспитати друштвене и индивидуалне вредности. Проблем је врло сложен јер, се посматра људско биће и друштво и његове институције.

Индикатори квалитета живота се развијају тако да се добије обухватна статистика на националном нивоу која је шира од традиционалних макроекономских индикатора. Системски приступ треба да покаже динамику државе у њеној социјалној, економској, еколошкој и научно-технолошкој области битним по квалитет живота. Разматрање димензије живота укључује: образовање, запосленост, енергију, животну средину, здравље, људска права, доходак, инфраструктуру, националну безбедност, јавну безбедност, рекреацију и заштиту, науку, знање и технологију.

Индикатори квалитета живота имају и динамичку димензију јер су полаз за стратегијско и оперативно планирање, реализацију, праћење и унапређење перформанси процеса развоја у наведеним областима. На слици 5.6 дат је графички приказ ових области и чији пресек дефинише квалитет живота.



Слика 5.6 Квалитет живота као пресек скупова

С друге стране, поред објективних индикатора сада се уводе и индикатори субјективног задовољства животом.

Индекс квалитета живота се прорачунава за различите нивое организације друштва, па тако постоје индикатори за ниво града, локалне заједнице, региона, државе и међународне заједнице. На nižем организацијским нивоима је већи број скупова индикатора који реалније описују квалитет живота (на нивоу града и више стотина индикатора). Упоредном анализом структуре националних скупова индикатора квалитета живота развијених земаља уочава се велика хетерогеност у броју, називима индикатора и њиховом основном значењу. Тако, на пример, САД користе 12 скупова индикатора, Велика Британија 15, Нови Зеланд 9, ЕУ 8 и тако даље. С друге стране, САД стављају акценат на људска права и азиланте, ЕУ на породицу и лично богатство, а Нови Зеланд и Аустралија на квалитет животне средине. При том не постоје јасни стандарди за квалитет живота као ни за скупове индикатора, изузев када се ради о појединачним индикаторима животне средине (ваздух, вода, бука, и др.). Све ово отежава поређење нивоа квалитета живота између земаља.

Оно што се може уочити из досада публикованих анализа и извештаја је то да материјално богатство и емотивно богатство националних заједница најчешће нису компатибилни (материјално богатство – изражени проблеми у вези са отуђеношћу, дрогом, асоцијалним понашањем; материјално сиромаштво – изражени проблеми у вези са болестима, краћим животним веком, неухрањеношћу, неписменошћу, и сл., али са јачим емотивним везама и хуманошћу). Отуда, када нека земља инсистира на “стандардима” она искључиво има у виду свој систем квалитета живота и постављене циљеве даљег развоја, а не међународно прихваћене стандарде.

Срећа је основа задовољства сопственим животом. Она може бити субјективна и објективна. Утицај окружења на субјективну срећу је велики, а како оно изгледа за поједине државе види се и из приказаног дијаграма (слика 5.7).

Назив индикатора	Институција	Резултат			
		Год	Нације учесници	1. место	Србија
Људски индекс развоја (HDI)	UNDP	2006.	177	Норвешка (0,965)	испод 177 места
Индекс планетарне среће (HPI)	NEF: New Economics Foundation	2006.	178	Република Вануату (68,2)	-
Мапа светских вредности	University of Michigan	1999.- 2001.	78	Нигерија	81
Индекс квалитета живота	EIU: Economist Intelligence Unit	2005.	111	Ирска (8,333)	75



Шта су аспекти људског живота који људе чине срећним?

Слика 5.7 Различитости у врстама индикатора квалитета живота

При томе се анализирају следећи индекси:

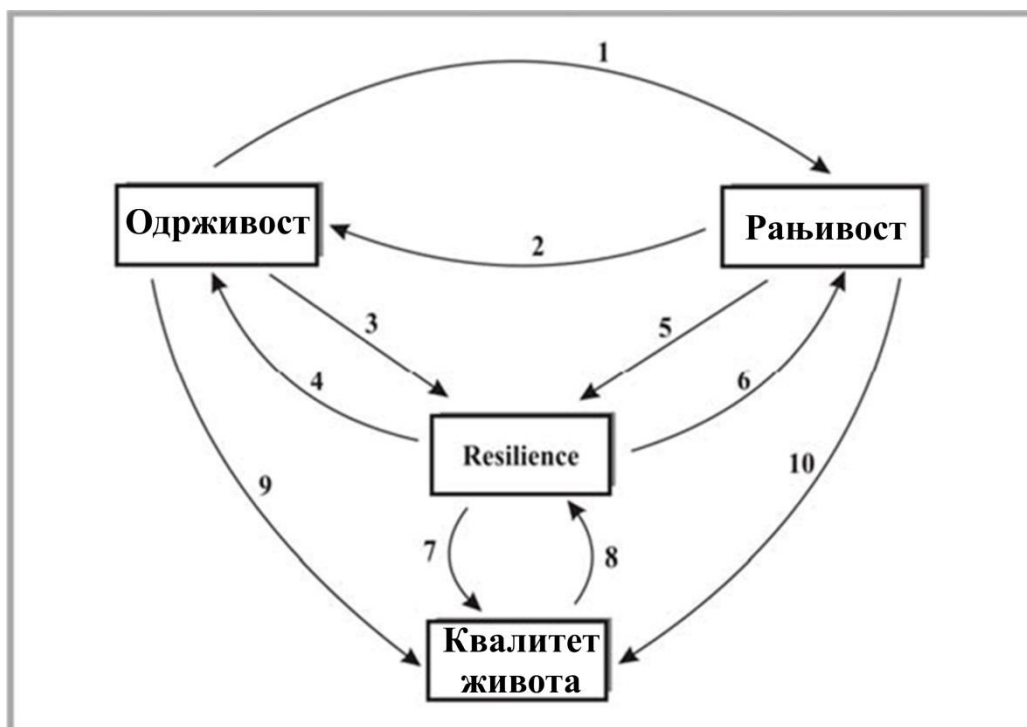
- Индекс људског развоја: То је мерење животних нада/очекивања, писмености, образовања и прихода (УНДП 2005.).
- Индекс планетарне среће: То је мерење које показује како еколошка ефикасност утиче на срећу људи.
- Мапа светских вредности: То су мерења која обухватају све вредности једне државе (од географских до социокултуролошких вредности).
- Индекс квалитета живота: То су мерења објективног квалитета живота у једној држави.

Индекс субјективног задовољства животом се добија анализом интервјуа, којим су обухваћене следеће области живота:

- животни стандард,
- здравље,
- остварења/ достигнућа,
- односи,
- безбедност,
- друштвена повезаност,
- безбедна будућност.

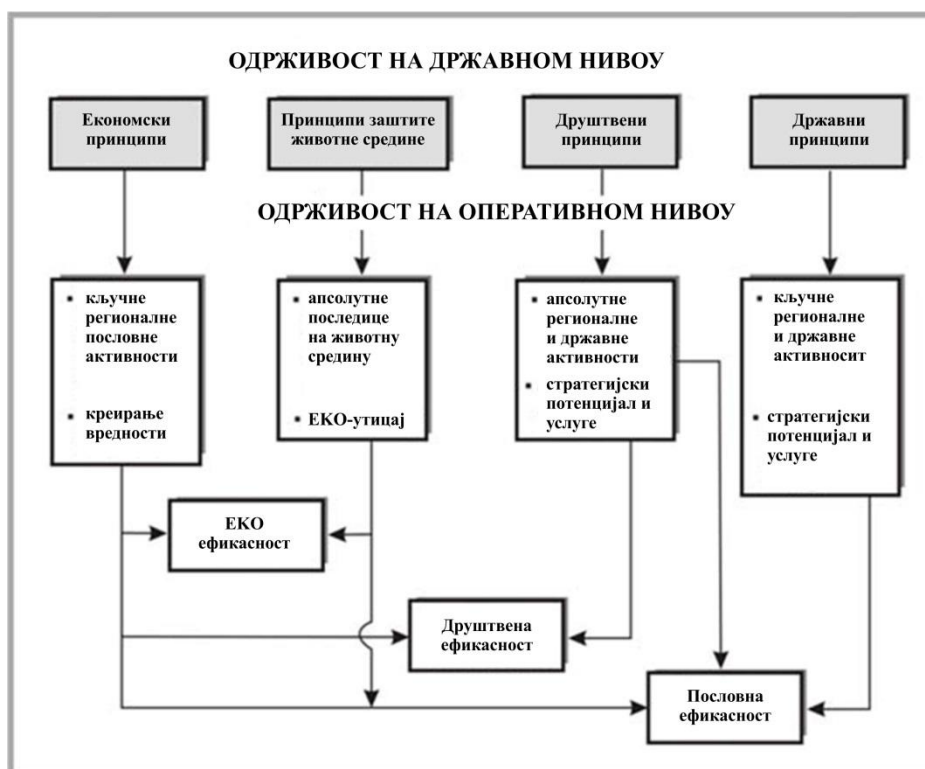
5.2 Концепт одрживог развоја и обнављања система

Обнављање перформанси система представља способност или капацитет система да апсорбује шокове ,а да, при томе, систем и даље функционише. Када је обим и интензитет промена велики, одрживост система, тј. перформансе се значајно умањују и доводе чак до прекида рада система. Ту се појављује још један концепт – рањивост система (енгл. *vulnerability*), што је приказано на слици 5.8.



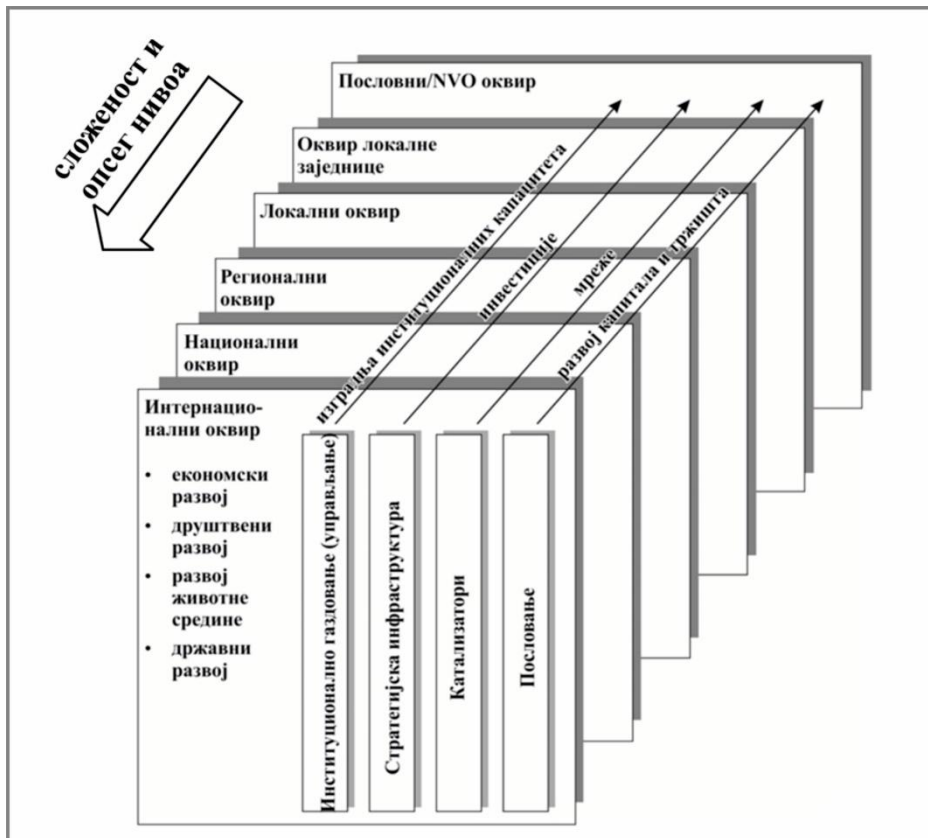
Слика 5.8 Општи модел интеграције одрживог развоја и квалитета живота

Полазни ентитет у овом моделу је одрживи развој (енгл. *sustainability*). На слици 5.9 приказани су принципи и исходи одрживог развоја.



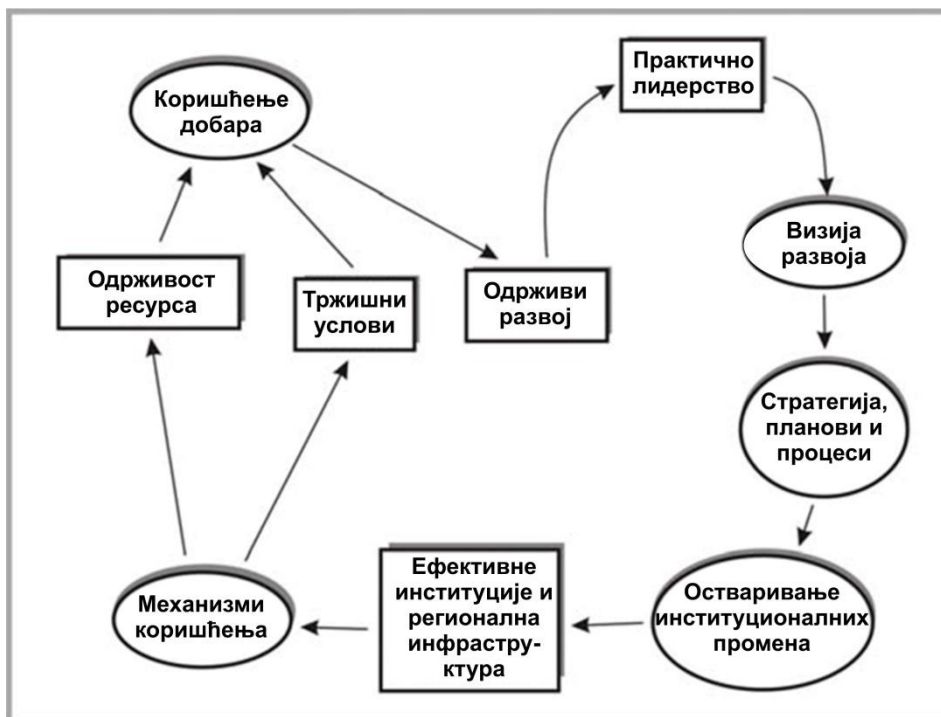
Слика 5.9 Принципи и исходи одрживог развоја

Да би се остварио и одржавао одређени ниво одрживости, одрживост се посматра на нивоу организације и региона (слика 5.10). На овој слици су приказани оквири (енгл. *framework*) за остваривање одрживости и добру праксу за развој одрживости.



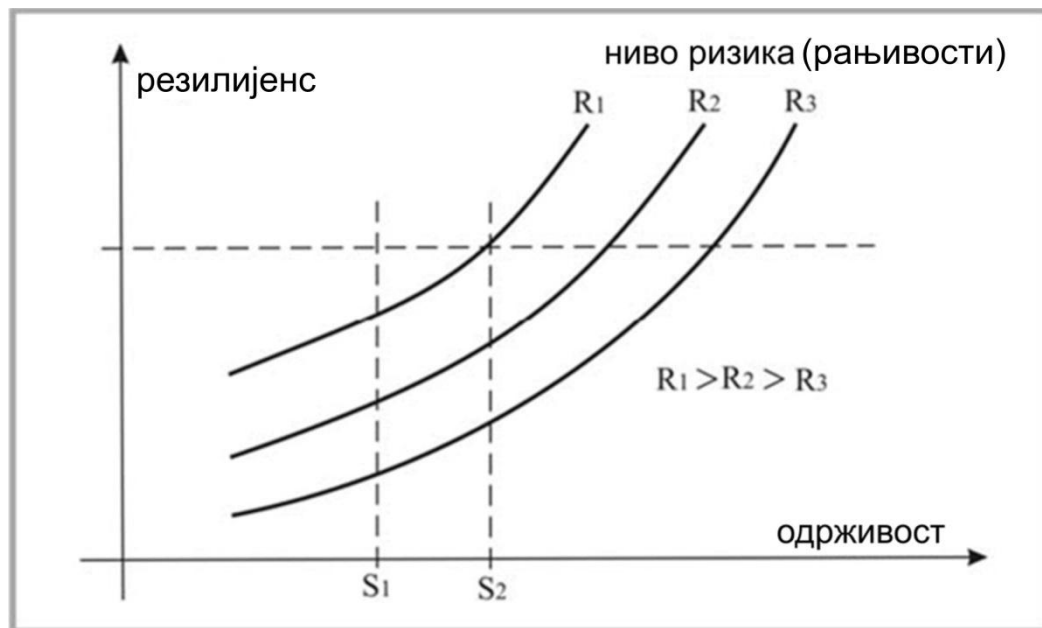
Слика 5.10 Оквири одрживог регионалног развоја

Остваривање одрживог регионалног развоја је стални процес (слика 5.11), који се састоји из великог броја међусобно повезаних субпроцеса.



Слика 5.11 Циклус остваривања одрживости

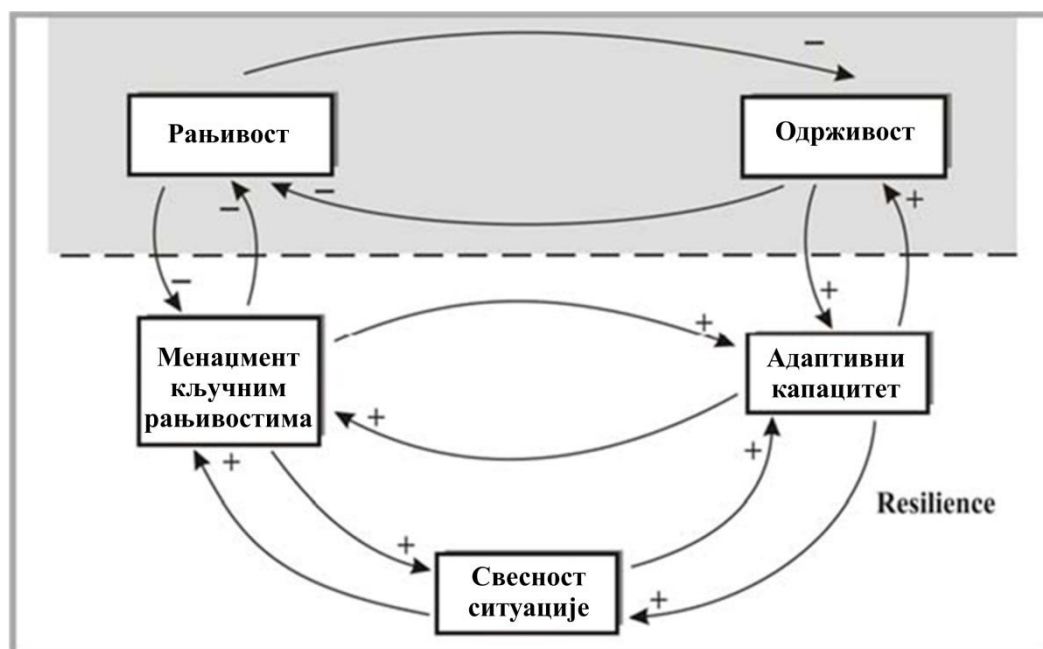
Други концепт је рањивост система која настаје због поремећаја из интерног и екстерног окружења. Што је у систем више уграђена компонента одрживости, систем је отпорнији на поремећаје (слика 5.12).



Слика 5.12 Релације између одрживости и *resiliens*-а за различите величине нивоа ризика (рањивости)

Рањивост утиче на одрживост кроз изградњу механизма адаптације, чиме се повећава одрживост. За различите нивое одрживости S_1 и S_2 ови утицаји имају различит градијент. За разлику од њих, капацитет за обнову, система (енгл. *resilience*) има три компоненте:

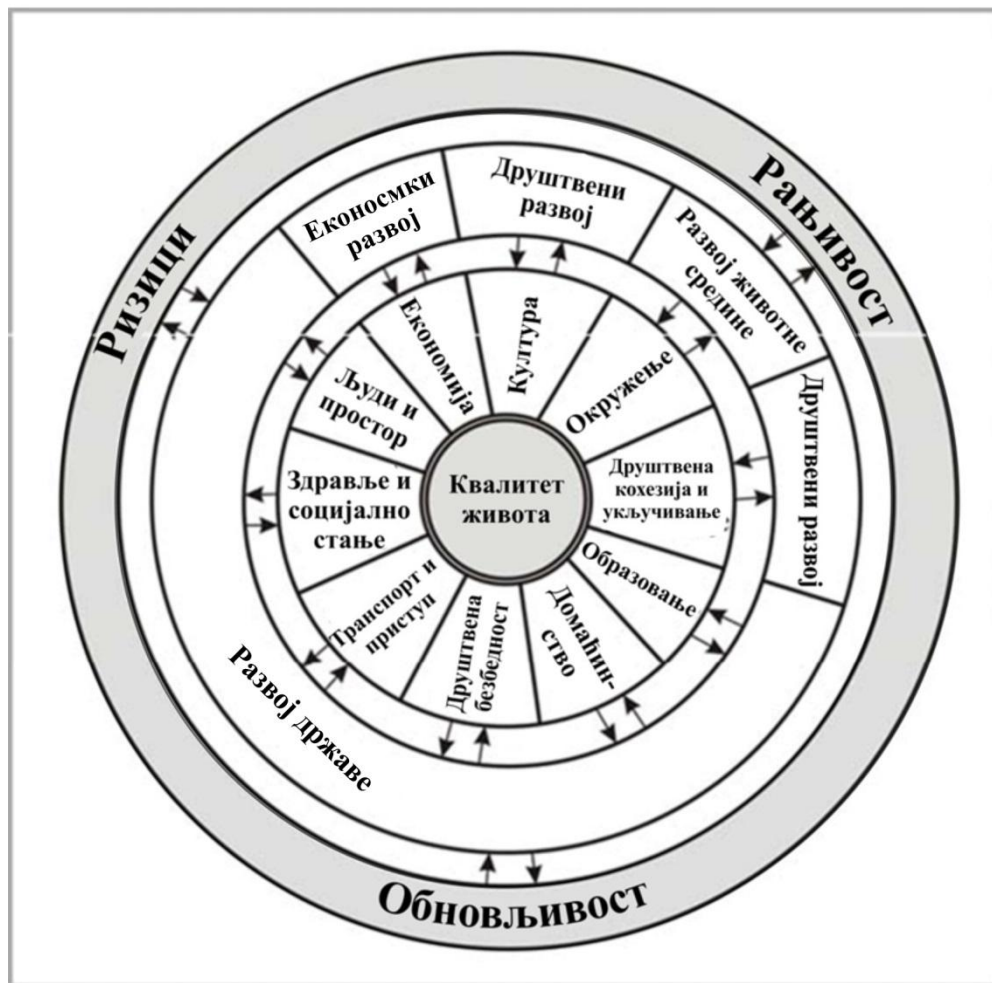
- адаптивни капацитет,
- менаџмент кључним рањивостима,
- свесност ситуације (слика 5.13).



Слика 5.13 Веза *resilience*-а и одрживости

Свака од наведених компоненти резилијенсе (енг. *resilience*) у спрези је са осталима. Истраживања у одређеном региону треба да укажу на јачину ових релација, почетни ниво варијабли овог модела и стратегију унапређења одрживости.

Ако се усвоји неки од модела квалитета живота [Robeyns & van der Veen, 2007; Milivojević et al., 2011; Milivojević et al., 2012], може се сачинити интеграциони модел одрживости и квалитета живота (слика 5.14).



Слика 5.14 Интеграциони модел одрживости и квалитета живота
Official Publications of the European Union [Robeyns & van der Veen, 2007]

У овом моделу квалитет живота је у средишту, а оно је повезано са одрживошћу преко двосмерних релација. На ободу су приказани рањивост, ризици и обновљивост система (организације или региона).

5.3 Стратегија одрживог развоја

Стратегија одрживог развоја је од кључног значаја за развој и опстанак сваке земље. Према Eurostat [2013] ова стратегија одрживог развоја се односи на следеће области:

- социоекономски развој,
- одржива производња и потрошња,
- социјална инклузија
- демографске промене
- јавно здравље
- климатске промене и енергија,
- одрживи транспорт,
- природни ресурси,

- глобално партнерство,
- добро газдовање.

За сваку област дефинишу се нивои индикатора перформанси одрживог развоја (слика 5.15).



Слика 5.15 Пирамида индикатора одрживог развоја

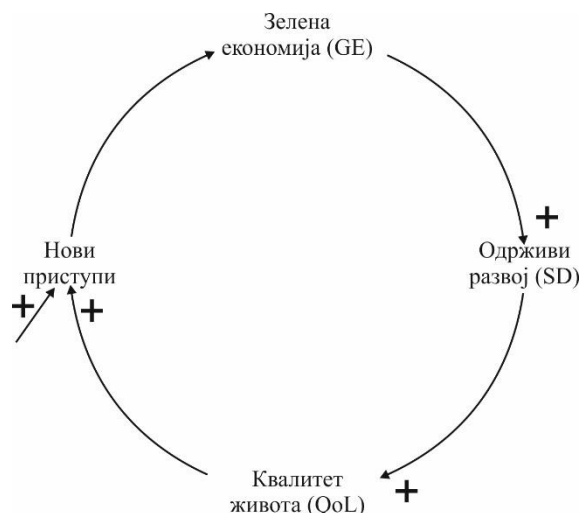
Шири контекст одрживог развоја према *Rio+20* конференцији (*UNSD*, 2012) заснован је на следећим исходима:

- остваривање миленијумских циљева (*SDGs*) по *post 2015* агенди развоја,
- стварање опција за међународно финансирање одрживог развоја,
- јачање програма за заштиту животне средине *UN (UNEP)*,
- успостављање политичког форума на високом нивоу за одрживи развој,
- примена програма мерења прогреса БДП-а ради бољег одлучивања,
- приходовање 10-годишњег радног оквирног програма за одрживу производњу и потрошњу.

Циљеви одрживог развоја пре свега су утврђени у областима:

- смањење сиромаштва,
- одрживо управљање базичним ресурсима,
- одржива производња и потрошња,
- приступ основним добрима и услугама за квалитетан живот,
- продуктивно запошљавање,
- образовање и едукација.

У документу *Rio+20* стуб који се односи на животну средину назива се „зелена економија“ (енгл. *green economy*), која преко одрживог развоја утиче на квалитет живота (слика 5.16).



Слика 5.16 Убрзавање циклуса *GE–SD–QoL* помоћу нових приступа

Због тога је потребно стално преиспитивање остваривања постављених циљева и постављање значајно виших нових циљева одрживог развоја.

У стратегији Европе за 2020 годину (ЕС, 2020) разликују се циљеви и иницијативе за паметан раст, одрживи раст и инклузивни раст (Табела 5.1).

Табела 5.1 Приоритети, циљеви и иницијативе у ЕУ 2020 стратегији

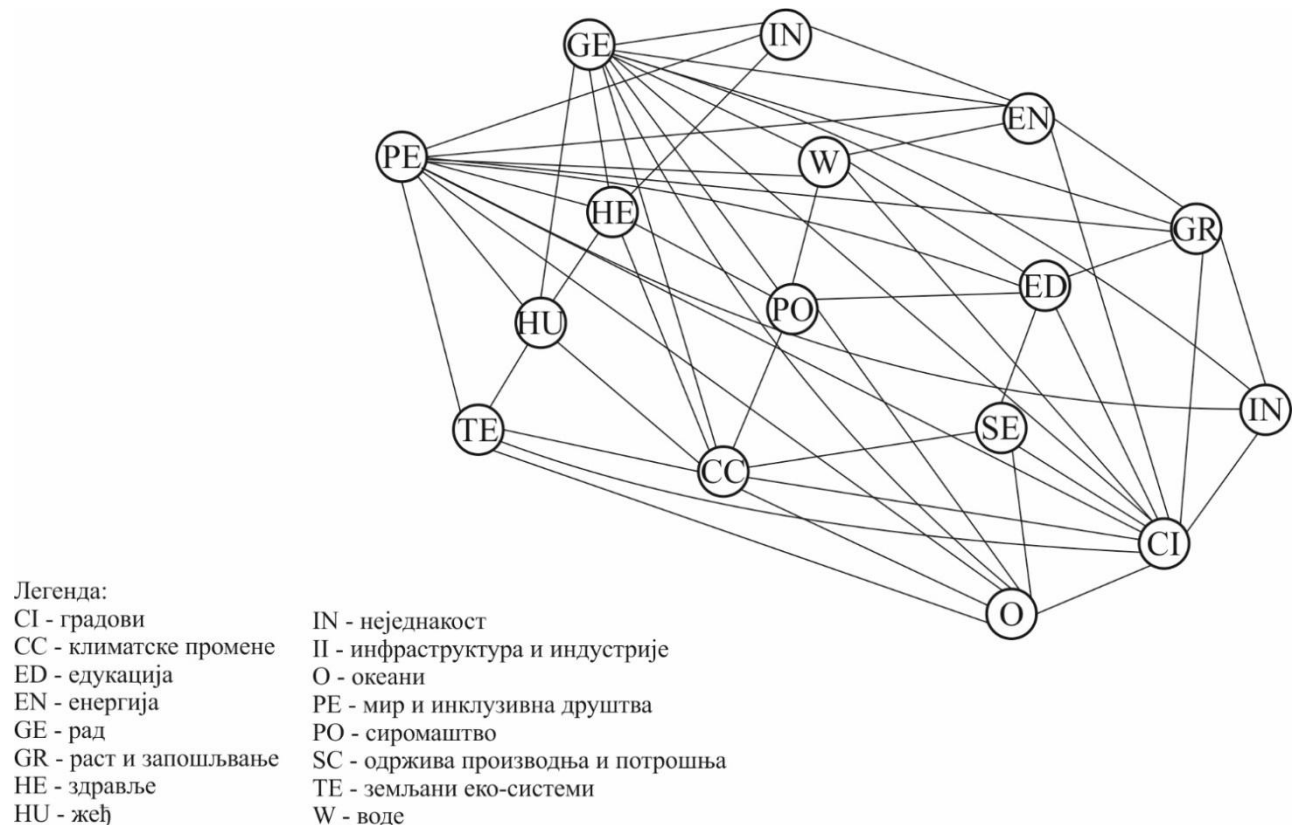
	Циљеви	Иницијативе
Паметан раст	<ul style="list-style-type: none"> - 3% ГДП у <i>R&D</i> - Смањење напуштања школе испод 10% и најмање 40% становника 30-34 године, који су завршили комплетно терцијално образовање 	<ul style="list-style-type: none"> - синергија иновативности - покрети младих - дигитална агенда Европе
Одрживи раст	<ul style="list-style-type: none"> - смањење емисије стаклене баште за 20% у односу на 1990 - пораст одрживих извора енергије до 20% - пораст енергетске ефикасности за 20% 	<ul style="list-style-type: none"> - Европа ефикасна са ресурсима - нова политика индустријализације за еру глобализације
Инклузивни раст	<ul style="list-style-type: none"> - запослено 75% људи старих 20 – 64 година - смањење сиромаштва 20 милиона људи кроз смањење ризика и социјалну инклузију 	<ul style="list-style-type: none"> - агенда за нове вештине и послове - ЕУ платформа против сиромаштва и социјалне инклузије

У ЕУ је између 2008. и 2012. године било 8.7 милиона људи са ризиком од сиромашне и социјалне инклузије. Утицај економске кризе 2008. године утицао је да се уместо редукције ризика сиромаштва и социјалне индукције са 123.9 милиона смањи на 95.7 милиона људи до 2020. године, овај ризик повећао са стопом раста од 7.5% годишње.

Позитивни ефекат је смањење емисије гасова стаклене баште са индексом 100 у 1990. години на 83 у 2011. години, што је чак и више у односу на циљ из Кјото споразума (индекс од 92). Такође, удео одрживе енергије изражен у процентима укупне потрошње је растао од 8.11% 2004. године до 13% 2011. године, а 2020. године се очекује достизање циљева од 20%.

Посебно је важно генерисање енергије из обновљивих извора енергије. Њихов удео је порастао 2011. године за 50% у односу на 1990. годину, а у укупној производњи енергије у току су чинили 20.4%. Овом расту значајно су допринеле рационалне политике промоције одрживих извора енергије из отпада.

Између циљева одрживог развоја постоје релације. Према *USG* [2015] на слици 5.17 представљене су везе између ових циљева, базирано на оценама експерата из научних кругова.



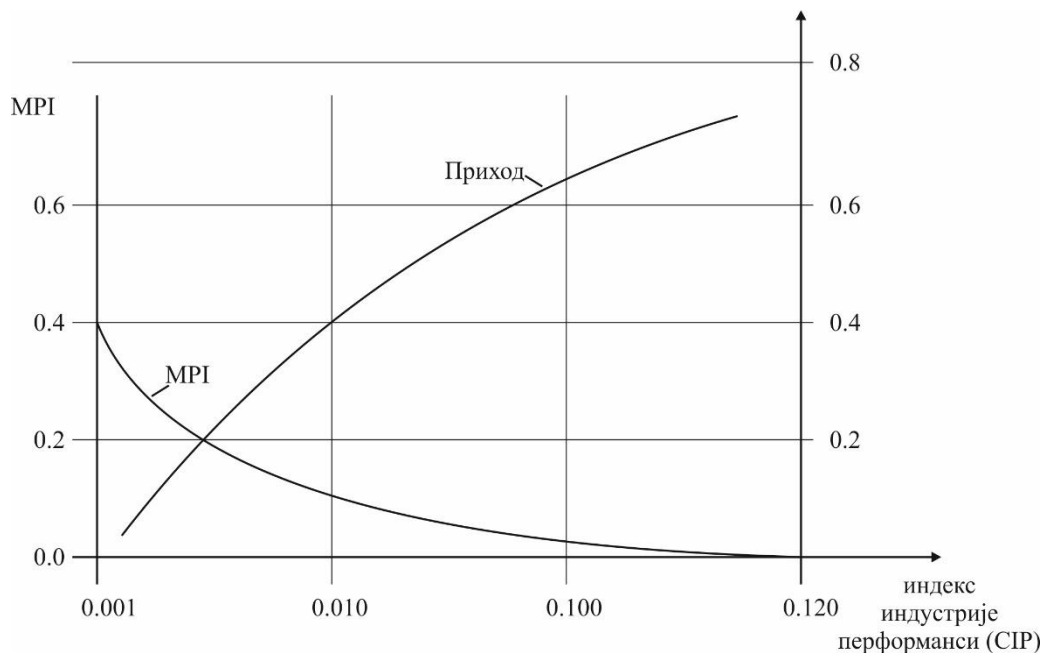
Слика 5.17 Везе између ЕУ циљева, базирано на оценама експерата из научних кругова [*USG*, 2015]

Нова индустријска политика за одрживи развој обухвата следеће важније теме:

- економија знања и иновација производње,
- развој индустријског еко-система,
- паметне политике, креирање глобалног ланца вредности, компетенција и способности,
- институције са више нивоа за координацију и примену развојних стратегија,

- технолошка инфраструктура, истраживања производње, кључне технологије, редукују ризика и изазове производње,
- учење и системске грешке (откази).

Порастом индекса индустријских перформанси (*CIP*) смањује се индекс сиромаштва (*MPI*), а повећава пораст прихода (слика 5.18). Србија се налази у области оивиченој доњим правоугаоником, па са релативно малим повећањем вредности за *MPI*, значајно опада ниво сиромаштва. То је један од мотива за израду ове дисертације, јер се у области рециклаже *ELV* крију значајне резерве за повећање *CIP*-а.



Слика 5.18 Утицај *CIP* на *MPI* и приход у *EU*

5.4 Приступ одрживости рециклаже *ELV*

5.4.1 Фактори одрживости рециклаже

Проблем одрживости производних процеса значајно је анализира у ранијем периоду. У раду *Jayal et al.* [2010] развијен је модел за оптимизацију и вредновања утицаја различитих промена производа, процеса и система на одрживост производног процеса. Одрживост производа су посматрали са аспекта његовог утицаја на животну средину, економију и друштво, а ове даље на компонентне утицаје.

На нивоу процеса производње користе се индивидуални индикатори који се односе на безбедност на раду, трошкове обраде, лично здравље, смањење шкарта, потрошњу енергије и утицај на животну средину.

Са различитим технологијама за исти производ остварују се различити нивои одрживости производних процеса.

Утицај дизајна предмета на његову вредност и економске перформансе могу се остварити преко анализе трошкова квалитета [*Арсовски* 2002; *Арсовски et al.*, 2009].

У моделу квалитета ланца снабдевања [*Karipidis*, 2011], дефинисане су карактеристике квалитета за различита решења производа и њихових вредности

за купце. Утврђено је да вредност за купца зависи од много тржишних карактеристика, као нпр. сезонски утицај, испоручилац сировина, потребно време за комерцијализацију производа итд.

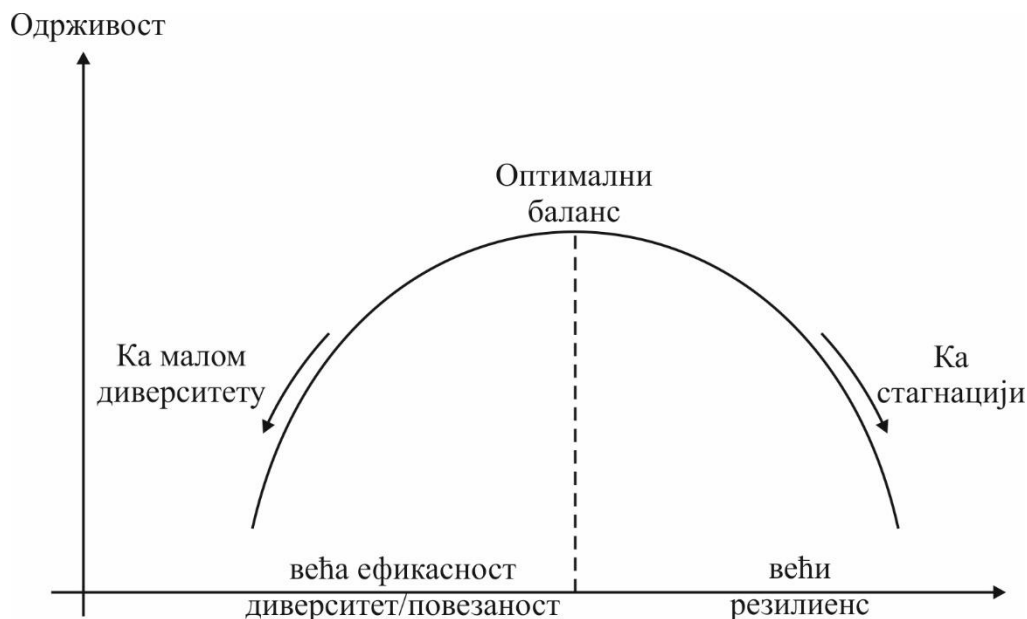
Утицај технологије на перформансе предузећа је стари проблем. У раду *Wang C. et al.* [2010] анализиран је овај утицај применом система за мерење перформанси и хијерархијског БСЦ система и одговарајуће *fuzzy* метрике. При томе су перформансе уређене на три нивоа, за сваку перспективу у познатом Каплан-Портоновом моделу. Аутори су у посматраном предузећу утврдили *fuzzy* мере и вредности општих перформанси. За потребе ове дисертације посебно су значајне перформансе уграђене у критеријум „производни процес“, „способност запослених“ и „мотивација и распоређивање значаја запослених“.

Goerner et al. [2009] су разматрали економску одрживост у функцији ефикасности и резилијенса (слика 5.19).

Утврдили су да постоји у сваком еко-систему баланс између економске одрживости, ефикасности и резилијенса.

Полазећи од концепта вредности, као односа између потреба/функција и утрошених ресурса, *Catarino et al.* [2011] спровели су анализу утицаја неколико производа на одрживу вредност и за неколико предузећа извршили вредновање фактора СР који се односи на систем производње и генерисање нове вредности.

При томе су као један од под-фактора узели у обзир и рециклабилност производа и његов утицај на животну средину.



Слика 5.19 Одрживост у функцији ефикасности и резилијенса [*Catarino et al.*, 2011]

Утицај производње на животну средину анализиран је и у раду *Gutowski et al.* [2005] на основу података из Јапана, ЕУ и САД. Посебно су анализирани фактори утицаја на животну средину у делу „зелене набавке“, „еко-означавање“ и „токсичност материјала“.

Кроз анализу регионалних разлика у овим земљама утврдили су релативну компетентност. За унапређење производње у правцу „бенигне“ производње предложили су већу примену стратегијског планирања, коришћење аналитичких алата (*LCA*, *DFE*, итд.).

Azadivar & Ordoobadi [2012] анализирали су проблеме враћања и дораде/рециклаже враћених производа. Овај проблем се може аналогно применити за процес рециклаже *ELV*, јер се у позадини користи иста методологија реверзне логистике. Најпре су утврђени примарни трошкови производа, а затим трошкови рекламације, складиштења, демонтаже, умањења вредности и одлагања производа. У наредном кораку дефинисани су трошкови поновне монтаже, трошкови залиха итд. За три сценарија, применом симулационог софтвера, утврђене су тачке пресека трошкова у функцији броја неусаглашености. Променом обима производње се може значајно увећати смањење овог броја неусаглашености са постојећим и додавањем нових производа.

Проблем повећања и обнављања (рециклаже) производа на крају животног циклуса, ради њихове набавке као резервних делова, разматрали су *Kleber et al.* [2012]. Применом метода из домена операционих истраживања дефинисали су оптималну стратегију са очекиваним профитом за параметре са значајним утицајем, тј. оне за које је утврђена висока сензитивност (осетљивост) у моделу, а пре свега трошкови производње и трошкови држања залиха.

Проблем анализе узрока одрживости хемијског процеса анализирали су *Jayswal A., et al.* [2011]. Ову анализу базирали су на утицају хемијских процеса на друштво (пре свега безбедност), животну средину и економију. Извршили су Парето анализу проблема и њихових узрока, као и утицај на животну средину. Утицај на друштво измерен је преко индекса инхерентне безбедности (који укључује и токсичност) и индекса инферентне безбедности процеса. За хемијске процесе (постојећи и нови) извршили су економску, енергетску и безбедносну компарацију.

Аспект потрошње енергије је врло значајан за максимизирање одрживости. *Weber & Martinsen* [2012] развили су *fuzzy* приступ за моделирање одрживог енергетског система, на основу праћења емисије CO_2 .

У *ARA* [2013] указано је на аспект безбедности у рециклажи *ELV* и нове захтеве електричног стандарда *OSHA* 1910. и то са аспекта приступа електричним повредама и њиховим карактеристикама. На примеру једног рециклера који је основао фирму 1935. године [*ARA*, 2013., *pp.* 55-56] указано је на судбину успешног, а то значи „паметног“ рециклера – „рођен да победи“.

5.5 Fuzzy мултикритеријумски модел за избор најпогодније технологије

У литератури, могу се наћи многи радови који се користе за описивање рециклажне технологије различитих врста отпада [*Hanneqaurt*, 2004; *Tam & Tam*, 2006; *De Brito & Robles*, 2010]. Критеријуме евалуације технологија рециклаже сваке врсте отпада одређују стручњаци и заинтересоване страна сваког центара за рециклажу (РЦ). Претпоставља се да је избор рециклажне технологије за сваку врсту отпада заснован је на знању, искуству менаџера и стејкхолдера РЦ.

Процена и избор технологија за рециклажу представља један од најважнијих менаџмент задатак РЦ. Поштујући изабрану технологију рециклаже могу да се утврде потребна средства за набавку опреме за рециклажу, персонални капацитет и количина рециклажног материјала. Стратегија за повећање квалитета менаџмента РЦ (као једна од једна од обавеза ИСО 9000:2008), и стратегија одрживог регионалног развоја могу се базирати на добијеним резултатима. Овај начин се може користити за објашњење значаја проблема.

Решења проблема одлучивања који припадају различитим областима могу се решити помоћу *FAHP* методе [Chang, 1996]. На пример, *Kaya & Kahraman* [2011] разматрали су проблем селектовања локација објеката. *Erensal et al.*, [2006] утврдили су кључне способности у технолошком менаџменту. Менаџмент ризиком животне средине као део анализе ризика је разматран у *Tesfamariam & Sadiq*, [2006]. *Chan & Kumar* [2007] су користили *FAHP* за рангирање и избор најбољег глобалног добављача за производне фирме за добављање једног од својих најзначајнијих делова који се користе у процесу монтаже. Приоритети за мерење индикатора организационог капитала су одређене у *Bozbura & Beskese* [2007]. Избор технологије за рециклажу и политике за управљање отпадним мазивима може се посматрати као вишециљно доношење одлука *Hsu et al.*, [2010].

Многи аутори указују на то да оцена релативног значаја критеријума и приоритета атрибута треба навести као *fuzzy* групу одлучивања проблема [Chen et al., 2006]. Агрегација индивидуалних мишљења у консензус групу може да се изведе применом различитих метода, на пример методом *fuzzy* средње вредности [*Kaya and Kahraman*, 2011; *Tadić et al.*, 2013] и метод *fuzzy* уређених тежина (FOWA) [*Merigó & Gil-Lafuente*, 2011] у [*Aleksić et al.*, 2013, *Tadić et al.*, 2013]. У овој монографији, агрегација мишљења врши се *fuzzy* методом осредњавања. Агрегирана процена заинтересованих страна дата је помоћу FOWA. Што се тиче природе разматраног проблема, ови оператори се користе у овом раду.

Основна разлика и значајан допринос предложеног *FAHP* који је анализиран у овом делу је обрачун вредности елемената *fuzzy* матрица поређења pair-wise. По мишљењу аутора, уведене измене *FAHP* дају знатно поузданије информације доносиоцима одлука од предложених *FAHP* из литературе. Стога, РЦ могу да одреде најбољу технологију рециклаже за сваку врсту отпада.

Евалуација и избор технологије за рециклажу за сваку групу и врсту отпада се базира на вишекритеријумској оптимизацији под неизвесним околностима. Процене доносиоца одлука су описане језичким изразима.

Претпоставља се да је ближе начину људском размишљању процењивање од стране доносиоца одлука представљено помоћу језичких израза него прецизним бројевима. У овом раду, постоје неизвесности по узору на теорију *fuzzy* скупова [*Klir & Folger*, 1988; *Zimmermann*, 2001]. *Fuzzy* скуп је представљен његовом функцијом припадања. Параметри функције за чланство су облик, гранулација и локација у универзуму дискурса. Креирање функције чланства је веома важан проблем одлучивања и може да се дефинише као задатак сам за себе. У литератури су троугаони *fuzzy* бројеви (ТФН) широко употребљавани за моделирање различитих неизвесности. ТФН нуде добар компромис између дескриптивне моћи и рачунарских симулација. *Fuzzy* скупови виших врста и нивоа још нису одиграли значајну улогу у апликацијама у теорији *Fuzzy* скупова [*Klir & Yuan*, 1995]. Према *Lootsma & Schuijt* [1997] људско биће може имати највише у виду седам категорија. У овом раду, с обзиром на врсту и величину разматраног проблема и резултата истраживача, користи се највише пет језичких израза повезаних са постојећим језичким променљивама. Рангирање технологија рециклаже за сваку врсту идентификоване фазе у односу на унапред одређене критеријуме за оцењивање и њихове тежине даје аплициран *FAHP* који је предложио Chang, 1996. Коришћење *FAHP* има своје добре стране: (1) решавање проблема одлучивања може се извршити по узору на свеобухватан начин, (2) ФАХР је поуздан математички начин обраде неизвесности процене доносиоца одлука. У литератури се овај метод користи у многим радовима где су различити

проблеми вишециљног *fuzzy* одлучивања описани [Seçme et al., 2009; Torfi et al., 2010; Kaya & Kahraman, 2011; Tadić et al., 2013].

Број и врста критеријума који се користе за одређивање знака рециклажне технологије су дефинисани од стране стејкхолдера укључујући, покрајинске администрације, градске управе, власника сваког разматраног рециклажног центра, рециклажне опреме, итд. Евалуациони критеријуми су: ниво запослености ($k=1$), квантитет отпада ($k=2$), утицај на животну средину ($k=3$), одрживи развој градова и региона ($k=4$), социјална кохезија региона ($k=5$), учешће људи из различитих социјалних категорија ($k=6$), ниво употребе отпадног материјала ($k=7$), усаглашеност са ЕУ када је у питању менаџмент отпадом ($k=8$), подршка домаћој индустрији ($k=9$), ниво употребе земље ($k=10$), иновациона способност локалних добављача ($k=11$), ниво зависности на основу увезених материјала ($k=12$) и однос цене између рециклираног ресурса и цена извора на тржишту ($k=13$).

На основу резултата добре праксе развијених земаља познато је да добро организовани и постојани РЦ имају велики утицај на реализацију стратегије развоја државе. Један од проблема управљања РЦ је избор технологије која се може применити на сваком РЦ. Критеријуми за процену технологија за рециклажу дефинисане су заинтересоване страна у РЦ. Претпоставља се да носиоци третираних РЦ имају различити релативни значај. Процена и избор технологија за рециклажу може се увести кроз идентификацију врсте отпада и процене њихових приоритета. Процена дефинисаних технологија приоритета за рециклажу врши РЦ на нивоу РЦ. Чланови РЦ имају једнаку важност. Решење разматраног проблема се добија на прецизан начин, јер решење је мање оптерећено субјективном расуђивању доносиоца одлука.

Приоритет одабраних технологија за рециклажу у вези са свим критеријумима оцењивања и њихове тежине се добија применом *Fuzzy AHP*. Елементи фази матрице поређења релативног значаја критеријума за оцењивање *pair-wise* се израчунавају помоћу *FOWA* оператора. Елементи матрице фази поређења приоритета одабраних технологија за рециклажу под сваку врсту отпада *pair-wise* дата је коришћењем фази поступка просек.

Као што је познато, применом различитих технологија за сваку врсту отпада, различите врсте рециклатес су стигли са различитих тржишних вредности. Уз поштовање економског аспекта, најбољи технологија је онај који даје рециклите који се могу продати као финални производ. Избор ове технологије је повезан са бројним ограничењима, недовољним средствима, неквалификованих ствари, неодговарајућих капацитета РЦ итд. Поштујући ограничења, избор технологије рециклаже је веома важан за РЦ због тога постојеће стратегије и развоја РЦ је заснован на добијеним резултатима. С друге стране, побољшање стратегије (један од обавезних захтева ISO 9001:2008 и ISO 14040) процеса рециклаже треба да се заснива на добијеним резултатима.

Предложени поступак је илустрован у реалном животу подацима из РЦ-а у региону западног Балкана. Неке од могућих стратегија које се могу употребити за побољшање вредности наведених РЦ стратегија су: стварање партнерских односа са садашњим добављачима, повећање складишних потенцијала који се односи на средства уколико су тржишни услови под утицајем нестабилне политичке и економске ситуације, као и развој критичних система безбедности.

Поред предности, предложени модел има одређена ограничења. Имајући у виду главна ограничења предложеног модела, када се анализира један ЦР су: број

типови отпада, доступан капацитет РЦ, промена броја технологија рециклаже за једну или све врсте отпада, промена политичког и економског амбијента, итд. За исти период времена (у овом случају период од једне године) може се сматрати да изабрана технологија има већи приоритет за третиране РЦ.

Фокус будућих истраживања треба поставити на студију случаја на великом узорку врсте отпада у свакој РЦ. Све ове модификације могу се лако и брзо уградити у предложени модел и не повећавају сложеност математичког рачунања. Поред тога, софтверско решење се може проширити са додатним функцијама за боље управљање РЦ.

5.6 Ток материјала у систему за рециклажу ELV

Користећи Директиву Европске уније (ЕУ) за половна возила 2000/53 / ЕЗ дефинисани су оквири који морају бити постигнути до 1. јануара 2015. Та ограничења, обрачунавају се по возилу по години и износе:

$$\bullet \quad RU + RC + ER \geq 95\% \quad (5.1)$$

$$\bullet \quad RU + RC \geq 85\% \quad (5.2)$$

где ознаке представљају, *RU* (*ReUse*) - поновну употребу; *RC* (*Recycling*) - рециклажа; *ER* (*Energy recovery*) – обнављање енергије.

Поменута Директива ЕУ одређује униформни, упоредив начин приказа података који се односе на ограничења утврђена Директивом. Реч је о периодичном опису. Правило је да се проблеми не појављују заиста у тренутку када се приметите већ пре него што их приметимо. Због тога је апсолутно логично да се недостижање прописане границе дешава као резултат одступања од најмање једног, а по правилу од више модификатора на територији у току једне календарске године.

Слика 5.20 приказује шему предлога управљања материјалним токовима у система за рециклажу *ELV*. Систем за рециклажу *ELV* мора бити глобално управљан из једног места. Подаци материјалних маса, одређеним по врстама, достављају се надлежној државној институцији (државна институција *SI* - Агенција за рециклажу, на пример) од центара који чине *ELV* обраду (*ELV-P*). *ELV* менаџер и тим независних експерата извршавају анализу података. Ако су резултати у границама утврђених Директивом, надлежна државна институција је обавештена. Ако се прелазе дозвољене границе, праћење центара настаје када се пређу границе и неопходне инструкције се дају, као што је даље објашњено, а затим се извршава оптимизација њихових центара.

Поред тоталне масе примљеног *ELV* и његовог броја, *DC* (демонтажни центар) такође бележи *ELV* масу, где се санирање изводи после чега се предаје у *S* (*mELV_i*). Ова возила за која је утврђено да не треба да се демонтирају. Делови за поновну употребу укупне масе ΣM_{ELV} долазе из *DC*, такође материјали за опоравак енергије масе ΣM_{ELV} , делови и склопови који се односе у *S* (ΣM_{ELV}), делови за масовно поправљање ΣM_{ELV} , неупотребљиви делови за центар за обраду материјала ΣM_{ELV} , материјали за обраду пре рециклирања ΣM_{ELV} и искористиви материјали који се шаљу на депонију (ΣM_{ELV}). *CR* улаз поседује делове за поправку, излаз има делове за репарацију масе ΣM_{ELV} , материјали за обновљиву енергију ΣM_{ELV} , неупотребљиви делови за даљу обраду ΣM_{ELV} и неупотребљиви материјали за депонију ΣM_{ELV} . Аналогички приказано, масе су детерминисане у улазу и излазу где је улаз из шредер центра (ΣM_{ELV}), и масе у излазу се обележавају са индексом *TPASR*.

Неупотребљиви делови из DC и CR долазе до центара за обраду материјала и такође неупотребљиви материјали из DC, али материјали за масовну рециклажу, маса материјала за обнављање енергије, материјали за поновну употребу, и маса неупотребљивог материјала напуштају центар. Према формули:

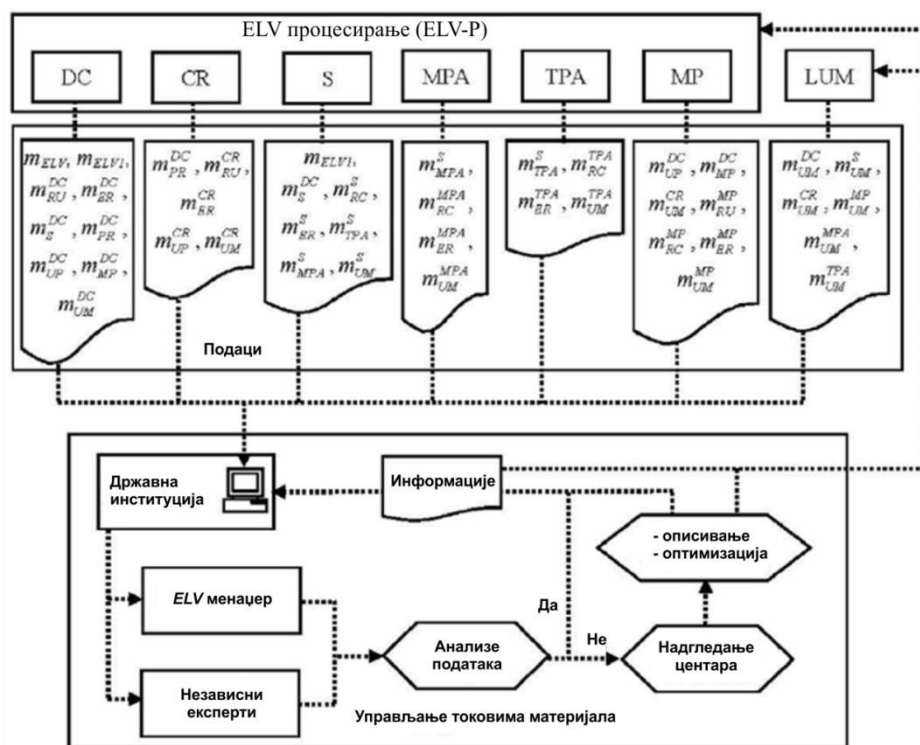
где је број ELV -а добијен од ELV -р у релевантном периоду. Просечна маса ELV може се израчунати као:

$$(5.3)$$

Маса делова и материјала за поновну употребу (RU):

$$(5.4)$$

$$(5.5)$$



Слика 5.20 Шема управљања токовима материјала у систему рециклаже ELV

Маса рециклираног материјала RC је:

$$(5.6)$$

У формулацијама (5.5) и (5.6) и имају вредност од $i=1$ до $i=N$, где N има варирајуће вредности у зависности од центра, с тога је: (број центра за расклапање), (број шредер центра), (број центра за поправку), (број центра за обраду материјала), (број MPA центра) и (број TPA центра).

Маса материјала за опоравак енергије (ER):

$$(5.7)$$

Укупна количина неупотребљивог материјала који се створио у свим центрима у току релевантног периода је:

$$(5.8)$$

Средње вредности масе материјала за даљу намену на крају *ELV* обраде:

$$\text{---} \quad \text{---} \quad \text{---} \quad \text{---} \quad (5.9)$$

Сада, достизање граница, у складу са Директивом ЕУ за *ELV*, може бити проверено (од 1. Јануара 2015.):

$$(5.10)$$

$$(5.11)$$

$$(5.12)$$

У случају одступања од граница у било ком временском периоду (формулације 5.10, 5.11 и 5.12), след активности треба да се прати као што је приказано на слици 5.20.

Директива одређује обавезу праћења постигнутих граница за период од једне календарске године. Успостављање недозвољених одступања на крају календарске године не оставља могућност да се поправи зацртано стање. Због тога је неопходно да се анализа извршава периодично, а затим спроводе активности према шеми на слици 5.20.

Како шема на слици 5.20 показује, токови релевантних информација су обезбеђени од стране сваког центра. У случају прекорачења лимита истовремено у многим центрима, оптимизација рада за сваки од њих ће захтевати много времена, што би могло да угрози годишње налазе. Из тих разлога, праћење и оптимизација центара за обраду *ELV* требало би бити организоване према листи приоритета.

Критеријуми које треба узети у обзир су квантитативни параметри за прекорачење граница. Сви центри треба да утврде колике су количине произведеног неупотребљивог материјала током релевантног периода, и колико је произведеног материјала за искоришћење енергије. Вредности произведеног неупотребљивог материјала у центрима су:

$$(5.13)$$

Еквивалентно томе, просечне вредности произведеног неупотребљивог материјала за сваки центар могу да се израчунају, делећи горње масовне количине са *ELV* бројем:

$$(5.14)$$

Обе вредности произведеног материјала за повраћај енергије кроз центре и просечне вредности овог материјала су добијене аналогно претходно приказаном поступку за неупотребљив материјал:

$$(5.15)$$

$$(5.16)$$

У формулама 5.11, 5.12, 5.13 и 5.14 вредност i варира од 1 до N , где је N различит и у зависности од центра може бити: , , , , ,

Као што је приказано, могуће је одредити просечне масе за сваки релевантни период, чак и квартално. Међутим, нису све врсте центара са истим интензитетом генерисања неупотребљивог материјала и материјала за искоришћење енергије. Према томе укупна маса из формулације (5.14) би била , и укупна маса свих центара (5.14) би била .

Центри појединачно не могу бити одговоран за резултате укупног система рециклаже *ELV*, што такође, говори о потреби за извршењем периодичне анализе и предузимањем правих корака. Из претходно наведених разлога, предлог је да сваки центар има просечну масу генерисане у самом центру као привремену референтну вредност током претходне календарске године.

Из примера, просечна маса неупотребљеног материјала у центру 12 била је 6.1341 kg/*ELV* годишње. Може се записати на следећи начин:

$$\text{—} \quad (5.17)$$

где индекс t представља привремену референтну вредност.

Аналогно овоме, привремене референтне вредности су одређене за масе материјала потребне за обновљиву енергију.

Као што је већ речено, током периодичне анализе резултата може се утврдити да је већи број центара генерисао више неупотребљивог материјала и материјала за обновљиву енергију у односу на одговарајуће привремене референтне вредности. У том случају неопходно је утврдити рангове приоритета. Одређивање „кофицијента партиципације“ за сваки центар, врши се уз одговарајућа ограничења, коефицијенти могу узети различите вредности масе и привремену контролну вредност према формули:

$$\text{—————} \quad (5.18)$$

Аналогно томе, коефицијент партиципације може бити одређен за материјале за енергетски опоравак:

$$\text{—————} \quad (5.19)$$

Овај коефицијент је већи ако се прекорачи просечна маса насталог материјала у односу на привремену референтну вредност.

Стварања веће количине неупотребљивог отпада, тј. отпада за пренос енергије од стране центра означава центар са великим капацитетом прераде. Сходно томе, неопходно је да се утврди веза између масе развијеног неупотребљеног отпада и масе примљених материјала, тј. генерисане масе добијене енергије и добијених материјала, за сваки центар са одређеним ограничењима:

$$\text{—————} \quad (5.20)$$

$$\text{—————} \quad (5.21)$$

Сада рангови приоритета могу бити одређени за све врсте центара са идентификованим ограничењима:

$$(5.22)$$

$$(5.23)$$

Рангови приоритета треба да буду повезани са опадајућим вредностима од највеће ка најмањој:

$$(5.24)$$

$$(5.25)$$

Ранг првог (највишег) приоритета је , затим , итд. Тим стручњака врши анализе одабраних центара на основу утврђених приоритета и почиње од првог ранга па надаље.

Постоје бројни различити материјали који су компоненте материјалних токова *ELV* система за рециклажу и они су ти који дозвољавају или не дозвољавају даљу употребу. Када је њихов однос одређује на крају циклусног периода (једне календарске године), онда не постоји могућност за оптимизацију. На основу добијених података кроз магнитуду рециклажног система *ELV* и тока материјала, релевантна анализа може бити извршена периодично (квартално) што указује на девијације ограничених ресурса.

У случају превазилажења постављених ограничења од стране неколико центара у исто време, као што методологија показује, рангови приоритета могу бити одређени како би се предузеле одговарајуће активности са циљем уклањања дефеката и може се извршити оптимизација рада неких рециклажних центара.

5.7 Избор локације центара за рециклажу *ELV*

5.7.1 Детерминанте локације

Доносилац одлуке дефинише број могућих локација на којима би требало да буду изграђени *ELV* центри за демонтажу. Генерално, доносилац одлуке може да буде влада, локални ауторитети, корисник возила, и друге заинтересоване стране, на пример предузетници. У овом истраживању наша пажња је усмерена на 34 могуће локације где се могу градити један или више центара за демонтажу у Србији. Скуп могућих локација где могу да се граде *ELV* центри за демонтажу одређују се према: (1) подацима о количини, врсти и степену рециклирања за сваки регион у Србији, који су стекли као резултат пројекта: " који финансирају два одговарајућа министарства Владе Србије и (2) растојање између сваке две могуће локације је око 50 km (оволика удаљеност омогућава трошковима превоза да буду што је могуће нижи, на основу искуства *ELV* процеса рециклаже у Баварској). Они су индексирани од $i=1$, до $i=34$.

Према мишљењу доносиоца одлука има седам важних критеријума за процену локација на којима треба да се граде *ELV* центри за демонтажу. Доносилац одлуке, тј. Влада Србије дефинисаће критеријуме на основу искуства земаља са развијеним *ELV* системима за рециклажу. Они су индексирани од $k = 1$ до $k = 7$: $k = 1$, економски ниво региона у којем се налази центар за демонтажу, у монетарној јединици, $k = 2$, приход по возилу у центру за демонтажу, у монетарној јединици, $k = 3$, број *ELV*-а у региону за сваки могући центар за демонтажу годишње, у монетарној јединици, $k = 4$, технолошки ниво на демонтажи опреме, $k = 5$, ниво рециклирања *ELV*, $k = 6$, локална подршка (изражено у корист локалних пореза, финансијски подршка, знање комуникација, итд), и $k = 7$, казнена политика.

Pair-wise матрица поређење релативног значаја посматраних критеријума има облик приказан на следећој страници.

(5.26)

Тежински вектор је:

$$W = [0.052 \ 0.442 \ 0.225 \ 0.104 \ 0.104 \ 0.036 \ 0.036]$$

Користећи процедуру описану у кораку 2 и кораку 3, трансформисане вредности критеријума су израчунате и представљене у табели 5.2, а у табели 5.3 могуће локације.

Табела 5.2 Вредност критеријума класификације за све могуће локације

			f_i				f_i
i=1	(0.11731, 0.18618, 0.25505)		0.019918	i=18	(0.10496, 0.15598, 0.2219)		0.016687
i=2	(0.8431, 0.957, 0.985)		0.102382	i=19	(0.25769, 0.32246,	0.34875)	0.034498
i=3	(0.14485, 0.19314,	0.25099)	0.020663	i=20	(0.06635, 0.1197, 0.17665)		0.012806
i=4	(0.17822, 0.26103,	0.34592)	0.027926	i=21	(0.0026, 0.0052,	0.1025)	0.000556
i=5	(0.21413, 0.28536,	0.35867)	0.030528	i=22	(0.09855, 0.1635,	0.22845)	0.017492
i=6	(0.25644, 0.35171, 0.4241)		0.037627	i=23	(0.17954, 0.26515,	0.38404)	0.028366
i=7	(0.23148, 0.32817,	0.42558)	0.035108	i=24	(0.34592, 0.4456,	0.5238)	0.04756
i=8	(0.47426, 0.60174,	0.71396)	0.064376	i=25	(0.15431, 0.22338,	0.28725)	0.023898
i=9	(0.09727, 0.15866,	0.22005)	0.016974	i=26	(0.2642, 0.3717,	0.474)	0.039765
i=10	(0.12639, 0.19766,	0.26685)	0.021146	i=27	(0.1626, 0.23125,	0.2999)	0.02474
i=11	(0.04295, 0.0859, 0.14285)		0.00919	i=28	(0.0026, 0.0052,	0.1025)	0.000556
i=12	(0.05051, 0.09418,	0.15185)	0.010076	i=29	(0.09727, 0.15866,	0.22005)	0.016974
i=13	(0.56398, 0.72852,	0.87128)	0.077939	i=30	(0.10455, 0.1701,	0.23565)	0.018198
i=14	(0.11392, 0.15747, 0.26026)		0.016847	i=31	(0.04839, 0.09366,	0.14309)	0.01002
i=15	(0.74758, 0.86092, 0.8982)		0.092103	i=32	(0.24141, 0.33908,	0.45755)	0.036276
i=16	(0.21516, 0.3145,	0.4124)	0.033646	i=33	(0.06087, 0.11186, 0.16285)		0.011967
i=17	(0.03718, 0.06812, 0.135)		0.007288	i=34	(0.24993, 0.33564,	0.42135)	0.035908

Табела 5.3 Класификација могућих локација у разматраном временском периоду и мере веровања да локације припадају А класи

	ef_i	Разматрани временски период		ef_i	Разматр- ани временс- ки период	Мере веровања да локације припадају класи А
i=2	0,102382	A	i=3	0,814455	B	0.9649
i=15	0,194485	A	i=1	0,834373	B	0.9180
i=13	0,272424	A	i=30	0,852571	B	0.7492
i=8	0,3368	A	i=22	0,870063	B	0.7060
i=24	0,38436	A	i=9, i=29	0,904011	B	0.7691
i=26	0,424125	A	i=14, i=18	0,937705	B	0.3918
i=6	0,461752	A	i=20	0,950511	B	
i=32	0,498028	A	i=33	0,962478	C	
i=34	0,533936	A	i=12	0,972554	C	
i=7	0,569044	A	i=31	0,982574	C	
i=19	0,603542	A	i=11	0,991764	C	
i=16	0,637188	A	i=17	0,999052	C	
i=5	0,667716	A	i=21, i=28	1	C	
i=23	0,696082	A				
i=4	0,724008	A				
i=27	0,748748	A				
i=25	0,772646	A				
i=10	0,793792	A				

Према статистичким подацима, крајем 2009. године у Србији је било око 150.000 различитих врста возила на крају животног циклуса, од различитог годишта и нивоа рециклирања, који је потребан да се рециклирају. Иста статистика показује да око 820.000 возила постану напуштена годишње. Око 74% свих пронађених *ELV*-а Србији је концентрисано око одабраних локација.

5.8 Почетно сагледавање мреже центара за сакупљање и растављање моторних возила на крају животног циклуса

У табели 5.4 приказан је број *ELV* у Србији, што је полаз за сагледавање мреже центара за сакупљање и растављање.

Табела 5.4 Број моторних возила на крају животног циклуса Република Србија – без КиМ [МУП Србије, 2009]

Р. б.	Република Србија - окрузи	Број регистрованих МВ у 2008.	Мин. број отпадних возила у 2009.	Мах. број отпадних возила у 2009.
1	2	3	4	5
1.	Борски	48.150	1.926	3.226
2.	Браничевски	71.464	2.859	4.788

Р. б.	Република Србија - окрузи	Број регистрованих МВ у 2008.	Мин. број отпадних возила у 2009.	Мах. број отпадних возила у 2009.
3.	Град Београд	526.842	21.074	35.299
4.	Јабланички	63.790	2.552	4.274
5.	Колубарски	60.463	2.419	4.051
6.	Мачвански	90.956	3.638	6.094
7.	Моравички	68.097	2.724	4.562
8.	Нишавски	109.806	4.392	7.357
9.	Пчињски	43.135	1.725	2.890
10.	Пиротски	25.425	1.017	1.703
11.	Подунавски	60.574	2.423	4.058
12.	Поморавски	76.207	3.048	5.106
13.	Расински	77.758	3.110	5.210
14.	Рашки	69.330	2.773	4.645
15.	Шумадијски	88.159	3.526	5.907
16.	Топлички	25.937	1.037	1.738
17.	Зајечарски	43.762	1.750	2.932
18.	Златиборски	73.539	2.942	4.927
19.	Јужнобачки	207.433	8.297	13.898
20.	Јужнобанатски	101.098	4.044	6.774
21.	Севернобачки	64.206	2.568	4.302
22.	Севернобанатски	54.298	2.172	3.638
23.	Средњебанатски	67.376	2.695	4.514
24.	Сремски	97.502	3.900	8.533
25.	Западнобачки	59.463	2.378	3.984
УКУПНО		2.274.750	90.990	152.408

1) Минимални број отпадних моторних возила је израчунат као 4% од броја регистрованих моторних возила (у време кризе мање је отпадних возила).

2) Максимални број отпадних моторних возила је израчунат као 6,7 % од броја регистрованих моторних возила (светска пракса).

Према пракси у ЕУ, САД и Јапану издвојено је четири групе центара (табела 5.5).

Табела 5.5 Карактеристике центара

Тип центра за растављање МВ	Број отпадних возила која се раставе у току године	Примењена технологија	Ознака центра
Линијски	5000 – 6000 МВ/год	Аутоматизовано	
Комбиновано (линијски, дизалице)	2000 – 4000 МВ/год	Полуаутоматизовано	
Група дизалица	1000 – 2000 МВ/год	Делимично аутоматизовано	
Једна до две дизалице	300 – 600 МВ/год	Ручно	

У табели 5.6 приказани су капацитети предложене мреже центара за прикупљање и растављање *ELV*.

Табела 5.6 Капацитет демонтаже за Републику Србију

Тип центра за растављање МВ	Број отпадних возила која се раставе у току године	Број центара у Републици Србији	Капацитет демонтаже
Линијски	5000 – 6000 МВ/год (20 возила на дан)	5	27.000
Комбиновано (линијски, дизалице)	2000 – 4000 МВ/год (прос. 3.000 воз/цен)	13	39.000
Група дизалица	1000 – 2000 МВ/год	28	47.000
Једна до две дизалице	300 – 600 МВ/год	107	42.800
УКУПНО		153	160.800

Капацитет демонтаже је пројектован према густини возила по регионима државе и према максимално претпостављеном броју отпадних моторних возила у Србији. Број отпадних путничких аутомобила је око 70 - 75% од укупног броја моторних возила.

У табели 5.7 приказан је капацитет центра за град Београд.

Табела 5.7 Капацитет демонтаже за Град Београд

Тип центра за растављање МВ	Број отпадних возила која се раставе у току године	Број центара у Граду Београду	Капацитет демонтаже
Линијски	5000 – 6000 МВ/год	2	12.000
Комбиновано (линијски, дизалице)	2000 – 4000 МВ/год	1	4.000
Група дизалица	1000 – 2000 МВ/год	6	12.000
Једна до две дизалице	300 – 600 МВ/год	31	12.400
УКУПНО		40	40.400

На слици 5.21 приказан је територијални распоред центра у Републици Србији.

материјал и енергетски потенцијал и на крају одлагање као крајњи процес који је до скоро био доминантни део стратегије.

Прва опција је најповољнија за животну средину а последња најнеповољнија. Хијерархија управљања отпада има следећи ток:

1. поновно коришћење - коришћени предмети се поново употребљавају
2. репарација - опрема се раставља и репарира за поновну употребу
3. рециклажа - материјали старог производа се рециклирају и користе се у производњи нових производа
4. рециклажа на нижем нивоу - материјали старе опреме се рециклирају и користе се у производњи нове опреме нижег квалитета (материјали са примесима и смањеним перформансама)
5. конверзија отпада у енергију - материјали се користе за производњу енергије (најчешће спаљивањем)
6. безбедно депоновање отпада – материјали се одлажу и прекривају слојем земље. Монтажнице заузимају кључно место у процесу рециклаже моторних возила. Економија демонтажница зависи од законских захтева, броја возила, цене половних делова, нивоа припреме за следећу фазу, избора технологије демонтаже као и нивоа коришћења половних делова. За активности на територији Србије најважније је квалитетно решити овај део ланца повратних материјала.
7. одлагање - материјали се бацају у природу и тако је загађују.

Демонтажнице су економски врло осетљива компонента рециклаже у којој поновно коришћење делова има највећу економску ефикасност.

Овај процес побољшава целокупну збирну економију демонтажнице. Његова економија не зависи само од унутрашњих фактора (продуктивности, опремљености људских ресурса, броја и врсте возила), већ неки пут много више од екстерних (ниво друштвеног стандарда, броја возила у овом процесу, берзанске цене материјала и сл).

5.9.2 Утицајни фактори на коришћење половних делова

Бенефиције коришћења половних делова. Бенефиције поновног коришћења делова исказане кроз економију или уштеђени новац, кроз еколошке предности [Williams 2005]. У билансу урађеном од стране Oakdene Hollins [2004] могуће је уочити да количина енергије која се може уштедети поновним коришћењем делова у аутомобилској индустрији посебно поновним коришћењем мотора као компоненте возила, врло су велике. Истраживачи дају процену да би се уштедело око 350 милиона евра као еквивалент смањене емисије угљеника на нивоу 100 кте CO₂ минимално годишње. Ова уштеда би се направила на бази цене емисије CO₂. Додатна чињеница је да материјали који се користе за производњу мотора су далеко скупљи у енергетском смислу него материјали предходно коришћени, из тог разлога поновна израда мотора има велику вредност и значај.

Ова активност доприноси отварању нових радних места. Смањује друштвене социјално-економске тензије.

Прво ограничење је, да би се успоставио систем, мора да постоји инфраструктура. Следеће ограничење је да у систему дистрибуције мора да дође до

реструктурирања. Даље ниво развијености друштва и друштвени ментални однос према коришћењу половних делова.

Данашњи проблем поновне производње је да, иако поновна производња укључује разне производе и широк спектар предузећа, оно је углавном везан за ефекат „након пласирања“. Очигледна је могућност за то да се поновно коришћење прошири и на нова возила. Једна од главних препрека овоме је еволуција делова и материјала. Успешан однос између производње и поновне производње би могао то да реши. У секторима као што је пољопривреда или грађевина, поновна производња мотора, гума и других делова није страна, јер делови који се скидају са дотрајале опреме, могу се искористити за поновну производњу сасвим других делова.

5.9.3 Тржиште половних делова у Србији

Тржиште половних делова у Србији у овом моменту је хаотично услед недефинисаних услова функционисања на њему. Углавном је усмерено према импровизацијама и индивидуалним интересима појединих правних или физичких субјеката у којој је потрошач или корисник незаштићен.

Основне карактеристике ове делатности су:

- недовољно или присутна порозна законска регулатива која ствара основу за непоштовање,
- незаштићеност потрошача – корисника,
- непотпуно дефинисани услови за рад демонтажница – аутоотпада,
- недавно усвојен Закон о управљању отпадима, створио је основ али не и јасан ток транзиционих активности у овој делатности,
- нови Закон о управљању отпадима поставио је захтеве које тек треба довести на одрживи ниво да би привреда могла ди их прихвати,
- закони иду својим неопходним и захтеваним током од ЕУ, а привредне активности неким својим могућим током и економским интересима,
- понуда делова се често формира према једном растављеном возилу,
- приметно је специјализовање тржишта по моделима,
- лагери половних делова су често или велики или недовољни, и
- највећи део ове привредне делатности је у сивој економској зони.

Неконтролисани (без документације) улазак половних делова из иностранства како по квалитету тако и по квантитету. Институционо неконтролисана и непраћена област .Утицај нерегулисаног и неконтролисаног тржишта на повећање криминала (крађама аутомобила) велики је.

Карактеристике које подстичу развој тржишта резервних делова:

- ниска куповна моћ становника
- висока старосна доб возног парка у експлоатацији
- ментална спремност за коришћење половних производа
- избегавање пореских обавеза (сива зона)

Још једна препрека у овом сектору је да не постоји ниједан закон или стандард који контролише сектор, јер владе нису спознале могућност поновне производње као шансу за смањивањем еколошког утицаја.

5.9.4 Одрживо тржиште рециклаже моторних делова у Србији у наредном периоду

Развој коришћења половних делова подржавају савремена размишљања о дематеријализацији економије редуковање утрошка материјала у производњи и потрошњи, користећи овај сервис као пут за смањење потрошње енергије примарних ресурса и услуга на путу запошљавања и економског развоја.

Као пример професионалног односа у систему управљања половних делова може да послужи начин функционисања асоцијације *EGARA (European Group of Automotive Recycling Association)* која је успостављена 1991. год и представља најраспрострањенији и најквалитетнији систем у коришћењу половних делова из демонтажница на тржишту ЕУ.

Њени циљеви су:

- да развија и брани интересе фирми у процесу рециклаже аутомобиле у ЕУ,
- да подржава активности које унапређују и развијају трговину половним деловима.

Њена активност се базира на следећој филозофија: "Сигурно поновно коришћење", која се може описати на следећи начин: обезбеђивање одговарајућег квалитета половних делова и компоненти за одговарајуће аутомобиле и осигурава да сви делови и компоненте буду адекватно контролисане и тестиране и да су безбедне за коришћење и окружење.

EGARA је развила стандарде за сертификацију квалитета са циљем да постигне европску хармонизацију. Она је такође публиковала минимум сертификационих захтева за продају половних делова, са којом су се усаглашавала националне асоцијације и законодавства.

Основни захтеви сертификационог система су:

- основни захтеви европског сертификационог система би требало уградити у националну сертификациону шему и они би требало да буду ауторизовани од треће стране,
- сви учесници у процесу рециклаже имају обавезу да у потпуности испуњавају захтеве националног законодавства које прати *ELV* Директиве ЕУ.

Демонтажница половних делова обухвата:

- спољње обележавање имена компаније, број телефона, радни дани и време,
- одржавање пријемних површина квалитетним зарад,
- квалитетне телефонске комуникације током радног дана, а у нерадним терминима пожељно је коришћење телефонске секретарице,
- захтеви за регистровање, преглед и одлагање половних делова су:
- регистровање примљених возила и делова,
- побољшати сарадњу са осигуравајућим друштвима,
- стварање тржишта са увозницима и произвођачима (примери из ЕУ),
- укључивање осигуравајућих друштава о овај програм би, убудуће, могло да значајно прошири број корисника каско осигурања,
- формирање асоцијације,

- централизован информатички систем од сертифицираних демонтажница,
- утицај стандарда живота,
- регистрација произвођача примљених делова,
- дефинисање поступка за идентификацију порекла делова после демонтаже,
- сигурно одлагање делова на начин да њихов квалитет не буде нарушен,
- дефинисање процедура за контролу функционалности пре продаје (ако је могуће), итд.

Услови продаје, администрација и гаранција су:

- рачун за сваки продати део садржи идентификационе податке о продатом делу,
- опис производа и начин испоруке,
- за продате половне делове и компоненте у пословном односу издаје се гаранција на минимум три месеца (само за делове ,не и за рад и уградњу, сем у случају ако нешто додатно није договорено),
- процедура за решавање рекламација,
- гаранција по условима *EU Directive 1999/44/EC*, као што је имплементирано у националном законодавству (код нас у будућности).

Тржиште половних делова у Србији би требало да тражи своју одрживу будућност кроз усвајање сличних стандарда.

Тежиште половних делова из демонтажница моторних возила на крају животног циклуса у Србији је у повоју, без јасних законодавних и системских праваца који би га водили ка одрживом европском моделу. Да ли ће и којом брзином бити успостављен, тешко је рећи. Успостављање Асоцијације за рециклажу моторних возила, требало би да направи дефинисане путање према европским стандардима.

5.10 Резилиенс центра за рециклажу ELV

Пословање у XXI веку захтева константне промене и праћење нових трендова. На тај начин, ствара се велики притисак на организације које се суочавају са разним ризицима и неизвесностима пословања. Паралелно са наведеним, јављају се и догађаји који се не могу предвидети - терористички напади, земљотреси, поплаве и слично. Имајући у виду наведено, истраживачи и организације раде на подизању нове парадигме пословања која има задатак да обезбеди континуитет пословања организације. Реч је о концепту који се зове Капацитет за опоравак након наглог пада перформанси организације (енгл. *resilience*) [Gallopın, 2006].

Током истраживања у области капацитет за опоравак, развили су се различити приступи и концепти што је била последица другачије перспективе истраживача. Имајући то на уму, може се разликовати приступ са еколошког аспекта, инжењерског, социјалног, корпоративног и сл. [Plummer & Armitage, 2007]. Ови приступи, иако на први поглед не изгледају слично, имају блиску структуру и сличне односе са појмовима као што су ризик, рањивост, неизвесност и другим релевантним факторима. Наведени појмови су ушли у фокус проучавања током прве деценије XXI века јер је дошло до тога да смене главне културолошке теме које би се могле описати као технолошки оптимизам [Jaeger, 2001]. До данас, истраживачи као и менаџери покушавају да реше проблеме из наведених области.

У теорији, али и инжењерској пракси, настају свакодневно нови захтеви у по питањима заштите животне средине, одрживог развоја и друштвене одговорности. Заштита животне средине захтева редукују емисије издувних гасова искоришћење рециклираних материјала што има велики утицај на све секторе глобалне економије укључујући сва возила. Решења за редукују емисије штетних гасова могу се тражити у новим технологијама израде возила и применом горива чијом експлоатацијом се ослобађа мала количина угљеника које [Winkelman et al., 2009], док примена рециклираних материјала мора почети од процеса у центрима за демонтажу возила на крају животног циклуса.

Центри за демонтажу *ELV* постају веома актуелна тема у Србији с обзиром да се улажу напори ка приближавању стандарда који важе у земљама ЕУ. Као и све остале организације, и центри за демонтажу *ELV* суочавају се са разним ризицима и неизвесностима током пословања. Имајући на уму да мрежа центара за демонтажу *ELV* у Србији тек треба да се развије, јасно се види да треба детаљно проучити њихово пословање као и међусобне утицаје околине и окружења. Пошто је потребно доста уложити у развој мреже центара, процена свих ризика у њиховом пословању постаје незаобилазна, а дефинисање метрике капацитета за опоравак постаје императив.

Како расте свест о значајности капацитета за опоравак организација, расте и број истраживача и радова у овој области. Имплементација знања о парадигми капацитета за опоравак се шири на различите области, од екосистема до социјалних и друштвених структура и инжењерских дисциплина.

С обзиром да је капацитет за опоравак организација релативно неистражена област, постоје велики број тема које треба расветлити. У свом раду, аутор Rose [2004] истиче у први план постојање три основне групе проблема у области капацитета за опоравак. Прву групу проблема чине они на концептуалном нивоу где постоји потреба где треба дефинисати процедуре које чине основу концепта по цену да оне и руше устаљене процедуре пословања. На оперативном нивоу постоје тешкоће када је у питању моделирати понашање групе у једном оквиру. Што се тиче емпиријског нивоа, веома је тешко прикупити релевантне податке о капацитету за опоравак да би се специфицирали одговарајући модели. У овом раду је представљено стање на сва три нивоа када су у питању истраживања да би се дефинисале димензије економског капацитета за опоравак у случају катастрофалних догађаја.

У свом раду, Young [2010] користи оквир развијен за проучавање концепта капацитета за опоравак, рањивости и адаптације у социо-еколошким системима у циљу да расветли услове који воде до промена стања животне средине. Проучавајући неколико концептуалних проблема приказан је утицај стреса на организацију као и механизми менаџмента којима се овакве ситуације превазилазе и последице које настају у овој интеракцији. Важан закључак овог рада се тиче чињенице да је неопходно правовремено реаговање у оквирима системског мишљења како би се искористиле прилике за имплементацију одговарајућих акција којима се решавају кризне ситуације.

Имајући све наведено на уму, може се констатовати да је капацитет за опоравак је у великој мери повезан са одрживим развојем. Може се рећи да тежња за успостављањем одрживог развоја почива на системском приступу пројектовања. Иако је велики број организација усвојио циљеве одрживог развоја, реални развој одрживих система остаје текући изазов због широког спектра економских, социјалних и фактора заштите животне средине који имају утицај током читавог

постојања организације. Традиционални инжењерски приступ покушава да предвиди одступања од нормалног стања и да им се одупре али остаје веома рањив када су у питању непредвиђени утицаји. Алтернатива овом приступу је пројектовање система у које је уграђен концепт капацитета за опоравак и искоришћење позитивних особина ових система као што су ефективност, адаптивност, агилност, итд.

5.11 Поређење стања у сектору рециклаже ELV у Србији и ЕУ

У данашње време на простору Србије, процес демонтаже и рециклаже *ELV* одвија се потпуно неорганизовано [Arsovski et al., 2010]. Подсистеми и делови возила демонтирају се било где и стављају у промет са недовољно добрим или никаквих технолошких поступака и процедура.

С друге стране, ниво искоришћености ресурса моторних возила на крају животног циклуса је изузетно низак (испод 60% од укупне масе возила) што је у односу на центре за демонтажу у земљама ЕУ веома ниско.

Произвођачи возила широм Европе имају свој концепт рециклаже *ELV* и развијене мреже рециклажних центара. Циљ произвођача је да минимизира нежељене утицаје на животну средину током читавог животног циклуса возила. Управо због тога још у фази дизајна возила води се рачуна о захтевима рециклаже – време потребно за демонтажу датог *ELV*, избор материјала погодних за рециклажу, прорачунавање времена које ће бити предвиђено за експлоатацију [BMW AG, 2003].

Међу представницима који имају веома квалитетну стратегију рециклаже, може се издвојити произвођач *Opel* и његов концепт аутомобиле Инсигниа који је проглашен за ауто године 2010. у Европи.

Обезбеђивање циљева рециклаже се постиже праћењем дефинисаних процедура које се употребљавају и током процеса процене могућности рециклаже делова и компоненти *ELV*. Више од 130 типова рециклираних пластичних материјала је специфицирано и одобрено за производњу и уградњу у нова возила. У поређењу са новим материјалима, рециклирани морају да испуне исте техничке спецификације али да њихова производња буде јефтинија. У случају да су ова два услова испуњена, бирају се рециклирани материјали али квалитет производа се не мења. Циљ је да се одржи висок ниво перформанси, термичке и физичке издржљивости као и естетски аспект тако да се делови од рециклираних материјала могу уградити у било који део возила.

На основу приказаног стања, може се закључити да су центри за демонтажу веома потребни Србији и да ће њихова изградња и одрживи развој знатно унапредити домаћу индустрију. Да би се обезбедио њихов несметани рад и постојање у стабилним али и кризним ситуацијама, неопходно је дати смернице о процени њиховог капацитета за опоравак у случају било каквог пада перформанси током рада.

6. КЉУЧНИ ФАКТОРИ УСПЕХА ОДРЖИВЕ РЕЦИКЛАЖЕ МОТОРНИХ ВОЗИЛА НА КРАЈУ ЖВОТНОГ ЦИКЛУСА

6.1 Парето анализа критичних фактора успеха

Специфичности и сложеност проблема истраживања одрживости рециклаже *ELV* захтева примену стратегијског приступа менаџмента процесима.

Рециклажа *ELV* се посматра као процес који може бити кључан за одређене стејкхолдере (заинтересоване стране). На основу анализе релевантне литературе, а посебно *Borrer* [2008], *Rendell & Mc Ginty* [2004] *Stapenhurst* [2009], *Kotler & Caslione* [2009], *Deming* [1996] спроведена је анализа критичности за овај процес.

Анализом су утврђени следећи критични фактори:

1. ниво менаџмента у процесу рециклаже,
2. ниво подршке државе (јавни интерес),
3. количина (t), структура *ELV* годишње,
4. стопа генерисања *ELV* (%/год),
5. фактор прикупљања *ELV* и отпада од *ELV*,
6. фактор рециклаже,
7. ниво покривености мрежом центара за рециклажу *ELV*,
8. технолошки ниво рециклажа *ELV*,
9. цене рециклата из *ELV* и могућности изградње, итд,
10. брига о животној средини,
11. брига за енергетску зависност (утицај на...), и
12. утицај на запошљавање (утицај на...).

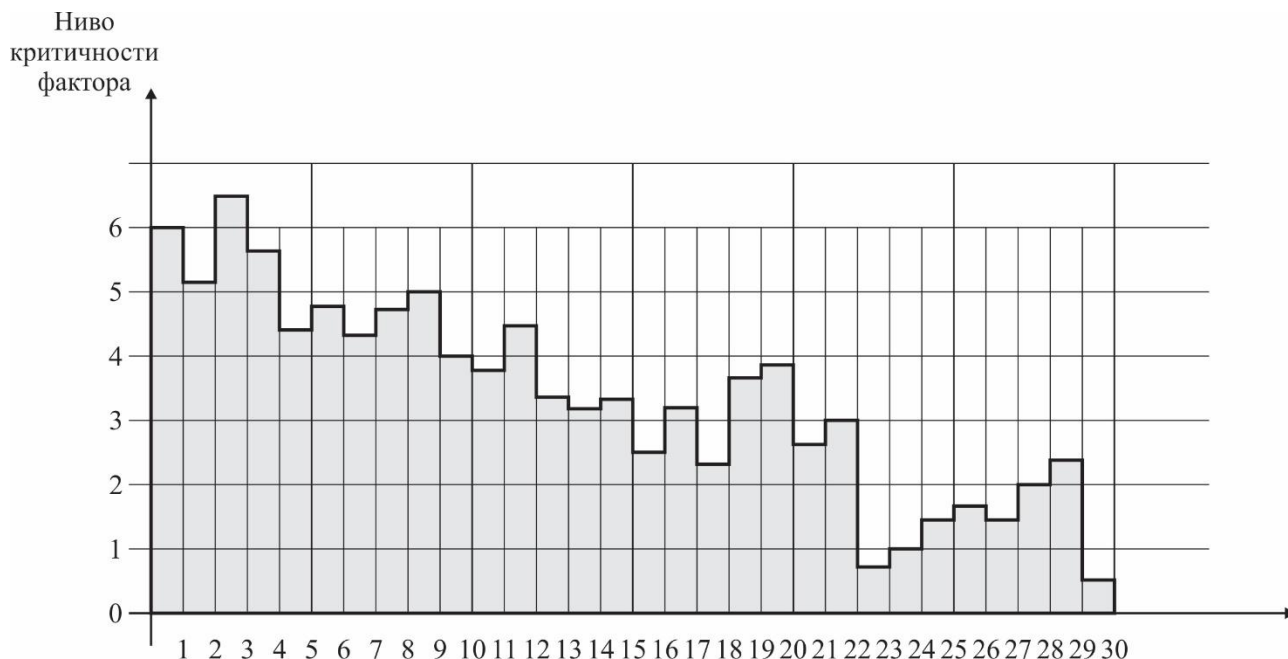
Применом *Delphy* методе [*Linstone & Turoff*, 1975] а на основу резултата пројекта TR 35033, под називом „Одрживи развој технологије и опреме за рециклажу моторних возила“, формирана је група од 16 експерата. Аутор је на основу података из литературе саставио листу питања и исте упутио их експертима укљученим у овај пројекат. Поред наведених питања, на листи је било још 18 могућих фактора, и то:

13. законски прописи,
14. одрживост увозника/произвођача,
15. *BLD* становника/год,
16. *GDP*/год,
17. стопа инфлације,
18. ниво казни због загађивања животне средине
19. ниво предузетништва,
20. ниво увоза „половних“ аутомобила,
21. цене опреме за рециклажу,
22. цене регистрације/дерегистрације возила,
23. број центара за прикупљање *ELV*,
24. број центара за растављање и продају делова из *ELV*,
25. број и капацитет центара за рециклажу делова *ELV*,
26. број и капацитет шредера,

- 27. број спалионица,
- 28. ниво зараде од рециклаже,
- 29. пореска политика,
- 30. политика регионалног развоја.

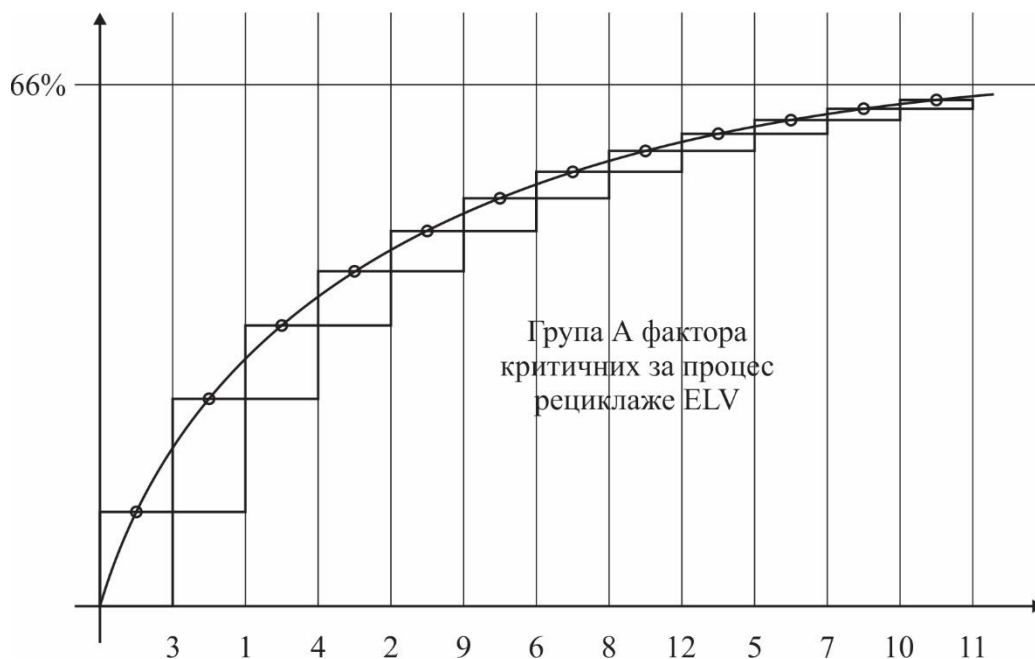
На основу два круга испитивања, применом статистичких метода, утврђен је ранг критичности (слика 6.1).

Највећи ранг има фактор 3, а најмањи политика регионалног развоја (фактора 30).



Слика 6.1 Ниво критичности фактора рециклаже ELV

Применом Парето анализе утврђена група најкритичнијих фактора (група А), што је представљено на слици 6.2.



Слика 6.2 Критични фактори рециклаже ELV

На основу претходне анализе, ово истраживање је посебно било усмерено на следеће факторе:

- F3 - количине и структура *ELV*/годишње,
- F1 - ниво менаџмента
- F4 - стопа генерисања *ELV*/годишње,
- F2 - ниво политике државе (јавни интерес),
- F9 - цене рециклаже из *ELV*,
- F6 - фактор рециклаже,
- F8 - технолошки ниво рециклажа *ELV*,
- F12 - утицај на запошљавање,
- F5 - фактор организације прикупљања *ELV* и отпада од *ELV*,
- F7 - ниво покривености мрежом центара за рециклажу *ELV*,
- F10 - брига о животној средини,
- F11 - фактор утицаја на енергетску зависност.

6.2 Истраживање количине и структуре *ELV*/годишње

Овај фактор успеха је најкритичнији. У наставку примене *Delphy* студије, експерти су исказали свој став о количини и структури *ELV* годишње, што је приказано у табели 6.1.

Табела 6.1 Количина и структура *ELV* годишње

Година	Број <i>ELV</i>	Еквивалентна тежина <i>ELV</i> [kg]	Укупна маса <i>ELV</i> [kg]	Удео метала у <i>ELV</i> (%)	% делова <i>ELV</i> из експлоатације по <i>ELV</i> /год
2006	41.080	820	33.685.600	0.68	7
2007	60.500	830	50.215.000	0.67	8
2008	70.020	850	59.517.000	0.67	9
2009	95.800	870	83.346.600	0.66	10
2010	101.000	910	91.910.000	0.65	12
2011	96.600	930	87.906.000	0.64	10
2012	99.500	960	95.520.000	0.64	9
2013	102.200	980	100.156.000	0.63	10
2014	101.600	1090	110.744.000	0.62	11
Укупно	768.300		713.000.200		

Види се да је у протеклих девет година у просеку рециклирано, по неком основу, око 80000 тона из возила, што је у просеку извршило око 50000 тона гвожђа/челика. То је првенствено искоришћено као сировина за производњу челика и за толико је утицало на смањење увоза рециклираног гвожђа, односно побољшање спољно-трговинске размене.

Вредности за број *ELV* годишње су ниже од вредности из табеле 5.4, јер се сва *ELV* не рециклирају.

6.3 Утицај нивоа менаџмента

6.3.1 Карактеристике менаџера

Утицај особина менаџера у свакодневном животу је пресудан за успех у многим сферама живота. Развијање карактеристика менаџера представља синоним за успешно обављање послова, као и за ефективно управљање и комбиновање различитим ресурсима компанија у циљу достизања светске класе производа и услуга. У приступу менаџменту као склопу црта личности подразумева се да ће предузећа за рециклажу радити боље уколико људи на менаџерским позицијама припадају одговарајућим лидерским профилима. Практичан али и суштински задатак предузећа је да пронађе људе који поседују такав склоп особина. Полазна хипотеза је била да су менаџери, који су својим карактеристикама више приближавају траженом "идеалном профилу карактеристика", успешнији у послу од колега чије су индивидуалне мање подударне са "идеалним профилем". У овом истраживању битна је индивидуална разлика између успешних и мање успешних. Хипотеза на којој се заснива овај део истраживања је, да ће професионална селекција одабраних људи повећати ефикасност њихове функције а тиме и предузећа за рециклажу моторних возила. Предузећа за рециклажу моторних возила могу да спецификују карактеристике или особине које су им важне за одређене позиције и да затим искористе технике за процену личности да би одредили да ли особа одговара њиховим потребама. Све више пажње се обраћа на повећање ефикасности менаџера који са својим тимовима уводе промене без којих компанија не може да се прилагоди на брзе промене у окружењу. Унапређење способности, знања и вештина менаџера постаје приоритет од кога зависи конкурентска предност компаније. Управљање и таленти су формула успеха. Управљање је покретачка снага, која је основ промена и развоја. Снага менаџмента произлази из визије и способности утицаја, односно покретачке енергије која подстиче посвећеност људи у савладавању препрека на путу у будућност. Савремена сазнања о менаџменту упућују нас да је способност утицаја менаџера садржана у особинама личности менаџера, као и ефектима интеракције са сарадницима. Резултати целокупног пословања предузећа за рециклажу моторних возила зависе од тога колико имају спретног менаџера који ће моћи да искористи шансе и прилике у окружењу.

Преломна тачка приступу особинама менаџера дошла је појавом Стогдила 1948. и Мана 1959. године [Сажферт *et al.*, 2012]. Данашње компаније све више имају потребу за менаџерима, а њих је све мање. Центар за креативно лидерство (CCL) изучавао је [Aylor, 2009] поменути геп трогодишњим истраживањем, којим је било обухваћено 2.200 менаџера из Америке, Индије и Сингапура свих нивоа у пословним државним, непрофитним и образовним организацијама. Без обзира на земљу, индустрију или ниво одлучивања, резултати су били конзистентни. Следећих осам карактеристика из CCL, истраживања рангиране су као критичне за будући успех менаџера:

- сналажљивост,
- стратешко планирање,
- умеће вођења људи,
- управљање променама,
- инспиративна оданост,
- ради све што је потребно,

- способност брзог учења,
- партиципативно управљање.

Такође су респоденти истакли да су прве четири побројане вештине, које су по рангу најбитније, оне вештине које недостају савременим менаџерима. Истраживачи *SCL*-а су закључили да су данашњи менаџери неадекватно припремљени за изазове који их очекују у будућности.

Према [Koontz *et al.*, 1993], циљ сваког менаџера је да створи вишак вредности (у пословним организацијама то значи профит). Јасни и проверљиви циљеви олакшавају мерење тог вишка, као и успешности и ефикасности менаџерских акција. Они даље наводе [Koontz *et al.*, 1993]: циљеви менаџера изражавају крајње резултате и укупни циљеви треба да буду подржани циљевима нижег ранга. Штавише, организација и менаџери имају вишеструке циљеве који су понекад међусобно компатибилни, па не могу да воде конфликтима у организацији, унутар групе, па чак и између појединаца. Менаџери различитих организационих нивоа заокупљени су различитим врстама циљева.

У процесу овог истраживања циљева менаџера у већем броју компанија извршено је анкетирање 100 мушкараца и 16 жена менаџера који се налазе на руководећим положајима (управљају компанијом, руководе делом компаније или секторима). Сваки од менаџера је у свом радном окружењу имао најмање 10 радника који су радили на различитим пословима и задацима. Циљеви истраживања су, између осталих, били да се на основу анкете утврде који су најважније карактеристике менаџера. У оквиру анкете истраживано је 8 карактеристика лидера и менаџера. Резултати анкете су статистички обрађени. За свих 8 карактеристика изведена је статистичка оцена релативна тежина(б).

Како је циљ овог рада приказ могућег приступа избора оптималног менаџера применом *Fuzzy* логике, у следећој табели приказане су 4 најважније карактеристике менаџера, са припадајућим сведеним релативним тежинама.

Релативне важности критеријума добијене су дефазификацијом и нормализацијом добијених фуззу тежина на следећи начин:

$$\text{---} \quad (6.1)$$

$$, \quad (6.2)$$

где представља преференцију доносиоца одлуке тј. степен уверености.

Према спроведеном истраживању, најважније карактеристике лидера и менаџера су дате у табели 6.2.

Табела 6.2 Карактеристике менаџера са релативним тежинама ()

Карактеристика	Карактеристике менаџера	Сведена релативна тежина
К1	Сналажљив	0.20
К2	Стратешко планирање	0.22
К3	Умеће вођења људи	0.28
К4	Управљање променама	0.30

Наведене карактеристике представљаће релевантне критеријуме (K1), на основу којих се применом фази логике и фази система може доћи до оптималног избора менаџера у процесу запошљавања на руководеће место. Према спроведеном истраживању.

Критеријуми на основу којих ће бити изабран оптималан менаџер (преференција одлуке), представљају у ствари циљеве који исти менаџер треба да испуни. Сваки од менаџера на другачији начин може да буде оцењен од стране комисије, према процени оцењивача.

Критеријуми (циљеви) који су предмет оцене кандидата су: K1 - сналажљивост (енгл. *resourcefulness*) K2 — стратешко планирање (енгл. *strategic planning*) K3 — умеће вођења људи (енгл. *people management skills*) K4 — управљање променама (енгл. *change management*).

Вредности улазних критеријума представљене су бројевима. Интервали поверења крећу се у бројчаном интервалу од [0,10], пошто смо у систему оцена које ће комисија користи предпоставили да ће кандидати бити оцењивани оценама од 1-10.

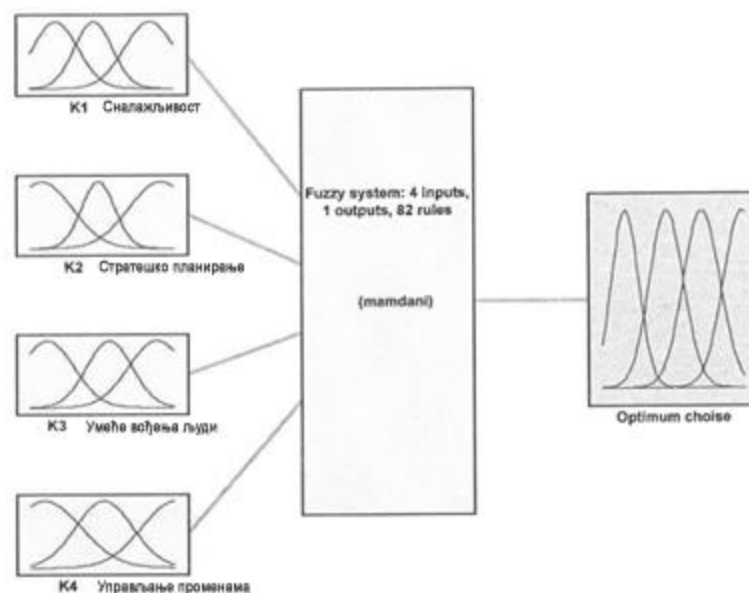
Вредност излазне променљиве - преференција одлуке за избор оптималног менаџера налазиће се у интервалу од [0,1].

Сваки критеријум у *Fuzzy* моделу има три лингвистичке вредности и то:

- сналажљивост: (лоше, добро, одлично),
- стратешко планирање: (лоше, добро, одлично),
- умеће вођења људи: (лоше, добро, одлично), и
- управљање променама: (лоше, добро, одлично).

Излазна променљива преференција одлуке има вредност: лоше, добро, веома добро и одлично.

На основу писаног концепта модела стварају се услови да се дати систем моделује као сложени *Fuzzy* систем, слика 6.3.



Слика 6.3 Приказ општег модела [Aylor, 2009]

За задате критеријуме на основу којих ће применом *fuzzy* логике бити изабран оптималан менаџер према циљевима (оцена према критеријумима), задате су функције припадности улазних и излазних лингвистичких променљивих. Избор облика функције припадности и интервал поверења, представља веома битну фазу у моделовању *fuzzy* скупа. За овај систем изабране су функције припадности Гаусове криве.

Лингвистичка променљива — критеријум сналажљивост, има Гаусове облике функција припадности лингвистичких вредности са следећим параметрима: *poore rate* (2.1 1.53), *good rate* (1.8 4), *extreme rate* (1.36 9.39). Треба истаћи да је лингвистичка оцена. вредност за *good rate* одређена на основу компаративног односа релативне тежине овог критеријума према табели у односу на систем оцена 1-10.

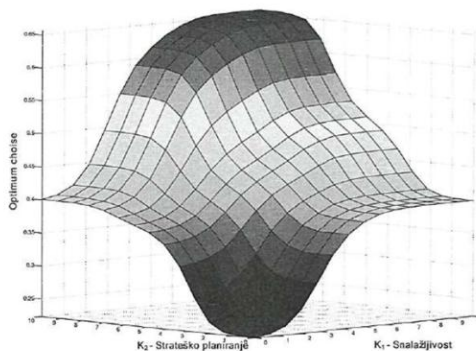
За дефазикацију ситема коришћен је *Centroid* модел. Примењује се формула где:

$$\mu_B(x) = \frac{\sum_{i=1}^n \mu_{A_i}(x) \cdot P_i}{\sum_{i=1}^n \mu_{A_i}(x)} \quad (6.3)$$

K означава број правила, P_i центар површи μ_b (функцију припадања скупа B), која је последица i -тог правила.

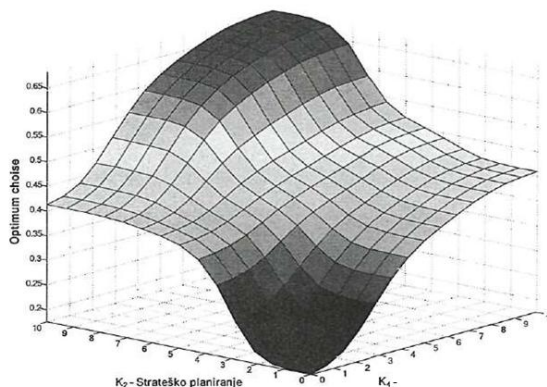
Следећим графиконима приказани су скупови могућих решења (тродимензионална функција преноса *fuzzy* система).

Међусобни однос критеријума K_1 -сналажљивост и K_2 - стратешко планирање приказан је на слици 6.4.



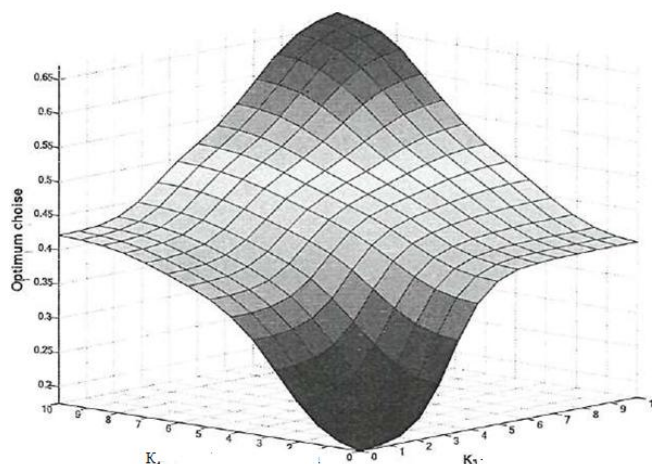
Слика 6.4 Међусобни однос критеријума K_1 и K_2

Међусобни однос критеријума: K_2 - стратешко планирање и K_4 - управљање променама приказан је на слици 6.5.



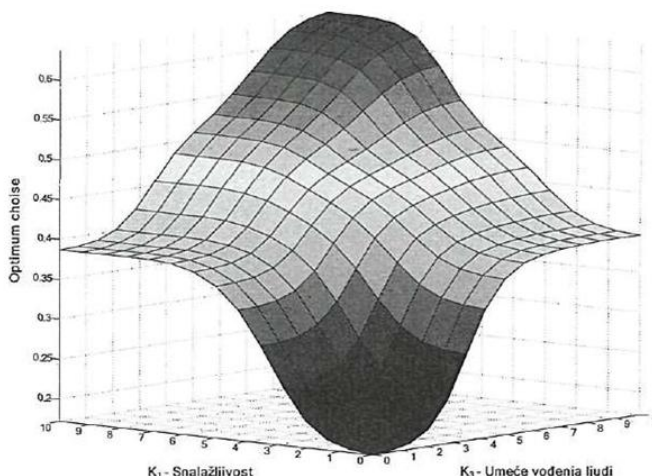
Слика 6.5 Међусобни однос критеријума K_2 и K_4

Међусобан однос критеријума: КЗ - умеће вођења људи и К4 - управљање променама приказан је на слици 6.6.



Слика 6.6 Међусобни однос критеријума К4 и КЗ

Међусобан однос критеријума К1 - сналажљивост и КЗ умеће вожења људи приказан је на слици 6.7.



Слика 6.7 Међусобни однос критеријума К1 и КЗ

6.3.2 Тестирање fuzzy система при избору оптималног менаџера

Практична примена неког модела је логична завршна фаза предметног истраживања. Предложени модел заснован на fuzzy логици, може се применити у случају када треба изабрати адекватног менаџера у предузећу које се бави рециклажом моторних возила на крају животног циклуса за руководеће место, а када од већег броја кандидата треба изабрати једног. Избор кандидата врши предузеће (*Human resource department*), које сагледава и оцењује поред осталих квалификација и кандидата за позицију менаџера према његовим карактеристикама (критеријуми К1-К4 у овом случају). Комисија оцењује сваког појединачног кандидата системом оцена од 1 до 10. по сваком предложеном критеријуму, те се за оцењену вредност узима аритметичка средина оцена.

У следећој табели (табела 6.3) приказан је пример, када се на конкурс пријави 5 кандидата, које је комисија оценила према карактеристикама менаџера. Средње оцено су приказане као аритметичка средина оцена (*Ksir*) које је кандидат добио од стране комисије која је вршила оцењивање.

Табела 6.3 Просечне вредности оцене кандидата према критеријумима

Кандидат	Критеријум К1 сналажљивост (оцена)	Критеријум К2 стратешко планир.(оцена)	Критеријум К3 умеће вођења људи (оцена)	Критеријум К4 управљање промен.(оцена)
A1	6.4	5.6	7	8
A2	7	4.5	6.5	7
A3	8	6.5	4.5	8
A4	5	7	8	4
A5	5.5	3	9	9
A6	4.5	8	9	8.3

Након примене формираног модела добијени су резултати приказани у табели 6.4.

Табела 6.4 Преференција одлуке применом *fuzzy* модела

Кандидат	Преференцијалне одлуке
A1	0.540
A2	0.552
A3	0.617
A4	0.420
A5	0.460
A6	0.529

Према датим резултатима најпогоднији кандидат за менаџера на руководећем положају, предузећа која се баве рециклажом моторних возила на крају животног циклуса, применом модела *fuzzy* логике а према карактеристикама менаџера (критеријуми које смо посматрали), јесте кандидат А3. пошто је као излаз применом креираног *fuzzy* модела добијен највиши степен преференције.

У највећем броју случајева процес одлучивања своди се на искуствена знања онога ко доноси одлуке. Како постоји могућност да оцењивачи или доносиоци одлуке могу заузети субјективан став према неком кандидату у процесу одлучивања, објективно се јавља могућност да се дође до погрешног избора.

Овим радом је показано да се кандидати за руководеће функције у предузећа која се баве рециклажом моторних возила на крају животног циклуса, могу бирати и применом напредних модела базираних на *fuzzy* логици према изабраним критеријумима. Карактеристике менаџера који су били релевантни у овом истраживању и примеру су: сналажљивост, стратешко планирање, умеће вођења људи и управљање променама. Наравно да постоји још критеријума - карактеристика менаџера према којима би се могао сагледати кандидат, али је циљ овог рада у оквиру докторске дисертације био приказ примене *fuzzy* логике у избору и добијању преференцијалног решења.

Анализирајући излазне резултате може се закључити да развијени *fuzzy* систем може успешно да вреднује кандидате према њиховим циљевима, те да се формира

стратегија одлучивања при избору кандидата у предузећима која се баве рециклажом моторних возила на крају животног циклуса.

У неком од следећих радова може се за исте потребе користити и неуронска мрежа као надоградња овом истраживању.

6.3.3 Сналажљивост као карактеристика менаџера

Сналажљивост као утицај менаџерских квалитета на рециклажу моторних возила на крају животног циклуса у Србији, за пол анкетирани испитаници дали су следеће одговоре. Сналажљивост за менаџере мушкарце је следећа: уопште се не слажем 1, не слажем се 5, неутралан сам 13, слажем се 38 и потпуно се слажем 43. Што чини укупно 100 мушкараца. Сналажљивост за менаџере жене је следећа: уопште се не слажем 1, не слажем се 1, неутрална сам 3, слажем се 5 и потпуно се слажем 6, Шта чини укупно 16 жена менаџера.

Табела 6.5 Сналажљивост и старосна група менаџера

Сналажљивост	Старосна група					Тотал
	До 30 год	Од 31 до 41	Од 41 до 51	Од 51 до 61	Од 61 и више	
Уопште се не слажем	0	0	0	1	1	2
Не слажем	1	0	2	3	0	6
Неутралан сам	1	9	5	1	0	16
Слажем се	3	13	16	9	2	43
Потпуно се слажем	1	11	21	13	3	49
Тотал	6	33	44	27	6	116

Сналажљивост као утицај менаџерских квалитета на рециклажу моторних возила на крају животног циклуса у Србији, за старосну групу анкетирани испитаници дали су следеће одговоре. Сналажљивост за менаџере за старосну групу до 30 година је: не слаже се 1, неутралан сам 1, слажем се 3, потпуно се слажем 1. Сналажљивост за старосну групу 31-40 година је: неутралан сам 9, слажем се 13, потпуно се слажем 11. Сналажљивост за старосну групу 41-50 година је: не слажем се 2, неутралан сам 5, слажем се 16, потпуно се слажем 21. Сналажљивост за старосну групу 51-60 година је: уопште се не слажем 1, не слажем се 3, неутралан сам 1, слажем се 9 и потпуно се слажем 13. Сналажљивост за старосну групу преко 60 година је: неутралан сам 1, слажем се 2, потпуно се слажем 3.

Сналажљивост као утицај менаџерских квалитета на рециклажу моторних возила на крају животног циклуса у Србији, за школску спрему анкетирани испитаници дали су следеће одговоре. Сналажљивост менаџере који су др је слажем се 1. За мр је: уопште се не слажем 1, не слажем се 1, неутралан сам 1, слажем се 7 и потпуно се слажем 4. Сналажљивост за МСц је: уопште се не слажем 1, не слажем се 1, неутралан сам 4, слажем се 6, уопште се не слажем 4. Сналажљивост за спец ак. је: не слажем се 1, неутралан сам 3, слажем се 4, потпуно се слажем 8. Сналажљивост за БСц је: не слажем се 2, неутралан сам 6, слажем се 11, и потпуно се слажем 16. Сналажљивост за спец стр. је: не слажем се 1, неутралан сам 2, слажем се 10 и потпуно се слажем 11.

Сналажљивост као утицај менаџерских квалитета на рециклажу моторних возила на крају животног циклуса у Србији, за стручну спрему анкетирани испитаници дали су следеће одговоре. Сналажљивост за менаџере који су економисти дали су следеће одговоре: неутралан сам 2, слажем се 7 и потпуно се слажем 10. Сналажљивост за менаџере који су правници дали су следеће одговоре: не слажем се 2, неутралан сам 2, слажем се 5 и потпуно се слажем 6. Сналажљивост за менаџере који су у техничком групацији дали су следеће одговоре: уопште се не слажем 2, не слажем се 4, неутралан сам 12, слажем се 31 и потпуно се слажем 33.

Сналажљивост као утицај менаџерских квалитета на рециклажу моторних возила на крају животног циклуса у Србији, за број подређених анкетирани испитаници дали су следеће одговоре. Сналажљивост Интелигенција за менаџере чији је број подређених до 2 изјаснили су се: слажем се 5 и потпуно се слажем 3. Сналажљивост за менаџере чији је број подређених од 2-до 5 изјаснили су се: уопште се не слажем 1, не слажем се 2, неутралан сам 7, слажем се 11 и потпуно се слажем 22. Сналажљивост за менаџере чији је број подређених 6-10 изјаснили су се: уопште се не слажем 1, не слажем се 1, неутралан сам 6, слажем се 10 и потпуно се слажем 12. Сналажљивост за менаџере чији је број подређених више од 10 изјаснили су се: не слажем се 3, неутралан сам 8, слажем се 17 и потпуно се слажем 12.

6.3.4 Стратешко планирање као карактеристика менаџера

Стратешко планирање као утицај менаџерских квалитета на рециклажу моторних возила на крају животног циклуса у Србији, за пол анкетирани испитаници дали су следеће одговоре. Стратешко планирање за менаџере мушкарце је следећа: уопште се не слажем 2, не слажем се 1, неутралан сам 18, слажем се 39 и потпуно се слажем 40. Што чини укупно 100 мушкараца. Стратешко планирање за менаџере жене је следећа: не слажем се 1, неутралан сам 3, слажем се 5 и потпуно се слажем 1. Шта чини укупно 16 жена менаџера.

Стратешко планирање као утицај менаџерских квалитета на рециклажу моторних возила на крају животног циклуса у Србији, за старосну групу анкетирани испитаници дали су следеће одговоре. Стратешко планирање за менаџере за старосну групу до 30 година је: неутралан сам 1, слажем се 2, потпуно се слажем 3. Стратешко планирање за старосну групу 31-40 година је: уопште се не слажем 1, неутралан сам 8, слажем се 12, потпуно се слажем 12. Стратешко планирање за старосну групу 41-50 година је: уопште се не слажем 1, не слажем се 2, неутралан сам 6, слажем се 16, потпуно се слажем 19. Стратешко планирање за старосну групу 51-60 година је: неутралан сам 6 слажем се 8 и потпуно се слажем 13. Стратешко планирање за старосну групу преко 60 година је: слажем се 6.

Стратешко планирање као утицај менаџерских квалитета на рециклажу моторних возила на крају животног циклуса у Србији, за стручну спрему анкетирани испитаници дали су следеће одговоре. Стратешко планирање за менаџере чија је стручна спрема економисти дали су следеће одговоре: слажем се 10 и потпуно се слажем 9. Стратешко планирање за менаџере чија је стручна спрема правник дали су следеће одговоре: не слажем се 2, неутралан сам 3, слажем се 6 и потпуно се слажем 4. Стратешко планирање за менаџере чија је стручна спрема у техничкој групацији дали су следеће одговоре: уопште се не слажем 2, неутралан сам 18, слажем се 28 и потпуно се слажем 34.

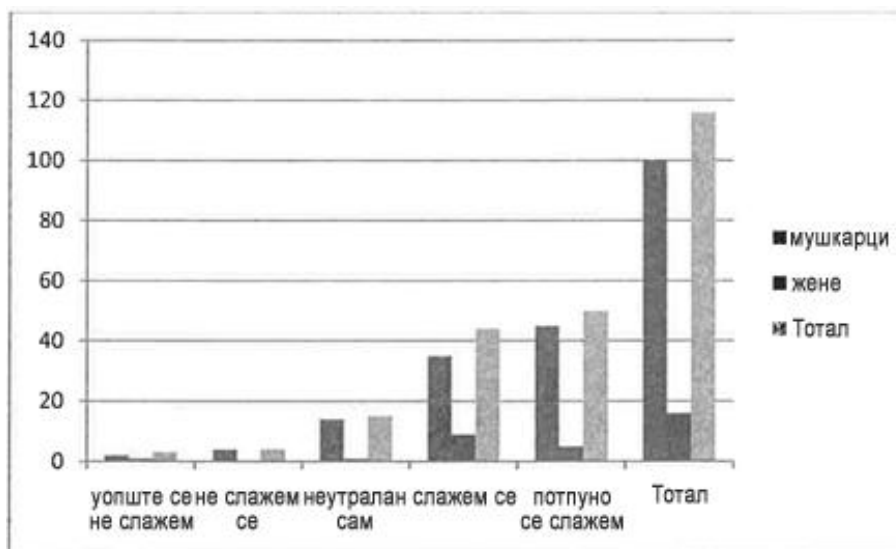
Стратешко планирање као утицај менаџерских квалитета на рециклажу моторних возила на крају животног циклуса у Србији, за назив радног места анкетирани

испитаници дали су следеће одговоре. Стратешко планирање за менаџере чији је назив радног места директор изјаснили су се: уопште се не слажем 1, не слажем се 1, неутралан сам 4, слажем се 15 и потпуно се слажем 12. Стратешко планирање за менаџере за радно место помоћник директора: не слажем се 1, неутралан сам 4, слажем се 5 и потпуно се слажем 6. Стратешко планирање за менаџере чије је радно место директор продаје и финансија дали су одговоре: неутралан сам 2, слажем се 7 и потпуно се слажем 13. Стратешко планирање за менаџере чије је радно место дир. тех. припреме дали су одговоре: неутралан сам 3, слажем се 3 и потпуно се слажем 6. Стратешко планирање за менаџ. дир. инвест. одговори су: неутралан сам 5, слажем се 5 и потпуно се слажем 3. Архитекте: уопште се не слажем 1, неутралан сам 2, слажем се 5 и потпуно се слажем 2. Пројектант: неутралан сам 1, слажем се 4 и потпуно се слажем 3.

Стратешко планирање као утицај менаџерских квалитета на рециклажу моторних возила на крају животног циклуса у Србији, за ниво радног места анкетирани испитаници дали су следеће одговоре. Стратешко планирање за менаџере за највиши ниво радног места изјаснили су се: уопште се не слажем 1, не слажем се 1, неутралан сам 4, слажем се 15 и потпуно се слажем 13. Стратешко планирање за менаџере вишег средњег нивоа радног места изјаснили су се: не слажем се 1, неутралан сам 4, слажем се 5 и потпуно се слажем 7. Стратешко планирање за менаџере средњег нивоа радног места изјаснили су се: уопште се не слажем 1, неутралан сам 11, слажем се 17 и потпуно се слажем 26. Стратешко планирање за менаџере нижег средњег нивоа на радном месту изјаснили су се: неутралан сам 2, слажем се 7 и потпуно се слажем 1.

6.3.5 Стратешко планирање као карактеристика менаџера

Умеће вођења људи као утицај менаџерских квалитета на рециклажу моторних возила на крају животног циклуса у Србији, за пол анкетирани испитаници дали су следеће одговоре. Умећу вођења људи за менаџере мушкарце је следећа: уопште се не слажем 2, не слажем се 4, неутралан сам 14, слажем се 35 и потпуно се слажем 45. Што чини укупно 100 мушкараца менаџера (слика 6.8). Умеће вођења људи за менаџере жене је следећа: уопште се не слажем 1, неутралан сам 1, слажем се 9 и потпуно се слажем 5, Шта чини укупно 16 жена менаџера.



Слика 6.8 Умеће вођења људи и пол менаџера

Умеће вођења људи као утицај менаџерских квалитета на рециклажу моторних возила на крају животног циклуса у Србији, за старосну групу анкетирани испитаници дали су следеће одговоре. Умеће вођења људи за менаџере за старосну групу до 30 година је: неутралан сам 1, слажем се 1, потпуно се слажем 4. Умеће вођења људи за старосну групу 31-40 година је: не слажем се 2, неутралан сам 7, слажем се 15, потпуно се слажем 9. Умеће вођења људи за старосну групу 41-50 година је: уопште се не слажем 2, не слажем се 2, неутралан сам 1, слажем се 11, потпуно се слажем 22. Умеће вођења људи за старосну групу 51-60 година је: уопште се не слажем 1, слажем се 15 и потпуно се слажем 11. Умеће вођења људи за старосну групу преко 60 година је: слажем се 2, потпуно се слажем 4.

Умеће вођења људи као утицај менаџерских квалитета на рециклажу моторних возила на крају животног циклуса у Србији, за школску спрему анкетирани испитаници дали су следеће одговоре. Умеће вођења људи за менаџере који су доктори изјаснили су се неутралан сам 1. За мр неутралан сам 1, слажем се 5. Умеће вођења људи за МСц је не слажем се 2, слажем се 5 и потпуно се слажем 9. Умеће вођења људи за специјалисте акад. студија су: уопште се не слажем 2, неутралан сам 1, слажем се 6 и потпуно се слажем 7. Умеће вођења људи за БСц је: не слажем се 1, неутралан сам 9, слажем се 15 и потпуно се слажем 10. Умеће вођења људи за спец ст је: уопште се не слажем 1, не слажем се 1 неутралан сам 2, слажем се 6 и потпуно се слажем 14. Умеће вођења људи за за БСЦ стр. је: неутралан сам 1, слажем се 5 и потпуно се слажем 1. Умеће вођења људи за ССС је: слажем се 2 и потпуно се слажем 1.

Умеће вођења људи као утицај менаџерских квалитета на рециклажу моторних возила на крају животног циклуса у Србији, за стручну спрему анкетирани испитаници дали су следеће одговоре. Умеће вођења људи за менаџере чија је стручна спрема економисти дали су следеће одговоре: неутралан сам 5, слажем се 6 и потпуно се слажем 8. Умеће вођења људи за менаџере чија је стручна спрема правник дали су следеће одговоре: уопште се не слажем 2, не слажем се 2, неутралан сам 1, слажем се 3 и потпуно се слажем 7. Умеће вођења људи за менаџере чија је стручна спрема у техничкој групацији дали су следеће одговоре: уопште се не слажем 1, не слажем се 2, неутралан сам 9, слажем се 35 и потпуно се слажем 35.

Умеће вођења људи као утицај менаџерских квалитета на рециклажу моторних возила на крају животног циклуса у Србији, за претходно радно место, анкетирани испитаници дали су следеће одговоре. Умећу вођ. људи за менаџере чије је претходно радно место извршно изјаснили су се: слажем се 9 и потпуно се слажем 17. Умеће вођ. људи за менаџере чије је претходно радно место више руководеће од садашњег изјаснили су се: уопште се не слажем 2, не слажем се 2, неутралан сам 2, слажем се 10 и потпуно се слажем 9. Умеће вођ. људи за менаџере чије је претходно радно место подједнако руководеће садашњем РМ изјаснили су се: не слажем се 1, неутралан сам 12, слажем се 19 и потпуно се слажем 17. Умеће вођ. људи чије је претходно радно место руководилац нижег нивоа изјаснили су се: уопште се не слажем 1, не слажем се 1, неутралан сам 1, слажем се 6 и потпуно се слажем 7.

6.3.6 Управљање променама као карактеристика менаџера

Управљање променама као утицај менаџерских квалитета на рециклажу моторних возила на крају животног циклуса у Србији, за пол, анкетирани испитаници дали су следеће одговоре. Управљање променама за менаџере

мушкарце је следећа: уопште се не слажем 2, не слажем се 6, неутралан сам 8, слажем се 33 и потпуно се слажем 51. Што чини укупно 100 мушкараца. Управљање променама за менаџере жене је следећа: неутралан сам 4, слажем се 6 и потпуно се слажем 6, Шта чини укупно 16 жена лидера и менаџера.

Управљање променама као утицај менаџерских квалитета на рециклажу моторних возила на крају животног циклуса у Србији, за старосну групу анкетирани испитаници дали су следеће одговоре. Управљање променама за менаџере за старосну групу до 30 година је: неутралан сам 1, слажем се 4, потпуно се слажем 1. Управљање променама за старосну групу 31-40 година је: не слажем се 1, неутралан сам 2, слажем се 8, потпуно се слажем 22. Управљање променама за старосну групу 41-50 година је: уопште се не слажем 1, не слажем се 4, неутралан сам 4, слажем се 17, потпуно се слажем 18. Управљање променама за старосну групу 51-60 година је: не слажем се 1, неутралан сам 3, слажем се 8 и потпуно се слажем 15. Управљање променама за старосну групу преко 60 година је: уопште се не слажем 1, неутралан сам 2, слажем се 2, потпуно се слажем 1.

Управљање променама као утицај менаџерских квалитета на рециклажу моторних возила на крају животног циклуса у Србији, за школску спремину анкетирани испитаници да ли су следеће одговоре. Управљање променама за менаџере који су доктори изјаснили су се слажем се 1. За мр: уопште се не слажем 1, не слажем се 1, слажем се 4 и потпуно се слажем 8. Управљање променама за МСц је: уопште се не слажем 1, не слажем се 1, неутралан сам 3, слажем се 4 и потпуно се слажем 7. Управљање променама за специјалисте акад. студија су: не слажем се 2, неутралан сам 1, слажем се 7 и потпуно се слажем 6. Управљање променама за БСц је: не слажем се 2, неутралан сам 6, слажем се 11 и потпуно се слажем 16. Управљање променама за спец ст је: неутралан сам 1, слажем се 7 и потпуно се слажем 16.

Спровођење промена као утицај менаџерских квалитета на рециклажу моторних возила на крају животног циклуса у Србији, за стручну спремину анкетирани испитаници дали су следеће одговоре. Управљање променама за менаџере чија је стручна спрема економисти дали су следеће одговоре: неутралан сам 5, слажем се 6 и потпуно се слажем 8. Управљање променама за менаџере чија је стручна спрема правник дали су следеће одговоре: уопште се не слажем 2, не слажем се 2, неутралан сам 1, слажем се 3 и потпуно се слажем 7. Управљање променама за менаџере чија је стручна спрема у техничкој групацији дали су следеће одговоре: уопште се не слажем 1, не слажем се 4, неутралан сам 9, слажем се 28 и потпуно се слажем 40.

6.4 Стопа генерисања ELV годишње по становнику

Ова стопа је одређена на основу:

- a) података о deregистрацији возила,
- b) увоза нових, половних и оштећених возила,
- c) података о саобраћајним удесима,
- d) података из сервисних радионица,
- e) података из осигуравајућих друштава, и
- f) броја регистрованих *ELV* годишње.

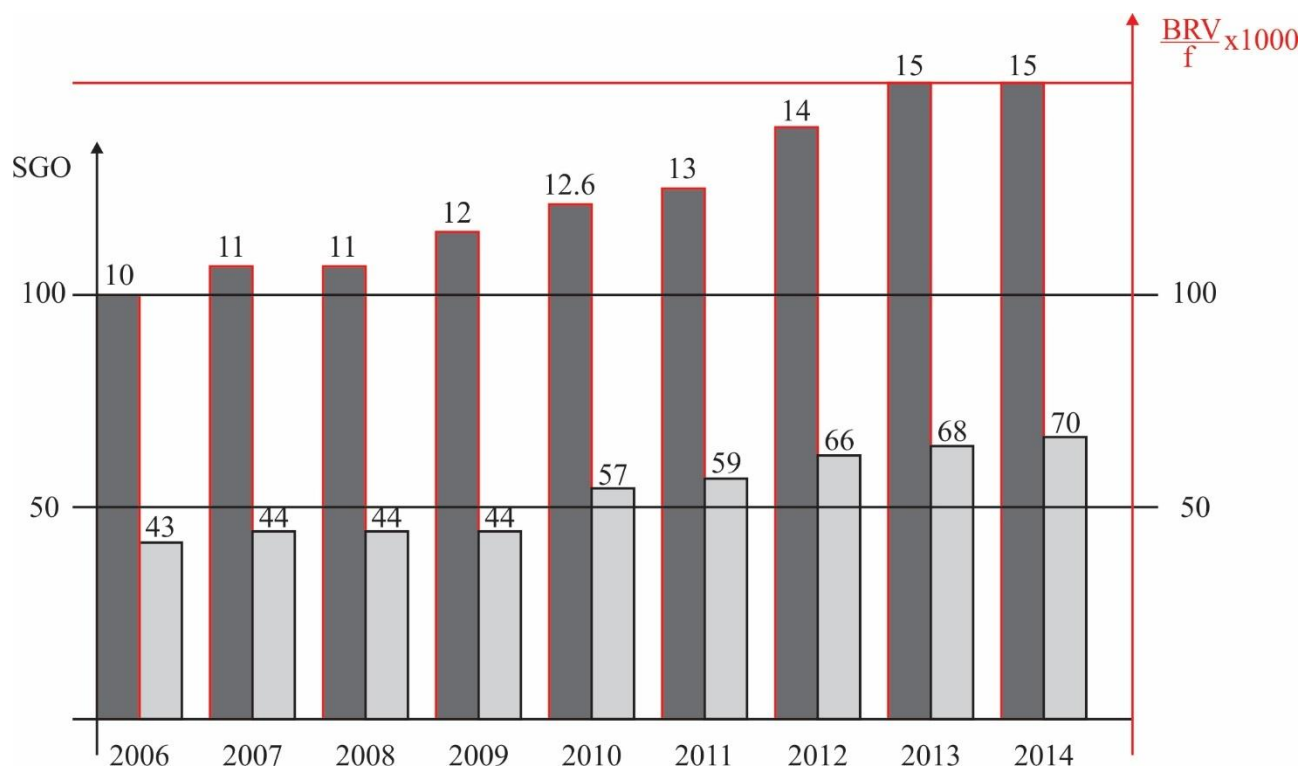
Израчунате стопе генерисања *ELV* по становнику годишње (SGO) врши се у односу на број регистрованих возила годишње, према једначини:

$$(6.4)$$

За израчунавање величина *b*, *d*, *e* и *f* коришћене су експертске оцене, добијене у истој *Delphy* студији. На тај начин, добијена је средња стопа генерисања *ELV* годишње (табела 6.6 и слика 6.9).

Табела 6.6 Генерисање *ELV*

Година	a+b+c+d+e	f	g	SGO	BRV/f
2006	75.000	1.740.000	7.600.000	0.0100	0.043
2007	77.000	1.750.000	7.550.000	0.0110	0.044
2008	79.000	1.790.000	7.500.000	0.0114	0.044
2009	90.000	1.740.000	7.550.000	0.012	0.044
2010	95.000	1.650.000	7.500.000	0.0126	0.057
2011	97.000	1.640.000	7.480.000	0.013	0.059
2012	108.000	1.630.000	7.470.000	0.014	0.066
2013	110.100	1.620.000	7.460.000	0.015	0.068
2014	112.000	1.600.000	7.450.000	0.015	0.070



Слика 6.9 Тренд SGO и удео за рециклажу у укупном возном парку

Према *Chen et al.* [2010] са GDP/становник од 13.306 USD било је регистровано 6.750.000 возила, од чега је *ELV* било 270.860 возила, која су се рециклирала код укупно 303 рециклера и 5 шрединг постројења, са укупном стопом рециклираности ресурса већом од 95% (рециклирани материјал + делови + ASR + енергија). Трошкове одлагања остатка *ELV* плаћали су увозник и произвођач. При

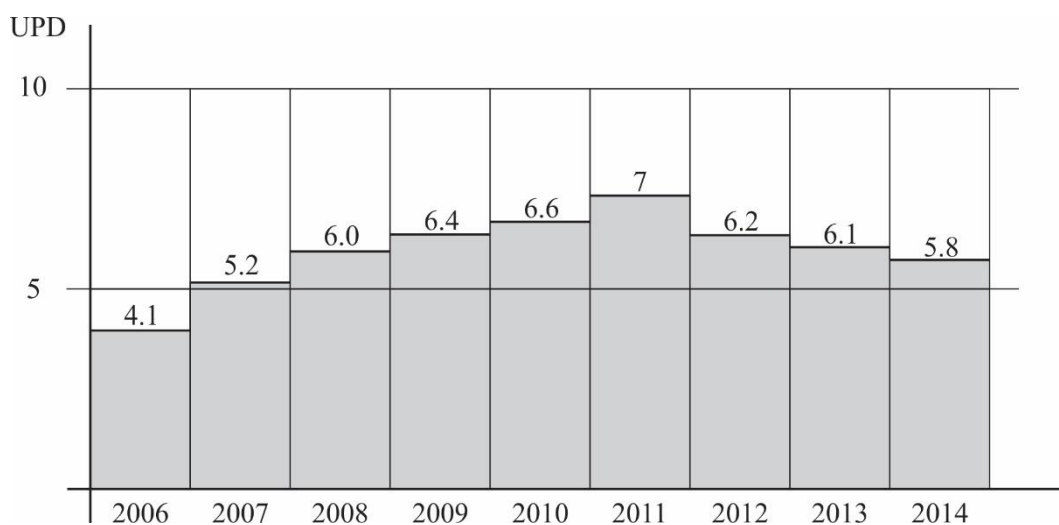
томе је уочена разлика између броја *ELV* и сертификованог броја *ELV* за рециклажу, која је износила око 76% у 2008. години.

6.5 Утицај подршке државе

Утицај подршке државе (*UPD*) се односи на:

1. израду и ажурирање законске регулативе у области рециклаже *ELV*,
2. стварање државних институција (у оквиру министарства, агенција, инспектората),
3. подстицајне мере за рециклажу у погледу удела у трошковима,
4. подстицајне мере за рециклере у компанијама, нпр. старо за ново,
5. подстицајне мере за почетак рада нових рециклера,
6. ослобађање од пореза и доприноса,
7. остало.

На основу упитника који је послат *Delphy* тиму експерата, они су оценили све мере оценама 1-10. За сваку од наведених година анализе одрживости процеса рециклаже *ELV*. Резултат анализе, обухвата и примену статистичких алата, приказани су на слици 6.10, при чему је унета средња вредност утицаја подршке државе.



Слика 6.10 Тренд утицаја подршке државе рециклажи *ELV*

Посебно значајна подршка у периоду 2006-2009. године је била у погледу мера 1, 2, и 3, да би у периоду 2009,2010. и 2011. година то додатно порасло пре свега на основу акције „старо за ново“ возило. Касније је дошло до гашења неких агенција, статус рециклаже није довољно сагледан, тако да се може говорити о паду величине *UDP*. У овом тренутку (2015. година) има изгледа да ће се исти повећати због најаве убрзања продаје и рециклаже возила „*FIAT* Србија“ по принципу „старо за ново“.

Подршка државе у Тајвану је за аутомобиле била висока на почетку овог процеса, па је 1997. Године износила 3000 *USD* по аутомобилу, а затим је опала до 2004. Године (643 *USD*), али је касније, због захтева, директива је почела да расте и у 2009. години износила је 3500 *USD*. Поред тога, за рециклере је укупно дато око 5.5 милијарди тајванских долара, са годишњим износом од око 700 милиона

тајванских долара (*NTD*). Возила старија од 7 година су подржана за рециклажу са 350 *NTD*, а старија од 10 година са 10000 *NTD*.

Додатно је рециклиран челик са око 70%, при учешћу у маси возила од 75%.

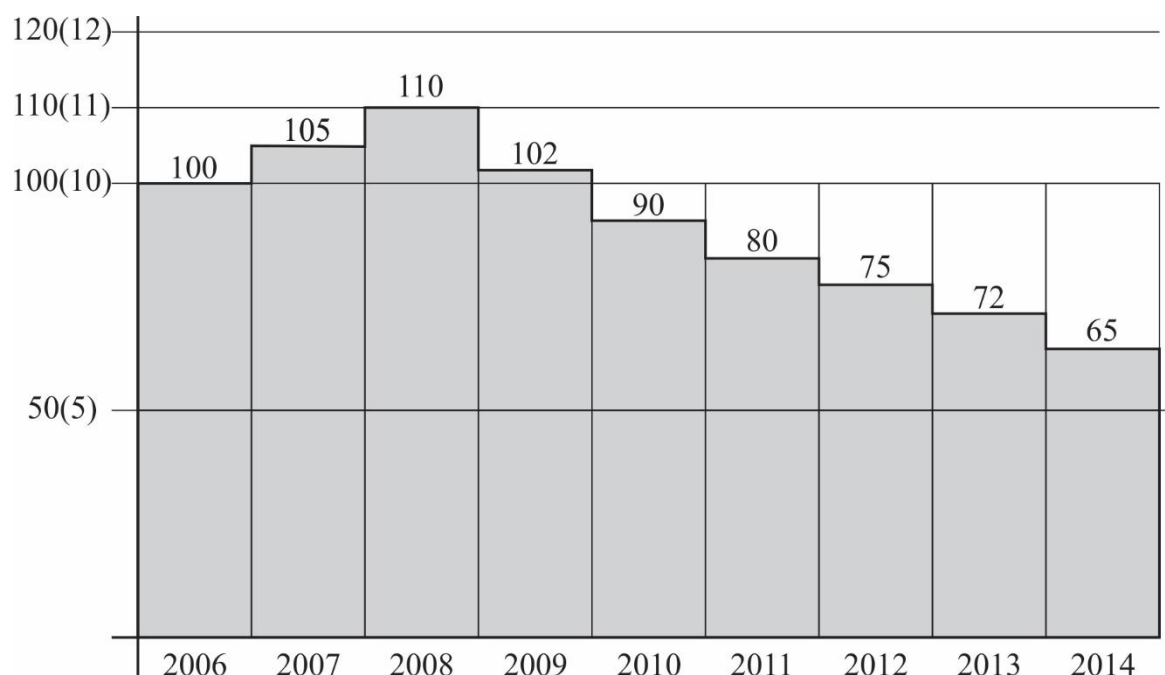
6.6 Утицај цене рециклата *ELV*

Рециклати *ELV* се односе на:

1. делове *ELV* који се могу користити као резервни делови
2. делове *ELV* који се испоручују железарама, рафинеријама, цементарама итд. за даљу прераду,
3. „праве“ рециклате метала, пластике, стакла, тканине, итд.,
4. остале рециклате, пре свега за потребе извоза

Њихова цена зависи пре свега од трошковних услова. У периоду 2006-2014 године, цене ових материјала су углавном пратиле цене берзанске робе, са трендом раста до 2009. године, а затим пада. У нашим производним условима цене су имале сличан тренд, само са малим закашњењем (око 6-12 месеци). Због залиха рециклата и *ELV*.

На слици 6.11 приказан је утицај цене рециклата (*UCK*), према сагледавању аутора. Он се добија на основу извештаја о кретању цена, а затим осредњава и утврђује у односу на 2006. годину, као релативно стабилну годину пословања.

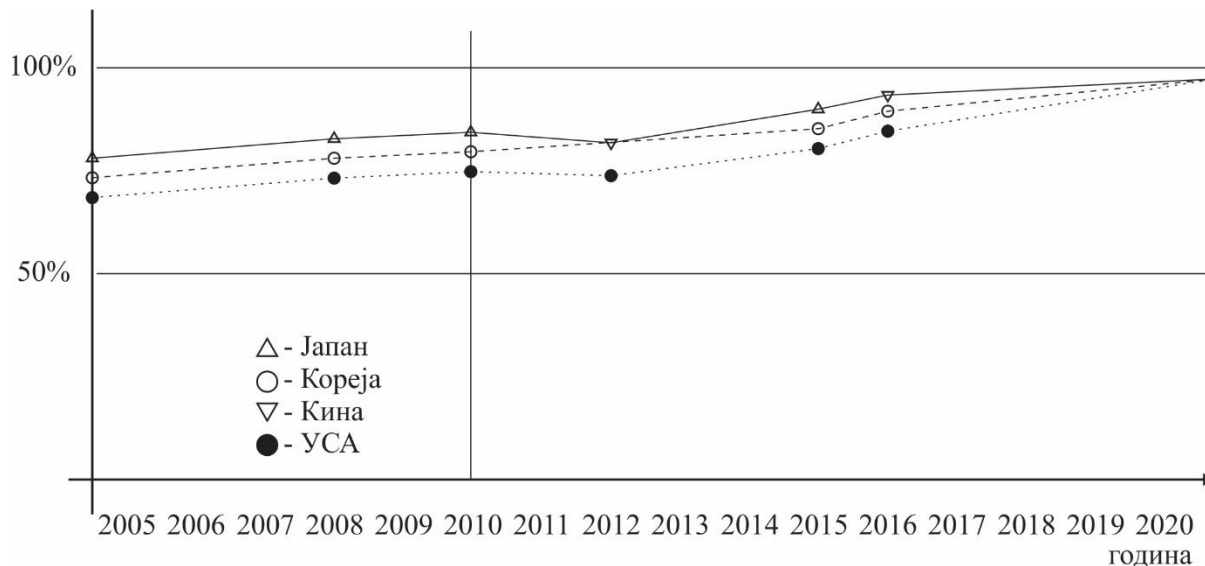


Слика 6.11 Тренд утицаја подршке државе рециклажи *ELV*

После 2009. године уочава се тренд пада цена рециклата, што утиче негативно на рециклажну индустрију. То је посебно изражено 2015. године са брзим падом цене нафте и гвожђа, што је условило да многи рециклери немају економског интереса за веће улагање и ове активности, па је чак приметно „гашење“ многих, посебно малих рециклера.

6.7 Утицај фактора рециклаже

Утицај фактора рециклаже (UFR) изражава се као однос рециклираних *ELV* и броја прикупљених *ELV*, који је увећан за број еквивалентних *ELV* из годишње експлоатације и хаварисаних *ELV*. Фактор рециклаже је предмет директиве 2000/53/ЕС, где је циљ да буде 85%, односно 95% да краја 2020. године. Наравно, тај циљ је тешко достићи, чак и у високо развијеним земљама (слика 6.12).



Слика 6.12 Циљне вредности фактора рециклаже

Област рециклаже *ELV* подвргнута је поред директиве 2000/53/ЕС и следећим главним директивама:

- директива 2005/64/ЕЦ у погледу поновног коришћења рециклабилности и поновном обнављању моторних возила.

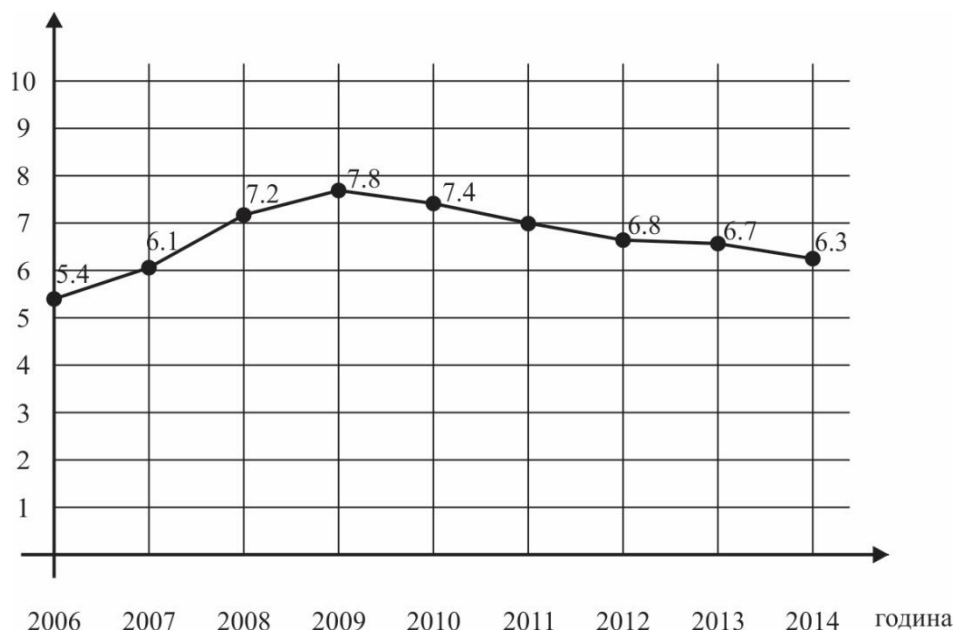
Ове вредности фактора рециклаже су врло високе и само делимично достижене. Реално, чак и у високо развијеним земљама, фактор рециклаже не прелази 85% од укупне количине рециклаже *ELV* спремне за рециклажу. Преостали део је на залихама или се одлаже у природу (енгл. *landfilling*). Наравно, први део је знатно већи, а други износи неколико процената. Тежња је да он износи нула процената, што се обезбеђује развојем свести о животној средини, економским мотивима за уступање рециклажним центрима и строгим казнама.

На основу података из домаће литературе није могуће утврдити прецизно вредност фактора рециклаже *ELV* у Србији из више разлога, а пре свега:

- не постоји прецизан податак о броју *ELV* код власника или дивљих депонија,
- не постоји прецизан податак о количини истрошених/оштећених делова *ELV* и току експлоатације, и тиме, броју еквивалентних *ELV*,
- не постоји прецизан податак о броју *ELV* код рециклера,
- не постоји прецизан податак о броју рециклираних *ELV* годишње, чак ни према основном делу возила (шкољка), а још мање према комплементима *ELV*.

Из ових разлога утицај фактора рециклаже:

је број у интервалу од 1 до 10, који је такође процењен од стране *Delphy* тима. Резултати статистичке обраде приказани су на слици 6.13.



Слика 6.13 Тренд фактора рециклаже

Може се утврдити да је од 2009. године био тренд раста *UFR*, а после тога константног пада, са очекиваном вредношћу у 2015. години око 6,0, односно 60% од рециклабилних *ELV*.

Према *Altay et al.* [2011] при рециклажи *ELV* троши се велика количина енергије (*GJ*), а ствара емисија CO_2 (*t*). У Турској је било 272 милиона аутомобила старијих од 16 година, у чему је садржано око 153.000 t алуминијума и 18 милиона тона гвожђа, од чега је рециклирано 100% алуминијума и 95% гвожђа. То је износило око 24% производње челика и било 2.5 пута више од примарне производње алуминијума.

6.8 Утицај технолошког нивоа рециклера

Утицај технолошког нивоа рециклера (*TNR*) је оцена која се заснива на:

- нивоу технологије прикупљања *ELV*,
- нивоу технологије рециклаже *ELV*,
- нивоу технологије обраде елемената *ELV*,
- нивоу рециклаже преосталих делова *ELV*,
- нивоу технологије одвајања остатка *ELV* после рециклаже,
- нивоу технологије рециклаже до корисника рециклаже,
- нивоу ИСТ подршке рециклана.

На основу увида у стање пословања домаћих рециклера у оквиру пројекта ТР „Одрживи развој технологија и опреме за рециклажу моторних возила“ „35033“, утврђен је технолошки ниво рециклера, који је на скали 1-10 износио око 3,5. Највећи износи су били везани за *a*, *b*, *e* и *f*. Кључни технолошки нивои за

рециклажу *ELV* су били знатно нижи. Ова средња оцена је преузета као оцена помоћу које се улази у даља истраживања процеса рециклаже *ELV* и његовог утицаја на одрживи развој.

6.9 Утицај на запошљавање

Анализа запослености на рециклажи *ELV* обухвата више група различитих послова, од сакупљања, транспорта, манипулације и растављања *ELV* до рециклаже различитих материјала (метали, пластика, стакло, гума, уља, итд.). Да би се сви ови бизниси повезали полази се од прорачуна броја радника у мрежи центара за растављање *ELV* Србије.

Табела 6.7 Капацитет демонтаже МВ *ELV* за Републику Србију

Тип центра за растављање МВ	Број отпадних возила која се раставе у току године	Број центара у Републици Србији	Капацитет демонтаже
Линијски	5000 – 6000 МВ/год (20 возила на дан)	5	27.000
Комбиновано (линијски, дизалице)	2000 – 4000 МВ/год (прос. 3.000 воз/цен)	13	39.000
Група дизалица	1000 – 2000 МВ/год	28	47.000
Једна до две дизалице	300 – 600 МВ/год	107	42.800
УКУПНО		153	160.800

Рециклажу у овом тренутку карактерише степен рециклаже 60%, од тога ниво опоравка компонената 15%.

6.9.1 Запосленост у центрима за растављање/демонтажу *ELV*

Полазећи од полазних претпоставки: пројектовани капацитет центра за демонтажу, радно време радника у току године, процеса и операција, као и броја центара и годишњег броја моторних возила на крају животног циклуса, добијен је укупан број радника, табеле 6.8 и 6.8.

Табела 6.8 Број радника по центру

Тип центра за растављање МВ	Број отпадних возила која се раставе у току године	Број радника/ запослених у центру
Линијски	5000 – 6000 МВ/год (20 возила на дан)	26
Комбиновано (линијски, дизалице)	2000 – 4000 МВ/год (прос. 3.000 воз/цен)	9
Група дизалица	1000 – 2000 МВ/год	5
Једна до две дизалице	300 – 600 МВ/год	2

Табела 6.9 Број радника у центрима за демонтажу

Тип центра за растављање МВ	Број отпадних возила која се раставе у току године	Број центара у Републици Србији			Капацитет демонтаже/ Број запослених		
		3	4	5			
Линијски	5000 – 6000 МВ/год (20 возила на дан)				16000 (48 радн.)	22000 (64 радн.)	27000 (80 радн.)
Комбиновано (линијски, дизалице)	2000 – 4000 МВ/год (прос. 3.000 воз/цен)	4	6	13	12000 (36 радн.)	18000 (54 радн.)	39.000 (117 радн.)
Група дизалица	1000 – 2000 МВ/год	8	12	28	12000 (40 радн.)	18000 (60 радн.)	47.000 (140 радн.)
Једна до две дизалице	300 – 600 МВ/год	50	55	107	20000 (100 радн.)	22000 (110 радн.)	42.800 (214 радн.)
УКУПНО:		65	77	153	60000 (224 радн.)	80000 (288 радн.)	160800 (551)

Напомена: Узете су три вредности за капацитет центара пошто број возила на крају животног циклуса варира од 30.000 до 160.000 возила годишње.

6.9.2 Број радника у центрима за сакупљање моторних возила на крају животног циклуса

Процена је да у Србији има око 2.500 центара за сакупљање *ELV*, као и да по једном центру у просеку ради 1,2 радника (на пословима сакупљања и манипулације – утовар/истовар, као и транспорта до центра за растављање) па укупан број радника на овим пословима по свакој опцији износи:

- 2.400 радника, и
- 3.000 радника.

6.9.3 Број радника на утовар отпадних материјала и делова за репарацију (у центрима за демонтажу) и транспорт за даљу прераду

На пословима чувара, превоза и истовара отпадних материјала и делова, процена је да би требало да ради око 50% радника у односу на послове растављања што по свакој опцији износи:

- 112 радника,

- 144 радника, и
- 276 радника.

6.9.4 Број радника у шредер центрима (мрвљење шкољки)

Процена је да у шредер центру на пословима манипулације са балираним/ пресованим шкољкама и осталим отпадним материјалом, дробљењем шкољки и селекцијом материјала треба да ради 4 – 5 радника. Како је према мрежи шредер центара предвиђено да у Србији ради пет шредера, то број радника у овим центрима износи 25.

6.9.5 Број радника на доради коришћених делова, склопова и агрегата (резервни делови)

Дорада/опоравак очуваних компонената пажљиво скинутих са МВ *ELV* током растављања у центрима за растављање је један од водећих бизниса у рециклажи возила па је груба процена да ће се током једне године са 160.000 растављених возила дорадити око 300.000 компонената.

Ако се има у виду да се велики број компонената на крају животног циклуса изграђује са моторних возила у експлоатацији - одржавање техничке исправности возила (споне, осцилујућа рамена, кочиони елементи, пнеуматици) онда број радника за дораду делова треба увећати за најмање 40% па коначан број радника на доради компонената моторног возила износи:

- 316 радника
- 420 радника
- 840 радника.

6.9.6 Број радника на рециклажи отпадних материјала (искључујући количине гвожђа и челика које одлазе у US Steel Србија)

На пословима рециклаже метала (челик, олово цинк, бакар, магнезијум, платина, родијум, кадмијум, итд.), гуме, пластике, стакла, моторног уља, итд., анализом обима рециклаже утврђено је да на овим пословима треба да ради:

- 2.470 радника
- 3.280 радника
- 6.570 радника

6.9.7 Укупан број радника на рециклажи моторних возила на крају животног циклуса у Србији

У табели 6.10 дат је укупан број уполених применом модела интегрисане и одрживе рециклаже *ELV* у Србији.

Табела 6.10 Укупан број радника на рециклажи ELV

Опција	Број ELV (возила/годишње)	Број радника
1	60.000	5.147
2	80.000	6.557
3	160.000	11.262

У табели 6.10 дата је зависност броја запослених на рециклажи моторних возила на крају животног циклуса од броја возила расположивих за рециклажу. Међутим, поред ове зависности број запослених на рециклажи аутомобила зависи и од нивоа рециклаже моторног возила и од нивоа опоравка компонената:

Рециклажа 80%, ниво опоравка компонената 20%

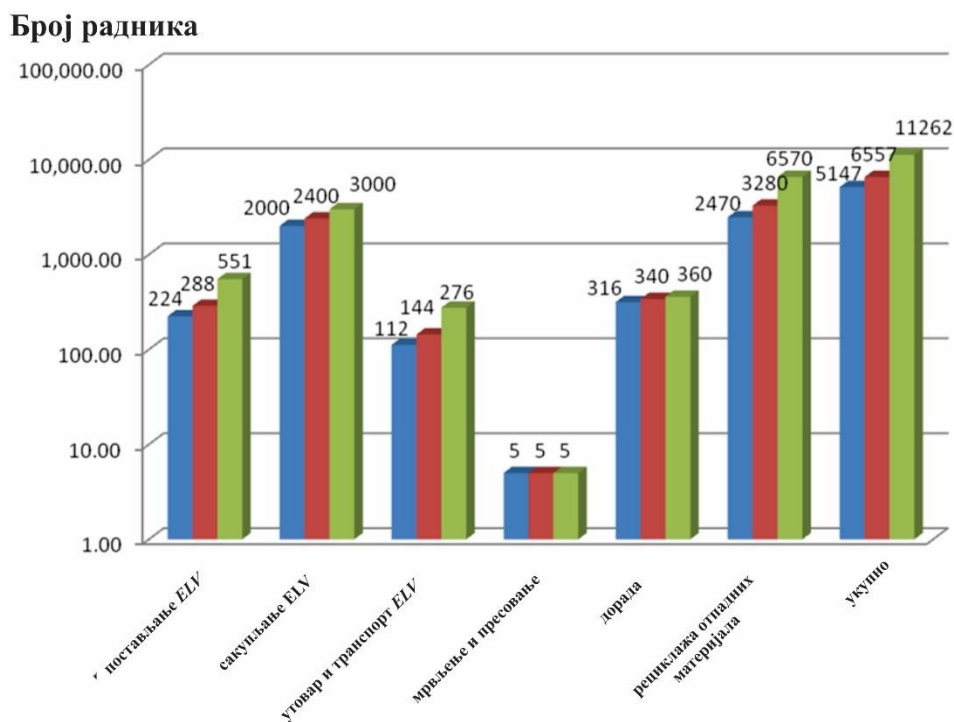
Рециклажа 95% - 2015, ниво опоравка компонената 30%

Рециклажа 100% - будућност, ниво опоравка компонената >50%

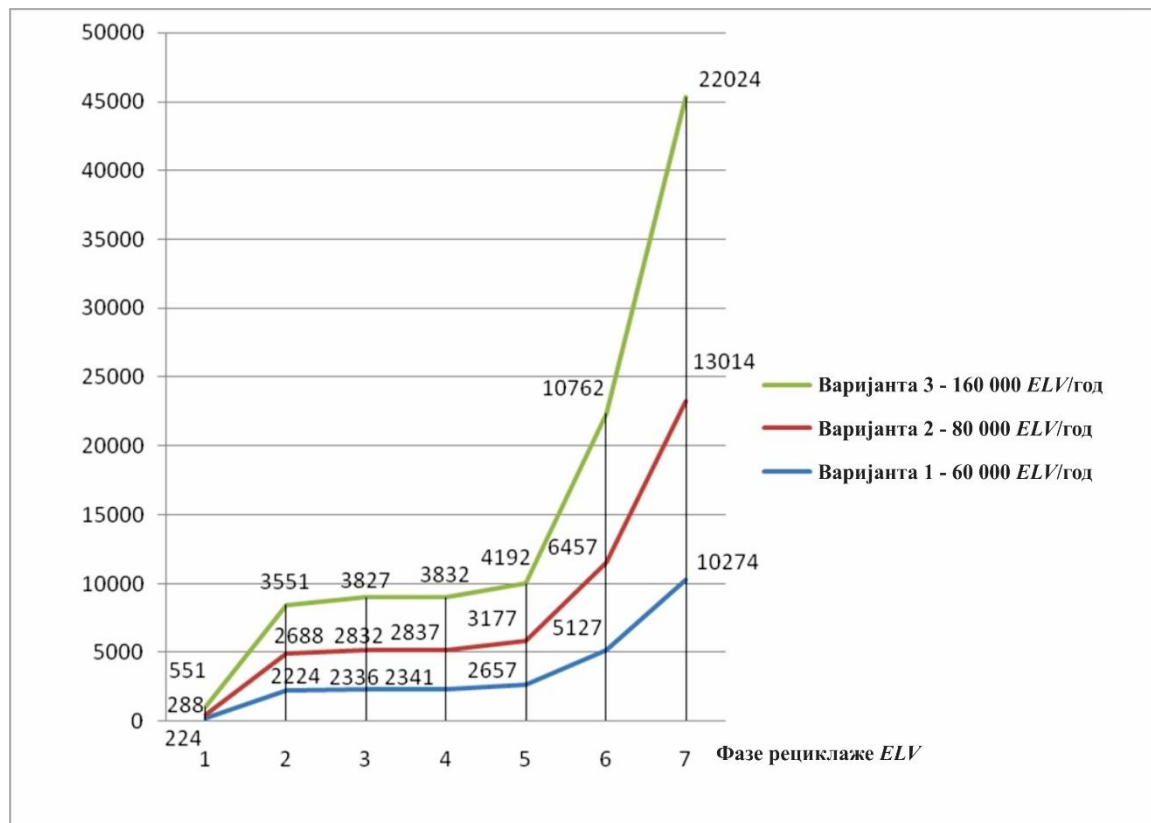
Наведене вредности за све три опције су у складу са директивом ЕУ 2000/53 и трендовима у наредним деценијама овог века.

На сликама 6.14, 6.15, 6.16 и 6.17 приказани су односи запослених радника у процесима рециклаже.

На слици 6.14 приказан је дијаграм броја запослених радника по фазама (укупно 6) растављања ELV, док је на слици 6.15 приказан дијаграм кумулативног броја радника у три варијанте рециклаже ELV: 60 000, 80 000 и 160 000 годишње.

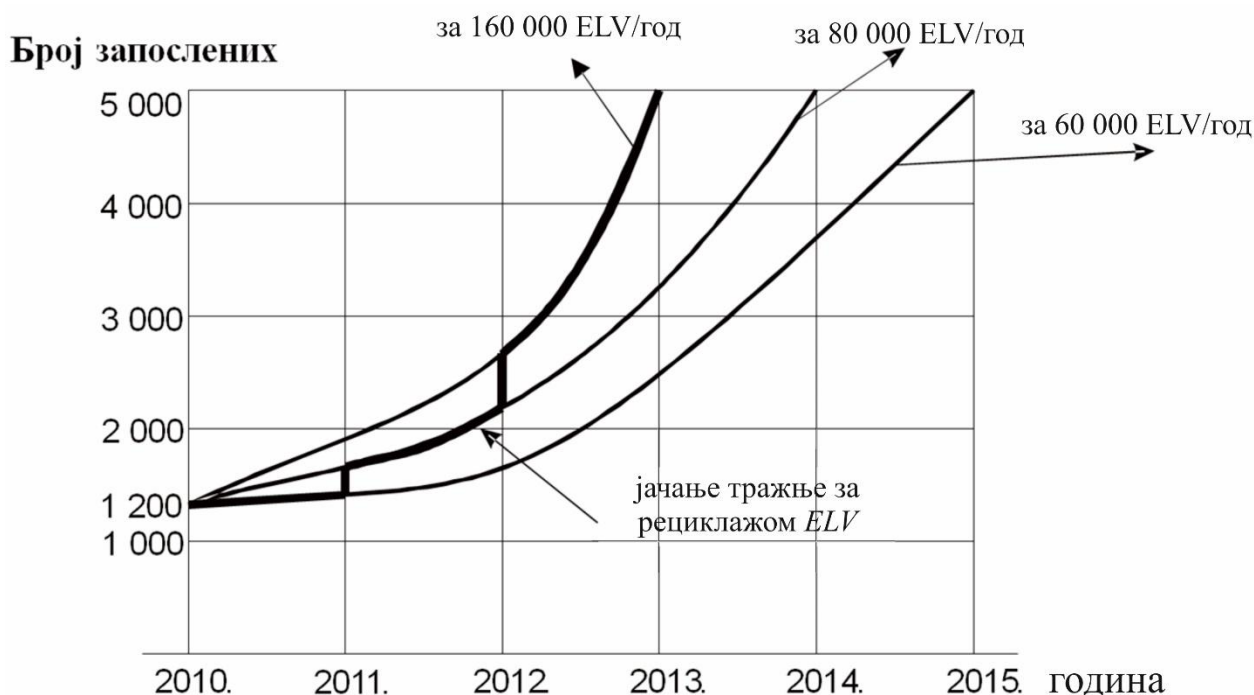


Слика 6.14 Дијаграм броја запослених по фазама растављања ELV



Слика 6.15 Дијаграм кумулативног броја запослених по фазама рециклаже ELV (варијанте у зависности од броја ELV/годишње)

Сходно постојећим подацима и претпоставкама за рад у наредном периоду од 5 година, на слици 6.16 приказан је сценарио динамике запошљавања. Пресеком три криве за различите варијанте броја рециклаже ELV/годишње, добија се крива која приказује јачање тражње за рециклажом ELV. Слика 6.17 приказује сценарио броја запослених на директним процесима рециклаже ELV.



Слика 6.16 Сценарио динамике запошљавања



Слика 6.17 Сценарио броја запослених на рециклажи ELV

С друге стране, добијеном броју радника треба додати и раднике који раде на новим производима добијеним од рециклираних материјала са ELV, као и раднике који раде на рециклажи материјала и материја дуж целокупног животног циклуса моторног возила.

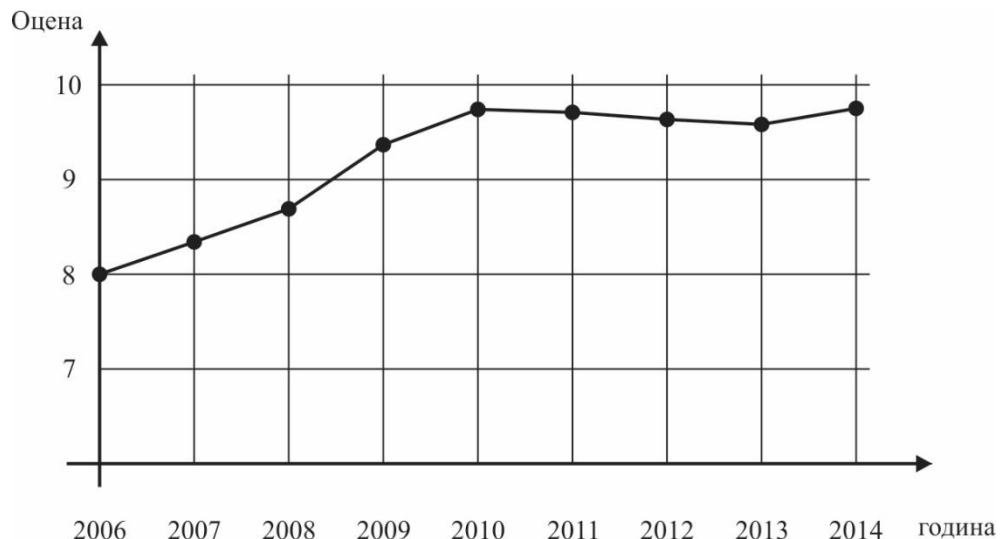
6.10 Утицај организације прикупљања ELV

Фактори организације прикупљања ELV (FOP) може се израчунати преко:

- броја ELV која нису регистрована, али још нису намењена рециклажи,
- броја ELV на дивљим депонијама,
- броја ELV код сервисера,
- броја ELV у хаварисаном стању,
- броја ELV у центрима за прикупљање ELV, преко израза:

(6.5)

Као што је и претходно речено, овај фактор је одређен као средња вредност на основу литературе и приказан на слици 6.18.



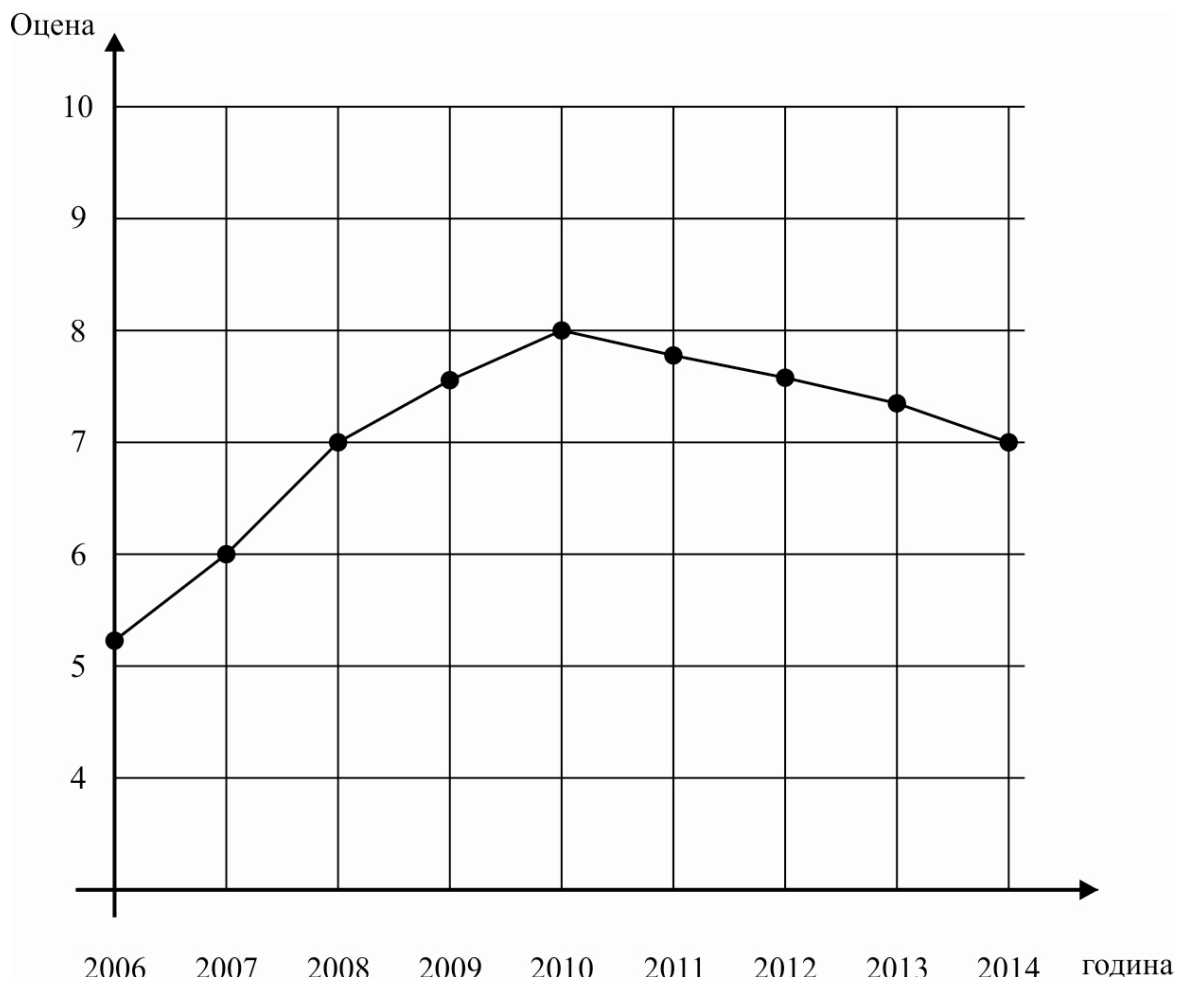
Слика 6.18 Тренд фактора организације прикупљања ELV

Процењена вредност истог у 2015. години је око 9.5.

6.11 Фактор покривености мрежа центара за рециклажу

Овај фактор (*FPMS*) је одређен на основу претходних истраживања аутора. Његова вредност се добија када се постојећа мрежа центара за рециклажу, изражена бројем рециклажних центара, подели са потребним мрежама, пре свега са аспекта минималних путева транспорта *ELV*, до места за сабијање и демонтажу, а затим до рециклера.

Delphy тим је проценио да ова мрежа рециклера има ниже предности због велике удаљености од шредера. Вредности *FPMS* је приказана на слици 6.19, на основу обраде резултата експерата *Delphy* студије.



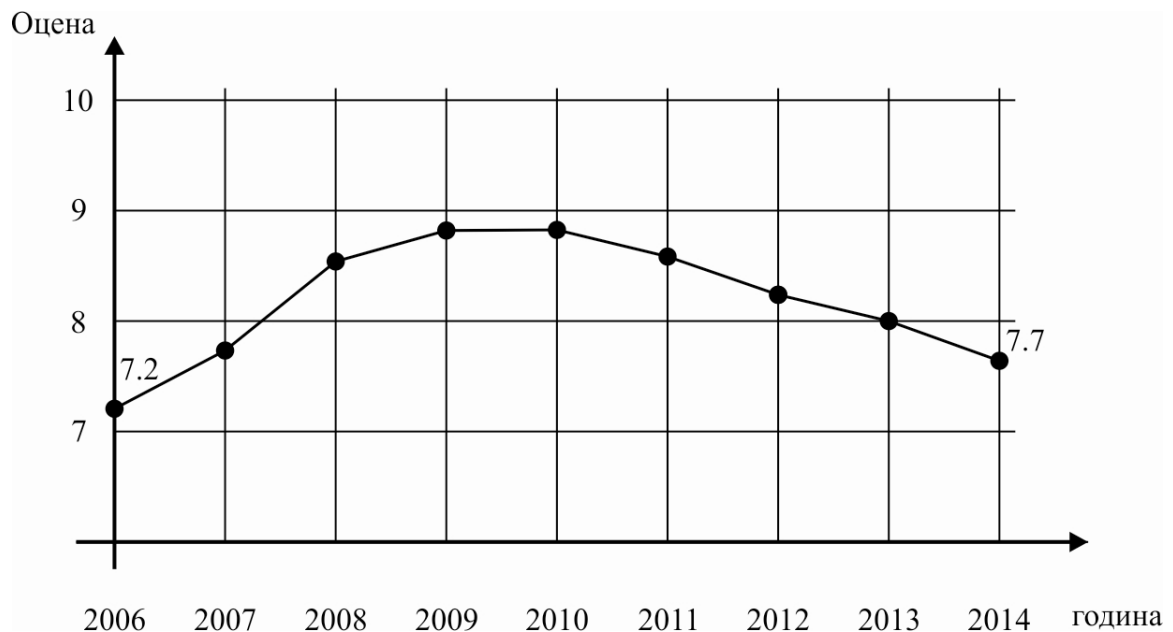
Слика 6.19 Тренд покривености мрежом центара за технологије

До 2010. године повезаност мрежа центара за рециклажу (*FPMS*) је расла због већег укључивања центара за прикупљање и демонтажу, и укључивања нових центара за рециклажу. Нажалост, са појавом светске економске кризе и пада цене, пре свега гвожђа, постепено се гасе центри за рециклажу, па највећи проблем постаје смањење активности шредера.

6.12 Цена и могућност продаје рециклата из *ELV*

Овај фактор има велики утицај на пословање рециклана, а тиме и одрживост процеса рециклаже на рационалном нивоу.

Цена рециклата и могућност њиховог поређења била је релативно стабилна до 2010. године, а затим почиње да пада због пада цена на светским берзама. Са друге стране због смањења цене нафте од 2014. године, цена извозних материјала постаје све мања, па су рециклати све мање тражени. Из претходног следи да овај фактор (*CMPR*) има тренд пада. Међутим са друге стране због пада куповне моћи на девизном тржишту, расте тржиште производње за половне делове *ELV*, па овај тренд има ток као на слици 6.20.



Слика 6.20 Тренд цена и могућност продаје рециклата из *ELV*

6.13 Фактор утицаја на енергетску зависност

Компоненте *ELV* карактерише различита енергетска вредност изражена у kJ/kg . Највећу вредност имају компоненте од гуме, пластике, бензина, уља, лакова, текстила, а најмању од метала.

У Србији се организовано спроводи спаљивање гума (пре свега у цементарама) и уља (пре свега у рафинеријама). На тај начин се добија одређена количина енергије, којом се смањује енергетска зависност Србије. Ова количина је у односу на укупну производњу енергије веома мала (процена је око 1%). Међутим, треба узети у обзир и количину енергије која се ствара код домаћих произвођача моторних возила за израду компоненти возила, а који се преко рециклаже, поново враћа у процес производње (нпр. преко шредера и железара). На овај начин овај фактор добија све већи значај. Процењена вредност овог фактора је 2, односно око 2%.

7. УТИЦАЈ РЕЦИКЛАЖЕ МОТОРНИХ ВОЗИЛА НА ОДРЖИВИ РАЗВОЈ

Утицај рециклаже моторних возила на одрживи развој може се исказати на више начина, од којих се издвајају:

- примена модела одрживости региона,
- примена стандарда *ISO 9004:2008* за одрживост процеса,
- примена концепта уравнотежених карти успеха (енгл. *BSC-Balanced Score Cards*),
- примена *LCA* методе,
- примена симулационих модела.

7.1 Модел одрживости региона

Најчешће цитирана дефиниција одрживости је:

„Развој који задовољава садашње захтеве без компромитовања способности да се задовоље захтеви будућих генерација“.

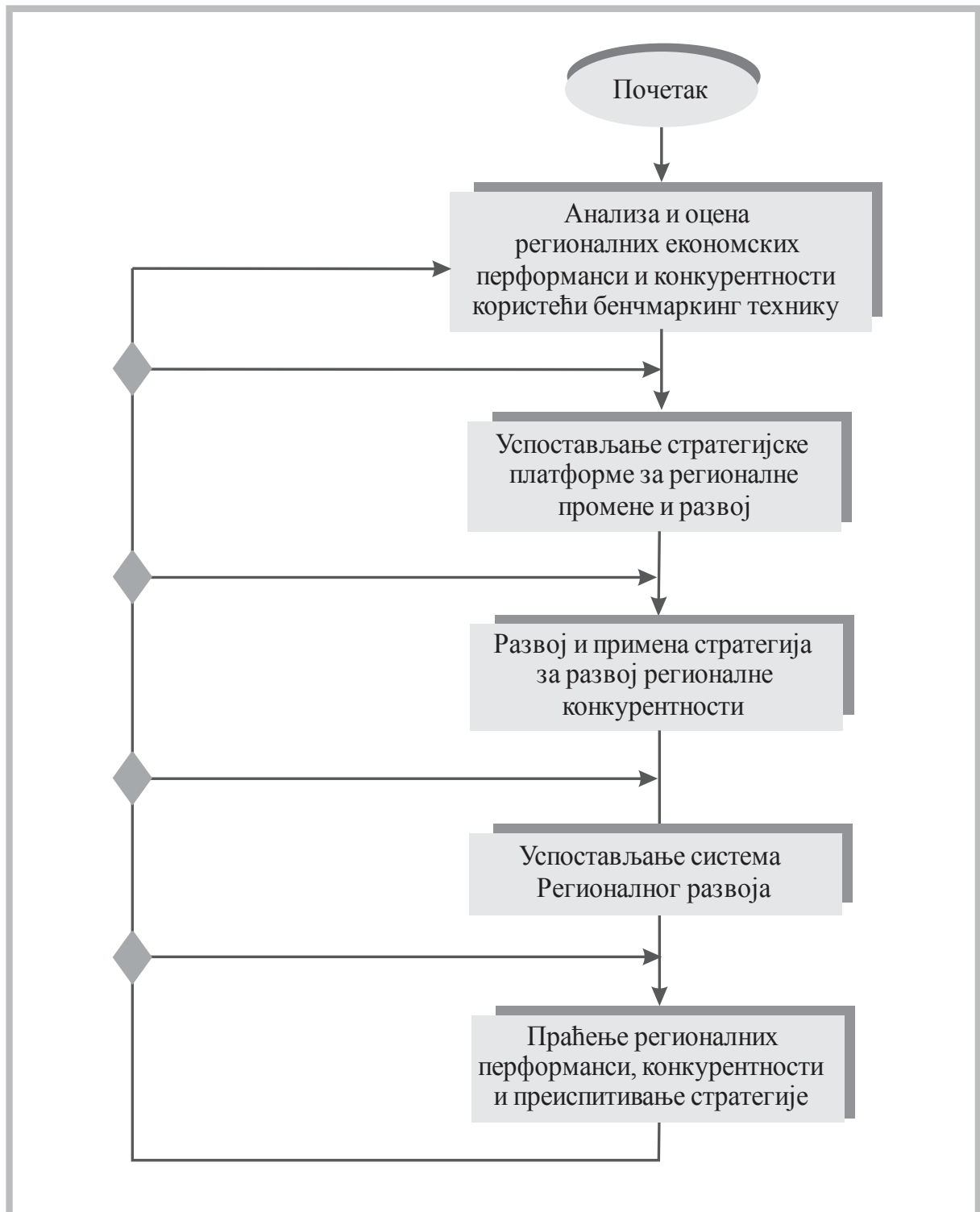
Она је наведена у Извештају *Brutland*-ове комисије [1987 год.]. При томе се искоришћавају ресурси, усмеравају инвестиције, одваја технолошки развој и институционализују промене, конзистентне са садашњим и будућим потребама.

Парадигма одрживог развоја, заснована је на следећим премисама:

- циљ је видљив, дугорочни раст,
- чување производних ресурса врши се применом енергетски ефикасних технологија у мањим производним организацијама,
- померање фокуса је ка алтернативним изворима енергије, рециклажи и одржавању ресурса,
- претпоставка је да су човек и окружење међусобни зависни.

На овим основама је заснован савремен концепт регионалног економског развоја (слика 7.1).

Blakely [1994] је утврдио да регионални/локални развој зависи од следећих фактора: природни ресурси, радна снага, капитал, инвестиције, структура, индустрије, технологије, величина, извозно тржиште, међународна економска ситуација, капацитет локалних институција, штедња на локалном и државном нивоу, шеме подршке развоја. Компоненте новог приступа су: (1) запошљавање, (2) развој нових економских ентитета, (3) квалитет окружења и (4) знање као генератор развоја.



Слика 7.1 Савремени приступи регионалног економског развоја

Stimson et al. [2006] су дефинисали концепт регионалног развоја са оквирима и елементима приказаним на слици 5.10.

Основне економске теорије за оцену регионалног развоја су:

- анализа индустријских циљева преко коефицијената локације,
- анализа промене у факторима регионалног развоја:
- приступ тоталног фактора продуктивности, у зависности од промене запослености (L), капитала (K), који условљавају промену укупног микса индустрије.

- диференцирање релативне продуктивности и регионалне конкурентности, применом DEA (*Data Envelopment Analysis*) методе.
- *Input-output* (I-O) анализе, са следећим категоријама:
 - запошљавање,
 - зараде,
 - доприноси на зараде,
 - порези за пословање,
 - државни порези на доходак.

На основу претходног метода анализе и предвиђање могући су различити сценарији предвиђања будућности.

- приступи оцени регионалне конкурентности и ризика, користећи:
 - мулти-секторску анализу (*MSA-Multi Sector Analysis*),
 - *SWOT* анализу,
 - мулти-критеријску анализу (*MCA-Multi-Critical Analysis*),
 - кључне компетенције,
 - стратегијску инфраструктуру и
 - оцену ризика и менаџмента ризика.

У концепту регионалног економског развоја (слика 7.2) велику улогу имају лидери и институције.



Слика 7.2 Лидерство у непрекидном кругу остваривања одрживог развоја

У концепту регионалног развоја и одрживог развоја користе се различити модели од којих се издвајају:

- британски модел одрживог развоја са три главна аспекта (економског, друштвеног и еко аспекта),
- швајцарски модел одрживог развоја са 135 индикатора,
- модел одрживог развоја Уједињених нација.

Имајући у виду предмет и циљ истраживања, модел одрживости региона мора да обухвати следеће елементе управљања отпадом, из:

1. групе: образовање, систем изградње и насељеност,
2. групе: земљиште,
3. групе: економску структуру, потрошњу и
4. групе: институционални оквир и капацитете за управљање отпадом као грађевинским ресурсом.

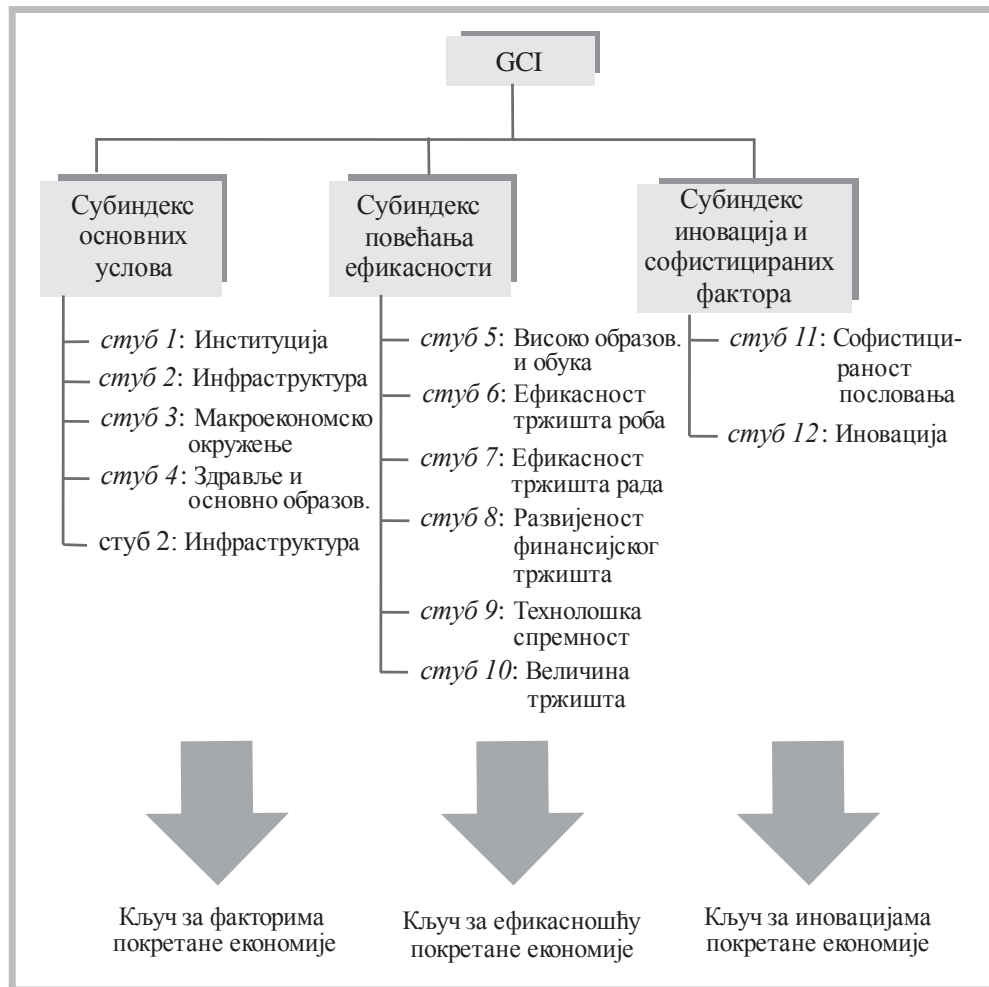
Укупан модел одрживости региона састоји се из суб-модела приказаних на слици 7.3.



Слика 7.3 Модел одрживости региона

Сваки субмодел ће се у *студији* реализовати преко одговарајућих метода, а пре свега *Fuzzy AHP*, вишекритеријумске оптимизације, итд.

Структуру *GCI (Global Competitiveness Index)*, чине три субиндекса са укупно 12 стубова (слика 7.4). Са аспекта циља истраживања на вредност ГЦИ-а може се утицати унапређењем стубова у другом и трећем суб индексу. У европској стратегији до 2020 године снажан акценат се даје одрживом развоју који обухвата: промоцију ресурсно ефикаснијих, зелених и конкурентних економија и раздвајање економског раста од интензивног коришћења ресурса.

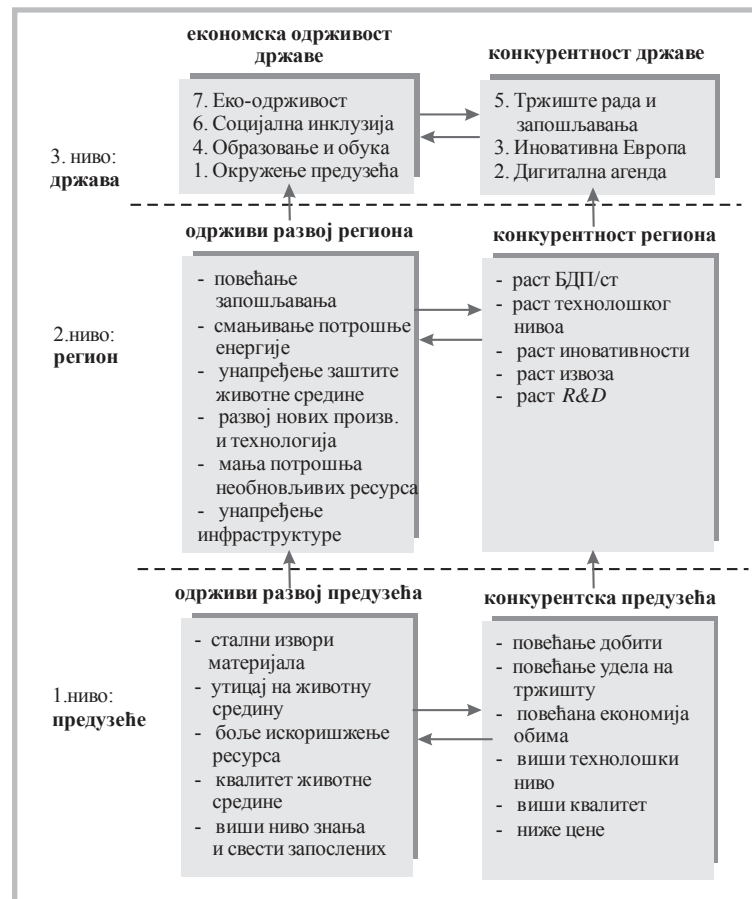


Слика 7.4 Оквир за глобални индекс конкурентности [The Europe 2020 Competitiveness Report]

За поређење националних економија развијен је систем мерења са 7 стубова:

- окружење предузећа,
- дигитална агенда,
- иновативна Европа,
- образовање и обука,
- тржиште рада и запошљавање,
- социјална инклузија и
- одрживост окружења.
- Издвајају се циљне вредности индикатора до 2010 године:
- стопа запослености – 75% популације од 20-64 године
- удео истраживања и развоја у ГДП – 3%,
- емисија гасова – смањење за 20% у односу на 1990. годину
- удео обновљиве енергије у потрошњи енергије – до 20%
- ефикасност примарне потрошње енергије – повећање за 20%.

Полазећи од претходних анализа, полазни регионални модел конкурентности и одрживости је представљена на слици 7.5, при чему су ГЦИ субиндикатори подалје у две групе.



Слика 7.5 Модел регионалне одрживости

У овом истраживању ће се анализирати утицај варијабли са првог нивоа на други, на основу улаза из субмодела који су наведени у тачки 8.

7.2 Примена стандарда ISO 9004:2009 за одрживост процеса

У стандарду *ISO 9004:2009 (E)* дефинисан је приступ менаџмента квалитета за остваривање одрживог успеха организације (предузећа). Одрживи успех организације је дефинисан као способност организације да оствари и одржи пословне циљеве у дужем периоду. При томе се остваривање одрживог успеха састоји у сталном задовољавању потреба и очекивања стејкхолдера (заинтересованих страна), а посебно:

- купаца,
- власника,
- запослене у организацији,
- добављача и партнера, и
- друштвене заједнице.

У овом стандарду је посебно наглашена улога корпоративне стратегије и политике (тачка 5), менаџмента ресурсима (тачка 6) која укључује знање, информације и технологију, менаџмент процесима (тачка 7) и мерење кључних индикатора перформанси у тачки 8. На крају у тачки 9 дати су захтеви у погледу унапређења, иновација и организационог учења.

Одрживост процеса у овом стандарду утврђена је преко нивоа зрелости процеса. Први ниво је основни, а пети ниво представља процес усклађен са најбољом

праксом у свету. Оцена нивоа процеса врши се помоћу само-оцењивања, за сваки од елемената одрживости и израде радар-дијаграма у облику као на слици 7.6.



Слика 7.6 Радар-дијаграм одрживости процеса у организацији

Кључни елементи који се оцењују од стране запослених су дати за сваки од захтева стандарда на левој страни табеле, а на десној страни су дата питања за сваки ниво зрелости процеса на која се дају оцене од стране запослених. На основу експертских оцена утврђен је просечан ниво центра за рециклажу *ELV* (табела 7.1).

Табела 7.1 Облик табеле за оцењивање зрелости процеса

Кључни елементи		Ниво зрелости				
		1	2	3	4	5
4	4.1	•				
	4.2		•			
	4.3		•			
	4.4		•			
5	5.1	•				
	5.2		•			
	5.3	•				
	5.4	•				
6	6.1	•				
	6.2	•				
	6.3	•				
	6.4		•			
	6.5		•			
	6.6	•				
	6.7	•				

Кључни елементи		Ниво зрелости				
		1	2	3	4	5
7	6.8	•				
	7.1	•				
	7.2	•				
	7.3	•				
8	8.1	•				
	8.2	•				
	8.3		•			
	8.4	•				
	8.5	•				
9	9.1	•				
	9.2	•				
	9.3		•			
	9.4	•				

На основу оцењивања зрелости свих процеса, утврђује се одрживост организације у целини. Ако се претпостави иста значајност свих оцена, добија се укупна зрелост процеса, односно ниво одрживог развоја од око 1.3, што је врло низак ниво. Са овим нивоом зрелости организација које се баве рециклажом *ELV* не могу да остваре значајније пословне резултате.

7.3 Примена концепта уравнотежених карти успеха

7.3.1 Основе модела

По дефиницији одрживости, на нивоу региона посматрају се следећи индикатори:

- регионални развој,
- унапређење животне средине,
- унапређење енергетске ефикасности,
- унапређење регулативе.

Уравнотежене карте успеха (енгл. *BSC – Balanced Score Cards*) као приступ су настале због потребе повезивања перформанси предузећа, ресурса и процеса са остварењем циљева.

На нижем нивоу *BSC* приступа [Kaplan & Norton, 2004] посматрају се стејкхолдери (генератори отпада, рециклери, произвођачи, транспортери, државне институције, купци, итд.), као на слици 7.7. На дну слике се налази ниво ресурса, при чему су издвојени: земљиште, материјал за рециклажу (отпад) и изворни материјал, људски ресурси на нивоу стејкхолдера и Региона, инфраструктура (путеви, мрежа рециклажних центара и депонија, итд.), енергетски ресурси (струја, нафта, угаљ, итд.).

На нивоу интерне перспективе сваког стејхолдера посматрају се:

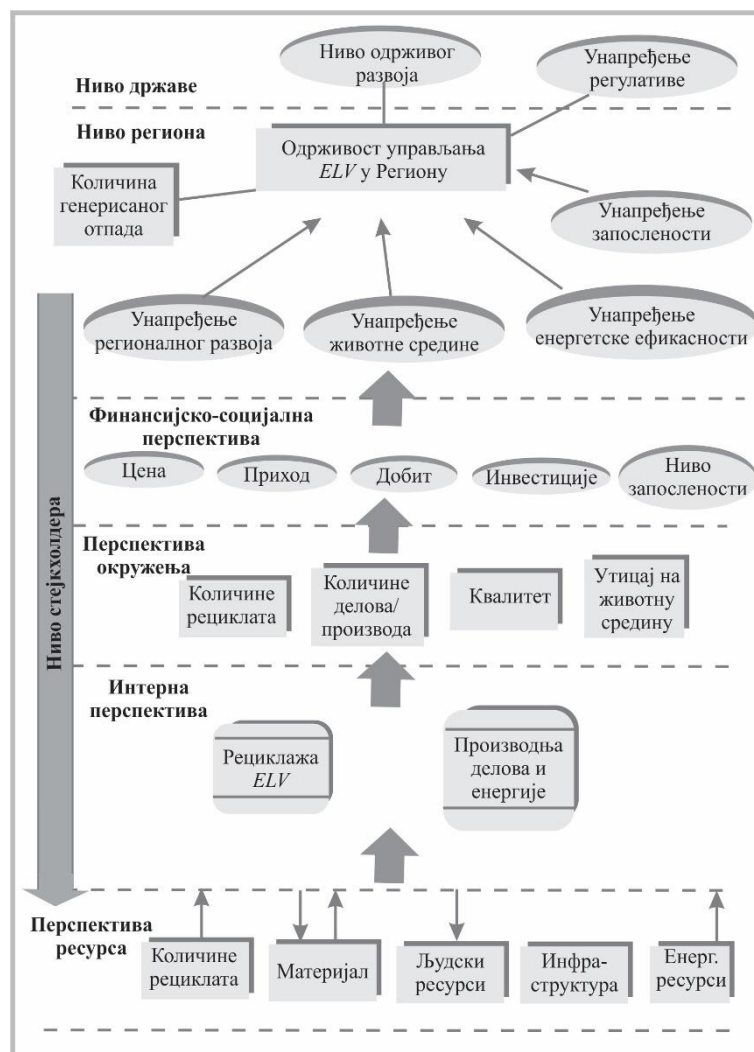
- рециклери са процесима рециклаже сваке фракције отпада,
- произвођачи делова од рециклата и произвођачи енергије (произвођачи су истовремено и генератор отпада),
- потрошачи, као генератори отпада,
- остале делатности као генератори отпада.

На нивоу природног окружења и тржишта посматрају се:

- количине рециклата,
- количине делова/производа,
- квалитет рециклата/производа,
- утицај на животну средину.

На нивоу социјално-финансијске перспективе посматрају се:

- цена рециклата/производа,
- приход,
- инвестиције и
- ново запошљавање.



Слика 7.7 Основни модел одрживости система рециклаже отпада као грађевинског ресурса

На основу претходног основног модела израђује се динамички модел.

На основу претходног, дефинисан је модел одрживости управљања отпадом. На основу претходних истраживања расположиве литературе и процене аутора треба дефинисати почетне вредности варијабли, релације и циљне вредности. Затим се спроводи симулација за два сценарија:

- постојећи ниво управљања *ELV* и
- могући сценарио применом предложених резултата истраживања.

За процес рециклаже *ELV* посебно су значајне количине рециклата из *ELV* и инфраструктура у перспективи раста и учења (перспектива ресурса). Из ове перспективе се добијају сви инпути са интерним перспективама, које је представљено преко два кључна процеса (1. рециклажа *ELV*; 2. производња делова и енергије).

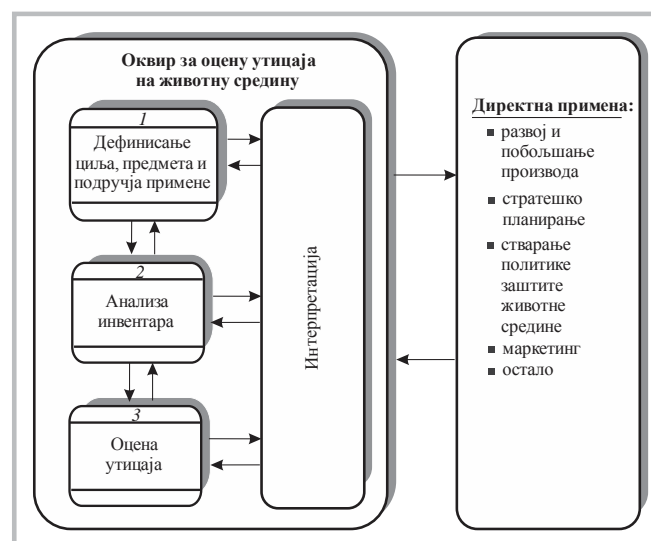
На нивоу енергетског окружења препознат су аспекти који су важни за стејкхолдере:

- количина рециклата, за државу због смањења увоза материјала и делова,
- количина делова/производа за купце, због смањивања њихових цене ,
- квалитет, за купце, и
- утицај на животну средину, за све становнике као стејкхолдере, укључујући и локалну заједницу.

7.3.2 Примена *LCA* методе

LCA метода настала је почетком овог века као резултат промене различитих метода и поступака крајем XX века и стандарда, посебно стандарда из групе *ISO 1404X*. Данас је она практично укључена у ове стандарде, кроз четири фазе (слика 7.8) и то:

- дефинисање циља и предмета анализе,
- анализа инвентара (*LCI*),
- оцењивање утицаја (*LCA*) и
- интерпретације.



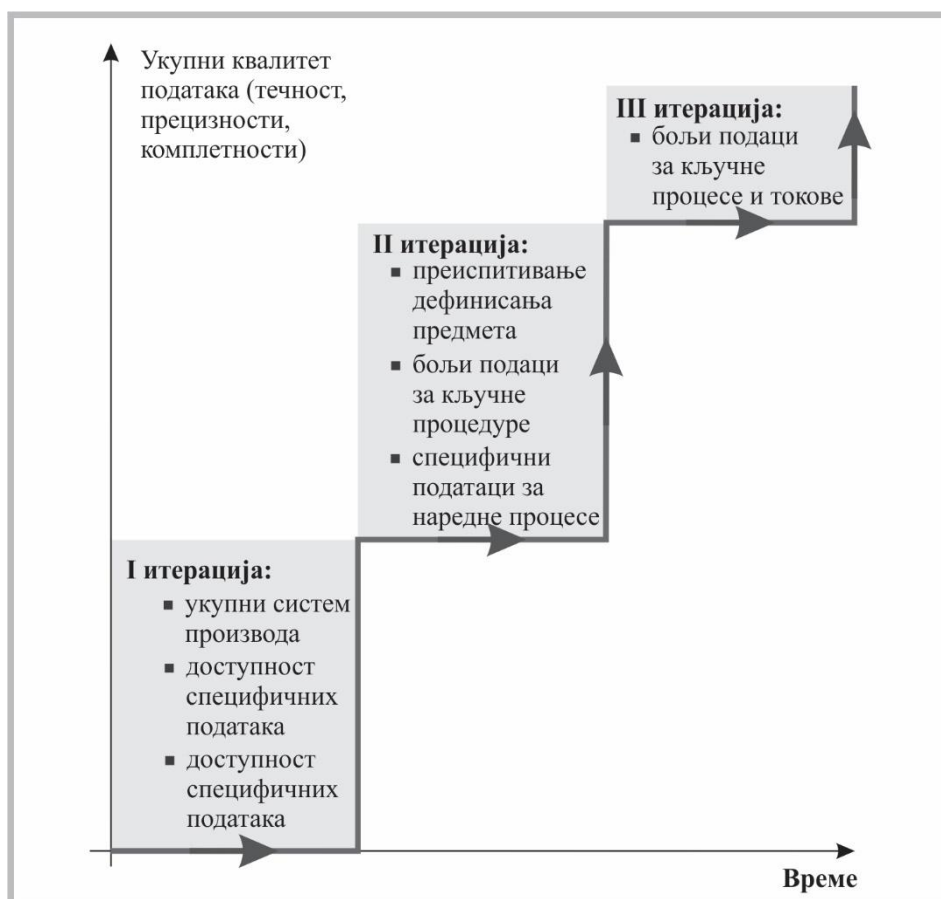
Слика 7.8 Основне фазе *LCA* према *ISO 14040*

Прва фаза *LCA* методе је кључна јер се дефинишу циљ, предмет и подручја примене. У табели 7.2 приказане су врсте *LCA* студија у зависности од граница система.

Табела 7.2 Врсте *LCA* студије у зависности од граница система

Врста <i>LCA</i> метода	Опис
„од колевке па до гроба“ (енгл. <i>cradle-to-grave</i>)	Обухвата целокупан животно циклус
„од колевке до капије“ (енгл. <i>cradle-to-gate</i>)	Обухвата животно циклус од сировине до излаза из производње
„од капије до капије“ (енгл. <i>gate-to-gate</i>)	Обухвата само један процес, од једне до друге границе
„од колевке до колевке“ (енгл. <i>cradle-to-cradle</i>)	Обухвата последњу фазу животног циклуса или одлагања производа кроз процес рециклаже и почетак (до колевке)

Примена *LCA* методе је итеративног карактера, са сталним сукцесивним применама *LCI* и *LCIA* (слика 7.9).



Слика 7.9 Итеративни карактер *LCA*

Анализа инвентара животног циклуса (*LCI – Life Cycle Inventory*) обухвата прикупљање података и процедуре за прорачунавање утицаја релевантних улаза и избора система производа. На слика 7.10 приказан је ток ове анализе према стандарду *ISO 14044*.



Слика 7.10 Ток LCI према ISO 14044

Оцењивање утицаја животног циклуса (LCIA) врши се на основу елемената приказаних на слици 7.11.



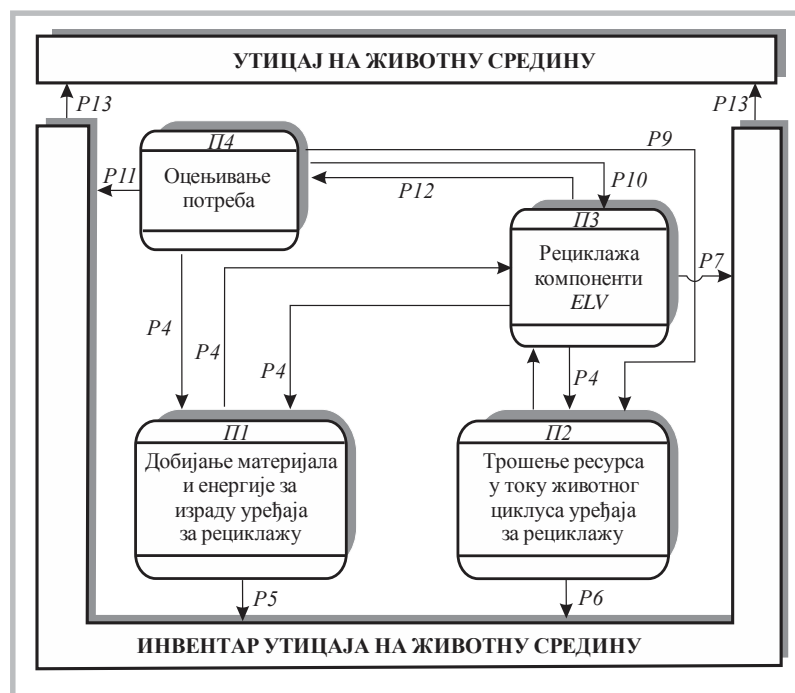
Слика 7.11 Основни елементи LCIA

У фази интерпретације централно место заузима тумачење резултата. Интерпретација се конзистентно представљају резултати *LCA*, у складу са дефинисаним циљем, предметом и подручјем примене.

Треба напоменути да је интерпретација такође итеративни процес и зато је испрекиданом линијом повезан ток излаза и улаза.

7.3.3 Модел утицаја уређаја за рециклажу на животну средину

Уређаји за рециклажу компоненти *ELV* утичу на животну средину на три начина: коришћењем материјала и енергије за израду компоненти и уређаја у целини, потрошњом ресурса у току животног циклуса уређаја за рециклажу и рециклажом компоненти *ELV* (слика 7.12).



Слика 7.12 Основни модел утицаја на животну средину

Први процес (П1) се односи на добијање материјала и енергије за израду уређаја за рециклажу компоненти *ELV*. У релацији Р5 дефинисане су количине материјала и енергије за израду уређаја за рециклажу, добијене на основу оцене потреба кроз релацију Р8. Овај процес (П1) повезан је релацијом Р1 са процесом П3, која се односи на везу уређаја за рециклажу и карактеристика компоненти *ELV* која се рециклирају. Повратна релација Р2 односи се на корелацију врсте количине материјала, зависно од рециклажних капацитета и врсте материјала компоненти *ELV*.

Други процес (П2) односи се на трошење ресурса у току животног циклуса уређаја за рециклажу. Овај процес П2 повезан је са процесом П3 релацијом Р3, који се односе на интензитет коришћења уређаја за рециклажу у процесу рециклаже, као и трошења осталих ресурса у току животног века уређаја за рециклажу. Повратна релација Р4 односи се на интензитет рециклаже компоненти *ELV*.

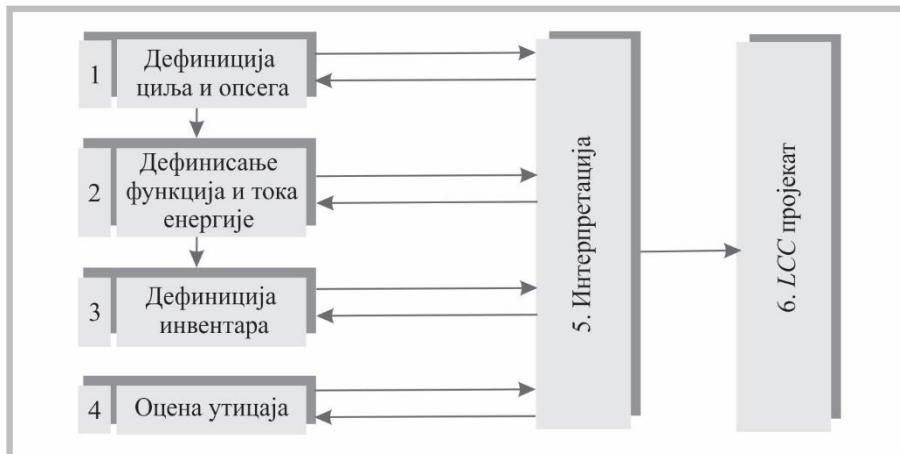
Поред ове релације, постоји и релација Р9 којом се на основу оцене потреба утиче на трошење ресурса у току животног циклуса уређаја за рециклажу. Релацију Р6 дефинише се инвентар утицаја на животну средину.

Трећи процес П3 односи се на рециклажу компоненти *ELV*, на основу оцене потребе (релација Р10). Везе овог процеса са осталим процесима је претходно описана. Релације Р7 даје инвентар овог процеса на животну средину, а релације Р12 корекцију потребу на основу стања рециклаже компоненти *ELV*.

Четврти процес (П4) је оцењивање потреба за рециклажом, који се остварује на основу потреба друштва и осталих стејкхолдера (произвођача, инвеститора, увозника, тржишта материјала и делова итд.). У овом процесу се такође троше ресурси, што за последицу има утицај на животну средину (релација Р11).

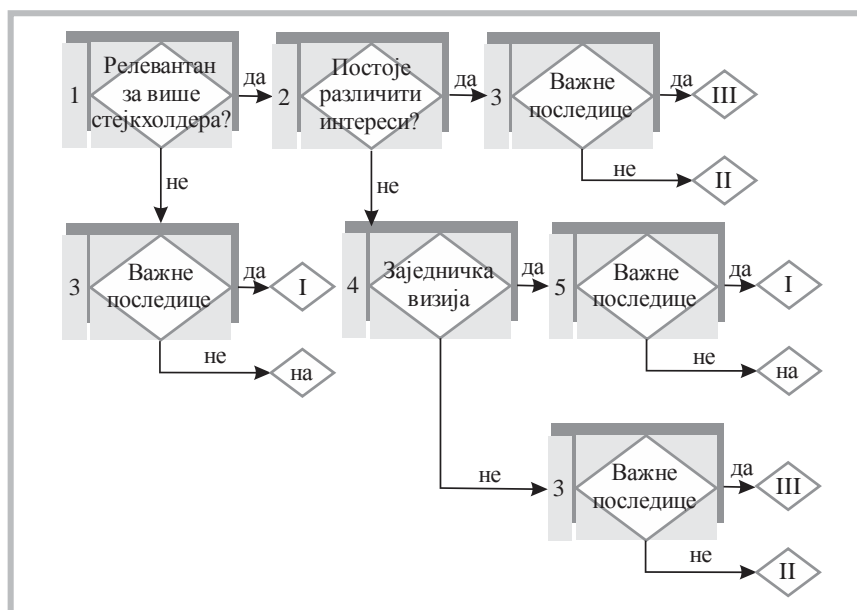
У следећем кораку се, на бази трошења ресурса, утврђује инвентар утицаја на животну средину и касније, у наредном кораку, утицај на животну средину (РБ). Детаљнију опис релација биће дат у наредном поглављу.

За моделирање утицаја уређаја за рециклажу елемената *ELV* на животну средину као основа коришћена је *LCA (Life Cycle Assessment)* метода, дефинисан стандардом *ISO 1404X*. Оквир за оцену утицаја на животну средину приказан је на слика 7.13.



Слика 7.13 Поступак управљања *LCA/LCC* пројектима

Пре него се приступи примени *LCA* пројекта мора се утврдити контекст процеса (слика 7.14).



Слика 7.14 Стабло одлучивања за одређивање контекста процеса за примену *LCA*

Римским бројевима на слици су дефинисани следећи контексти процеса:

- I: мало различитих интереса, потенцијално јак утицај
- II: многи различити интереси, потенцијално слаб утицај,
- III: многи различити интереси, потенцијално јак утицај и
- IV: не постоје подаци о интересима и утицају.

Опсег *LCA* студије је сагласно циљевима пројекта *TP 35033* дефинисаних на територији Србије и односи се на две врсте уређаја и то:

- уређаја за детоксикацију *ELV* и
- уређаја за рециклажу каблова из *ELV*.

У наредној (другој) фази примене *LCA*, врши се утврђивање функција, функцијом јединица, алтернатива и референтних токова материјала и енергије. То се остварује кроз следеће кораке:

- идентификовати све функције, односно функцијске јединице компоненти *ELV*, које се рециклирају,
- дефинисати кључне параметре за рад функција и функцијских јединица,
- дефинисати јединице мере за функције и количине функцијских јединица,
- дефинисати референтни систем за израду функције,
- дефинисати алтернативни систем за израду функције,
- дефинисати референтни ток материјала и енергије за функцију и функцијске јединице.

На основу претходног врши се анализа инвентара (трећа фаза на слици 7.16), кроз следеће кораке:

- одређивање граница еко-економског система,
- израда дијаграма тока,
- утврђивање формата и категорије података,
- обезбеђење квалитета података,
- прикупљање података и повезивање података за јединичним процесима,
- валидација података,
- скраћени поступак за одређивање података,
- утврђивање мултифункционалности и алоцирање и
- утврђивање и примена метода прорачуна.

У четвртој фази примене *LCA* пројекта врши се оцена утицаја на животну средину.

У петој фази врши се интерпретација резултата кроз следеће кораке:

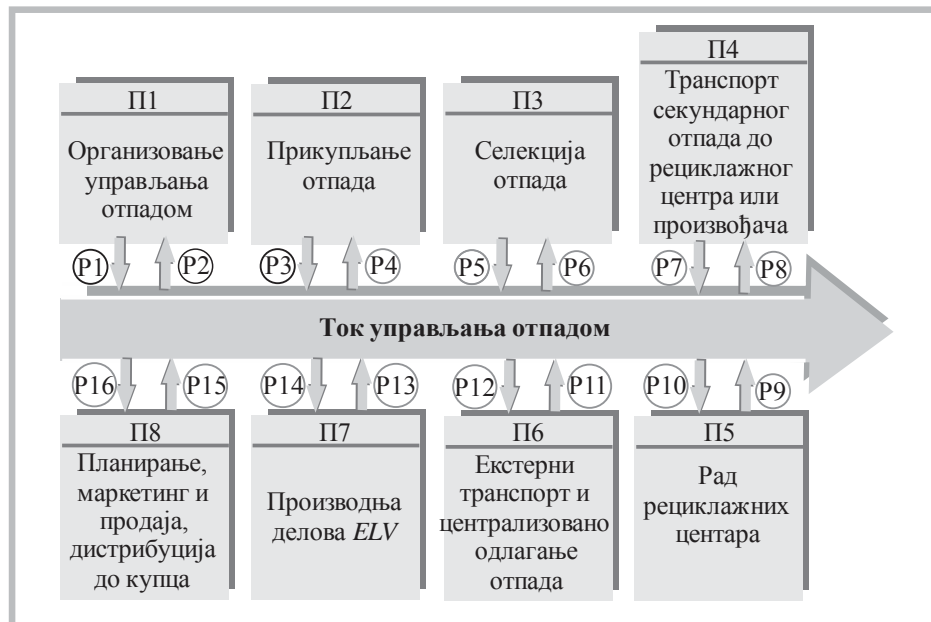
- провера конзистентности,
- провера компетентности,
- анализа доприноса,
- анализа поремећаја,
- анализа осетљивости и неизвесности,
- закључци и препоруке.

У шестој фази врши се одређивање трошкова применом *LCC* методе.

За сваки од наведених *ELV* се утврђују улазни подаци за *LCA*.

7.4 Примена *LCA* за оцену утицаја рециклаже *ELV* на животну средину

LCA се заснива на анализи активности и процеса, што је за *ELV* приказано на слици 7.15. Ознака P_{iu} се подноси на процесе а ознака P_i на релације.



Слика 7.15 Активности у животном циклусу отпада

Сваки од наведених процеса може се декомпоновати на припадајуће активности [Арсовски, 2006]. Декомпозиција процеса (ширина дубина декомпозиције) зависи од многих фактора, груписаних у оквиру:

- релевантности процеса за купца,
- могућности остваривања и
- потенцијала за побољшање.

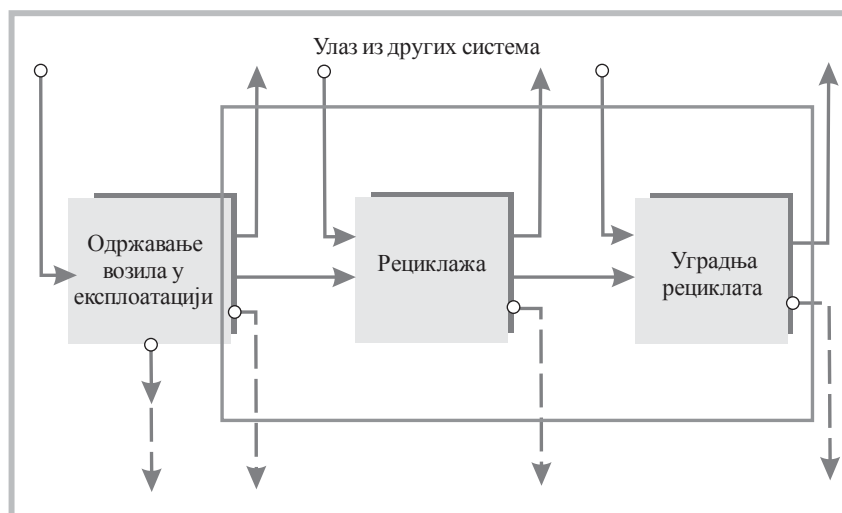
Према *PDCA* (*Plan – Do – Check - Act*) приступу који је уграђен у менаџмент процесима, сваки процес „пролази“ кроз следеће фазе:

- Планирање и конципирање процеса (P),
- реализација процеса (D),
- праћење и контрола процеса (C) и
- унапређење процеса (A).

У претходном поглављима ове *студије* наведени процеси су анализирани до одређеног нивоа детаљности. Са друге стране, за потребе *LCA/LCC* студије нису сви они подједнако значајни са аспекта утицаја на животну средину. Зато је у овој студији нагласак био на оним активностима процеса које имају највећи утицај на животну средину. Реализацијама R_{iu} и R_{ii} означени су улази (R_{iu}) и излази (R_{ii}) из сваког процеса. Анализом је идентификовано укупно 16 композитних релација. Сваки од утицаја на животну средину следи из одговарајуће активности, њеног излаза, стања и улаза. То се према *SETAC* асоцијацији, која је дизајнирала *LCA*

методу. Улази у посматрани систем су енергија, материјал, вода, итд., а излази утицај на воду, ваздух, чврсти отпад, производи и остали утицаји. За потребе ове студије посматраће се систем управљања отпадом као систем управљања отпадом као систем, а сваки од наведених субпроцеса (П1-П8), такође, као субсистем. У стандарду *ISO 14001, 14040, 14041* и других припадајућих стандардима из ове серије стандарда дате су препоруке за конципирање и анализу процеса са више улаза (*multi – input processes*) и више излаза (*multi – output processes*).

У случају рециклаже *ELV* дефинисане су границе система (слика 7.16).



Слика 7.16 Границе система и алокација улаза и излаза

Пуним линијама означени су улази и излази из других система, а испрекиданим нежељени излаз из посматраних процеса. Знак + указује да се повећањем улаза у процес повећава излаз из процеса.

Полазећи од претходних анализа, извршена је декомпозиција процеса П1-П8.

Сви наведени субпроцеси (П1-П8) повезани су преко идентификованих улаза и излаза.

За даљу анализу задржаћемо се на излазима из процеса, који се оцењују применом *LCA* методе. Полазећи од претходних разматрања за сваки од наведених субпроцеса П1-П8, утврђени су инвентари улаза и излаза. У табели 7.3 приказани су улазни подаци за *LCA* у Србији.

Табела 7.3. Улазни подаци за *LCA* у Србији

<i>LCA</i> Подаци у Србији		
Количина отпада од <i>ELV</i>	а) 100.000 тона годишње б) извор: резултати студије (тачка 4, 5 и 6)	
Фактор отпада	килограма <i>kg</i> отпада по становнику	13
Структура материјала отпаду у	Гума	3%
	Стакло	3%
	Флуиди (гориво, кочионо уље, моторно уље, итд.)	17%
	Пластика и полимери	12%
	Текстил	1.0%

LCA Подаци у Србији			
	Батерије		1.3%
	Електро инсталације		2.0%
	Метал		74%
	Остали материјали (ваздушни јастук, катализатори и остали опасни отпад)		2.0%
	Укупно		100 %
Опције на крају животног циклуса	Рециклирање	Остали облици обнављања материјала, укључујући поновно коришћење и спаљивање	Одлагање
100%	75%	20%	5%
Претходни трендови	Информације из поглавља 4, 5 и 6.		
Анализа постојећег стања	Информације из поглавља 4, 5 и 6.		
Ка циљној вредности од 95%	Ова вредност се не испуњава у Србији, већ на нивоу 10-20%. Главни извори су: изградња мреже регионалних рециклажних центара, трансфер технологија, подстицаји тражње за рециклатима и производима на бази рециклата.		

7.5 Моделирање утицаја на животну средину

Према [Bahne, 2005] укупан утицај на животну средину за рециклажу отпада износи:

$$(7.1)$$

u – укупан утицај у години t ,

$W_{j,m}$ – количина фракције отпада у тонама,

U_j – утицај на животну средину фракције отпада по тони отпада.

С обзиром да многе фракције отпада имају више алтернатива рециклаже отпада, на десној страни се укључује удео те алтернативе третмана отпада (r_i), па је:

$$(7.2)$$

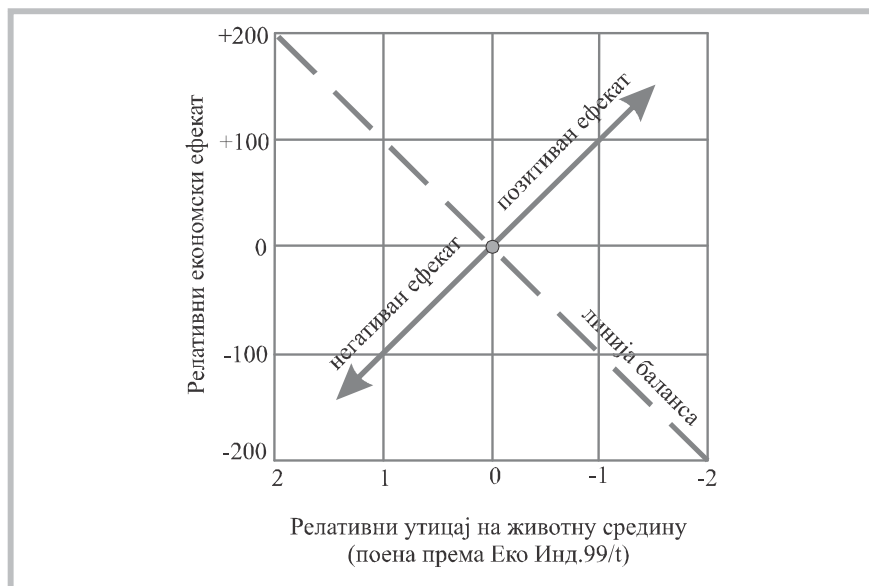
Еко – ефикасност (ЕЕ) се одређује као однос:

$$(7.3)$$

Може да се користи и разлика у односу на постојеће решење:

(7.4)

За свако решење формира се матрица као на слици 7.17.



Слика 7.17 Еко ефикасност алтернатива рециклаже

Коришћењем индикатора Еко 99 за оцену утицаја на животну средину анализирани су економске користи и утицај на животну средину развијеног система за управљање отпадом као грађевинским ресурсом. На основу претходних анализа описаних у 3, 4, 5 и 6. поглављу, за утврђивање еко-индикатора спроведен је поступак у пет корака:

- утврђивање сврхе утврђивањем еко-индикатора,
- дефинисање животног циклуса производа,
- дефинисање материјала и процеса,
- попуњавање табела, и
- интерпретација резултата.

У првом кораку, описан је производ који ће се анализирати (*отпад, рециклат и финални производ*) и дефинисано је да ће се анализа заснивати на количине и врсте отпада, као врсте и количине рециклата/ производа, дефинисаних у 6. поглављу. Такође, с обзиром на то да не постоје довољно релевантни подаци о пословним ентитетима у Србији, изабран је средњи ниво тачности на основу експертског оцењивања 16 експерата.

У другом кораку дефинисан је животно циклус отпада, од његовог генерисања, одлагања, рециклаже, производње, транспорта и поновног одлагања.

За сваки од наведених процеса, као и активности у животном циклусу отпада (П1 – П8), у трећем кораку утврђују се количине материјала и то помоћу:

- одређивања функционалне јединице,
- квантификације свих релевантних процеса,
- дефинисања претпоставки и оцена за све недостајуће податке.

Трећа активност је у овој студији обухватила средње вредности утицаја врсти отпада, на основу просечног утицаја хемијских елемената или других показатеља (нпр. дужина пута).

У четвртном кораку попуњавају се обрасци за сваки процес, и то на нивоу региона, кроз следеће активности:

- за дефинисане процесе и активности унети износе у природном облику (кг, км),
- унети еко-индикаторе,
- прорачунати еко-утицај,
- у петом кораку врши се интерпретација резултата, кроз активности:
- почетно оцењивање резултата,
- проверу ефеката претпоставки и непоузданих података,
- финално оцењивање ефеката,
- провера да ли је остварена сврха прорачуна утицаја на животну средину.

Подаци о релативном утицају на животну средину добијени су експертским оцењивањем, а на основу података из *LCA* анализе, јер није било егзактних података из региона за комплетну примену оцењивања према Еко Инд. 99.

За процес П8: „Рекапитулација утицаја на животну средину, субпроцес рециклаже, одлагања, спаљивања и производње за потребе грађевинске индустрије“ оцењен је утицај на животну средину као и процес П1.

На основу анализе утицаја на животну средину процеса П1-П8. У табели 7.4 приказан је укупан утицај рециклаже *ELV* у Србији на животну средину.

Табела 7.4 Рекапитулација утицаја на животну средину, субпроцес рециклаже, одлагања, спаљивања и производње за потребе уградње у моторна возила

Ред. бр.	Системски утицај				П5	П6	П7 (преост. активности)	Спаљивање отпада као део П7
	П1	П2	П3	П4				
1	207.3	21.4	1402	1137.3	-12.000.000	104.770	23.100	-600.000
	139.280							
2	Распоређивање еко-утицаја на суб-процесе за вредности системског утицаја				+ 100.000	+40.000	+19.280	100.000
3	Укупни утицај процеса на животну средину				-11.900.000	144.770	42.380	-500.000
4	Укупан еко ефекат				-0.12 kg = -120 /t			

Ако се укупан утицај на животну средину изрази бројем бодова подељен бројем тона отпада, добија се укупна вредност еко-индикатора за целокупни систем рециклаже у Србији од око -1,01, што је изузетно високи ефекат. Да би се остварио овај ефекат потребно је:

- створити оптималну инфраструктуру, која је описана у поглављима 3, 4 и 5, а посебно извршити трансфер технологија рециклаже и производње нових производа од рециклата, за потребе грађевинарства,
- да би се остварили предвиђени ефекти на животну средину, ове технологије треба применити на пројектовани начин,
- економија производње зависи од врсте производа/рециклата, технолошког нивоа и капацитета опреме, знања запослених, економије обима, итд.

За сваку врсту производа треба израдити студију изводљивости, у коју су укључени ови аспекти, што до сада не постоји у Србији. Зато је аутор проценио да за сваку врсту отпада постоје 1-3 рециклажна центра, а за сваку групу производа 1-5 произвођача. То значи да у Србији можемо очекивати око 20 рециклажних центара и око 40 предузећа.

Ако се претпостави да се укупна количина отпада за рециклажу подели равномерно на рециклажне центре, онда по једном центру треба обезбедити капацитет око 10.000 т/год, односно 50т/дан. При томе није укључена рециклажа пепела.

За производњу делова/материјала на бази рециклата отпада за потребе грађевинарства, очекује се да се у просеку за једно предузеће обезбеди капацитет од око 25 т/дан, за примену једне или две сличне технологије, а на бази рециклата који се добијају из оближњих рециклажних центара.

Базирајући се на овим претпоставкама за предузећа/рециклажне центре у Србији израчунате су очекиване вредности утицаја на животну средину и релативне економске користи, што је сумарно представљено на слици 7.18. Види се да је за рециклажу доминантна позитивна економска корист и пожељан утицај на животну средину (обнављају се ресурси), за производњу нових производа доминантна је позитивна економска корист и негативан утицај на животну средину.

Спаљивањем се доминантно обезбеђују позитивни ефекти и на животну средину (повраћај енергије) и економска корист. Једино је за одлагање отпада, рециклата и финалних производа утврђено да су оба аспекта негативна.

7.6 Примена симулационих метода

7.6.1 Анализа постојећих модела

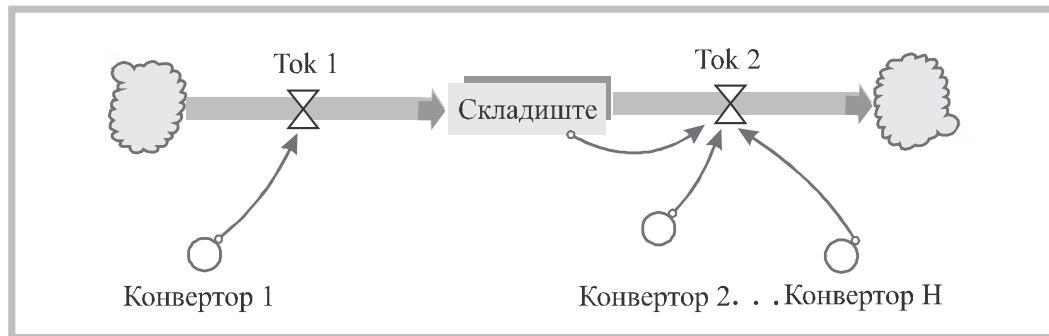
Модели управљања отпадом, као грађевинским ресурсом, заснивају се углавном на концепту моделирања сложених динамичких система, дизајнираних на основу концепата:

- систем динамике,
- економетријски модели,
- тока материја,

- метода операционих истраживања,
- симулационих техника, као нпр. Петријевих мрежа,
- осталих концепата.

Модел засновани на систем динамици

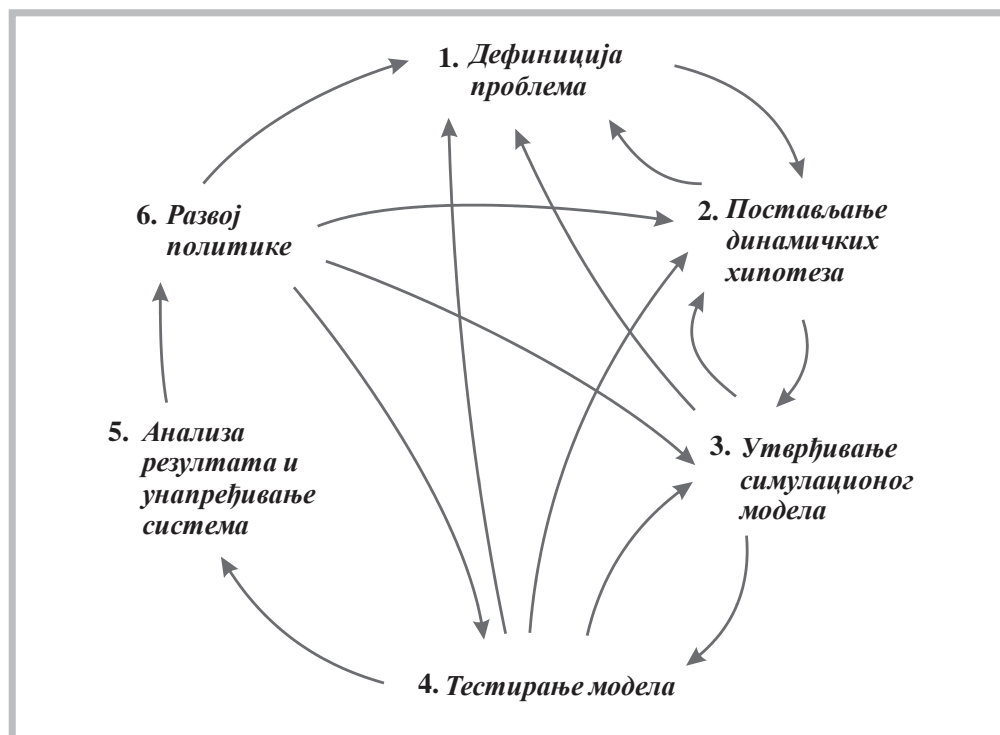
Основе овог приступа поставио је 60-тих година *Forrester* [1971] на основу теорије система и системског мишљења, системи се хијерархијски уређују, а између елемената модела постоје узрочно-последичне везе [*Sterman, 2000*]. У овом приступу елементи модела су складишта, токови, конектори и конвертори (слика 7.18).



Слика 7.18 Основни елементи систем динамике

Складиште које се представља правоугаоником је варијабла стања, која представља акумулацију система, најчешће посматрано у претходном периоду. Облаци представљају улаз и излаз из складишта. Конектори су представљени стрелицама, репрезентују информациони ток узрока и последица. Варијабле тока су представљене вентилима. Оне представљају степен промене на улазу у складиште, односно, излазу из складишта.

Примена концепта систем динамике састоји се, из шест итеративних процеса (слика 7.19).



Слика 7.19 Моделирање као итеративни процес

Dyson & Chang [2005] развили су динамички модел за предвиђање стварања чврстог отпада у градовима који имају високи потенцијал економског раста. *Ulli-Beer S.* [2003] су развили модел за анализу различитих локалних иницијатива (политика) за рециклажу чврстог отпада, базираном на моделу повратне спреге у вези људског понашања и јавне политике. *Kartam et al* [2004] су истраживали алтернативна решења за менаџмент и контролу главних типова отпада, зависно од потенцијалне тражње и ограничења рециклираних материјала везана за трошкове.

Модел засновани на операционим истраживањима

Ова група модела користи различите технике из домена операционих истраживања, а посебно:

- смањење комплексности проблема и алгорита,
- вишекритеријумска оптимизација,
- теорија *fuzzy* скупова,
- генетски алгоритам,
- *АНП* и други.

Смањење комплексности проблема је све израженији захтев који се поставља код сложених динамичких модела. Сложеност проблема се смањује упрошћавањем алгорита, смањењем броја ограничења и броја критеријума, на основу искуства. У супротном, оптимално решење проблема је везано за већу сложеност, а тиме често и проблеме у реализацији модела.

Према *Complexity Reduction* [Ferri, 2006] комплексност модела се смањује и примена различитих приоритета, њихово рангирање и усмеравања ка изабраним приоритетима, утврђеним методама операционих истраживања.

Вишекритеријумска оптимизација се најчешће користи код детерминистичких или динамичких система ниске динамике. Користе се:

- вишекритеријумско линеарно програмирање
- вишекритеријумско мешовито интеџер програмирање (*MMIP-Multicriteria Mixex Integer Programming*),
- циљно програмирање (*GP- Goal programming*),
- остале технике програмирања.

Теоријом *fuzzy* (расплинутих) скупова поставио је далеке 1980. године *Zimmerman* [2001] да би се описала непрецизност и неодређеност појава. Она се развијала у два правца:

- постоје формално теорије увођења алгебре, теорије графова, топологије итд.
- постоје теорије оријентисане ка примени [нпр. *Klir & Folger*, 1988], као тзв. "*fuzzy технологија*".

Модел засновани на операционим истраживањима

Економетријски модели описују понашање економских субјеката тако што се под емпиријским подацима тестирају хипотезе везане за модел понашања система. Дефинишу се променљиве величине (варијабле) и карактер њихове зависности. На нивоу једног система користе се:

- једноставни линеарни регресиони модели,

- вишеструки линеарни регресиони модели,
- динамички модели, и
- модели симултаних једначина.

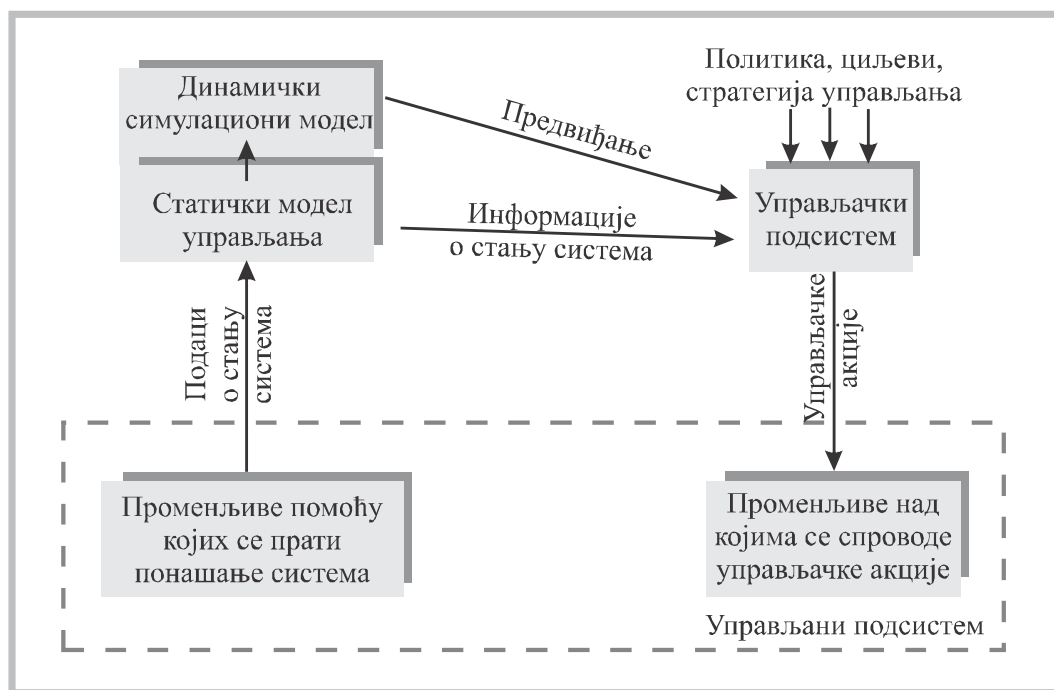
Поред њих, за хијерархијски уређене системе користе се додатно:

- инпут/оупут анализа,
- модели регионалног развоја [Rupasingha & Goetz, 2011],
- модели одрживости, итд.

У економетрији често се користи инпут/оупут анализа [Miller & Blair, 2009] који је развио *Leontief* крајем 30-их година 20-ог века. У овом концепту анализирају се произвођачи (у овом случају отпада) и потрошачи (у овом случају рециклажни центри и произвођачи делова од рециклираних материјала), карактеристике тражње за финалним производима (продаја, набавка) и додатна вредност за запослене, власнике капитала, државом итд. На основу тражње финалних производа и додатне вредности дефинише се бруто домаћи производ. Релације између ових ентитета се описују системом линеарних једначина, где су варијабле егзогене (из екстерних извора) и ендogene (унутрашње). Посебно је овај приступ погодан за опис мулти регионалног развоја, утврђивање националног добитка преко нето вредности, избор модела промене различитих технологија израде производа у индустрији, одређивање енергетског баланса, динамичко моделирање декомпозиције структуре, мерење економске продуктивности, итд.

Модели засновани на симулационим техникама

Ови модели су засновани на кибернетској шеми управљања (слика 7.20).



Слика 7.20 Структура модела заснованих на симулационим техникама

Циљеви спровођења симулационог експеримента су:

- одређивање динамике искоришћења ресурса система,
- идентификовање "уских грла" протока материјала у систему,

- поређење перформанси алтернативних решења и
- развој оптималних стратегија управљања системом.

Разликују се континуални, дискретни и комбиновани типови симулације. Тако нпр. дискретне величине су ниво залиха отпада, капацитет депоније, итд., а континуалне потрошња енергије, камате и слично.

Ентитети су компоненте система, као нпр. депоније, зграде, путеви, рециклажни центри, врсте отпада, итд. Активност су радње које изводе ентитети или које се изводе над ентитетима. У свакој активности учествују најмање два ентитета. Догађаји су тренуци када долази до промене стања система, односно промене стања одређених ентитета. Они могу бити интерни (ендогени) или екстерни (егзогени), јер су проузроковани дешавањима из окружења. Редови чекања су пасивна стања ентитета, као нпр. рециклирани отпад који чека на уградњу после догађаја који означава почетак наредне активности.

Активности су карактеристике ентитета, као нпр. карактеристике отпада, карактеристике производа, технологије и машине. Скупови имају значење као у математици, а у предметној области односе се на скуп депонија, скуп општина, скуп произвођача отпада, скуп рециклера, итд. Стања ентитета се мењају током времена и тиме се описује понашање моделираног система.

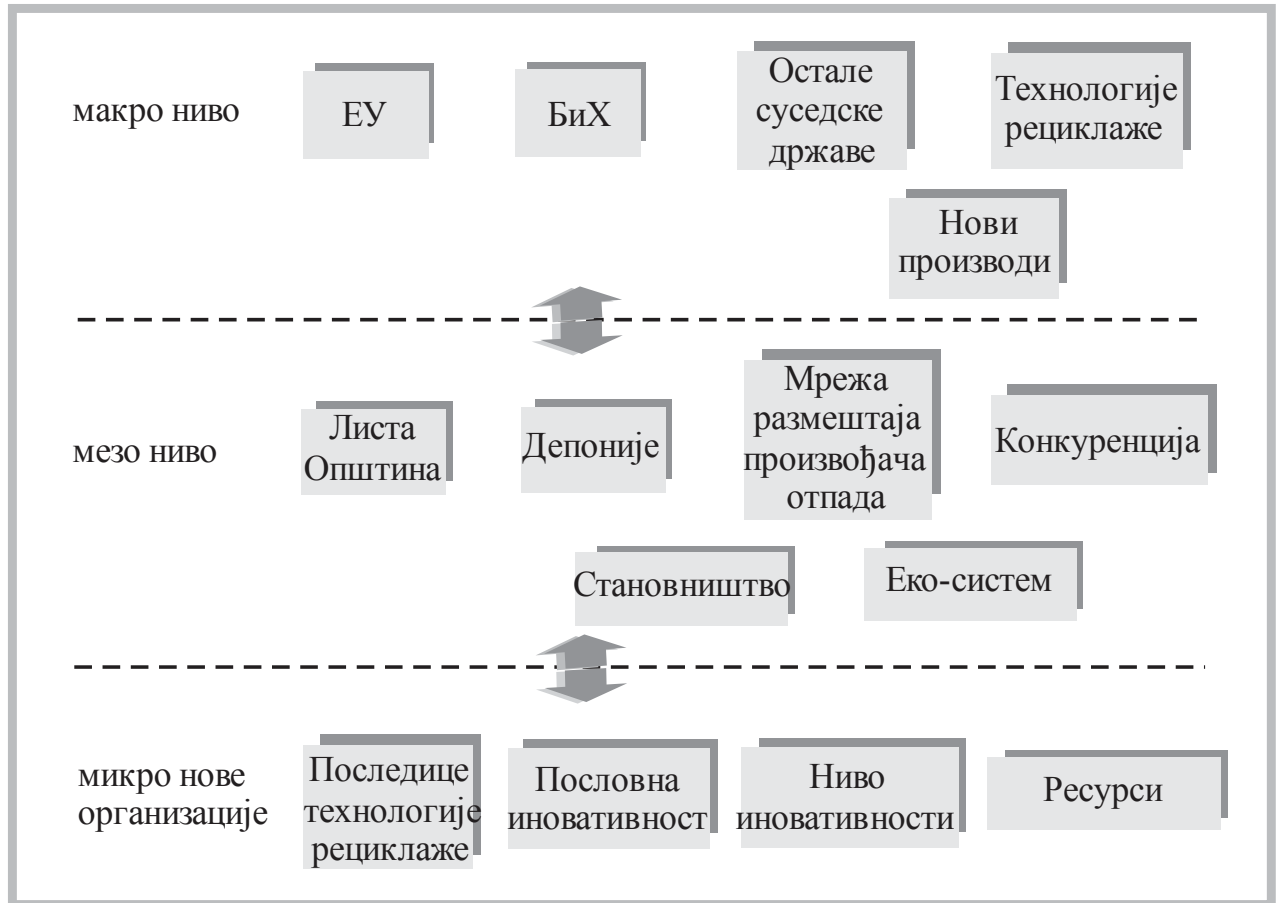
Дијаграм циклуса активности обухвата:

- дефинисање ентитета,
- израду циклуса активности за сваки ентитет,
- идентификовање атрибута за сваку врсту ентитета,
- дефинисање правила која важе за избор из различитих редова чекања,
- дефинисање трајања активности,
- дефинисање прорачуна који су везани за одређене вредности атрибута,
- дефинисање података који се региструју у току извршавања модела,
- дефинисање почетних услова моделираног система и
- дефинисање почетних вредности свих променљивих.

У предметној области користе се симулациони модели засновани на познавању релација између променљивих (преко електронских табела), као код [Abbright et al., 2011], Петријевих мрежа и обојених Петријевих мрежа, Monte Carlo симулације итд.

7.6.2 Концептуални модел управљања рециклажом ELV

Овај модел мора да обухвати ентитете на макро-, мезо- и микро нивоу (слика 7.21).



Слика 7.21 Хијерархија ентитета

Сваки од наведених ентитета има своју структуру и везе са осталим ентитетима. Тако нпр. ЕУ, као композитни ентитет, чине суб-елементи: земље чланице, директиве, одрживост, конкурентност итд.

Србија и остале суседне државе, као ентитети, састоје се из регија, политичко-економских ситуација, закона, ресурса, стратегија, инфраструктуре за управљање отпадом, итд. Технологије рециклаже су расположиве технологије на глобалном тржишту, са субентитетима, технологијом рециклаже. На сличан начин дефинишу се ентитети на мезо и микро нивоу.

У следећем кораку се сваки ентитет декомонује на субентитете, атрибуте и дефинишу релације са окружењем.

За потребе израде предметног модела, на макро нивоу утврђују се следећи елементи:

- циљеви на нивоу Србије и регије,
- промена курса валуте,
- порези за обављање делатности рециклаже (приход ентитета),
- порези за обављање производње (приход ентитета),
- раст ГДП-а,
- инфлација,
- трошкови инспекције,

- расположиве потенцијалне технологије рециклаже са одговарајућим карактеристикама за избор најпогодније,
- расположиви потенцијални грађевински производи добијени од рециклираних материјала,
- јавни интерес за рециклажу израђен различитим врстама подстицаја,
- тражња за грађевинским производима,
- цене ресурса, итд.

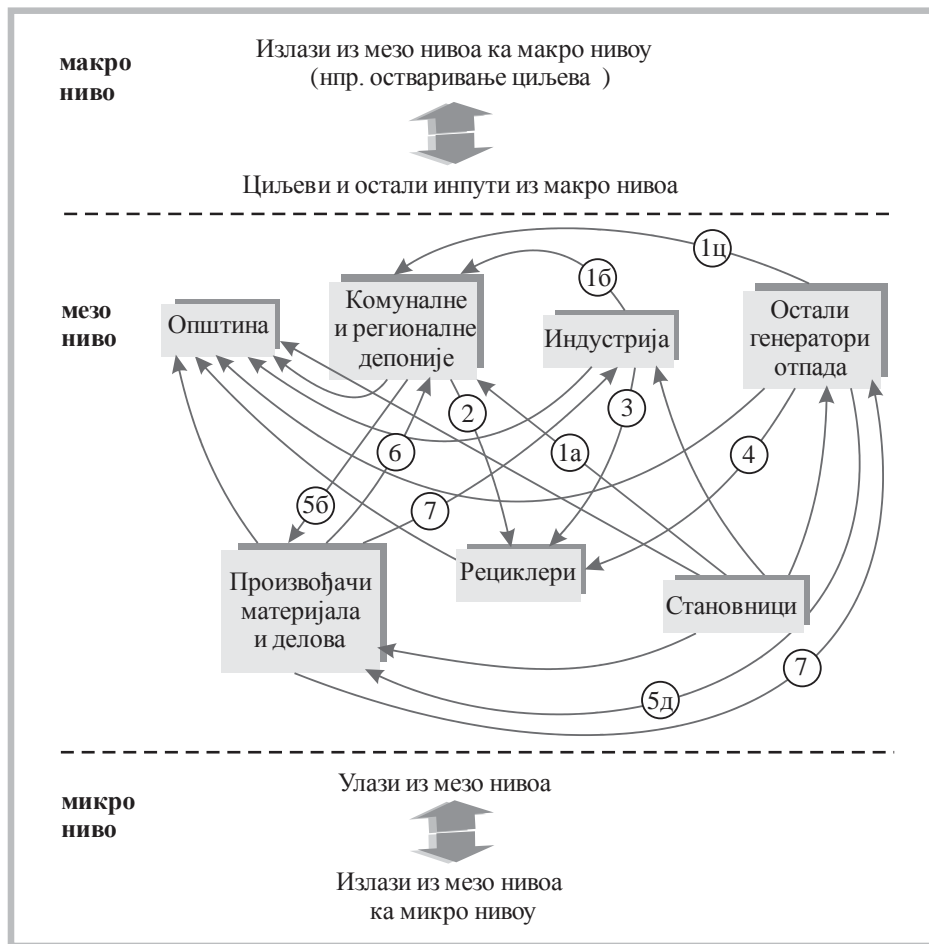
На мезо нивоу централно место имају општине у Србији, а за сваку од њих:

- карактеристике депонија (капацитет, трошкови одржавања, итд.),
- мрежа произвођача отпада (грађани, индустрија, грађевинарство, шумарство, итд.),
- мрежа рециклера (врсте рециклираних материјала, капацитети, постојеће технологије рециклаже, растојања и транспортни путеви, итд.),
- мрежа произвођача грађевинских производа, са укупним производним капацитетима, растојањима, транспортним путевима до рециклера и произвођача отпада,
- становништво као генератор отпада, са расположивим капацитетом, компетенцијама, мотивацијом, постојећим и жељеним квалитетом живота,
- карактеристике еко-система (стање животне средине, дивље депоније, итд.),
- планови управљања отпадом,
- циљеви управљања отпадом, итд.

На нивоу организације (микро ниво) анализирају се:

- постојеће технологије рециклаже у организацији (врста, технолошки ниво, асортиман рециклата на излазу, трошкови рециклаже, карактеристике рециклираних производа или материјала, итд.),
- пословна политика (приход, трошкови, профит, лични доходак, запосленост, квалитет, безбедност производа, заштита животне средине, итд.),
- иновативност (увођење нових технологија рециклаже и израде производа, стопа иновативности, приход и добит од нових производа, итд.),
- конкурентност (већа уполненост капацитета, смањење фиксних трошкова, конкурентност цена, појава субститута производа, итд.).

На основу претходних анализа формира се почетни концептуални модел (слика 7.22) у којем се симулација извршава доминантно на мезо-нивоу, на основу инпута из макро нивоа и делимично инпута из микро нивоа.



Слика 7.22 Инпут-оутпут анализа релација у концептуалном моделу

У овом моделу кључне су релације:

- R1: генерисање отпада и одлагање истог на депонијама од стране становника, индустријских капацитета и других активности,
- R2: рециклажа отпада са депонија у рециклажним центрима,
- R3: рециклажа отпада из индустријског отпада,
- R4: рециклажа отпада од осталих генератора отпада,
- R5: производња материјала и делова за потребе индустрије, и то после рециклаже (5а), директно после селекције отпада са депонија (5б), индустријских капацитета (5ц) или осталих генератора отпада (5д).
- R6: одлагање отпада после производње материјала и делова за индустрију,
- R7: примена рециклираних материјала и делова у индустрији.

У овој анализи нису истакнуте преостале релације. Свака од наведених релација се остварује преко одговарајућег субмодела. Број суб-модела зависи од планиране (жељене) "дубине" и "ширине" модела. У овом истраживању нагласак је на оним релацијама и активностима које ће са довољном тачношћу описати постојеће и будуће стање система управљања отпадом, са утицајним варијаблама.

7.6.3 Модел управљања ELV у Региону

Модел управљања отпадом ELV, као макро модел, заснован је на концепту систем динамике, применом Венсим дијаграма тока, итд. Укупан модел дели се на следеће суб-моделе:

- модел одрживости региона,
- модел генерисања отпада,
- модел селекције и одлагања отпада,
- модел накнадне селекције и транспорта отпада до рециклера отпада,
- модел селекције и транспорта индустријског отпада до рециклера отпада,
- модел селекције и транспорта отпада од активности до рециклера отпада,
- модел производње материјала и делова за потребе индустрије.

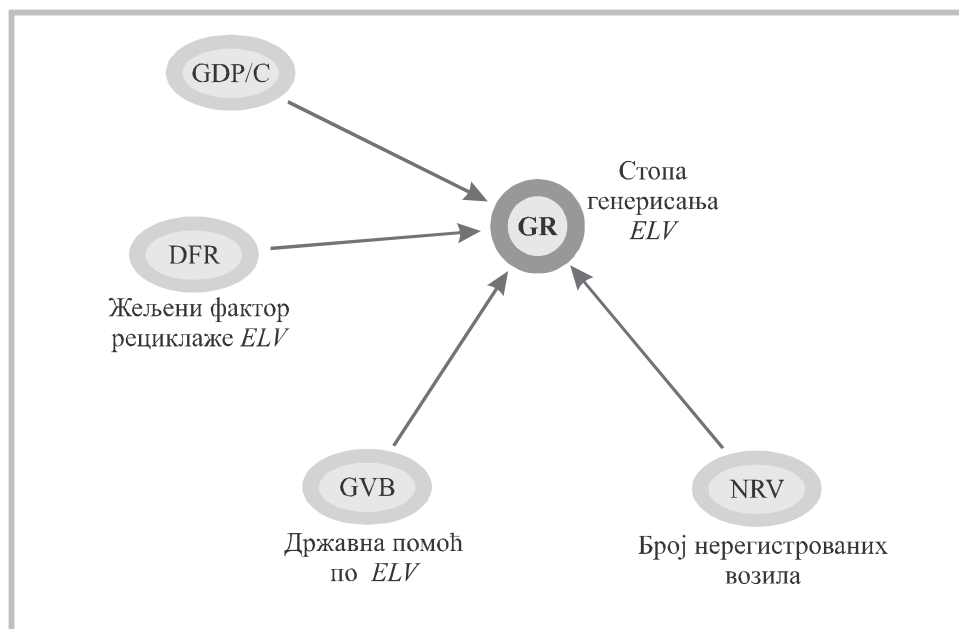
Треба нагласити да су наведени субмодел међусобно повезани.

Због непостојања егзактних података за потребе третирања овог модела и симулације коришћени су полазни подаци из тачке 4, 5 и 6, који се односе на почетне вредности променљивих и експертских оцена.

ELV се прикупља:

- организовано у центрима за прикупљање (депоније возила и делова од возила) и рециклажним центрима,
- преко сервисера возила,
- преко индивидуалних власника возила који уступају/продају делове возила продавцима секундарних сировина.

Стопа генерисања *ELV* (*GR*) зависи од нивоа бруто-домаћег производа по становнику (*GDP/C*), жељеног фактора рециклаже (*DFR*), нивоа државне помоћи по *ELV* (*GVB*) и броја нерегистрованих возила (*NRV*), што је приказано на слици 7.23. Поред тога, треба узети у обзир и неконтралабилне факторе (удес, незгода, итд.). Статистичком методом и методом симулације могу се утврдити оптимални путеви генерисања жељене вредности *GR*, што је улаз за даље анализе.



Слика 7.23 Државна помоћ по *ELV*

Према анализи у Србији, укупна количина отпада од *ELV* износи:

$$GR = 2.865 + 0.0295 \cdot \text{ГДП/Ц} + 0.093 \cdot \text{ДФР} + 0.050 \cdot \text{НРВ} + 0.030 \cdot \text{ГВБ} \quad (7.5)$$

Претпоставља се да су вредности ових променљивих исте у посматраном региону.

8. РАЗВОЈ И ВЕРИФИКАЦИЈА МОДЕЛА ОДРЖИВОГ РАЗВОЈА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

8.1 Увод

У овом истраживању коришћена су два приступа развоја симулативних модела. Први је заснован на *fuzzy* вишекритеријумској оптимизацији одрживости процеса рециклаже у Србији, са аспекта добити, утицаја на животну средину и одрживог развоја базираног на број запослених. Изменом вредности варијабли у моделу може се доћи до оптималне стратегије рециклаже у Србији.

Други приступ развоју модела заснован је на примени хијерархијски утврђених динамичких система рециклаже са три нивоа:

- 1) одрживост рециклера,
- 2) одрживост процеса рециклаже у Србији и
- 3) утицај претходног нивоа одрживости у Србији.

8.2 Утицај рециклаже *ELV* на одрживи развој применом *fuzzy* приступа

8.2.1 Оквир истраживања

У овој глави приказани су проблеми који се разматрају у разматраном реверзном ланцу снабдевања. Идентификовани проблеми се решавају кроз кораке који су надаље приказани.

Корак 1. Реверзни ланац снабдевања се састоји од три дела: места прикупљања, места демонтаже и места рециклаже. На места прикупљања која су дислоцирана налази се велики број различитих *ELV*-а. Ови *ELV*-ови могу да се класификују према типу, годинама старости, нивоима очуваности и др. Број критеријума према којима се класификују *ELV*-ови одређује менаџмент реверзног ланца снабдевања. Респектујући све идентификоване критеријуме сви *ELV*-ови могу да се поделе у класе које се формално представљају скупом индекса $i = \{1, 2, \dots, I\}$. Укупан број група *ELV*-а је означен као I . Група *ELV*-ова је означена као i , $i=1, \dots, I$. Количина *ELV*-ова која се налази у свакој класи се разматра на нивоу реверзног ланца снабдевања у унапред дефинисаном временском периоду (најчешће то је једна година). Многи делови на местима прикупљања могу да се демонтирају и да се транспортују до центара за рециклажу.

Корак 2. У центрима за демонтажу, *ELV*-ови се применом различитих технологија (најчешће ове технологије су мануелног или комбинација мануелног и механизованог технолошког нивоа) растављају на компоненте истог типа који се даље растављају на делове који су направљени од истог материјала. Формално добијене компоненте се означавају као $\eta = \{1, 2, \dots, J\}$. Укупан број компоненти је означен као J . Индекс компоненти је означен као j , $j=1, \dots, J$. Неки делови који се добијају као финални производ демонтаже се спаљују. Гума, пластика, уље, амбалажа и др. Они се спаљују зато што имају високу енергетску вредност а поступак рециклаже је веома скуп. У поступку спаљивања настаје енергија која се даље продаје као финални производ. Добит који настаје продајом енергије представља приход како за спалионице тако и за реверзни ланац снабдевања. Ова енергија може да се користи као топлотна енергија за одређене технолошке

процесе на пример у индустрији цемента. Услед настајања ових производа повећава се ниво запослености у процесу прикупљања, грубе демонтаже, транспорта до спалионица и др. Треба нагласити да запослени у овом процесу имају низак ниво средње стручне спреме и у неком малом проценту средњи ниво стручне спреме. У процесима спаљивања отпада, као што је познато ако би се овај отпад складиштио, он би се разлагао и до 1000 година. На овај начин утицај на животну средину био би огroman и неповратно би негативно утицао на животну средину. Негативан утицај на животну средину се остварује и у процесима спаљивања. Међутим, овај проблем се решава у највећој мери тако што се у спалионицима постављају филтери. Нека је група ових делова представљена скупом индекса $k_1 = \{k_1, \dots, k_s, \dots, K_s\}$. Укупан број делова ове групе је означен као K_s . Индекс делова који припадају овој групи је $k, k=1, \dots, K_s$.

Корак 3. У рециклажним центрима, применом различитих технологија рециклаже свака група делова $j, j=1, \dots, J$ се рециклира. У општем случају, као крајњи производ процеса рециклаже од сваке групе делова се добијају финални производи који могу да се класификују у три групе. Прва група делова је састављена од рециклата који могу директно да се пласирају на тржиште крајњим корисницима. Нека је ова група рециклата означена као $k_2 = \{k_1^f, \dots, k_j^f, \dots, K_j^f, j=1, \dots, J$.

Укупан број рециклата који се разматрају као финални производ у реверзном ланцу снабдевања је означен као K_j^f . Индекс рециклата који припадају овој групи

је $k_j^f, k_j=1, \dots, K_j^f$. Други тип производа који настаје као производ примене

различитих технологија рециклаже су рециклати који се користе као репроматеријал у различитим процесима производње или се у процесима дораде повећава њихова вредност. Ови рециклати се формално представљају скупом индекса $k_3 = \{k_1^r, \dots, k_j^r, \dots, K_j^r, j=1, \dots, J$. Укупан број рециклата који се користе као

сировина у процесима производње је означен као K_j^r . Индекс рециклата који

припадају овој групи је $k_j^r, k_j=1, \dots, K_j^r$. У процесима рециклаже настају и производи

које је неопходно одложити. Ова група производа се формално представља скупом индекса $k_4 = \{k_1^d, \dots, k_j^d, \dots, K_j^d, j=1, \dots, J$. Укупан број рециклата који се даље не користи у

процесима производње и потрошње је означен као K_j^d . Индекс рециклата који

припадају овој групи је $k_j^d, k_j=1, \dots, K_j^d$.

Корак 4. Сваки од рециклата који припада означеним групама k_1, k_2, k_3, k_4 на различите начине утиче на ниво запошљавања становништва у региону, на ниво добити реверзног ланца снабдевања и на животну средину. Утицај рециклата на елементе одрживог развоја процењује менаџмент тим (главни менаџер, менаџер производње, менаџер продаје) разматраног реверзног ланца снабдевања уз сарадњу са кључним стејкхолдерима (локална управа, купац, ресорно министарство). Менаџмент тим одлуке доноси консензусом. Ову претпоставку је реално увести с обзиром на величину реверзног ланца снабдевања који се разматра у овој дисертацији. Такође, сматра се да доносиоци одлука, у овом случају менаџмент тим, своје процене много боље исказује помоћу унапред одређених лингвистичких исказа него ако користе скалу меру која је дефинисана на интервалу прецизних бројева. Ова претпоставка је уведена на основу става који може да се нађе у литератури да је ближе људском начину размишљања и да

своје ставове исказује природним језиком, него да своје ставове пресликава на скуп бројева.

Корак 5. Моделиране помоћу ТФБ-а, као на пример у [Mahdavi et al., 2008; Gumus, 2009; Kaya & Kahraman, 2011; Tadić et al., 2013; Aleksić et al., 2013; Tadić et al., 2014]. Фази број је описан функцијом расподеле могућности, гранулацијом и доменом. Аутори сматрају да коришћење ТФБ-а смањује обим рачунања а истовремено се не смањује тачност добијених резултата. Укупан број лингвистичких исказа којима се описује свака неизвесност, као и домени на којима су дефинисани ТФБ-и којима су описани поменути лингвистички искази се одређују на основу процене менаџмент тима. У литератури не постоји препорука, водич или правило како одредити ова два елемента фази броја. Да би се боље разумео разматрани проблем надаље су дате прво основе теорије фази скупова, а затим приказан начин моделирања неизвесности које егзистирају у разматраном проблему.

Основе теорије фази скупова

Основне дефиниције теорије фази скупова надаље су уведене [Dubois & Prade, 1980]:

Дефиниција 1. Фази скуп \tilde{A} је дефинисан као скуп уређених парова:

$$\tilde{A} = \left\{ \left(x, \mu_{\tilde{A}}(x) \right) \mid x \in X, 0 \leq \mu_{\tilde{A}}(x) \leq 1 \right\} \quad (8.1)$$

где:

Фази скуп \tilde{A} је дефинисан на скупу реалних бројева $X \subseteq \mathbb{R}$. У општем случају, скуп X може да буде коначан или бесконачан. $\mu_{\tilde{A}}$ је функција расподеле могућности

фази скупа \tilde{A} . Сваки фази скуп је комплетно и јединствено дефинисан својом функцијом расподеле могућности.

Дефиниција 2. Фази број \tilde{A} је конвексан нормализован фази скуп \tilde{A} на скупу реалних бројева \mathbb{R} тако да:

Ако егзистира $x_0 \in \mathbb{R}$ тако да је $\mu_{\tilde{A}}(x_0) = 1$

$\mu_{\tilde{A}}(x)$ је континуална.

Дефиниција 3. Фази број \tilde{A} дефинисан на скупу реалних бројева \mathbb{R} је ТФБ ако је његова функција расподеле могућности $\mu_{\tilde{A}}: \mathbb{R} \rightarrow [0, 1]$ једнака

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{x-l}{m-l} & x \in [l, m] \\ \frac{x-u}{m-u} & x \in [m, u] \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (8.2)$$

Где $l \leq m \leq u$, l и u су најмања и највећа вредност у домену X респективно, и m је моделана вредност. Троугаони фази број се представља уређеном тројком (l, m, u) .

Домен фази броја је дефинисан на скупу X чији елементи $x \in \mathbb{R} | 1 < x < u$. Када $l=m=u$, према конвенцији број који није фази.

Дефиниција 4. Лингвистичка променљива је променљива чије вредности су представљене лингвистичким терминима [Zadeh, 1975].

Дефиниција 5. Нека су дата два фази броја $\tilde{A} = \{x, \mu_A(x) \mid x \in \mathbb{R}\}$ и $\tilde{B} = \{y, \mu_B(y) \mid y \in \mathbb{R}\}$.

Алгебарска операција је бинарна и континуална и означена је као $*$. Тада $\tilde{A} * \tilde{B}$ је фази број који је означен као $\tilde{C} = \tilde{A} * \tilde{B}$, такав да $\tilde{C} = \{z, \mu_C(z) \mid z \in \mathbb{R}\}$. Вредности у

домену фази броја \tilde{C} , могу се израчунати према изразу $z = x * y$ и

$$\mu_C(z) = \sup_{z=x*y} \min(\mu_A(x), \mu_B(y)) \quad (8.3)$$

Разматрајмо два ТФБ-а $\tilde{A} = \langle l_1, m_1, u_1 \rangle$ и $\tilde{B} = \langle l_2, m_2, u_2 \rangle$. Правила фази алгебре надаље су изложена:

$$\langle l_1, m_1, u_1 \rangle + \langle l_2, m_2, u_2 \rangle = \langle l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2 \rangle \quad (8.4)$$

$$\langle l_1, m_1, u_1 \rangle - \langle l_2, m_2, u_2 \rangle = \langle l_1 - l_2, m_1 - m_2, u_1 - u_2 \rangle \quad (8.5)$$

$$\langle l_1, m_1, u_1 \rangle \cdot \langle l_2, m_2, u_2 \rangle = \langle l_1 \cdot l_2, m_1 \cdot m_2, u_1 \cdot u_2 \rangle \quad (8.6)$$

$$\langle l_1, m_1, u_1 \rangle : \langle l_2, m_2, u_2 \rangle = \langle l_1 : l_2, m_1 : m_2, u_1 : u_2 \rangle \quad (8.7)$$

$$\lambda \cdot \langle l_1, m_1, u_1 \rangle = \langle \lambda \cdot l_1, \lambda \cdot m_1, \lambda \cdot u_1 \rangle \quad (8.8)$$

$$(\lambda, \lambda, \lambda) + \langle l_1, m_1, u_1 \rangle = \langle \lambda + l_1, \lambda + m_1, \lambda + u_1 \rangle \quad (8.9)$$

$$\langle l_1, m_1, u_1 \rangle^{-1} = \left(\frac{1}{u_1}, \frac{1}{m_1}, \frac{1}{l_1} \right) \quad (8.10)$$

Моделирање неизвесности у разматраном проблему

У овом проблему, јединични трошкови запошљавања, јединична добит рециклата и јединични утицај на животну средину су описани лингвистичким променљивама које су моделиране троугаоних фази бројева (ТФБ) [Zimmermann, 2001; Klir & Folger, 1998]. На исти начин релативна важност елемената одрживог развоја као и вредности елемената одрживог развоја респектујући добијене рециклате су описане и моделиране. Вредности ових променљивих су одређене на основу субјективне процене менаџмент тима. Менаџмент тим своје процене заснива на знању, искуству, подацима из евиденције и текућим подацима (односно подацима који могу да се добију из различитих ентитета реверзног ланца снабдевања у разматраном периоду времена). Квалитет података на основу којих менаџмент тим процењује вредности јединичних трошкова запошљавања, јединичне добити, јединичног утицаја на животну средину и вредности елемената одрживог развоја за сваки рециклат, сепаратно, између осталог зависи и од квалитета информационог система који је имплементиран у посматрани реверзни ланац снабдевања. Релативна важност елемената одрживог развоја је заснована на субјективној процени менаџмент тима, захтевима стратегије одрживог развоја

државе и захтевима Европске уније из домена управљања реверзним ланцем снабдевања.

Надаље су приказани лингвистички искази и коресподенти ТФБ-и којима се описују неизвесности које егзистирају у разматраном проблему.

Моделирање јединичног нивоа запослености, јединичне добити и јединичног утицаја на животну средину

Вредности јединичног нивоа запошљавања, јединичне добити и јединичног утицаја на животну средину су процењене од стране менаџмент тима за сваки рециклат посебно. У општем случају ове вредности су различите на нивоу сваког рециклата. Треба напоменути да при процени ових вредности, менаџмент тим треба да води рачуна ком подскупу рециклат припада.

Уведена је претпоставка да ове неизвесности реално могу да се опишу помоћу пет лингвистичких исказа који су моделирани ТФБ-а:

веома мала вредност = $\langle 0, 0, 0, 0, 25 \rangle$

мала вредност = $\langle 0, 15, 0, 3, 0, 45 \rangle$

средња вредност = $\langle 0, 35, 0, 5, 0, 65 \rangle$

велика вредност = $\langle 0, 55, 0, 7, 0, 85 \rangle$

веома велика вредност = $\langle 0, 75, 1, 1 \rangle$

Домени ови ТФБ-а су дефинисани на скупу реалних бројева који припадају интервалу [0-1]. Вредност 0 означава да јединични ниво запошљавања, јединична добит и јединични утицај на животну средину су најмањи. Вредност 1 означава највећу вредност ових неизвесности.

Моделирање важности елемената одрживог развоја

Релативна важност елемената одрживост развоја у општем случају је различита. Сваки елемент животне средине процењен је од менаџмент тима који респектују три аспекта: одрживи развој реверзног ланца снабдевања, стратегију развоја државе и резултате добре праксе реверзних ланаца снабдевања у развијеним земљама Европске уније. Важност ова три аспекта није једнака. Сматра се да при одређивању релативне важности елемената одрживог развоја треба у највећој мери задовољити циљеве стратегије развоја државе. Најмању важност имају захтеви Европске уније пошто наша држава није члан Европске уније. Унутар ових претпоставки, агреција релативне важности елемената одрживог развоја може да се изврши применом оператора FOWA који је развијен у [Merigó and Casanovas, 2008]. Овај оператор се широко користи у многим радовима који могу да се нађу у литератури.

У разматраном проблему, релативна важност сваког елемента одрживог развоја може да се опише помоћу једног од три лингвистичка исказа који су моделирани ТФБ-а:

- *мала важност* = $\langle 1, 1, 5 \rangle$

- *средња важност* = $\langle 1, 3, 5 \rangle$
- *велика важност* = $\langle 1, 5, 5 \rangle$

Домени ових ТФБ-а је дефинисана на скупу реалних бројева који припадају интервалу [1-5]. Вредност 1, односно вредност 5 означава да је релативна важност елемента животне средине најмања, односно највећа, респективно. Дефинисана гранулација ТФБ-а у потпуности одговара величини проблема који се разматра.

Као што је напоменуто, тежина перспектива у односу на које се разматра релативна важност елемената одрживог развоја различита је. Тежине перспектива одређује менаџмент тим и стејхолдери посматраног реверзног ланца снабдевања. У овом проблему је претпостављено да тежина перспективе која је означена као стратегија развоја државе је 0.6. Тежина перспективе реверзног ланца снабдевања и захтева Европске уније су 0.3 и 0.1, респективно.

Моделирање утицаја рециклата на елементе одрживог развоја

Вредност утицаја сваке врсте рециклата за сваки елемент одрживог развоја је процењен од менаџмент тима. Менаџмент тим своје процене заснива првенствено на подацима из евиденције. У разматраном проблему се сматра да ове вредности довољно добро могу да се опишу помоћу седам лингвистичких исказа који су моделирани ТФБ-а:

- *екстремно мала вредност* = $\langle 1, 1, 2.5 \rangle$
- *веома мала вредност* = $\langle 1, 2, 3 \rangle$
- *мала вредност* = $\langle 1.5, 3, 4.5 \rangle$
- *средња вредност* = $\langle 3.5, 5, 6.5 \rangle$
- *велика вредност* = $\langle 5.5, 7, 8.5 \rangle$
- *веома велика вредност* = $\langle 7, 8, 9 \rangle$
- *екстремно велика вредност* = $\langle 7.5, 9, 9 \rangle$

Ови домени ови ТФБ-а су дефинисани на стандардној скали мера [1-9], аналогно [Saaty, 1990]. Вредност 1, односно вредност 9 означава да рециклат има најмању, односно највећу вредност, респективно на нивоу разматраног елемента одрживог развоја. Како се разматра велики број рециклата сматра се да је потребно седам лингвистичких исказа да се на довољно тачан начин опишу вредности утицаја рециклата на елементе одрживог развоја.

Корак 6. Ради лакшег разумевања модела и коресподентног алгоритма уведена је претпоставка да сви рециклати могу да се представе скупом индекса $\kappa = \langle \kappa_1, \dots, \kappa_K \rangle$, тако да:

$$\kappa = \kappa_1 \cup_{j=1, \dots, J} \langle \kappa_2, \kappa_3, \kappa_4 \rangle \quad (8.11)$$

Укупан број разматраних рециклата је K и $= K_s + \sum_{j=1}^J K_j^f + K_j^r + K_j^d$. Индекс рециклата

је означен као κ , $\kappa=1, \dots, K$. При процени вредности јединичне цене запошљавања, јединице добити и јединичног утицаја на животну средину за свако κ , $\kappa=1, \dots, K$

менаџмент тим мора да води рачуна ком скупу рециклата разматрано k , $k=1, \dots, K$ припада.

Корак 7. Елементи одрживог развоја формално могу да се представе скупом индекса $\tau = \{t, \dots, T\}$. Укупан број елемената одрживог развоја је означен као T . Индекс елемента одрживог развоја је означен као t , $t=1, \dots, T$. У овој дисертацији разматрају се три елемента одрживог развоја: ниво запослености, добит и утицај заштита животне средине.

Корак 8. Одређивање оптималне количине рециклата са респектовањем нивоа запошљавања, добити и утицаја на животну средину, сепаратно, може да се постави као задатак фази линеарног програмирања (ФЛП) [Вујошевић, 1999]. Функција циља је описана као линеарна функција независно променљивих (количина рециклата). Коефицијенти у функцији циља су описани ТФБ-а. Вредности ових коефицијената су одређене на основу знања и искуства менаџмент тима. При процени ових вредности, менаџмент тим мора строго водити рачуна којој групи рециклата припада разматрани рециклат. Ограничења су задата као линеарне неједначине. Применом процедуре ФЛП када је функција циља са неизвесним параметрима одређује се оптимална количина рециклата [Tanaka, Asai, 1984]. Применом ФЛП добијају се оптималне количине наручивања које су описане прецизним бројевима.

У литератури могу да се нађу радови у којима се проблем одређивања оптималне количине наручивања у сложенем систему као што је ланац снабдевања одређују применом методе ФЛП. У раду [Vidal & Goetschalckx, 2001] је разматрани проблем постављен као проблем би-линеарног програмирања. Би-линеарни члан је применом методе линеаризације која је развијена у раду трансформисан у линеарни члан. На овај начин добија се линеарни модел посматраног проблема. Применом методе ЛП одређују се оптималне количине наручивања између сваког ентитета у ланцу снабдевања. Perron et al [2001] су развили модел који је заснован на моделу који је приказан у раду [Vidal & Goetschalckx, 2001]. Ови аутори су побољшали развијени модел тако што су између осталог користили методу линеаризације која је развијена у радовима [Audet et al., 2000]. У [Galović, 2003] пошло се од модела који је развијен у Perron et al. [2001]. Ограничења десне стране су описана фази бројевима. За сваки ниво расподеле могућности фази броја рачуната је оптимална количина наручивања између свака два ентитета у ланцу снабдевања. На овај начин добијене вредности оптималних количина наручивања су описане фази бројевима. У Tadić et al. [2014] разматран је проблем управљања електричним и електронским отпадом у реверзном ланцу снабдевања. Разматрани проблем је описан би-линеарним математичким моделом. Функција циља је задата као линеарна комбинација променљивих којима су описане количине разматране врсте отпада. Ограничења су задата линеарним и би-линеарним једначинама/неједначинама. Применом методе линеаризације која је развијена у [Vidal & Goetschalckx, 2001] постављени модел се трансформише у фази линеарни модел када су ограничења неизвесна. Применом поступка за решавање овог типа ФЛП [Вујошевић, 1999] добијају се оптималне количине наручивања разматране врсте отпада.

Корак 9. Други проблем који се разматра у овој тези је који рециклат има највећи утицај на одрживи развој региона у којем егзистира разматрани реверзни ланац снабдевања. Одговор на ово питање може да се нађе применом метода више критеријумске оптимизације. У овој дисертацији ранг рециклата је одређен применом модификоване TOPSIS [Hwang and Yoon, 1981] методе. Релативна

важност елемената одрживог развоја је процењена од стране менаџмент тима разматраног реверзног ланца снабдевања, са аспекта остварења стратегије одрживог развоја и према захтевима који су прописани у овом домену пословања у земљама Европске уније. У овој дисертацији агрегирана вредност релативне важности елемената одрживог развоја добијена је примено FOWA оператора [Merigó and Casanovas, 2008]. Релативна важност критеријума је одређена на директан начин. Сматра се да је овај начин одређивања релативне важности сасвим прихватљив ако се разматра мањи број ентитета. У овој дисертацији, менаџмент тим своје процене исказује помоћу три лингвистичка исказа која су моделирана ТФБ-а. У супротном, ако егзистира већи број ентитета (већи од седам), доносиоци одлуке не могу да истовремено размишљају о свим ентитетима. У таквим случајевима, коришћење АХП оквира је сасвим адекватан начин за поређење ентитета. Сматра се да доносиоци одлуке могу лакше и тачније да пореде сваки пар ентитета него да истовремено пореде више од пет ентитета. Овакав приступ одређивању релативне важности различитих ентитета је примењен у многим радовима који могу да се нађу у литератури [Torfi et al., 2010; Kaya & Kahraman, 2011]. Вредности елемената одрживог развоја за сваки рециклат је одређена на основу процене менаџмент тима. Ове вредности су описане лингвистичким исказима који су моделирани ТФБ-а. За описивање вредности фази матрице одлучивања користи се седам лингвистичких вариабли у овој дисертацији. Треба напоменути да елементи одрживог развоја су бенефитне и трошковне природе. Ниво запошљавања и добит су бенефитне природе. Утицај на животну средину је елемент одрживог развоја који је трошковне природе. Елементи бенефитне односно трошковне природе се дефинишу на следећи начин: што је њихова вредност већа/мања то је боље, респективно; важи и обрнуто, респективно. Да би вредности у фази матрици одлучивања биле упоредиве неопходно је извршити нормализацију. Као што је познато нормализација је поступак којим се све вредности пресликавају на интервал [0-1]. Вредност 0 означава да је вредност елемента матрице одлучивања најмања а вредност 1 да је највећа. Нормализација ТФБ-а је извршена применом поступка нормализације који је развијен у [Shih et al., 2007]. Применом овог поступка вредности у доменима ТФБ-а којима су моделирани лингвистички искази се пресликавају на скуп реалних бројева који припадају интервалу [0-1]. Фази Позитивно Идеално Решење (FPIS) и Фази Негативно Идеално Решење (FNIS) одређено је применом поступка развијеним у [Chen and Tzeng, 2004]. Треба напоменути да неки аутори сугеришу да одређивање FPIS и FNIS треба да буде заснован на идеји конвенционалне TOPSIS методе. У том случају FPIS и FNIS могу да се одреде применом методе за поређење фази бројева [Bass & Kwakernaak, 1977; Dubois & Prade, 1979]. У литератури постоје различити поступци за одређивање мера удаљења елемената нормализоване фази матрице одлучивања од FPIS и FNIS. Најшире коришћени су vertex метода [Chen, 2000]. Укупна дистанца сваког елемента фази нормализоване матрице одлучивања од FPIS и FNIS, респектујући истовремено све елементе животне средине, рачуната је као производ тежине елемента животне средине и парцијалне мере удаљења. Респектујући уведене претпоставке, ова вредност је на основу правила фази алгебре описана фази бројем. Коефицијент приближења се рачуна према изразу који је развијен у конвенционалној TOPSIS . Количник два ТФБ-а није фази број према правилима фази алгебре али се може апроксимирати ТФБ. Другим речима, вредност коефицијент приближења је описана ТФБ-ем. Рангирање овако добијених ТФБ-а је засновано на методи поређења фази бројева која је развијена у [Bass & Kwakernaak, 1977; Dubois & Prade, 1979]. На првом месту се налази онај рециклат

коме је придружена највећи ТФБ којим је описан коефицијент приближења. У рангу, ТФБ-а су сортирани у опадајући низ. Ранг рециклата одговара рангу ТФБ-а. Рециклат који је први у рангу има највећи утицај на одрживи развој, респектујући сва три елемента одрживог развоја, истовремено као и њихове тежине. Применом методе [Bass & Kwakernaak, 1977; Dubois & Prade, 1979] израчунава се мера веровања да рециклат који се не налази на првом месту у рангу може да се нађе на овом месту. На овај начин добија се потпунија информација о утицају рециклата на одрживи развој.

8.2.2 Развијени алгоритам

Надаље је приказан алгоритам за решавање постављених проблема у реверзном ланцу снабдевања ЕЛВ-а.

Корак 1. Вредности јединичног нивоа запослености, \tilde{d}_k , јединичне добити, \tilde{g}_k и јединичног утицаја на животну средину, $\tilde{e}_{k,k=1,\dots,K}$ одређује се на основу процене менаџмент тима. Ове вредности описане су унапред дефинисаним лингвистичким исказима који су моделирани ТФБ-а као што је приказано. Ови ТФБ-и су представљени на следећи начин: $\tilde{d}_k = (x; l_k^d, m_k^d, u_k^d)$, $\tilde{g}_k = (x; l_k^g, m_k^g, u_k^g)$, и $\tilde{e}_k = (x; l_k^e, m_k^e, u_k^e)$. (8.12)

Корак 2. Одређивање оптималне количине сваке врсте рециклата у односу на сваки елемент одрживог развоја поставља се као задатак ФЛП са расплутим коефицијентима у функцији циља. Надаље су дати модели ФЛП који се разматрају.

Ниво запошљавања

Функција циља:

$$\max \left(\sum_{k=1}^K \tilde{d}_k \cdot x_k \right) \quad (8.13)$$

Скуп ограничења:

$$\sum_{k=1}^K a_{1k} \cdot x_k \leq b_1 \quad (8.14)$$

$$\sum_{k=1}^K x_k \leq b_2 \quad (8.15)$$

$$x_1, \dots, x_k, \dots, x_K \geq 0 \quad (8.16)$$

Где:

Функција циља је дефинисана као укупан ниво запошљавања радника у области управљања ЕЛВ отпадом за разматрани регион у посматраном временском периоду. Основна променљива је означена као $x_k, k=1,\dots,K$. Ова променљива означава количину рециклата типа $k, k=1,\dots,K$.

Вредности коефицијената у ограничењима као и вредност десне стране ограничења одређене су на основу података из евиденције. Број радника који је

потребан да се добије 1 тона рециклата k , $k=1, \dots, K$ је означен као a_{1k} . Укупан број ангажованих радника у разматраном реверзном ланцу снабдевања је означен као b_1 . Капацитет реверзног ланца снабдевања изражен у тонама је означен као b_2 .

Добит реверзног ланца снабдевања

Функција циља:

$$\max \left(\sum_{k=1}^K \tilde{g}_k \cdot x_k \right) \quad (8.17)$$

Скуп ограничења:

$$\sum_{k=1}^K x_k \leq b_3 \quad (8.18)$$

$$x_1, \dots, x_k, \dots, x_K \geq 0 \quad (8.19)$$

Где:

Функција циља је дефинисана као укупна добит реверзног ланца снабдевања за разматрани временски период. Основна променљива, $x_k, k=1, \dots, K$ има иста значења као и када се разматра ниво запослености.

Вредност десне стране дефинисаног ограничења је укупна вредност тражње за рециклатима која потиче са тржишта. Ова вредност се одређује на основу података из евиденције.

Утицај на животну средину

Функција циља:

$$\min \left(\sum_{k=1}^K \tilde{e}_k \cdot x_k \right) \quad (8.20)$$

Скуп ограничења:

$$\sum_{k=1}^K x_k \leq b_4 \quad (8.21)$$

$$x_1, \dots, x_k, \dots, x_K \geq 0 \quad (8.22)$$

Где:

Функција циља је дефинисана као укупан утицај рециклата на животну средину. Оптимална вредност количине рециклата се добија из услова када функција циља постигне минимум. Основна променљива, $x_k, k=1, \dots, K$ има иста значења као у претходна два случаја.

Вредност десне стране дефинисаног ограничења је количина рециклата која се одлаже. Ова вредност је прописана на нивоу државе.

Корак 3. Трансформишимо дати ФЛП задатак са расплутим коефицијентима функције циља применом поступка који је дефинисан у [Tanaka and Asai, 1984]. Ниво задовољења x према овим ауторима је вредност дефинисана на интервалу $(0, 1)$ и помоћу које су у најгорем случају задовољене све критеријумске функције и сва ограничења. Трансформисан ФЛП модел је:

Ниво запошљавања

Функција циља:

$$\max \left\{ \sum_{k=1}^K u_k^d \cdot x_k - \left(\sum_{k=1}^K u_k^d \cdot x_k - \sum_{k=1}^K m_k^d \cdot x_k \right) \cdot h \right\} \quad (8.23)$$

Скуп ограничења:

$$\sum_{k=1}^K a_{1k} \cdot x_k \leq b_1 \quad (8.24)$$

$$\sum_{k=1}^K x_k \leq b_2 \quad (8.25)$$

$$x_1, \dots, x_k, \dots, x_K \geq 0 \quad (8.26)$$

Добит реверзног ланца снабдевања

Функција циља:

$$\max \left\{ \sum_{k=1}^K u_k^g \cdot x_k - \left(\sum_{k=1}^K u_k^g \cdot x_k - \sum_{k=1}^K m_k^g \cdot x_k \right) \cdot h \right\} \quad (8.27)$$

Скуп ограничења:

$$\sum_{k=1}^K x_k \leq b_3 \quad (8.28)$$

$$x_1, \dots, x_k, \dots, x_K \geq 0 \quad (8.29)$$

Утицај на животну средину

Функција циља:

$$\min \left\{ \sum_{k=1}^K u_k^e \cdot x_k - \left(\sum_{k=1}^K u_k^e \cdot x_k - \sum_{k=1}^K m_k^e \cdot x_k \right) \cdot h \right\} \quad (8.30)$$

Скуп ограничења:

$$\sum_{k=1}^K x_k \leq b_4 \quad (8.31)$$

$$x_1, \dots, x_k, \dots, x_K \geq 0 \quad (8.32)$$

Корак 4. Применом *LINDO* рачунарског програма одређује се оптимална количина производње рециклата у разматраном реверзном ланцу логистике респектујући сваки критеријум, сепаратно.

Корак 5. Фази процена релативне важности сваког елемента одрживог развоја је извршена респектујући све три перспективе користећи дефинисане лингвистичке исказе.

Корак 6. Применом *FOWA* оператора нађимо агрегирану релативну вредност сваког елемента одрживог развоја која је моделирана ТФБ \tilde{w}_t .

Корак 7. Фази процене утицаја разматраних рециклата на елементе одрживог развоја добије су од менаџмент тима. Ове вредности су описане лингвистичким исказима које су моделиране ТФБ-а $\tilde{v}_{kt}, k=1, \dots, K, t=1, \dots, T$

Корак 8. Применом методе линеарне нормализације [Shih et al., 2007] поставимо фази нормализовану матрицу одлучивања. Елементи ове матрице су ТФБ-и, $\tilde{r}_{kt} = \langle l_{rt}, m_{rt}, u_{rt} \rangle, k=1, \dots, K, t=1, \dots, T$.

Корак 9. Одредимо FPIS= (1,1,1) и FNIS= (0,0,0)

Корак 10. Одредимо дистанцу сваког рециклата $k, k=1, \dots, K$ од сваког елемента животне средине $t, t=1, \dots, T$ применом vertex методе, тако да:

$$\left(\tilde{r}_{kt, FPIS} \right) = \sqrt{\frac{1}{3} \cdot \left[\langle -l_{rt} \rangle + \langle -m_{rt} \rangle + \langle -u_{rt} \rangle \right]}, k=1, \dots, K, t=1, \dots, T \quad (8.33)$$

$$\left(\tilde{r}_{kt, NPIS} \right) = \sqrt{\frac{1}{3} \cdot \left[\langle l_{rt} \rangle + \langle m_{rt} \rangle + \langle u_{rt} \rangle \right]}, k=1, \dots, K, t=1, \dots, T \quad (8.34)$$

Корак 11. Одредимо укупну фази позитивну дистанцу, \tilde{d}_k^+ и фази негативну дистанцу, \tilde{d}_k^- рециклата $k, k=1, \dots, K$:

$$\tilde{d}_k^+ = \sum_{t=1}^T w_t \cdot \left(\tilde{r}_{kt, FPIS} \right) \text{ и } \tilde{d}_k^- = \sum_{t=1}^T w_t \cdot \left(\tilde{r}_{kt, FNIS} \right) \quad (8.35)$$

Корак 12. Одредимо коефицијент приближења сваке врсте рециклата, \tilde{c}_k :

$$\tilde{c}_k = \frac{\tilde{d}_k^-}{\tilde{d}_k^- + \tilde{d}_k^+} \quad (8.36)$$

Одредимо ранг ТФБ-а, $\tilde{c}_k, k=1, \dots, K$ применом методе за поређење фази бројева [Bass and Kwakernaak, 1977; Dubois and Prade, 1979] која је надаље укратко приказана.

Разматрајмо два ТФБ-а \tilde{c}_k и $\tilde{c}_{k'}$ таква да:

$$m_{k'} < m_k, l_{k'} < m_k < u_{k'} \text{ и } l_k < m_{k'} < u_k \quad (8.37)$$

Мера веровања да је ТФБ $\tilde{c}_{k'}$ већи или једнак ТФБ \tilde{c}_k је означено као $\text{Bel} \left(\tilde{c}_{k'} \geq \tilde{c}_k \right)$

која је добијена применом операција \max и \min :

$$\text{Bel} \left(\tilde{c}_{k'} \geq \tilde{c}_k \right) = \sup \min \left(\mu_{c_k}^-, \mu_{c_{k'}}^- \right) \quad (8.38)$$

Мера веровања да је један ТФБ већи од другог ТФБ се израчунава према изразима:

$$1. \text{Bel} \left(\tilde{c}_k \geq \tilde{c}' \right) = 1, \text{ ако је } \mu_{c_k}^{-}(\tilde{c}_k) \geq 1 \text{ и } \mu_{c_k'}^{-}(\tilde{c}_k) \geq 1 \text{ и } m_k > m_k' \quad (8.39)$$

2. Истовремено $\text{Bel} \left(\tilde{c}_k' \geq \tilde{c}_k \right)$ се добија према изразу:

$$\text{Bel} \left(\tilde{c}_k' \geq \tilde{c}_k \right) = \frac{l_k - u_k'}{\mu_{c_k'}^{-}(u_k') - \mu_{c_k'}^{-}(l_k)} \quad (8.40)$$

Корак 13. Ранг рециклата респектујући све елементе одрживог развоја као и њихове тежине кореспондира рангу ТФБ који је добијен у претходном кораку.

Корак 14. Нека се на првом месту у рангу налази рециклат који је означен као k^* . Одредимо меру веровања да рециклати који нису на првом месту у рангу могу да имају највећи утицај на одрживи развој према изразу $\text{Bel} \left(\tilde{c}_k \geq \tilde{c}_{k^*} \right)$

8.2.3 Илустративни пример

У разматраном реверзном ланцу снабдевања налази се око 1200 места прикупљања, 200-250 места демонтаже и 20 места рециклаже. ЕЛВ су груписани према типу аутомобила, годинама старости и нивоа очуваности. Демонтажом се добијају рециклати који се транспортују до спалионица. Ови рециклати су: гума ($k=1$), пластика ($k=2$), текстил ($k=3$), амбалажа ($k=4$) и уље и мазиво ($k=5$). У центрима за рециклажу применом одговарајућих технологија рециклаже добијају се производи који се продају на тржишту као финални производи по знатно нижим ценама у поређењу са истим производима који су се произвели у процесу производње ауто-индустрије. Ови производи су: врата ($k=6$), мотор ($k=7$), мењач ($k=8$), точкови ($k=9$), стакло ($k=10$), електрична инсталација ($k=11$) и комадна табла ($k=12$). Такође као производ процеса рециклаже могу да буду означени производи који се користе као репроматеријал у неким другим процесима производње. Ови производи у накнадним процесима производње повећавају своју вредност. Ови производи су: врата за дораду ($k=13$), мењач за дораду ($k=14$), точкови за дораду ($k=15$). Неки производи морају да се одлажу на депоније. У случају када се разматра ЕЛВ као улазни производ у реверзни ланац снабдевања производи који се одлажу су: батерије ($k=16$), електронски отпад ($k=17$), нус производи дораде ($k=18$), рђа и корозија ($k=19$) и отпадни флуиди ($k=20$).

Примењујући предложени алгоритам (Корак 1 до Корак 4) одређене су оптималне количине производње рециклата у посматраном реверзном ланцу снабдевања за сваки елемент одрживог развоја, сепаратно.

Ниво запошљавања

Функција циља:

$$\max \left\{ \begin{aligned} & \langle 0,15,0,3,0,45 \rangle x_1 + \langle 0,0,0,25 \rangle x_2 + \langle 0,0,0,25 \rangle x_3 + \langle 0,0,0,25 \rangle x_4 + \langle 0,0,0,25 \rangle x_5 + \langle 0,35,0,5,0,65 \rangle x_6 + \\ & \langle 0,75,1,1 \rangle x_7 + \langle 0,55,0,7,0,85 \rangle x_8 + \langle 0,35,0,5,0,65 \rangle x_9 + \langle 0,35,0,5,0,65 \rangle x_{10} + \langle 0,55,0,7,0,85 \rangle x_{11} + \\ & \langle 0,35,0,5,0,65 \rangle x_{12} + \langle 0,55,0,7,0,85 \rangle x_{13} + \langle 0,75,1,1 \rangle x_{14} + \langle 0,35,0,5,0,65 \rangle x_{15} + \langle 0,35,0,5,0,65 \rangle x_{16} + \\ & \langle 0,35,0,5,0,65 \rangle x_{17} + \langle 0,35,0,5,0,65 \rangle x_{18} + \langle 0,15,0,3,0,45 \rangle x_{19} + \langle 0,15,0,3,0,45 \rangle x_{20} \end{aligned} \right. \quad (8.41)$$

Скуп ограничења:

$$0.15 \cdot x_1 + 0.075 \cdot x_2 + 0.0375 \cdot x_3 + 0.045 \cdot x_4 + 0.075 \cdot x_5 + 0.25 \cdot x_6 + 0.321 \cdot x_7 + 0.277 \cdot x_8 + 0.231 \cdot x_9 + 0.5 \cdot x_{10} + x_{11} + 0.525 \cdot x_{12} + 0.36 \cdot x_{13} + 0.3 \cdot x_{14} + 0.273 \cdot x_{15} + 0.5 \cdot x_{16} + x_{17} + 1.5 \cdot x_{18} + 0.937 \cdot x_{19} + 0.441 \cdot x_{20} \leq 20000 \tag{8.42}$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} + x_{18} + x_{19} + x_{20} \leq 150000 \tag{8.43}$$

$$x_1, \dots, x_{20} \geq 0 \tag{8.44}$$

Ако је $h=0,9$, трансформисана функција циља је:

$$\max \left\{ \begin{array}{l} 0.315 \cdot x_1 + 0.025 \cdot x_2 + 0.025 \cdot x_3 + 0.025 \cdot x_4 + 0.025 \cdot x_5 + 0.515 \cdot x_6 + x_7 \\ 0.715 \cdot x_8 + 0.515 \cdot x_9 + 0.515 \cdot x_{10} + 0.715 \cdot x_{11} + 0.515 \cdot x_{12} + 0.715 \cdot x_{13} + \\ x_{14} + 0.515 \cdot x_{15} + 0.515 \cdot x_{16} + 0.515 \cdot x_{17} + 0.715 \cdot x_{18} + 0.315 \cdot x_{19} + 0.315 \cdot x_{20} \end{array} \right\} \tag{8.44}$$

Применом LINDO рачунарског програма добија се решење:

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 666666.7

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	0.000000	1.850000
X2	0.000000	24.750000
X3	0.000000	1.000000
X4	0.000000	1.250000
X5	0.000000	2.250000
X6	0.000000	3.183333
X7	0.000000	9.700001
X8	0.000000	2.083333
X9	0.000000	2.550000
X10	0.000000	11.516666
X11	0.000000	26.183332
X12	0.000000	12.349999
X13	0.000000	4.850000
X14	66666.664062	0.000000
X15	0.000000	3.950000
X16	0.000000	11.516666
X17	0.000000	28.183332
X18	0.000000	42.849998
X19	0.000000	28.083332
X20	0.000000	11.550000

На основу добијеног решења може да се закључити да је са аспекта запослености радника најважнији је рециклат мењач за дораду ($k=14$). Оптимална количина

ове врсте рециклата која треба да егзистира у разматраном реверзном ланцу снабдевања износи 66 666.6 тоне.

Добит реверзног ланца снабдевања

Функција циља:

$$\max \left\{ \begin{aligned} & \langle 0.75, 1.1 \rangle x_1 + \langle 0.15, 0.3, 0.45 \rangle x_2 + \langle 0.0, 0.25 \rangle x_3 + \langle 0.0, 0.25 \rangle x_4 + \langle 0.35, 0.5, 0.65 \rangle x_5 + \langle 0.35, 0.5, 0.65 \rangle x_6 + \\ & \langle 0.35, 0.5, 0.65 \rangle x_7 + \langle 0.35, 0.5, 0.65 \rangle x_8 + \langle 0.35, 0.5, 0.65 \rangle x_9 + \langle 0.55, 0.7, 0.85 \rangle x_{10} + \langle 0.35, 0.5, 0.65 \rangle x_{11} + \\ & \langle 0.35, 0.5, 0.65 \rangle x_{12} + \langle 0.15, 0.3, 0.45 \rangle x_{13} + \langle 0.15, 0.3, 0.45 \rangle x_{14} + \langle 0.15, 0.3, 0.45 \rangle x_{15} \end{aligned} \right\} \quad (8.45)$$

Скуп ограничења:

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} + x_{18} + x_{19} + x_{20} \leq 100000 \quad (8.46)$$

$$x_1, \dots, x_{20} \geq 0 \quad (8.47)$$

Трансформисана функција циља је:

$$\max \left\{ \begin{aligned} & 0.865 \cdot x_1 + 0.45 \cdot x_2 + 0.025 \cdot x_3 + 0.025 \cdot x_4 + 0.025 \cdot x_5 + 0.515 \cdot x_6 + 0.515 \cdot x_7 + 0.515 \cdot x_8 + \\ & 0.515 \cdot x_9 + 0.715 \cdot x_{10} + 0.515 \cdot x_{11} + 0.515 \cdot x_{12} + 0.315 \cdot x_{13} + 0.315 \cdot x_{14} + 0.315 \cdot x_{15} \end{aligned} \right\} \quad (8.48)$$

Применом рачунарског програма добијена су оптимална решења рециклата респектујући добит. Најзначајнији рециклат да би се остварила добит, јесу врата (κ=6) која се продају као финални производ.

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.9999990E+08

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	0.000000	44.547501
X2	0.000000	23.175001
X3	0.000000	1.287500
X4	0.000000	1.287500
X5	0.000000	26.522501
X6	999904.000000	26.522501
X7	0.000000	26.522501
X8	0.000000	26.522501
X9	0.000000	26.522501
X10	0.000000	36.822502
X11	0.000000	26.522501
X12	0.000000	26.522501
X13	0.000000	16.222500
X14	0.000000	16.222500
X15	0.000000	16.222500
X5X6	0.000000	0.000000

Утицај на животну средину

Функција циља:

$$\min \left\{ \begin{aligned} &0,0.25 \cdot x_1 + 0,0.25 \cdot x_2 + 0,0.25 \cdot x_3 + 0,0.25 \cdot x_4 + 15,0.3,0.45 \cdot x_5 + 0,0.25 \cdot x_6 + 0,0.25 \cdot x_7 \\ &+ 0,0.25 \cdot x_8 + 0,0.25 \cdot x_9 + 0,0.25 \cdot x_{10} + 0,0.25 \cdot x_{11} + 0,0.25 \cdot x_{12} + 15,0.3,0.45 \cdot x_{13} + \\ &15,0.3,0.45 \cdot x_{14} + 0,0.25 \cdot x_{15} + 75,1,1 \cdot x_{16} + 55,0.7,0.85 \cdot x_{17} + \\ &15,0.3,0.45 \cdot x_{18} + 15,0.3,0.45 \cdot x_{19} + 55,0.7,0.85 \cdot x_{20} \end{aligned} \right\} \quad (8.49)$$

Скуп ограничења:

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} + x_{18} + x_{19} + x_{20} \leq 5000 \quad (8.50)$$

$$x_1, \dots, x_{20} \geq 0$$

Трансформисана функција циља је:

$$\min \left\{ \begin{aligned} &0.025 \cdot x_1 + 0.025 \cdot x_2 + 0.025 \cdot x_3 + 0.025 \cdot x_4 + 0.315 \cdot x_5 + 0.025 \cdot x_6 + 0.025 \cdot x_7 \\ &+ 0.025 \cdot x_8 + 0.025 \cdot x_9 + 0.025 \cdot x_{10} + 0.025 \cdot x_{11} + 0.025 \cdot x_{12} + 0.315 \cdot x_{13} + \\ &0.315 \cdot x_{14} + 0.025 \cdot x_{15} + x_{16} + 0.715 \cdot x_{17} + 0.315 \cdot x_{18} + 0.315 \cdot x_{19} + 0.715 \cdot x_{20} \end{aligned} \right\} \quad (8.51)$$

Применом рачунарског програма добијена су оптимална решења рециклата респектујући животну средину. Најзначајнији рециклат да би се остварила највећа заштита животне средине, јесте гума ($\kappa=1$).

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 12500.00

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	5000.000000	0.000000
X2	0.000000	0.000000
X3	0.000000	0.000000
X4	0.000000	0.000000
X5	0.000000	29.000000
X6	0.000000	0.000000
X7	0.000000	0.000000
X8	0.000000	0.000000
X9	0.000000	0.000000
X10	0.000000	0.000000
X11	0.000000	0.000000
X12	0.000000	0.000000
X13	0.000000	29.000000
X14	0.000000	29.000000
X15	0.000000	0.000000
X16	0.000000	97.500000
X17	0.000000	69.000000
X18	0.000000	29.000000
X19	0.000000	29.000000
X20	0.000000	69.000000

Фази процене релативне важности сваког елемента одрживог развоја процењене су са аспекта менаџмент тима разматраног реверзног ланца снабдевања, према циљевима дефинисаним у стратегији развоја државе и према резултатима добре праксе држава Европске уније (Корак 5 развијеног алгоритма):

- ниво запослености: *средња важност, велика важност, мала важност*
- добит: *велика важност, средња важност, средња важност*
- животна средина: *мала важност, мала важност, велика важност*

Агрегирана вредност тежина елемената животне средине добија се применом FOWA оператора (Корак 6 развијеног алгоритма):

- ниво запослености: $\tilde{w}_1 = 0.3 \cdot \langle 3,5 \rangle + 0.6 \cdot \langle 5,5 \rangle + 0.1 \cdot \langle 1,5 \rangle = \langle 4,5 \rangle$
- добит: $\tilde{w}_2 = 0.3 \cdot \langle 5,5 \rangle + 0.6 \cdot \langle 3,5 \rangle + 0.1 \cdot \langle 3,5 \rangle = \langle 3,6,5 \rangle$
- животна средина: $\tilde{w}_3 = 0.3 \cdot \langle 1,5 \rangle + 0.6 \cdot \langle 1,5 \rangle + 0.1 \cdot \langle 5,5 \rangle = \langle 1,4,5 \rangle$

Према предложеној процедури (Корак 7) фази процене вредности елемената одрживог развоја за сваку врсту рециклата приказана је у табели 8.1.

Табела 8.1 Фази матрица одлучивања

Бр.	ниво запослености	добит	животна средина
к=1	<i>мала вредност</i>	<i>мала вредност</i>	<i>веома мала вредност</i>
к=2	<i>веома мала вредност</i>	<i>веома мала вредност</i>	<i>веома мала вредност</i>
к=3	<i>екстремно мала вредност</i>	<i>екстремно мала вредност</i>	<i>веома мала вредност</i>
к=4	<i>екстремно мала вредност</i>	<i>екстремно мала вредност</i>	<i>веома мала вредност</i>
к=5	<i>веома мала вредност</i>	<i>веома мала вредност</i>	<i>мала вредност</i>
к=6	<i>велика вредност</i>	<i>велика вредност</i>	<i>екстремно мала вредност</i>
к=7	<i>екстремно велика вредност</i>	<i>екстремно велика вредност</i>	<i>екстремно мала вредност</i>
к=8	<i>веома велика вредност</i>	<i>веома велика вредност</i>	<i>екстремно мала вредност</i>
к=9	<i>средња вредност</i>	<i>мала вредност</i>	<i>екстремно мала вредност</i>
к=10	<i>средња вредност</i>	<i>мала вредност</i>	<i>екстремно мала вредност</i>
к=11	<i>веома велика вредност</i>	<i>мала вредност</i>	<i>екстремно мала вредност</i>
к=12		<i>средња вредност</i>	<i>екстремно мала вредност</i>
к=13	<i>веома велика вредност</i>	<i>средња вредност</i>	<i>мала вредност</i>
к=14	<i>екстремно велика вредност</i>	<i>велика вредност</i>	<i>мала вредност</i>
к=15	<i>велика вредност</i>	<i>мала вредност</i>	<i>веома мала вредност</i>
к=16	<i>велика вредност</i>	-	<i>екстремно велика вредност</i>
к=17	<i>средња вредност</i>	-	<i>веома велика вредност</i>

Бр.	ниво запослености	добит	животна средина
к=18	<i>велика вредност</i>	-	<i>мала вредност</i>
к=19	<i>мала вредност</i>	-	<i>средња вредност</i>
к=20	<i>мала вредност</i>	-	<i>веома велика вредност</i>

Применом развијеног алгоритма (Корак 8 и Корак 9) фази нормализована матрица одлучивања као FPIS и FNIS су приказане у табели 8.2.

Табела 8.2 Фази нормализована матрица одлучивања

Бр.	ниво запослености	Добит	животна средина
к=1	(0.17, 0.33, 0.50)	(0.17, 0.33, 0.50)	(0.33, 0.50, 1)
к=2	(0.11, 0.22, 0.33)	(0.11, 0.22, 0.33)	(0.33, 0.50, 1)
к=3	(0.11, 0.11, 0.28)	(0.11, 0.11, 0.28)	(0.33, 0.50, 1)
к=4	(0.11, 0.11, 0.28)	(0.11, 0.11, 0.28)	(0.33, 0.50, 1)
к=5	(0.11, 0.22, 0.33)	(0.11, 0.22, 0.33)	(0.22, 0.33, 0.67)
к=6	(0.61, 0.78, 0.94)	(0.61, 0.78, 0.94)	(0.40,1,1)
к=7	(0.83, 1, 1)	(0.83, 1, 1)	(0.40,1,1)
к=8	(0.78, 0.89, 1)	(0.78, 0.89, 1)	(0.40,1,1)
к=9	(0.39, 0.56, 0.72)	(0.17, 0.33, 0.50)	(0.40,1,1)
к=10	(0.39, 0.56, 0.72)	(0.17, 0.33, 0.50)	(0.40,1,1)
к=11	(0.78, 0.89, 1)	(0.17, 0.33, 0.50)	(0.40,1,1)
к=12	(0.39, 0.56, 0.72)	(0.39, 0.56, 0.72)	(0.40,1,1)
к=13	(0.78, 0.89, 1)	(0.39, 0.56, 0.72)	(0.22, 0.33, 0.67)
к=14	(0.83, 1, 1)	(0.61, 0.78, 0.94)	(0.22, 0.33, 0.67)
к=15	(0.61, 0.78, 0.94)	(0.17, 0.33, 0.50)	(0.33, 0.50, 1)
к=16	(0.61, 0.78, 0.94)	-	(0.11, 0.11, 0.13)
к=17	(0.39, 0.56, 0.72)	-	(0.11, 0.125, 0.14)
к=18	(0.61, 0.78, 0.94)	-	(0.22, 0.33, 0.67)
к=19	(0.17, 0.33, 0.50)	-	(0.15, 0.20, 0.29)
к=20	(0.17, 0.33, 0.50)	-	(0.11, 0.125, 0.14)
FPIS	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)
FNIS	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)

Развијена процедура (Корак 10 до Корак 12) илустрована је у случају када се разматра прва врста рециклата (к=1).

$$\left(\tilde{r}_{11, \text{FPIS}} \right) = \sqrt{\frac{1}{3} \cdot \left[\left(-0.17 \right)^2 + \left(-0.33 \right)^2 + \left(-0.5 \right)^2 \right]} = 0.6801 \quad (8.52)$$

$$\left(\tilde{r}_{12, \text{FPIS}} \right) = \sqrt{\frac{1}{3} \cdot \left[\left(-0.17 \right)^2 + \left(-0.33 \right)^2 + \left(-0.5 \right)^2 \right]} = 0.6801 \quad (8.53)$$

$$\left(\tilde{r}_{13, \text{FPIS}} \right) = \sqrt{\frac{1}{3} \cdot \left[\left(-0.33 \right)^2 + \left(-0.5 \right)^2 + \left(-1 \right)^2 \right]} = 0.4827 \quad (8.54)$$

$$\left(\tilde{r}_{11, \text{NPIS}} \right) = \sqrt{\frac{1}{3} \cdot \left[\left(-0.17 \right)^2 + \left(-0.33 \right)^2 + \left(-0.5 \right)^2 \right]} = 0.3595 \quad (8.55)$$

$$\left(\tilde{r}_{12, \text{NPIS}} \right) = \sqrt{\frac{1}{3} \cdot \left[\left(-0.17 \right)^2 + \left(-0.33 \right)^2 + \left(-0.5 \right)^2 \right]} = 0.3595 \quad (8.56)$$

$$\left(\tilde{r}_{13, \text{NPIS}} \right) = \sqrt{\frac{1}{3} \cdot \left[\left(-0.33 \right)^2 + \left(-0.5 \right)^2 + \left(-1 \right)^2 \right]} = 0.6730 \quad (8.57)$$

$$\begin{aligned} \tilde{d}_1^+ &= \tilde{w}_1 \cdot \left(\tilde{r}_{11, \text{FPIS}} \right) + \tilde{w}_2 \cdot \left(\tilde{r}_{12, \text{FPIS}} \right) + \tilde{w}_3 \cdot \left(\tilde{r}_{13, \text{FPIS}} \right) = \\ &\left(4,5 \right) \cdot 0.6801 + \left(3,6,5 \right) \cdot 0.6801 + \left(1,4,5 \right) \cdot 0.4827 = \left(44,4.32,7.21 \right) \end{aligned} \quad (8.58)$$

$$\begin{aligned} \tilde{d}_1^- &= \tilde{w}_1 \cdot \left(\tilde{r}_{11, \text{NPIS}} \right) + \tilde{w}_2 \cdot \left(\tilde{r}_{12, \text{NPIS}} \right) + \tilde{w}_3 \cdot \left(\tilde{r}_{13, \text{NPIS}} \right) = \\ &\left(4,5 \right) \cdot 0.3595 + \left(3,6,5 \right) \cdot 0.3595 + \left(1,4,5 \right) \cdot 0.6730 = \left(39,3.67,5.16 \right) \end{aligned} \quad (8.59)$$

Вредност коефицијента приближења који се придружује првој врсти рециклата ($\kappa=1$) је:

$$\tilde{c}_1 = \frac{\left(39,3.67,5.16 \right)}{\left(39,3.67,5.16 \right) + \left(44,4.32,7.21 \right)} = \frac{\left(39,3.67,5.16 \right)}{\left(83,7.99,12.37 \right)} = \left(0.112,0.459,1.823 \right) \quad (8.60)$$

На исти начин су рачунате вредности коефицијента приближења за остале типове рециклата. Израчунате вредности приказане су у табели 3. Такође ранг рециклата и мера веровања да рециклат који није први у рангу може да има највећу важност за одрживи развој (Корак 13 до Корак 14 развијеног алгоритма) приказани су у табели 8.3.

На основу добијених резултата рециклат који има најважнији утицај на одрживи развој је мотор ($\kappa=7$) који се користи као финални производ. Најмању важност за одрживи развој имају рециклати који се транспортују у спалионице текстил ($\kappa=3$) и амбалажа ($\kappa=4$). На основу израчунатих вредности мера веровања може да се закључи да сви разматрани рециклати имају утицај на стратегију одрживог развоја. На основу овог може да се тврди да избор рециклата који се разматрају је био сасвим одговарајући.

Табела 8.3 Ранг рециклата и мера веровања да рециклат има највећу важност за одрживи развој

Бр.	\tilde{c}_k	Ранг	Мера веровања да рециклат може да буде први у рангу
к=1	(0.112, 0.459, 1.823)	13	0.800
к=2	(0.072, 0.293, 1.793)	16	0.737
к=3	(0.065, 0.250, 1.629)	19-20	0.702
к=4	(0.065, 0.250, 1.629)	19-20	0.702
к=5	(0.059, 0.263, 1.483)	18	0.684
к=6	(0.147, 0.744, 3.682)	4	0.965
к=7	(0.167, 0.872, 4.174)	1	1
к=8	(0.161, 0.836, 4.035)	2	0.991
к=9	(0.099, 0.499, 3.181)	10-11	0.890
к=10	(0.099, 0.499, 3.181)	10-11	0.890
к=11	(0.129, 0.634, 3.214)	7	0.928
к=12	(0.108, 0.479, 2.708)	12	0.866
к=13	(0.122, 0.668, 3.046)	5	0.934
к=14	(0.138, 0.767, 3.450)	3	0.969
к=15	(0.112, 0.564, 2.809)	9	0.896
к=16	(0.088, 0.593, 2.213)	8	0.880
к=17	(0.069, 0.445, 1.713)	14	0.784
к=18	(0.117, 0.664, 2.916)	6	0.930
к=19	(0.057, 0.314, 1.416)	15	0.691
к=20	(0.048, 0.290, 1.189)	17	0.637

Како рециклат, мотор (к=7) има највећи утицај на одрживи развој, менаџмент тим треба да пропише и да надгледа реализацију менаџмент мера које треба да допринесу већем квалитету рециклата што доводи до повећања конкурентности овог производа на тржишту финалних производа за ауто-индустрију. Неке од мера су: прецизира и редовна дијагностика мотора, затим неопходно је да се врши атестирање мотора и развијање тржишта за продају мотора. Развијање тржишта је могуће реализовати само ако се побољшавају процеси маркетинга и продаје.

На другом и трећем месту у рангу се налазе рециклати мењач (к=8) и мењач за дораду (к=14). Мере које треба да се предузму за рециклат (к=8) су исте као и када се разматрао рециклат који се налази на првом месту. Рециклат мењач за дораду (к=14) припада трећој групи рециклата. Да би се реализовале активности дораде на довољно добар начин, неопходно је да се уведу следеће менаџмент активности: инвестициона улагања за технологије дораде које могу да се примене у оним

рециклажним центрима у којима је могуће извршити дораду, развој предузентиштва у домену процеса дораде.

Ранг рециклата ако се респектују само циљеви дефинисани у стратегији одрживог развоја државе дати су у табели 8.4.

Табела 8.4 Ранг рециклата и мера веровања да рециклат има највећу важност за одрживи развој ако се посматрају само циљеви дефинисани у стратегији развоја државе

Бр.	\tilde{c}_k	Ранг	Мера веровања да рециклат може да буде први у рангу
к=1	(0.086, 0.393, 2.152)	14	0.802
к=2	(0.078, 0.288, 1.951)	17	0.750
к=3	(0.065, 0.231, 1.629)	19-20	0.692
к=4	(0.065, 0.231, 1.629)	19-20	0.692
к=5	(0.059, 0.254, 1.483)	18	0.677
к=6	(0.147, 0.746, 3.682)	4	0.963
к=7	(0.167, 0.882, 4.174)	1	1
к=8	(0.109, 0.844, 5.451)	2	0.993
к=9	(0.109, 0.505, 2.722)	12-13	0.871
к=10	(0.109, 0.505, 2.722)	12-13	0.871
к=11	(0.129, 0.674, 3.214)	7	0.936
к=12	(0.122, 0.573, 3.051)	11	0.903
к=13	(0.122, 0.712, 3.057)	5	0.944
к=14	(0.138, 0.799, 3.449)	3	0.975
к=15	(0.112, 0.598, 2.806)	9	0.903
к=16	(0.088, 0.650, 2.209)	8	0.898
к=17	(0.082, 0.581, 2.045)	10	0.862
к=18	(0.117, 0.695, 2.916)	6	0.936
к=19	(0.057, 0.325, 1.417)	15	0.692
к=20	(0.048, 0.310, 1.189)	16	0.641

На основу резултата који су приказани у табели 4 може да се закључи да се ранг веома мало променио. Најважнији рециклат за разматрани реверзни ланац снабдевања је мотор (к=7) као и када се разматрају све три перспективе, истовремено. Израчунате мере веровања да рециклат који није на првом месту у рангу може да буде најважнији су врло велике. У поређењу са резултатима који су приказани у табели 3 може да се закључи да готово нема разлике када се разматрају све три перспективе или само перспектива остварења циљева који су дефинисани у стратегији развоја државе. Може да се каже да су ово и очекивани

резултати с обзиром на уведену претпоставку о важности разматраних перспектива.

8.3 Развој и верификовање динамичког модела одрживости процеса рециклаже *ELV*

8.3.1 Полазни модел одрживости рециклера *ELV*

Модел одрживости рециклера *ELV* заснива се на концепту *Business System Dynamics* [Forrester, 1961; Sterman, 2000], при чему је одрживост посматрана у току времена. На улазу су следеће величине:

- a) са надређеног система:
 - стопа одрживости рециклаже *ELV* у Србији,
 - стопа одрживог развоја Републике Србије.
- b) улаз у процес рециклаже код рециклера:
 - стопа промене инпута везаних за одрживост рециклана *ELV* (X_{101}).
- c) излаз из овог модела одрживости рециклана *ELV* је:
 - стопа промене одрживости рециклана *ELV* (X_{02}).

Овај излаз (X_{02}) и перформансе процеса рециклаже:

- ниво технологије рециклаже *ELV*,
- трошкови рециклаже *ELV*,
- број запослених на рециклажи *ELV*,
- приходи од рециклаже,
- утицај на климатске промене, и
- количина *ELV* која се рециклира.

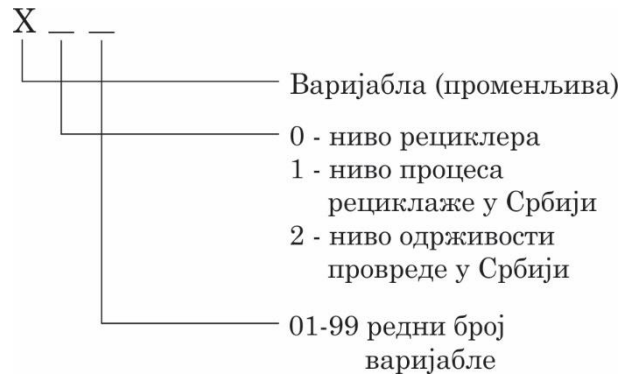
Излаз из процеса рециклаже (X_{02}) је повезан са менаџмент система преко:

- стопе промене одрживости рециклера у Србији

а перформансе процеса рециклаже преко:

- утицај рециклера *ELV* на животну средину у Србији,
- стопе раста запослених у рециклера *ELV* у Србији,
- утицај рециклана *ELV* на климатске промене у Србији
- стопа раста економије рециклера *ELV* у Србији,
- утицај рециклера *ELV* на опасности и отпад у Србији, и
- стопа одрживости *ELV* у Србији.

Између улаза, перформанси процеса рециклаже *ELV* код рециклера и излаза постаје релације које су приказане на слици 8.1. На овој слици приказане су све варијабле, њихов међусобни утицај и варијабле означене на следећи начин:



Слика 8.1 Поступак индексирања променљивих у моделу одрживости рециклаже

Применом *Delphy* методе процењене су средње вредности варијабли и њихови утицаји (табела 8.5а и 8.5б, табела 8.6а и 8.6б и табела 8.7а и 8.7б.).

Табела 8.5а Средње вредности варијабли и њихови утицаји на првом нивоу

	x01	x02	x03	x04	x05	x06	x07	x08	x09	x010	x011	x012
x01	0.05											
x02		0.03										
x03			0.1									
x04				0.01								
x05					0.03							
x06						0.05						
x07							0.02					
x08								0.04				
x09									0.03			
x010										0.06		
x011											0.05	
x012												0.01
x013												
x014												
x015												
x016												
x017												
x018												
x019												
x020												
x125												
x220												
x221												
x120												
x12												
x22												

Табела 8.5б Средње вредности варијабли и њихови утицаји на првом нивоу

	X013	X014	X015	X016	X017	X018	X019	X020	X125	X220	X221	X120	X12	X22
X01														
X02														
X03														
X04														
X05														
X06														
X07														
X08														
X09														
X010														
X011														
X012														
X013	0.02													
X014		0.02												
X015			0.05											
X016				0.06										
X017					0.03									
X018						0.02								
X019							0.1							
X020								0.2						
X125									0.6					
X220										0.8				
X221											0.5			
X120												0.4		
X12													0.5	
X22														0.8

Табела 8.6а Средње вредности варијабли и њихови утицаји на другом нивоу

	X01	X02	X03	X04	X06	X07	X08	X010	X011	X11	X12	X13	X14	X15
X01	0.05													
X02		0.03												
X03			0.1											
X04				0.01										
X06					0.05									
X07						0.02								
X08							0.04							
X010								0.06						
X011									0.05					
X11										0.02				
X12											0.6			
X13												0.4		
X14													0.3	
X15														0.3
X16														

	X01	X02	X03	X04	X06	X07	X08	X010	X011	X11	X12	X13	X14	X15
X17														
X18														
X19														
X110														
X120														
X21														
X22														
X23														
X24														
X25														
X26														
X27														

Табела 8.66 Средње вредности варијабли и њихови утицаји

	X16	X17	X18	X19	X110	X120	X21	X22	X23	X24	X25	X26	X27
X01													
X02													
X03													
X04													
X06													
X07													
X08													
X010													
X011													
X11													
X12													
X13													
X14													
X15													
X16	0.2												
X17		0.2											
X18			0.2										
X19				0.35									
X110					0.2								
X120						0.5							
X21							0.1						
X22								0.1					
X23									0.15				
X24										0.05			
X25											0.3		
X26												0.2	
X27													0.8

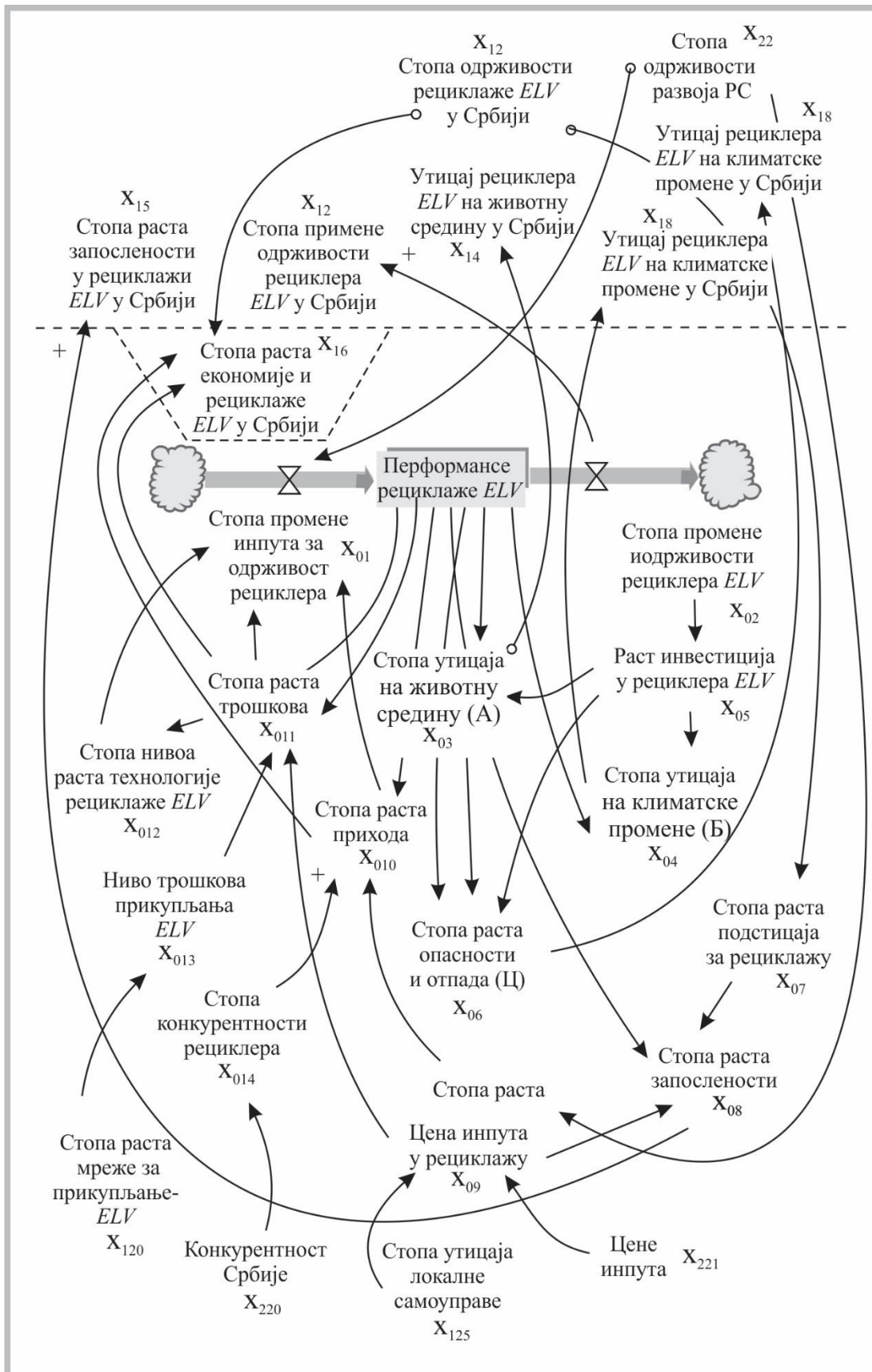
Табела 8.7а Средње вредности варијабли и њихови утицаји

	X01	X09	X11	X12	X16	X19	X21	X22	X23
X01	0.05								
X09		0.03							
X11			0.01						
X12				0.02					
X16					0.03				
X19						0.2			
X21							0.8		
X22								0.5	
X23									0.4
X24									
X25									
X26									
X27									
X28									
X31									
X32									
X33									
X34									
X35									

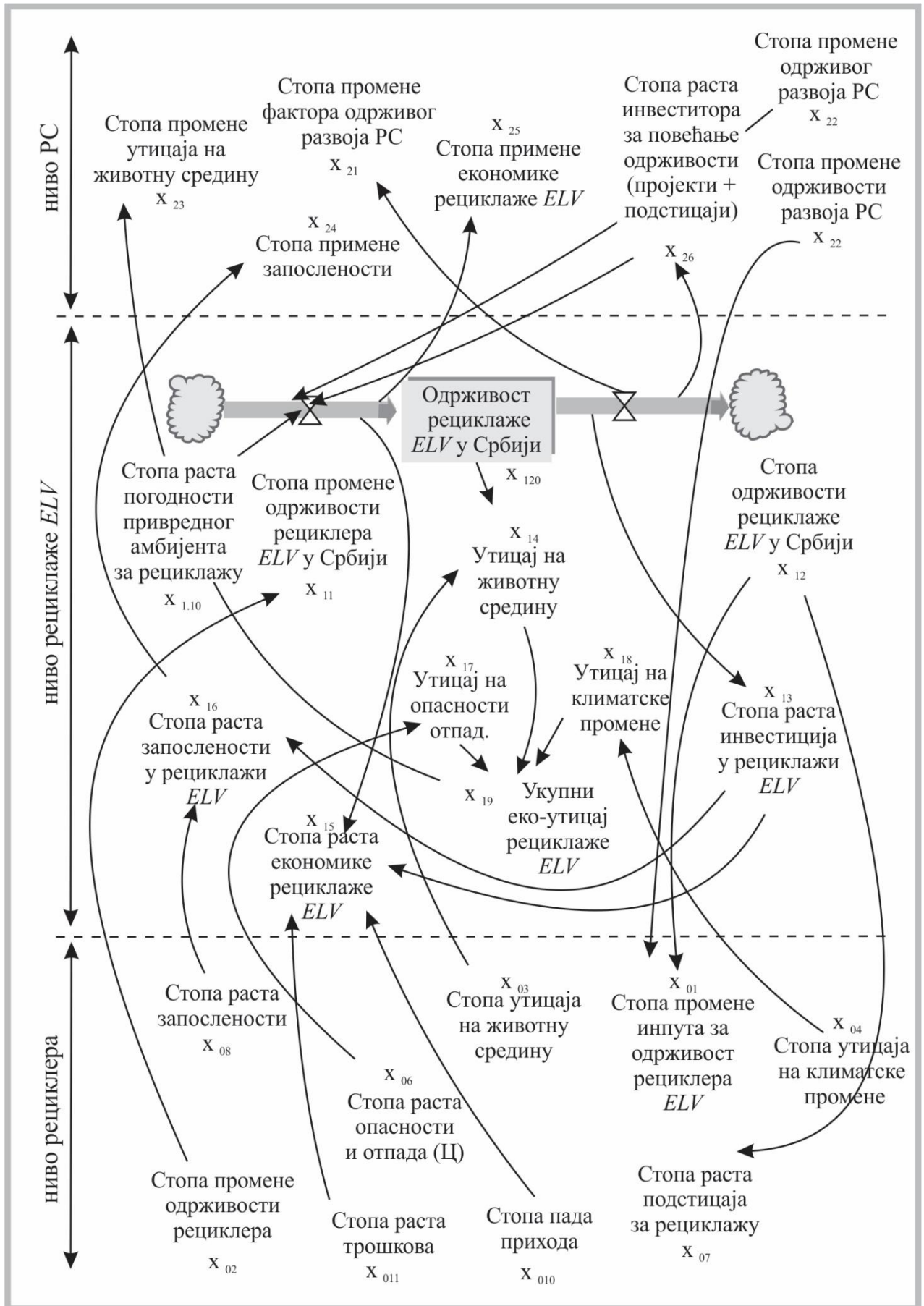
Табела 8.7б Средње вредности варијабли и њихови утицаји

	X24	X25	X26	X27	X28	X31	X32	X33	X34	X35
X01										
X09										
X11										
X12										
X16										
X19										
X21										
X22										
X23										
X24	0.5									
X25		0.3								
X26			0.2							
X27				0.8						
X28					0.3					
X31						0.1				
X32							0.15			
X33								0.2		
X34									0.1	
X35										0.2

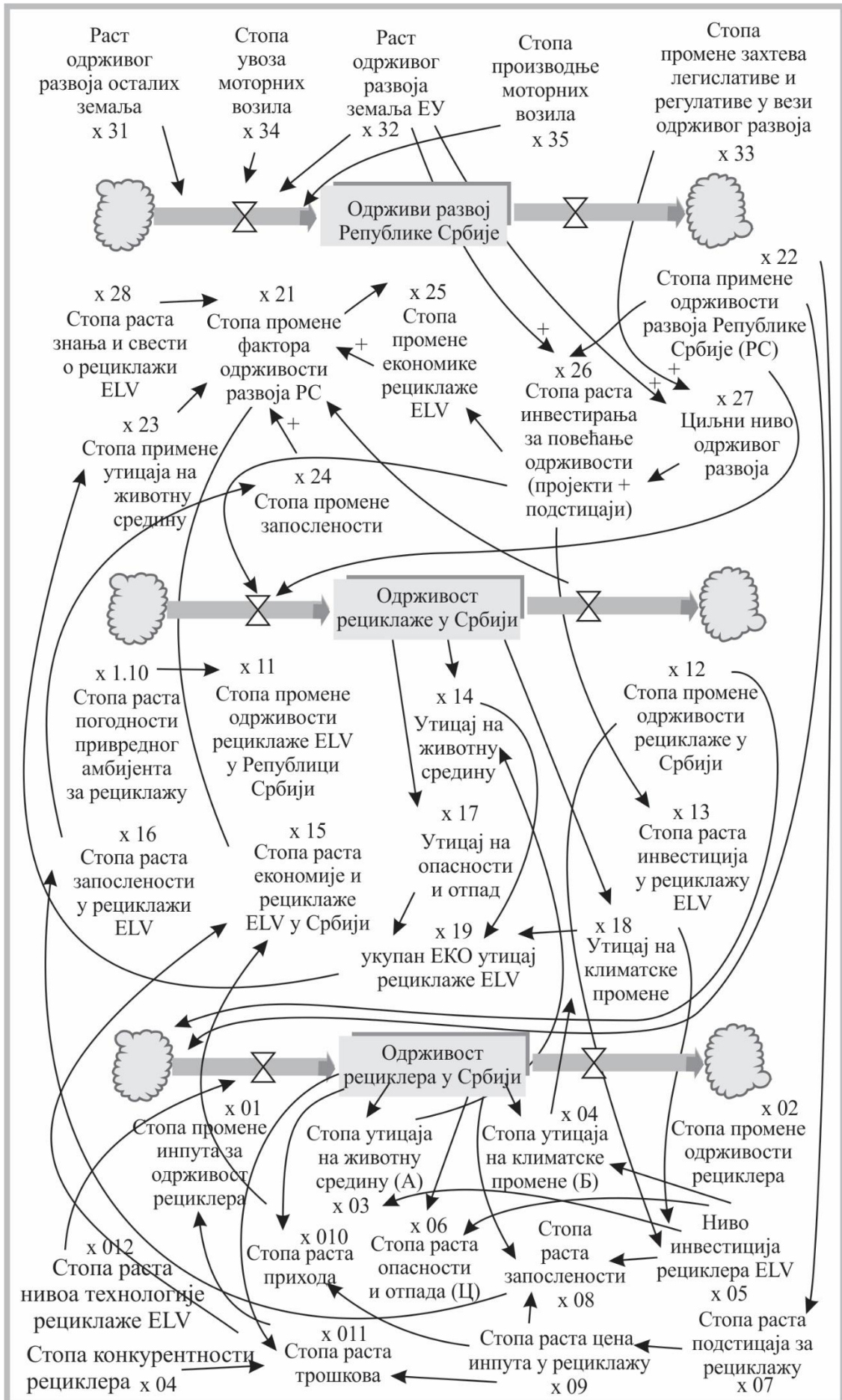
Модели рециклаже *ELV* за сва три раније наведена модела приказана су на сликама слика 8.2, 8.3, а на слици 8.4 сва три хијерархијски спрегнута модела рециклаже *ELV* и њихов утицај на одрживи развој Републике Србије.



Слика 8.2 Модел рециклаже *ELV* на нивоу рециклера



Слика 8.3 Модел одрживости рециклаже ELV у Србији



Слика 8.4 Спрегнути модел одрживости рециклаже ELV у Србији

Због непознавања релација између величина које дефинишу одрживи развој Републике Србије у функцији рециклаже *ELV*, примењен је концепт сценарија, са укупно пет сценарија пораста међусобног утицаја фактора укључених у релације на сликама 8.2, 8.3 и 8.4.

То су следећи сценарији:

- први сценарио: стопа утицаја 0.001,
- други сценарио: стопа утицаја 0.005,
- трећи сценарио: стопа утицаја 0.010,
- четврти сценарио: стопа утицаја 0.015,
- пети сценарио: стопа утицаја 0.020.

После уноса ових вредности и података из приказаних табела (Табела 8.1а, 8.1б, Табела 8.2а, 8.2б и Табела 8.3а, 8.3б) у EXCELL добијене су вредности променљивих за свих пет сценарија. У дијагоналама матрица приказаних табела су средње вредности променљивих (фактора).

На основу релација приказаних на сликама 8.2, 8.3 и 8.4 дефинисане су зависности фактора и исте унете у EXCELL табелу.

Ове једначине су:

- на првом нивоу:

$$x_{01} = x_{01sr} + x_{012} * \alpha + x_{01} * \alpha + x_{012} * \alpha + x_{011} * \alpha + x_{12} * \alpha + x_{22} * \alpha \quad (8.61)$$

$$x_{03} = x_{03sr} + x_{020} * \alpha \quad (8.62)$$

$$x_{04} = x_{04sr} + x_{020} * \alpha + x_{05} * \alpha \quad (8.63)$$

$$x_{05} = x_{05sr} + x_{02} * \alpha \quad (8.64)$$

$$x_{06} = x_{06sr} + x_{09} * \alpha + x_{05} * \alpha \quad (8.65)$$

$$x_{07} = x_{07sr} + x_{12} * \alpha \quad (8.66)$$

$$x_{08} = x_{08sr} + x_{07} * \alpha + x_{011} * \alpha + x_{09} * \alpha \quad (8.67)$$

$$x_{09} = x_{09sr} + x_{125} * \alpha + x_{22} * \alpha + x_{221} * \alpha \quad (8.68)$$

$$x_{010} = x_{010sr} + x_{09} * \alpha + x_{014} * \alpha \quad (8.69)$$

$$x_{011} = x_{011sr} + x_{016} * \alpha + x_{013} * \alpha \quad (8.70)$$

$$x_{013} = x_{013sr} + x_{120} * \alpha \quad (8.71)$$

$$x_{014} = x_{014sr} + x_{015} * \alpha \quad (8.72)$$

$$x_{015} = x_{015sr} \quad (8.73)$$

$$x_{016} = x_{016sr} \quad (8.74)$$

$$x_{017} = x_{017sr} \quad (8.75)$$

$$x_{018} = x_{018sr} \quad (8.76)$$

$$x_{019} = x_{019sr} \quad (8.77)$$

$$x_{020} = x_{020sr} \quad (8.78)$$

$$x_{120} = x_{120sr} \quad (8.79)$$

$$X_{220} = x_{220sr} \quad (8.80)$$

$$X_{125} = x_{125sr} \quad (8.81)$$

$$X_{221} = x_{221sr} \quad (8.82)$$

- на другом нивоу:

$$X_{01} = x_{01sr} + X_{12}^* \alpha + X_{22}^* \alpha \quad (8.83)$$

$$X_{07} = x_{07sr} + X_{12}^* \alpha \quad (8.84)$$

$$X_{11} = x_{11sr} + X_{02}^* \alpha + X_{110}^* \alpha + X_{22}^* \alpha + X_{26}^* \alpha \quad (8.85)$$

$$X_{13} = x_{13sr} + X_{26}^* \alpha \quad (8.86)$$

$$X_{14} = x_{14sr} + X_{03}^* \alpha + X_{120}^* \alpha \quad (8.87)$$

$$X_{15} = x_{15sr} + X_{010}^* \alpha + X_{011}^* \alpha + X_{11}^* \alpha + X_{13}^* \alpha \quad (8.88)$$

$$X_{16} = x_{16sr} + X_{08}^* \alpha + X_{13}^* \alpha \quad (8.89)$$

$$X_{17} = x_{17sr} + X_{06}^* \alpha \quad (8.90)$$

$$X_{18} = x_{18sr} + X_{04}^* \alpha \quad (8.91)$$

$$X_{19} = x_{19sr} + X_{14}^* \alpha + X_{17}^* \alpha + X_{18}^* \alpha \quad (8.92)$$

$$X_{21} = x_{21sr} + X_{12}^* \alpha \quad (8.93)$$

$$X_{23} = x_{23sr} + X_{19}^* \alpha \quad (8.94)$$

$$X_{24} = x_{24sr} + X_{16}^* \alpha \quad (8.95)$$

$$X_{25} = x_{25sr} + X_{15}^* \alpha \quad (8.96)$$

- на трећем нивоу:

$$X_{01} = x_{01sr} + X_{22}^* \alpha \quad (8.97)$$

$$X_{09} = x_{09sr} + X_{11}^* \alpha + X_{22}^* \alpha + X_{26}^* \alpha \quad (8.98)$$

$$X_{11} = x_{11sr} + X_{22}^* \alpha + X_{26}^* \alpha \quad (8.99)$$

$$X_{21} = x_{21sr} + X_{12}^* \alpha + X_{23}^* \alpha + X_{24}^* \alpha + X_{25}^* \alpha + X_{26}^* \alpha + X_{31}^* \alpha + X_{32}^* \alpha + X_{34}^* \alpha + X_{35}^* \alpha \quad (8.100)$$

$$X_{23} = x_{23sr} + X_{19}^* \alpha \quad (8.101)$$

$$X_{24} = x_{24sr} + X_{16}^* \alpha \quad (8.102)$$

$$X_{25} = x_{25sr} + X_{26}^* \alpha \quad (8.103)$$

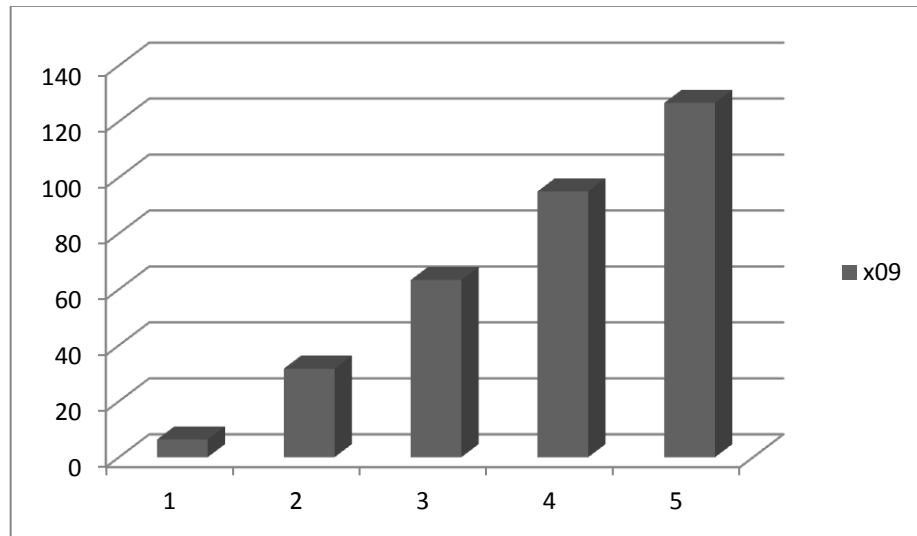
$$X_{26} = x_{26sr} + X_{22}^* \alpha + X_{22}^* \alpha + X_{27}^* \alpha + X_{31}^* \alpha + X_{32}^* \alpha \quad (8.104)$$

$$X_{27} = x_{27sr} + X_{31}^* \alpha + X_{32}^* \alpha + X_{33}^* \alpha \quad (8.105)$$

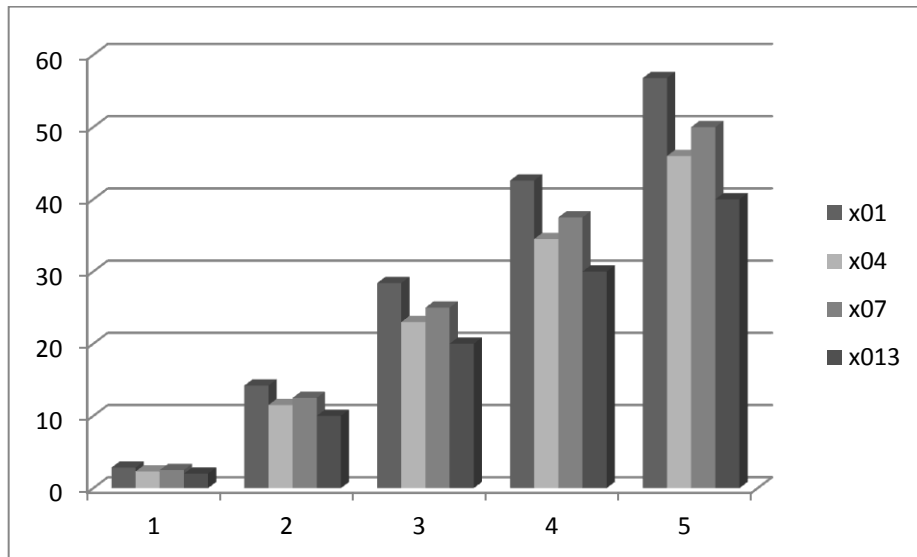
У наредном кораку извршен је поступак симулације са сва три нивоа одрживости рециклаже у Србији. На слици 8.5а, 8.5б и 8.5в приказани су резултати симулације за први ниво (ниво рециклаже). Највећи утицај има фактор 09, који се односи на цену инпута у процес рециклаже (до 20%), а најмање x_{014} (утицај на животну средину), до 5%. То се и могло очекивати, јер за одрживост рециклера доминантни утицај има економски аспект, а због недовољно обавезујуће легислативе рециклери не воде много рачуна о животној средини.

На сликама 8.6а и 8.6б приказани су резултати симулације на нивоу процеса рециклаже у Републици Србији. Највећи утицај има променљива x_2 , са могућим повећањем у петом сценарију до 57%, а најмањи утицај променљива x_{21} (стопа

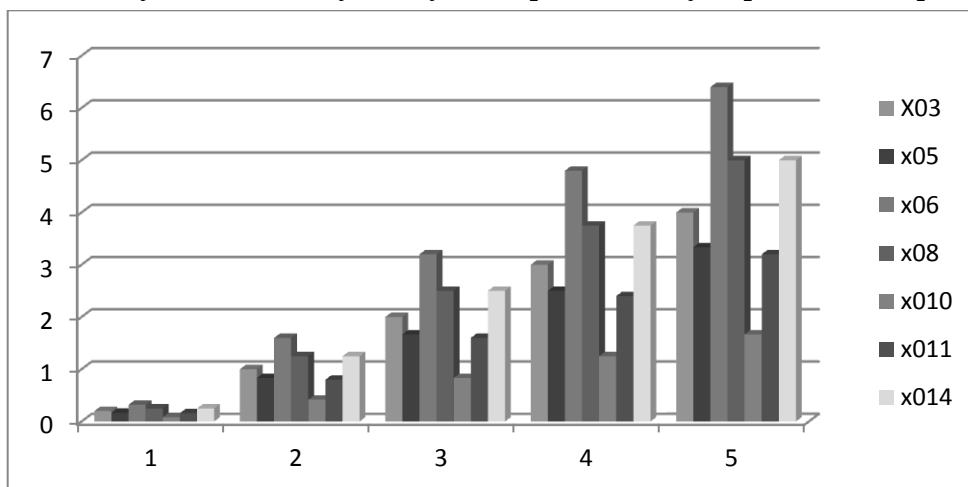
одрживог развоја Републике Србије). Ови резултати симулације потврђују раније изнете информације у поглављима 3, 4, 5 и 6.



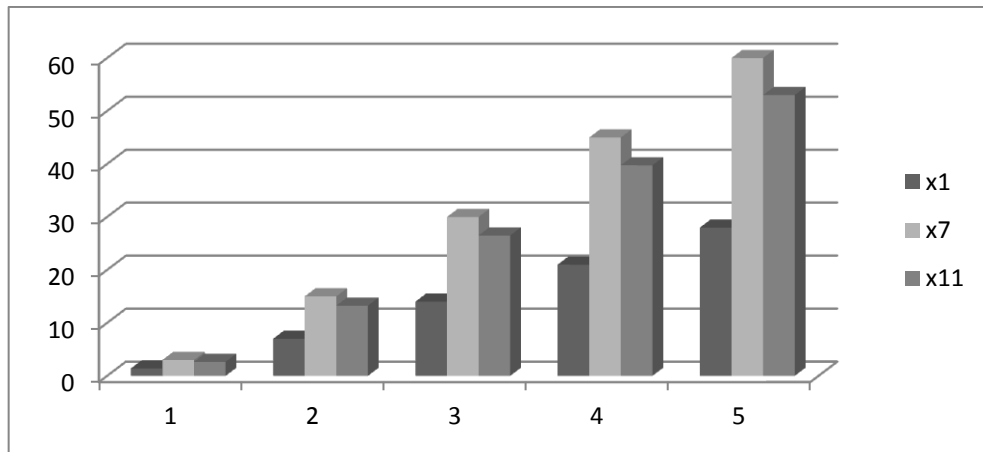
Слика 8.5а Резултати симулације на првом нивоу одрживости рециклаже



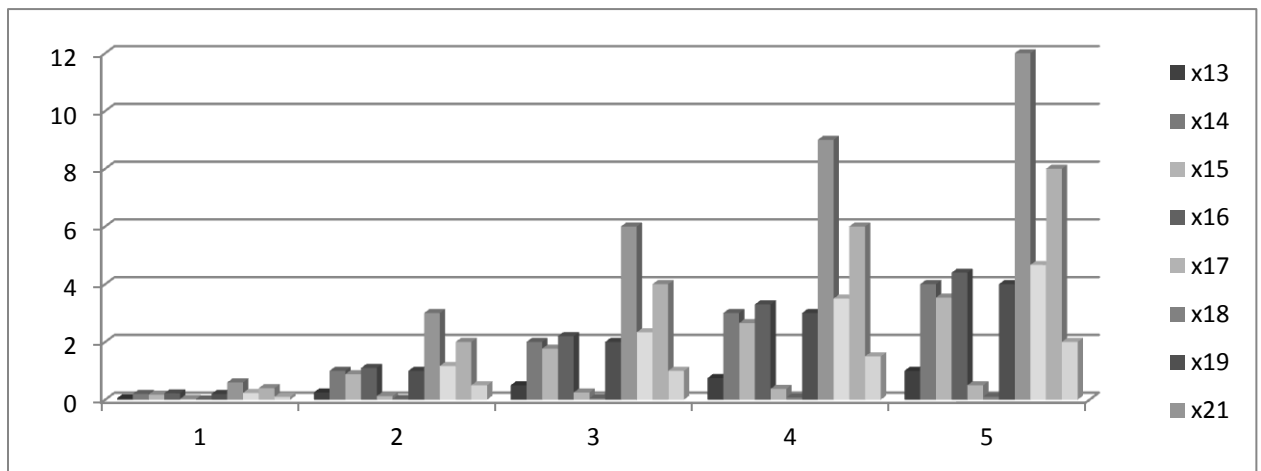
Слика 8.5б Резултати симулације на првом нивоу одрживости рециклаже



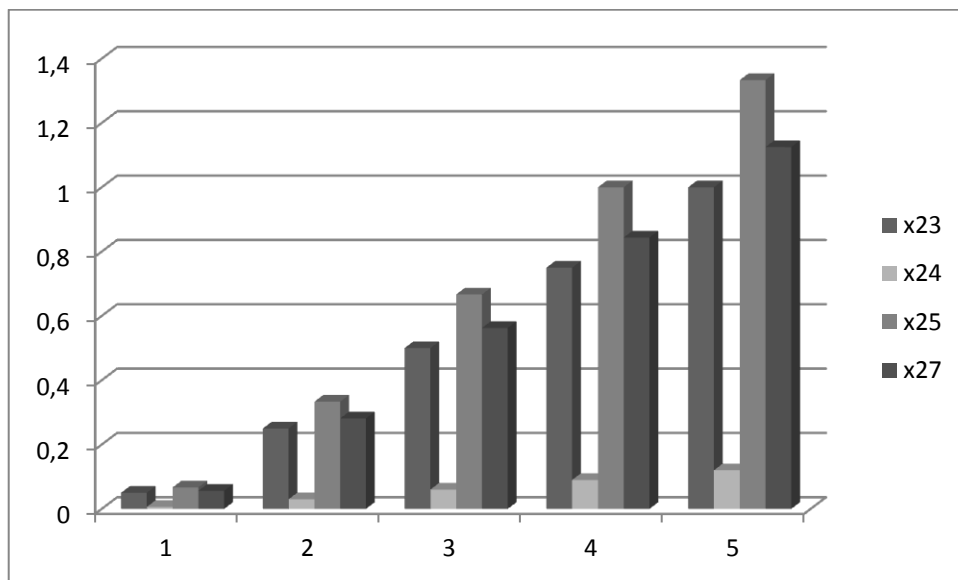
Слика 8.5в Резултати симулације на првом нивоу одрживости рециклаже



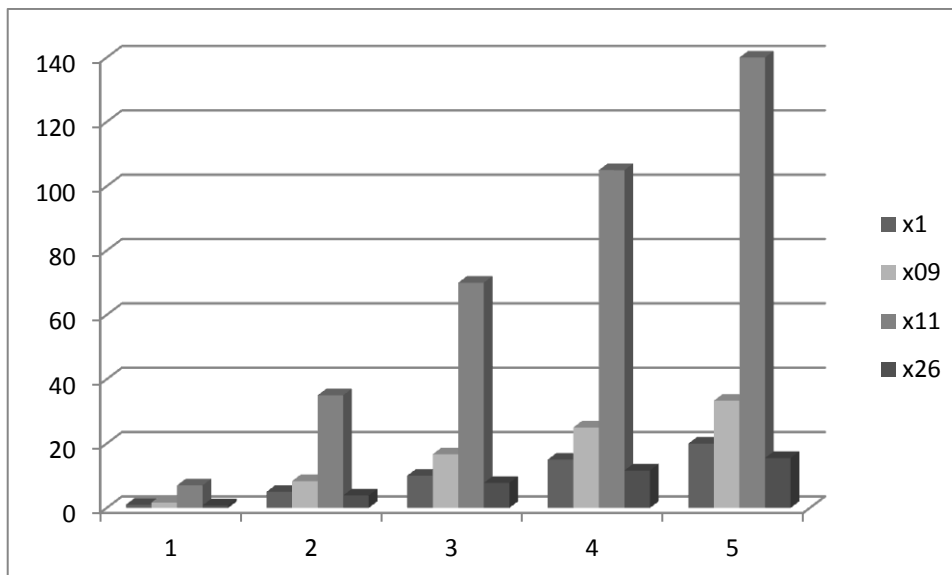
Слика 8.6а Резултати симулације на другом нивоу одрживости рециклаже



Слика 8.6б Резултати симулације на другом нивоу одрживости рециклаже



Слика 8.7а Резултати симулације на трећем нивоу одрживости рециклаже



Слика 8.7б Резултати симулације на трећем нивоу одрживости рециклаже

Симулација ефеката рециклаже на трећем нивоу (утицај на одрживи развој Републике Србије) приказан је на сликама 8.7а и 8.7б. Највећи утицај имају променљиве X11 (стопа примене одрживости рециклера у Србији) и X25 (стопа промене) економије рециклаже.

Укупно повећање одрживости у Републици Србији је зависно од сценарија у опсегу од неколико процената (за 1. сценарио) до више од 100 (за 5. сценарио). Оба укупна резултата су доказ хипотезе H_5 о утицају рециклаже *ELV* на одрживи развој Републике Србије.

9. ЗАКЉУЧАК

Одрживи развој је парадигма која последњих 20 година добија све више на значају, како за предузећа, тако и националне економије. Свако предузеће, регија или земља разматра своје факторе одрживог развоја и тражи сопствени пут ка остваривању одрживог развоја, а тиме и конкурентности, резилијенсу и квалитету живота. Један од препознатих фактора у свету је и рециклажа *ELV*, али њен утицај на ниво одрживог развоја није дубље истраживан. То је био изазов за аутора да се „ухвати у коштац“ са овом врло комплексном, често противуречном и недовољно истраженом проблематиком, са изразитим карактеристикама интердисциплинарности и мултидисциплинарности. То се односи и на примену „арсенала“ истраживачких метода и алата, упоредна истраживања у Србији и развијеним земљама и ЕУ. При томе су се морали комбиновати различити приступи истраживања, како хеуристички, тако и експериментални и симулациони са током информација одоздо (од рециклера) навише (до националне економије и одрживости), и обратно. Дефинисан је хијерархијски структуриран модел са три нивоа: (1) ниво рециклера, (2) ниво одрживости рециклаже *ELV* у Србији и (3) ниво одрживости у Србији. Да би се дефинисали ови модели, било је потребно да се идентификују кључне варијабле процеса рециклаже *ELV* и релације између њих, на сва три претходно утврђена нивоа. Овај „динамички мозаик“ је кроз верификацију модела дат у поглављу 8 на два начина: (1) преко *Fuzzy AHP* приступа и (2) преко симулационог модела омогућио да се потврди нулта хипотеза X_0 да интегрисани одрживи модел рециклаже *ELV* има позитиван утицај на развој Републике Србије.

Кроз истраживања у поглављима 3-7 доказане су посебне хипотезе. Истраживања, која су презентирана у поглављу 3 служе као основа за сагледавање појма и особености процеса рециклаже *ELV* на крају животног циклуса. Полазећи од дефиниција рециклаже *ELV* из стандарда *ISO 22628:2002(E)* анализирани су различити приступи рециклажи, који су наведени у референтној литератури. Дефинисане су карактеристике интегрисаног модела рециклаже *ELV* и одговарајући материјални биланси при рециклажи *ELV*. Посебно су значајни резултати истраживања који се односе на структурне промене везане за нове захтеве у погледу заштите околине, производње, века коришћења и рециклаже код комплетног животног циклуса аутомобила. Кроз бројне податке указано је на врло динамичан раст *ELV* и усложњавање процеса везаних за њихову рециклажу.

После анализе ових, углавном општих карактеристика процеса рециклаже *ELV*, у поглављу 4 истраживане су карактеристике система рециклаже *ELV* у Србији. Указано је на све веће захтеве који следе из директива ЕУ у овој области, а посебно у вези са количином отпада у 2015. години који мора бити мањи од 5% масе возила. Кроз опис инфраструктуре за рециклажу *ELV* и стејкхолдера, утврђено је да у Србији постоје елементи инфраструктуре (центри за рециклажу, итд.), али да не постоји компактан, ефективан и ефикасан систем рециклаже *ELV*. Поређењем са развијеним земљама види се знатно заостајање, тако да је Србија генерално гледајући, са перформансама које су ове земље оствариле пре 10 година.

У 5. поглављу анализирани су модели одрживости и дефинисан модел одрживости рециклаже *ELV*. При томе је основа била у моделу *Choncri*-а [2007] са 14 субдомена одрживости и дефинисања субодрживости и дефинисања субконцепта одрживости рециклаже *ELV*. Кроз истраживање релација одрживог развоја и квалитета живота, као и резилијенса указано је и на улогу лидерства у

остваривању одрживости. Како је технологија рециклаже један од елемената одрживости, дефинисан и тестиран је *Fuzzy* мултикритеријумски модел за избор најпогодније технологије рециклаже. Такође, да би се сагледале могућности обезбеђења ресурса за рециклажу, у овом поглављу дефинисан је и тестиран модел тока материјала у систему за рециклажу *ELV*, са тест подацима на бази података из праксе и литературе. При томе је нагласак био на процесу демонтаже, који је инжењерски најсложенији.

У 6. поглављу анализирани су кључни фактори успеха одрживе рециклаже. Применом *Delphy* и *Pareto* методе утврђен је ранг критичности фактора рециклаже *ELV*. Најкритичнији је број *ELV*/годишње, а затим следе ниво менаџмента, стопа генерисања *ELV* /годишње итд. Сваки од ових фактора је анализиран у оквиру овог поглавља, а посебно ниво менаџмента, примена *Fuzzy* приступа. Утврђене су најзначајније карактеристике менаџера (сналажљивост, стратешко планирање, умеће вођења људи и управљање променама). За изабраних шест кандидата за менаџере утврђене су преференције одлука. Затим је извршена анализа заступљености ових карактеристика менаџера у узорку од 116 испитаника у зависности од пола, старости, школске спреме, стручне спреме и броја подређених на радном месту. Резултати анализе у овом поглављу послужили су као основа за дефинисање одрживог модела рециклаже *ELV* и његово тестирање, што је извршено у 8. поглављу.

У 7. поглављу је посебно анализиран утицај процеса рециклаже *ELV* на животну средину применом *LCA* методе. Утврђено је да су ефекти рециклаже *ELV* на животну средину врло велики, како у погледу обнављања материјала, утицаја на енергетску зависност Србије, тако и непосредни утицај на земљу, воду и ваздух. Тиме су директно потврђене хипотезе X_3 и X_4 .

У овом, кључном, поглављу дефинисан је модел одрживости рециклаже у 3 нивоа и формиран динамички модели рециклаже *ELV*. Применом *Fuzzy* приступа извршено је:

- моделирање неизвесности у проблему рециклаже *ELV*,
- моделирање јединичног нивоа запослености, јединичне добити и јединичног утицаја на животну средину,
- моделирање важности елемената одрживог развоја,
- моделирање утицаја рециклата на елементе одрживог развоја.

На основу претходно развијених модела дефинисане су функције циља (ново запошљавање, добит реверзног ланца снабдевања и утицај на животну средину) и скуп ограничења. За илустровани пример разматрано је пет рециклата у реверзном ланцу снабдевања од 1200 места прикупљања, до 250 места за демонтажу и 20 места за рециклажу.

Применом овог модела утврђено је да је најважнији елемент *ELV* као рециклат мотор, а најмање важан текстил и амбалажа. На другом месту је мењач као агрегат, а на трећем мењач за дораду. То указује да приоритет треба дати скупљим рециклатима, са мањим учешћем живог рада на рециклажи. Такође, из овог истраживања се може закључити да највећи утицај на одрживи развој центара за рециклажу има добит, затим следе запошљавање, а утицај на животну средину је на трећем месту. Тиме је доказана хипотеза X_2 о позитивном утицају рециклаже *ELV* на ниво запошљавања а тиме и одрживом развоју предузећа (рециклера), а преко њих и одрживости Србије.

За доказивање хипотезе X_5 о могућностима управљања у циљу остваривања оптималне стратегије одрживог развоја извршено је динамичко моделирање процеса рециклаже *ELV*, на раније описан начин. Варирајући улазне величине у модел су три нивоа, за пет сценарија утврђено је да постоји динамички одзив одрживог развоја, као зависне променљиве, од претходно утврђених независних варијабли, односно варијабли изведених из критичних фактора одрживости процеса рециклаже, описаних у 6. поглављу.

Поред доказивања хипотеза постављених у поглављу 2.4, истиче се следећи научни допринос ових истраживања:

- развијен је и верификован модел одрживе рециклаже *ELV* за услове у Републици Србији,
- извршена је оцена елемената процеса рециклаже *ELV* на животну средину, при чему је утврђен висок позитиван ефекат на животну средину,
- извршена оцена утицаја рециклаже *ELV* на ниво и структуру запослених, и за различите сценарије процењено ново запошљавање до око 22000 радника, што значајно утиче на друштвено-економски развој,
- извршена оцена утицаја рециклаже *ELV* као извора енергетске стабилности, при чему је то опција за елементе *ELV* који се не могу даље рециклирати, као нпр. *ASR* остатак, отпадна уља, итд.
- извршена оцена утицаја рециклаже *ELV* на обновљивост материјала, која је извршена на бази анализе токова материјала. То се посебно односи на челик и гуму, који учествују у износу од преко 70% тежине возила, односно око 70000 т/годишње мање увоза ових сировина,
- развијено је укупно 5 модела и то:
 - модел одрживости рециклаже *ELV* са три суб-модела,
 - Fuzzy модел одрживости рециклаже *ELV*,
 - Fuzzy модел за избор локације центара за рециклажу,
 - модел за оптимизацију токова у процесу рециклаже *ELV*.

Наведени модели су верификовани на узорку инфраструктуре рециклаже у Републици Србији.

Поред ових научних доприноса дисертације, за коришћење у индустрији рециклаже *ELV* значајни су следећи резултати:

- утврђено је стање рециклаже *ELV* у Србији,
- утврђени су трендови рециклаже *ELV* у свету и Србији,
- утврђени су кључни фактори рециклаже *ELV* у Србији,
- утврђени су могући ефекти унапређења процеса рециклаже *ELV* на одрживост рециклера *ELV*, рециклажне индустрије *ELV* и одрживог развоја Републике Србије.

Спроведена истраживања представљају тек почетак значајних истраживања рециклаже *ELV*. У току истраживања уочени су проблеми и могућности, па се истичу следећи правци даљих истраживања:

- детаљно утврђивање инфраструктуре за рециклажу *ELV*,

- унапређење модела одрживости рециклаже ELV, са истраживањем релација између променљивих у овом моделу,
- веће укључивање фактора резилијенса и продуктивности процеса рециклаже,
- веће укључивање фактора лидерства у модел одрживе рециклаже ELV итд.

На крају, може се констатовати да рециклажа ELV може бити значајна замајак унапређењу одрживог развоја Републике Србије.

10. ЛИТЕРАТУРА

1. [Albright et al., 2011] Albright, S., Zappe, C. and Winston, W. (2011). *Data analysis, optimization, and simulation modeling*. Mason, Ohio: South-Western.
2. [Aleksić et al., 2011] Aleksić, A., Stefanović, M., Arsovski, S., Tadić, D. (2013). An assessment of organizational resilience potential in SMEs of the process industry, a fuzzy approach. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 26 (6), 1238-1245.
3. [Alonso, 2004] Alonso J. (2004), *How to improve the recyclability potential of automotive electronics*, proceedings of Joint International Congress and Exhibition Electronics Goes Green, 2004., Berlin, pp. 663-668
4. [Andrea & Brown, 1993] Andrea, D. and Brown, W. (1993). *Material Selection in the Automotive, Material Selection Processes in the Automotive Industry*. UMTRI 93-40-5. Ann Arbor, Michigan, USA: Office for the Study of Automotive Transportation University of Michigan Transportation Research Institute.
5. [ARA, 2013] ARA (2013). *The Magic of Change, Automotive Recycling*, Jan – Feb. 2013, pp. 24.
6. [Arsovski et al., 2009] Arsovski, S., Pavlović, M., Arsovski, Z. and Mirović, Z. (2009). An investigation of relation between sustainable development and quality of life. *International Journal for quality research*, 3(4), pp.327-337.
7. [Arsovski et al., 2010] Arsovski, S., Milivojevic, J., Grubor, S., Kokic Arsic, A., and Tonic, N., (2010). Uticaj modela integrisane i održive reciklaže motornih vozila na kraju životnog ciklusa na nivo zaposlenosti u Srbiji, *Kvalitet*, 11-12.
8. [Audet et al., 2000] Audet, C. Hansen, P., Jaumard, B., Savard, G., "A branch and cut algorithm for nonconvex quadratically constrained quadratic programming", *Mathematical Programming*, 87 (1, ser A), (2000)131-152.
9. [Aylor, 2009] Aylor, B. (2009). *Leadership & open systems*.
10. [Azadivar & Ordoobadi, 2012] Azadivar, F. & Ordoobadi, S. (2012). Decision rules for recycling returned products. *International Journal of Sustainable Engineering*, 5(3), 208-219.
11. [Bahne, 2005] Bahne, R. (2005). *Eco-efficiency and performance strategies in construction and demolition waste recycling*, Trondheim: Faculty of Engineering Science and Technology.
12. [Bass & Kwakernaak, 1977] Bass, M., S. and Kwakernaak, H., (1977). Rating and Ranking of Multiple-aspect Alternatives using fuzzy sets. *Automatica*. 3, 47–58.
13. [Bass, 1990] Bass, B. (1990). From transactional to transformational leadership: Learning to share the vision. *Organizational Dynamics*, 18(3), pp.19-31.
14. [Bennis & Nanus, 1985] Bennis, W. and Nanus, B. (1985). *Leaders*. New York: Harper & Row.
15. [Blakely, 1994] Blakely, E. (1994). *Planing local economic development: theory and practice*. 2nd ed. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
16. [BMW AG, 2003] BMW AG (2003). *BMW's policy: An ecologically optimised overall concept for production and product*, Concept & Layout: Lösch GmbH, Munich.

18. [Borrer, 2009] Borrer, C. (2009). *The certified quality engineer handbook*. Milwaukee, Wis.: ASQ Quality Press.
19. [Bozbura & Beskese, 2007] Bozbura, F. and Beskese, A. (2007). Prioritization of organizational capital measurement indicators using fuzzy AHP. *International Journal of Approximate Reasoning*, 44(2), pp.124-147.
20. [Brutlandland Commission, 1987] Brutlandland Commission, (1987). *Our common future*. New York. World Commission on Environment and Development.
21. [Bryman, 1992] Bryman, A. (1992). *Charisma and leadership in organizations*. London: Sage Publications.
22. [Catarino et al., 2011] Catarino, J., Henriques, J., Maia, A., Alexandre, J., Rodrigues, F., & Camocho, D. (2011). From cleaner production and value management to sustainable value. *International Journal Of Sustainable Engineering*, 4(2), 96-108. <http://dx.doi.org/10.1080/19397038.2010.540357>
23. [Chan & Kumar, 2007] Chan, S.T.F., Kumar, N. (2007). Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP based approach, *Int. J. of Production Research*, 46, 417-431.
24. [Chang, 1996] Chang, D., Y., (1996). Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European J. of Operational Research*, 95 649-655.
25. [Chen et al., 2004] Chen, M.F., and Tzeng, G.H., (2004). Combining grey relation and TOPSIS concepts for selecting and expatriate host country. *Mathematical and Computer Modelling*, 40, 1473-1490.
26. [Chen et al., 2006] Chen, C., Lin, C. and Huang, S. (2006). A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management. *International Journal of Production Economics*, 102(2), pp.289-301.
27. [Chen et al., 2010] Chen, K., Huang, S. and Lian, I. (2010). The development and prospects of the end-of-life vehicle recycling system in Taiwan. *Waste Management*, 30(8-9), pp.1661-1669.
28. [Chen, 2000] Chen, C.T., (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision making under fuzzy environment. *Fuzzy Sets and Systems*, 114, 1-9.
29. [Choucri, 2007] Choucri, N. (2007). *Mapping sustainability*. Dordrecht: Springer.
30. [Costea, 2014] Costea, A. (2014), "Applying Fuzzy Logic and Machine Learning Techniques in Financial Performance Predictions", *Procedia Economics and Finance*, Vol. 10, pp.4-9.
31. [Cumbul Altay et al., 2011] Cumbul Altay, M., Sivri, N., Onat, B., Şahin, Ü., Zorağa, M. and Fatih Altay, H. (2011). Recycle of metals for end-of-life vehicles (ELVs) and relation to Kyoto protocol. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(5), pp.2447-2451.
32. [Cvijanović, 1992] Cvijanović, J. (1992). *Projektovanje organizacije*. Beograd: Ekonomski fakultet.
33. [de Brito, 2010] de Brito, J. and Robles, R. (2010). Recycled aggregate concrete(RAC) methodology for estimating its long-term properties. *Indian Journal of Engineering & Materials Sciences*, 17(6), pp.449-462.
34. [Deming, 1996] Deming, E. (1996). *Kako izaći iz krize*. Beograd: Privredni pregled Grmec Beograd.
35. [Denison & Ruston, 1990] Denison, R. and Ruston, J. (1990). *Recycling and incineration*. Washington, D.C.: Island Press.

36. [Đorđević & Pavlović, 2009] Đorđević, M. and Pavlović, M. (2009). Koncept centra za demontažu iskorišćenih vozila. In: *Prva Nacionalna Konferencija o reciklaži motornih vozila sa međunarodnim učesćem*. Ečka.
37. [Dransfield, 2000] Dransfield, R. (2000), *Human Resource Management*, Heinemann, London.
38. [Dubois & Prade, 1980] Dubois, D. and Prade, H. (1980), *Fuzzy sets and systems*, Academic Press, New York.
39. [Dubois & Prade, 1979] Dubois, D., and Prade, H., (1979). Decision-making under fuzziness, in: *Advances in Fuzzy Set Theory and Applications*, North-Holland, Amsterdam, 279-302.
40. [Dubois & Prade, 1980] Dubois, D. and Prade, H. (1980) *Fuzzy Sets and Systems: Theory and Applications*. Academic press Inc., London.
41. [Dyson & Chang, 2005] Dyson, B. and Chang, N. (2005). Forecasting municipal solid waste generation in a fast-growing urban region with system dynamics modeling. *Waste Management*, 25(7), pp.669-679.
42. [EC, 2000] EC (2000). *Directive 2000/53/EC of the European Parliament and of the Council of 18 September 2000 on end-of-life vehicles*, Official Journal of the European Union
43. [EC, 2005] EC (2005). *Directive 2005/64/EC of the European Parliament and of the Council of 26 October 2005*, Official Journal of the European Union
44. [EC, 2010] EC (2010). *A strategy for smart, sustainable and inclusive growth*, COM/2010, Brussels, 2010
45. [El-Haik & Roy, 2005] El-Haik, B. and Roy, D. (2005), *Service design for Six Sigma: A road map for excellence*, John Wiley & Sons, New Jersey.
46. [Erensal et al., 2006] Erensal, Y., Öncan, T. and Demircan, M. (2006). Determining key capabilities in technology management using fuzzy analytic hierarchy process: A case study of Turkey. *Information Sciences*, 176(18), pp.2755-2770.
47. [Eurostat, 2013] Eurostat, (2013). *Sustainable development in the European Union*. Eurostat. Luxemburg: European Comision.
48. [Ferri, 2006] Ferri, F. (2006). *Complexity reduction*. Oxford [u.a.]: Pergamon.
49. [Forrester, 1971] Forrester, J. (1971). *World dynamics*. Cambridge, Mass.: Wright-Allen Press.
50. [Gallopín, 2006] Gallopín, G. (2006). Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. *Global Environmental Change*, 16(3), pp.293-303.
51. [Galović, 2003] Galović, D., "Novi fazi model za upravljanje globalnim lancem snabdevanja", *Simpozijum o operacionim istraživanjima (SYMOPIS)* , Herceg Novi, (2003) 491-494.
52. [Goerner et al., 2009] Goerner, S., Lietaer, B. and Ulanowicz, R. (2009). Quantifying economic sustainability: Implications for free-enterprise theory, policy and practice. *Ecological Economics*, 69(1), pp.76-81.
53. [Grubor et al., 2009] Grubor, S., Milivojevic, J. and Kokic Arsic, A. (2009). Tržište motornih vozila na kraju životnog ciklusa u Srbiji. In: *Festival kvaliteta 2009*. Kragujevac: Centar za kvalitet, Fakultet inženjerskih nauka u Kragujevcu, pp.77-81.
54. [Gardner & Van der Vorst, 2002] Gardner, J. (2002). *Handbook on life cycle assessment*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

55. [Gumus, 2009] Gumus, T.A. (2009). Evaluation of hazardous waste transportation firms by using a two step fuzzy-AHP and TOPSIS methodology. *Expert Systems with Applications* 36, 4067–4074.
56. [Gutowski et al., 2005] Gutowski, T., Murphy, C., Allen, D., Bauer, D., Bras, B., & Piwonka, T. et al. (2005). Environmentally benign manufacturing: Observations from Japan, Europe and the United States. *Journal Of Cleaner Production*, 13(1), 1-17. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2003.10.004>
57. [Hannequart, 2004] Hannequart, J-P. (2004). *Good practice guide on waste plastics recycling: A guide by and for local and regional authorities*. Association of cities and regions for recycling (ACRR), Belgium.
58. [Helo, 2016] Helo, J. R. P., (2016), “Developing service supply chains by using agent based simulation”, *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 116 No. 2 pp. -.
59. [Hoek, 2001] Hoek, R. (2001). Case studies of greening the automotive supply chain through technology and operations. *International Journal of Environmental Technology and Management*, 1(1/2), p.140.
60. [Homburg & Kuehnl, 2014] Homburg, C. and Kuehnl, C. (2014), “Is the more always better? A comparative study of internal and external integration practices in new product and new service development”, *Journal Of Business Research*, Vol. 67 No. 7, pp.1360-1367.
61. [Hsu et al., 2010] Hsu, Y., Lee, C. and Kreng, V. (2010). The application of Fuzzy Delphi Method and Fuzzy AHP in lubricant regenerative technology selection. *Expert Systems with Applications*, 37(1), pp.419-425.
62. [Hwang & Yoon, 1981] Hwang, C.L., and Yoon, K., (1981). *Multiple Attribute Decision Making-Methods and Applications*. Heidelberg, Springer-Verlag.
63. [Ishibuchi et al., 1995] Ishibuchi, H., Nozaki, K., Yamamoto, N. and Tanaka, H. (1995), “Selecting fuzzy if-then rules for classification problems using genetic algorithms”, *IEEE Trans. Fuzzy Syst.*, Vol. 3 No. 3, pp.260-270.
64. [ISO, 2000] ISO 14042:2000 (2000) *Environmental management -- Life cycle assessment -- Life cycle impact assessment*, ISO Geneve
65. [ISO/IEC 9001:2008] ISO/IEC 9001:2008 (2008), *ISO 9001:2008 Quality management systems – Requirements*, Geneva, Switzerland: ISO/IEC.
66. [Jaeger, 2001] Jaeger, C. (2001). *Risk, uncertainty, and rational action*. London: Earthscan.
67. [Jago, 1982] Jago, A. (1982). Leadership: Perspectives in Theory and Research. *Management Science*, 28(3), pp.315-336.
68. [Jain et al., 2015] Jain, V., Kumar, A., Kumar, S. and Chandra, C. (2015), “Weight restrictions in Data Envelopment Analysis: A comprehensive Genetic Algorithm based approach for incorporating value judgments”, *Expert Systems with Applications*, Vol. 42 No. 3, pp.1503-1512.
69. [Jayal et al., 2010] Jayal, A., Badurdeen, F., Dillon, O. and Jawahir, I. (2010). Sustainable manufacturing: Modeling and optimization challenges at the product, process and system levels. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 2(3), pp.144-152.
70. [Kaplan & Norton, 2004] Kaplan, R. and Norton, D. (2004). *Strategy maps*. Boston: Harvard Business School Press.
71. [Karipidis, 2011] Karipidis, P. (2011). Market evaluations of dimensions of design quality. *International Journal of Production Economics*, 129(2), pp.292-301.

72. [Kaya & Kahraman, 2011] Kaya, T., and Kahraman, C., (2011). Multicriteria decision making in energy planning using a modified fuzzy TOPSIS methodology. *Expert Systems with Applications*, 38, 6577-6585.
73. [Klarin et al., 2009] Klarin, M., Spasojevic-Brkic, V., Sajfert, Z., Zunjic, A. and Nikolic, M. (2009). Determination of passenger car interior space for foot controls accommodation. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering*, 223(12), pp.1529-1547.
74. [Kleber et al., 2009] Kleber, R., Schulz, T., & Voigt, G. (2009). Dynamic buy-back for product recovery in end-of-life spare parts procurement. Magdeburg: Univ., FEMM.
75. [Klir & Folger, 1988] Klir, G. J., and Folger, T., (1988). *Fuzzy Sets, Uncertainty, and Information*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ., USA.
76. [Klir & Yuan, 1995] Klir, G. and Yuan, B. (1995). *Fuzzy sets and fuzzy logic*. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall PTR.
77. [Koontz et al., 1993] Koontz, H., O'Donnell, C. and Weihrich, H. (1993). *Management*. McGraw.
78. [Kotler & Caslione, 2009] Kotler, P. and Caslione, J. (2009). *Chaotics*. New York: AMACOM.
79. [Krech et al., 1972] Krech, D., Crutchfield, R., Ballachey, E. and Ušević, D. (1972). *Pojedinac u društvu*. Beograd: Zavod za udz benike i nastavna sredstva Srbije.
80. [Krstić et al., 2007] Krstić, D., Marjanović, Z. and Brzaković, R. (2007). Upravljanje emisijom i životnim ciklusom vozila. In: *Festival kvaliteta 2007*. Kragujevac: Centar za kvalitet, Fakultet inženjerskih nauka u Kragujevcu, pp.1-9.
81. [Linstone & Turoff, 1975] Linstone, H. and Turoff, M. (1975). *The Delphi method*. Reading, Mass.: Addison-Wesley Pub. Co., Advanced Book Program.
82. [Locke & Kirkpatrick, 1991] Locke, E. and Kirkpatrick, S. (1991). *The essence of leadership*. New York: Lexington Books.
83. [Lootsma & Schuijt, 1997] Lootsma, F. and Schuijt, H. (1997). The Multiplicative AHP, SMART and ELECTRE in a Common Context. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 6(4), pp.185-196.
84. [Lord et al., 1986] Lord, R., de Vader, C. and Alliger, G. (1986). A meta-analysis of the relation between personality traits and leadership perceptions: An application of validity generalization procedures. *Journal of Applied Psychology*, 71(3), pp.402-410.
85. [Mahdavi et al., 2008] Mahdavi, I. Mahdavi-Amiri, N., Heidarzade, A., and Nourifar, R. (2008). Designing a model of fuzzy TOPSIS in multiple criteria decision making. *Applied Mathematics and Computation* 206, 607–617.
86. [Martínez-Lorente & Martínez-Costa, 2004] Martínez-Lorente, A. and Martínez-Costa, M. (2004). ISO 9000 and TQM: substitutes or complementaries?. *Int J Qual & Reliability Mgmt*, 21(3), pp.260-276.
87. [Merigó & Casanovas, 2008] Merigó, J.M. and Casanovas, M. (2008). *Using fuzzy numbers in heavy aggregation operators*.
88. [Merigó & Gil-Lafuente, 2011] Merigó, J.M., Gil-Lafuente, M.A., (2011). Fuzzy induced generalized aggregation operators and its application in multi-person decision making. *Expert System with Applications*, 38(8), 9761-9772.

89. [Milivojević et al., 2008] Milivojević, J., Grubor, S. and Kokić Arsić, A. (2008). Razvoj integrisanog i održivog razvoja reciklaže motornih vozila na kraju životnog ciklusa u Srbiji. In: 3. *Konferencija o kvalitetu života, Festival kvaliteta*. Kragujevac: Centar za kvalitet, Fakultet inženjerskih nauka u Kragujevcu, pp.1-6.
90. [Milivojević et al., 2011] Milivojević, J., Kokić Arsić, A., Kanjevac, K., Đokić, S. and Savović, I. (2011). Nova filozofija kvaliteta života. In: 6. *Konferencija o kvalitetu života, Festival kvaliteta*. Kragujevac: Centar za kvalitet, Fakultet inženjerskih nauka u Kragujevcu, pp.B121-B130.
91. [Milivojević et al., 2012] Milivojević, J., Kokić Arsić, A., Grubor, S., Savovic, I. and Kanjevac, K. (2012). Filozofija kvaliteta života i održivost ljudske zajednice. In: 7. *Konferencija o kvalitetu života, Festival kvaliteta*. Kragujevac: Centar za kvalitet, Fakultet inženjerskih nauka u Kragujevcu, pp.B13-B21.
92. [Miller & Blair, 1985] Miller, R. and Blair, P. (1985). *Input-output analysis*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
93. [Nadler & Nadler, 1989] Nadler, L. and Nadler, Z. (1989). *Developing human resources*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
94. [Neely et al., 2007] Neely, A., Kennerly, M. and Adams, C. ed., (2007), *Performance measurement frameworks: a review*. 1st ed. Cambridge University Press, Cambridge.
95. [Negash, 2004] Negash, S. (2004), "Business Intelligence", *Communications of the Association for Information Systems*, Vol. 13 No. 15, pp.177-195.
96. [Nickel, 1996] Nickel, W. (1996). *Recycling – Handbuch*. Heidelberg, Germany: Springer-Verlag GmbH.
97. [Pan et al., 2010] Pan, J.-N., Kuo, T.-C., and Bretholt, A. (2010), "Developing a new key performance index for measuring service quality", *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 110 Iss 6 pp. 823 - 840
98. [Parmenter, 2010] Parmenter, D. (2010), *Key performance indicators*, John Wiley & Sons, Hoboken, N.J.
99. [Perron et al., 2001] Perron, S., Hansen, P., Le Ligabel, S., Mladenović, " Exact and heuristic solutions of the global supply chain problem with transfer pricing", *European Journal of Operational Research*, 202(3) (2001) 864-879.
100. [Plummer & Armitage, 2007] Plummer, R. and Armitage, D. (2007). A resilience-based framework for evaluating adaptive co-management: Linking ecology, economics and society in a complex world. *Ecological Economics*, 61(1), pp.62-74.
101. [Rendell & Mc Ginty, 2004] Rendell, E., and Mc Ginty, K. (2004). *Environmental Management Systems: A Guidebook for Improving Energy and Environmental Performance in Local Government*, Pennsylvania, USA: Five Winds International.
102. [Robèrt et al., 2002] Robèrt, K., Schmidt-Bleek, B., Aloisi de Lardereel, J., Basile, G., Jansen, J., Kuehr, R., Price Thomas, P., Suzuki, M., Hawken, P. and Wackernagel, M. (2002). Strategic sustainable development — selection, design and synergies of applied tools. *Journal of Cleaner Production*, 10(3), pp.197-214.
103. [Robeyns & van der Veen, 2007] Robeyns, I. and van der Veen, R. (2007). *Sustainable quality of life: Conceptual analysis for policy-relevant empirical specification*. Bilthoven, Nederland: Nederlands Environment Assessment Agency.
104. [Rose, 2004] Rose, A. (2004). Defining and measuring economic resilience to disasters, *Disaster Prevention and Management*, 13(4), pp. 307-314

105. [Rupasingha & Goetz, 2011] Rupasingha, A. and Goetz, S. (2011). Self-employment and local economic performance: Evidence from US counties*. Papers in *Regional Science*, p.no-no.
106. [Saaty, 1990] Saaty, T.L., (1990). How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal Operational Research*, 48, 9-26.
107. [Saura et al., 2008] Saura, I., Frances, D., Contri, G. and Blasco, M. (2008), "Logistics service quality: a new way to loyalty", *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 108 No. 5, pp.650-668.
108. [Schmidt & Leithner, 1995] Schmidt, J. and Leithner, R. (1995). *Automobilrecycling*. Berlin [u.a.]: Springer.
109. [Seçme et al., 2009] Seçme, Y.N., Bayrakdaroğu, Kahraman, C. (2009). Fuzzy performance evaluation in Turkish Banking Sector using Analytic Hierarchy 11709.Process and TOPSIS, *Expert Systems with Applications*, 36, 11699-11709.
110. [Shih et al., 2007] Shih, H.S., Shyr, H.J., and Lee, E.S., (2007). An extension of TOPSIS for group decision making. *Mathematical and Computer Modelling*, 45 (7/8), 801–813.
111. [Stapenhurst, 2009] Stapenhurst, T. (2009). *The Benchmarking Book*. Heinemann, Amsterdam: Elsevier and Butterworth.
112. [Staudinger & Keoleian, 2016] Staudinger, J. and Keoleian, G. (2016). *Management of End-of Life Vehicles (ELVs) in the US*. Report No. CSS01-01. Ann Arbor, Michigan, USA: Center for Sustainable Systems, University of Michigan.
113. [Sterman, 2000] Sterman, J. (2000). *Business dynamics*. Boston: Irwin/McGraw-Hill.
114. [Stimson, et al., 2006] Stimson, R., Stough, R. and Roberts, B. (2006). *Regional economic development*. Berlin: Springer.
115. [Stogdill, 1974] Stogdill, R. (1974). *Handbook of leadership: A survey of theory and research*, New York: Free Press.
116. [Stogdill, 1984] Stogdill, R. (1984). *Stogdill's handbook of leadership*, New York: Free Press.
117. [Tadić et al., 2013] Tadić, D., Gumus, T.A., Arsovski, S., Aleksić, A., and Stefanović, M., (2013). An evaluation of quality goals by using fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methodology. *Journal of Intelligent&Fuzzy Systems*, 25, 547-556.
118. [Tadić et al., 2014] Tadić, D., Aleksić, A., Stefanović, M., and Arosvski, S., (2014). Evaluation and Ranking of Organizational Resilience Factors by Using a Two Step Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS. *Mathematical Problems in Engineering*, Vol.2014, No.Article ID 418085, 13 pages.
119. [Tadić et al., 2014] Tadić, D., Mimović, P., Kostić, J., Zahar-Đorđević, M. (2014). *A fuzzy bi-linear management model of electrcal and electronic waste in reverse logistic chains*. YUJOR, DOI:
120. [Tam & Tam, 2006] Tam, V. and Tam, C. (2006). A review on the viable technology for construction waste recycling. *Resources, Conservation and Recycling*, 47(3), pp.209-221.
121. [Tanaka & Asai, 1984] Tanaka, H. Asai, K., "Fuzzy Linear Programming Problems with Fuzzy Numbers", *Fuzzy Sets and Systems*, 13 (1984) 1-10.
122. [Tefamariam & Sadiq, 2006] Tefamariam, S. and Sadiq, R. (2006). Risk-based environmental decision-making using fuzzy analytic hierarchy process (F-AHP). *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 21(1), pp.35-50.

123. [The European Parliament and of the Council, 2015] The European Parliament and of the Council, (2015). *Directive 2000/53/EC*. Ženeva: Parlament Evropske Unije.
124. [Togawa, 2008] Togawa, K. (2008). Japan's Automotive Recycling System: Evaluation Three Years after Implementation. In: M. Kajima, ed., *Promoting 3Rs in Development Countries: Lessons from Japanese Experience*, 1st ed. Chiba Prefecture, Japan: *Institute of Developing Economies*, pp.107-124.
125. [Torfi et al., 2010] Torfi, F., Farahani, Z., R., Rezapour, S. (2010). Fuzzy AHP to determine the relative weights of evaluation criteria and Fuzzy TOPSIS to rank the alternatives, *Applied Soft Computing*, 10, 520-528.
126. [UNSD, 2012] UNSD, (2012). *The Future we want, A/RES/66/288*
127. [USG, 2015] USG (2015). *Global sustainability Report, 2015 Edition, ICSU/ISSC*
128. [VDI 2243, 2002] VDI 2243 (2002), *Recycling-oriented product development*, VDI, Verlog, Dusseldorf
129. [Vidal & Goetschalckx, 2001] Vidal, J.C., and Goetschalckx, M. (2001). A global supply chain model with transfer pricing and transportation allocation, *European Journal of Operational Research*, 129 (1) 134-158.
130. [Vlada Republike Srbije, 2006] Vlada Republike Srbije, (2006). *Strategija razvoja autoindustrije srbije do 2015. godine. Strategija razvoja autoindustrije Srbije*. Beograd: Vlada Republike Srbije.
131. [VOLVO, 2015] VOLVO (2015). *VOLVO waste-handler excavators: Extreme performance in harsh conditions*.
132. [Vujošević, 1999] Vujošević, M., [1999] *Operaciona istraživanja-izabrana poglavlja*, Fakultet organizacionih nauka, Beograd.
133. [Wang et al., 2010] Wang, C., Lu, I. and Chen, C. (2010). Integrating hierarchical balanced scorecard with non-additive fuzzy integral for evaluating high technology firm performance. *International Journal of Production Economics*, 128(1), pp.413-426.
134. [Weber & Martinsen, 2013] Weber, K., & Martinsen, D. (2013). From system cost minimization to sustainability maximization—A new fuzzy program approach to energy systems analysis. *Fuzzy Sets And Systems*, 231, 1-25. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fss.2012.11.013>
135. [Winkelman et al., 2009] Winkelman, S., Bishins, A. and Kooshian, C. (2009). *Cost effective GHG reductions through smart growth & improved transportation choices*. Washington, DC: Center for Clean Air Policy.
136. [Wongdeethai, 2006] Wongdeethai, A. (2006). *The Development of Modern Management Tools and Their Specific Requirement for the Assessment of Recyclability of Products*. PhD. Technishen Universitat Cottbus.
137. [Young, 2010] Young, O. (2010). Institutional dynamics: Resilience, vulnerability and adaptation in environmental and resource regimes. *Global Environmental Change*, 20(3), pp.378-385.
138. [Yukl & Lepsinger, 2004] Yukl, G. and Lepsinger, R. (2004). *Flexible leadership*. San Francisco: Jossey-Bass.
139. [Zimmermann, 2001] Zimmermann, H. J., (2001). *Fuzzy Set Theory and its Applications*. Kluwer Nijhoff Publishing, Boston, USA.
140. [Арсовски, 2002] Арсовски С. (2002), *Менаџмент економиком квалитета*, Машински факултет, Центар за квалитет Крагујевац

141. [МУП Србије, 2009] МУП Србије, (2009). *Podaci o registraciji motornih vozila u Srbiji za period 1998. do 2008.* Београд: МУП Србије.
142. [Сајферт et al., 2012] Сајферт, З., Аџић, С., и Цвијановић, Ј. (2012). *Корпоративно лидерство*, Технички факултет „Михајло Пупин“, Зрењанин, ISBN 978-86-8672-160-3, ID 1893444268, 2012, str. 222.