



МАШИНСКИ
ФАКУЛТЕТ
СКОПЈЕ

Универзитет „Св. Кирил и Методиј” - Скопје
Машински факултет

Трет циклус на студии
Индустриско инженерство и менаџмент

**РЕВЕРЗИБИЛНАТА ЛОГИСТИКА КАКО ЕДЕН ОД КЛУЧНИТЕ
ДВИГАТЕЛИ НА ЦИРКУЛАРНАТА ЕКОНОМИЈА**
(докторски труд)

**REVERSE LOGISTICS AS ONE OF KEY DRIVERS OF THE
CIRCULAR ECONOMY**
(doctoral thesis)

Кандидат
М-р Дејан Крстев

Ментор
Проф. Д-р Радмил Поленаковиќ

Скопје, Октомври 2020

КОМИСИЈА

1. Проф. д-р Радмил Поленаковиќ, ментор, Машински факултет, Универзитет “Св. Кирил и Методиј”, Скопје;
2. Проф. д-р Ванчо Донеv, член, Машински факултет, Универзитет “Св. Кирил и Методиј”, Скопје;
3. Проф. д-р Валентина Гечевска, член, Машински факултет, Универзитет “Св. Кирил и Методиј”, Скопје;
4. Проф. д-р Атанас Кочов, член, Машински факултет, Универзитет “Св. Кирил и Методиј”, Скопје;
5. Вон. проф. д-р Мишко Џидров, надворешен член, Машински факултет, Универзитет “Гоце Делчев”, Штип.

БЛАГОДАРНОСТ

Искрена благодарност до моето семејство за поддршката која ја добив од нивна страна во текот на изработката на Докторскиот труд.

Исто така, искрена благодарност до Проф. д-р Радмил Поленаковиќ кој беше мој ментор и ме водеше низ целиот процес за изработка на докторската дисертација за посветеноста и укажаната стручна и научна помош, како и благодарност до професорите на Универзитетот “Св. Кирил и Методиј”, Машински факултет - Скопје за укажаната поддршка околу завршување на сите потребни обврски за овој Докторски труд.

Содржина

Апстракт	7
Abstract	8
1. ВОВЕД	9
1.1. Позадина на истражување	9
1.2. Мотивација за истражување	13
1.3. Истражувачка цел и цели	14
1.4. Обем на истражување	15
1.5. Организација на тезата	16
2. ПРЕГЛЕД НА ЛИТЕРАТУРАТА	18
2.1. Вовед	18
2.2. Стратегија за пребарување	19
2.3. Логистика	21
2.4. Реверзибилна логистика (RL)	23
2.4.1. Реверзибилни логистички активности	25
2.4.2. Реверзибилна логистичка карактеристика	32
2.4.3. Идентификација на реверзибилни логистички прашања	35
2.5. Реверзибилен логистички дизајн	36
2.6. Циркуларна економија (CE)	38
2.7. Принципи на Циркуларната економија	42
2.8. Однос помеѓу Циркуларната економија и Реверзибилната логистика	44
2.9. Оправдување за истражување	45
3. РЕВЕРЗИБИЛНАТА ЛОГИСТИКА	48
3.1. Идентификација на активностите на Реверзибилната логистика	50
3.2. Анализирање на деталите на процесот на реверзибилна логистика	51
3.2.1. Поправка	51
3.2.2. Реновирање	52
3.2.3. Преработка	53
3.2.4. Канибализација	54
4. ЦИРКУЛАРНАТА ЕКОНОМИЈА	56
4.1. Линеарен модел и планирана застареност	57
4.1.1. Критика на линеарен модел	59
4.2. Циркуларниот синџир на вредности на производот	60
4.2.1. Поврзани концепти	61
4.2.2. Cradle-to-cradle	62
4.2.3. Сива економија	63
4.2.4. Регенеративен дизајн	64
4.2.5. Затворени синџири на снабдување	64
4.2.6. Природен капитализам	66
4.2.7. Индустриска екологија	67
4.2.8. Перформансна економија (Ефикасност на економијата)	68
4.2.9. Биомимикрија	68
4.2.10. Реверзибилна логистика	69
5. ОДНОС ПОМЕЃУ ЦИРКУЛАРНАТА ЕКОНОМИЈА И РЕВЕРЗИБИЛНАТА ЛОГИСТИКА	71
5.1. Однос помеѓу циркуларната економија и реверзибилната логистика	72
6. МЕТОДОЛОГИЈА	74
6.1. Производна технологија за дрвено гориво	77
6.1.1. Суровини	78
6.1.2. Алтернативни суровини	80
6.1.3. Складиште за суровини	82

6.1.4.	Претходен третман	83
6.1.5.	Сушење на струготината	83
6.1.6.	Индустриско сушење	84
6.1.7.	Теорија на сушење	85
6.1.8.	Ситнење на струготината	86
6.1.9.	Пелетизирање на струготината	87
6.1.10.	Адитиви	89
6.1.11.	Ладење на пелетите	90
6.1.12.	Складирање на пелетите	90
6.1.13.	Испорака и складирање за потрошувачите	91
6.1.14.	Согорување	93
6.2.	Дрвени отпадни ресурси во Македонија	94
6.3.	Типови на дрвен отпад во Македонија	97
6.3.1.	Нови сировини за производство на пелети	100
6.3.2.	Енергетско дрво и влажни пилевински чипсови	100
6.3.2.	Тресет	101
6.3.3.	Кора	102
6.3.4.	Земјоделски сировини	102
6.3.4.1.	Лозови насади во Р.Македонија	103
6.3.5.	Врба	105
6.3.6.	Слама	106
6.3.7.	Трска	106
6.4.	СТУДИЈА НА СЛУЧАЈ – <i>DikFagus</i>	107
6.4.1.	Опис на работниот процес за производство на мебел	108
6.4.2.	Типови на дрвен отпад и методи за негово искористување	109
6.4.3.	Производство на нов производ од отпадот	114
6.5.	СТУДИЈА НА СЛУЧАЈ – <i>Gama Dizajn</i>	121
6.5.1.	Опис на работниот процес на производство на палети	121
6.5.2.	Типови на дрвен отпад и методи за нивно искористување	126
6.5.3.	Производство на реновиран производ од отпадот по усвојување на принципите на Циркуларна економија	128
7.	РЕЗУЛТАТИ	135
7.1.	Идентификација на принципите на циркуларна економија	135
7.2.	Емпириско истражување	137
7.2.1.	Потреби и оправданост	137
7.2.2.	Цел и методи	137
7.2.2.1.	Пирсинов тест (χ^2) и коефициент на контингенција (C)	138
7.3.	Анкетен прашалник во врска со активностите на Циркуларната економија (CE) и Реверзибилната логистика (RL)	139
7.4.	Хипотетска рамка	142
7.5.	Социо-Економски-Еколошки анализи и интерпретација на анкетниот прашалник	144
7.6.	SEM со AMOS	161
7.6.1.	Придобивки од користењето на SEM	162
7.7.	Заеднички термини во SEM	162
7.7.1.	Набљудувани и латентни варијабли (променливи)	162
7.7.2.	Егзогени и ендогени латентни варијабли (променливи)	163
7.7.3.	Експлоративна анализа на фактори (EFA) и потврда за анализа на фактори (CFA)	164
7.8.	Обработка на податоци според дел од хипотетска рамка на истражување	166

7.8.1	Соодветни индекси за моделирање на структурни равенки.....	166
7.8.2	Резиме на критериуми што истражувачите често ги користат.....	167
7.8.3	Индекси кои ги споредуваат целните и нула моделите	169
7.8.4	Нула, Стандарден, Засилен, Независен модел во SEM.....	171
7.8.5	Обработка на податоци според дел од хипотетска рамка на истражување.....	172
ЗАКЛУЧОК.....		196
КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА.....		202

Апстракт

Реверзибилната логистика е комплексна да се управува поради вклучената неизвесност, (на пример, спектарот на квалитетни производи, времето на повратот на производот и обемот на поврат). Робустниот дизајн на реверзибилната логистика може да придонесе за зголемување на ефикасноста на операциите. Поради тоа, рамката за дизајнирање на реверзибилната логистика треба да биде формализирана. Циркуларната економија се фокусира на поддршка за одделувањето на третманите помеѓу техничките и биолошките материјали за максимизирање на дизајнот за повторна употреба, за поврат во биосферата и задржување на вредноста преку иновации низ сите можни полиња. Целта на ова истражување е да се развие нова рамка за дизајнирање на операциите на Реверзибилната логистика, врз основа на вредностите на Циркуларната економија, која може да ја зголеми ефикасноста на операциите. Оваа истражување е спроведено преку квалитативни истражувања, кои вклучуваат случаи длабински анализирани, во опции за обновување на производ. Прегледот на литературата и интервјуата се главните методи на ова истражување. Тестот е спроведен со интервјуирање на експерти и испитаници за да се добие стручно мислење и да се тестира резултатот од истражувањето, кој е развиена рамка за дизајнирање на реверзибилната логистика врз основа на вредностите на циркуларната економија. Тестирањето ангажира пет критериуми (употребливост, изводливост, конзистентност, ефективност и корисност). Формалната рамка на дизајнот на реверзибилната логистика, вредностите на циркуларната економија, рамката за дизајнирање на реверзибилната логистика врз основа на вредностите на циркуларната економија, посебно опциите за поврат на производи (поправка, реновирање, повторно производство и канибализација), кои се главни наоди од истражувањето. Истражувањата академски придонесуваат за развој на формална рамка за дизајнирање на реверзибилната логистика и за идентификација, преформулирање, редефинирање и имплементација на вредности на Циркуларната економија. Истражувањето може да се искористи како основа за ефективен дизајн на реверзибилната логистика, кое ги зема предвид економските, еколошките и социјалните влијанија. Истражувањето може да се користи како упатство или алатка за оценување при дизајнирање/модифицирање на реверзибилната логистика врз основа на вредностите на Циркуларната економија, кое може да го поддржи спроведувањето на една реверзибилна логистичка операција.

Клучни зборови: Циркуларната економија; Циркуларни економски вредности; Обнова на производот; Обратна логистика; Дизајн на повратна логистика

Abstract

Reverse Logistics (RL) is complex to be managed due to the uncertainty involved e.g. the quality range of products, timing of product returns and volume of returns. A robust RL design can contribute to increase the effectiveness of RL operations. Therefore, an RL design framework needs to be formalised. Circular economy (CE) focuses on supporting the separation of treatments between technical and biological materials in maximising the design for reuse to return to the biosphere and retain value through innovations across fields. The aim of the research is to develop a new framework to design RL operations based on CE values that can increase the effectiveness and efficiency of RL operations. This research has been conducted through the qualitative research involving cases in product recovery (PR) options that are analysed in-depth. Literature review and interview are the main methods of this research. A test was conducted by interviewing expert and respondents to obtain the expert view and test the research result which is a developed framework to design RL based on CE values. The testing engaged five criteria (usability, feasibility, consistency, effectiveness and utility). The formal RL design framework, CE values, framework to design RL based on CE values specifically PR options (repair, refurbishment, remanufacturing and cannibalisation) are main research findings. The research contributes academically to the development of a formal RL design framework and to the identification, reformulation, redefinition and implementation of CE values. The research can be used as a basis for an effective design of RL that takes into account the economic, environmental and social impacts. The research can be used as a guideline or an appraisal tool in designing/modifying RL based on CE values that can support the implementation of a single RL operation and also RL based on CE.

Keywords: Circular economy; Circular economy values; Product recovery; Reverse logistics; Reverse logistics design

1. ВОВЕД

1.1. Позадина на истражување

Повратот на производи е вообичаено од првите денови на трговијата, првично означено како појдовна точка на реверзибилната логистика (РЛ). Во осумдесеттите години, многу истражувачи¹ се обиделе да формулираат дефиниции за реверзибилна логистика, иако тие² ја дефинирале на доста ограничен начин, односно во материјалните движења од клиенти до производители, што значи дека тоа е само од аспект на поврат на производите.³ Реверзибилната логистика самата го привлече вниманието на академиците уште од раните 1990-ти. Оттогаш, различни истражувачи ја истражувале областа на реверзибилната логистика (на пример, Stocks, 1992, 1998, Koricki и сор., 1993, Carter и Ellram, 1998, Tibben-Lembke и Rogers, 1999). Tibben-Lembke и Rogers (1999) ја дефинирале како акција за управување, која се однесува на неколку клучни зборови, на пример, логистички активности/улоги, активности за обновување/повторна употреба, отстранување, вредности за повторна употреба, управување, дистрибуција на канали, повратен проток, трошоци итн.

Реверзибилната логистика се смета за многу покомплексна од традиционалниот синџир на снабдување.⁴ Таа опфаќа поврат на производот, намалување на изворот, рециклирање, замена на материјали, повторна употреба на материјали, отстранување на отпадот и реновирање, поправка и преработка.⁵ Реверзибилната логистика, исто така, се смета дека е покомплексна за да се управува отколку напредната логистика,⁶ бидејќи деталните активности во Реверзибилната логистика ја вклучуваат големината, обемот и влијанието врз индустријата и видовите на дистрибутивни канали.⁷

¹ Murphy, P. & Poist, R. (1989) Management of Logistical Retromovements: An Empirical Analysis of Literature Suggestions. *Transportation Research Forum*. 29 (1), 177–184.

² Lambert, D. M. & Stock, J. R. (1987) *Strategic Physical Distribution Management*. Homewood, IL, Irwin.

³ Murphy, P. R. (1986) A Preliminary Study of Transportation и Warehousing Aspects of Reverse Distribution. *Transportation Journal*. 35 (4), 12–21.

⁴ Meyer, H. (1999) Many Happy Returns. *Journal of Business Strategy*. 20 (4), 27–31.

⁵ Stock, J. R. (1998) *Development u Implementation of Reverse Logistics Programs*. Oak Brook, Council of Logistics Management.

⁶ Tibben-Lembke, R. S. (2002) Life after death: reverse logistics и the product life cycle. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. 32 (3), 223–244.

⁷ Rogers, D. S. & Tibben-Lembke, R. S. (2001) An Examination of Reverse Logistics Practices. *Journal of Business Logistics*. 22 (2), 129–48

Следствено на тоа, планирањето на мрежата на Реверзибилната логистика е логично поголем предизвик, отколку напредната логистика, поради зголемената несигурност.⁸ Таквите неизвесности беа објавени од Meyer (1999), нагласувајќи го фактот дека производитите имаат сопствени животни циклуси и секое враќање може да бара различни третмани, во зависност од тоа дали производот е дефектен, оштетен, рециклиран или повторно употреблив, предизвикувајќи зголемена комплексност во процесот на планирање. Fleischmann и сор. (1997) и понатаму додале аспекти на несигурност, како што е времето на поврат на производитите, количина на враќање и квалитетот на користените производи вратени од клиентите.

Покрај тоа, Tibben-Lembke и Rogers (2001) го испитувале спроведувањето на стратегиите за Реверзибилната логистика, преку интервјуирање на бројни логистички менаџери. Резултатите покажале дека 35% од 311 менаџери потврдиле дека нивните компании не го имплементирале правилно системот на Реверзибилната логистика. Проблемите за спроведување на стратегиите за Реверзибилна логистика биле предвидени поради недостаток на системи. Во однос на имплементацијата, Meyer (1999), исто така, нагласил дека Реверзибилна логистика има потреба од робустен систем кој претставува можност за намалување на трошоците, подобрување на работењето и услугите на клиентите и зголемување на приходите.

Методите за формален дизајн на Реверзибилната логистика ретко се опишани од истражувачите. Повеќето од нив се фокусираат на дизајнот на мрежата на Реверзибилната логистика (на пример, Fleischmann, 2001b, Bostel и сор., 2005, Daaboul и сор., 2014). Дизајнот на мрежата на Реверзибилната логистика е важен. Пред да се дизајнира, треба да се обезбеди методот или рамката на Реверзибилната логистика, дизајнот што може да биде водич за изградба на робустни операции на Реверзибилната логистика. Таа е наведена како широк концепт⁹ и исто така комплексна за управување, заради неизвесноста опишана погоре.

Терминот "Циркуларна економија", ја опишува индустриската економија која е обновлива и опфаќа минимизирање на потрошувачката на конечни ресурси и суровини

⁸ Flapper, S. (1995) On the Operational Logistics Aspects of Reuse. *Second International Symposium on Logistics*.

⁹ Kopicki, R. J., Berg, M. J., Legg, L., Dasappa, V. & Maggioni, C. (1993) *Reuse u Recycling: Reverse Logistics Opportunities*. Oak Brook, Council of Logistics Management.

во производството на производите (EMF, 2013), за разлика од моделот на линеарна економија на "зemi, направи, отфрли". Циркуларната економија ја нагласува циркулацијата на содржината на производите назад до местото на производство по завршувањето на нивниот живот (EoL – End of Life). Основната премиса за обнова и рециркулација на EoL производите е посебен третман на техничките и биолошките материјали, така што доколку е потребно, овие биолошки материјали можат безбедно да се ослободат во биосферата. Поради тоа крајната цел на Циркуларната економија е да ги минимизира содржините, што би можеле да завршат во депонијата или согорувањето.

Циркуларната економија, како индустриски систем, поддржува конзервативен концепт преку интелигентен дизајн на материјали, производи, системи и бизнис модел. Preston (2012) го толкува како редизајн на глобалните системи за производство и потрошувачка, кои ги комбинираат животната средина, ресурсите, технологијата и побарувачката на потрошувачите. Циркуларна економија се стреми да го максимизира дизајнот за повторна употреба, со цел да ја задржи вродената вредност на материјалите кои се рециркулираат преку иновации низ разните полиња,¹⁰ претставени со обработка на EoL – End of Life и активностите за обновување на производот, како што се поправка, повторна употреба, реновирање, преработка и рециклирање. За поддршка на оваа застапеност, Циркуларна економија треба да се операционализира со користење на пониски нивоа на принципи, вредности или други сродни термини. Понатаму, привремено ќе се користат наизменични принципи и вредности на Циркуларна економија, иако првичната намера е да се открие основната вистина, која е принцип, кој треба да се докаже понатаму.

Идентификувањето на принципите на Циркуларната економија е од клучно значење за да се преформулира, со крајна цел да се обезбедат достапни принципи на Циркуларната економија, во формат/структура која може да се користи за специфични цели за имплементација, со цел да се поддржат активностите за обработка, обновување или Реверзибилна логистика на EoL. Истражувачите се обиделе да ги опишат принципите на Циркуларната економија, на пример Feng (2004), Pinter (2006), Yuan и

¹⁰ Lacy, P. & Rutqvist, J. (2015) *Waste to wealth: the circular economy advantage*. New York, Palgrave Macmillan.

сop. (2006), Yong (2007), Geng и сop. (2012), EMF (2013), Stachel (2013), EMF (2015), Pan и сop. (2015). Сепак, ниту еден од нив не ги користел принципите на Циркуларната економија како рамка за проектирање на операциите од Реверзибилната логистика. Принципите ќе бидат јасно преформулирани во ова истражување преку извлекување на многу извори, споредување на некои случаи, истражување на постоечките принципи на Циркуларната економија, идентификување на карактеристиките на Циркуларната економија и нивно преформулирање во лесно достапни принципи во формат/структура, која може да се користи за дизајн на Реверзибилната логистика.

Идејата за Реверзибилната логистика очигледно споделува сличности со активностите на Циркуларната економија - поправка, реновирање, преработка, рециклирање и редуцирање.¹¹ Целта на Реверзибилната логистика е да се намали суровината, материјалот за повторна употреба и да се почитува животната средина,¹² која се вклопува во некои активности и намени на Циркуларната економија, иако во поширок концепт. Истражувачите, исто така, ги погледнале Реверзибилната логистика и Циркуларната економија во односите меѓу себе, односно Xiangru и Wei (2009), Chen и Chen (2010), Ripanti и сop. (2015, 2016).

Имајќи ја предвид потребата за формализирање на рамката за дизајнирање на Реверзибилната логистика, се зема предвид комплексноста на управувањето со Реверзибилната логистика, слични активности помеѓу Реверзибилната логистика и Циркуларната економија и поширокиот концепт на Циркуларната економија. Самиот концепт на Циркуларната економија нуди да ги задржи производитите, компонентите и материјалите со најголема корисност и вредност во секое време. Од тие причини, развиена е рамка за дизајнирање на Реверзибилната логистика врз основа на вредностите на Циркуларната економија. Понатаму, опциите за односи со јавноста се избираат така што спроведувањето на истражувањето се мери и реалистично во однос на времето. Поправката, реновирањето, преработката и канибализацијата се фокусираат на истражување за спроведување на Реверзибилната логистика врз основа на вредностите на Циркуларната економија.

¹¹ Alwood, J. M., Ashby, M. F., Gutowski, T. G. & Worrell, E. (2011) Material efficiency: A white paper. *Resources, Conservation u Recycling*. 55 (2011), 365–381.

¹² Thierry, M., Salomon, M., Nunen, J. V. & Van Wassenhove, L. (1995) Strategic issue in product recovery management. *California Management Review*. 37 (2), 114–135.

1.2. Мотивација за истражување

Претставени се петте мотивации на истражувањето. Прво, Реверзибилната логистика, како што е опишано претходно, е сложена да се управува поради некои неизвесности, на пример, квалитетот на обемот на производи, различниот третман и обемот на поврат.¹³ Дополнително, Tibben-Lembke и Rogers, (2001) ја испитувале имплементацијата на стратегиите за Реверзибилна логистика, каде што некои компании сè уште не го имплементирале системот правилно. Потешкотии со имплементацијата на оваа стратегија за Реверзибилна логистика било предвидено поради недостаток на системите. Студијата во врска со неизвесноста и сложеноста, што се однесува на Реверзибилна логистика, е интересна и предизвикувачка област која треба да се истражува повеќе.

Второ, концептот на Циркуларната економија нуди оптимална употреба на ресурси, минимална емисија и отпад во производството и потрошувачката преку обновување/повторна употреба и регенерација. Нејзината цел е постојано да ги чува производите,¹⁴ компонентите и материјалите со најголема корисност и вредност, разликувајќи ги техничките и биолошките циклуси.¹⁵ Циркуларната економија е, исто така, академски мотивирачки простор да се изучува длабински.

Трето, робустен систем е корисен за механизмот да стане поефективен и поефикасен. Исто така, робустен дизајн на Реверзибилна логистика ќе влијае на нејзината ефективност и може да биде едно од алтернативите за решавање на комплексните проблеми. Така, една студија во врска со робустен дизајн е научно фасцинантен аспект за да се истражи и проучува длабински.

Четврто, имплементацијата на Реверзибилната логистика и Циркуларната економија со комбинирање на двата системи со користење на специфичен метод, оптимистички може да произведе ефективен оперативен систем на Реверзибилна логистика, кој може да обезбеди подолг животен систем за Реверзибилната логистика.

¹³ Rosen, C. (2001) Ready for Returns? *Information Week*. 819, 22–24.

¹⁴ Marion, A. (2012) Chinese Eco-cities: the Implementation of a New Economic Model? Available from: <http://ecocitynotes.com/2012/06/chinese-eco-cities-new-economic-model/> [пристапено на 20 ноември 2018].

¹⁵ ERN - European Remanufacturing Network. (2016) *Map of Remanufacturing Business Model Lu scape*. ERN. Available from: [https://www.remanufacturing.eu/wp-content/uploads/2016/11/ERN-D-3-1-Map-of-Remanufacturing-Business-Model-Lu scape.pdf](https://www.remanufacturing.eu/wp-content/uploads/2016/11/ERN-D-3-1-Map-of-Remanufacturing-Business-Model-Lu%20scape.pdf) [пристапено на 01 август 2018].

Предвидено е комбинирано и меѓусебно поврзано истражување помеѓу Реверзибилната логистика и Циркуларната економија, така што ќе произведе неколку корисни наоди и ќе ги реши проблемите што се однесуваат на двете области.

Петто, конкретниот случај, кој е опција за обновување на производ/повторна употреба, беше избран како истражувачки случај. Се очекува дека имплементацијата ќе биде повеќе применлива и реална. Причината зошто опциите за односи со јавноста беа избрани како истражувачки случај, во кој рамката е имплементирана, е затоа што опциите за повторна употреба се главните активности во операциите на Реверзибилната логистика и тие се критични во секојдневната активност на практичната Реверзибилна логистика.

1.3. Истражувачка цел и цели

Ова истражување има за цел да развие рамка за дизајн на Реверзибилни логистички операции базирани на Циркуларната економија. За да се постигне целта на истражувањето, потребно е: Формализирање на рамката за дизајн на Реверзибилната логистика. Рамката е подготвена како водич за дизајнирање на операциите и ќе биде обезбедена во различни фази; Реформирање на принципите на Циркуларна економија; Обезбедување на лесно достапни принципи во формат/структура што може да се користи за конкретна имплементација; Вградување на Циркуларната економија во операциите на Реверзибилната логистика; Постоечките случаи ќе бидат земени како опции за односи со јавноста; Формулирање на математичка формулација во процесот на вградување за квантитативна анализа; Тестирање на рамката за дизајнирање на Реверзибилната логистика врз основа на Циркуларната економија. Ова се спроведува преку потврдување на квалитетот на рамката за општи индустриски практичари; Потврдување на резултатите од истражувањето за да се оцени веродостојноста.

Целите погоре ја опишуваат структурната насока на истражувањето. Во основа, првата и втората цел можат да се спроведат паралелно или одделно. Сепак, целите 1 и 2 се предуслови за целта 3. Целта 4 е дел од процесот на вградување кој продолжува процесот на целта 3. Целта 5 мора да чека да се создадат претходните. Валидацијата ќе се спроведе по завршувањето на целта прва до петтата.



Слика 1. Обем на истражување
Figure 1. Scope of research

1.4. Обем на истражување

Ова истражување главно се фокусира на концептот Реверзibilната логистика и Циркуларната економија. Обемот е направен врз основа на споредување на некои други сродни концепти, како што се управување со синџирот на снабдување и логистиката. Преку споредување на сите концепти, фокусот на истражувањето може да се реши, исто така, со разгледување и преглед на литературата. Односот помеѓу управување со синџирот на снабдување и логистиката е опишан од некои истражувачи, како Stocks и Lambert (2001), Christopher (2011), кои тврделе дека логистиката е дел од компонентите на синџирот на снабдување. Во логистичката теорија, позицијата на Реверзibilната логистика секогаш била опишана, на пример, од Johnson и сор. (1999) и Stock и Lambert (2001), додека истражувачите на Циркуларната економија ја опишувале од позиција на еколошка и економска перспектива,¹⁶ во индустриската економија.¹⁷

Деталното осмислување е прикажано на слика 1. каде што Реверзibilната логистика и Циркуларната економија се директно поврзани. Тие се главната грижа на истражувањето (ограничено со пунктирана линија-квадрат). Тие ќе комуницираат за да

¹⁶ Ekins, P. (1989) Renewable Resources — What are the Options? *Environmental conservation*.16 (3), 209–216.

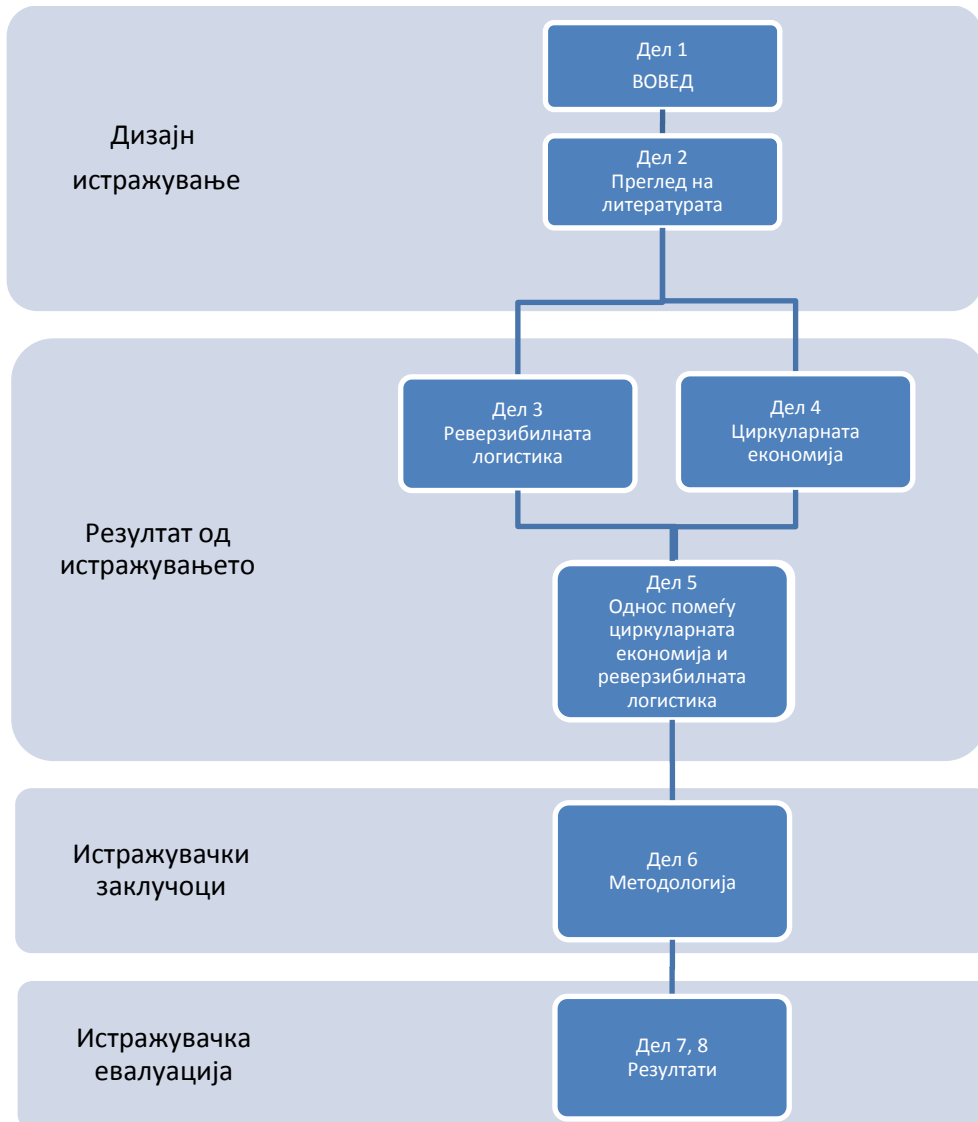
¹⁷ Pearce, D. & Turner, R. K. (1990) *Economics of Natural Resources u the Environment*. London, Harvester Wheatsheaf.

ја постигнат целта на истражувањето, кое создава рамка за дизајнирање на Реверзибилната логистика базирана на Циркуларната економија. Покрај тоа, самата Реверзибилната логистика е дел од логистиката и поголемото управување со синџирот на снабдување, и дека ако е подетално конфигурирано, тогаш суштински може да се изведе на операциите на Реверзибилната логистика, опциите и активностите за обновување на производ/повторна употреба.

1.5. Организација на тезата

Тезата е организирана во осум поглавја кои се состојат од неколку делови, како што е илустрирано на слика 2. Таа е поделена на четири дела; првите квадрати (Поглавја 1 и 2) ја покажуваат програмата за истражување на дизајнот што ќе се направи прво; вториот квадрат (поглавја 3, 4 и 5) ги илустрираат резултатите што ќе се добиваат преку различни методи, на пример, преглед на литература, синтеза, случаи; третиот квадрат (Поглавје 6) го отсликува процесот на евалуација на истражувањето преку тестирање; четвртиот квадрат (поглавја 7 и 8) ги прикажува истражувачките заклучоци, опишувајќи ги важните делови од секоја точка во рамките на истражувањето што може да се дискутира и заклучи. Секое поглавје е опишано за возврат во овој дел, така што разбирањето на истражувањето е сеопфатно од гледна точка на вовед. Објаснувањето започнува со Глава 2, во која ќе се опише широката литература која се фокусира на главните концепти на истражувањето и другите сродни концепти. Поглавје 2 не само што ќе ја илустрира теоријата туку и односот помеѓу секој концепт кој може да ја опише состојбата на уметноста. Ова поглавје ќе формулира оправдување за истражување. Поглавјето 3 е прва имплементација на првата цел; тоа ќе произведе чекор-по-чекор дизајн методата на Реверзибилната логистика. Поглавје 4 ќе ги обезбеди принципите на Циркуларната економија, вклучувајќи ја и дефиницијата за секоја вредност. Исто така ќе произведува конфигурација на Циркуларна економија. Поглавјето 5. Ќе го илустрира односот помеѓу реверзибилната логистика и циркуларната економија. Поглавје 6 произведува некои фази за да ги имплементира вредностите на Циркуларната економија во случаи на Реверзибилна логистика за повторна употреба и дава некои примери. Поглавје 7 е фаза на тестирање во која резултатите од истражувањето ќе бидат тестирани преку интервјуирање на неколку индустриски практичари и потврдени преку

евалуација на доверливост. Ова поглавје исто така ќе ги даде препораките. Поглавјето 8 го поставува простор за дискусија за сите достигнувања на целите и заклучува со сите истражувачки активности, наоди, придонеси, како и предлози за понатамошни истражувања.



Слика 2. Организација на тезата
Figure 2. Organisation of the thesis

2. ПРЕГЛЕД НА ЛИТЕРАТУРАТА

2.1. Вовед

Целта на ова поглавје е да ја прикаже состојбата на теоријата на теориите што се користат во ова истражување, на пример Реверзибилната логистика и Циркуларната економија и други теории кои ги опкружуваат, на пр. логистика. Беше спроведен преглед на литература, за да се стекне разбирање на концептите кои можат да ја поврзат една теорија со друга, да ја наведат потребата за истражување, да пронајдат празнини и да направат оправдување за истражувањето.

Истражувањето се фокусира на дизајнирање на оперативна рамка на Реверзибилната логистика базирана на вредностите на Циркуларната економија. Целта на темата е да ги поддржи корисниците (на пример, компанија, научник или други) во дизајнирањето на Реверзибилната логистика преку формална рамка која може да се користи како водич во процесот на дизајнирање. Рамката што ќе биде предложена ќе ја вгради Циркуларната економија во Реверзибилната логистика.

Конструирањето на преглед на литературата започнува со опишување на логистичкиот концепт, проследен со дефиниции, активности и дизајн на Реверзибилната логистика. Во следниот дел, Циркуларната економија и нејзините начела ќе бидат објаснети. На крајот на прегледот на литературата, се открива односот помеѓу двата концепта. Овие концепти и односите меѓу нив треба да се анализираат за да се идентификува јазот во истражувањето.

Преку спроведување на активностите споменати погоре, се прават некои заклучоци. На пример, врз основа на литературата, постои врска помеѓу концептите на Реверзибилната логистика и Циркуларната економија. Некои заклучоци ќе произведат други наоди кои може да се идентификуваат како празнини во знаењето и формулирани како оправдување за истражување.

Табела 1. Стратегија за преглед на литературата
Table 1. Literature review search strategy

Реден број	Податоци	Пребарување	Резултат	
			Часопис	Конф. трудови
1	Google Scholar	Реверзибилна логистика	624	391
		Реверзибилна логистика и поврат на производ	1	1
		Реверзибилна логистика и поврат на производ	6	1
		Реверзибилна логистика и дизајн	65	50
		Циркуларна економија	602	138
		Циркуларна економија и принцип	3	0
		Реверзибилна логистика и Циркуларна економија	4	7
2	Scopus	Реверзибилна логистика	572	595
		Реверзибилна логистика и поврат на производ	2	5
		Реверзибилна логистика и Product Recovery	7	7
		Реверзибилна логистика и дизајн	84	75
		Циркуларна економија	167	266
		Циркуларна економија и принцип	18	40
		Реверзибилна логистика и Циркуларна економија	0	8
3	EBSCO	Реверзибилна логистика	747	-
		Реверзибилна логистика и поврат на производ	3	-
		Реверзибилна логистика и поврат на производ	7	-
		Реверзибилна логистика и дизајн	77	-
		Циркуларна економија	241	-
		Циркуларна економија и принцип	5	-
		Реверзибилна логистика и Циркуларна економија	1	-
Вкупно			3236	1584

2.2. Стратегија за пребарување

Обемниот преглед на литературата беше спроведен со изготвување на некои релевантни клучни зборови и извори за ефикасно да се изврши процесот на стратегијата за пребарување. Изработени се фрази поврзани со реверзибилна логистика и циркуларна економија, како што се "реверзибилна логистика и обновување на производ", "Реверзибилната логистика и Циркуларната економија" со користење на некои бази на податоци за пребарувачи (Google scholar, Scopus и EBSCO). Деталните резултати од пребарувањето се илустрирани во Табела 1, каде што има 3.236 списанија и 1.584 конференции. Понатаму, други извори на пример книги со наслов Стратешко управување со физичката дистрибуција,¹⁸ се враќаат назад: реверзибилни логистички трендови и практики¹⁹ и нов динамичен ефективен бизнис во кружна економија.²⁰

¹⁸ Lambert, D. M. & Stock, J. R. (1987) *Strategic Physical Distribution Management*. Homewood, IL, Irwin.

¹⁹ Rogers, D. & Tibben-Lembke, R. S. (1999) *Going Backwards: Reverse Logistics Trends u Practices*. Pittsburgh, RLEC Press.

²⁰ Webster, K., Blériot, J. & Johnson, C. (2013) *A New Dynamic Effective Business in a Circular Economy*. United Kingdom, Ellen MacArthur Foundation Publishing.

Релевантните клучни зборови кои се бараат во Табела 1 беа направени без ограничување на годината на публикацијата. За Реверзибилната логистика како клучен збор, резултатот што беше пребаран преку три бази на податоци погоре покажува околу 600 списанија во просек. Тоа значи дека објавувањето во оваа област не е преголемо. Тоа е исто така и за Циркуларна економија, резултат на просечно 300-та статии. Сепак, комбинацијата "реверзибилна логистика и обновување на производ" или "циркуларна економија и принципи", покажува наоди помалку од просечните резултати.

Процесот на селекција на горенаведениот резултат (Табела 1) беше направен со филтрирање на релевантниот наслов и потоа продолжување на проверката на апстрактите. Избраните трудови потоа беа прегледани. Имаше 70, 22 и 7 трудови разгледани за клучни зборови поврзани со реверзибилна логистика, циркуларна економија и Реверзибилна логистика и Циркуларна економија, соодветно. Беа наведени релевантни содржини за да се поддржи изградбата на истражувањето на страните за преглед на литературата. Процесот на градење на литературата беше изграден првично врз основа на двата главни концепти, кои се Реверзибилна логистика и Циркуларна економија. Во Реверзибилна логистика, треба да се разгледа поширокиот концепт, како логистика, за да се види позицијата на самата Реверзибилна логистика. Дефиницијата, активностите, карактеристиките и дизајнот се најважните аспекти за утврдување на оправданоста за истражување. Дополнително, собирање на некои прашања за Реверзибилна логистика, исто така се потребни за да се идентификува степенот до кој е направено истражување. Во Циркуларната економија, литературниот преглед започна со истражување на нејзиното разбирање преку пребарување на дефиницијата, активностите, карактеристиките, принципите и студиите на случај. Понатаму, во односот помеѓу Реверзибилна логистика и Циркуларна економија се добиени преку разгледување на резултатите од нивните концепти, како и односот помеѓу нив. Бројот на написи кои точно го опишуваат односот помеѓу нив беше ограничен. Освен тоа, користените трудови се користеа, покрај тоа за да се здобијат со разбирање на тие концепти, исто така да се најдат јазли во истражувањето кои можат јасно да придонесат за знаењето.

2.3. Логистика

Логистиката е објаснета на многу начини, како што се бизнис логистика, физичка дистрибуција, управување со материјали, дистрибуциски инженеринг, управување со логистика и управување со синџир на снабдување (SCM).²¹ Споредувајќи ги различните термини за логистиката, најпознатиот термин е логистичкиот менаџмент.²²

Во обидот да се најде дефиницијата за управување со логистиката, неопходно е да се разбере самата логистика. Логистиката почнала да се дефинира во воена употреба.²³ Во контекст на бизнисот, Cavinato (1982) ја опишува логистиката како интегриран процес на влезните/излезните производи, каде што логистиката ги обработува некои активности на функционална основа, на пр. набавка, купување, транспорт и складирање. Логистиката може да се примени при подготвително производство, во продукцијата и постпродуктивните канали, а дополнително, физичката дистрибуција се однесува само на постпродуктивниот канал. Советот за логистички менаџмент²⁴ ја дефинира логистиката како "процес на планирање, спроведување и контрола за ефикасен, ефективен проток и складирање на стоки, услуги и слични информации, од местото на потекло до точка на потрошувачка, со цел за усогласување со барањата на клиентот".

Логистиката е исто така разбрана во управувањето со синџирот на снабдување - SCM. Постојат четири перспективи за да се опишат корелациите: *традиционалисти*, што укажува на SCM како дел од логистиката, *релаксирање*, што опишува како логистиката е иста како SCM, *унионистички*, што значи логистика се дел од SCM; *меѓусекторски*, што укажува на тоа дека логистиката и синџирот на снабдување-SCM се усогласени.²⁵ Во системот на синџирот на снабдување, логистиката беше опишана од Krumwiede и Sheu (2002), која се состоеше од напредна и реверзибилна логистика, а слично, Thierry и сор. (1995) го илустрирале интегрираниот синџир на снабдување како

²¹ Johnson, J. C., Wood, D. F., Wardlow, D. & Murphy, P. R. (1999) *Contemporary Logistics*. 7 Ed. Prentice Hall.

²² Langley, C. J. (1986) The Evolution of the Logistics Concept. *Journal of Business Logistics*. *Journal of Business Logistics*. 7 (2), 1–13.

²³ Lummus, R., Krumwiede, D. & Vokurka, R. (2001) The relationship of logistics to supply chain management: developing a common industry definition. *Industrial Management & Data Systems*. 101 (8), 426–432.

²⁴ CLM - Council of Logistics Management. (1998) *What It's All About*, Council of Logistics Management. Oak Brook, IL.

²⁵ Paul D. Larson, P. D. & Halldorsson, A. (2004) Logistics versus supply chain management: An international survey. *International Journal of Logistics: Research u Applications*. 7 (1).

да се дели на напредни и реверзибилни текови. Понатаму, логистиката беше дефинирана како проток на материјали во нормалното движење од суровина до готови производи, кои на крајот ги добиваат потрошувачите.²⁶

Покрај тоа, опишани се напредни и реверзибилни текови кои значително се разликуваат од активностите, иако тие можат да работат синергично.²⁷ Tibben-Lembke и Rogers (2002), исто така, ја споредиле напредната и реверзибилна логистика и сфатиле дека меѓу нив, постои значајна разлика во однос на протокот на информации. Понатаму, ја илустрирале насоката на напредната логистика која опфаќа добавувачи, објекти, дистрибутери и клиенти, додека реверзибилниот логистички проток има расклопување, отстранување, редистрибуција и други клиенти.²⁸

Логистиката се користи за управување со напредно движење на стоки од суровини до потрошувачот. Вредноста се додава на производот додека поминува низ секој чекор по должина на трасата до крајниот корисник. Логистиката станува подиректна, подалеку од суровините. Со други зборови, додека суровините понекогаш може да се најдат само како реткост на неколку места во светот, крајните производи мора да влезат во домовите или местата на бизнисот на секој клиент.

Реверзибилната логистика е таа која се користи за управување со "повратно" движење на стоки, од крајниот корисник до производителот или дури и назад во суровини преку рециклирање. Реверзибилната логистика мора да биде конвергентна, собирајќи користен производ од многу точки и да ги транспортира назад на една или повеќе производни локации. Брзината на реверзибилната логистика е целосно базирана на понудата. Големiot поврат на производи може да ја направи логистиката побрза, но недостатокот на поврат на производот може да ја направи логистиката целосно запрена. Вредноста на производот што минува низ реверзибилната логистика се намалува во секоја фаза, бидејќи трошоците се зголемуваат поради додадените барања за ракување со материјалите.

²⁶ Krumwiede, D. W. & Sheu, C. (2002) A Model for Reverse Logistics Entry by Third-party Providers. *International Journal of Management Science*. 30 (5), 325–333.

²⁷ Fleischmann, M., Krikke, H. R., Dekker, R. & Flapper, S. D. P (2000) A characterisation of logistics networks for product recovery. *The International Journal of Management Science*. 28, 653–666.

²⁸ El-Sayed, M., Afia, N. & El-Kharbotly, A. (2010) A stochastic model for forward–reverse logistics network design under risk. *Computers & Industrial Engineering*. 58 (3), 423–431.

2.4. Реверзибилна логистика (РЛ)

Реверзибилна логистиката е дел од логистичката област, која е во фокусот на ова истражување. Така, дефиницијата за Реверзибилна логистика треба да биде мапирана соодветно и добро. Разбирањето за самата Реверзибилна логистика е комплексно. Навистина, ова истражување ја идентификуваше неговата дефиниција од неколку истражувачи, како што се во 1980-тите, Murphy (1986), Lambert и Stock (1987) и Murphy и Poist (1989). Тие ја дефинирале како реверзибилен проток на движење во рамки на дистрибуција на канали. Тие се фокусирале на протокот на движење на производот од задната страна. Сепак, во 1990-тите други истражувачи не само што ја опишале повратната страна, туку ги објаснуваат и протокот на активностите, како што се рециклирање, повторна употреба, отстранување, итн.

Табела 2 идентификува некои дефиниции од кои може да се заклучи дека Реверзибилната логистика теоретски соодветствува на управувачката акција, логистички активности/улоги,²⁹ активности за обновување/повторна употреба,³⁰ повратен проток,³¹ дистрибутивен канал,³² а исто така и цена.³³

Покрај тоа, врз основа на истакнати клучни точки во горната дефиниција, истражувачите како што се Govindan и сор., 2012; Ravi и Shankar, 2005; Horvath и сор., 2005; Tibben-Lembke, 2001; Lu и Bostel, 2007; Du и Evans, 2008; Meade и Sarkis, 2002; Daugherty и сор., 2005; Lambert и сор., 2011, соодветно ја поддржале управувачката акција на логистичките функции, активностите за обновување/повторна употреба, каналот на дистрибуција, вредностите на повторна употреба, повратниот проток и трошоците.

Од друга страна, повратот на производот, вообичаениот термин во рамките на Реверзибилната логистика, треба јасно да се дефинира за да се избегне забуна меѓу нив.

²⁹ Kopicki, R. J., Berg, M. J., Legg, L., Dasappa, V. & Maggioni, C. (1993) *Reuse u Recycling: Reverse Logistics Opportunities*. Oak Brook, Council of Logistics Management.

³⁰ Rogers, D. & Tibben-Lembke, R. S. (1999) *Going Backwards: Reverse Logistics Trends u Practices*. Pittsburgh, RLEC Press.

³¹ Murphy, P. R. (1986) A Preliminary Study of Transportation и Warehousing Aspects of Reverse Distribution. *Transportation Journal*. 35 (4), 12–21.

³² Murphy, P. & Poist, R. (1989) Management of Logistical Retromovements: An Empirical Analysis of Literature Suggestions. *Transportation Research Forum*. 29 (1), 177–184.

³³ Rogers, D. S. & Tibben-Lembke, R. S. (2001) An Examination of Reverse Logistics Practices. *Journal of Business Logistics*. 22 (2), 129–48.

Вратен производ, како што е дефинирано од Guide и сор. (2003), е производ што се враќа како поврат од страна на клиентот, бидејќи не ги исполнил своите потреби или стандарди. Процесот на поврат на производот бил опишан од Blackburn и сор. (2004) почнувајќи од процесот на поврат на вредноста, до повторна употреба или препродажба.

Табела 2. Идентификација на дефинициите за реверзибилна логистика
Table 2. Identification of the definitions of reverse logistics

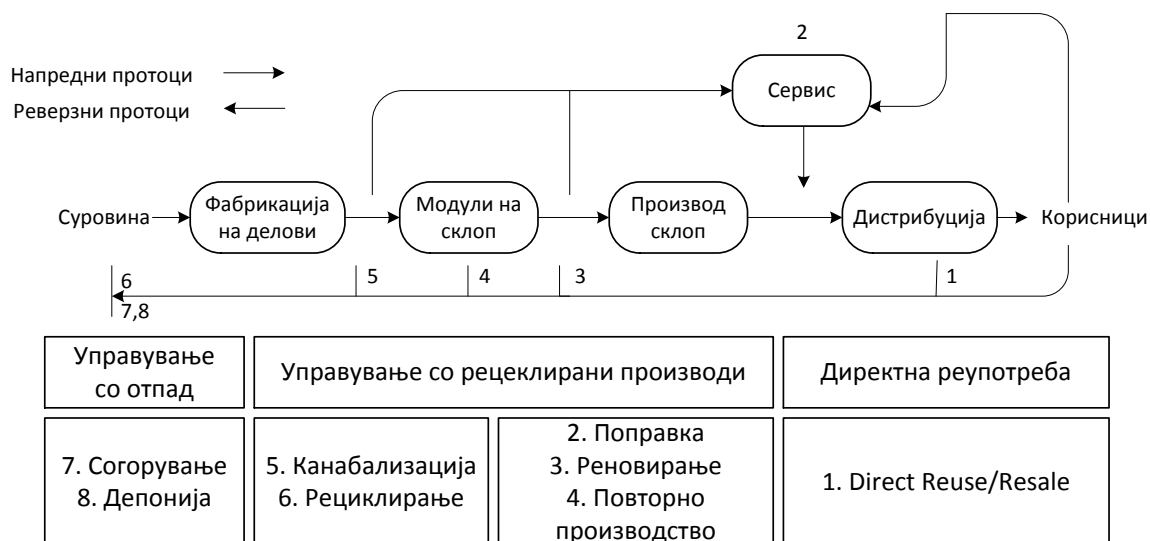
Референци	Дефиниција на Реверзибилна логистика
Lambert и Stock (1987)	"Направи погрешен пат на еднонасочната улица, бидејќи големото мнозинство на пратки на производи тече во една насока".
Murphy (1986); Murphy и Poist (1989)	"Движење на стоки од потрошувач кон производител во канал на дистрибуција".
Stock (1992)	" ... терминот често се користи за улогата на логистиката во рециклирањето, отстранувањето на отпадот и управувањето со опасните материјали; поширока перспектива ги опфаќа сите прашања поврзани со логистичките активности спроведени при намалување на изворите, рециклирање, замена, повторна употреба на материјали и отстранување. "
Kopicki и сор. (1993)	"Реверзибилната логистика е широк поим кој се однесува на логистичкото управување и отстранувањето на опасниот или неопасниот отпад од пакувањето и производите. Тоа вклучува реверзибилна дистрибуција ... која предизвикува стоките и информациите да течат во спротивна насока на нормалните логистички активности. "
Stock (1998)	"Улогата на логистиката во поврат на производот, намалување на изворот, рециклирање, замена на материјали, повторна употреба на материјали, отстранување на отпад и обновување, поправка и преработка".
Carter и Ellram (1998)	"Процесот преку кој компаниите можат да станат еколошки поефикасни преку рециклирање, повторна употреба и редуцирање на количината на користени материјали".
Rogers и Tibben-Lembke (1999)	"Процесот на планирање, имплементирање и контролирање на ефикасен, економичен проток на сировини, процесни инвентари, завршна стока и слични информации од местото на потрошувачка до местото на потекло, со цел повторно да се добие вредност или соодветно отстранување".

Тие навеле дека во процесот на поврат има пет клучни процеси: стекнување производ, примање на вратен производ од купувачи; реверзибилна логистика, транспорт за оценување; инспекција и распоред, оценување и одлучување за квалитетот на производот; обновување на производот во неговата оригинална состојба; маркетинг и продажба на обновен производ. Логично, повратот на производот е активност која се започнува од кога клиентот го враќа производот, нов или користен, од било која причина. Производот ќе се третира според квалитетот на производот. Покрај тоа, Rogers и Tibben-Lembke (1999) и Tibben-Lembke и Rogers (2002) ја опишале опфатноста

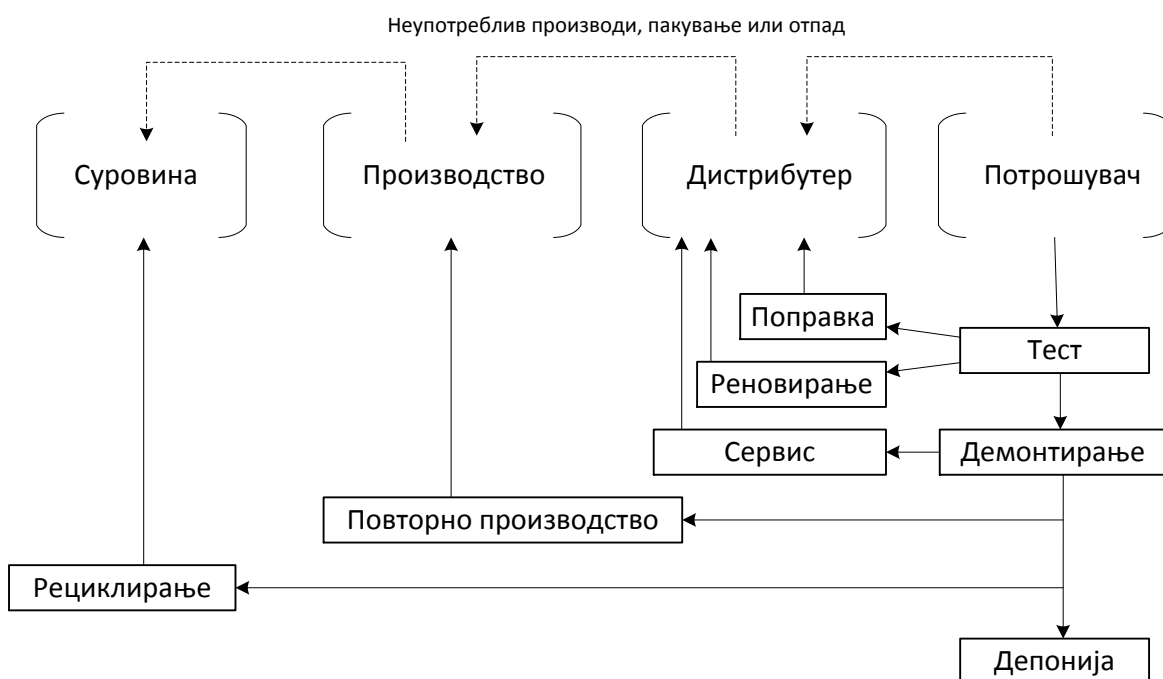
на Реверзибилната логистика, која опфаќа обработка на повратниот производ поради причини како што се оштетување, несакани штети, итн. Guide и van Wassenhove (2001), исто така, го објасниле повратот на употребуваните производи како основен влез во опцијата за повторна употреба, каде што постојат два методи за стекнување на користен производ во повратот на производот - проток на отпад и пазарно управуваниот систем.

2.4.1. Реверзибилни логистички активности

Треба да се идентификуваат активностите, според дефинициите за Реверзибилна логистика, за да може да се започне процесот на идентификација. Како што е заклучено од горе наведените дефиниции, Реверзибилната логистика се фокусира на неколку точки, како што се повторна употреба, обновување, рециклирање и редуцирање/отстранување. Врз основа на овие точки, други истражувачи исто така ги опишале активностите, како што се Thierry и сор. (1995), кој илустрира повратен проток во интегрираниот синџир на набавки, а Krumwiede и Sheu (2002), кои ги прикажуваат основните активности. Активностите на двата од нив се прикажани на сликите 3 и 4. Слика 3 го покажува повратниот проток кој има три главни дела: директна повторна употреба, управување со обновувањето на производ (ППМ) и управување со отпадот (WM). Нејзиниот процес може да се започне од корисниците кои го враќаат нивниот производ додека обработката не е суровина. Покрај тоа, Слика 4 ги прикажува активностите вклучени во повратниот проток. Во повратен проток има неколку активности, на пр. тестирање, поправка, реновирање, сервис, монтажа, каде што протокот е инициран со испраќање на користен производ од потрошувачите за да стане суровина. Споредувајќи ги двете слики, фундаментално, тие илустрираат слични активности. Деталните активности ќе бидат опишани понатаму врз основа на Слика 3, во следните делови.



Слика 3. Интегриран синџир на снабдување (Thierry и сop., 1995)
Figure 3. Integrated supply chain (Thierry et al., 1995)



Слика 4. Основен дијаграм на проток на повратни логистички активности (Krumwiede и Sheu, 2002)
Figure 4. Basic flow diagram of reverse logistics activities (Krumwiede and Sheu, 2002)

А. Директна повторна употреба

Некои истражувачи ја опишале директната повторна употреба како една од компонентите или активностите во Реверзибилната логистика; на пример, Кориски и сop. (1993) ја посочиле како употреба на производот или составните делови, без промена на нивната форма и поминување низ процесот на преработка. Thierry и сop. (1995), исто

така, ја илустрирале како прва алтернатива пред другите активности за враќање на повратниот производ, на пример, поправка, реновирање итн. Покрај тоа, Fleischmann и сор. (1997) опишувале како вратениот производ е можно да се искористи без процес на производство, бидејќи може да се чисти или да има мала поправка. Hazen и сор. (2011) ја објасниле како алтернатива да неискористениот производ од клиентот се враќа на купувачот или продавачот. Производот е можно да се вметне во синџирот на снабдување.

Б. Управување со повратен производ

Управувањето со повратен производ било илустрирано од Thierry и сор. (1995), кои го опишале како управување со употребувани и отфрлени производи, компоненти или материјали, каде што целите се да се поврати максималната економска и еколошка задржана вредност. Thierry и сор. (1995) го поделиле управувањето со повратен производ на пет опции (Табела 2.3): поправка, реновирање, преработка, канибализација и рециклирање. Секоја активност има барања за ниво на монтажа, барања за квалитет и резултат на производот.

Понатаму, Klausner и сор. (1998) изразиле дека стратешките активности за обнова на производите опфаќаат поправка, реновирање, преработка, повторна употреба, рециклирање и отстранување. Овие активности се слични на оние на Thierry и сор. (1995) илустрирани погоре. Fleischmann и сор. (2000) опишале некои процеси во обнова на производите - синџир каде што има две насоки (напреден и реверзибилен проток). Процесот започнува од снабдување, производство и дистрибуција во која производот може да се користи, а процесот на повратен проток може да се стартува од користен производ што може да се собере, селектира, преработи, да се прераспредели се додека производот не може повторно да се користи, или се прави избор за да се отстрани. Guide и сор. (2003) нагласиле дека обновувањето на производ/повторна употреба (ПР) се однесува на деловите и материјалите во вратениот производ што веројатно можат да се обноват.

Табела 3. Споредба на опции за обновување на производ (Thierry и сор., 1995)
Table 3. Comparison of product recovery options (Thierry и сор., 1995)

PRM Активност	Ниво на монтажа	Потреби за квалитет	Резултирачки производ
Поправка	На ниво на производот	Враќање на производот во работна состојба.	Некои делови фиксни или заменети со резервни делови.
Реновирање	До ниво на модул	Проверете ги сите критични модули и надградба на одредено ниво на квалитет.	Некои модули поправени, заменети; потенцијална надградба.
Повторно производство	До ниво на делување	Проверете ги сите модули и делови и надградба на "нов" квалитет.	Користени и нови модули / делови комбинирани во нов производ; потенцијална надградба.
Канабилизација	Селективно пребарување на делови	Зависи од процесот во кој делови повторно се користи.	Некои делови повторно се користат; преостанатиот производ рециклиран / отстрануван.
Рециклирање	До ниво на материјал	Висок за производство на оригинални делови; помалку за други делови.	Материјали кои се повторно употребени за производство на нови делови.

Деталните активности на обнова на производи/повторна употреба (ПР) можат да се поделат на следново:

1. **Поправка.** Активностите за поправка биле дискутирани од страна на некои истражувачи, како што е Blumberg (1999), кој го опиша пазарот за реверзибилната логистика и поправка. Објаснувањето е функции во рамките на Реверзибилната логистика и процесот на поправка, како складирање, собирање и сортирање, замена, транспортирање и дистрибуција, отстранување, поправка и преработка и ресертификација. Blumberg (1999), исто така, ја илустрираше активноста за поправка, каде што процесот може да се започне од крајните корисници кои го враќаат својот EoL производ и како процесот на обновување зависи од квалитетот на EoL производ, без разлика дали производот треба да се поправи, реновира или отстранува. Guide и сор. (2003) опишале некои размислувања при преземање поправки, како што се трошоци, живот и гаранција. Слично на Guide и сор. (2003), King и сор. (2006) објасниле дека поправката е помала корекција кога производот е сè уште под гаранција.
2. **Реновирање.** Некои истражувачи кои го фокусираа своето истражување за реновирање, ја дадоа својата дефиниција и услов. Thierry и сор. (1995) го илустрирале обновувањето како ниво на обновување, каде што некои модули се

можни за да се поправат и заменат, а исто така да има и потенцијална надградба. White и Naghibi (1998) објаснија дека барањата на производот за реконструкција се кога производот може да го исполни производствениот стандард; ова е во согласност со Vorasayan и Ryan (2006), кои го опишале реновирањето како производ што е преземен и потврден од страна на производителот и може да функционира како нов производ. Истражувањата за оваа област, исто така, биле спроведени, на пример, од Östlin и соp. (2007), кои се фокусирале на оптимизирање на поправката и реновирање на мрежата, каде што целта на истражувањето било да се одлучат локациите на објектите и протокот на производот за поддршка на мрежа за поправка на неисправни производи и обновување на мрежа за комерцијални поврати. Zikopoulos и Tagaras (2007) спровеле истражување кое се однесувало на влијанието на несигурното реновирање за квалитетот на вратените производи.

3. *Повторно производство.* Повторното производство било идентификувано како процес на поврат на употребуваните производи, за да станат нови производи користејќи неколку чекори, на пр. да се реновираат или да се добие производ со подобар квалитет, односно со нов производствен стандард (Lund, 1983). Понатаму, типот на преработувач бил идентификуван за да обезбеди јасен процес во производството, т.е. тие биле оригинални производители/преработувачи на опрема, каде што процесот на преработка ќе ја направи компанијата што произведува сопствен производ; договорниот преработувач, компанија која има договор за повторно производство на одреден производ во име на компанија; независен преработувач, или пак процесот на преработка се изведува со ограничен договор или без договор со производителот на оригинална опрема (OEM).³⁴

Steinhilper (1999) објаснил дека процесот на повторно производство зависи од видот и функционалноста на производот. Тој го поделил процесот на пет чекори за механички системи: *расклопување*, *вклучувајќи* и *сортирање* на деловите кои

³⁴ ERN - European Remanufacturing Network. (2016) *Map of Remanufacturing Business Model Landscape*. ERN. Available from: <https://www.remanufacturing.eu/wp-content/uploads/2016/11/ERN-D-3-1-Map-of-Remanufacturing-Business-Model-Landscape.pdf> [пристапено на 01 August 2018].

не можат да се користат или повторно да се произведуваат; *чистење, одмастување, дезинфекција и уништување; класифицирање* во зависност од способноста да се репродуцира или да се реконструира (еднократно да се употребува без обновување, повторно да се употреби по обновувањето, неупотребливо/да се разменува); *наплата или размена* на истрошени делови; *повторно составување*. Freiburger (2007) го илустрира процесот на преработка на мехатронични и електронски производи, кој има шест чекори: дијагностика, демонтажа, чистење, инспекција и сортирање, монтирање и/или надополнување и повторна монтажа. Покрај тоа, ERN (2016) го прикажал општиот процес на повторно производство како документација, собирање, инспекција, демонтажа, санација на компоненти, замена, повторно монтирање, тестирање и гаранција.

Östlin и сор. (2008) и ERN (2016) ги идентификувале видовите на користен производ во преработката. Тие се базираат на сопственост: каде што производот го управува клиентот, дури и ако сопственикот е производителот; договор врз основа на услуги: односот се заснова на договор помеѓу производителот и купувачот. *Врз основа на директен редослед*: клиентот може да го врати користениот производ за повторно производство и може да го земе истиот производ назад. *Депозитно базирани*: клиентот може да врати сличен користен производ. *Кредитно базирани*: клиентот може да добие попуст кога купува преработен производ кога ќе го врати користениот производ. *Откупно базирани*: преработувачот го купува искористениот производ од добавувач. *Доброволно базирани*: добавувачот обезбедува користен производ на преработувачот.

Покрај тоа, Kim и сор. (2006) предложиле општа рамка и математички модел за систем за преработка во средината на Реверзибилната логистика. Тие го илустрирале системот за преработка, опишувајќи го процесот од кога клиентот го испраќа вратениот производ на местото за собирање. Местото за собирање е како склад/депо на вратени производи, кои потоа се испраќаат до локацијата на расклопување или на подизведувач. На локацијата за расклопување, производот се проценува и разгледува пред да отиде на реновирање за да стане нов дел и да се испрати како нов дел на залиха. Другиот резултат на процесот во депонирачките

локации е веројатно отпад, кој мора да биде испратен на депонијата. Исто така, производите ќе станат нови делови по процесот на поправка до подизведувач и ќе бидат испратени во залихи. Со додавање на неколку делови од надворешни добавувачи, сите делови се испраќаат до производителите. Demirel и Gökçen (2008) дискутирале за оптималните вредности на производство и транспорт на количини на произведени и преработени производи, а Kizilboga и сор. (2013) развиле процес на фабрикување во мрежата на Реверзибилната логистика.

4. Канибализација. Thierry и сор. (1995) го објасниле процесот на канибализација на производот, при што тие посочиле дека е едноставен процес во кој помалку од 10% може да се канибализира во користен производ. Канибализацијата била дефинирана,³⁵ како "степен до кој корисниците на еден производ се стекнуваат на сметка на клиентите на други производи понудени од истата фирма"; додека Heskett (1976) го објаснил како "процес со кој новиот производ се продава преку пренасочување". Понатаму, Lomax и сор. (1996) го опишале мерењето на канибализацијата со три методи: анализа на загуби, дуплирање на набавки и отстапувања од очекуваните движења на акциите. Cravens и сор. (2002), исто така, илустрирале рамка за проактивна канибализација која реагира на промена на вредноста на клиентите во процесот на градење на соодветни иновативни стратегии за новата конкурентна и технолошка средина. Овие истражувања на канибализацијата погоре се користат во маркетиншкиот контекст, со исклучок на Thierry и сор. (1995), кои се занимавале со управување со обновени производи.
5. *Рециклирање*. Рециклирањето било дефинирано од Wiard и Sopko (1989) како серија на процеси што вклучува собирање, сортирање, деконтаминација и враќање на отпадните материјали како стока. Рециклирањето исто така може да се објасни како процес на демонтирање, сечење, согорување и депонирање (Gerner и сор., 2005). Освен тоа, Pohlen и Farris (1992) идентификувале големи количини на цврсти отпади од локација каде идентификацијата се фокусирала на рециклирање на пластика. Тие исто така ја илустрирале разновидноста на патот на материјалот што може да се рециклира од производителот до крајниот корисник.

³⁵ Copulsky, W. (1976) Cannibalism in the marketplace. *Journal of Marketing*. 40 (4), 103-105.

Неколку можности вклучени во субјектите за рециклирање се: клиент/индустриски производител, објект за обновување на материјал, локална депонија, брокер, среден процесор и крајниот корисник. Kroon и Vrijen (1995) ја оптовариле животната средина преку еден начин за пакување, фокусирајќи се на контејнери кои можат да се повратат.

С. Управување со отпад

Thierry и сор. (1995) го делеле управувањето со отпад (WM) во Реверзибилната логистика во две активности: инцинерација и депонирање. Целта на управувањето со отпад е да се зачуваат природните ресурси и да се заштити животната средина користејќи пристап за одржлив развој.³⁶ За да се постигне оваа цел, треба да се користат соодветни техники, технологии и програма за управување.³⁷ Инцинерацијата се назначува како процес на термички третман на цврст/течен отпад, а депонирањето се опишува како физичките објекти се користат за отстранување на отпадот и отстранување на цврстиот отпад на површинските почви или земјата.³⁸

2.4.2. Реверзибилна логистичка карактеристика

Реверзибилни логистички карактеристики ќе бидат идентификувани врз основа на информации преку дефинициите и активностите на Реверзибилната логистика. Murphy (1986), Lambert и Stocks (1987), Murphy и Poist (1989) и Kopicki и сор. (1993) сите користеле сличен термин за Реверзибилната логистика - тоа е повратен проток; термините што ги користеле како што е погрешна насока и движење на стоки од клиент до производител. Во однос на активностите за Реверзибилната логистика, постојат слични активности; на пример, тие можат да бидат рециклирани, отстранувани,

³⁶ El-Haggar, S. (2007) *Sustainable industrial design u waste management: cradle-to-cradle for sustainable development*. Amsterdam, Elsevier Academic Press.

³⁷ Tchobanoglous, G., Kreith, F. & Williams, M. (2002) Introduction. In: G. Tchobanoglous, & Kreith, F (eds.), *Handbook of solid waste management*. New York, McGraw-Hill, pp. 1.1–1.27.

³⁸ O’Leary, P. & Tchobanoglous, G. (2002) Handbook of solid waste management. In: Tchobanoglous, G & Kreith, F. (eds.) *Landfilling*. New York: McGraw-Hill.

реновирани, поправени и преработени;³⁹ овие активности се идентификувани како карактеристики на Реверзибилната логистика.

Постојат некои карактеристики на Реверзибилната логистика кои можат да се идентификуваат врз основа на дефиниции или активности. Stock (1992) изјавил дека тоа обично претставува рециклирање, отстранување на отпадот и управување со опасните материјали. Коріскі и сор. (1993) признале дека тоа се однесува на логистички менаџмент и отстранување на опасен или неопасен отпад. Карактеристиките на активностите опфаќаат директна повторна употреба, управување со повратни ресурси и управување со отпад.⁴⁰ Дополнително, Rogers и Tibben-Lembke (1999) ги делеле активностите врз основа на два вида материјали во активноста: производ (враќање на добавувачот, препродавање, продажба-преку-излез, спасување, рекондицирање, реновирање, повторно производство, материјали за рециклирање, рециклирање и депонирање) и пакување (повторна употреба, реновирање, материјали за рециклирање, рециклирање и спасување).

Другите карактеристики се дополнително истражени од Murphy (1986), Murphy и Poist (1989), Pohlen и Farris (1992), кои тврделе дека карактеристиките на Реверзибилната логистика се занимаваат со користени производи; назадни текови; директни пренаменети, обновени и депонирани производи; и поврат на производот.⁴¹ Rogers и Tibben-Lembke (2002) дефинирале некои карактеристики со споредување на напредната и реверзибилна логистика во малопродажната средина (Табела 4). Како што може да се види во Табела 4, реверзибилната логистика има специфични карактеристики, како што се потешкотии во прогнозирањето и дека квалитетот на производот не е сличен. Овие специфични карактеристики ја поткрепуваат нејзината комплексност.

³⁹ Carter, C. & Ellram, L. (1998) Reverse Logistics: A Review of the Literature и Framework for Future Investigation. *Journal of Business Logistics*. 19 (1), 85–102.

⁴⁰ Fleischmann, M. (2001a) *Quantitative Models for Reverse Logistics. Lecture Notes in Economics u Mathematical Systems*. Berlin, Springer-Verlag.

⁴¹ Stock, J. R. (1992) *Reverse Logistics. Council of Logistics Management*. Oak Brook, Council of Logistics Management.

Табела 4. Разлики помеѓу напредната и реверзибилна логистика (Tibben-Lembke и Rogers, 2002)
Table 4. Differences between forward и reverse logistics (Tibben-Lembke и Rogers, 2002)

Напредна логистика	Реверзибилна логистика
Прогнозирање е релативно јасно	Прогнозата е потешка
Еден до многу транспорти	Многу до еден транспорт
Униформен квалитет на производ	Неуниформен квалитет на производ
Униформно пакување на производ	Често оштетување при пакување на производ
Дестинација/Рута јасна	Дестинација/Рута нејасна
Стандарден канал	Исклучок за управување
Опции на диспозиција јасни	Нејасна диспозиција
Цените релативно униформни	Цените зависат од многу фактори
Важноста на брзината е препознаена	Брзина често не се смета за приоритет
Трошоците за линеарна дистрибуција внимателно ги следат сметководствените системи	Реверзибилните трошоци се помалку видливи
Согласност во управување со залихи	Неусогласеност во управување со залихи
Животниот циклус на производот податлив	Прашањето на животниот циклус на производот е посложено
Преговорите меѓу страните едноставно	Преговорите се комплицирани
Маркетиншките методи се добро познати	Маркетиншките методи се комплицирани
Информациите во реално време се достапни	Видливоста на процесот е помалку транспарентна

Покрај тоа, друга идентификација се наоѓа преку разгледување на работата на некои истражувачи. Murphy (1986) и Murphy и Poist (1989) се занимавале со движењето на производот од клиент до производител. Индиректно, Thierry и сор. (1995) и Krumwiede и Sheu (2002) опишале сличен проток. Тие ја објаснувале испораката на производите како и каде се испорачани од производителот до купувачите. Ова значи, дека контекстот на производот во Реверзибилната логистика е производ кој го поминал процесот на доставување. Rogers и Tibben-Lembke (1999) ги пренеле управувачките активности, како што се планирањето, спроведувањето и контролата. Ова значи дека таквите менаџерски активности се земаат во предвид во Реверзибилната логистика како дел од менаџментот на компанијата. Stock (1992, 1998), Carter и Ellram (1998) го нагласуваат повратот на производот, намалување на извори на производи, супституција или замена и повторна употреба. Истражувачите Stock (1992, 1998), Коричку и сор. (1993), Rogers и Tibben-Lembke (1999), откриле дека реверзибилната логистика се однесува и поистоветува на логистичкиот менаџмент.

2.4.3. Идентификација на реверзибилни логистички прашања

Реверзибилната логистика е опишана како широк концепт и комплекс како да се управува.⁴² Идентификацијата на прашањата може да го информира типот на Реверзибилната логистика со истражувачки имплементации кои се направени. Истражувањата биле спроведени случајно, споредени едно со друго. Прво, за активноста на Реверзибилната логистика за рециклирање, Pohlen и Farris (1992) се фокусирале на рециклирање на пластика. Тие опишувале како таа не е слична со логистичкиот проток каде што тече Реверзибилната логистика, особено во рециклирањето, при што постојат активности како што се собирање, транспортирање и преработка на материјалниот процес. Barros и сор. (1998) се фокусирале и на прашањата за рециклирање, особено за градежен отпад или песок. Тие произвеле мрежа за рециклирање. Според двете истражувања, активноста за рециклирање е имплементирана за различни производи. Во однос на протокот во рециклирањето, активностите во протокот се различни⁴³ што кореспондира со наодите на Tibben-Lembke и Rogers (2002), што веќе е објаснето.

Други имплементации на Реверзибилната логистика, исто така, се обезбедени од страна на истражувачите (на пр. Kroon и Vrijens (1995) кои ја опишувале повторната употреба на контејнери кои се враќаат во производство). Тие тврделе дека контејнерот што се враќа е еден од обидите направени во активностите на Реверзибилната логистика. Wang и сор. (1995) ја нагласиле важноста на транспортот во управувањето со повратниот материјал, конкретно системот на управување со отпад. Autry и сор. (2001) биле загрижени за перформансите и задоволството на Реверзибилната логистика, каде нивната имплементација се спроведува според големината/обемот на продажба и индустријата, соодветно како што е во електронската индустрија. Minner (2001) го комбинирал синџирот на снабдување и Реверзибилната логистика, конкретно безбедносното планирање на акции и активностите на Реверзибилната логистика како што се поврат и повторна употреба. Realff и сор. (2004) ја опишале оценката на несигурност на собраните производи и на цената на производот во повратниот

⁴² Tibben-Lembke, R. & Rogers, D. (2002) Differences between forward и reverse logistics in a retail environment. *Supply Chain Management: An International Journal*. 7 (5), 271–282.

⁴³ Pohlen, T. L. & Farris, M. T. (1992) Reverse Logistics in Plastics Recycling. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. 22 (7), 35–47.

производствен систем. Salema и сор. (2007) се фокусирале на мрежна дистрибуција, која опфаќа капацитет, управување со повеќе производи и несигурност на побарувачката и повратот. Bai и Sarkis (2013) го опишале определувањето и управувањето со провајдерите на трети страни. Затоа, широката имплементација во Реверзибилната логистика може да се види кај Kroon и Vrijens (1995), Autry и сор. (2001). Realff и сор. (2004) кои се фокусирале на различни производи, како што се контејнери со производи, електроника и друго. Овие истражувања, исто така, ја потврдиле широката област и сложеноста на Реверзибилната логистика.

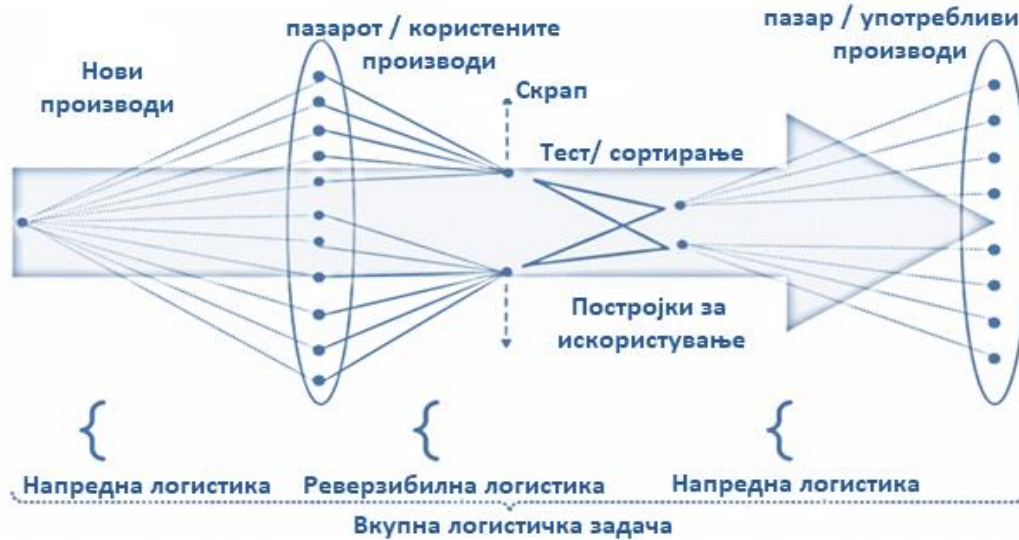
2.5. Реверзибилен логистички дизајн

Постојат неколку истражувачи кои го опишале дизајнот на Реверзибилната логистика (на пр. Amini и сор. (2005), Dowlatshahi (2010a, б) и Pochampally и Gupta (2012). Amini и сор. (2005)), кои се фокусирале на активностите за управување со услуги, посебно за поправка. Ефективноста и профитабилноста се зголемуваат преку минимизирање на вкупниот капитал и оперативните трошоци, што се резултати од одлуките. Dowlatshahi бил загрижен за процесот на поврат на производите или деловите поврзани со трошок/профит. Dowlatshahi се фокусирал на транспортниот систем во операциите на Реверзибилната логистика, каде што го идентификувал подсистемот, предлогот и ефективноста на рамката на транспортниот систем. Pochampally и Gupta (2012) опишале дека терминот дизајн во Реверзибилната логистика е сличен со стратешкото планирање, каде што дизајнот може да одговори на некои клучни прашања околу него, како што се ефикасен избор, центар за собирање и евалуација на поправка на (EoL-End of Life) производ.

Мрежата за дизајн на логистиката е опишана како однос помеѓу добавувачите, производството, дистрибутивните центри и каналите помеѓу нив и потрошувачите на ефикасен начин.⁴⁴ Fleischmann (2001) ја илустрирал мрежната структура на Реверзибилната логистика (Слика 5) во два дела, кои се *конвергентни* (поврзани од процесот на поединечни извори до објект за обновување), и *дивергентни* (поврзани од објектот за реконструкција до индивидуален клиент). Daaboul и сор. (2014) опишале

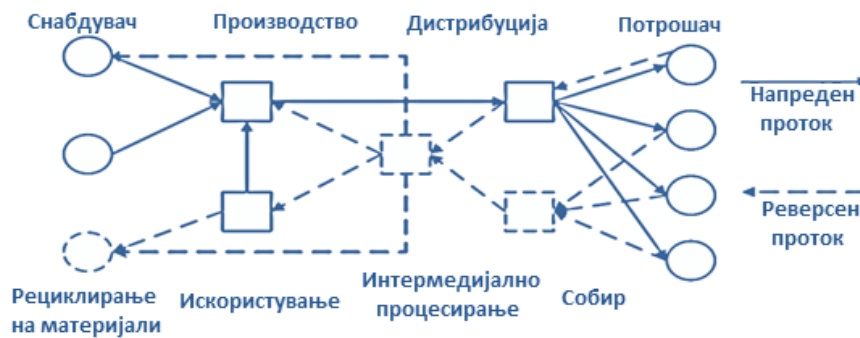
⁴⁴ Pishvae, M., Jolai, F. & Razmi, J. (2009) A stochastic optimization model for integrated forward/reverse logistics network design. *Journal of Manufacturing Systems*. 28 (4), 107–114.

некои карактеристики во дизајнирањето на мрежа во Реверзибилната логистика: интеграција на животната средина, објектите на компанијата (собирање, преработка) и патот за обновување на изворите.



Слика 5. Структурна мрежа на Реверзибилната логистика (Fleischmann, 2001)
Figure 5. Reverse logistics network structure (Fleischmann, 2001)

Истражувачите кои се фокусирале на мрежата на Реверзибилната логистика се Bostel и сор. (2005) и Srivastava (2008). Сите имаат сличен фокус во дизајнирање на логистичка мрежа за оптимизирање на објект кој ја разгледува животната и економската ефикасност. Bostel и сор. (2005) додале интегрирана логистичка рамка (Слика 6) која се состои од напреден и реверзибилен проток. Таа, исто така, ангажира снабдувач, производство, дистрибуција и клиент како ентитети, преку преземање на неколку активности: собирање, преработка, обновување и рециклирање на материјалите. Деталниот процес на дизајнирање на Реверзибилната логистика е исто така опишан од Bostel и сор. (2005), кои ги илустрирале чекорите за дизајнирање, вклучувајќи идентификување на актерите, идентификување на односот, идентификување на опцијата за обновување, примена на економска и еколошка евалуација и идентификување на субјектите/активностите кои се вклучени. Daaboul и сор. (2014) опишале дека постојат пет чекори во дизајнирањето на мрежата на Реверзибилната логистика: *дефиниција на контекст, дефинирање на параметар, дефинирање на сценарија, моделирање и проценка на идентификуваното сценарио и анализа на резултатите од оценката/дефинирање на најдоброто сценарио за Реверзибилната логистика.*

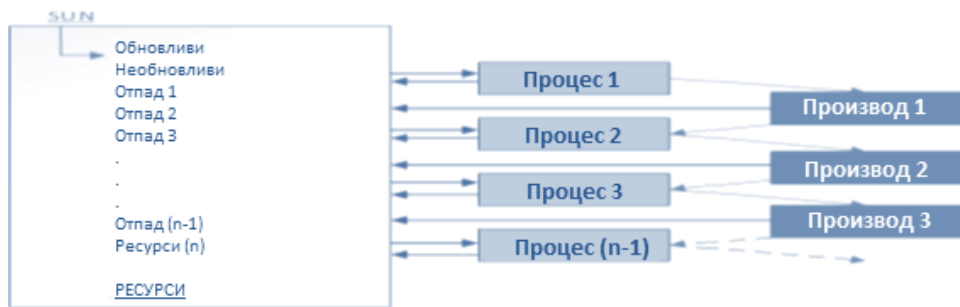


Слика 6. Рамка на интегрирани логистички системи (Bostel и соп., 2005)
Figure 6. Framework of an integrated logistics systems (Bostel и соп., 2005)

2.6. Циркуларна економија (ЦЕ)

Циркуларната економија е термин кој го користат некои истражувачи, како Leontief (1928), Boulding (1966), Kneese и соп. (1970), и Stahel и Reday-Mullvey (1981). Меѓутоа, терминот Циркуларна економија се покренал и од Ekins (1989) и Pearce и Turner (1990). Leontief ја напишал својата теза со наслов "Економијата како кружен тек". Тој ги објаснил каузалните односи помеѓу индивидуалните елементи и економските процеси. Постојат две основни компоненти во производството. Тоа се трошоци и профит, кои одговараат на влезни и излезни компоненти (Leontief, 1928).

Kneese и соп. (1970) ја споменувале Циркуларната економија од еколошка и економска перспектива, заснована врз принцип на материјална рамнотежа, што може да ги земе во предвид сите материјални текови. Сепак, тоа ќе бидат економските вредности, а не физичките текови кои го водат нивното управување. Stahel и Reday-Mullvey (1981) ја опишале Циркуларна економија како економија во петелки, а четирите влијанија биле: *создавање работни места, економска конкурентност, заштеда на ресурси и превенција од отпад*. Ekins (1989) го објаснил моделот на Циркуларна економија од економска и општа гледна точка, но ова било сеуште релевантно за другите модели. Ги насликал животните процеси на живите системи, кои биле изведени од руралните места со кои се занимавало неговото истражување. Илустрираниот модел (Слика 7) ги има целите на минимум производство на отпад, обновување на обновливи извори, поштеда од употребата на необновливи ресурси и раст на производството во рамките на овие ограничувања.



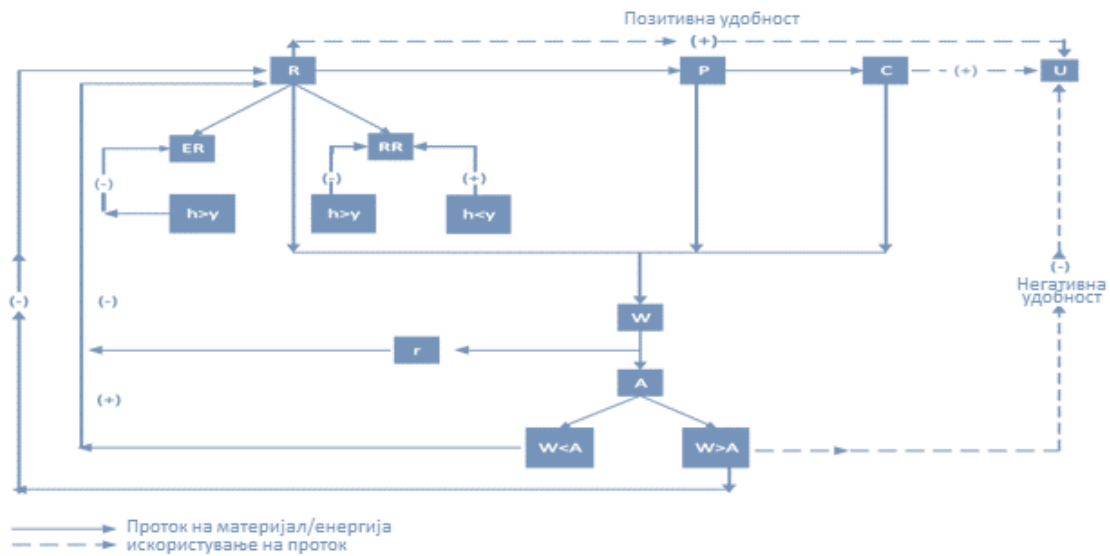
Слика 7. Кружен модел на економијата (Екинс, 1989)
Figure 7. Circular economy model (Ekins, 1989)

Pearce и Turner ја поделиле Циркуларна економија во четири функции: *користење на вредности, база на ресурси за економијата, база за резидуални текови и систем за поддршка на животот.*

Тие се илустрирани на Слика 8, каде што Циркуларната економија е прикажана како проток на различни ентитети. При тоа, P (производство), C (потрошувачка), K (капитални добра), U (корисност), R (природни ресурси), r (рециклирање), W (отпад), ER (исцрпени ресурси), RR (рециклирани ресурси), A (асимилативен капацитет), h (собир) и y (принос).

Покрај тоа, Ну и сор. (2011) ја опишале Циркуларната економија во индустрискиот и економскиот систем како треба да се соработува со сите вклучени компоненти, вклучувајќи ги засегнатите страни и управувањето со енергетскиот проток, така што тие можат да ја минимизираат употребата на крајните ресурси и внес на енергија. За да се зголеми циркуларноста на тековите на ресурси, тие се префрлаат на подолготрајни производи, модуларизација и преработка, повторна употреба на компонентите и дизајнирање на производи кои користат помалку материјал.⁴⁵ Preston (2012) ја интерпретирал Циркуларната економија како редизајнирање на глобалните системи за производство и потрошувачка, кои претставуваат комбинација на животната средина, ресурсите, технологијата и побарувачката на потрошувачите. Понатаму, IMSA (2013) ја истакнале важноста на Циркуларната економија која се фокусира на циклусот, биоциклусот и техно-системско размислување и инспирација од природата, соработка и партнерство, како и намалување на потребата за необработени сировини.

⁴⁵ Alwood, J. M., Ashby, M. F., Gutowski, T. G. & Worrell, E. (2011) Material efficiency: A white paper. *Resources, Conservation u Recycling*. 55 (2011), 365–381.



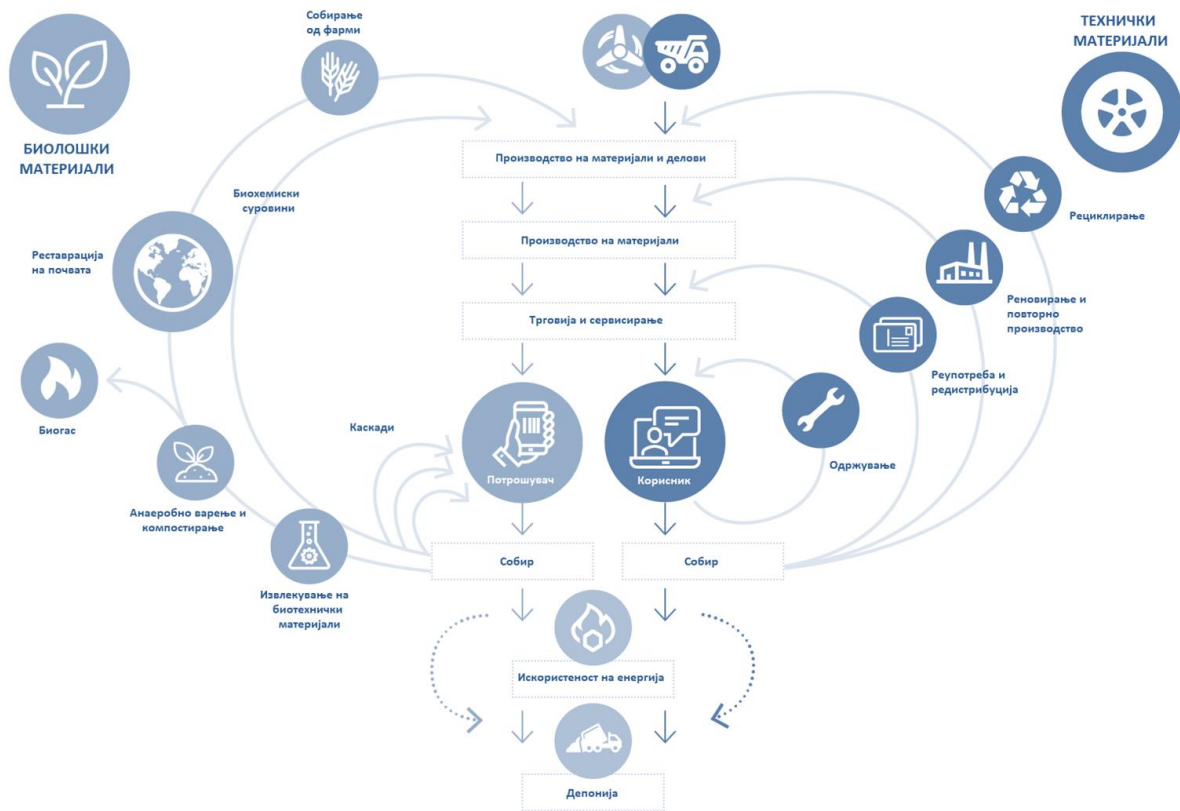
Слика 8. Циркуларна економија (Pearse и Turner, 1990)
Figure 8. The circular economy (Pearce u Turner, 1990)

Фондацијата *Ellen MacArthur Foundation (EMF)* активно ги спроведувала активностите на Циркуларната економија. Некои технички извештаи од тие активности, исто така, обезбедиле дефиниција. Главно, Циркуларната економија се дефинира како глобален економски модел за да се минимизира потрошувачката на крајните ресурси, фокусирајќи се на интелигентниот дизајн на материјали, производи и системи (EMF, 2013). Исто така, ја поддржувала поделба на третманите помеѓу техничките и биолошките материјали, за максимизирање на дизајнот за повторна употреба за враќање во биосферата и за зачувување на вредноста преку иновации низ разни полиња (Lacy и Rutqvist, 2015; Webster, 2015). EMF (2015) ја опишале Циркуларната економија во индустриски систем кој е прикажан како систем кој поседува биолошки хранливи материји и процесот на технички хранливи материји (Слика 9).

Од друга страна, Кина е една од земјите што ја вградиле Циркуларната економија во Владина програма како нова стратегија за развој од 2002 година.⁴⁶ Таа се дефинирала од страна на кинеската Национална комисија за развој и реформи како: "Циркуларната економија може да биде меѓусебно поврзана со производствени и услужни бизниси, кои бараат подобрување на економијата и еколошките перформанси, преку соработка во управувањето со прашањата поврзани со животната средина и ресурсите". Темата на

⁴⁶ Yuan, Z., Bi, J. & Moriguchi, Y. (2006) The circular economy: a new development strategy in China. *Journal of Industrial Ecology*. 10 (1-2), 4–8.

концептот е размената на материјали, каде отпадот на еден објект, вклучувајќи енергија, вода, материјали, како и информациите, е влез на друг објект", (Pintér, 2006).



Слика 9.Преглед на Циркуларна економија (EMF, 2015)
Figure 9. Outline of circular economy (EMF, 2015)

Неколку истражувачи ја проучувале Циркуларната економија како студија на случај во Кина, како Yong (2007), Geng и сор. (2012) и Ma и сор. (2014). Yong (2007) опишал како Кина има три нивоа на Циркуларната економија: *претпријатија, екоиндустриски паркови и региони*. Yong (2007), исто така, прави разлика помеѓу имплементацијата на Циркуларната економија во развиените земји и земјите во развој. Германија започнала да ја имплементира со *"економијата на отпадот"*, која била поддржана со редуцирање, повторна употреба и рециклирање, при што Кина ја имплементирала за намалување на индустриското загадување и потрошувачката на ресурси и енергија во производствената област. Geng и сор. (2012) ги оцениле придобивките и предизвиците на системот на индикатори на Циркуларната економија. Тие истакнале дека индикаторите можат да бидат интегрирани во методологијата за донесување одлуки за ефикасно постигнување на целите, додека индикаторите имаат некои позитивни придобивки, како што се бенчмаркинг, подобрување на еколошките

перформанси на повеќе нивоа, идентификација на проблематичните области, анализа на придобивки, насоки за политики, одлуки за бизнис инвестиции и многу други апликации. Ма и сор. (2014) ја испитувале Циркуларната економија во групацијата за челик, каде што резултатот е позитивен кога Циркуларната економија била имплементирана, што може да обезбеди некои подобрувања во потрошувачката на ресурси и квалитетот на животната средина. Сепак, сè уште постојат некои проблеми, како што е процесот на надградба на производот.

2.7. Принципи на Циркуларната економија

Оксфордскиот англиски речник дефинира "принцип" како "фундаментална вистина или предлог кој служи како основа за систем на верување или однесување, или за синџир на размислување". Затоа, принципите на Циркуларната економија може да се толкуваат како фундаментални вистини на Циркуларната економија, кои го претставуваат своето однесување, со цел понатамошна анализа или расудување. Иако овие вистини не се често експлицитно разгледувани во академската литература, пет принципи на Циркуларната економија се досега широко објавени од Ellen MacArthur Foundation (EMF), во многу од нивните извештаи, на пример EMF (2013). Овие принципи вклучуваат: 1) *дизајнирање на отпад, што значи дека кога е дизајниран производот, дизајнерот треба да го разгледа циклусот на биолошки или технички материјал кој може да се преработи*; 2) *да се изгради еластичност преку разновидност, што значи дека постои потреба да се изгради еластичност на системот што опфаќа неколку аспекти во рамките на Циркуларната економија*; 3) *да работат на искористување на енергијата од обновливи извори, што значи дека употребата на енергија по единица производ треба да се намали и промената во обновливите извори на енергија треба да се забрза со дизајн и да се третира во економијата како вреден ресурс*; 4) *да размислуваат во системот, што значи збир на компоненти или предмети кои меѓусебно комуницираат за да ги постигнат целите во реалниот свет, нелинеарни системи богати со повратни информации, особено живите системи*; и 5) *да размислуваат во каскади, што значи кога максимизацијата на задржаната вредност на производот може оптимално да придонесе пред да се врати во биосферата или да продолжи со јамки*. Подоцна, Ellen MacArthur Foundation

(EMF) ги ажурирал своите гледишта за принципите на Циркуларната економија со поедноставување на нив на три (EMF, 2015), од кои секоја се потпира на различни предизвици со кои се соочува индустриската економија. Принципите се: 1) *контрола на ограничени ресурси и биланс на обновливи извори на ресурси*; 2) *циркулација на производи, компоненти и материјали во највисока корисност во секое време*; и 3) *дизајнирање на отпад*.

Други истражувачи, ги разгледале принципите на Циркуларната економија од различни перспективи и процесите инкорпорирани во неа. Yong (2007), на пример, ги сметал редуцирањето, повторната употреба/реупотребата и рециклирањето (3Rs) како три водечки принципи за имплементирање на Циркуларната економија. Јасно е дека употребата на ресурсите и енергијата во производството треба да се намали, производите треба да се користат колку што е можно подолго, а производите на EoL, колку што е можно, треба да се претворат во нови ресурси. Yuan и сор. (2006) тврделе дека јадрото на Циркуларната економија е јамка на материјали и енергија, постојано циркулирање во повеќе чекори, преку она што Feng (2004) и Yuan и сор. (2006) цитирале за да ги опишат трите можни практики на Циркуларната економија. Тоа се принципите на 3Rs, односно редуцирање, повторна употреба/реупотреба и рециклирање на материјали и енергија. Geng и сор. (2012) ја сметале Циркуларната економија како сметководствен систем во една економија, каде што влезовите на еден процес (екстракција+увоз) се еднакви на неговите резултати (потрошувачка+извоз+акумулација+отпад). Затоа, многу мерки на Циркуларната економија се изведени од овој основен принцип на масовните биланси, со анализа на материјални текови, а сметководството се користи како механизам за анализа на влез-излез.⁴⁷ Stahel (2013) тврди дека Циркуларната економија е за економијата, иако се карактеризира со пет принципи кои не се изложени во традиционалната економија. Овие принципи се: 1) *колку е помала јамката, толку е попрофитабилна и ресурсно-ефикасна*, 2) *петелките немаат почеток и немаат крај*, 3) *брзината на кружните текови се од суштинско значење*, 4) *континуираната сопственост е економична* и 5) *Циркуларната економија има потреба од функционален пазар*.

⁴⁷ Pintér, L. (2006) *Circular Economy in China: Moving from Rhetoric to Implementation*. The Environment и Social Development Sector Unit, East Asia и Pacific Region, The World Bank.

И покрај воопштеноста и перцепираната леснотија за разбирање на горенаведените принципи, намерно се предлага да се елаборираат основните вистини и веројатно тоа е за што требаше да се искористат, т.е. концептуално да се размислува за Циркуларната економија. Сепак, вистините не изгледаат доволни да ја одразуваат операционализацијата на Циркуларната економија, особено во опишувањето на активностите на ниско ниво, како што е управувањето со обнова на производите. Горенаведените принципи, исто така, не се елаборирани на таков начин што тие можат лесно да се користат во операционализацијата на одделни случаи. Поради тоа, се верува дека без понатамошно деноминирање или добивање на овие принципи на високо ниво во пониските нивоа или вредности кои одговараат на мерливите придобивки од имплементацијата на Циркуларната економија, тие принципи навистина ќе останат концептуални, бидејќи тие се евентуално елаборирани од каде што потекнуваат и на тој начин како се тврдат тие принципи. Затоа, останува значителна потреба да се преформулираат принципите и да се операционализираат на вистинско ниво. Да се издвојат тие принципи во вредности од пониско ниво и доколку е потребно, параметрите на процесот на дизајнирање.

2.8. Однос помеѓу Циркуларната економија и Реверзибилната логистика

На почетокот на ова поглавје логистичкиот концепт е опишан како интегриран процес на движење на материјалите и производите од внатре и надвор од фирмата (Johnson и сор., 1999). Таа, исто така била поврзана со управувањето со синџирот на снабдување. Krumwiede и Shue (2002) ја поделиле логистиката во напредна и реверзибилна логистика. Од друга страна, Циркуларната економија е опишана како концепт за индустриска економија кој се занимава со технички и биолошки материјали во циркулацијата (EMF, 2013). Циркуларната економија се стреми да го максимизира "дизајнот за употреба".⁴⁸

Реверзибилната логистика и Циркуларната економија имаат сличности во активностите. EMF (2013) илустрирала некои активности на Циркуларната економија, како што се одржување, собирање, поправка, реновирање, преработка, рециклирање

⁴⁸ Lacy, P. & Rutqvist, J. (2015) *Waste to wealth: the circular economy advantage*. New York, Palgrave Macmillan.

итн., Додека Реверзибилната логистика, исто така е илустрирано со директна повторна употреба/реупотреба/препродажба, поправка, реновирање, преработка, канибализација и рециклирање. Целта на Реверзибилната логистика е да создаде ефикасен и ефективен процес за планирање, спроведување и контрола на протокот на материјали, за да ги врати вредностите при правилно отстранување. Целта на Циркуларната економија е да ги задржи производите во нивната највисока корисност и вредност во промет, преку разликување на биолошки и технички материјали.

Односот помеѓу Циркуларната економија и Реверзибилната логистика, исто така го опишале истражувачите, како Xiangru и Wei (2009), Chen и Chen (2010), Ripanti и сор. (2015, 2016). Xiangru и Wei (2009) опишале дека Циркуларната економија, врз основа на Реверзибилната логистика, може да обезбеди некои позитивни влијанија, како што е развојот на циклусот на економијата, придонесувајќи за ефикасност на Реверзибилната логистика, посебно во електронските претпријатија. Chen и Chen (2010) тврделе дека Реверзибилната логистика има важна улога во развојот на Циркуларната економија, преку спроведување на принципите на Циркуларната економија (редуцирање, повторна употреба/реупотреба и рециклирање), особено во кружен процес кој може да го задржи материјалниот тек по ниска цена. Ripanti и сор. (2015, 2016) објасниле дека Циркуларната економија и Реверзибилната логистика имаат силна врска, преку имплементација на принципите на Циркуларната економија во реновирањето и активностите за преработка.

2.9. *Оправдување за истражување*

Прегледот на литературата беше спроведен за да се најде основното разбирање на ова истражување. Прегледот на литературата, исто така, укажа на некои истражувачки празнини. Главната област на истражувањето е Реверзибилната логистика и Циркуларната економија. Во подрачјето на Реверзибилната логистика, некои прашања се покренати, како што покомплексно да се управува, отколку во напредната логистика, вклучената несигурност, на пр. квалитетот на производите, времето на враќање на производот и обемот на враќање,⁴⁹ ефикасноста и ефективноста на протокот на производот од местото на потрошувачка до местото на потекло. Покрај тоа, Tibben-

⁴⁹ Flapper, S. (1995) On the Operational Logistics Aspects of Reuse. *Second International Symposium on Logistics*.

Lembke и Rogers (2001) испитувале, каде резултатите покажале дека системот на Реверзибилната логистика сè уште не е имплементиран или со други зборови, некои компании не го имплементирале добро. За да се зголеми ефикасноста и ефективноста на операциите на Реверзибилната логистика, правилно треба да се направи управување со несигурноста и спроведување на системот на Реверзибилната логистика, каде што прегледот на литературата се фокусираше на дизајнот на Реверзибилната логистика. Всушност, литературата каде што се дискутирало за дизајнот на Реверзибилната логистика е ретка. Најчесто резултираше со пребарување на дизајнот на Реверзибилната логистика во дизајнот на мрежата на Реверзибилната логистика.⁵⁰ Навистина, дизајнот на Реверзибилната логистика и мрежниот дизајн на Реверзибилната логистика се различни. Формалниот дизајн на Реверзибилната логистика е потребен да биде направен и да биде водич за операции, како и да произведе ефикасна и ефективна Реверзибилната логистика.

Принципите на Циркуларната економија треба да се преформулираат во формат кој може да се имплементира за специфични цели, како на пример во Реверзибилната логистика, конкретно во обнова на производ. Истражувачите ги објавиле принципите на Циркуларна економија, на пример Pintér (2006), Yuan и сор. (2006), Yong (2007), Geng и сор. (2012), ЕМФ (2013, 2015), Stahel (2013) и Pan и сор. (2015). Меѓутоа, тие ги опишале принципите на Циркуларната економија на големо концептуално ниво и не ги спроведувале во операциите за Реверзибилната логистика, особено случаи на опциите за обнова на производи. Освен тоа, со спроведувањето на прегледот на литературата за двата концепта, се откриени односите меѓу нив преку слични активности, како што се собирање, одржување, повторна употреба, рециклирање и редуцирање. Имаше истражувачи кои се обиделе да го опишат односот помеѓу Реверзибилната логистика и Циркуларната економија,⁵¹ но сепак, тие не се опишани во оперативната имплементација уште како интегрирана Реверзибилната логистика базирана на Циркуларна економија. Потенцијалите на Реверзибилната логистика и Циркуларната

⁵⁰ Mutha, A. & Pokharel, S. (2009) Strategic network design for reverse logistics и remanufacturing using new и old product modules. *Computers & Industrial Engineering*. 56 (1), 334–346

⁵¹ Xiangru, M. & Wei, S. (2009) Construction of Third-Party Reverse Logistics About Electronics Enterprise Based on Circular Economy. *IITA International Conference on Services Science, Management и Engineering*, 213–216.

економија се високи. Реверзибилната логистика се фокусира на ефикасноста на логистиката, протокот на повторна употреба/ реупотреба/ обновување, трошоците и повторните вредности на задржаниот производ, додека Циркуларната економија се фокусира на чување и котирање на материјалот подолго во оптек за да се добие највисока корисност и вредност. Мора да се предложи метод за дизајнирање на Реверзибилната логистика врз основа на вредностите на Циркуларната економија, иако во литературата има малку докази за да се развие метода на Циркуларна економија базирана на Реверзибилната логистика.

Резултатите од литературниот преглед покажуваат дека постои суштинска потреба да се спроведе ова истражување поради причини како што следи:

- Рамката за дизајнот на Реверзибилната логистика е првата формална рамка за дизајнирање која може да ја зголеми ефикасноста и ефикасноста на операциите на Реверзибилната логистика. Формалната рамка за дизајнирање исто така е потребна за дизајнирање на други апликации како што е мрежниот дизајн на Реверзибилната логистика.
- Потребни се реформски принципи на Циркуларна економија како постоечките принципи на Циркуларна економија се формулираат поинаку со различното разбирање. Принципите беа опишани на стратешко ниво. Принципите на Циркуларна економија, исто така, не се опишани во специфични цели како што е Реверзибилната логистика.
- Имплементацијата на Циркуларна економија во Реверзибилната логистика или обратно се уште е ретка што процесот на вградување што е опишан во ова истражување може да биде водич за примена на двата концепта.
- Постојат некои истражувачи кои го опишале методот или рамката за дизајнирање на Реверзибилната логистика. Сепак, тие не дискутираат за рамката за дизајн на Реверзибилната логистика. Уште помалку, рамка за дизајн на Реверзибилната логистика врз основа на Циркуларна економија.

3. РЕВЕРЗИБИЛНАТА ЛОГИСТИКА

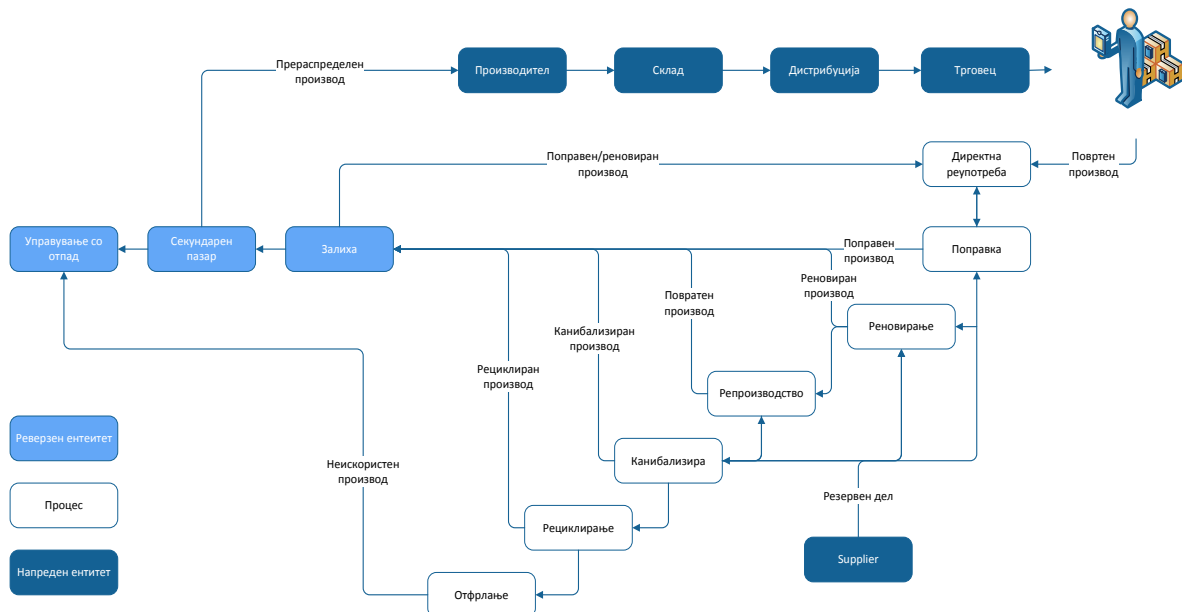
Терминот "операции" во реверзибилната логистика најчесто го користат истражувачите. Треба да ја дефинира точната намера на работењето. Врз основа на Dummies (2016) дефиниција, Amini и сор., (2005) ги опишале операциите на реверзибилната логистика како покривање на повратот на производот, поправки и реновирање. Meade и Sarkis (2006) според заклучоците од литературата, дека операциите на реверзибилната логистика покриваат собирање, пакување, складирање, сортирање, преодна обработка и активности за испорака

Покрај тоа, терминот "интегриран" во реверзибилната логистика или синџирот на снабдување, исто така, често се појавуваат во операциите на реверзибилната логистика. Thierry и сор. (1995) илустрираат интегриран синџир на снабдување, кој ги опфаќа реверсните и напредните текови. Терминот "интегриран" во овој контекст ги опишува двете страни, односно напредни и повратни текови, иако сеуште постои врска помеѓу некои ентитети и процеси на секоја страна. Понатаму, протокот на активности на реверзибилната логистика е визуелизиран од Krumwiede и Sheu (2002) во кој тие илустрирале неколку активности, како што се тестирање и расклопување, преку активности за отстранување и дека тие активности се поврзани со други субјекти, на пример, потрошувачите, дистрибуцијата, производството и суровините. Главно преку двата горенаведени истражувачи се конструирал интегриран протокол за реверзибилната логистика (Слика 10.).

Сликата 10. ги прикажува операциите на реверзибилната логистика преку детално опишување на односите помеѓу активностите, ентитетите и тековите кои се познати во целост; секој тип на процес ќе се разгледува за секоја опција/активност во рамките на операцијата на реверзибилната логистика. Како што може да се види од Слика 10., ги има следните компоненти: активности на реверзибилната логистика (директна повторна употреба-реупотреба/препродажба, поправка, реновирање, преработка, канибализација, рециклирање и отстранување); напредни ентитети (снабдувач, производител, складиште, дистрибутер и малопродажба); повратни ентитети (залиха-инвентар, секундарен пазар, управување со отпад-WM); и информационални текови. Процесите ги илустрираат опциите и условите за вратениот производ, што ќе се разгледуваат. Деталните текови на процесот ќе одат кај повратните субјекти, како што

се залихата-инвентарот и секундарниот пазар, по што процесот може да продолжи да го испраќа вратениот производ на напредните субјекти, како што се производителот, складот итн.

Сепак, напредниот ентитет може директно да се поврзе со повратен тек, на пример, добавувачот. На Слика 10. постојат два важни ентитети, а тоа се залиха-инвентар и секундарен пазар. Залихата-Инвентар е потребен за складирање на "нов производ" по процесот на обновување, како што е реновирање (Kim и соp., 2006), секундарниот пазар е потребен, како место за продавање на вратен производ од купувачот (Tibben-Lembke, 2002).



Слика 10. Интегриран протокол за реверзибилната логистика
Figure 10. Integrated reverse logistics flow

Целиот процес од Слика 10. започнува од кога клиентот го враќа производот и дали неговиот квалитет значи дека може да биде директно искористен или препродаден, поправен, реновиран, повторно воспоставен, рециклиран или отстрануван. Бидејќи на клиентот му треба место за испраќање на вратениот производ, потребно е лице кое има функција да собира и оценува повратни производи. Тоа би можело да соработува со субјектите во напредниот проток или да создаде некои ентитети кои само се фокусираат на повратен проток. Слика 10. прикажува дека постои ентитет кој има функција како колектор - тоа е залиха-инвентар. Откако вратениот производ е третиран врз основа на неговиот квалитет, производот може да се испрати

директно до купувачот, ако ги исполнува барањата за директна повторна употреба-реупотреба/препродажба; ако не, некои специфични третмани се потребни. Готовиот вратен производ може да се испрати на секундарен пазар, а исто така и испратен до производителот; ова ќе зависи од излезните опции за квалитет (поправка, реновирање, повторно производство или други). Вратениот производ исто така може да се испрати до управување со отпад-WM, ако производот/компонентата/дел е неупотреблив.

3.1. Идентификација на активностите на Реверзбилната логистика

Сите активности кои една компанија ги спроведува за да ги собере употребените, оштетените, несакани или застарени производи, како и материјали за пакување и испорака од крајниот корисник или препродавач, може да се сметаат за повратни логистички активности. Откако производот е вратен во компанијата, фирмата има многу можности за отстранување од кои да изберат. Rogers и Tibben-Lembke (1998) класифицираат некои од овие активности како во Табела.5.

Табела 5. Активности на реверзбилната логистика ((Rogers u Tibben-Lembke (1998)))

Table 5. Reverse Logistics Activities (Rogers u Tibben-Lembke (1998))

Материјал	Активности на реверзбилната логистика	
Производи	Врати до добавувачот	Реновирање
	Препродажба	Повторна изработка
	Продавање	Поврати материјали
	Спасување	Рециклирајте
	Реконструкција	Депонија
Пакување	Реупотреба	Рециклирање
	Реновирање	Спасување
	Поврат материјали	

Меѓу многуте опции кои фирмите треба да ги направат со вратените производи, првиот избор би бил да му се врати на добавувачот за целосна наплата. Честопати производите што не се користеле може да се продаваат на друг клиент или можеби се продаваат преку друга продавница за излез. Ако производите не се со задоволителен квалитет, тие можат да бидат испратени до посебна компанија која ќе го извезува на странски пазар. Ако производот не може да се продаде "како што е" или ако фирмата може значително да ја зголеми продажната цена со реконструкција, обновување или репродукција на производот, фирмата може да ги извршува овие активности пред да го продаде производот.

Овие операции, исто така, може да ги врши фирма од трета страна која е специјализирана во областа на наплата/преработка/реновирање. Конечно, ако ниедна од овие операции не може да се изврши, тогаш производителот може да се обиде да најде која компонента на производот може повторно да се користи за производство на нови производи, а остатокот може да се испрати на рециклирање или депонија.

Пакуваните материјали, од друга страна, често може да се рециклираат. Честопати производителите употребуваат специјални употребливи еднократни торби-корпи и палети.

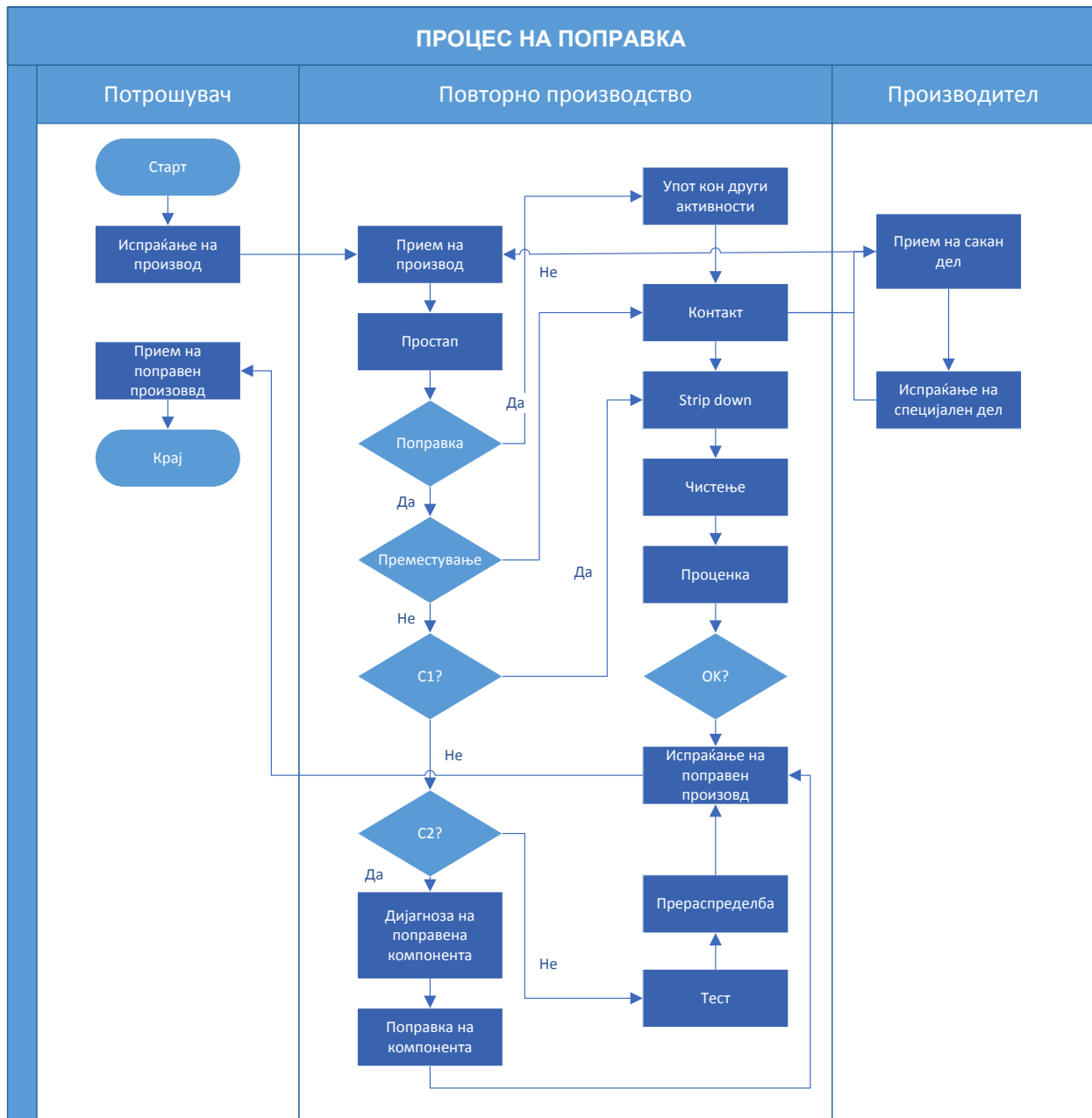
3.2. Анализирање на деталите на процесот на реверзибилна логистика

После утврдување на видот на опциите и активностите за реверзибилната логистика, потребна е идентификација на деталните активности. Деталната активност, т.н. под-активност или процес, треба да се идентификува посебно, бидејќи различни видови на производи или индустрии имаат различни процеси. Некои производни процеси се поправка на производи, реновирање, преработка и канибализација кои ќе бидат опишани подолу. Детален процес за секоја опција во основата на анализирањето е дадениот пример.

3.2.1. Поправка

Направен е детален процес на поправка; таа е адаптирана од ERN (European Reference Network) (2016), каде што производот е воздухопловен производ, а типот на преработувач е независен преработувач (Слика 11). Слика 11. има три компоненти: оператор на купувачи/авиони; преработувач и производител/OEM (Original Equipment Manufacturer). Процесот ќе започне од кога операторот на воздухопловот ќе го испрати производот што бил набавен од производителот за цели на поправка. Постојат три услови: C1 (cycle 1), моторот е одземен, исчистен и проценет; C2 (cycle 2), поправениот мотор ќе има процес на недеструктивно тестирање за да ја дијагностицира поправката, а потоа компонентите ќе бидат поправени со употреба на хемиско галванизација, заварување итн.; C3 (cycle 3), поправената компонента повторно ќе биде вратена на главниот мотор (повторна монтажа) пред серијата тестови (тестови за вградени, мотори,

индикатори за изведба) со цел да се задоволат барањата за OEM (Original Equipment Manufacturer) изведба.

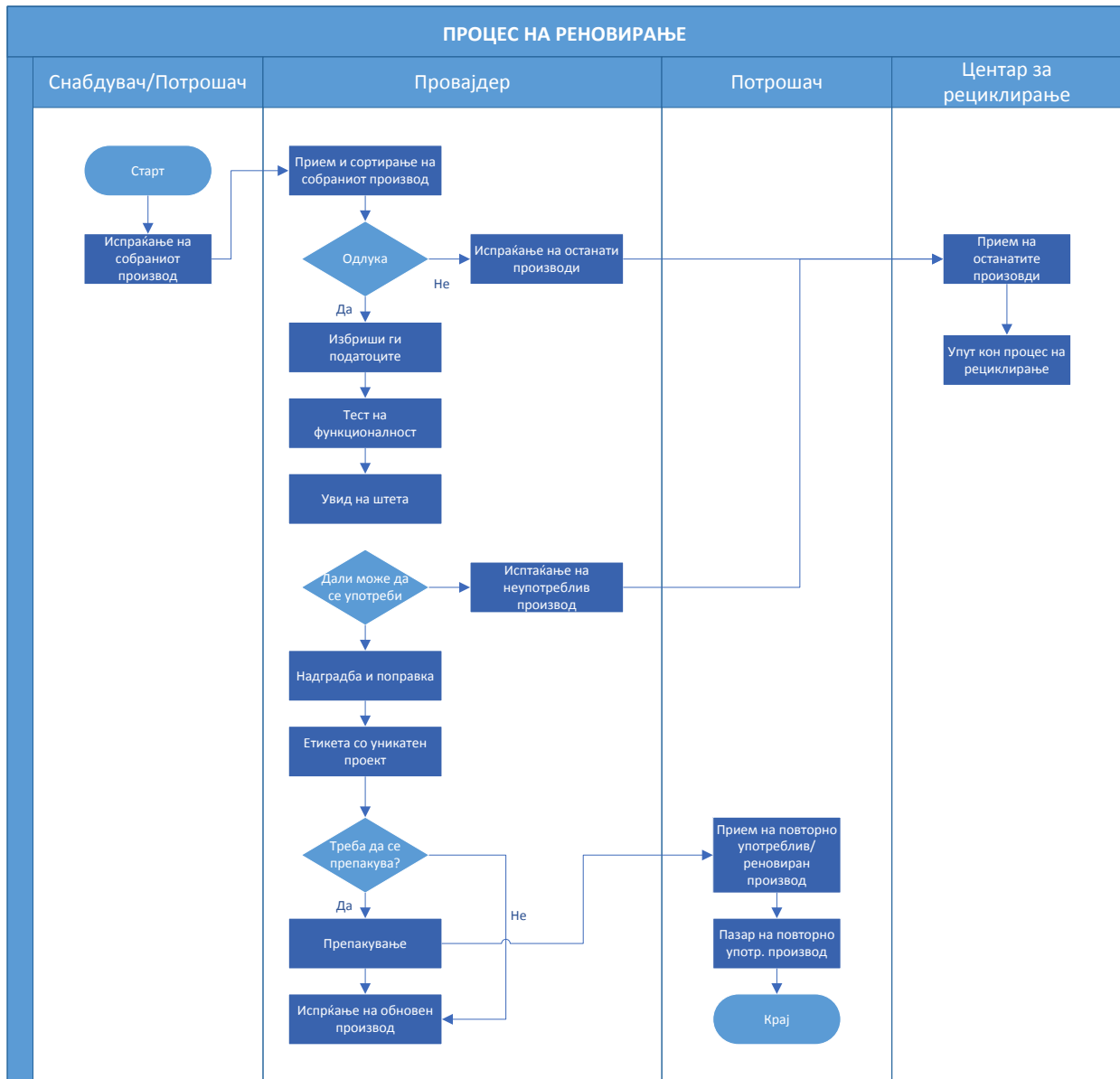


Слика 11. Пример за процес на поправка
Figure 11. An example of the repair process

3.2.2. Реновирање

Процесот на реновирање-реконструкција на производот е претставен со електронски производ (компјутер), а типот на преработувач е независен преработувач. Процесот се состои од четири компоненти: снабдувач/клиент, провајдер, клиент/други клиенти и центар за рециклирање. Процесот започнува од добавувачот кој го испраќа собраниот производ, каде што добавувачот има функција да го собира искористениот

производ и од купувачот. Деталниот процес на реновирање може да се види на Слика 12 .



Слика 12. Пример на процес на реновирање-реконструкција
Figure 12. An example of the refurbishment process

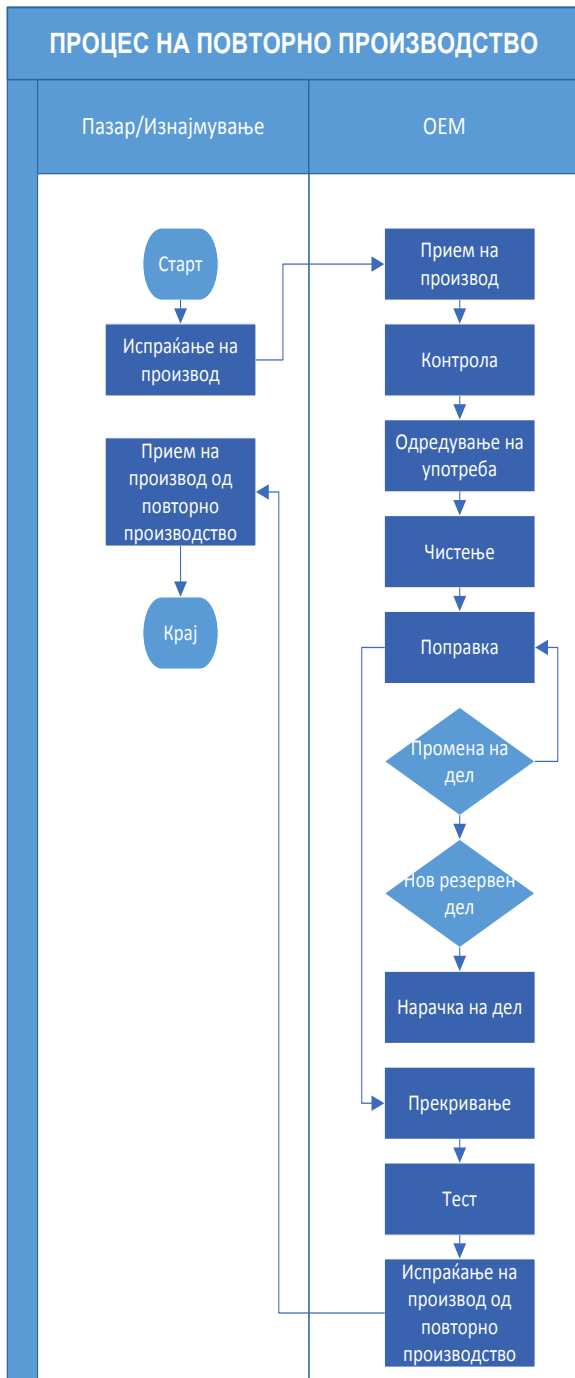
3.2.3. Преработка

Примерот на процесот на преработка на производот е илустриран на Слика 13. Видот на производот е камион за виљушкар, а типот на преработувач е оригинална опрема за преработка (OER-Original Equipment Remanufacturer). Процесот ги вклучува ентитетите како што се пазарот изнајмување и OEM (Original Equipment Manufacturer). Процесот започнува од кога пазарот/изнајмувањето го испраќа производот до OEM. OEM го прима производот за инспекција-проверка што се прави за да се одреди класата

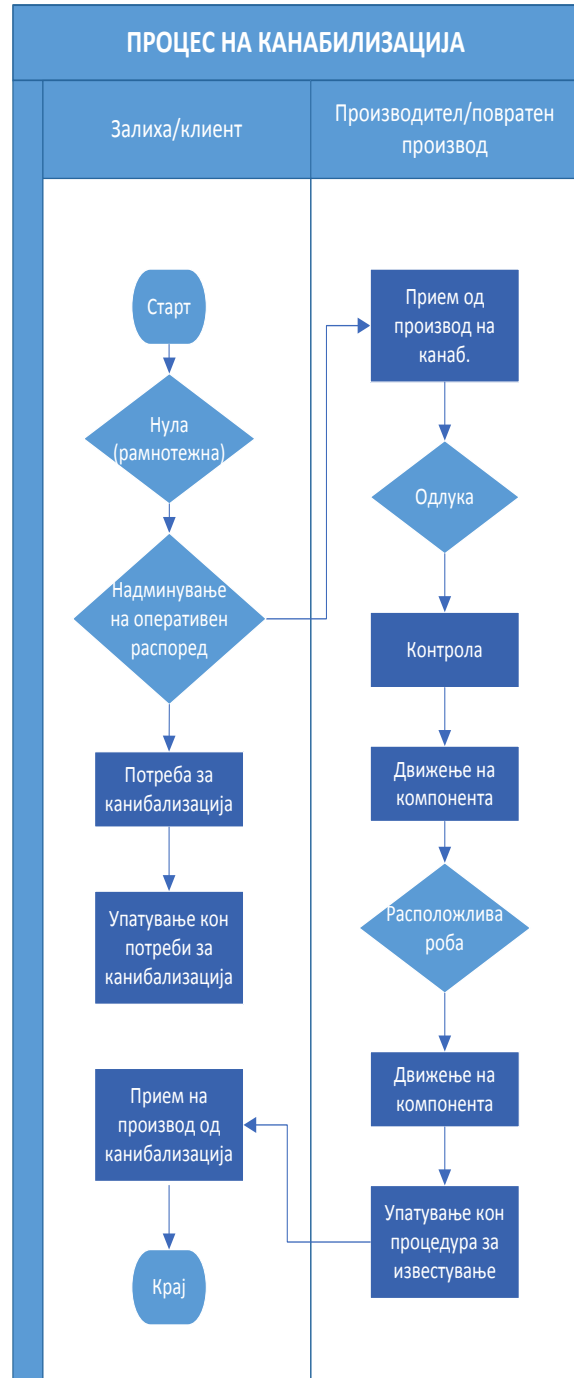
на користениот производ; потребни се неколку активности, како што се чистење, поправање, освежување, вклучувајќи и промена на делови ако е потребно. Тестирањето на производот е потребно по извршувањето на сите горенаведени процеси.

3.2.4. Канибализација

Процесот на канибализација започнува од некои услови прикажани во дијаграмот на дијаграм на Слика 14., каде што може да се направи само ако назначеното средство е достапно. Процесот на Слика 14 е исто така земен од воздушната индустрија. Процесот на канибализација во оваа индустрија може да се направи од разни причини, како на пример ако бројот на акции е нула, што го надминува оперативниот распоред. Кога се бара канибализација, треба да се следат специфичните барања на компанијата. Барањето ќе биде примена од страна на производителот/преработувачот, доколку назначеното средство е достапно. Ако се исполнети сите барања, ќе се преземат неколку процеси: инспекција-проверка, отстранување на компонента, инсталација, а последниот процес се однесува на постапката за известување пред да се испрати до клиентот/залиха-инвентар.



Слика 13. Пример на процес на преработка
 Figure 13. An example of the remanufacturing process



Слика 14. Пример за процес на канибализација
 Figure 14. An example of the cannibalisation process

4. ЦИРКУЛАРНАТА ЕКОНОМИЈА

Идејата за циркуларната економија веќе долго време е воведена од страна на голем број истражувачи во различни контексти. Boulding (1966) ја изразил циркуларната економија како "цикличен еколошки систем кој е способен за континуирана репродукција на материјална форма, иако не може да избега од влез на енергија". Kneese и сор. (1970) ја пренеле ЦЕ во еколошка економска перспектива, заснована на принципот на материјална рамнотежа што можат да ги земат во предвид сите материјални текови, но тоа ќе бидат економските вредности, а не физичките текови. Pearce и Turner (1990) ја поделиле ЦЕ на четири функции: вредности за користење, база на ресурси за економијата, промивање на резидуални текови и систем за поддршка на животот. Неодамна, Ellen MacArthur Foundation-ЕМФ (2013) ја дефинирале ЦЕ како индустриски систем, кој поддржува ресторативен концепт преку интелигентен дизајн на материјали, производи и системи, и бизнис модел. Концептот ја поттикнува деловната активност практично да ги оптимизира производите, компонентите и материјалите со најголема корисност и вредност во секое време, разликувајќи ги техничките и биолошките циклуси. "Принципот" е генерално наменет како фундаментална вистина која служи како основа на системот. Некои принципи на циркуларната економија се идентификувани од ЕМФ (2013), во кој спаѓаат: 1) дизајнирање на отпад, што значи дека кога е дизајниран производот, дизајнерот треба да го разгледа циклусот на биолошки или технички материјал кој може да се преработи; 2) да се изгради еластичност преку разновидност, што значи дека постои потреба да се изгради систем на еластичност кој опфаќа неколку аспекти во рамките на ЦЕ. Тоа се создава преку позитивните вредности во транспарентен, робустен, сигурен и одговорен; 3) работат кон искористување на енергијата од обновливи извори, што значи дека употребата на енергија по единица производ треба да се намали и промената кон обновливите извори на енергија треба да се забрза со дизајн, третирање во економијата како вреден ресурс; 4) размислуваат во системот, што значи дека збир на компоненти или предмети кои меѓусебно се интеракционираат за да ги постигнат целите во реалниот свет, нелинеарни, системи што се богати со повратни информации, особено живите системи; и 5) размислуваат во каскади, што значи дека максимизирање на задржувачката вредност на производот што

може да придонесе оптимално пред да се вратиме назад во биосферата или да продолжиме со јамки.

Принципите на ЦЕ се дискутираат и од истражувачите како што се Ну и сор. (2011) кои ја изразиле основната филозофија на ЦЕ, која го подобрува појавувањето на индустриски и економски системи, се потпира на соработка помеѓу актерите и материјата, користи отпаден материјал и енергија како ресурси, за да го минимизира девизниот материјал на системот и внесувањето на енергија. Во Кина, концептот на ЦЕ ги усвои принципите на "3R": редуцирање, реупотреба и рециклирање на материјали/енергија (Huamao и Fengqi (2004); Yuan и сор. (2006)).

4.1. Линеарен модел и планирана застареност

Концептот на циркуларна економија често се приближува во споредба со нејзината спротивност, т.н. линеарен модел кој во моментов е распространет. Моделот на линеарна потрошувачка исто така често се нарекува и модел за "земи-прави-употреби-отфрли".

Во линеарниот модел на потрошувачка на ресурси, протокот на материјалните струи функционира како еднонасочна улица: компаниите ги извлекуваат или искористуваат материјалите, користат енергија и работна сила, за да произведуваат производ што се продава на крајниот корисник. Кога повеќе не служи за својата намена, тие се отфрлаат и обично завршуваат до депонија или инсинератор.



Слика 15. Модел на линеарната економија
Figure 15. Model of linear economy

Walter Stahel го опишал овој начин на размислување во својата добиена награда Mitchell Prize веќе во 1982 година, на следниов начин: "Брзата замена е постојан тренд во економската историја и се стекна со интензитет во нашето потрошувачко општество базирано на модата ("поголеми-подобри-побрзи возбудливи нови производи") како економисти станаа преокупирани со оптимизација на производството, економија на обем и брза амортизација и замена. Резултатот е краток живот, некомпатибилни стоки и производи кои се карактеризираат со недостаток на репарабилност". (Stahel, 1982)

Примери за овој вид на дизајн се лесно да се најдат од секојдневните производи за широка потрошувачка. Често на пример, домашната електроника се гради како запечатени единици и добивањето пристап до скршена компонента бара да се расипе целата работа. Резервните делови не се лесно достапни за потрошувачите и често нивните цени не се пропорционални во споредба со цената на целокупниот производ. Компаниите, исто така, честопати прават непотребни промени во нивните стандарди, со што постарите делови и додатоци не се компатибилни со поновите модели.

Тековниот начин на користење на ресурсите, главно се должи на ниското ниво на цените на ресурсите, во однос на трошоците за работна сила; немаше голем поттик за компаниите да ги променат своите непотребни начини. Всушност, преку поголемиот дел од минатиот век, вистинските цени на ресурсите се намалија и користењето на повеќе ресурси - особено енергија - за намалување на трошоците за работна сила е компетентен начин да се зголеми ефикасноста. (Ellen MacArthur Foundation, 2013: 15-16)

Друг концепт тесно поврзан со моделот "земи-направи-отфрли" е планираната застареност. Планираната застареност првпат ја вовел Бернард Лондон во својата книга "Завршување на депресијата преку планирано застарување", (Лондон, 1932, 1).

Идејата за планирана застареност е вештачко зголемување на побарувачката со ограничување на животниот век на производот, со што потрошувачот ќе купи нови производи за да имаат корист производителите. Ова може да се претвори во "принудување" на потрошувачот да купува нови стоки со тоа што производитите ќе успеат со дизајнот или со убедување на клиентот да го замени сеуште функционалните производи со нови, малку различни верзии на тоа. (Keeble, 2013: 6)

Како Stahel укажува дека резултатот е постојано зголемување на дел од нашиот приход оди на замена на производи, одржување - не додавање на - богатство. Иако е очигледно дека ова не е од корист на потрошувачот, а камоли на природата, планираното застарување се уште е многу очигледно во нашето модерно технолошко општество.

4.1.1. Критика на линеарен модел

Линеарниот модел ги достигна своите граници и повеќе не е соодветен на многу начини. Прво, станавме свесни дека се приближуваме кон границите на крајната издашност на ресурси во светот.

Според Римскиот Клуб, потребни се речиси 18 месеци за да се регенерира она што го користиме за една година. Ограничувањата на ресурсите и зголемените количини на отпад и загадување наметнуваат зголемени закани за благосостојба. Тие исто така го загрозуваат континуитетот на бизнисите. Како што клубот е олицетворение: "Ние сме во итна потреба од раздвојување или, со други зборови, транзиција кон инклузивна и циркуларна економија".

Она што ја прави потребата од промена уште поважно е растечката популација и зголемувањето на потрошувачката. Се очекува светската економија да се зголеми за четири пати, а населението на планетата да се зголеми од сегашните 7 милијарди на над 9,2 милијарди до 2050 година.

Исто така, вреди да се забележи, дека еколошките стапки во земјите во развој се значително помали, отколку во развиените земји. Ако сите во светот живеат според американските стандарди, ќе ни требаат уште четири планети Земји. (Club of Rome, 2015: 9) Според ОЕЦД, големината на средната класа расте од сегашните 1,8 милијарди луѓе до 3,2 милијарди до 2020 година и до 4,9 до 2030 година. Тоа е повеќе од 3 милијарди нови потрошувачи кои влегуваат на пазарот! Поголемиот дел од овој раст (85%) доаѓа од Азија.

Второто забележување е дека системот базиран на потрошувачка е неефикасен во својата непотребност, што подразбира значителни загуби низ целиот синџир на вредност и предизвикува други трошоци во отпадот што го создава.

Според проценките на Фондацијата Ellen MacArthur, 80% од вредноста на брза храна за широка потрошувачка во моментот не се обновува. Околу 18% се обновуваат за депонија (да се рециклира или да се биоразгради во зависност од материјалот), а само 2% повторно се опфатени за повторна употреба (вклучувајќи директна повторна употреба-реупотреба за истите или различни текови на вредност или во празнини).

Друг пример: метали. Рециклирањето на метали е значително поекономично отколку што ги извлекува како свежи материјали, а во теорија тие можат да се користат

и повторно да се користат бесконечно. Сепак, според една студија од 2011 година со оглед на околу 60 метали, помалку од третина од металите имале стапки на рециклирање повеќе од 50, а 34 метали имале стапки на рециклирање помали од 1%.

4.2. Циркуларниот синџир на вредности на производот

Со цел да се направи концептот на циркуларната економија опиплив и разбирлив, SB Insight користи модел кој се состои од 7 чекори кои се од витално значење во синџирот на кружни вредност на производот. Овој синџир на вредности се базира на принципите на дефиницијата на и моделот на Ellen MacArthur дефиницијата и Европската комисија за кружниот животен циклус на еден производ. Седумте чекори се прикажани графички во моделот на десната страна.

СУРОВИНИ. Во циркуларна економија, суровините треба внимателно да се избираат и треба по природа да бидат регенеративни, задржувајќи ја нивната вредност колку што е можно подолго.

ПРОИЗВОД ДИЗАЈН. Производи треба да бидат дизајнирани со цел да се зачува максималниот износ на ресурси и енергија што се користат. Клучот е дизајнирање на отпад.

ПРОИЗВОДСТВО НА ПРОИЗВОДИ. Производството на производите треба да се направат со максимална енергетска ефикасност и сите извори на енергија треба да се обновуваат.

ДИСТРИБУЦИЈА НА ПРОИЗВОДИТЕ. Процесите на дистрибуција се однесуваат на пр. логистика и транспорт. Користејќи логистика, актерите можат да создадат поттик за учество во циркуларната економија, нудејќи ги, бар-кодovите, припејд етикетите за испорака, паметното пакување и иновативните механизми за враќање назад. Ова би можело да поттикне повторување.

УПОТРЕБА И ОШТЕТА НА ПРОИЗВОДИТЕ И НИВНАТА КОМПОНЕНТА. Кратка и слатка, оваа фаза се однесува на фазата на потрошувачка на производи, вклучувајќи; користење, повторна употреба-реупотреба, поправка и споделување на принцип.

СОБИРАЊЕ НА ПРОИЗВОДИ И ОТПАД. Процесите на собирање на производи и отпад, се од витално значење за да се подготват за рециклирање и да ги искористат постоечките ресурси. Фазата на собирање се состои од повеќе од само обезбедување

на потрошувачи со контејнери за одделување на нивната пластика од нивниот стаклен отпад. Тоа исто така значи и изнаоѓање иновативни методи за да ги натераат луѓето да ги соберат своите ресурси и да го обезбедат на вистинскиот актер за рециклирање. Целта е построга поделба на текови на отпад на изворот, наместо по собирањето.



Слика 16. Чекори на циркуларниот производ
Figure 16. Steps of the circular product

РЕЦИКЛИРАЊЕ. Рециклирањето е најстариот циклус во циркуларната економија. Пожелно е последната акција, кога другите опции се затворени, со цел да го задржат ресурсот и неговата вредност, преку повторна употреба, репарација или репродукција.

4.2.1. Поврзани концепти

Многу истражувачи, како и практичари, користат термини како што се ЦЕ, лулка-до-лулка, индустриски инженеринг или синџири за снабдување со затворен циклус речиси заемно. Во следните делови, концептите се анализираат одделно, особено нагласувајќи ги нивните главни принципи и потенцијално разликувачките карактеристики. Поврзаните концепти се подредени според нивната блискост со концептот на ЦЕ во однос на бројот на карактеристики кои ги делат. Како што карактеристиките не се предлагаат да бидат подеднакво релевантни, сепак, ова не подразбира ранг на важност, но овозможува прва интуиција за тоа како е широк концепт.

4.2.2. *Cradle-to-cradle*

Овој концепт бил развиен од хемичарот Braungart и архитектот на "Лулка до Лулка" (Cradle-to-cradle) McDonough. *Cradle-to-cradle*: Осврнувајќи се на начинот на кој правиме нешта (McDonough & Braungart, 2002). Сепак, терминот лулка-до-лулка (C2C) беше воведен во 1970-тите од страна на Stahel. Концептот на C2C има за цел да ја минимизира штетата врз животната средина на производите преку поодржливи производствени процеси, дистрибуција и практики за отстранување и општествено одговорни производи (Visser, 2010). Понекогаш C2C исто така се нарекува синџир за снабдување со затворен циклус, каде што крајот на животниот век на производот води до процес на рециклирање (DePauw, Karana, & Kiachar, 2013). После рециклирањето, материјалите повторно се користат за истата цел или за производство на различни производи (Huang, Bird, & Heidrich, 2007).

Концептот не го вклучува само системот за производство и рециклирање, туку исто така го става акцентот на фазата на дизајнирање (Baumgartner & Zielowski, 2007). Концептот C2C дизајнот е инспириран од "биолошкиот метаболизам" и се обидува да го преведе во "технички метаболизам" на материјалните текови во индустриските системи (McDonough, Braungart, Anastas, & Zimmerman, 2003). Постоечките производи ќе бидат редизајнирани за зголемена ефикасност, за да се минимизираат негативните ефекти. Компонентите мора да бидат дизајнирани за кружно обновување или повторна употреба. Така, тоа е првенствено филозофија на дизајнот со две главни категории на материјали: технички и биолошки (McDonough & Braungart, 2002).

Lovins (2008) бара целосна елиминација на отпадот. Доколку се создаде "отпад", треба повторно да се создаде ресурс за производство на вредност. Концептот C2C бара спроведување процедури за собирање и обновување во сопствените синџири на снабдување на компанијата (Kumar & Putnam, 2008). Оваа точка ја нагласува силната поврзаност со истражувачкиот тек на реверзибилната логистика. Концептот C2C сугерира употреба на обновлив материјал и енергија (McDonough и сор., 2003). Конечно, го опфаќа идеалот на двосмисленоста од природните системи, што значи дека здрави екосистеми на заедниците и компаниите што живеат симбиотички во блиска дистанца, треба да бидат поттикнати со цел да се поттикне локалната општествена одговорност.

Накратко, C2C е холистичка рамка која има за цел создавање на ефикасни, одржливи и отпадни системи. Иако примената на C2C главно се појавува на микро ниво, концептот ги надминува процесите на производство и дизајн. Таа, исто така може да се примени на архитектурата и градежништвото, урбаните средини и дизајнот на инфраструктурата и ги опфаќа социјалните критериуми во сертификација понудена за поддршка на неговата имплементација. Концептот C2C е далеку од концептот кој најмногу се преклопува со циркуларната економија и често се користи како синоним.

4.2.3. Сива економија

Иако сивата економија има многу специфичен фокус и филозофија, концептот најмногу се преклопува со циркуларната економија. Pauli (2010) го развил овој релативно млад концепт кој се смета за витален извор на инспирација за ЦЕ според веб-страницата на Ellen MacArthur Foundation (2016). "Сивата" економија се однесува на бојата на океанот и небото, претставувајќи ги најголемите компоненти на планетата (Pauli, 2011). Основните принципи на сивата економија предлагаат дека локалната средина со своите специфични еколошки карактеристики е основа за одржливи решенија. Свкупно, сивата економија е дефинирана со следните шест принципи:

1. Mora да биде локална, така што компаниите го користат она што тие го имаат блиску до нив.
2. Треба да биде ефикасна: Компаниите треба "да заменат нешто со ништо" (Blue Economy, 2016, стр.1).
3. Околната природа е имитирана со системски пристап.
4. Сивата економија има за цел да постави профитабилни решенија преку оптимизација и генерирање на "повеќекратни парични текови".
5. Треба да ги задоволи "сите основни потреби".
6. Таа повикува на иновативна култура за да создаде промени.

Механизмите кои се наоѓаат во природата треба да се користат за да се добие изобилство на ресурси. На пример, гравитацијата се подразбира како најважен извор на енергија во сивата економија (Lieder & Rashid, 2016; Pauli, 2010). Практичниот фокус преку своите практични идеи во извештајот до Римскиот клуб, "10 години, 100 иновации, 100 милиони нови работни места", дава студии на случај за понатамошна

имплементација (Pauli, 2010). Сивата економија има за цел да го заштити глобалниот екосистем додека создава нови можности за вработување. На тој начин се стреми кон сеопфатен приод, исто така, решавајќи ги општествените прашања.

4.2.4. Регенеративен дизајн

Регенеративниот дизајн се базира на теоријата на системите и е наменет да помогне во фазата на дизајнирање на производи и услуги. Зборот регенеративно се залага за фактот дека енергијата и материјалите што се користат за дизајнирање на производи можат да се обноват и ревитализираат (Cole, 2012). Пристапот се потпира на модел на влез-излез со затворена јамка (Cole, 2012). Регенеративниот дизајн често се постигнува преку биомимикарија (Lieder & Rashid, 2016). Сите материјали или отпадот треба повторно да се внесат во системот или да се метаморфираат во нови вредни ресурси на крајот од животот на производот. Ова е како регенеративниот дизајн има за цел да се стане целосно без отпад. Покрај тоа, екосистемските услуги се сметаат за дефиниција за дизајнирање на потрошувачка, така што услугите се купуваат наместо стоки. Концептот беше развиен од архитект Lyle (1996), кој имаше за цел да создаде рамка за заедница која може да функционира со локално достапните обновливи извори без да ги уништи, истовремено намалувајќи ги непотребните напори за транспорт. Rodale (1983) работеше на регенеративното земјоделство и беше инспиративна појдовна точка за полето на истражување на регенеративниот дизајн кое треба да се шири во други сектори на економијата. C2C го надмина концептот на регенеративен дизајн во однос на истражувањата, бидејќи опфаќа повеќе аспекти и затоа ги привлекува истражувачките интереси на повеќе научници.

4.2.5. Затворени синџири на снабдување

Затворените синџири на снабдување (CSC-Closed Supply Chains), исто така опишани како синџири на снабдување со затворен циклус, ја истакнуваат важноста на кружноста. Иако основната идеја е сосема близу до концептот на циркуларната економија (ЦЕ), постојат неколку детали за вториот што не се дели, но воведува и други детали кои подоцна ќе ги разгледаме за вклучување во ревидираниот концепт.

Повторната употреба и рециклирањето на производот се два фактори "затворање на јамката" (Savaskan, Bhattacharya, & Van Wassenhove, 2004). Затворените синџири на снабдување CSC покрај тоа, содржат дискусии за тоа како механизмите за управување и координација можат или да го олеснат или да го попречат развојот на циркуларните системи (Sarkis, Zhu, & Lai, 2011). Според Krikke, le Blanc, & van de Velde (2004, p. 24), CSC се состојат од напреден и повратен синџир на набавки каде "комбинација на опции за повторна употреба" се користи од страна на производителот во зависност од "најпрофитабилната алтернатива". Концептот на тој начин опфаќа експлицитна профитна ориентација. Авторите идентификувале пет деловни процеси кои се клучни за активностите на повратната страна CSC:

1. Стекнување на производот преку откуп или други методи за физичка колекција.
2. Реверзибилна логистика, вклучувајќи транспорт на користени стоки на местото на рециклирање.
3. Сортирање и класификација на вратените стоки во еден од шесте обратни синџири на набавка ("директна повторна употреба, поправка, реновирање, преработка, канибализација и отпад" (Krikke и сор., 2004, стр. 25).
4. Обнова, идеално во истиот синџир на снабдување, инаку повторна употреба во алтернативен синџир на снабдување ["отворена апликација" (Krikke и сор., 2004, стр. 25)].
5. Редистрибуција и продажба на секундарни производи во "вообичаениот" напред синџир.

Концептот на CSC, исто така, вклучува и четири категории на враќање на производот (Toffel, 2004): еднократно (на пример, пакување), комерцијален (на пример, гаранција или потсетување на производот), крајот на живот на производот (End-of-Life, EoL) и на крај се враќа употребата. Поставувањето на снабдувачките синџири, треба да се избере во зависност од видот на поврат. Покрај фокусот на видовите на поврат и нивните карактеристики, дисциплината CSC, исто така, се издвојува за потенцирање на потенцијалот на модуларност во производите (Krikke и сор., 2004). На база на идејата за CSC, рамката за снабдувачката јамка тврди дека ги комбинира концептите на CSC, индустриска екологија, реверзибилната логистика и мерење од проценките на животниот циклус. На тој начин претставува интересна алатка и предлага стратегија за

"управување со производот на крајот на животот, што создава економска и еколошка вредност" (Geyer & Jackson, 2004, p. 56). Следствено, мерењето на успехот на спроведувањето на јамките за снабдување, треба да ги опфати економските и еколошките придобивки (Ayres, Ferrer, & Van Leynseele, 1997). Neto, Bloemhof-Ruwaard, van Nunen, & van Heck (2008) претставуваат рамка која користи мултиобјективно програмирање, за да помогне во оптимизирањето на дизајнот на ефикасни логистички мрежи, земајќи ги предвид трошоците и аспектите на животната средина. Ова претставува комплицирана, но корисна алатка за дизајнирање и евалуација на логистичкиот аспект на CSC.

4.2.6. Природен капитализам

Природниот капитал се однесува на природните богатства на светот, како што се воздухот, водата, почвата и другите организми (Costanza & Daly, 1992). Преку економија базирана на принципите на природниот капитализам, некои научници сакаат да ја активираат "следната индустриска револуција" (Hawken, Lovins, & Lovins, 2013). Во нивниот модел, интересите на животната средина и бизнисите не се меѓусебно исклучуваат, туку имаат многу преклопувања. Природниот капитализам ги има следните четири принципи (Hawken и сор., 2013):

1. Продуктивноста на природниот капитал мора да се зголеми. Прилагодувајќи го дизајнот на производи и користејќи ги новите технологии во производните процеси, природниот капитализам има за цел да го прошири употребливиот животен век на ресурсите. Ова им овозможува на претпријатијата да ги заштедат трошоците и да понудат можности за инвестирање во новите технологии.
2. Моделите за биолошки инспирација треба да се имплементираат за да се намали или елиминира отпадот преку системи за производство на затворен циклус. Излезот треба или да се врати како хранлива материја во екосистемот или да се користи како влез во друг производствен процес.
3. Бизнис модел треба да се охрабри како "услуга и проток" (Hawken и сор., 2013, стр. 134) како ветувачка алтернатива на моделот за продажба на стоки, нудејќи им вредност на потрошувачите, а истовремено зголемување продуктивност на ресурси (Maxwell, Sheate, & van der Vorst, 2006).

4. Заштедите на трошоците од претходните принципи им овозможуваат на претпријатијата да реинвестираат во природниот капитал, што ќе доведе до поголем сооднос на регенерација во природните ресурси. Методите за мерење се флексибилни и наоѓаат инспирација во различни индикатори (Birkin, 2001).

4.2.7. Индустриска екологија

Науката околу индустриската екологија (ИЕ) е основана во 1989 година, кога Frosch и Gallopoulos го објавија својот оригинален напис, "Стратегии за производство" ("Strategies for Manufacturing"). Тие тврделе дека "индустрискиот екосистем" треба да се спроведува глобално, за да се постигне интегриран и еколошки одржлив модел за индустриски активности (Frosch и Gallopoulos, 1989, стр.1). Овој индустриски екосистем треба да ја оптимизира употребата на енергија и материјали, да го минимизира загадувањето и отпадот и да го разгледа влијанието врз животната средина на секој производ од производниот процес. Почнувајќи со нивниот напис, полето доби меѓународно признание - надвор од други причини - преку познатиот *Весник на индустриска екологија (Journal of Industrial Ecology)*.

Типични за теренот е испитувањето на интеракцијата на технологијата и индустриските активности, како и последиците од животната средина и општеството (Erkman, 1997). Ова испитување може да се одвива на локално, регионално или глобално ниво, со анализа на користењето и протокот на материјали и енергијата за време на животниот циклус на производот, за да се намали штетата врз животната средина. Управувањето со отпадот игра централна улога. Отпадот треба да се користи како извор на енергија или материјал (Frosch, 1992; Ghisellini и сор., 2016). Индустриската екологија (ИЕ) содржи три димензии: *аналитички, методолошки и проактивни*. Тоа е аналитички, бидејќи ИЕ се обидува да разбере "како функционира индустрискиот систем" (Erkman, 1997, р. 2). Таа тврди дека е методолошка, затоа што сака да ја вклучи регулативата во рамките на индустрискиот систем и нејзината "интеракција со биосферата" (Erkman, 1997, р. 2). Индустриската екологија ИЕ е проактивна, бидејќи дава идеи за владите и компаниите за тоа како да придонесат кон поодржлива економија (Berkel, Willems, & Lafleur, 1997). Други автори како Allenby (2000), посветуваат внимание на неопходните рамки на политиката за спроведување на

Индустријската екологија ИЕ и сакаат да обезбедат лесен за следење прирачник за практичари (Ayres & Ayres, 2002). Строго се однесуваат на името на концептот, Индустриската екологија ИЕ се чини дека е ограничена на индустриски процеси.

. Да резимираме. Индустриската екологија ИЕ ја зема перспективата на биолошки екосистем за да ги испита индустриските процеси и има за цел реструктурирање на индустриските процеси за компатибилност со природниот екосистем (Allenby, 2000). Како што заклучуваат Geyer и Jackson (2004), Индустриската екологија ИЕ се фокусира на аспектот на животната средина на новите стратегии, наместо на профитабилноста.

4.2.8. Перформансна економија (Ефикасност на економијата)

Stahel го разви концептот на перформансната економија, која е вкоренета во неговите дела за "функционална економија" (Stahel, 1994). Таа претставува услужна економија фокусирана на искористување преку ефикасност на ресурсите и проширување на производот. Овој пристап ги нагласува придобивките од животната средина, кога продава услуги наместо производи, а со тоа и создавање нови можности за работа. Mont (2002) го објаснува значењето на економијата на производот: Овој вид на економија се потпира на системи за услуги на производи со цел да се намали штетата врз животната средина преку поврзано производство и потрошувачка. Ефикасноста на економијата има многу специфичен фокус на кружноста. Таа има за цел максимална искористеност на производите. На овој начин, материјалниот внес и енергијата што се користи за услугата ќе бидат минимизирани. Така, Перформансната економија (Ефикасност на економијата) има за цел да ја подобри одржливоста преку повеќе дематеријализиран систем. Mont (2002) понатаму нагласува, дека компаниите мора да ги променат своите процеси и организациски структури, за да ги имплементираат потребните системи за услуги на производи и дека потрошувачите треба да бидат подготвени да прифатат услуга, наместо да поседуваат производ. Перформансната економија (Ефикасност на економијата) првенствено има три цели: *создавање нови работни места, зголемување на богатството и намалување на потрошувачката на ресурси* (Product Life, 2016).

4.2.9. Биомимикрија

Биомимикријата може да се сфати како имитирање или инспирирана од дизајните на природата за да се развијат еколошки одржливи иновации (Reap, Baumeister, & Bras, 2005). Наместо да го откриеме тркалото, биомимикријата покажува дека многу од нашите проблеми веќе се решени од природата. Така, таа има за цел подобро разбирање на овие механизми за да ги копира. Benyus (1997) вели дека целта на биомимикријата е да се создадат производи и процеси кои функционираат како природни компоненти на екосистемот, без негативни влијанија врз животната средина. Биомимикријата не смее да се меша со биониката (Дикинсон, 1999). Биониката е повеќе технички пристап, примена на биолошки методи за процесот на иновации на нови технологии. Следствено, бионскиот пристап бил сугериран како - производ инспириран од природата - да се изработи од пластика, додека биомимикријата би предложила природни материјали, бидејќи пластиката не може да се отстрани без надворешни влијанија врз животната средина (Mathews, 2011). Затворените синџири на снабдување-CSC се исто така релевантни за овој концепт, бидејќи избегнувањето на отпадот е карактеристика на природата. Овој факт го прави сосема сличен со идејата за циркуларна економија (ЦЕ), иако има многу потесен фокус.

4.2.10. Реверзибилна логистика

Крајниот концепт што треба да се презентира во врска со кружноста е реверзибилната логистика (РЛ). Европската работна група за РЛ, REVLOG, ја дефинира како "процес на планирање, спроведување и контролирање на заостанатите текови на суровини, во процес на инвентаризација, пакување и готови производи, од производствена, дистрибутивна или употребна точка, до точка на заздравување или точка на правилно отстранување "(De Brito & Dekker, 2004, стр. 5).

Таа првенствено се однесува на повторната употреба на материјали и производи (Fleischmann и сор., 1997). Некои автори, исто така, вклучуваат преработка (Kim, Song, Kim, и Jeong, 2006) или реновирање (Ravi, Shankar и Tiwari, 2005). Релевантноста на профитабилноста во реверзибилната логистика станува јасна, бидејќи се занимава со управување со поврат (т.е., враќање производи на производителот поради штети). Управувањето со враќањата често е многу поврзано со задржувањето на клиентите (Daugherty, Myers, & Richey, 2002).

За да се одржи стабилна база на клиенти, од суштинско значење за компаниите е да имплементираат добра РЛ стратегија - не само од еколошки причини. Особено за онлајн трговците на мало, темата станува главен двигател на успехот. Процесот на реверзибилната логистика РЛ исто така го опишува управувањето и продажбата на вратените производи. Понатаму, реверзибилната логистика ја вклучува наплатата по корисниот век на стоката (Daugherty и сор., 2002). Мерливоста и показателите на концептот доведоа до различни студии, како што открива литературниот преглед на Carter и Ellram (1998). За разлика од вообичаените логистички истражувања кои испитуваат како да се донесат стоки до потрошувачите, реверзибилната логистика (РЛ) ја менува насоката, така што производот се движи назад низ синџирот на снабдување (Rogers & Tibben-Lembke, 2001).

Студијата на Rubio, Chamorro и Miri a (2008) ги сумира карактеристиките на истражувањето на реверзибилната логистика од 1995 до 2005 година. Авторите наведуваат дека концептот има различни дефиниции, но заклучува дека предложената дефиниција на REVLOG на почетокот на овој дел може да биде и се смета за најкомплетна. Додека реверзибилната логистика РЛ може да даде интересни детали за тоа како да се воспостави повратен синџир на набавки, тој не опфаќа многу други детали кои ги опфаќаат дефинициите на циркуларната економија ЦЕ.

5. ОДНОС ПОМЕЃУ ЦИРКУЛАРНАТА ЕКОНОМИЈА И РЕВЕРЗИБИЛНАТА ЛОГИСТИКА

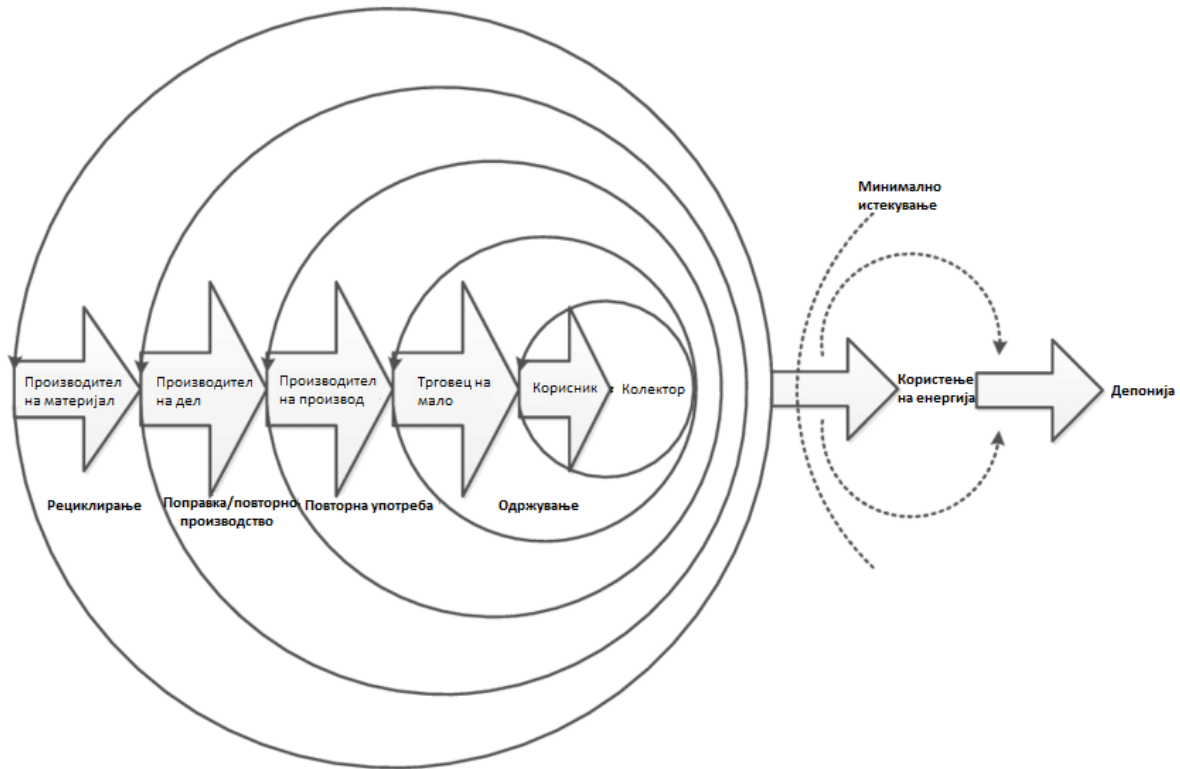
Циркуларната економија (ЦЕ) е термин кој се користи за опишување на индустриската економија која е обновлива и генерирана. За разлика од моделот на "линеарна економија" за индустриски процеси, "*зemi, направи, отфрли*", ЦЕ опфаќа минимизирање на потрошувачката на конечни ресурси и сировини во производството на производи и циркулација на обновената содржина на производи, назад до местото на производство по завршувањето на нивниот живот, со цел да се минимизира содржината, што може да заврши на депониите или во печките за инсинерација.

Реверзибилната логистика (РЛ) често се поврзува со враќање на производот и е вообичаена од раните денови на трговија. Многу истражувачи се обиделе да ги формулираат дефинициите за реверзибилната логистика, иако нејзиниот опсег бил ограничен во материјалните движења од клиенти до производители. Терминот на реверзибилната логистика привлече само академско внимание од почетокот на 1990-тите. Различни дефиниции на реверзибилната логистика биле предложени од голем број истражувачи. Rogers и Tibben-Lembke (1999) ја дефинирале како активности за управување со активности кои се однесуваат на ефикасна и економична сировина, процесна инвентаризација, готови производи и информации за враќање на вредноста или правилно отстранување во рамките на клиентот до проток на сировини.

Реверзибилната логистика (РЛ) и циркуларната економија (ЦЕ) имаат неколку слични карактеристики, особено за циклуси на поправка, обновување, преработка, рециклирање и отстранување, иако некои од принципите на ЦЕ (минимизирање на истекување) се значително пошироки од активностите на РЛ. Циркуларната економија ЦЕ, исто така, има пошироки основни цели, кои придонесуваат за глобалните економски можности. Повторното производство е дефинирано како процес на враќање на искористените производи, за да станат нови производи, користејќи неколку чекори, реновирање и чистење и да ги стави во пописот, пред да може да се реконструираат во други производи. Овој труд има за цел да ги демонстрира врските помеѓу ЦЕ и РЛ со специфична цел, да ги идентификува принципите на ЦЕ кои се релевантни за преработка на производот. Предвидено е дека принципите може да се користат за насочување на дизајнот на системите/операциите на РЛ.

5.1. Однос помеѓу циркуларната економија и реверзибилната логистика

Циркуларната економија ги разгледува активностите како што се собирање, одржување, повторна употреба/редистрибуција, реновирање/преработка и рециклирање (Слика 17).



Слика 17. Циркуларна економија според Ellen MacArthur Foundation, 2013
Figure 17. Circular economy (Adapted from Ellen MacArthur Foundation, 2013)

Секој круг, исто така, размислува за истекување точки за да се минимизира самото истекување. Фондацијата Ellen MacArthur (2013) ја илустрираше ЦЕ со тие активности, поделени на два вида материјали: *биолошки* и *технички*. Во суштина, активностите се слични, но бидејќи оригиналниот биолошки материјал може безбедно да се врати во биосферата, специфични третмани се потребни екстракција на биохемиски, композитинг. Активностите на реверзибилната логистика, според Thierry и сор. (1995) и Srivastava (2008), се состојат од директна повторна употреба/препродажба, поправка, реновирање, преработка, рециклирање, согорување и депонирање.

Овие активности се слични на дефиницијата за реверзибилната логистика РЛ од Rogers и Tibben-Lembke (1999). Циркуларната економија ЦЕ и реверзибилната логистика РЛ имаат сличен фокус, на пример, двете се однесуваат на економски и еколошки

аспекти (на пр. Carter и Ellram (1998), Rogers и Tibben-Lemke (1999), Ellen MacArthur Foundation, 2013), користеле производ, аспекти на управување со обновувањето на производот (Thierry и соп. (1995), Ellen MacArthur Foundation, (2013)).

Односот помеѓу циркуларната економија ЦЕ и реверзибилната логистика РЛ може да се види од слични активности, општи цели и други неколку аспекти. Сепак, концептот на циркуларната економија ЦЕ е поширок од реверзибилната логистика РЛ, бидејќи не ги покрива задните страни туку и предните страни со неколку уникатни карактеристики, на пример, делење на тип на материјали со специфичен третман, минимизирање на протекување итн. Концептите на реверзибилната логистика РЛ и циркуларната економија ЦЕ е се знае дека имаат силна врска. Сепак, спроведувањето на секој концепт е спроведено несовршено, бидејќи тие беа разбрани одделно. При спроведувањето на циркуларната економија ЦЕ принципите во реверзибилната логистика РЛ, потенцијалните параметри околу циркуларната економија ЦЕ принципите може да се користат како потенцијален показател за идентификување и развивање на подобра реверзибилната логистика РЛ.

6. МЕТОДОЛОГИЈА

Овој труд ги усвои истражувањата базирани на бирото, каде што податоците се собрани од бази на податоци за објавување и други научни ресурси со користење на широк спектар на клучни зборови и соодветните фрази. Тие беа комбинирани со јавно достапните материјали и разни медиуми (студии на случаи, видеа, семинари, презентации) поврзани со циркуларна економија и реверзибилната логистика логистика. Изработен е сет на искази од комбинација на систематски преглед на оваа литература и синтеза на наоди.

Процесот на пребарување започна со избирање на бази на податоци за публикации, вклучувајќи списанија, книги, технички извештаи, објавување од конференции, бела хартија, статии и видеа. Google Scholar, IEEE Xplore, Scopus и Службата на електронски весник (EBSCO) беа специфични пребарувачи, избрани поради нивниот лесен пристап и целост. Процесот на пребарување беше заснован на релевантните клучни зборови, кои беа циркуларна економија, реверзибилна логистика и преработка.

Беа спроведени неколку фази за да се идентификува односот помеѓу ЦЕ и РЛ. Прво, потребно е целосно разбирање на двата концепта. Ова беше сторено со читање, сумирање и споредување на дефинициите, активностите, карактеристиките и извештаите за студија на случај. Производните предмети за преработка, на пример на, Kim и други (2006), Demirel и Gökçen (2008) и Kizilboga и сор. (2013) биле избрани. Од овие случаи, принципите на ЦЕ се идентификувани и потврдени.

Овој дел ја опишува фирмата каде се вршат истражувањата, нејзиниот процес и методите за анализа, кои се вклучени во подобрување на неговата продуктивност.

Брикетите и пелетите, поради нивниот облик и димензиите, се особено погодни за ракување. Може да се користат како гориво за директно согорување во домашните и во големите индустриски котли, а во мали количества и во домашните печки. Имаат значително помал волумен во однос на отпадната биомаса и, според тоа, имаат и многу повисока специфична енергија по единица волумен, што значи дека се покомпактен

извор на енергија. Тие се погодни за транспорт и за складирање во однос на природната биомаса.⁵²

Дрвените пелети се производ добиен со компримирање на сомелено дрво. Денес најголема примена имаат кај централното греење на индивидуални станбени објекти и се конкурентни на системите за греење со нафта или со електрична енергија. Пелетите може да се користат и во системите за градско централно греење, како и во постројките за производство на електрична енергија. Исто така, може да се користат и во котлите наменети за согорување на јаглен.

Дрвените пелети се со цилиндричен облик со должина меѓу (5-40) mm и дијаметар (8-12) mm. Содржината на влага во пелетите се движи меѓу (8-10) % од вкупната маса, а содржината на пепел – меѓу (0,5-1) % од сувата маса.



Слика 18. Облик на пелети изработени од струганици од дрво
Figure 18. Shape of pellets made of wood shavings

Дрвените пелети се произведуваат од суво, пред сè отпадно дрво од индустријата за преработка на дрво (струганици и ситен прав), но и од кора од дрво и од отпад при сечење на трупци. Материјалот претходно мора да се сомеле и исуши. Сомелениот материјал се збива во калап под висок притисок. Пелетите се со цилиндричен облик, со еднакви димензии, со што се олеснува нивниот транспорт, складирањето и користењето. Нема потреба да се користи средство за сврзување на честичките во пелетите, но ако се додава, средството мора да се означи и декларира при нивната продажба и користењето.

⁵² Д-р Славе Арменски, Д-р Доне Ташевски, Д-р Љубица Каракашева, “Производство на брикети и пелети”, СеProSARD, Македонија

Табела 6. Основни карактеристики на пелетите од дрво и нивна споредба
Table 6. Basic characteristics of wood pellets and their comparison

Димензии	Дијаметар (6-10) mm
	должина (10-30) mm
енергетска вредност	(4,7-5,0) kWh/kg
	(16,9-18,0) MJ/kg
	или ~3 MWh/m ³
влажност	(7-12)%
пепел	~0,5%
сировина	струганици, иверки, дрвен прав
густина	(650-700) kg/m ³
простор	~1,5 m ³ /t
– лесно масло	1 000 l → 2,1 t пелети
	1 t → 2,5 t пелети
– дрвени иверки	1 m ³ → 0,28 m ³ пелети
	1 m ³ → 0,18 t пелети

Специфичната густина на пелетите е значително повисока отколку на струганиците од дрво од кои се произведени и таа зависи од содржината на влага во нив. Содржината на влага во пелетите се движи меѓу (8-10)% (во текот на процесот на компресија <15%), специфичната густина изнесува околу (650-700) kg/m³ (за влажност <10%), а топлинската моќ е меѓу (16,9-18) MJ/kg (4,7-5,0 kWh/kg). Според тоа, 1 т пелети при складирање зафаќа околу 1,5 m³ простор. Со влажност околу 25%, струганиците од дрво имаат специфична густина од 200 kg/m³).

За производство на пелети потребно е да се обезбедат соодветни количини на дрвен остаток. Во табелата подолу се прикажани потребните количини во зависност од видот на дрвото, а ако се отсекоци тие треба да имаат задоволителна влажност.⁵³

Табела 7. Потребна количина на дрвен остаток за производство на 1т пелети зависно од видот дрво
Table 7. Required amount of wood residue for the production of 1 t of pellets depending on the type of wood

Вид на дрво	Количина на дрвен остаток	Количина на пелети
Белогорско дрво	4 m ³	1 Т
Црногорско дрво	6 m ³	1 Т
50/50 комбинација	5 m ³	1 Т

Ако се работи за дрвен остаток со незадоволителна влажност, потребните количини ќе бидат поголеми, па ќе зависат само од уделот на влагата. Табелата подолу ги покажува потребните количини на дрвен остаток за производство на 1 тон пелети, ако сировината е со незадоволителна влажност.

⁵³ REZ Regionalna razvojna agencija za regiju Centralna BiH, Studija izvodljivosti – komercijalna upotreba drvnog ostatka u centralnoj BiH kao projekat oporavka i ekonomskog razvoja regije, Zenica, 2006.

Табела 8. Потребна количина на дрвен остаток за производство на 1 т пелети зависно од влагата
Table 8. Required amount of wood residue for the production of 1 t of pellets depending on the wood moisture

Количина на влага	Количина на дрвен остаток	Количина на пелети
До 35%	6,5 m ³	1 т
До 45%	7,5 m ³	1 т
Преку 50%	9,5 m ³	1 т

За проценка на часовниот капацитет на постројката за производство на пелети, годишните потреби за количини на пелети во тони, кои можат да се добијат од постојниот потенцијал на остаточна шумска биомаса, поделен со бројот на работни часови во годината, за случај на едносменско или двосменско работење.

6.1. Производна технологија за дрвено гориво

Технологијата што се користи за производство на пелети има потекло во индустријата за хартија. Сепак, производството на пелети од дрво го отежнува барањето на опремата и бара поголема енергија. Производството на пелети од дрво најчесто се одвива во самостојни постројки за пелети, но исто така и кај производителите на соодветни сировини, како што се пиланите. Системска интеграција е исто така можна (т.е., кога фен е интегриран со печка во пилана за граѓа или со систем за комбинирана биоенергија). Преработката на избраната сировина (од влажна струготина до пелети) се изведува за да се постигнат предности во споредба со необработени материјали, како што е влажната струготина. Пелетите имаат поголема густина и помала содржина на влага. Тие, исто така, имаат повисока ефективна грејна вредност, тие се попогодни и поекономични за транспорт, имаат подобрени карактеристики за складирање и се хомогени по форма.

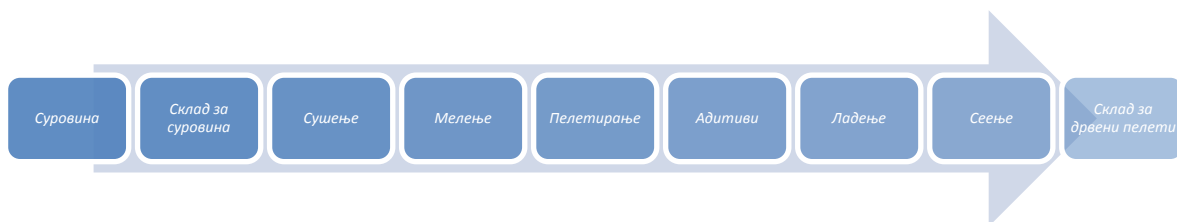


Figure 19. Typical process diagram of a wood Pellets.
Слика 19. Типичен процесен дијаграм за дрвени пелети.



Слика 20. Купишта од влажна струготина (лево), сува струготина (средина) и дрвени пелети (десно)
Figure 20. Stacks of wet sawdust (to the left), dry sawdust (in the middle) u wood fuel pellets (to the right).

Производството на пелети го опфаќа предтретманот, вистинската компресија на дрво, посттретирање и согорување. За време на производството на пелети од дрво, вклучени се следниве чекори (види слика 19):

-Складирање за тампон-чување на суровините (испорачани или произведени на лице место). - Сеење на суровините, намалување на содржината на чакал и третман со метални детектори. Доколку се користат други крупни суровини од струготина, потребно е дробење или мелење.

- Сушење на суровината (по потреба).

- Мелење на сувите суровини.

- Складирање за тампон-чување на сувите суровини.

- Пелетизација, односно обликување и компресија на сувата суровина во пелети за гориво. - Ладење на пелетите од дрво.

- Сеење на пелетите од дрво (фините фракции се враќаат во процесот). - Складирање на пелети во купишта, во мали или големи кеси, или пак утовар на големо транспортно возило.

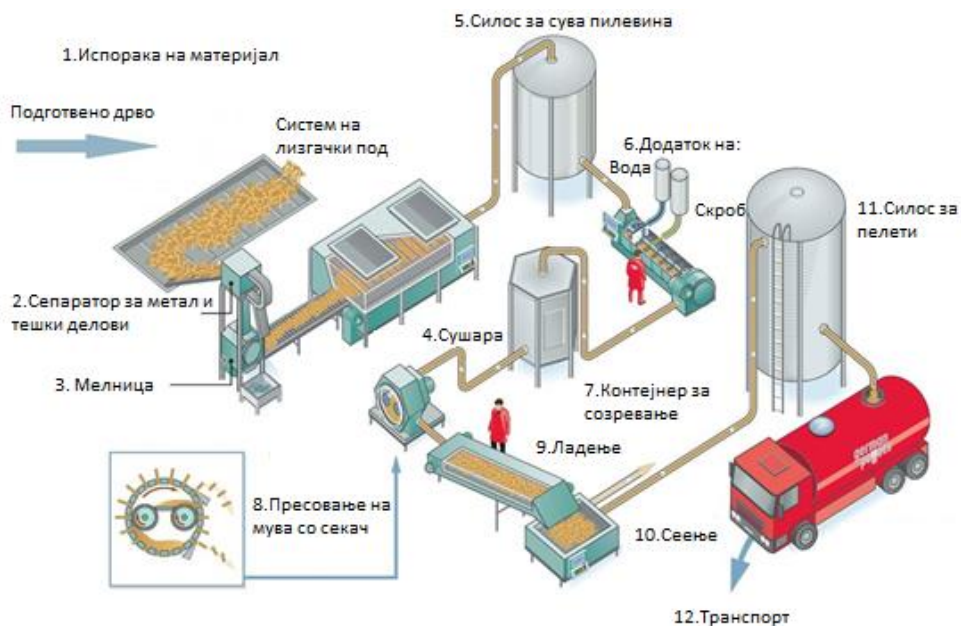
6.1.1. Суровини

Во Македонија, типична суровина за пелети се струготините од бука, даб, топола, смрека (*Picea abies*) и/или борови (*Pinus sylvestris*). Други суровини, како што се тврдо дрво, кора, лесен материјал за разредување, одбрано дрво, остатоци од сеча, енергетско шумско гориво (како *Salix*), тресет или слама, може да се користат или мешани со меко дрво. Цена на суровините е еден од главните фактори за трошоци за производителите на пелети (Thek & Obernberger, 2004; Zakrisson, 2002; Naslund, 2003), додека изборот на вистинска суровина е важно прашање за производителите. Покрај тоа, ракувањето и складирањето на суровините е важно за квалитетот на пелетите.

Grano (2007) ги наведува следниве фактори колку што е потребно за да се добие висок квалитет на крајниот производ: добар санитарен квалитет (да се чува суровината од нечистотији, прашина и мувла); отстранување на хранливи делови при жетвата (почисти димни гасови); избегнување влажна суровина (ниска и хомогена содржина на влага обезбедува поголема издржливост на пелети) и мала количина на кора (обезбедува пониска содржина на pepел). Добар квалитет на енергија од пелети значи висока потрошувачка на енергија (Grano, 2007).

Одбегнување на контаминација со, на пример, честички од песок (SiO_2 , Al_2O_3) го минимизира ризикот од паѓањето во горилниците (Ohman и сор., 2002).

Според податоци, во македонските пилани, вкупниот волумен на нус-производи што се користат како дрвено гориво е околу 50% од производството на пилано дрво (Stali и сор., 2000). Во просек, 10% од внесените дрва во пиланите се претвораат во струготини и 4% во тенки отсечени ленти (останатите се плочи и кора). Ова значи дека дури и ако се мали, пиланите произведуваат големи количества нус-производи, погодни за преработка во пелети. Во 2000 година, количеството на струготина произведено во македонските пилани изнесувало 3,6 милиони m^3 (Stal и сор., 2000), што е еднакво на околу 0,7 милиони тони пелети. Сета струготина не се претвора во гориво. Во 2000 година, 72% се користело како гориво (за согорување), а 26% главно се користеше од индустријата за пелети и брикети.



Слика 21. Производство на дрвени пелети
Figure 21. Production of wood Pellets

Зголемената употреба на пелети од дрво во текот на последната деценија, резултираше со недостиг од најпосакуваните материјали за производство на пелети од дрвено гориво во Македонија, односно струготини, како сува и влажна струготина. Доколку сегашниот тренд во пиланата индустрија трае и обработката продолжува да се зголемува, тоа ќе претставува проблем бидејќи е достапно само мало зголемување на понудата на сегашна суровина.

Во Македонија, цената на енергијата од биогориво за централите за греење (без даноци) е прикажана од страна на Македонската агенција за енергија (2008). Во 2007 година цената била 1460 денари/MWh за пелети, 948 денари/MWh за дрвни чипсови-сеченки и 804 денари/MWh за нус-производи, како што се струготините. Цената за дрвни чипсови-сеченки е на постојано ниво од нешто повеќе од 600 денари/MWh повеќе од 10 години. Ова се должи на следните фактори: (1) владината енергетска политика, односно системот за оданочување на енергија; (2) добро знаење за ракување со суровините; (3) најголемиот дел од суровините се нус-производи; и (4) постои стабилно снабдување со суровини. Сепак, цената на чипсот од дрво се зголеми во 2007 година. Ова може да се должи на зголемените меѓународни цени или на дрвените чипсови кои се изложени на поголема конкуренција отколку порано.

6.1.2. Алтернативни суровини

Ако се разгледува пообемно зголемувањето на употребата на пелети, треба да се користат други суровини (алтернативни суровини) или мешавини на суровини или пак увозот на пелети треба да се зголеми. Следствено, неопходно е истражување кое ги испитува карактеристиките на пелетите на овие нови алтернативни суровини и мешавини на суровини, бидејќи овие нови материјали би можеле да имаат карактеристики кои се разликуваат од карактеристиките на пелетите направени од чисто стеблесто дрво.

Како пример, може да дојде во употреба одбрано дрво и краткотрајно создавање или стагнирање по ширина или дебелина. Карактеристиките на пелетите направени од овие материјали би биле слични на оние од сегашните пелети, иако содржината на pepел е двојно поголема од пелети со матични дрва (Martinsson & Osterberg, 2004).

Ваквите пелети треба да се користат за согорувања и греење со мал капацитет, бидејќи ги исполнуваат барањата на станбените корисници за топлински пелети со висок и парен квалитет. Согорување во големи капацитети можат да користат кора (Bradfield&Levi (1984), Ваквите пелети треба да се користат за мали согорувања, бидејќи ги исполнуваат барањата на станбените корисници за топлински пелети со висок и парен квалитет. Големи постројки за согорување може да користат кора, тресет (Ohman и сор., 2006A), енергетски шумски горива и остатоци од сеча, бидејќи овие растенија можат да се справат со суровини со висока содржина на pepел и азот. Врбата (Salix) и остатоците од сечата произведуваат пелети со содржина на pepел и азот кои се 10 и 6-9 пати поголеми од стеблести дрва како соодветни топлински пелети, (Martinsson&Osterberg, 2004). Во иднина, енергетските култури и лигнинот, исто така, би можеле да стапат во употреба, особено ако производството на етанол се зголемува во наредните години, лигнинот е еден од неговите нус-производи (Martinsson, 2003).

Освен употребата на производи од дрво како суровина, има широк спектар на земјоделски производи кои можат да се користат за производство на пелети, самостојно или со мешање со струготина. Martinsson (2003) проценува дека и двете енергетски култури и лигнин би можеле да стапат во употреба за производство на пелети во иднина. Bhattacharya (1993) укажува дека голем број земјоделски (и шумски) остатоци се произведуваат годишно во земјите во развој. Larsson (2003) од друга страна, го моделираше потенцијалот за искористување на енергетски култури (трска) во северна и југоисточна Македонија. Сепак, за цела Македонија, експертско мислење од Македонското здружение за биоенергија (Свебио), во официјалниот извештај на македонската влада (COU 2007:36), македонското земјоделство има значителен биоенергетски потенцијал. Од Европската унија ќе се подигне побарувачката за снабдување со обновлива енергија, Svebio веруваат дека ќе има зголемено снабдување со биоенергија од земјоделскиот сектор. Проценките на SOU (2007:36) (од гледна точка на "економски изводливо производство на биогорива") дека околу 34 TWh ќе доаѓаат од земјоделството во 2020 година.

Сепак, Свебио проценува дека во најдобар случај ќе биде околу 60 TWh, што е еднакво на 15% од вкупната потрошувачка на енергија во Македонија во моментов. Македонската комисија за заштита од зависност од нафта предвидува дека дури 228.228

TWh би можело да дојде од биоенергија, односно ако се вклучени сите видови биоенергетски извори (SOU 2007: 36). Verg и сор. (2007) направиле компилација и синтеза на знаења за енергетските култури, кои одат од одгледување до конверзија на енергија. Тие наведуваат дека функционален синџир е неопходен за целосно искористување на потенцијалот на енергетските култури (слама, жито, врба, трска од канарска трева и коноп) како гориво, а култивирањето и собирањето мора да се координираат со транспортирање, складирање и согорување на културите. Ова е важно во економската перспектива и кога да се продаваат нови производи.

Неколку автори проучуваат употреба на сировини од алтернативни култури за производство на пелети. Како пример, во Македонија е проучувана трската или канарската трева. Paulrud и Nilsson (2001) известуваат дека разликите во содржината на пепел, не влијаат врз пелетизирањето на трска од канарска трева и тие наведуваат дека горивото што содржи само стеблест дел, покажува највисока издржливост.

Има, исто така, студии направени во кои лигнин се користи како сировина за производство на пелети. Ohman и сор. (2006B) известувале дека остатоци од пелетизирана хидролиза од производството на лигноцелулозни етаноли може да биде интересно да се користат како гориво за станбени цели. Овие пелети покажале пониски тензии, имаат повисока топлинска вредност (исто така, дискутирано од White, 1987) и пониска содржина на пепел во споредба со пелети од стеблесто дрво. Покрај тоа, беа постигнати ниски емисии на честички.

Heschel и сор. (1999) покажуваат дека однесувањето на палењето и стапката на согорување се подобруваат и дека се постигнува добро самоосвојување кога се комбинираат пелети (направени од лигнин и дрво, како и од ксилити), наместо конвенционалните брикети на лигнит.

6.1.3. Складиште за сировини

Складирањето е неопходно, бидејќи постои разлика во понудата и побарувачката на сировината. Со оглед на тоа дека постојат дивергенции помеѓу производството и потрошувачката на пелети, капацитетот на складирање треба да биде најмалку 45% од годишниот производствен капацитет (Nystrom, 1995). Складирањето кај производителот честопати значи затворен или отворен магацински простор. Третманот

за складирање на суровини и дрвени пелети е важен. Jirjis (1995) сугерира дека суровината треба да се чува непромислена за одржување на квалитетот на горивото. За време на складирањето на дрвена биомаса, постојат активности во рамките на штетниците, на пример, загубите на сува материја поради гниење (Jirjis, 1995), промени на содржината на влага (Jirjis, 1995, Nurmi, 1999) и развој на топлина. Второто може првично да се должи на микробиолошките активности и може да се развие и во само-запалување. Загубите на сувата материја треба да се минимизираат, со цел да се задржи енергетската содржина. Понатаму, неправилното складирање може да вклучи здравствени ризици, поради изложеност на прашина и мувла. Складираните суровини, исто така, обезбедуваат висококвалитетни пелети во споредба со пелети направени од свежо дрво (Lehtikangas, 2000). Dyrke и сор. (1999) за слични прашања и други проблеми, но исто така и за решенија за складирање на дрвени горива.

6.1.4. Претходен третман

Предтретманот се изведува за да се подобрат својствата на материјалот пред да се засили, бидејќи сегашните машини за дезинфекција можат да ги обработуваат суровините во рамките на одреден опсег на големина на честички и содржина на влага. (Bhattacharya, 1989). Предтретманот вклучува сеење за отстранување на несакани материјали (чакал, метали), ситнење на крупен материјал, сушење за постигнување на оптимална содржина на влага, мелење за да се добие дистрибуцијата на саканата големина (пофино мелење ја зголемува издржливоста на пелетите [Naslund, 2003]) и конечно, загревање со врела пара за да се омекне и загрее сувата суровина (Naslund, 2003; Bhattacharya, 1989, Alakangas & Paju, 2001, Resch, 1989).

6.1.5. Сушење на струготината

Ако суровината е влажна, мора да се пристапи кон сушење. Влажната суровина што се користи за производство на пелети обично содржи околу 50-55% вода. За производство на пелети, македонските производители нормално ги сушат суровините за да достигнат содржина на вода од 6-12%, пред да се пелетизираат (Olsson, 2002; Bhattacharya и сор., 1989).

Во процесот на производство на пелети, вкупната побарувачка на енергија за сушење е околу 10-12% од вредноста на греењето на пелетите. Сушењето е исто така еден од главните фактори на трошоци за производство на пелетите. Поради тоа, важни се дизајнот и оптимизацијата на користењето на енергија во самиот процес на сушење, како за производителот, така и за животната средина, како што е употребата на обновување на топлина (Wimmerstedt, 1995; Wimmerstedt, 1999; Obernberger & Thek, 2004). Сушењето е важно за суровото влажно дрво, не само што има помала енергетска содржина, туку и ниски температури на согорување и високи емисии на јаглевородороди и РМ честички во споредба со суви биогорива, како што се пелети (Strumillo и сор., 1995, Wimmerstedt, 1999). Ако биогоривата се исушат и потоа се компресираат во пелети, горивата ќе имаат контролирана содржина на влага и поголема енергетска густина и тие ќе бидат полесни и поевтини за транспорт.

6.1.6. Индустриско сушење

Сушарите може да се класифицираат според медиумот кој се користи во процесот на сушење (воздух, димни гасови или водена пареа). Во Македонија, сушарите за издувни гасови и сушарите за прегреана водена пареа (најчесто се под притисок и се користат во биоенергиските машини) се користат за комерцијално сушење на струготината. Сепак, најчестата технологија што ја користат производителите на пелети во Македонија за сушење на струготина е сушара во форма на ротационен тапан, со колективен или противтечен проток на сушните гасови.

Сушарите истражени во оваа теза работат како конвекциски сушари во кои гасот ја обезбедува потребната топлинска енергија и ја пренесува емитираната водена пареа. Ротационите сушари претставуваат најчесто користената техника, поради нивната флексибилност за справување со мали и големи капацитети, нивната реверзибилност (материјалот и медиумот можат да се рециркулираат) и нивната способност да се справи со широк асортиман на гасови (Berghel, 2004; Renstrom, 2004; Stahl & Berghel, 2008; Bhattacharya, 1989).

Цевката за пренесување на гасовите од горилникот, ја согорува кората или маслото кои се користат како медиум за греење и може да се искористи рециркулацијата на испуштените гасови за сушење. Понатаму, ако се користи

кондензатор, постои потенцијал за обновување на енергијата од гасовите, што ја напуштаат машината за сушење. На пример, се покажало дека зголемената рециркулација на сушните гасови, подразбира поефикасно работење на ротационите сушари.

Според Mujumdar (1995) и Odilio & Mujumdar (2005), прегреаните сушари со пареа имаат некои клучни предности над воздушните сушари. Не се можни реакции на оксидација или согорување. Сушарите со пареа имаат повисоки стапки на сушење, отколку воздушните и гасните сушари. Сушењето на пареа исто така ги избегнува опасностите од пожар или експлозии и овозможува да се одделат токсичните или вредните течности во кондензаторите. Меѓутоа, системите (кога се под притисок) се посложени, па дури и поседуваат мал проток на водената пареа, што е катастрофална за енергетската ефикасност на пареата (Berghel и Renstrom, 2000).

Ротационите сушари со излез на гасот, имаат предности бидејќи се релативно евтини и лесно се инсталираат и работат. Тие исто така можат да исушат различни материјали и суровини со различни големини. Сепак, ротационите сушари со излезниот гас, комбинираат високи температури на влезот со долги временски престој. Според Wimmerstedt и сор. (1984), ова може да резултира со пиролиза и делумна гасификација, односно загуби на енергија.

6.1.7. Теорија на сушење

Дрвото е хигроскопен материјал, што значи дека може да апсорбира и емитира пареа, така што рамнотежата се постигнува со околниот медиум (NE, 2008-06-12). Дрвото се стреми да достигне рамнотежа на влага со околината и за време на сушењето може да помине низ неколку различни фази на сушење, пред да се достигне избраната содржина на влага во исушниот материјал. Според Mujumdar & Menon (1995), постојат три фази: првата фаза на сушење, при која стапката на сушење е константна, е таква што површината на материјалот е мокра и внатре содржи слободна вода.

Критичната содржина на влага се достигнува кога се појавуваат суви точки на површината на струготина. Тука започнува втората фаза на сушење. Ова завршува кога сите површински води испаруваат. Понатамошно сушење, третата фаза, може да се изврши сè додека пилевините не се целосно суви. Сепак, кога станува збор за

производство на пелети од дрво, суровината се суши додека не се достигне содржина на влага од 6-12%. Сушењето на струготина подразбира отстранување на слободна вода (во отворите од струготини) и врзана вода (во клеточните ѕидови на дрвото). Стапката на сушење е највисока, додека струготината има влажни точки на површината (втората фаза), потоа се намалува (третата фаза). Во сушара за гас, суровината или материјалот што треба да се исуши, се загрева до температурата, додека содржината на влага не достигне критична содржина на влага. Понатамошно сушење, односно сушење под критичната содржина на влага, значи дека температурата на материјалот ќе се приближи до температурата на гасот. Според Kelly (1995), неколку процеси се случуваат истовремено за време на сушењето: (1) пневматскиот транспорт на медиумот за сушење преку сушарата; (2) транспорт на струготината преку сушарата; (3) пренос на топлина од сушните гасови на површината на струготината (разликата во температурата е движечка сила); (4) пренос на топлина од површината на внатрешните делови на струготината (поради спроводливост на топлина); (5) масовно пренесување на влага од внатрешноста на материјалот до површината на струготината (разликата во притисокот е движечка сила); и (6) транспорт на влага од површината на струготината до медиумот за сушење (разликата во притисокот е движечка сила)

Бидејќи при елаборацијата се третира промената на капацитетот, поради зголемена рецикулација на медиумот за сушење, овој дел ќе се фокусира на процесите на трансфер на маси. Ако се примени рецикулација на испуштениот медиум за сушење, движечките сили ќе бидат засегнати. Поради промени во разликата во парцијалниот притисок, движечките сили се менуваат за процесот на пренесување на масите. Намалувањето на разликата во делумниот притисок помеѓу медиумот за сушење и струјата значи дека капацитетот за отстранување на водата од струготината се намалува. Потребни се дополнителни студии за да се утврди до кој степен капацитетот е намален.

6.1.8. Ситнење на струготината

Осушениот материјал се доведува до процес на мелење преку контрола на хранилка. Потребно е мелење на струготина, бидејќи се потребен пофини и хомогени материјали за производство на пелети со висока издржливост (Li & Liu, 2000). Најчеста опрема за ситнење е чеканеста мелница, но рол мелниците, исто така се користат.

Ситнењето се изведува или со веќе исушена суровина или со истовремено сушење во рамките на мелницата. Во вториот случај, топлиите гасови се доведуваат до мелницата. Материјалот за мелење се транспортира низ циклон каде воздухот/топол гас е одвоен од струготина.

6.1.9. Пелетизирање на струготината

По мелењето, осушената и униформирана суровина се транспортира до машината за пелетизирање, обично со помош на полжавеста хранилка. Таа е со прилагодлива брзина, така што се постигнува соодветен, па дури и проток на суровини. Стапката на проток влијае на капацитетот на пресување. Суровината во грутки, негативно влијае на издржливоста на пелетите. Пред материјалот да ослабне или омекне, тој е условен со прегреана пара во миксер комора за да го загрее и омекне материјалот.

Ова може да доведе до зголемување на содржината на влага на пелети (во споредба со содржината на влага во суви суровини). Кондиционирањето има позитивен ефект врз издржливоста на пелетите и го намалува абењето на омекнувањето, бидејќи има помалку триење (Resch, 1989; Naslund, 2003).

Густината, односно компресирането на сувата суровина во пелети се врши за да се добие хомогено гориво со подобрена униформност, содржина на влага, погодни својства на транспорт и складирање и др. Најчестата технологија за компресирање на дрвените горива се третман под високи притисоци и температури (не адитиви) во прстен или фиксни, односно ротирачки, две внатрешни ролни (Naslund, 2003; Alakangas & Paju, 2001). Оваа преса на дански Sprout-Matador, која е најчестата машина што ја користат македонските производители на пелети, ја користи оваа техника (Naslund, 2003). Пресите за пелети доаѓаат со капацитет од 150 кг/ч, до неколку тони/ч. Омекнатата и измешаната суровина се внесува-храни во пресата, а ролните, кои работат под висок притисок, го компресираат материјалот преку отвори. Ножевите, потоа го отсекуваат компресираниот материјал во форма на пелети.

Во најчестите технологии, може да се користат преси со 1 или 3 ролни, наместо две. Понатаму, може да се користат рамни ролни со 2-6 ролни на врвот од неа. Постојат и помали машини, кои користат технологија на брикети, како хидраулични или ексцентрични клипни преси (MiniPell и Trapressen [Naslund, 2003]). Покрај тоа, постојат

машини кои работат со пониски притисоци и температури. Naslund (2003) тестира станица за пресување при ниски температури. Сепак, резултатите не биле целосно задоволителни (Кетух [Naslund, 2003]). Во Норвешка постои производител кој користи експлозивна пареа во производството на пелети. Суровината е изложена на висок притисок и висока температура и пареа, со цел да ги наруши сите влакна и истовремено да ослободи лигнин. Производите на пелети имаат висока волуменска маса и сила во комбинација со висока отпорност кон апсорпција на влага.

Омекнувањето или ослабнувањето во пресата може да биде стационарно или ротирачко. Конфликтните цели за добивање на висока продукција на пелети и загревањето-парењето треба да бидат избалансирани, бидејќи тој процес е скап. Дизајнот на отворите за омекнување е важен. Типот на суровина и пропорциите меѓу дијаметарот и должината го одредуваат притисокот во отворите; колку се подолги, толку е поголем притисокот. Кога се одредува дијаметарот на пелетата - во Македонија обично е поставено на 8 мм - должината на отворите мора да се прилагодат. Ако површинските услови со хромиран челик се користат на отворите за омекнување или ослабнување, пропорциите помеѓу дијаметарот и должината можат да се зголемат. Должината на компресија на отворите се намалува се додека не стане премногу краток. (Naslund, 2003). Притискањето на струготината преку отворите предизвикува триење, што резултира со пораст на температурата. Температурата за време на пелетизирањето може да достигне над 100°C. Ова се смета за клучно за процесот на сврзување на пелетите, бидејќи треба да се достигне температурата на омекнување на лигнинот (Back, 1987). Зголемените количини на лигнин и екстрактивни супстанции може да ја зголемат издржливоста (Lehtikangas, 2001; Jirjis и сор., 2006), но ако содржината биде превисока, износот на ситнеж може да се зголеми (Bradfield & Levi, 1984). Сепак, омекнувањето на лигнинот не е единствениот механизам за сврзување.

Mobarak и сор. (1982) тврдат дека само-сврзувањето при пелетизирање делумно се должи на производи на деградација на лепило на хемицелулози, но тие исто така отвораат неколку интерактивни процеси што се вклучени, нешто што се наведува кај Back (1991). Bhattacharya и сор. (1989), Jirjis и сор. (2006) и Bradfield и Levi (1984) давајќи примери на такви процеси: лепливост/испреплетеност на дрвените влакна и адхезија, поради топлинско омекнатиот лигнин и други хемикалии произведени со дејство на

притисок и температура. Rhen и сор. (2005), исто така, посочуваат некои предности за користење на повисоки температури за време на гранулирање. Високите температури и ниската почетна содржина на влага во суровината ја зголемуваат јачината на компресија и густината на пелетите. Меѓутоа, ако температурата е пониска, повеќе монотерпени (етерични масла) ќе останат во рамките на пелетите, што подразбира зголемена издржливост (Lehtikangas, 1999).

6.1.10. Адитиви

Адитивите, односно супстанциите како што се скробот, лигнинот и други со добри карактеристики можат да се користат за подобрување на квалитетот на пелетите. Меѓутоа, тие не се нужно да се користат со суровина, бидејќи тие често ги даваат пелетите со несакани супстанции, што може да доведат до повисока содржина на pepел за производот, како и повисоки трошоци за производство. Во моментот, најчестите технологии за дотурање на дрвото во Македонија не користат адитиви

Меѓутоа, ако се бараат производи за подобрувања на пелетите, треба да се користат во нов спектар на апликации, употребата на адитиви (или нови мешавини на различни суровини), што би можело да излезе во прв план. Освен тоа, со оглед на тоа што суровината од разна струготина се одвиваше кратко кај македонските производители, треба да се користат и други суровини доколку понатамошно се зголемува употребата на пелети, односно доколку македонските дрвни горива отсега натаму ќе му обезбедат на македонскиот пазар повеќе пелети (се разбира, можно е и зголемување на увозот на пелети од дрво). Овие нови суровини може да имаат потреба од адитиви за постигнување на критериумите за квалитет поставени во стандардот. Истражувањата покажуваат дека подобрување на квалитетот на пелетите може да се постигне со употреба на адитиви.

Склоностите за лизгање може целосно да се отстранат со употреба на суспензија од варовник и каолин, како во гранули, така и во пелети од остатоци од кора и сеча (Ohman и сор., 2004 и Ohman и сор., 2006A). Ohman и сор. (2006A) исто така покажуваат дека техниката е подготвена за имплементација во индустријата и дека употребата на каолин ја намалува емисијата на фини честички. Употребата на вар, исто така, може значително да ги намали емисиите на SO₂ (Heschel и сор., 1999). Pichler и сор. (2006)

покажуваат дека пченкарниот скроб (0,2-3%) значително ја зголемува издржливоста на пелетите. Сепак, употребата на помагала за пелетирање што содржат масло (семе од репка, семе од сончоглед и сл.) доведуваат до намалена издржливост и намалена густина на волуменот. Во истражувањата (Pichler и сор., 2006), сепак, покажал дека потрошувачката на енергија се намалува со зголемена количина на семе од репка помешана со пелети.

6.1.11. Ладење на пелетите

Ако се користат суви суровини и климатизација, пелетите можат да достигнат температури од речиси 150 ° C по пелетизирање (но тие често остануваат околу 60-90 ° C) поради климатизација и триење, и затоа мора да се оладат. Вообичаена техника е да се користи струен проток на воздух до неколку степени во однос на температурата на околината (Naslund, 2003).

Воздухот исто така ја транспортира влагата што се испушта за време на чекорот на засилување и од топли пелети. Ладењето го прави лигнинот повторно со зацврстувачки особини и ја подобрува издржливоста на пелетите и стабилноста на складирањето (Lehtikangas, 1999). Постапката за брзо ладење е важна за добивање колку што е можно поголемо количество на пелети (Martinsson & Osterberg, 2004). Сепак, процесот на ладење кој е премногу брз може да спречи доволно да се оладат пелетите, особено во внатрешноста (Naslund, 2003). По процесот на ладење, пелетите се прикажуваат за да се минимизира количината на фини честички, а тие се враќаат во процесот. Големиот износ на фини честички предизвикува проблеми за корисниците на домаќинствата. Фините честички, исто така, имаат повисок капацитет за апсорпција на влага отколку пелетите, што би можело да ја зголеми чувствителноста на растителните паразити и следствено, развојот на температурата (Lehtikangas, 2000).

6.1.12. Складирање на пелетите

Кај производителот, пелетите може да се складираат во корпи или контејнери, пред да бидат спакувани во вреќи или да се натоварат во големо транспортно возило. Складирањето на финалниот производ, односно пелетите, значително се разликува од складирањето на непреработените суровини. Најочигледна разлика е ниската содржина

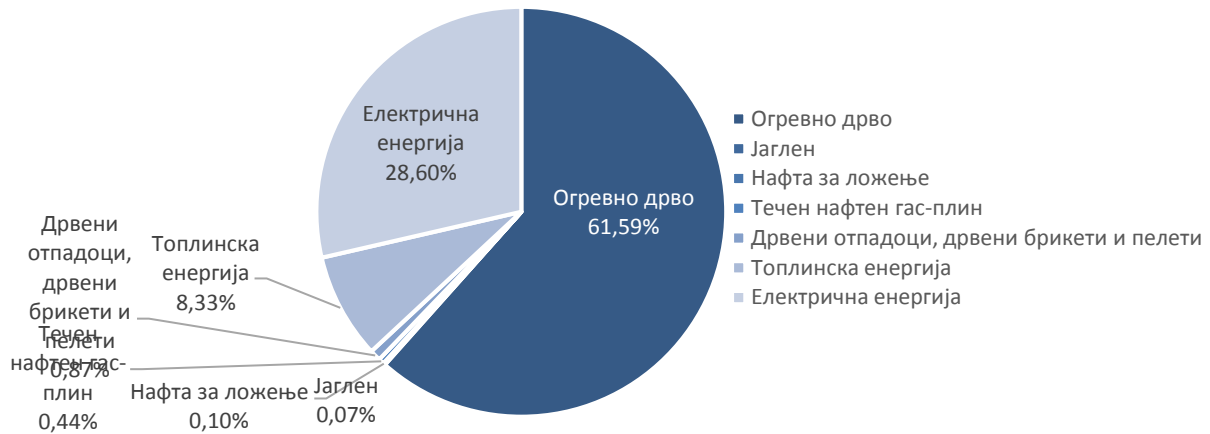
на влага, која според Lehtikangas (2000) го ограничува растот на микроорганизмите. Ако дрвените пелети се доволно разладени пред складирање, може да се избегне порано споменатото зголемување на температурата. Микробиолошката активност, исто така, може да се избегне ако се произведуваат висококвалитетни пелети, во смисла на издржливост. Ова значи дека се претпочитаат пелети со висока издржливост, бидејќи се забележани појави на фини честички, кои предизвикуваат формирање на колачи, кога се агломерираат (Lehtikangas, 2000).

Капацитетот на честичките за апсорпција на вода е поголем од оној на пелетите, што може да предизвика раст на микроорганизми и следствено, повисоки температури. Зголемениот износ на фини честички, исто така, доведува до зголемување на емисиите на азотни оксиди од согорување, што веројатно се должи на зголемените температури на согорување (Vachs, 1998). Ако не се преземат соодветни превентивни мерки, складирањето на материјали со висока содржина на влага, може да предизвика микробиолошки активности. Габичната мицелија и микроорганизми биле забележани од Lehtikangas (2000) во кората на пелетите со релативно висока содржина на влага (околу 20%). Сите габи и микроорганизми имаат потреба од кислород, вода, хранливи материји, средина која не е премногу кисела и со релативно високи температури (во споредба со надворешната надворешна температура). Rhen и сор. (2005) напоменува дека пониска почетна содржина на влага на суровината, толку е поголемо внесување на влагата при складирање на пелети. Ова би можело да зборува за производство на пелети со релативно висока содржина на влага, но мора да се земе во предвид конечната вкупна содржина на влага во пелетите. Pier & Kelly (1997) исто така забележале анаеробно распаѓање со метан (CH₄) емисии за време на складирањето.

6.1.13. Испорака и складирање за потрошувачите

Во Македонија, пелетите од дрво се транспортираат до крајниот корисник во мали количини во кеси од 15 кг на товарна палета, во големи кеси од 600-1000 кг или со големо транспортно возило. Пелетите исто така може да се соберат од производителот. Се претпоставува дека испораката во мали кеси е пожелно кога станува збор за добивање на мала количина на фини честички, колку што е можно со испорачаните пелети. Крајните потрошувачи во Македонија, како што се домаќинствата, плаќаат

околу 10.000-14.000 денари/тон пелети. Ценовниот развој на пелетите, нафтата и електричната енергија во Македонија е прикажан на Слика 5. Меѓу овие енергетски извори, топлинските пелети се најевтиното цврсто гориво.



Слика 22. Учество на бројот на домаќинства во вкупниот број на домаќинства според енергентот потрошен како основен вид на греење

Figure 22. Share of the number of households in the total number of households by energy consumed as the basic type of heating

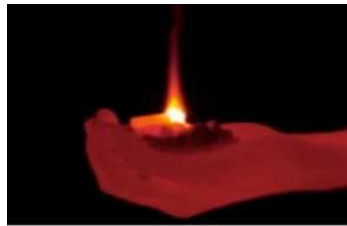
Складирањето на крајниот корисник може да значи времено складирање или складирање во мали кеси. Истражувањата во врска со складирањето на крајниот корисник се ретки. Бил направен проблем со залихата-инвентарот и било заклучено дека распарчени пелети или високи количини на честички предизвикуваат најголем дел од проблемите што корисниците на домаќинството ги имаат во однос на топлинските пелети. Оттука, механичката издржливост е критичен фактор. Иако износот на фини честички може да биде мал при складирање во фабриката, проблемот за крајниот корисник е дека на фини честички се зголемува за време на транспортот од производителот до корисникот или пак до горилникот на печката.

Според Lofgren и Arkelov (2004), износот на ситни честички во испорачаните пелети се зголемил со до 10% од вкупната тежина од складирање од производителот до складирање во домаќинството. Бидејќи пелетите се чувствителни на транспорт, во смисла на добивање што е можно помалку ситнеж, постојат норми за испораката. Овие норми, Општи регулативи за продажба на пелети до потрошувачите и предлози и совети при снабдување на пелетите, единствени за Македонија, ги издава (Македонска асоцијација на производители на пелети), а ги проверува Македонското здружение за греење на котли и горилници. Нормите се состојат од услови во врска со утврдувањето

на цените, обврските на потрошувачот и добавувачот во однос на испораката на пелети, дизајнот на складиштето и висината на ситнеж со секоја испорака на пелети (PiR, 2005). Добавувачите се одговорни за доставување на пелети до крајниот корисник во согласност со македонскиот стандард. Износот на ситнеж не треба да надминува 4% од вкупната тежина за рефус или 1,5% за мали кеси. Меѓутоа, користењето на овие критериуми е изборно. Овие норми се добар додаток на Законот за купување на потрошувачи на Македонија. Освен тоа, потрошувачот може да добие информации за чување од страна на Македонскиот потрошувачки омбудсман.

6.1.14. Согорување

Голем број автори имаат напишано во врска со согорувањето на биогорива, како што се Battacharya (1998), Obernberger (1998) и Fiedler (2004). Сите заклучуваат дека тоа е зрела технологија.



Слика 23. Инфра-црвена слика на еден куп топчиња од дрвен гориво што гори во десна рака
Figure 23. Infra-red photo of a pile of wood fuel pellets burning in my right hand

Согорувањето на пелетите може да се направи во големи постројки за греење, како и во апарати за греење во домаќинствата. Македонските системи за греење во домаќинството често се полуавтоматски и често се состојат од двокомпонентен уред (горилник за пелети во комбинација со котел за масло). Спротивно на тоа, српските системи честопати се целосно автоматизирани и овозможуваат модулирана операција, и тие имаат автоматско отстранување на пепел (Fiedler, 2004). Воведувањето на целосно автоматски системи во Македонија може да привлече нови групи потрошувачи кои бараат компактен, дизајниран систем за греење со подолги интервали на сервисирање.

Во споредба со големите корисници, корисниците на домаќинството се поквалитетни. Тие имаат релативно едноставни инсталации за конверзија, главно без напредни контроли или професионален менаџмент, односно, тие немаат обучен кадровски надзор, ниту целосно автоматизирана опрема (Langheinrich & Kaltschmitt,

2006). Оттука, корисникот на домаќинството не може да биде толерантен на разликите во квалитетот на пелетите, како што може да го користи големиот корисник. Меѓутоа, корисникот на домаќинството може да добие информации од Агенцијата за потрошувачи на Македонија кој дава информации за тоа што треба да се разгледа при изборот на вашиот систем за греење на пелети. Информации може да се добијат и од монтери кои имаат сертификација на пелети. Зголеменото знаење е важен фактор бидејќи греењето со пелети вклучува зголемени барања за надзор и одржување во споредба со, на пример, загревање на нафта. Недоволното знаење и недостатокот на време се меѓу причините поради кои не се избираат пелети за греење со една куќа (Olin & Helby, 2002). Покрај тоа, системите за греење на топлинските системи за домаќинство денес имаат безбедносни системи за да се спречат, Заостанувања од греењето (горилниците со пелети што се "означени со Р" треба да имаат три независни безбедносни апликации, како што се безбедносно стакло, детектор за чад и пластична цевка што може да изгори за да спречи оган да не дојде до складирање на пелети).

Согорувањето на горивата е една можност да се воведат биогорива, како што се пелети и пелети од пченка од алтернативни суровини, во големи согорувања. Лигнинските пелети од се со јаглен од Берово, Македонија. Hillring (2003) вели дека пристапот до евтини горива, чувствителноста на оданочувањето со енергија и стратешките одлуки во врска со производството на зелена енергија се главни стимулации за когенерација. Се верува дека согорувањето ќе се прошири, бидејќи новиот закон за заштита на животната средина за системите за рециклирање и надоместоците за депонирање ќе го зголеми износот на можни горива за отпадоци (Hillring, 2003). Согорувањето на пелети со дрвено гориво вклучува емисии на димни гасови кои влијаат врз животната средина.

6.2. Дрвени отпадни ресурси во Македонија

По овој вовед, започнува презентирање на преглед на отпадно дрво, вклучително и дефинирање на отпадот од дрво, видови на отпадни материјали од дрво, различни извори на дрвен отпад и различните физички форми на отпадни материјали од дрво.

Главното прашање во обновувањето и рециклирањето на отпадот од дрво е тоа што, иако тоа може да биде далеку подобра како вреден ресурс во општеството,

природата на постојниот систем за дрвни ресурси и неговите текови не секогаш претставуваат директна предлог за зголемено користење. Оттука, "отпадот од дрво" се однесува на она што ефективно може да се опише како оние "погрешно време и место" материјали кои се сметаат дека немаат повеќе вредност на нивниот сопственик/генератор и на тој начин претставуваат проблем со управувањето со отпадот. Предизвикот за растечката индустрија за рециклирање на дрво е како успешно да се трансформира отпадот од "погрешно време и место" во "вистинско време и место на ресурси". Ова ќе се постигне преку трансформација на овие материјали како "отпадоци" на користени "ресурси" преку зголемено редизајнирање на логистиката и создавање можности за поврат на повисока вредност, што претставува огромна комерцијална алтернатива.

ДЕФИНИРАЊЕ НА ДРВЕН ОТПАД. Постојат бројни и разновидни дефиниции за терминот "дрвен отпад". Органот за заштита на животната средина на Нов Јужен Велс (NSW EPA) во својот Акционен план за зелен отпад од 1997 година го дефинира "дрвениот отпад" како зелен отпад во врска со градинарски отпад и отпад од храна. Материјалите означени како дрвен отпад се состојат од расечени необработени дрва, потрошени палети и гајби, пакување од дрво и отпадоци. Мора да се забележи дека третираните дрва и отпадот од конструирани производи од дрво се исклучени во рамките на оваа дефиниција и веројатно треба да бидат вклучени за попрецизно да ги одразуваат вкупните количини на отпадот од дрво.

Дрвениот отпад, исто така, беше дефиниран како "струготина, огради од дрва, дрвени гајби, дрвена амбалажа, дрвени палети, струготини од дрво и слични материјали и вклучува каква било мешавина од тие материјали, но не вклучува дрво третирано со хемикалии како што се бакар хром арсенат (CCA), висока температура креозот (HTC), пигментиран емулзиран креозот (PEC) и конзерванс на светли органски растворувачи (LOSP) "во Законот за заштита на животната средина од 1997 година во Нов Јужен Велс⁵⁴.

Калифорнискиот Интегриран управувачки одбор за отпад (The Californian Integrated Waste Management Board (CIWMB)) го дефинира урбаниот дрвен отпад како "дел од тек на дрвен отпад кој може да вклучува и сточна граѓа, засечени гранки, трупци и цели дрва". Примарните конституенти се отпадот од дрво од градежништво и уривање

(C&D), комерцијални и индустриски (C&I), пакување и транспорт (P&T) и извори на комунални услуги. Оваа дефиниција има некои предности во однос на описот во Нов Јужен Велс, вклучувајќи подетален дефект на потеклото на отпадот од дрво, но не јасно го идентификува потеклото и проблемите поврзани со зелениот отпад.

Одделот за животна средина и климатски промени на Нов Јужен Велс (NSW Department of Environment и Climate Change) го дефинира дрвениот отпад како "отпад кој се однесува на производите што се наменети за искористување, не успеале да ги произведуваат производите, отпадоците и струготини од сите дрвени производи. Ова ги исклучува двата шумски остатоци (честопати се нарекуваат основен дрвен отпад) и градинарски отпадоци, вклучувајќи гранки, грмушки и трупци од дрво".

Центарот за чист Вашингтон (CWC) ги користи податоците достапни од државните и локалните бази на податоци за дефинирање на отпадот од дрво и одвојување на материјалот во категориите урбани отпадоци од дрво во мешан цврст отпад, комерцијален/индустриски дрвен отпад во мешан цврст отпад, урбан дрвен отпад во градежништвото и уривањето, дрвени палети и земјоделски дрвен отпад.^{54, 55}

За целите на овој труд, важно е да се препознае разликата помеѓу основните остатоци од шумарството и отпадот од дрво (како што се остатоците од остатоците и органските градини), за разлика од различните форми на отпад од секундарно дрво што произлегуваат од изложените извори. Оттука треба да се претпостави дека сите упатувања на "дрвениот отпад" се однесуваат само на овие секундарни струи од дрвен отпад. За овие цели, дефиницијата за дрвен отпад се однесува на урбани отпадоци од дрво кои се наменети за депонија. Како такви, следниве се вклучени во дефиницијата:

- дрвен отпад од градежништво и уривање (C&D), комерцијални и индустриски (C&I), пакување и транспорт (P&T) и комунални извори,
- горенаведените категории ги вклучуваат овие видови дрвен отпад што се добива од горенаведените извори; струготини, дрвени сеченки, дрвени гајби, дрвени пакувања, дрвени палети, дрво струготини и слични материјали, и
- необработено дрво, конзервантно дрво, дрво со премази и/или бои и конструирани производи од дрво.

⁵⁴ NSWWB, 2000, 'New South Wales Waste Boards Wood Waste Project – Final Report', New South Wales Waste Boards, Sydney

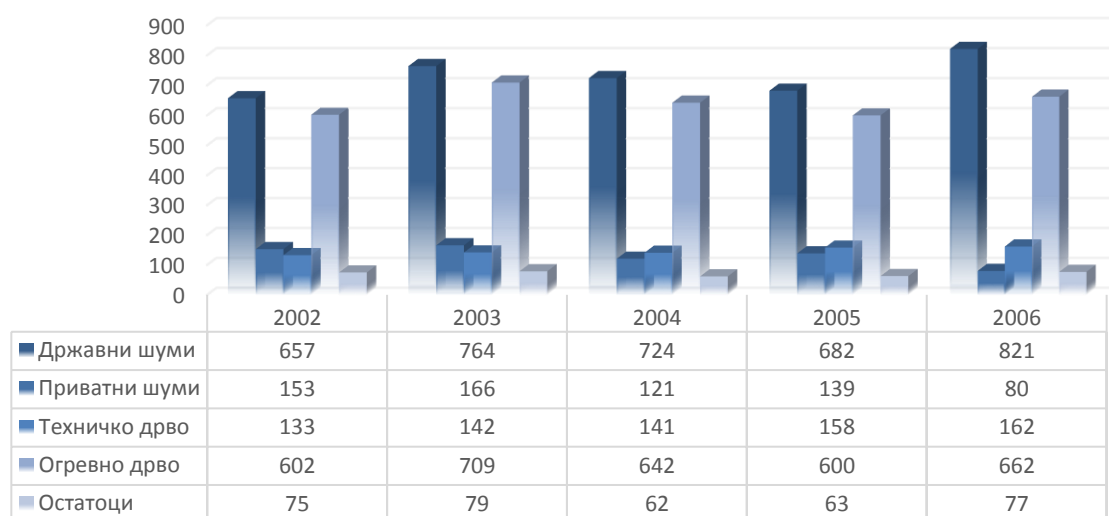
Следниве не се вклучени во дефиницијата за дрвен отпад:

- шуми и остатоци од бербата (честопати се нарекува примарен дрвен отпад),
- зелен отпад, градинарски органики, вклучувајќи гранки, грмушки и трупци од дрвја,
- земјоделски дрвен отпад, и
- отпад и остатоци од пилани или производство на производи од дрво.

6.3. Типови на дрвен отпад во Македонија

Шумското земјиште во Република Македонија изнесува 11.600 km² (1,16 милиони ha), од кои вкупната површина под шуми изнесува 960.000 ha. Вкупната дрвна маса е околу 74 милиони m³, а вкупниот годишен прираст 1,85 милиони m³ со просечен годишен прираст на хектар од 2,02 m³. Шумите во државна сопственост зафаќаат 90,14% од вкупната површина, додека вкупното учество во дрвна резерва изнесува 92,2%. Приватните шуми зафаќаат 9,86% (104 илјади хектари) од вкупната површина под шума и учествуваат со 7,8% во вкупната дрвна резерва. Приватните шуми се со релативно мала површина, помали од 1ha, разбиени како поединечни или групирани парцели кои претставуваат енклави во рамките на државната шума.

Од вкупната површина под шуми и шумско земјиште околу 8% се неуредени (без стопански основи). Шумарството во Република Македонија е стопанска гранка која учествува со 0,3%-0,5% во бруто националниот производ. Сепак, придонесот е значително поголем, ако општите придобивки во општеството се земат во предвид. Учесството на шумарството во националната економија, главно преку работата на Јавното претпријатие "Македонски Шуми", која е основана со одлука на Владата во 1997 година. Основната функција на ова претпријатие е стопанисување со шумите во државна сопственост, вклучувајќи ги користењето, одгледувањето и заштитата на шумата. После 2001 година ова претпријатие го снабдува пазарот со 600 илјади m³ - 720 илјади m³ огревно и техничко дрво годишно, додека пак приватните шуми го дополнуваат пазарот со уште 120 илјади m³ - 180 илјади m³. Околу 90% од тоа се листопадни, а остатокот се зимзелени дрва.



Слика 24. Вкупна сеча на шумите во Македонија претставено во илјади m^3
Figure 24. Total logging of forests in Macedonia presented in thousu m^3

Република Македонија е земја со богата традиција во преработката на дрво, поради своите расположливи шуми, традиција и стручна работна сила. Меѓу првите индустрии во нашата земја започна производството во пиланите на сечена граѓа, а индустријата за производство на мебел, како продолжување на производниот процес од пиланите, позабележително започна да се развива во педесеттите години од минатиот век. Во тој период настанаа големите дрво-преработувачки комбинати. Приватизацијата на сите поранешни комбинати е завршена, а со приватната иницијатива формирано се нови претпријатија во оваа дејност, низ чиј процес се одвиваше приспособувањето кон пазарните услови на стопанисување.

Како што веќе спомнавме, пазарот на пелети во Македонија се состои претежно од увезените количини на пелети. Увозот на пелети се состои од производители од Србија, Албанија, Црна Гора, Бугарија, Босна и Херцеговина и незначително количество од Романија.

Според податоците на Државниот завод за статистика, бројот на активните деловни субјекти во Република Македонија во 2014 година изнесува 70.659.

Табела 9. Број на активни деловни субјекти во периодот 2010-2015 година
Table 9. Number of active business entities in the period 2010-2015

	2011	2012	2013	2015
Преработка на дрво и производи од дрво и плута, освен мебел, производство на предмети од слама и плетарски материјал	526	528	446	444
Производство на мебел	645	656	625	601

Од наведената табела произлегува дека во 2014 година има опаѓање на активни деловни субјекти и тоа кај индустријата за преработка на дрво опаѓање за 2 активни деловни субјекти, додека кај индустријата за производство на мебел опаѓање за 24 активен деловен субјект, што покажува неповолни движења во овие две индустрии.

Додека со истражувањето на терен со производството на пелети повеќето се увезени пелети (97%) кои имаат сертификат за квалитет марка А2, а остатокот (3%) имаат сертификат за квалитет ознака А1. Увозот од Албанија, Црна Гора и Босна и Херцеговина ги покрива пазарните барањата на северниот и западниот дел на Македонија, а увозот од Бугарија ги задоволува потребите на источниот регион на Македонија. Мал дел од увезените количини повторно се извезува во Грција.

Македонија не забележува ниту еден значаен производител на пелети од дрво. Регистрирани се неколку обиди за производство на пелети во неколку општини низ земјата преку инсталирање на мини производствени погони, главно со користење на опрема од Турција, Кина и Србија, но и тие се со мал капацитет, односно количините покриваат потреби за греење на 3 или 4 домаќинства.

Досега, Македонија не забележала информации за производители на пелети од биомаса или поточно од слама. На пазарот постојат неколку компании кои се занимаваат со трговија на пелети од слама увезени од Србија, но сепак овие количини се незначителни. Во моментот не постојат комерцијални презентации или примери на инсталирани котли кои работат на слама или пелети од слама.

Пазарната цена на пелетите од дрво се движи од 175 денари (2,85 EUR) до 220 денари (3,58 EUR) по вреќа со вкупна тежина од 15 kg или 190 EUR/t до 238 EUR/t. Цената забележува намалување од 13% во последните 6 години (во 2010 година редовната цена беше 220 денари по вреќа, а денес изнесува 185 денари по вреќа). Пазарната цена на пелети од слама се движи од 210 денари (3,41 EUR) до 225 денари (3,66 EUR) по вреќа со вкупна тежина од 25 kg, или 136 EUR/t до 146 EUR/t. Во зимската сезона 2015/2016, период на потрошувачка на пелети, се забележува дека иако регионот имаше лесна и релативно топла зима со благи температури, потрошените количини на пелети се повисоки од минатата година што се должи на зголемување на бројот на потрошувачите.

6.3.1. Нови суровини за производство на пелети

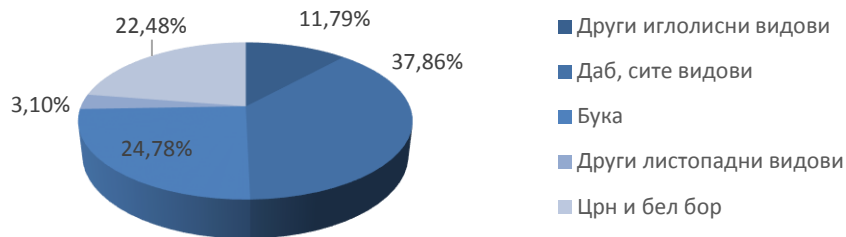
Рано во развојот на индустријата за пелети во Македонија имаше вишок на струготина. Сепак, како резултат на зголемената употреба на струготина, стана конкуренција за суровините помеѓу индустријата на одборот, производителите на пелети и топлинските/козметичките постројки. Ова доведе до зголемување на цените за остатоци од пилање (Näslund, 2003). Побарувачката за пелети, исто така, е зголемена и асортиманот на суровини за производство на пелети треба да се прошири (Rönnbäck и сор., 2008). До сега, се користат лесни пристапни материјали, но за понатамошно проширување неопходно е да се искористи потенцијалниот суровински потенцијал (Paulrud и сор., 2009).

Во анкетата на македонските производители на дрвени пелети од 2007 година, мнозинството од испитаниците одговориле дека имаат потешкотии во растот на цените на суровините. Околу една третина од производителите ја истражуваа можноста за користење нови суровини. Енергетското дрво (т.е. кружно дрво со квалитет што вообичаено се користи како целулозно дрво) беше оценето како интересно за понатамошна употреба како суровина (Höglund, 2008). Доколку се користат нови суровини, т.е. нус-производи, мора да се додадат трошоци за собирање, балирање, транспорт и складирање. Ова може да ги зголеми трошоците за производство и да им отежне на пелетите да се натпреваруваат со алтернативни горива (Mani и сор., 2006). За потрошувачите, нови суровини, исто така, значи трошоци за приспособување на опремата и можни повисоки оперативни трошоци од повисока содржина на pepел (Fredriksson и сор., 2004).

6.3.2 Енергетско дрво и влажни струготински чипсови

Енергетското дрво (вклучувајќи целулозно дрво) и влажните стругани чипсови се засновани на струготина, кои можат да дадат пелети со сличен квалитет, како пелети направени од струготина, струготини и суви чипсови. За користење на енергетско дрво за производство на пелети со врвен квалитет, потребна е дополнителна опрема за отстранување, покрај стандардната опрема за производство. Овие процеси бараат високи инвестициони трошоци и се со релативни енергетски барања. За малите

производители овие барања може да бидат премногу скапи (Höglund, 2008). Со високите цени на енергијата, енергетското дрво исто така може да биде профитабилно, да се користи во енергетскиот сектор (Lundmark&Söderholm, 2009). Слика 16 го покажува развојот на цените за целулозно дрво во последната деценија за различни региони во Македонија.



Слика 25. Исечена дрвна маса според видовите дрвја, прво тримесечје од 2018 година
Figure 25. Cut wood mass according to tree species, first quarter of 2018

Во последниве години зголемената побарувачка за биомаса во енергетскиот сектор резултираше со конкуренција за помали трупци, кои претходно отишле во фабриките за хартија. Се очекува зголемување на конкуренцијата за сировините помеѓу енергетскиот сектор, индустријата на хартија да даде повисоки цени на шумските производи во иднина (ОН, 2009). Мокро струганите чипсови, честопати познати како целулозни чипсови, во голема мерка се користат во индустријата за хартија. Освен чипсовите од дрвната индустрија, индустријата за хартија користи суво дрво и рециклирано влакно како сировина.

6.3.2. Тресет

Тресетот е органски почвен тип направен од биомаса распаднат во анаеробна средина (NE, 2009). Македонија е една од најбогатите земји во третиот свет, околу 15% од површината на земјата (СГУ, 2009). Со годишен раст од 18 TWh постои голем потенцијал за зголемено користење на тресет во Македонија (SGU, 2009). ЕУ смета дека тресет е фосилно гориво и затоа се потребни сертификати за емисии за големи согорувања на тресет во земјите на ЕУ (Svebio, 2010a). Сепак, тресет, класифициран како бавно обновлив извор на енергија во Македонија, е вклучен во системот за сертификација на електрична енергија во Македонија каде што производството на

електрична енергија од тресет се доделува со сертификати за зелена електрична енергија (SGU, 2009).

Нема проблеми со пелетизирање на тресет (Fredriksson и соp., 2004), освен прашината, а својствата на согорување се слични на дрвени пелети. Пелетите со печење, исто така имаат повисока енергетска вредност од дрвени пелети (Svebio, 2010a). Тие воопшто немаат проблеми со пепел (Fredriksson и соp., 2004), иако пелетите од тресет имаат повисока содржина на пепел и малку пониска точка на топење на пепел. Овие фактори обично не треба да бидат проблем за потрошувачите со среден обем или за големи потрошувачи со понапреден систем за ракување со пепел, но треба да се избегнуваат пелети од тресет во малиот сектор (Svebio, 2010a).

6.3.3. Кора

Кората е изобилен нуспроизвод од пианата и дрвната индустрија. Повеќето количини на кората се концентрирани во индустриите и годишната кора изнесува околу 13-14 TWh енергија (Martinsson, 2003). Денес нема вишок на кора, освен локално. Необработената кора се користи како гориво во индустријата за хартија, во постројки за греење или како гориво за сушење на дрво во пилани индустрии (Näslund, 2003). Еден производител, веќе произведува пелети од кора, кои се продаваат само за поголем потрошувач (Södra, 2010). Кората има поголема топлинска вредност, поголема содржина на влага и поголема содржина на пепел од суровини кои традиционално се користат за производство на пелети (Näslund, 2003). Во споредба со струготината, кората, исто така, содржи големи количини на критични елементи како што се хлор, калиум, натриум, азот и сулфур. Ова доведува до повисоки емисии, на пр. SO₂, од согорување на кора пелетите и затоа кора пелетите се повеќе погодни за големи растенија со подобро издувните чистења. Големото количество на пепел ги прави кора пелетите несоодветни за малите потрошувачи (Hirsmark, 2002). Постои и ризик од појава на премази од пепелта (Fredriksson et.al, 2004).

6.3.4. Земјоделски суровини

Земјоделските горива, како што се сламата, житарките и врбата, придонесоа во 2005 година со 1 TWh за снабдувањето со енергија во Македонија. LRF11 проценува

потенцијал од околу 22 TWh од земјоделскиот сектор во 2020 година, се смета дека сламата има најголем потенцијал. Според една студија, Salix, слама и тростник за трева се сите сировини со можен потенцијал и од економски и технички аспект, за производство на топлина и зачувување во помалите производствени капацитети.

Ограничувачки фактори се својствата на згуснување и согорување на материјалите и со тоа можното користење на пелетите. Исто така може да биде тешко да се натпреварува со други нови материјали во поголемите производствени капацитети, бидејќи земјоделските производи не се "концентрирани" природно и генерално, генерираат повисоки трошоци за складирање, ракување и транспорт. Едно решение би можело да биде, да се користат помали производни капацитети со локален пазар (Paulrud, 2009).

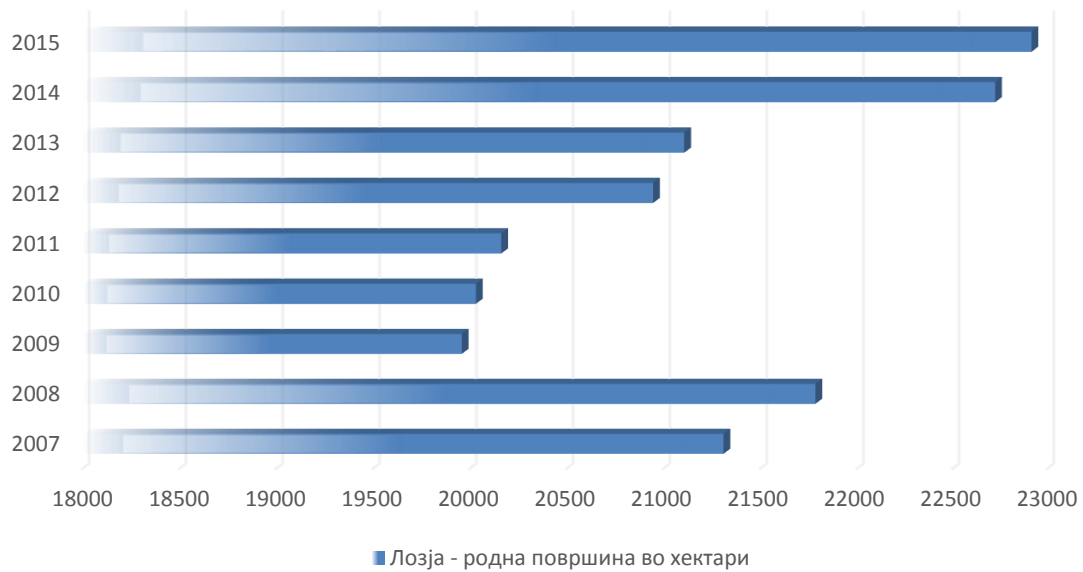
Табела 10. Земјоделска површина во Македонија од страна на категорија на употреба (2004-2014) (во илјади хектари)

Table 10. Agricultural land in Macedonia by category of use (2004-2014), (in thousands of hectares)

Година	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Обработливо земјиште	560	/	/	/	/	/	/	/	/	/	511
Необработливо земјиште и градини	461	/	/	/	/	/	/	/	/	/	413
Овоштарници	15										15
Лозја	26	26	25	23	22	21	21	21	21	22	23
Ливади	53	59	60	59	61	55	59	61	60	59	60
Пасишта	704	652	657	550	542	500	611	605	757	751	751
Езера и трски	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Вкупно	1265	1229	1225	1077	1064	1014	1121	1120	1268	1261	1263

6.3.4.1. Лозови насади во Р. Македонија

Според податоците добиени од Државниот завод за статистика, вкупната површина засадена со лозја, во хектари во Македонија, во период од 2007 до 2015 година се зголемил од 21.312 на 22.918, или за 7,5%.



Слика 26. Лозови насади во Р. Македонија
Figure 26. Vineyards in the Republic of Macedonia

Сепак, ако подетално се анализираат бројките, ќе се види дека вкупниот раст се должи на зголемувањето од 14,8% почнувајќи од 2009-та се до 2015-та година. Најголемиот пад од 8,3% е всушност од 2008та до 2009-та, кога површините под лозја се намалиле за 1.827 ха.

Како тренд низ сите години, најголемиот број на лозја се наоѓаат во Тиквешијата, во општините Кавадарци, Неготино и Росоман кои гравитираат во централниот регион на Р Македонија. Во 18 општини во Македонија воопшто нема засадено лозје.



Слика 26. Лозови насади
Figure 26. Vineyards

Според податоците добиени од Државниот завод за статистика, во 2007 година во Тиквешијата се регистрирани 6.753 хектари под лозови насади, додека на национално

ниво површината изнесувала 21.321 хектари, односно во овој регион се лоцирани 31,6% од засадените површини на национално ниво. Во 2015 година во Тиквешкијата се регистрирани 7.947 хектари под лозови насади, а на национално ниво 22.918 хектари, односно во овој регион се лоцирани 34,6% од засадените површини на национално ниво. Во разгледуваниот период (2007-2015) најголемото количество грозје е произведено во 2015 година, 324.769 тони, додека најмалку е произведено претходната 2014 година, 195.888 тони.

6.3.5. Врба

Salix (врба) е латинско име за врба и веќе во 1970-тите интересот за Саликс како енергетска култура почна да расте во Македонија. Денес има околу 16.000 хектари одгледувани со врба (*Salix*). Брзорастечкото дрво е посоодветно за јужниот дел на земјата, поради неговата осетливост кон мраз во пролетта. Предностите со врбата се дека дава големи приноси и може да се собираат на секои 4-5 години за 20-25 години од првата берба (Berneson & Nilsson, 2008). Националниот потенцијал се проценува на 7-10 TWh (Näslund, 2003). Во долгорочна прогноза, Шведската агенција за енергија (2009b) проценува дека потенцијалот за врба е 40 TWh, но во последните години неизвесноста околу земјоделските и енергетските политики доведе до неколку нови плантажи на врба. Тестовите покажуваат дека пелетите направени од врба имаат добра издржливост, висока густина и висока топлинска вредност. Според тестот направени од Lantmännen, немало проблеми во опремата за пелетизирање. Тестовите, исто така, покажале дека ако пелетите од врба се стават на земја, потребна е поголема моќ, отколку пелетите направени од струготина (Berneson & Nilsson, 2008). Површината на врба, исто така има лоши мостови за премостување (Fredriksson et.al., 2004). Во споредба со другите горива за биомаса, во врбата има висока содржина на тешки метали, особено кадмиум. Таа, исто така, има висока содржина на екстракти кои можат да предизвикаат загуба на енергија, кога екстрактивните материји се испаруваат за време на сушење под високи температури. Пелетите не се најпогодни, поради високата содржина на пепел и азот. Постои, исто така, релативно висока содржина на калиум и хлор, што може да предизвика проблеми со премази и корозија (Berneson & Nilsson, 2008).

6.3.6. Слама

Сламата е нус-производ од одгледување на житни зрна или маслодајни зрна. Денес, околу 10.000 тони слама се користат годишно како гориво во Македонија, главно во помали горилници на фарми, но исто така и во некои постројки за греење (Bioenergiportalen, 2009b). Сламата се користи и како материјал за хранење и постелнина за домашни животни. Во Данска употребата на слама за производство на енергија е пошироко распространета. Технички нема проблеми со правење пелети од слама, но својствата на согорување се релативно лоши (Berneson & Nilsson, 2008) и пелети од слама најдобро се погодни за големи потрошувачи (Rönnbäck et.al., 2008). Содржината на пепел во сламата е многу повисока, во споредба со струготината. Високата содржина на хлор и калиум во сламата, може да предизвика корозивни премази и ризик за пепелта, да се синтерува во горилникот на ниски температури (Martinsson, 2003). Ако сламата е изложена на временски услови неколку дена по жетвата, по можност дожд, еден дел од хлорот и алкалните метали се измиваат. Ова ја прави сламата "сива" и квалитетите на согорување се подобри (Bernerson & Nilsson, 2005). Потенцијалот за слама во Македонија се проценува на околу 4-7 TWh (Bioenergiportalen, 2009b).

6.3.7. Трска

Трската - канарската трева е трајна трева, која дава релативно големи приноси и е толерантна наспроти студената клима. Ова ја прави тревата погодна дури и за север од Македонија за разлика од врбата (*Salix*). Трската има ниска содржина на влага ако се бере во рана пролет/зима (Larsson и сор., 2008). Недефинираната трска за трева е гломазна и скапа за транспорт и затоа е важно да се лоцира фабриката за производство на пелети близу до одгледувањето (Xiong и сор., 2008). Во споредба со пелетите од дрво, трската за пасишта од канари има многу повисока содржина на пепел, што ги прави несоодветни за големите потрошувачи. Покрај тоа, трската-канарската трева има повисока количина на сулфур, азот и хлор, што предизвикува повисоки емисии на корозивни издувни гасови како што се NO_x и SO_x за време на согорувањето (Larsson et.al., 2006). Високата содржина на хлор, може да предизвика корозивни премази и исто така може да резултира со ниска точка на топење на пепелта. Сепак, пелетите од трска имаат

добра топлинска вредност и добра издржливост (Xiong и сор., 2008). Нерегулираното пелетизирање кое го носи на опремата, е проблем при палење на трската-канаринска трева (Larsson, 2008).

6.4. СТУДИЈА НА СЛУЧАЈ – *DikFagus*

Проучено е вистинско сценарио од локална фирма за производство на мебел во Штип, Македонија. ДИК ФАГУС управува со целиот производствен процес. Започнува со многу внимателен избор на дрва од строго контролирани шуми (со поддршка на обновливи извори и еколошка атмосфера) и продолжува со обработка на суровините. Исто така успеавме да најдеме многу ефикасно решение за минимизирање на отпадот, преку воспоставување на линија за гранулација за рециклирање на остатоците од процесот на производство.

Софистицираниот систем за управување на компанијата обезбедува прецизност и флексибилност. Зад машините сепак има луѓе: благодарение на нивниот придонес, производите на Дик Фагус секогаш се разликуваат по своите креативни и уникатни карактеристики.



Слика 27. Лого на производ
Figure 27. Product logo

Се произведуваат производи од највисок квалитет, со врвна изработка, извонредни дизајн вештини и најдобри можни материјали. Сето ова се должи на нивната специјална позиција на пазарот, тестирање на време за пренесување на знаењето и вештините на занаетот од генерација на генерација. Луѓето ширум светот ја препознаваат и ја ценат разликата - иако мебелот е долготраен и има стил и убавина. Како што се стремат да создадат долготраен или безвременски дизајн, овде е воспоставен, холистички пристап кон преведување во нови производи.

Компанијата е водечка компанија за производство на мебел од дрво, ангажирана во развојот, производството и трговијата на индустријата со мебел. Компанијата произведува голем број на различни производи, како што се табли, столици, врати,

прозорци, структурни рамки и др. Овие производи се направени од многу видови дрва достапни локално, како што се *Cassia garettiana*, *Lagerstroemia*, *Pine*, *Delbergia sisoo* и разновидност од дрва. Сите производи од мебел следат слични групи на работа. Делови се произведуваат внатрешно во групи со различни големини во расфрлани области. Движењето на делови генерира проблеми како што се работа во процес, недостаток на делови, недостатоци, тесни грла и погрешно поставување. Секој производ поминува низ околу 8-10 операции. Секоја операција може да се расчлени на голем број на операции. Секој дел функционира независно, поминува низ фиксен сет на операции. Од општ поглед, може да се види дека објектите од тековниот распоред не се поставени според низата операции.

6.4.1. Опис на работниот процес за производство на мебел

Во овој труд, станува збор за производство на дрвена маса, бидејќи нејзиниот обем на производство претставува најголем во компанијата. Во почетокот беа разгледани општите услови во работните области. Оперативната процедура и изгледот на фабриката од првите до завршните чекори, сите беа внимателно разгледани. Производниот потсистем на овој конкретен производ вклучува: материјална подготовка од складирање на сировини до работна површина на столарија, сечење на дрво до потребните големини, проверка дали големината е во согласност со спецификацијата, триење и полирање, заеднички да се наслика работната површина за бојење и премачкување со заштитни бои, монтажа и конечна инспекција пред истекување и предавање на клиенти.



Слика 28. Типичен процесен дијаграм на дрвена табла.
Figure 28. Typical process diagram of a wood Table.



Слика 29. Завршен дрвен намештај.
Figure 29. Finished wood furniture.

6.4.2. Типови на дрвен отпад и методи за негово искористување

На Слика 32. се прикажува типичниот отпад создаден од компанија која произведува мебел во Штип и Пехчево. Отпадот што се создава за време на сечењето плочи е во форма на ситна прашина, додека оние што се генерираат за време на операции за дупчење и мелење имаат помалку густа структура. Како што може да се види на сликата 32, некои фирми собираат отпад на мешан начин, без да ги сортираат според видот на изворот. Некои фирми ги собираат своите отпадоци во вид на струготини користејќи вакуумски системи. На Слика 30 е прикажан отпад во форма на мали парчиња табла, генерирани по сечењето на MDF (Medium-density fibreboard MDF - е конструиран производ од дрво направен со разрушување на остатоци од тврдо дрво или огревно дрво во дрвени влакна) и честички, остануваат по отсекување на потребните делови. Овој вид дрвен отпад може да се искористи за да се направат нови табли (Lykidis и Grigoriou, 2008).

Два главни видови на цврст отпад се генерираат за време на обработка на парчиња во производството на мебел: струготини и мали парчиња. Половина од претпријатијата истражени во оваа студија користеле систем за собирање прашина. Сепак, фирмите обично не го прават тоа внимателно.

Најважна причина за ова е недостатокот на слободен простор и алатки за собирање. Casares и сор. (2005) објавија дека се потребни специфични технологии за да се соберат гломазните отпадоци како што се хартија, картон, пластика и дрво.



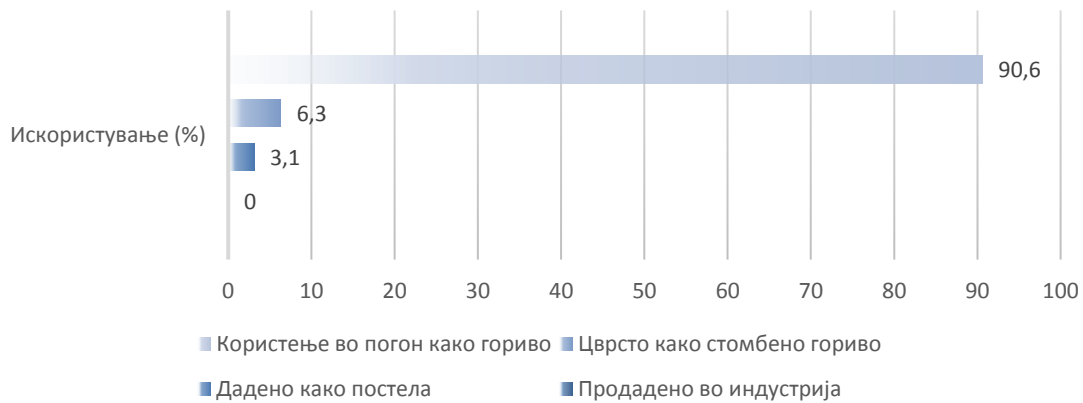
Слика 30. Отпади произведени при обработка на MDF И парчиња при преработка на мебел.
Figure 30. Wastes generated during the processing of MDF u particleboard in furniture manufacturing.



Слика 31. Мали дрвени парчиња останати после сечење на поголеми парчиња.
Figure 31. Small pieces of board left over after the cutting of larger boards.

Утврдени се методите кои се користат за искористување на отпадот што се создава при производството на мебел и се прикажани на Сликата 31. Отпадоците во основа се користат на три различни начини. Индивидуалните фирми обично преферираат да прифаќаат само еден од овие различни методи. Само една компанија изјави дека го користи својот отпад на два различни начини.

Многу голем процент (96,9%) од отпадот што се создава во фирмите за производство на мебел во Штип и Пехчево, беше искористен како гориво на работните места и домовите. Ова не е изненадувачки, имајќи предвид дека половина од светското дрво се консумира како огревно дрво, а дрвото сè уште е главен извор на енергија за огромното мнозинство на светското население (Sutton, 1993; Risbrudt, 2012). Во многу земји во развој, дрвото и јагленот се примарни горива што луѓето ги користат за подготовка на храна и тие се исто така важни горива за МСП (Zerbe, 2004).

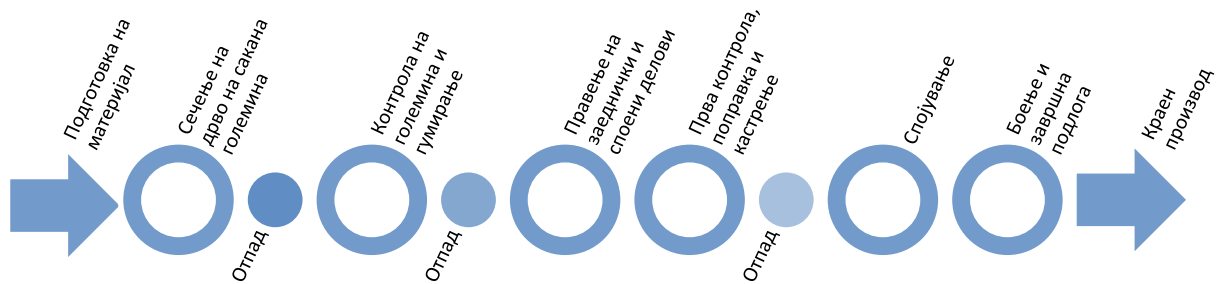


Слика 32. Усвоени методи за користење на отпади.
Figure 32. Methods adopted to utilise wastes.

Примарната состојба за користење на дрво како еколошки одржлив гориво е тоа што целосно и ефикасно гори. Процесот на согорување треба да овозможи дрвото да се изгори целосно за да се избегне формирање на еколошки непожелни компоненти (Vos, 2005). Во тестови на согорување со користење на композитни дрвени материјали, Tatàno и sor. (2009) пријавиле високи емисии на јаглерод моноксид како резултат на нецелосно согорување, како и емисии на сулфидни и азотни оксиди, што може да доведе до формирање на кисели дождови. Затоа, отпадот од композитни одбори, треба целосно да се изгори во посебни печки и при високи температури (1000°C) (URL 1, 2013).

Употребата на отпадот, генериран за време на производството на мебел како извор на топлина во куќите, е низок. Кумар (2011) објави дека жителите на градовите согоруваат цврст отпад за производство на топлина и може да одат во пилани за да собираат струготина.

Во оваа студија, беше откриено дека само 3,1% од произведениот отпад се користел како постелнина. Сепак, Тор и сор. (2013) објавија дека 20,8% од отпадот од дрвната индустрија во истата провинција се користеле како постелнина. Оваа голема разлика може да произлезе од квалитетот и квантитетот на отпадот од индустријата за мебел, кој се разликува од оние произведени во дрвната индустрија. Покрај тоа, отпадот од дрвната индустрија не содржи никакви вештачки хемикалии.



Слика 33. Отпад при преработка на мебел
Figure 33. Waste from manufacture of furniture

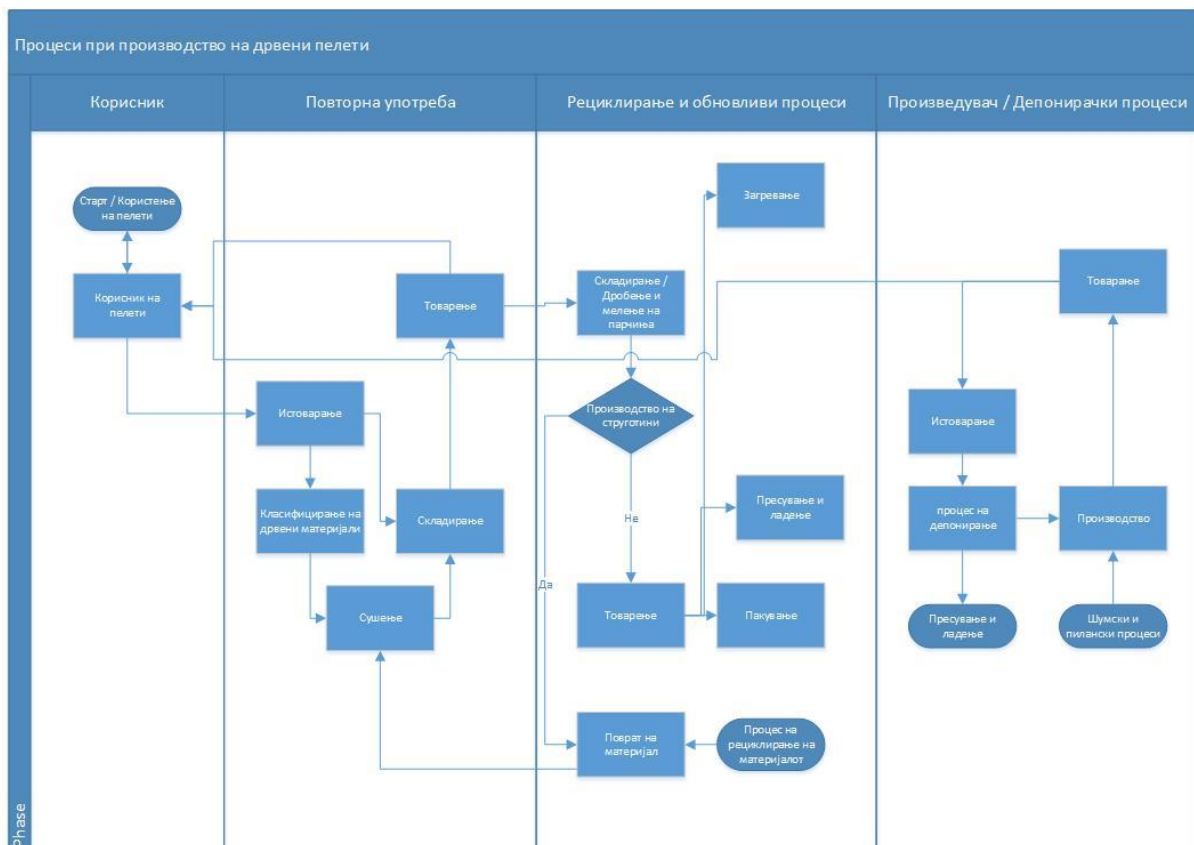
Честичките од отпадот што се создаваат при производството на мебел можат повторно да се користат во производството на пелети.. Garay (2012) утврди дека 30% од суровините што се користат во фабриките за честички во Чиле се дрвен отпад создаден од други индустрии, а со тоа и фирмите можат да заработат поголем профит со искористување на овој отпад. Сепак, во Gumushane, отпадот обично не се продава на други фирми за други намени. Постојат две причини за ова: (1) фирмите се микро-големини, така што количината на произведениот отпад е ниска, и (2) нема фирма која би се ангажирала во производството на дрвените парчиња блиску до Гумушане.

Слично на тоа, честичките генерирани за време на производството на мебел, исто така, може да се користат во производството на МДФ. Влакната содржани во честичките на отпадот можат да се рециклираат, користејќи микробранова технологија (Харисон, 2012). Покрај тоа, дрвените панели со крајна употреба, исто така, може повторно да се користат во производството на МДФ (Mantanis и сор., 2004). Во студијата во индустриска зона која се состои од мали и средни претпријатија, 27% од сите отпадоци, вклучувајќи стакло, метал и дрво, се покажа дека повторно можат да се користат во производствените индустрии. Сепак, индустриските сектори не биле разделени (Casares и сор., 2005). Исто така, се покажа дека отпадоците од МДФ може да се искористат за подобрување на земјоделското земјиште (ЕРА, 2011). Меѓутоа, во нашата студија не беше идентификувана таква употреба.

Основните печки, како што се оние прикажани, се користат за изгорување на отпадот. Овие печки не се сметаат за погодни за согорување на отпадоци на композитни одбори бидејќи создаваат услови што доведуваат до нецелосно согорување. Важно е да имате соодветни услови на согорување за време на согорувањето на честички.

Нецелосното согорување може да резултира со формирање на токсични компоненти (Risholm-Sundman и Vestin, 2005, цитирано во Lykidis и Grigoriou (2008)).

Во некои градови постои зголемена побарувачка за остатоци од дрво, а многу пилани веќе ги користат своите остатоци за сопствените енергетски потреби. Производството на пелети, добавувачите на животни и пејзажи, исто така, ја зголемија побарувачката за остатоци од дрво. Како последица на овој тренд, остатокот генериран од дрвениот сектор веќе не е слободен несакан отпад што никој не го сака (Симпкинс, 2006). Поради нивната релативно ниска влажност и висока енергетска содржина, производството на иверица и честички генерира отпадоци за сечење кои се атрактивни горива за производителите на енергија (EUBIONET, 2003).



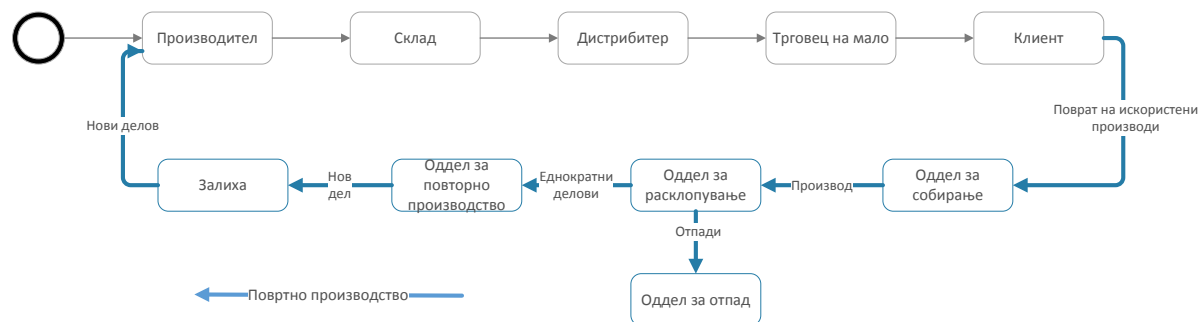
Слика 34. Производни активности на преработка на дрвени пелети
Figure 34. Product remanufacturing activities of wood pellets

Процесите на производството на дрвени пелети се одвиваат во повеќе фази. Објаснувањата се прикажани шематски, при што во редовите се опфатени четири активности или процеси, заедно со активните субјекти во исполнувањето на тие активности (корисник, произведувач, повторна употреба/реупотреба, рециклирање, обновливи и депонирачки процеси). Во колоните шематски се дообјаснуваат

посочените активности и процеси, при што во целост се опфатени логистичките активности при производство на дрвени пелети (утовар/истовар, класификација на дрвени материјали со складирање). Исто така, прикажани се основните активности и процеси (производство на струготини преку процеси на ситнење, дробење и мелење на дрвени парчиња, рециклирање на материјали, пелетизирање со пресување и ладење, пакување, утовар и поврат на материјали). Во колоната на производни и депонирачки процеси се опфатени логистички активности, процеси на депонирање и процеси на производство.

6.4.3. Производство на нов производ од отпадот

Активностите за преработка и производство на хомогени склопови на отпади (кои се состојат од исти материјали – различни видови на дрвени материјали) или хетерогени склопови на отпади (кои се состојат од различни материјали – различни видови на дрвени материјали, метал или пластика) може да се гледаат како предмет на кој можат да се имплементираат принципите на циркуларна економија (CE). Истражувачите кои ги испитувале активностите за преработка, ги истражувачите Kim и сор. (2006), Demirel и Gökçen (2008), и Kizilboga и сор. (2013). Преку нивната работа, општите активности во преработката производот можат да се сумираат подолу (Слика 36.).



Слика 35. Производни активности на преработка
Figure 35. Product remanufacturing activities

Со цел да се спроведе детална анализа биле споредени истражувањата на Kim и сор. (2006), Demirel и Gökçen (2008), и Kizilboga и сор. (2013). Потоа биле идентификувани, анализирани и споредени голем број параметри за повторна употреба или реупотреба, презентирани од страна на тие истражувачи. Во рамките на

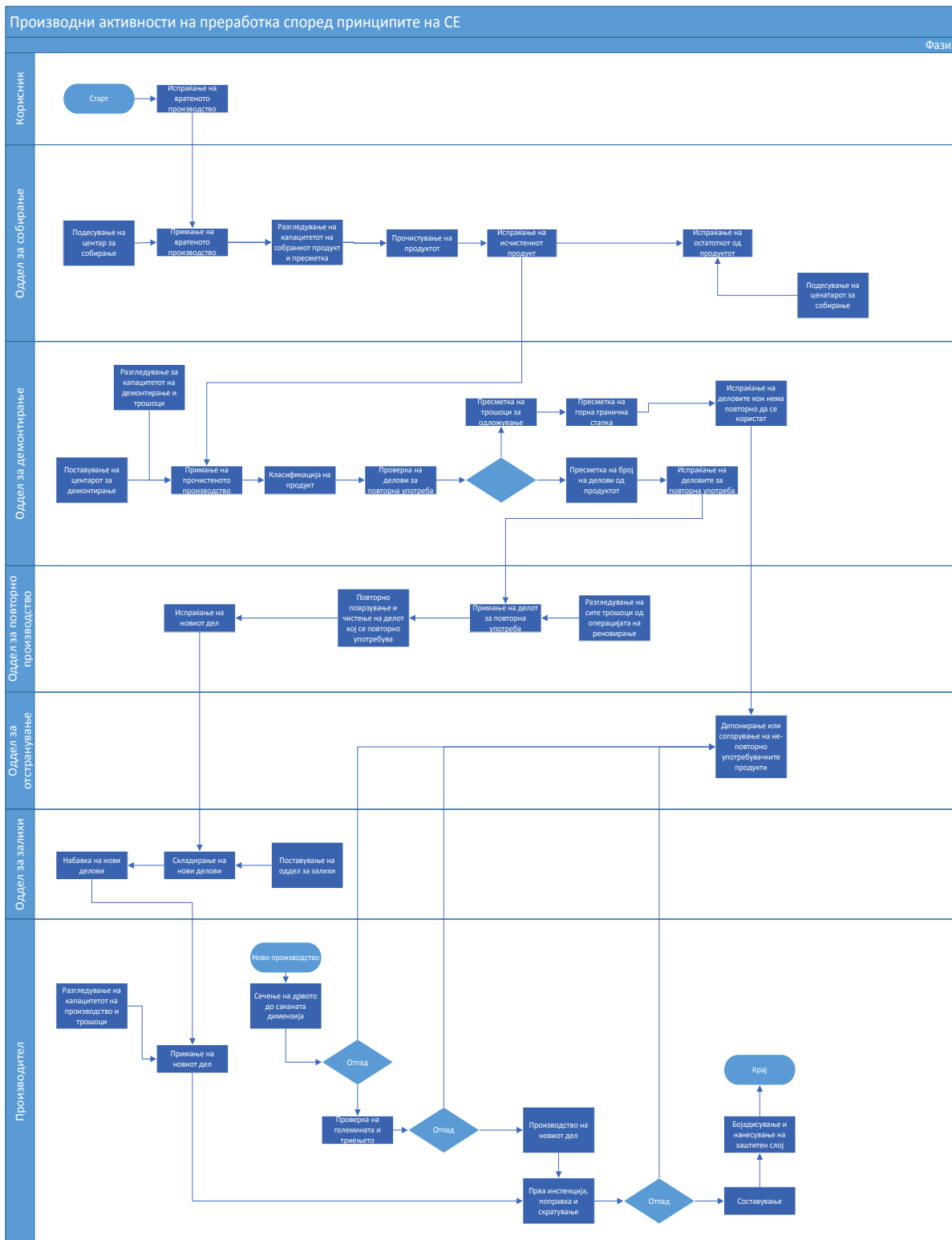
активностите биле идентификувани неколку принципи на циркуларна економија, со цел да се изготви мрежа на модели за повторно производство од страна на ЦЕ.

На сликата, се опишуваат општите активности за преработка, и укажуваат каде може да се прифатат принципите на ЦЕ. Во Одделот за собирање е потребна активност за поставување Оддел за собирање. Во оваа активност, како и пресметувањето на трошоците за поставување (Kim и сор. 2006; Demirel и Gökçen, 2008) и на барањата за отворање на одделот (Demirel и Gökçen, 2008), објаснува како можат истите да се направат. Параметарот на трошоците силно укажува на тоа дека ЦЕ-принципот е економската оптимизација Барањата кои можат да дејствуваат како индикатори за отворање на Оддел за собирање, ќе покажат дека системското размислување на ЦЕ принципот е вклучено. При купувањето и одржувањето може да се извршат неколку детални активности, на пр. пресметување на трошоците за набавка, пресметување на поседување на другите трошоци, пресметување на трошоците за превоз и земање предвид на квалитетот на вратениот производ (Kim и сор. 2006; Demirel и Gökçen, 2008; Kizilboga и сор. 2013).

Овие трошоци покажуваат дека економската оптимизација на принципот на циркуларна економија ЦЕ е вклучен. Во однос на параметрите на трошоците за превоз, може да се земат во предвид финансиските параметри и емисиите на јаглерод диоксид (Kizilboga и сор. 2013). Тоа може да дејствува како индикатор дека и принципите на циркуларна економија ЦЕ за еколошката свест и премин кон обновлива енергија се применливи. При пресметувањето на трошоците за транспорт, параметарот на растојанието, исто така, треба да се разгледа (Demirel и Gökçen, 2008). Покрај тоа, потребното количество (Kim и сор., 2006) и капацитетот на производот што треба да се собере (Kim и сор., 2006; Demirel и Gökçen, 2008) го вклучуваат ЦЕ принципот на кружност. При пресметувањето на цената на производот, економската оптимизација е исто така вклучена.

Кога исчистените производи од Одделот за собирање се праќаат до Одделот за расклопување или демонтирање, на неколку активности им се потребни принципите на ЦЕ. Во операцијата на демонтирање (расклопување), пресметаните трошоци вклучуваат трошоци за расклопување (вклучуваат трошоци по производ), трошоци за мирување и трошоци за превоз (Kim и др. 2006; Демирел и Гоккен, 2008, Kizilboga и сор., 2013). Сите

пресметани трошоци укажуваат на тоа дека за принципите на циркуларна економија ЦЕ е потребна економска оптимизација. Во однос на трошоците за превоз, ќе се разгледаат и ЦЕ принципите на свеста за животната средина и премин кон обновлива енергија. Подесувањето на Одделот за демонтирање е концептуално исто со поставувањето на точките за собирање. Во овој дел треба да се вклучи ЦЕ принципот на економска оптимизација. Оценување на квалитетот на компонентите/деловите (Demirel и Gökçen, 2008), пресметувајќи го бројот на делови (Kim и сор., 2006; Demirel и Gökçen, 2008) и со оглед на капацитетот за расклопување (Kim и др. 2006; Demirel и Gökçen, 2008) бараат ЦЕ принципите на кружност и елиминација на отпадот, особено при пресметување на горната граница (Kim и сор., 2006). При пресметувањето на трошоците за отстранување (Demirel и Gökçen, 2008), треба да се земат предвид принципите на кружење и отстранување на отпадот. Останатите производи од одделот за собирање обично се испраќаат до подизведувачот кој врши преработка.



Слика 36. Производни активности на преработка (рационална шема) според принципите на CE
Figure 36. Product remanufacturing activities (rational scheme) adopting CE principles

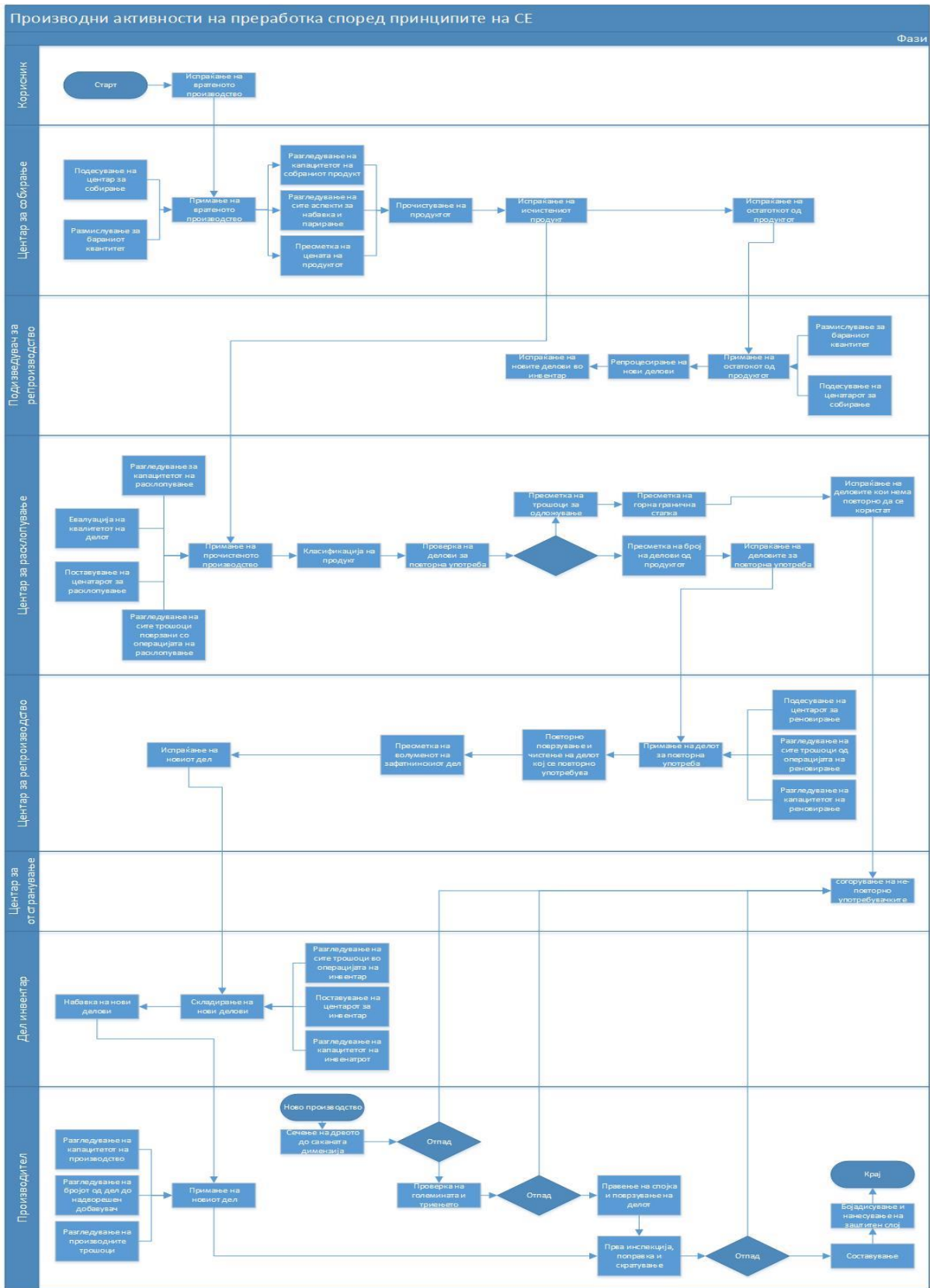
Кај подизведувачот, исто така е вклучен и принципот на кружење, покрај економската оптимизација која е наведена со пресметката на трошокот за подизведување.

Три активности (земајќи ги предвид сите трошоци за работење, одделот за поставување и капацитет) и во деловите за обновување и инвентар-залихи, ги покажуваат истите принципи на горенаведените делови. Меѓутоа, при пресметување на обемот на собраните делови (во повторното производство) (Kim и сор. 2006), се користи принципот на кружење. Конечно, при разгледувањето на производствениот капацитет и трошоците за производство (Demirel и Gökçen, 2008), ќе треба да се вклучат циркуларност – кружноста, елиминацијата на отпадот и економските принципи за оптимизација. Покрај разгледувањето на параметрите и активностите во кои се вклучени параметрите, анализата може да се продолжи со разгледување на целите аспекти, како што се некои вклучени субјекти (Оддели за собирање, расклопување и преработка). Тие силно укажуваат дека е потребен принципот на соработувачка мрежа. Индустијата не можеше да работи без соработка меѓу нивните ентитети. Исто така, се прифаќа принципот на циркуларна економија со ориентацијата на каскада/повратен циклус, бидејќи целта на овој модел е да се зголеми задржаната вредност на производот преку расклопување или демонтирање, преработка и реновирање на активноста. Во делот на подизведувач, можноста да се создаде или да се обезбеди нова работа, се бара иновативен принцип. Понатаму, потребен е принципот кој е управуван од технологијата, бидејќи секоја активност во моделот ќе се одвива ефикасно, каде што ефикасната технологија ги овозможува сите активности.

Активностите за преработка и репроизводство на хомогени склопови на отпади или хетерогени склопови на отпади може да се гледаат како предмет на кој можат да се имплементираат принципите на циркуларна економија (CE). Како што може да се забележи од сликите 37 и 38 во рационалната или адаптирана шема има 15 активности, ентитети или процеси помалку од стандардната или искуствена шема. Недостасуваат следниве: Размислување за бараниот квантитет, Разгледување на сите аспекти за набавки, Пресметка на цената на производот, Репроцесирање на нови делови, Примање на остатокот на производот, Размислување за бараниот квантитет, Евалуација на квалитетот на делот, Разгледување на сите трошоци поврзани со операцијата на

расклопување, Пресметка на зафатнинскиот дел, Подесување на одделот за реновирање, Разгледување на капацитетот на реновирање, Разгледување на сите трошоци во операцијата за залихи, Разгледување на бројот на делови до надворешен добавувач, Разгледување на произведените трошоци. Оваа рационализација или адаптација на активности значително не го ослабнува квалитетот на стандардната или искуствена шема за активностите за преработка и репроизводство или реупотреба.

Намалувањето на еден дел од активностите, кога се работи за преработка, репроизводство или реупотреба на отпадни материјали не значи намалување на квалитативното или квантитативното значење и вредност на добиените нови производи или делови при репроизводството или реупотреба. Напротив, тие придонесуваат кон поедноставување и редуцирање на процесите, а истовремено и ефикасно забрзување-адаптирање на процесот на репроизводство. Сепак, потребни се дополнителни истражувања кои би ги потврдиле претходните промени во спомнатите шеми.



Слика 37. Производни активности на преработка според принципите на CE
 Figure 37. Product remanufacturing activities adopting CE principles

6.5. СТУДИЈА НА СЛУЧАЈ – *Gamma Dizajn*

Компанијата Гама Дизајн има повеќе од петнаесет години искуство во индустријата за преработка на дрво. Производството на пиланата “Гама Дизајн” го сочинуваат следните дрвни производи: палети, кутии и гајби и друг вид на амбалажа од дрвен материјал, дрвени елементи за мебел како столови и маси од буково дрво, варено дрво на пареа, летниковци од дрво како и дрвени струготини за пелети за греење.



Слика 38. Лого на производ
Figure 38. Product logo

6.5.1. Опис на работниот процес на производство на палети

Синџирот на снабдување со дрвени палети е сложена производна мрежа и начинот на кој палетите се управуваат низ фазите на нивниот животен циклус произведува значителна разлика во однос на влијанијата врз животната средина и економијата. Ова истражување го истражува влијанието што одлуките направени во фазите на синџирот на снабдување со дрвени палети влијаат врз целокупното ниво на "циркуларност - кружност". На сликата ги мапираме фазите на синџирот на снабдување со дрвени палети на кружните економски столбови. Секоја од овие фази е детално подолу, каде што ги истакнуваме главните одлуки кои влијаат врз кружноста и најчестите алтернативи на одлуката.

Фаза на пред-производство: Потребно е да се утврди дизајнот и материјалната употреба на палетите. Главните одлуки се однесуваат на (1) избор на материјали, заеднички алтернативи се дрво (или од одговорно управувани шуми или не) и рециклирано дрво; (2) избор на тип на палета, заеднички стандардизирани алтернативи се блок, како и нестандартни палети.

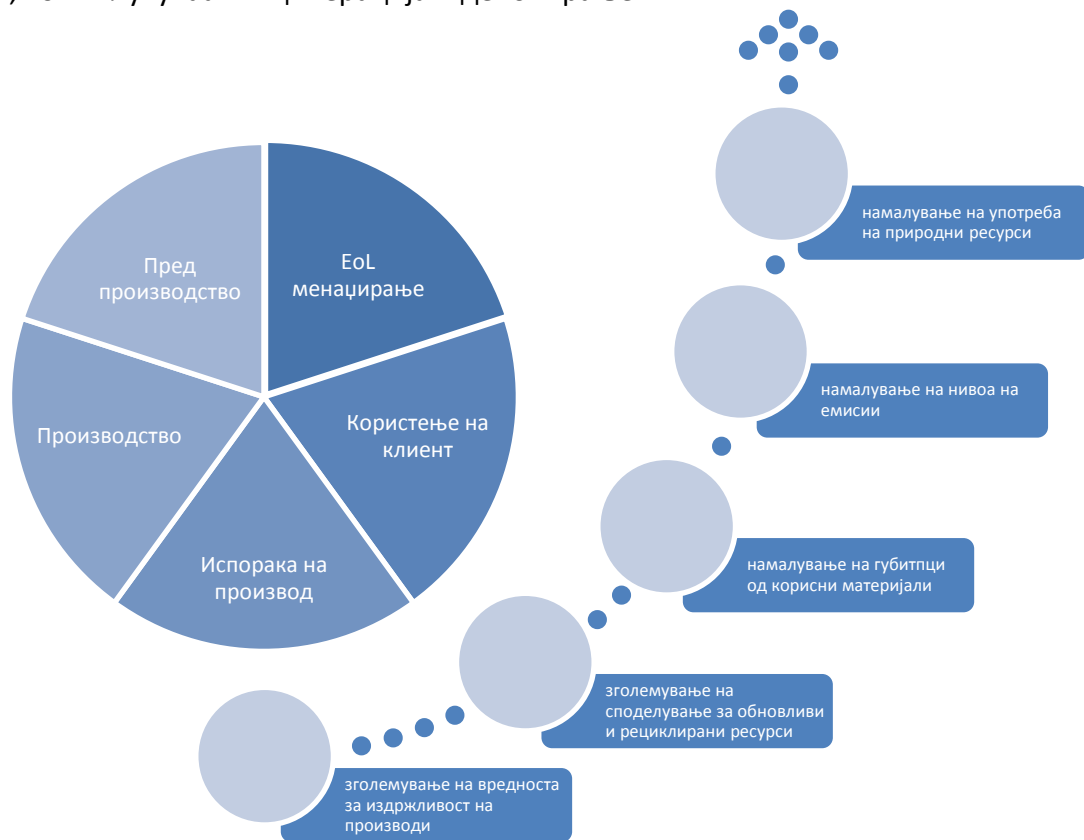
ФАЗА НА ПРОИЗВОДСТВО: Потребно е да се утврдат процесите, изворите на енергија и технологиите што се користат за производство на палети. Главните одлуки ги разгледуваат (1) процесите и технологиите (на пример, "усвојувањето процеси и технологии може да ги намалат отпадите и да го подобрат квалитетот") и (2) избор на потрошувачка на енергија (обновливи извори на енергија или не).

ФАЗА ЗА ИСПОРАКА НА ПРОИЗВОДИ: Потребно е да се утврди видот на испорачаниот производ на палетите и структурата на синџирот на набавка на производот. Главните одлуки се однесуваат на: (1) вчитување и ракување со политики на производи што се превезуваат на палетата; (2) количина на производи на палета - една палета по производ (на пример, апарати); наспроти повеќе случаи на палета; (3) транспортни практики (вклучувајќи тип камиони, товарни капацитети и политики на рутирање); и (4) карактеристики на синџирот на снабдување (на пример, број на нивоа во синџирот на снабдување, број на учесници во синџирот на снабдување, глобални наспроти домашни). Првите две одлуки влијаат на оптоварувањето на палетата, што влијае на издржливоста и нејзиниот корисен век на траење. Третиот и четвртиот влијаат на поминатото растојание, како и веројатноста дека политиките што се спроведуваат за да создадат кружност ќе бидат успешни. На пример, давателите на услуги на палета за здружување на палети бараат да влезат во деловен аранжман со повеќето големи трговци и дистрибутери кои примаат стоки на здружени палети за да обезбедат сигурно враќање на нивните средства од палетите. Во рамките на ваквите договори, тие стануваат "*дистрибутери на учесници*" (PD). Тие договорно го гарантираат враќањето на здружените палети на давателите на услуги, понекогаш во замена за плаќање, и преку нивната мрежа на рециклатори за палети. Ова ефикасно ја затвора јамката и гарантира евентуално враќање на палетите. Меѓутоа, кога корисниците на палети ги пренесуваат своите производи на "*дистрибутери кои не се учесници*" (NPD), овие палети ефективно се сметаат за изгубени, со што се влијае на расположливиот инвентар на средствата. Отежнувачки прашања понатаму, мешавината на PD и NPDs не е секогаш познати со сигурност, динамично се менува со поединечни барања за производи и се подложува на промена во било кој момент во времето.

КОРИСТЕЊЕ НА КЛИЕНТИ: Потребно е да се утврди сопственоста, следењето, повратната логистика и политиките за поправање на палетите од страна на корисниците

на палетите. Постојат две главни стратегии за сопственост на палета: пристап на отворена јамка и природ со затворена јамка (како што се собирање палети или системи за изнајмување). Палети можат да ја користат технологијата за да го подобрат следењето и на тој начин да пронајдат палети. Политиките за повратна логистика вклучуваат пристапи наспроти повратни пристапи. Политиките за поправка вклучуваат или аутсорсинг или внатрешно поправање.

КРАЈ НА ЖИВОТОТ: Потребни се одлуки во врска со избор на сценарио на крајот на животот, кои вклучуваат инцинерација и депонирање.



Слика 39. Цели на Циркуларна економија во снабдувачки синџир на палети
Figure 39. Circular Economy Targets and phases in pallet supply chain

Алтернативите, дефинирани особено во дизајнот (на пример, палетите и материјалите), употребата (затворени или отворени јамки) и крајот на живот (на пример, фази за согорување, прекривка и депонија), значително влијаат врз целокупното ниво на "кржност". Емпириските истражувања покажале дека дизајнот на палетите и условите на услужното опкружување, можат да предизвикаат варијација од повеќе од 500% во вистинската издржливост со просечен интервал без оштетувања.

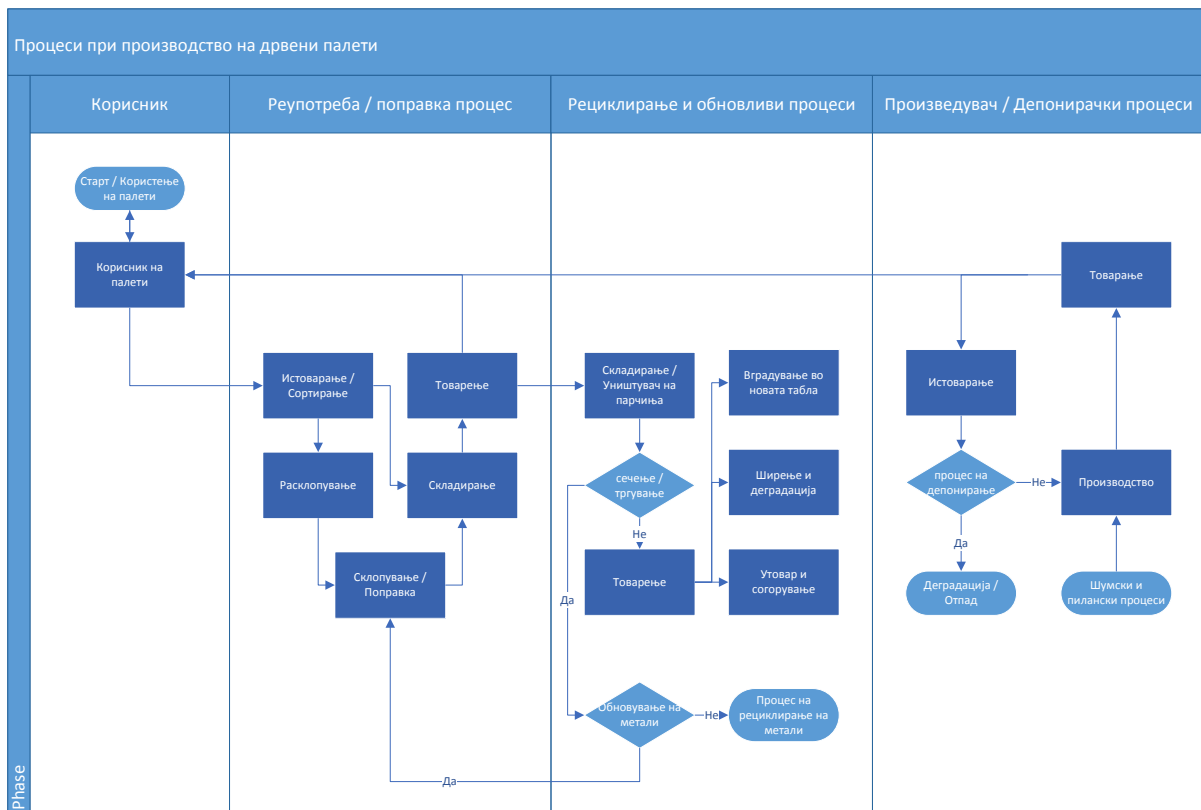
Изборот на управување со синџирот на снабдување со палети се приближува на кружноста на влијанието, на пример, во пристапот со отворена јамка, сопственоста на палетата се пренесува на крајниот корисник со доаѓањето на производот. Во овој модел, палетата не се очекува да се врати кај дистрибутерот или производителот и најверојатно ќе биде отстранета на депонија или ќе му се даде кратка употреба пред да биде отфрлена. Оваа практика за еднократна употреба, отворена јамка, иако погодна во некои случаи, не е одржлива на долг рок и резултира со огромна потрошувачка на отпад и ресурси. Изборот на *крајот на животот* е значаен бидејќи палетите се проценуваат дека се одговорни за 2-3% од целиот депониран отпад во САД.

Дрвеното пакување се користи за транспорт на стока во околината и надвор од Македонија. Пакувањата на дрво како што се палети и штитови обично се со стандардна димензија. Повеќето од оние кои се користат за транспорт на стоки во Македонија се Македонската палета на стандарди (1.165мм x 1.165мм), а повеќето од нив се користат за транспорт на стоки во Македонија. Мал дел од употребените дрвени палети не се македонска стандардна големина бидејќи тие се изградени за сопствени производи со големина кои се користат за извоз на стоки.

Пакување на дрво, како што се каси и кутии, почесто се изработени за да одговараат на одредена стока. Повеќето се користат за увоз на стоки во Македонија.

ПОВТОРНА УПОТРЕБА. Обновените дрвени палети, или нивните составни делови, како што се носачи и платформи, можат да се користат како замена за нови дрвени материјали за поправка или изградба на нови палети. Процесот на повторно процесирање на палети се земаат или ги прифаќаат дрвените палети на крајот на животот или дрвени материјали од палетите што се собираат според големината и видот. Примените на палети кои се погодни за повторна употреба без поправка/промена на големината се продаваат на пазарот, додека оние што бараат само едноставни поправки може да имаат заменети табли со рециклирани или првокласни табли. Палетите што не можат да се поправат може да се демонтираат во компоненти на носачи и на плочки со сечење, извлекување или други процеси. Декоративните табли се променуваат во зависност од потребната големина на нови палети, палетите се обновуваат со помош на комбинација од нови, рециклирани и носители за прва употреба. Отпадот од отпадоците и отфрлени носачи се испраќаат до

рециклаторите за отстранување на дрвото. Во случај на повторна употреба, не се произведуваат нови палети.



Слика 40. Процеси при производство на дрвени палети
Figure 40. Processes in production wood pallets

Сепак повторната употреба нема никакво влијание врз новото производство на дрво, така што нема да се избегнуваат процесите. Ова е поради тоа што новото производство на дрво се поттикнува од производството на структурно оценето дрво и од дрво од понизок квалитет што се користи за производство на нови палети, и е нуспроизвод од овој производствен процес. Ако има намалена побарувачка за градежно дрво, производството на производи од структурни дрва (и случајни одделни производи) ќе продолжи, бидејќи производството на пилани дрва од структурно одделение е главен двигател. Сепак повторната употреба на палетите влијае на побарувачката за товарен транспорт на дрво, од случајно одделение до производител на палети.

Затоа, повторната употреба на палетите го неутрализира транспортот на дрвена граѓа од пиланата до новиот производител на палети. Поправка и повторна употреба на дрвени палети резултира со употреба на обновена и нова дрвена граѓа од дрво.

РЕЦИКЛИРАЊЕ. Периодот на употреба на дрво може да се рециклира за искористување како прекривка, животински постелнини и/или струготини.

Овој процес вклучува собирање и складирање на дрвени пакувања. Несоодветното или контаминираното пакување или не е прифатено (а со тоа и депонирано) или, ако е прифатено, идентификувано внатрешно и одвоено и депонирано на депонија од страна на рециклирачот. Откако ќе се складира критична маса на материјал со прифатлив квалитет, утоварувач се користи за да се товари корпата за дрво. Во процесот на сечење, дрвените метални конектори како што се ноктите и носечките плочи се отстрануваат со магнетни уреди за подоцнежен транспорт до метален рециклатор.

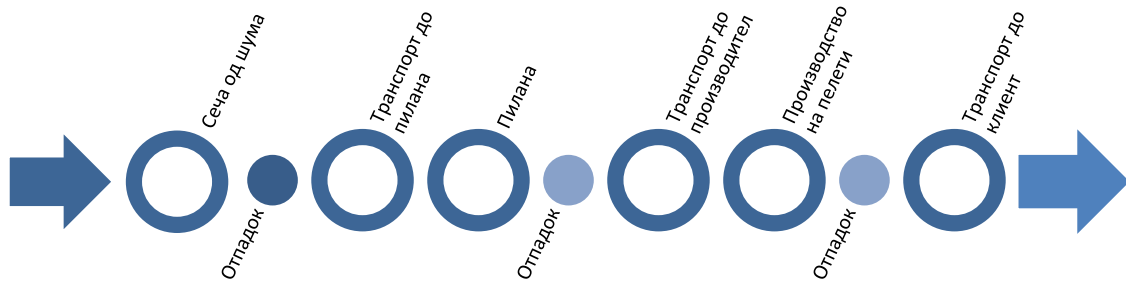
Отсеченото дрво потоа се храни во цилиндрична решеткаста сеалка или сито, за да се одвои материјалот кој е преголем и да се оддели дрвото во различни производи со големина на честички. Преголем материјал се пренесува преку уништувачот и ротирачко цилиндрично сито повторно. Малите израмнети дрва се погодни за пејзажна прекривка. Многу мало дрво егодно за употреба како животинска постелнина. Соодветните обновени производи од дрво, се товарат на големи камиони, опремени со подвижни подови за испорака до локации на пејзажи, објекти за животни (како што се бродови) на разумно растојание, за да се минимизираат трошоците за транспорт до фабриките за дрвени парчиња. Сите обложени метални конектори се складираат и испратени до рециклатор, каде што го заменуваат новиот челик во производниот процес.

ДЕПониРАЊЕ. Ако се депонира, се претпоставува дека пакувањето на дрво се транспортира до депонија и се пакува. Подигнувач го консолидира целиот отпад и еден компресор го компримира отпадот, за да го намали обемот и да ја зголеми густината. Се претпоставува дека целиот отпад е покриен со шкрилци што се ископуваат од депонијата.

6.5.2. Типови на дрвен отпад и методи за нивно искористување

Околу 95% од изградените палети се направени од дрво. Најголем дел од типовите дрво што се користат во производството на палети се од тврдо дрво или меко дрво. Предностите за користење на дрво во производството на палети се крутоста, издржливоста и издржливоста,

непосредната достапност и разумните ниски трошоци. Сепак, постојат некои извонредни недостатоци со користење на дрво во производството на палети, од кои некои се чувствително на впивање (влажни) и бубачки (инсекти).



Слика 41. Отпад при преработка на дрвени палети
Figure 41. Waste from manufacture of wood pallet

Фокусирањето на процесирањето на отпадот е со цел намалување, повторна употреба и рециклирање на палетите од редот, релативно потреба од повеќе истражувања и истражување на пазарот, цена, алтернативни опции и резултати. Дрвените палети кои се обновуваат со компании за рециклирање на палети кои не можат директно да се искористат или поправат, обично се преработуваат за други намени, како што се компостирањето и котелското гориво. Хиерархијата на сукцесија во оваа област бара огромно време, пари и човечка способност да најде соодветна алтернатива.

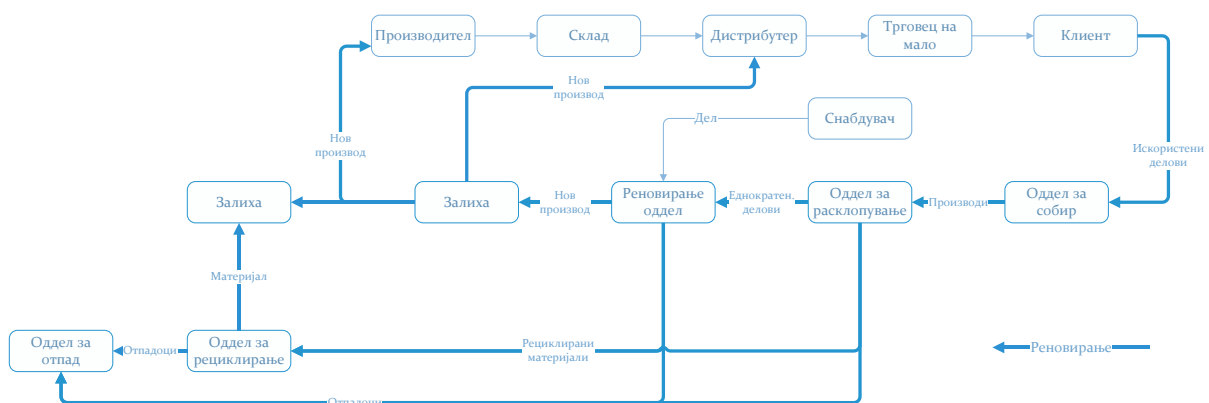


Слика 43. Отпадни сировини од палети
Figure 43. Waste raw materials from pallets

Во пракса, приходите од процесот на отпад од палети обично се помали од трошоците за купување на стоките и сировините. Всушност, намалувањето или превенцијата на отпадот и целокупниот систем за управување со квалитетот се многу поврзани, а процесот на отпадот или индустриите за размена на отпад се фокусираат на квалитетот на производот за намалување, повторно користење или рециклирање на отпадот.

6.5.3. Производство на реновиран производ од отпадот по усвојување на принципите на Циркуларна економија

Реновирањето на производот (дали е од хомоген отпад или од хетероген отпад) било дискутирано од разни истражувачи, на пример Thierry и сор. (1995), Vorasayan и Ryan (2006), Piplani и сор. (2007), Zikopoulos и Tagaras (2007). Општите активности во рамките на реновирањето на производот може да се илустрираат на Слика 43. Овде се вклучени неколку ентитети во процесот каде секој ентитет има специфична функција. Во основа, употребуваните производи треба да се соберат и нивниот квалитет, треба да се процени за да можат да се применат соодветни третмани. Во одделот за реновирање, искористените производи ќе бидат обработени за да станат нови производи, кои ќе бидат транспортирани до производителот или секундарниот пазар. Остатокот од производи со ниска вредност ќе бидат преместени во одделот за рециклирање или на соодветно отстранување.



Слика 42. Реновирање на производот
Figure 42. Refurbish activities

Параметрите на активноста за реновирање на производ се идентификувани врз основа на некои случаи дискутирани од Vorasayan и Ryan (2006), Piplani и сор. (2007) и Zikopoulos и Tagaras (2007). Овие параметри се користат за да се разберат нивните оперативни фактори. Vorasayan и Ryan (2006) ги предложија трошоците (транспорт, вкупни трошоци, вкупна добивка, реновирање на приходите, демонтирање на приходите), процент на купувачи, побарувачка и квантитет за реновиран производ, време на сервис итн. Како важни параметри. Piplani и сор. (2007) вовеле и други параметри, како што се локации, потенцијални локации, пазарни локации во регионот, сет на објекти, сет на нови објекти, реновирани производи во сите периоди, фиксни

трошоци на објектот, фиксни трошоци за отворање објект, трошоци за обработка итн. Конечно, Zikopoulos и Tagaras (2007) додавале количина на транспортирани производи, количина за реновирање, трошоци за транспорт, трошоци за сортирање, трошоци за обновување и слично, како и други критични параметри.

Активностите за реновирање на хомогени склопови на отпади или хетерогени склопови на отпади може да се гледаат како предмет на кој можат да се имплементираат принципите на циркуларна економија (CE). Како што може да се забележи од сликите 45 и 46 во рационалната (адаптирана) шема има 15 активности, ентитети или процеси помалку од стандардната или искуствена шема. Недостасуваат следниве: Разгледување на капацитетот на собраниот продукт, Разгледување на сите аспекти за капацитет, Тестирање на функцијата на продуктот, Пресметка на бројот на делови, Пресметка на одлучувањето, Пресметка на одложувањето, Евалуација на квалитетот на делот, Сервисирање на функцијата на делот, Пресметка на број на делови од производот, Разгледување на капацитетите за отстранување, Разгледување на транспортот, Разгледување на волуменот на побарувачка, Разгледување на бројот на делови за производство, Разгледување на бројот на побарувачка. Оваа рационализација или адаптација на активности значително не го ослабнува квалитетот на стандардната или искуствена шема за активностите за преработка и репроизводство, туку придонесува кон создавање на една алтернативна варијанта при реновирање на производите.

Намалувањето или редуцијата на еден дел од активностите, кога се работи за реновирање на отпадни материјали не значи намалување на квалитативното или квантитативното значење и вредност на добиените нови производи или делови при реновирањето. Напротив, тие придонесуваат кон поедноставување на процесите, а истовремено и ефикасно забрзување на процесот на реновирање. Сепак, потребни се истражувања кои би ги потврдиле претходните промени во спомнатите шеми.



Слика 43. Реновиран производ (рационална шема) по усвојувањето на ЦЕ принципите
 Figure 43. Product refurbish (rational scheme) after adopting CE principles

Дејан Крстев
УНИВЕРЗИТЕТ “СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ” - СКОПЈЕ
Машински факултет



Слика 44. Реновиран производ (стандардна или искусвена шема) по усвојувањето на ЦЕ принципите
Figure 44. Product refurbish (standard or experienced scheme) after adopting CE principles

Процесот на дизајнирање на операциите за реновирање на производ со прифаќање на принципите на циркуларна економија ЦЕ е прикажан на Слика 45 и Слика 46. Се состои од девет ентитети кои директно се вклучени во протокот: оддел за собирање, оддел за расклопување, оддел за реконструкција, залиха-инвентар, секундарен пазар, оддел за рециклирање, оддел за отстранување, дистрибутер. Секој ентитет има конкретни активности кои го покажуваат протокот на производот по усвојувањето на принципите на ЦЕ. Параметрите поврзани со активности кои можат да го поддржат процесот на донесување одлуки се инкорпорирани во математичките формулации. Овде е избрана активност наречена "Поставување Оддел за собирање", во рамките на ентитетот на Одделот за реновирање, за да се илустрира процесот на дизајнирање. Следниот чекор е да се разгледаат принципите на СЕ што се применуваат на оваа активност, која вклучува економична оптимизација-овој принцип ќе ги спомене за соодветните трошоци кои се потребни, а ВЕР (Business Ecosystem Project) на секој оддел за реновирање; каскада/повратен циклус ориентација-овој принцип поддржува да го задржи материјалот подолго во циркулацијата преку максимизирање на капацитетот на Одделот за реновирање и услугите на клиентите; свест за животната средина-укажува на минимален број на контаминирани производи и загадување за време на активности за реновирање; и елиминација на отпадот, а тоа укажува на минимизирање на производите кои не можат да се користат повторно.

Клучните и параметарски колони ги дефинираат вклучените клучеви и параметрите кои се силно поврзани со принципот. Математичките формули се исто така развиени за да се илустрираат параметрите и променливите кои се вклучени. Целната функција ја одредува оптималната вредност на секој параметар. Самата оптимална вредност може да биде минимум или максимум; тоа зависи од карактеристиките на параметарот. На пример, економски, цената мора да биде минимална. За таа цел, целта функција може да биде "да се минимизира цената". Целната функција е силно поврзана со пресметката на идниот приоритет на одлуката. Приоритет на одлука (DP-Decision Priority) се користи за да се прилагоди разновидноста на единицата на секој параметар (или клуч) во донесувањето одлуки. Тоа во суштина е вредност на приоритетот што може лесно да се споредува едни со други за да се избере одлуката од повеќе од една

алтернатива на одлуката. Највисоката вредност на приоритет укажува на највисок приоритет на алтернативна одлука која треба да биде избрана.

Првиот клуч се трошоците и ВЕР, логично се земаат предвид при донесување одлуки. Овие клучеви треба да бидат минимални за да се овозможи позитивен ефект во донесувањето одлуки. Самата цена е под влијание на шест параметри: објект, локација, зграда, работна сила, енергија, одржување. Трошоците за објектите се сметаат за споменати и ги идентификуваат трошоците за сите објекти во одделот за реновирање. Се смета дека цената на локацијата плаќа тарифа на одредена локација. Трошоците за изградба се сметаат за трошоци за изнајмување или купување зграда како оддел. Трошоците за труд се сметаат за трошоци во процесот на реновирање на одделот. Трошоците за енергија се сметаат за пресметување на цената на бројот на потрошената енергија и видот на енергија. Трошоците за одржување се сметаат за пресметување на трошоците за одржување на објектите во одделот. Локацијата или капацитетот се клуч кој има некои параметри за областа, соодносот на клиент/население и растојание што се смета. Областа на потрошувачот значи, бројот на купувачи во одредена област (површина во km^2).

Коефициент на потрошувачка по популацијата се смета за да се најде балансот помеѓу населението и бројот на купувачи, кои можат да ја поддржат соодветната локација. Растојанието е оддалеченост помеѓу продавниците со центарот (оддалечено во км). Овие параметри имаат различни единици, па затоа е потребна релативна вредност (приоритет на одлука) за да се дефинираат; каде што тие мора да имаат максимална и минимална карактеристика за давање позитивен ефект на алтернативни одлуки. Покрај тоа, клучниот капацитет станува важен индикатор за да се види дека процесот на реновирање на производот е воден точно. Тој има параметар за капацитет на собирање, за кој се смета дека го предвидува максималниот капацитет за локација за оптимален број на преработен третман на производи. Процесот на реновирање на производот, ќе биде од корист, ако еден оддел за реновирање го има максималниот капацитет. Содржината и мобилноста, бидејќи системот треба да осигура соодветен тип на производ кој може да има влијание врз животната средина. Самата мобилност ќе ја контролира фреквенцијата на транспортот, на пример, што влијае на животната средина од придонесот на CO_2 и мобилноста и отпадот мора да се минимизираат. Параметрите

за детали од три клучеви се: содржина (содржина на собран параметар на производот, во проценти), тука параметарот го одредува видот на производот кој е опасен или неопасен. Мобилноста (параметар на вредноста на мобилноста) се смета за фреквенцијата на транспортот со обемот на производот. Отпад во kg, се пресметува врз основа на бројот на нераспределени, како дел од остатокот од производот, кој не може да се реновира, ќе се транспортира до одделот за преработка/канибализација/ рециклирање.

Понатаму, за јасно да се види спроведувањето на една функција од математичкиот модел во донесувањето на одлуки, овде се зема еден случај, за да се избере најдобрата локација на одделот за реновирање од неколку алтернативи за локација. За да се одлучи за најдобрата локација од неколку алтернативи, се разгледуваат шест клучеви (со девет DP од девет критериуми). Потоа се пресметуваат деветте DP (со нивните оптимални карактеристики). Општата максимална и минимална DP (Decision Priority) вредност може да се пресмета со користење на равенки, соодветно. За да се пресмета DP за најдобрата локација на одделот за реновирање што зависи од девет критериуми, се користи равенката:

$$\text{maxDP} = \frac{\text{currentValue}}{\text{theMostMax}}$$

$$\text{minDP} = \frac{\text{theMostMin}}{\text{currentValue}}$$

$$DP_{\text{bestLoc}} = \left(\frac{\frac{RCSUCost_{\min}}{curCost_{RCSU}} + \frac{BEP_{\min}}{Cur_{BEP}} + \frac{CustArea_{\max}}{Cur_{CustArea}} + \frac{CustPopRat_{\max}}{Cur_{PopRat}} + \frac{Distance_{\min}}{Cur_{Distance}} + \frac{Capacity_{\max}}{Cur_{Capacity}} + \frac{ContPro_{\max}}{Cur_{CoutPro}} + \frac{Mobility_{\min}}{Cur_{Mobility}} + \frac{Waste_{\min}}{Cur_{Waste}}}{9} \right)$$

7. РЕЗУЛТАТИ

7.1. Идентификација на принципите на циркуларна економија

Идентификацијата започна со екстракција на извори поврзани со циркуларна економија (ЦЕ) со читање и сумирање на релевантни материјали од многу извори. Потоа, анализата беше направена за да се соберат соодветни принципи на циркуларна економија (ЦЕ). Во оваа фаза, конзистентноста на ЦЕ требаше да се провери со споредување на целото разбирање на ЦЕ принципите. Десетте принципи на ЦЕ се пронајдени релевантни за преработка на производот.

Првиот принцип е **циркуларноста**. Кружните процеси на производот/компонентата/материјалот имаат за цел повторно да ги користат потрошувачките и издржливите компоненти на производот и да ја зачуваат оригиналната вредност на производот/компонентата/материјалот што опфаќа директна повторна употреба, задржување на нејзината првична намена; одржување во употреба подолг процес, на пр. поправка, реновирање, повторна употреба и преработка.

Вториот принцип е **соработувачка мрежа**. Оваа мрежа охрабрува да работат заедно во индустриски сектор или други индустрии за да постигнат заеднички цели за воспоставување на мрежа која може да ги поддржи стандардите за создадените материјали и протокот на информации во кружноста. Имплементацијата на СЕ бара поддршка од глобалното учество во индустрискиот систем, како што се индустријата, владата и другите засегнати страни.

Принцип број три е **економска оптимизација**. Целта на овој принцип е да се постигне најдобро или поефективно производство и потрошувачка, како и сервисирање и снабдување со пари што ќе се реализира со еластична економија. Оптимизацијата практично не може да се направи без да се земат предвид аспектите на животната средина, како што се внесот на материјал и енергија, бројот на јаглеродни емисии и трговска рамнотежа, заштеда на трошоци итн.

Принцип број четири е **свесност за животната средина**. Активностите во рамките на СЕ имаат за цел да ги зачуваат ресурсите на животната средина преку еколошки активности и примена на прописите за заштита на животната средина. Секоја специфична активност во ЦЕ има специфичен стандард и регулација што треба да се

слиди, на пр. системите за собирање за WEEE (Waste Electronic and Electrical Equipment), кои имаат различни групи на регулација од онаа на пластика или други материјали.

Петтиот принцип е *премин кон обновлива енергија*. Овој принцип го поттикнува намалувањето на користењето на енергија по единица производ и го забрзува пренасочувањето кон обновлива енергија со дизајн, третирање во економијата како вреден ресурс. Употребата на обновлива енергија не само што влијае на еколошките и економските страни, туку и ја поддржува отпорноста на системот.

Шестиот принцип е *системско размислување*, кое промовира интеракција помеѓу множество компоненти или предмети за постигнување на целите во реалниот свет, нелинеарни, системи со богати повратни информации, а особено живи системи. Активностите во биолошкиот и техничкиот материјал вдолж ЦЕ имаат силен однос што влијаат едни на други како интегриран систем. Главната цел на овој принцип е целосниот поглед на сите интерактивни компоненти и предмети.

Принципот број седум е *каскада/повратно циклусна ориентација*. Овој принцип има за цел да го задржи материјалот подолго во циркулацијата. Ова е можност за производ, компонента или материјал во биолошките и техничките хранливи материји во различни категории на производи за да се постигнат рентабилни, подобри системи за собирање и третман.

Принципот осум е *елиминација на отпадот*. Принципот на елиминација мора да се примени од потеклото на протокот, односно суровините, на потрошувачите, и обратно, од потрошувачите до суровините. Елиминирањето на отпадот може да започне од дизајнирање на отпад за секој производ што ќе резултира со значително намалување на вкупниот волумен на отпадот.

Деветтиот принцип е *управуван од технологија*. Потребна е релевантна технологија за имплементација на СЕ за обработка на информациите и комуникацијата и за следење на материјалите/производите. Пример за технологија ја вклучува технологијата што се користи во објектот за реновирање или обновување на материјалот кој има за цел да постигне ефикасност и ефективност за поддршка на оптимизацијата на работењето.

Последниот принцип е *иновација*, која ги опфаќа сите активности или процеси кои овозможуваат една организација постојано да ја користи ЦЕ со користење на нови

методи, идеи, производи итн. Иновацијата е потребна за да се стимулира редизајнирање и да се преиспита во системот за да се постигнат целите.

7.2. Емпириско истражување

Предмет на ова истражување е релацијата помеѓу Циркуларната економија и Реверзибилната логистика. Главен проблем ќе биде колку населението е спремно за спроведување на мерките и препораките и дали има заинтересираност за негово одржливо и рационално искористување за економски цели. Насоките во кои се движи ова истражување се идентификување на сегашната и идната состојбата на локацијата. Заклучните согледувања ќе бидат претставени врз основа на добиените резултати од истражувањето и нивно елаборирање и анализирање.

7.2.1. Потреби и оправданост

Свеста и познавањето на населението за значењето на релација помеѓу реверзибилната логистика и циркуларната економија е сосема непозната. Прекумерно користење на материјали, неконтролирано депонирање најразличен отпад, дополнително ја загрозува животната средина и здравјето на населението.

7.2.2. Цел и методи

Основна цел на ова истражување е да се согледа подготвеноста на населението за истражување на гореспоменатата релација. Како клучна цел ни е иднината за развој, односно од кој сектор граѓаните најмногу би имале економски исплатливост. Покрај општите цели за спроведување на истражувањето, постојат и поконкретни цели кои се однесуваат за унапредување на животната средина.

Истражувањето ќе се состои од квантитативен и квалитативен пристап. Квантитативниот пристап ќе опфаќа мапирање на целни групи, спроведување на анкета и обработка на прашалник кој ќе биде изготвен за таа цел. Квалитативниот пристап ќе се примени за анализа на добиените податоци од анкетираниот истражување. Историскиот метод, компаративниот метод и метод за анализа ќе бидат дел од истражувачката теза.

Примената на прашалникот треба да ни даде податоци за информираноста и свеста кај населението за значењето на соодносот меѓу циркуларната економија и реверзибилната логистика. Анонимниот прашалник е спроведен на територијата каде е можна примена на спомнатите активности. Во истражувањето беа опфатени повеќе целни групи и поделени во неколку категории: Возраст, Пол, Работен статус, Степен на образование. Испитаниците се избрани по случаен избор и опфатени од целни групи кои директно или индиректно се поврзани со влијанието. Во истражувањето беа опфатени три категории на возрасти. Секако, беше почитувана и половата рамноправност.

Како целни групи од испитаниците ни беа вработени во различни сектори (преработувачка индустрија, локална самоуправа,) а како невработени беа опфатени индивидуалци, студенти и други. Опфатени се и сите степени на образование.

7.2.2.1. Пирсинов тест (χ^2) и коефициент на контингенција (C)

χ^2 – тестот, уште познат како и Пирсинов тест (Pearson), е еден од најпознатите непараметарски тестови врз база на контингенција. Овој тест е еден од најпрактичните и речиси најприменуван тест, а се користи во случаи кога податоците добиени од емпириското истражување се изразени во фреквенции.

Тестот се користи кога треба да се испитаат разликите помеѓу групната варијанта на испитување и теоретските фреквенции. χ^2 – е збир на квадратни разлики на испитуваните теоретските поставени фреквенции во однос на очекуваните фреквенции. I се пресметува според формулата:

$$\chi^2 = \sum \frac{(f_1 - f_o)^2}{f_o}$$

f_1 - очекуваните фреквенции, f_o - набљудуваните фреквенциите.

Испитуваните фреквенции се добиваат со спроведување на *емпириско истражување*. Очекуваните фреквенции ги добиваме така што сумата на редот ја делиме со вкупната сума на фреквенцијата. Толкувањето на добиената вредност за χ^2 се заснова на теоретската χ^2 распределба, создадена од страна на (K. Pearson 1900), кој ги пресметувал и консултирал таблиците на граничната вредност на χ^2 – тестот за

соодветен број на степенот на слобода и соодветна веројатност, односно праг на значајност. Како праг на значајност најчесто се користи дозволена грешка односно ризик од $p=0,05$ и $p=0,01$. За потребите на овој труд ќе се користи ниво на веројатност од 0.05, односно 5%.

Во ова истражување фреквенциите се распоредени во две колони и три реда, што резултира со *2 степени на слобода*. Табличната вредност на χ^2 за 2 степен на слобода и праг на значајност 0.05 изнесува 5.991. Доколку пресметаната вредност на χ^2 е помала од граничната вредност во таблицата, тогаш констатираме поврзаност помеѓу истражуваните појави, односно сличност на исказите. Во спротивен случај кога пресметаната вредност на χ^2 е поголема од табличната, тогаш констатираме дека испитуваните искази се различни, односно има значајност за нашето истражување, бидејќи ја оправдува нашата цел. Конкретно со χ^2 тестот ќе ја пресметаме категоријата за работен статус од кои добиените резултати ќе ни овозможат поставување на конкретна стратегија за понатамошен одржлив развој.

Со χ^2 тестот се одредува веројатноста на поврзаност помеѓу две варијабили. Висината на поврзаност ја добиваме со користење *коэффициент на контингенција (C)*. Вредноста на коэффициентот на контингенција се движи од 0 до 1. Кога коэффициентот на контингенција е поблиску до 1, толку меѓузависниот модалитет на испитувани варијабили е појак. Доколку добиениот коэффициент е поблиску до 0, тогаш меѓузависноста не е јака. Добиените резултати ќе ги презентираме и ќе направиме пресметка за χ^2 тестот и толкување на добиените пресметки. Поради подетално согледување на исказите на испитаниците секое прашање ќе биде претставено табеларно. Така ќе се одвива и анализата којшто следува. Анализата ќе се одвива на одговорите помеѓу испитаници на секое прашање. Секако дека анализата може да се одвива на одговорите помеѓу испитаниците по пол, образование или возраст.

7.3. Анкетен прашалник во врска со активностите на Циркуларната економија (ЦЕ) и Реверзibilната логистика (РЛ)

Анонимно се испитани од 150 до 300 испитаници, од кои 80% надвор од компании и 20% се вработени. Во истражувањето беа опфатени повеќе целни групи, поделени во неколку категории: Возраст (N_1); Пол (N_2); Образование (N_3); Работен статус

(N₄). Испитаниците беа избрани по случаен избор, односно лица директно или индиректно погодени од влијанијата. Учесниците-испитаниците во анкетата со 15 прашања, се изјаснија во согласност со секоја изјава или прашање со одговори „Да“, „Делумно“ и „Не“.

Табела 11. Приказ на категорија на возраст и процент на испитаници по категорија.
Table 11. View on category of age and percentage of respondents by category.

ВОЗРАСТ/SENIORITY (N ₁)		
(18-30) години	(30-50) години	(50-65) години
20 %	40%	40%

Табела 12. Категорија пол и процент на испитаници.
Table 12. Category gender and percentage of respondents.

ПОЛ/GENDER (N ₂)	
Машки	Женски
50%	50%

Табела 13. Категорија работен статус и процент на испитаници
Table 13. Category of working status and percentage of respondents.

РАБОТЕН СТАТУС/WORKING STATUS (N ₃)	
Вработени	Вработени
50%	50%

Табела 14. Степен на образование и процент на испитаници.
Table 14. Educational level and percentage of respondents.

СТЕПЕН НА ОБРАЗОВАНИЕ/LEVEL OF EDUCATION (N ₄)		
Основно	Средно	Високо
20 %	40%	40%

Табела 15. Сумирани прашања во Прашалникот
Table 15. Summed up questions in Questionnaire

Прашања
1. Дали сте запознаени со терминот "Циркуларна економија", и накратко, што тоа значи за твојата компанија?
2. Дали концептот на Циркуларната економија може да се примени на вашата организација?
3. Дали сметате дека постои отпор во развојот на Циркуларната економија за вашата компанија?
4. Дали би помогнало на вашата организација да се развие пристап на Циркуларната економија во рамките на вашата компанија во иднина?
5. Дали би рекле дека перцепираните придобивки од Циркуларната економија се позитивни кон управувањето со синџирот на снабдување систем?
6. Дали е корисен поимот нулта отпад ?
7. Дали постои во фирмата управување со системите за собирање отпад?
8. Дали е позитивно вашето мислење во врска со релевантноста на Повратна логистика во организациите?
9. Дали постојат заеднички цели или модели прилагодени за подобрување на иницијативите за рециклирање?
10. Дали би рекле дека Повратната логистика е најголемиот предизвик со кој се соочува Вашата организација во синџирот на снабдување?

11. Дали може да се каже дека Циркуларната економија и воопшто Повратната логистика имаат позитивно влијаеше врз процесот на обновливи еколошки процеси?
12. Во споредба со традиционалното управување со синџирот на снабдување, дали би рекле дека Реверзибилна логистика е подобрена искуство со клиентите во однос на времето, парите и флексибилноста?
13. Според вас, дали повратната логистика е непотребен трошок или заштеда на трошоци за некоја компанија?
14. Врз основа на процесот на управување со синџирот на снабдување, дали мислите дека процесот на Реверзибилна логистика ќе користи на вашата организација во иднина?
15. Од вашето искуство, ќе им ги дадете ли препораки на другите менаџери во врска со извршување на принципите на Циркуларна економија и Реверзибилна логистика?

Табела 16. Сумирани искази од испитаници
Table 16. Summed up statements of respondents

Прашање/Question	Понуден одговор/ Offered answer	Испитаници/ Respondents	Процент/ Percentage
1. Дали сте запознаени со терминот "Циркуларна економија", и накратко, што тоа значи за твојата компанија?	Да	90	60%
	Не	45	30%
	Делумно	15	10%
	Вкупно	150	100%
2. Дали концептот на Циркуларната економија може да се примени на вашата организација?	Да	105	70%
	Не	30	20%
	Делумно	15	10%
	Вкупно	150	100%
3. Дали сметате дека постои отпор во развојот на Циркуларната економија за вашата компанија?	Да	15	10%
	Не	90	60%
	Делумно	45	30%
	Вкупно	150	100%
4. Дали би помогнало на вашата организација да се развие пристап на Циркуларната економија во рамките на вашата компанија во иднина?	Да	30	20%
	Не	45	30%
	Делумно	75	50%
	Вкупно	150	100%
5. Дали би рекле дека перцепираните придобивки од Циркуларната економија се позитивни кон управувањето со синџирот на снабдување систем?	Да	50	33%
	Не	30	20%
	Делумно	70	47%
	Вкупно	150	100%
6. Дали е корисен поимот нулта отпад ?	Да	120	80%
	Не	15	10%
	Делумно	15	10%
	Вкупно	150	100%
7. Дали постои во фирмата управување со системите за собирање отпад?	Да	60	40%
	Не	45	30%
	Делумно	45	30%
	Вкупно	150	100%
8. Дали е позитивно вашето мислење во врска со релевантноста на Повратна логистика во организациите?	Да	60	40%
	Не	36	24%
	Делумно	54	36%
	Вкупно	150	100%
9. Дали постојат заеднички цели или модели прилагодени за подобрување на иницијативите за рециклирање?	Да	54	36%
	Не	51	34%
	Делумно	45	30%
	Вкупно	150	100%

10. Дали би рекле дека Повратната логистика е најголемиот предизвик со кој се соочува Вашата организација во синџирот на снабдување?	Да	90	60%
	Не	15	10%
	Делумно	45	30%
	Вкупно	150	100%
11. Дали може да се каже дека Циркуларната економија и воопшто Повратната логистика имаат позитивно влијаеше врз процесот на обновливи еколошки процеси?	Да	90	60%
	Не	15	10%
	Делумно	45	30%
	Вкупно	150	100%
12. Според вас, дали повратната логистика е непотребен трошок или заштеда на трошоци за некоја компанија?	Да	120	80%
	Не	15	10%
	Делумно	15	10%
	Вкупно	150	100%
13. Според вас, дали повратната логистика е непотребен трошок или заштеда на трошоци за некоја компанија?	Да	15	10%
	Не	90	60%
	Делумно	45	30%
	Вкупно	150	100%
14. Врз основа на процесот на управување со синџирот на снабдување, дали мислите дека процесот на Реверзибилна логистика ќе користи на вашата организација во иднина?	Да	120	80%
	Не	15	10%
	Делумно	15	10%
	Вкупно	150	100%
15. Од вашето искуство, ќе им ги дадете ли препораки на другите менаџери во врска со извршување на принципите на Циркуларна економија и Реверзибилна логистика?	Да	75	50%
	Не	15	10%
	Делумно	60	40%
	Вкупно	150	100%

7.4. Хипотетска рамка

Согласно со целта на истражувањето генерална хипотеза на истото е: партиципативна стратегија во процесот Реверзибилна логистика и Циркуларна економија е прифатливо решение за вработените во институциите кои произведуваат корисни рециклирани производи.

1. Постојат позитивни перцепции во однос на информираноста за начинот на партиципативна стратегија во процесот Реверзибилната логистика и Циркуларна економија.

Индикатор: одговори на прашање бр. 1,4.

2. Перцепираните придобивки од Циркуларната економија се позитивни кон управувањето со синџирот на снабдување систем.

Индикатор: одговори на прашање бр. 2,4

3. Позитивно мислење во врска со релевантноста на Реверзибилна логистика во организациите за придобивките од Циркуларна економија.

Индикатор: одговори на прашање бр. 1,5, 8.

4. Постојат позитивни перцепции во однос на информираноста за начинот на партиципативна стратегија во процесот Реверзибилна логистика и Циркулациска економија.

Индикатор: одговори на прашање бр. 1,4, 5.

5. Циркуларната економија може да се примени на организацијата и постои задоволително познавање за нејзините придобивки.

Индикатор: одговори на прашање бр. 2,3

6. Позитивно вашето мислење во врска со релевантноста на Реверзибилна логистика во организациите.

Индикатор: одговори на прашање бр. 2,3,8.

7. Постојат заеднички цели или модели прилагодени за подобрување на иницијативите за рециклирање преку Реверзибилната логистика како двигател на Циркуларната економија.

Индикатор: одговори на прашање бр. 2,3,9.

8. Впечатливи препораки на другите менаџери во врска со извршување на принципите на Циркуларна Економија и Реверзибилна Логистика.

Индикатор: одговори на прашање бр. 1,6, 11.

Индикатор: одговори на прашање бр. 5,10, 15.

9. Перцепираните придобивки од Циркуларната економија се позитивни кон управувањето со синџирот на снабдување систем и позитивно мислење во врска со релевантноста на Реверзибилна логистика во организациите.

Индикатор: одговори на прашање бр. 5, 8.

10. Постои ли во фирмата управување со системите за собирање отпад и корисен е поимот нулта отпад во фирмата.

Индикатор: одговори на прашање бр. 6, 7, 8

11. Постојат заеднички цели или модели прилагодени за подобрување на иницијативите за рециклирање и Реверзибилната логистика е најголемиот предизвик со кој се соочува организација во синџирот на снабдување и може да се каже дека Циркуларната економија и воопшто Реверзибилната логистика имаат позитивно влијание врз процесот на обновливи еколошки процеси.

Индикатор: одговори на прашање бр. 9, 10, 11, 12

12. Циркуларната економија и воопшто Повратната логистика имаат позитивно влијание врз процесот на обновливи еколошки процеси.

Индикатор: одговори на прашање бр. 10, 11, 12

13. Во споредба со традиционалното управување со синџирот на снабдување, може да се констатира дека Реверзибилната логистика е подобрена искуство со клиентите во однос на времето, парите и флексибилноста.

Индикатор: одговори на прашање бр. 10, 12

14. Циркуларната економија и воопшто Реверзибилната логистика имаат позитивно влијаеше врз процесот на обновливи еколошки процеси, со позитивно влијание на врз животната средина и еколошките процеси.

Индикатор: одговори на прашање бр. 10, 11, 13

15. Управување со системите за собирање отпад и корисен е поимот нулта отпад во фирмата, а Циркуларната економија и воопшто Реверзибилната логистика имаат позитивно влијаеше врз процесот.

Индикатор: одговори на прашање бр. 3, 7, 10, 11, 12

16. Според искуство, ќе се дадат препораки на другите менаџери во врска со извршување на принципите на Циркуларна Економија и Реверзибилна Логистика кое би овозможило нулта отпад и еколошки процеси, како и релевантноста на Реверзибилна логистика во организациите.

Индикатор: одговори на прашање бр. 1, 5, 8, 13, 14, 15

7.5. Социо-Економски-Еколошки анализи и интерпретација на анкетниот прашалник

Емпирското истражување беше изведено преку спроведување на анкетен прашалник. Анкетниот прашалник се состои од 15 прашања со понудени одговори. Примената на прашалникот треба да ни даде податоци за информираноста и свеста кај населението, а и кај самите вработени. На поедини прашања од овој анкетен прашалник ќе биде извршена пресметка на χ^2 - тестот и коефициентот на контингенција (C), а на крај се изнесени заклучни согледувања врз основа на обработените податоци. Добиените одговори и резултати од истражувањето се претставени табеларно и графички во текстот што следува.

Испитаниците се избрани по случаен избор, односно се лица кои се директно или индиректно засегнати од влијанијата на постројки. Во истражувањето беа опфатени четири категории на возрасти. Беше извршено поделба и според полот.

Испитаниците беа поделени и според работниот однос, односно вработени и невработени. Вработените испитаници претежно беа испитаници вработени во организации. Опфатени се и сите степени на образование.

Како што претходно беше напоменато, при процесот на емпириското истражување беа употребени χ^2 -тестот и коефициентот на контингенција (C) со цел да се добијат саканите резултати. Имено χ^2 -тестот или уште познат како Pearson-ов тест претставува збир на квадрираниите разлики на испитуваните и очекуваните фреквенции во однос на очекуваните фреквенции.

Пирсоновиот тест спаѓа во групата на непараметарските тестови. Овој тест е еден од постарите статистички тестови. Тестот на независноста овозможува донесување одлука во врска со прифаќањето или неприфаќањето на нултата хипотеза т.е. постоење или непостоење значајна разлика помеѓу емпириските и очекуваните фреквенции според еден или друг критериум. Истиот се пресметува според следнава формула:

$$\chi^2 = \sum \frac{(f_i - f_o)^2}{f_o},$$

каде што

f_i - испитуваните фреквенции со истражување, а
 f_o - очекуваните т.е. теоретските

Испитуваните фреквенции се добиваат со спроведување на емпириско истражување. Очекуваните фреквенции ги добиваме така што сумата на редот ја делиме со вкупната сума на фреквенцијата. Таблицата на гранични вредности за χ^2 тестот се формира врз основа на прагот на значајност (кој за потребите на овој труд ќе се користи ниво на веројатност 0,05) и соодветни степени на слобода кои се пресметуваат според формулата:

$$n = (k - 1) (r - 1),$$

k - бројот на колони, r - бројот на редови.

Вредностите добиени за χ^2 - тестот, се споредуваат со табличната вредност. Доколку, добиената вредност е поголема од табличната, толку е поголема значајноста, односно разликата во тврдењата. Со помош на χ^2 - тестот се одредува поврзаноста помеѓу двете варијабли, додека висината на таа поврзаност ја добиваме со помош на коефициентот на контингенција (C) кој се пресметува на следниов начин:

$$C = \sqrt{\frac{\chi^2}{N + \chi^2}},$$

каде што

χ^2 – пресметана вредност за χ^2 тестот,

N – вкупен број на фреквенции

Вредностите на овој коефициент се движат од 0 до 1 и колку (C) е поблиску до 1, толку меѓузависноста помеѓу испитуваните варијабли е посилна и обратно. Во наредниот текст од овој труд следуваат табеларниот и графичкиот приказ на одредени прашања од Анкетниот прашалник. Добиените резултати ќе ги презентираме и ќе направиме пресметка за χ^2 тестот и толкување на добиените пресметки. Поради подетално согледување на исказите на испитаниците секое прашање ќе биде претставено табеларно. Така ќе се одвива и анализата која што следува. Анализата ќе се одвива на одговорите помеѓу вработените и невработените испитаници на секое прашање.

Дејан Крстев
УНИВЕРЗИТЕТ “СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ” - СКОПЈЕ
Машински факултет

Табела 17. Сумирани искази од испитаници по четирите категории ($N_1 - N_4$)
Table 17. Summed up statements of surveyees for forth categories ($N_1 - N_4$)

Прашање	Даден одговор	Испитаници	%	N_1	N_2	N_3	N_4
				Возраст 1, 2, 3	Пол м/ж	Работен статус 1, 2	Образование 1, 2, 3
1.	Да	90	60%	53/26/11	53/37	55/35	10/55/25
	Не	45	30%	24/15/6	23/22	27/18	10/19/16
	Делумно	15	10%	5/5/5	9/6	8/7	5/5/5
	Вкупно	150	100%	150	150	150	150
2.	Да	105	70%	65/27/13	52/53	55/50	16/67/22
	Не	30	20%	12/15/3	17/13	12/16	11/10/9
	Делумно	15	10%	7/7/1	10/5	11/6	6/3/6
	Вкупно	150	100%	150	150	150	150
3.	Да	15	10%	5/5/5	6/9	7/8	6/3/6
	Не	90	60%	51/28/11	50/40	48/42	15/59/16
	Делумно	45	30%	27/13/5	25/20	21/24	10/25/10
	Вкупно	150	100%	150	150	150	150
4.	Да	30	20%	15/11/4	16/14	11/19	11/11/8
	Не	45	30%	25/12/8	22/23	20/25	20/10/15
	Делумно	75	50%	44/16/15	53/22	43/32	22/25/28
	Вкупно	150	100%	150	150	150	150
5.	Да	50	33%	30/10/10	17/33	23/27	17/19/14
	Не	30	20%	14/10/6	15/15	13/17	12/9/9
	Делумно	70	47%	41/20/9	37/33	36/34	25/22/23
	Вкупно	150	100%	150	150	150	150
6.	Да	120	80%	65/35/20	77/43	66/54	25/70/25
	Не	15	10%	5/5/5	8/7	9/6	6/4/5
	Делумно	15	10%	4/5/6	6/9	8/7	5/5/5
	Вкупно	150	100%	150	150	150	150
7.	Да	60	40%	12/28/20	33/27	35/25	25/18/17
	Не	45	30%	10/10/25	27/18	25/20	15/20/10
	Делумно	45	30%	10/26/9	23/22	25/20	13/12/20
	Вкупно	150	100%	150	150	150	150
8.	Да	60	40%	14/27/19	37/23	30/30	24/19/17
	Не	36	24%	10/13/13	20/16	17/19	12/14/10
	Делумно	54	36%	12/30/12	26/28	25/29	13/26/15
	Вкупно	150	100%	150	150	150	150
9.	Да	54	36%	20/28/6	27/27	30/24	15/20/19
	Не	51	34%	23/18/10	30/21	30/21	17/19/15
	Делумно	45	30%	9/11/25	23/22	27/18	15/19/11
	Вкупно	150	100%	150	150	150	150
10.	Да	90	60%	15/60/15	47/43	45/45	23/27/40
	Не	15	10%	6/5/4	9/6	8/7	6/4/5
	Делумно	45	30%	10/25/10	21/24	28/17	12/15/18
	Вкупно	150	100%	150	150	150	150
11.	Да	90	60%	15/63/12	61/29	50/40	20/55/15
	Не	15	10%	4/6/5	6/9	7/8	5/8/2

	Делумно	45	30%	9/25/11	22/23	20/25	11/23/11
	Вкупно	150	100%	150	150	150	150
12.	Да	120	80%	65/35/20	77/43	66/54	25/70/25
	Не	15	10%	5/4/6	9/6	8/7	5/5/5
	Делумно	15	10%	8/3/4	4/11	6/9	6/5/4
	Вкупно	150	100%	150	150	150	150
13.	Да	15	10%	8/3/4	4/11	6/9	6/5/4
	Не	90	60%	15/63/12	61/29	50/40	20/55/15
	Делумно	45	30%	9/25/11	22/23	20/25	11/23/11
	Вкупно	150	100%	150	150	150	150
14.	Да	120	80%	60/35/25	75/45	66/54	28/67/25
	Не	15	10%	6/5/4	9/6	8/7	6/4/5
	Делумно	15	10%	5/4/6	9/6	8/7	5/5/5
	Вкупно	150	100%	150	150	150	150
15.	Да	75	50%	14/50/11	38/37	40/35	15/50/10
	Не	15	10%	6/5/4	9/6	8/7	6/4/5
	Делумно	60	40%	14/27/19	37/23	30/30	24/19/17
	Вкупно	150	100%	150	150	150	150

Табела 18. Пресметка за Пирсонов тест (χ^2)

Table 18. Calculation for Pearson test (χ^2)

Прашање	χ^2	p-value	χ^2	p-value	χ^2	p-value	χ^2	p-value
	N ₁		N ₂		N ₃		N ₄	
1	5.7736	.216703	0.8145	.665485	0.3241	.85041	8.8456	.065076
2	7.9083	.094995	1.7879	.409028	2.0434	.359986	17.2233	.001749
3	6.0812	.193164	1.3151	.518124	0.6401	.726108	11.129	.025152
4	2.7693	.59715	6.4351	.040053	4.2763	.117872	4.1344	.388118
5	3.2437	.517902	4.4168	.109874	0.6716	.714784	0.9231	.921217
6	7.8541	.09707	3.6389	.162111	0.1618	.922267	7.9745	.092517
7	15.2238	.004259	0.7238	.696355	0.1131	.945009	7.561	.109049
8	3.7119	.4464	2.1024	.349511	0.1677	.91958	4.1823	.381899
9	28.9072	0.00001	0.948	.622506	0.2205	.895589	1.5037	.825982
10	6.9975	.136021	0.8717	.646705	1.8071	.405125	1.6267	.80399
11	7.02	.134835	7.0179	.029929	1.6278	.443121	2.4626	.651341
12	5.5293	.237166	7.8125	.020116	1.2054	.547344	6.4951	.1651
13	16.4844	.002433	11.1111	.003866	2.2404	.326215	4.9264	.29493
14	3.2697	.513744	0.0637	.968668	0.0269	.98664	6.6033	.158394
15	11.1471	.02496	1.7451	.417878	0.1603	.922998	19.6886	.000575

Според возраста на испитаниците (N₁) девет (9) прашања (2, 3, 6, 7, 9, 10, 11, 13 и 15) се со поголеми вредности од табеларните $\chi^2=5,991$, шест (6) прашања (1, 4, 5, 8, 12 и 14) се со вредности помали од табеларните $\chi^2=5,991$.

Според полот на испитаниците (N₂) четири (4) прашања (4, 11, 12 и 13) се со поголеми вредности од табеларните $\chi^2=5,991$, единаесет (11) прашања (1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 14 и 15) се со вредности помали од табеларните $\chi^2=5,991$.

Според работниот статус на испитаниците (N_3) во ниту едно прашање не се со поголеми вредности од табеларните $\chi^2=5,991$, а петнаесет (15) прашања се со вредности помали од табеларните $\chi^2=5,991$.

Според образование на испитаниците (N_4) осум (8) прашања (1, 2, 3, 6, 7, 12, 14 и 15) се со поголеми вредности од табеларните $\chi^2=5,991$, седум (7) прашања (4, 5, 8, 9, 10, 11 и 13) се со вредности помали од табеларните $\chi^2=5,991$.

Ако набљудуваните и очекуваните фреквенции се исти, тогаш $\chi^2 = 0$. Ако набљудуваните фреквенциите што ги забележувате се различни од очекуваните фреквенции, вредноста на χ^2 оди нагоре. Колку е поголема вредноста на χ^2 , толку е поголема веројатноста дека распределбите се значително различни. P-вредност помала од 0,05 (обично $\leq 0,05$) е статистички значајна. Тоа укажува на силен доказ против ништовната хипотеза, бидејќи постои помала веројатност од 5% нултата да е точна (и резултатите се случајни). Затоа, ние ја отфрламе нултата хипотеза и ја прифаќаме алтернативната хипотеза.

Табела 19. Областа за дистрибуција Пирсинов тест(χ^2) десно од критична вредност

Table 19. Chi-Square (χ^2) Distribution Area to the right to Critical value

Degrees of Freedom	Chi-Square (χ^2) Distribution Area to the right to Critical value				
	0.90	0.10	0.05	0.025	0.01
1	0.016	2.706	3.841	5.024	6.635
2	0.211	4.605	5.991	7.378	9.210
3	0.584	6.251	7.815	9.348	11.345

Друга статистичка мерка за попрецизно мерење на зависноста помеѓу набљудуваните фреквенциите е коефициентот на контингенција. Овој коефициент го изразува интензитетот на врската помеѓу две или повеќе варијанти на одредената карактеристика на масата. Коефициентот на контингенција зазема вредности меѓу 0 и 1.

Табела 20. Коефициент на контингенција (C)

Table 20. Continuity coefficient (C)

Прашање	Контингенција			
	N_1	N_2	N_3	N_4
1	0.1925	0.0734	0,0464	0.2359
2	0.2237	0.1085	0,1159	0.3209
3	0.1973	0.0932	0,0651	0.2628
4	0.1346	0.2028	0,1664	0.1637
5	0.1454	0.1691	0,0667	0.0782
6	0.2230	0.1538	0,0328	0.2246
7	0.3035	0.0682	0,0274	0.2191
8	0.1553	0.1175	0,0334	0.1646

9	0.4019	0.0792	0,0383	0.0996
10	0.2111	0.076	0,1091	0.1035
11	0.2114	0.2114	0,1036	0.127
12	0.1885	0.2224	0,0892	0.2037
13	0.3146	0.2626	0,0810	0.1783
14	0.1460	0.065	0,0133	0.2053
15	0.2630	0.107	0,0326	0.3460

Што се однесува до коефициентот на контингенција за возраста (N_1) на испитаниците, помали коефициенти C од 0,25 се прашањата (1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 11, 12 и 15), додека поголеми коефициенти C од 0,25 се прашањата (7, 9 и 13).

Што се однесува до коефициентот на контингенција за полот (N_2) на испитаниците, помали коефициенти C од 0,25 се прашањата (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 8, 9, 10, 11, 12, 14 и 15), додека поголеми коефициенти C од 0,25 се прашањата (13).

Што се однесува до Коефициентот за контингенции C за работниот статус (N_3) на испитаниците, помали коефициенти C од 0,25 се во сите прашања (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 14 и 15).

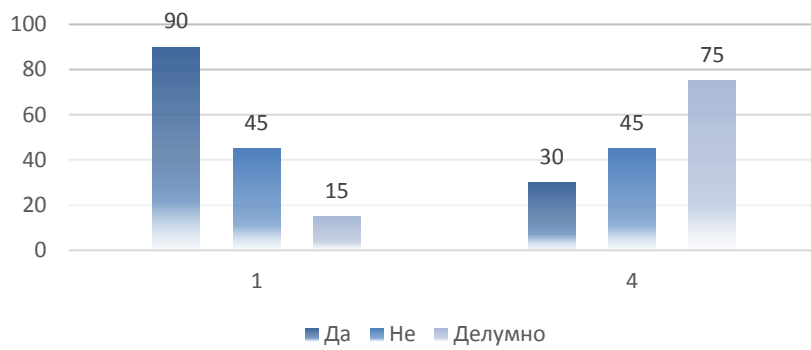
Што се однесува до коефициентот на контингенција за образованието (N_4) на испитаниците, помали коефициенти C од 0,25 се прашањата (1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 и 14), додека поголеми коефициенти C од 0,25 се прашањата (2, 3 и 15).

Висината на поврзаност ја добиваме со користење коефициент на контингенција (C). Вредноста на коефициентот на контингенција се движи од 0 до 1. Кога коефициентот на контингенција е поблиску до 1, толку меѓузависниот модалитет на испитувани варијабилни содржани во поставените прашања е појак. Доколку добиениот коефициент е поблиску до 0, тогаш меѓузависноста не е јака.

Прашањата од анкетата покриваат хипотетска рамка која се состои од 16 хипотези. Индикаторите на секоја хипотеза се одговорите на различен број на различни прашања. Во табелите подолу се дадени сите хипотези соодветно со нивните индикатори.

Табела 21. Хипотеза 1
Table 21. Hypothesis 1

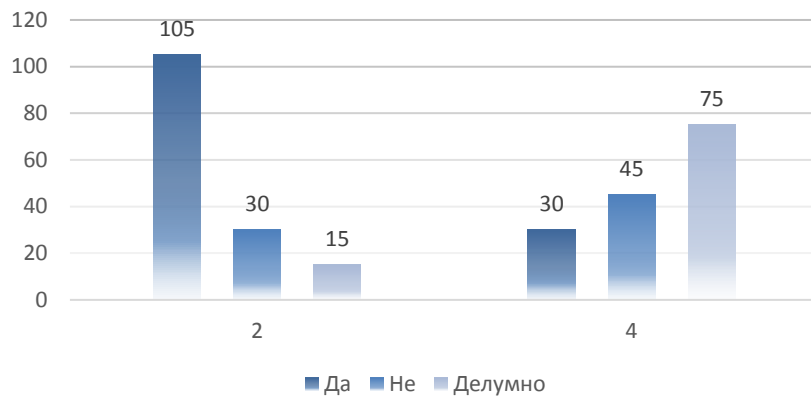
Хипотеза 1	Да	Не	Делумно
1. Дали сте запознаени со терминот "Циркуларна економија", и накратко, за што тоа значи твојата компанија?	90	45	15
4. Дали би помогнало на вашата организација да се развие пристап на Циркуларната економија во рамките на вашата компанија во иднина?	30	45	75



Табела 22. Хипотеза 2

Table 22. Hypothesis 2

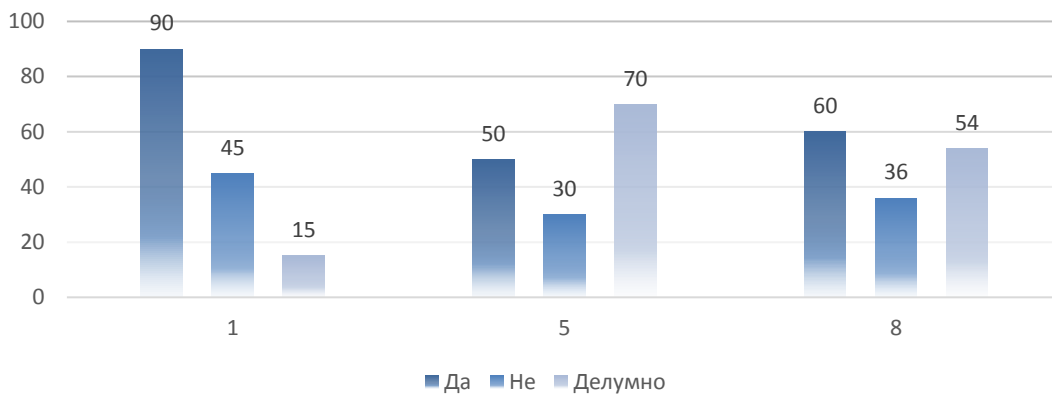
Хипотеза 2	Да	Не	Делумно
2. Дали концептот на Циркуларната економија може да се примени на вашата организација?	105	30	15
4. Дали би помогнало на вашата организација да се развие пристап на Циркуларната економија во рамките на вашата компанија во иднина?	30	45	75



Табела 23. Хипотеза 3

Table 23. Hypothesis 3

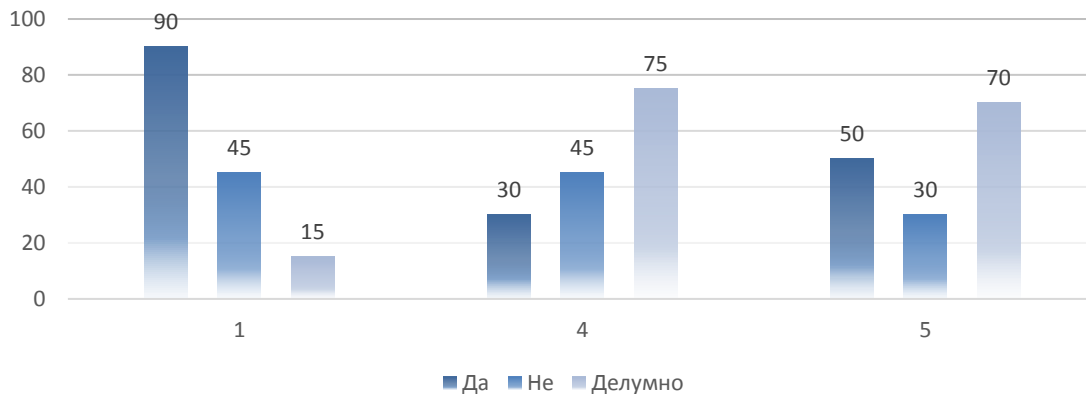
Хипотеза 3	Да	Не	Делумно
1. Дали сте запознаени со терминот “Циркуларна економија”, и накратко, за што тоа значи твојата компанија?	90	45	15
5. Дали би рекле дека перципираните придобивки од Циркуларната економија се позитивни кон управувањето со синџирот на снабдување систем?	50	30	70
8. Дали е позитивно вашето мислење во врска со релевантноста на Повратна логистика во организациите?	60	36	54



Табела 24. Хипотеза 4

Table 24. Hypothesis 4

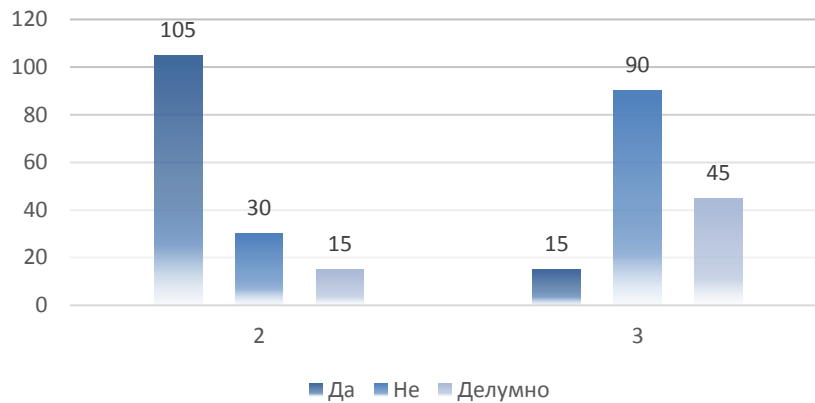
Хипотеза 4	Да	Не	Делумно
1. Дали сте запознаени со терминот “Циркуларна економија”, и накратко, за што тоа значи твојата компанија?	90	45	15
4. Дали би помогнало на вашата организација да се развие пристап на Циркуларната економија во рамките на вашата компанија во иднина?	30	45	75
5. Дали би рекле дека перципираните придобивки од Циркуларната економија се позитивни кон управувањето со синџирот на снабдување систем?	50	30	70



Табела 25. Хипотеза 5

Table 25. Hypothesis 5

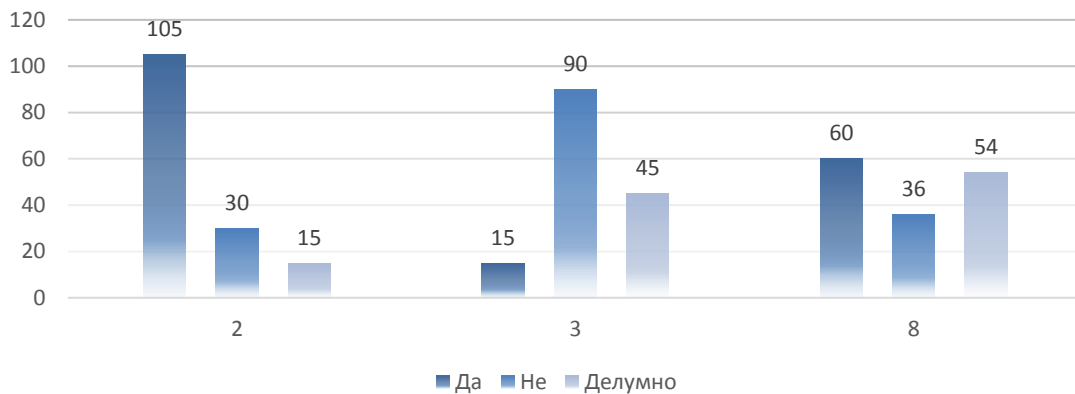
Хипотеза 5	Да	Не	Делумно
2. Дали концептот на Циркуларната економија може да се примени на вашата организација?	105	30	15
3. Дали сметате дека постојат пречки во развојот на Циркуларната економија за вашата компанија?	15	90	45



Табела 26. Хипотеза 6

Table 26. Hypothesis 6

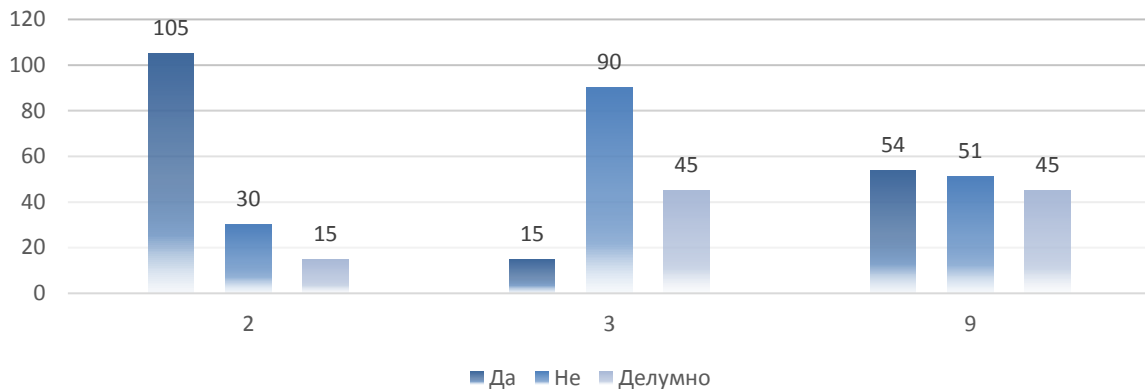
Хипотеза 6	Да	Не	Делумно
2. Дали концептот на Циркуларната економија може да се примени на вашата организација?	105	30	15
3. Дали сметате дека постојат пречки во развојот на Циркуларната економија за вашата компанија?	15	90	45
8. Дали е позитивно вашето мислење во врска со релевантноста на Повратна логистика во организациите?	60	36	54



Табела 27. Хипотеза 7

Table 27. Hypothesis 7

Хипотеза 7	Да	Не	Делумно
2. Дали концептот на Циркуларната економија може да се примени на вашата организација?	105	30	15
3. Дали сметате дека постојат пречки во развојот на Циркуларната економија за вашата компанија?	15	90	45
9. Дали постојат заеднички цели или модели прилагодени за подобрување на иницијативите за рециклирање?	54	51	45



Табела 28. Хипотеза 8

Table 28. Hypothesis 8

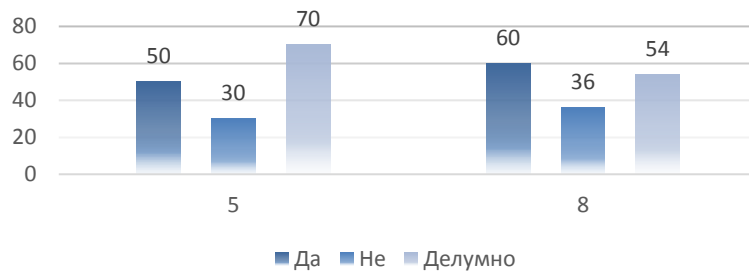
Хипотеза 8	Да	Не	Делумно
1. Дали сте запознаени со терминот "Циркуларна економија", и накратко, за што тоа значи твојата компанија?	90	45	15
5. Дали би рекле дека перципираните придобивки од Циркуларната економија се позитивни кон управувањето со синџирот на снабдување систем?	50	30	70
6. Дали е корисен поимот нулта отпад?	120	15	15
10. Дали би рекле дека Повратната логистика е најголемиот предизвик со кој се соочува Вашата организација во синџирот на снабдување?	90	15	45
11. Дали може да се каже дека Циркуларната економија и воопшто Повратната логистика имаат позитивно влијаеше врз процесот на обновливи еколошки процеси?	90	15	45
15. Од вашето искуство, ќе им ги дадете ли препораки на другите менаџери во врска со извршување на принципите на Циркуларна Економија и Повратната Логистика?	75	15	60



Табела 29. Хипотеза 9

Table 29. Hypothesis 9

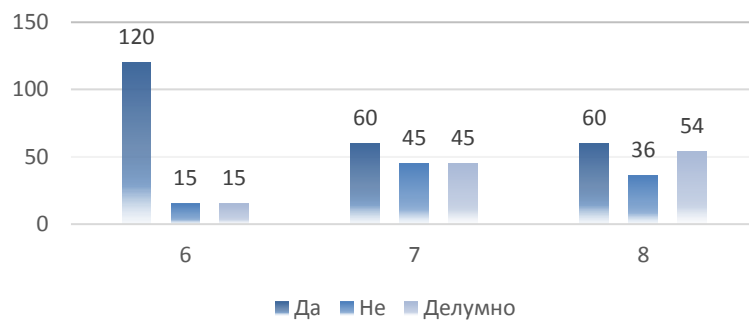
Хипотеза 9	Да	Не	Делумно
5. Дали би рекле дека перципираните придобивки од Циркуларната економија се позитивни кон управувањето со синџирот на снабдување систем?	50	30	70
8. Дали е позитивно вашето мислење во врска со релевантноста на Повратна логистика во организациите?	60	36	54



Табела 30. Хипотеза 10

Table 30. Hypothesis 10

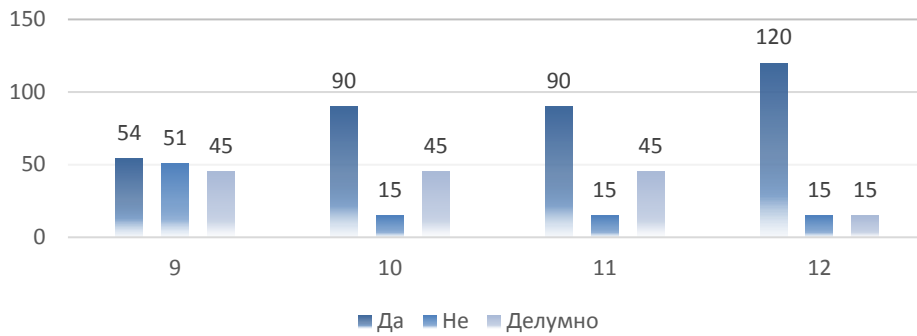
Хипотеза 10	Да	Не	Делумно
6. Дали е корисен поимот нулта отпад?	120	15	15
7. Дали постои во фирмата управување со системите за собирање отпад?	60	45	45
8. Дали е позитивно вашето мислење во врска со релевантноста на Повратна логистика во организациите?	60	36	54



Табела 31. Хипотеза 11

Table 31. Hypothesis 11

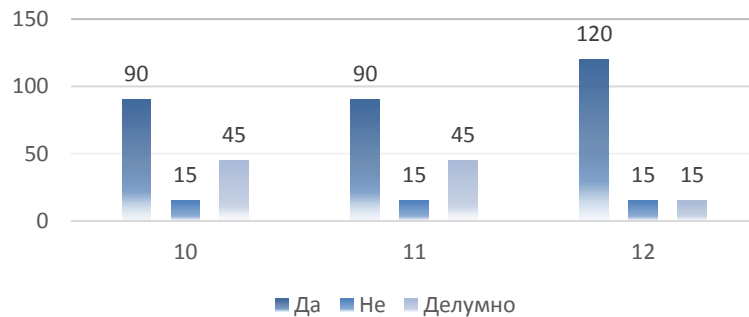
Хипотеза 11	Да	Не	Делумно
9. Дали постојат заеднички цели или модели прилагодени за подобрување на иницијативите за рециклирање?	54	51	45
10. Дали би рекле дека Повратната логистика е најголемиот предизвик со кој се соочува Вашата организација во синџирот на снабдување?	90	15	45
11. Дали може да се каже дека Циркуларната економија и воопшто Повратната логистика имаат позитивно влијаеше врз процесот на обновливи еколошки процеси?	90	15	45
12. Во споредба со традиционалното управување со синџирот на снабдување, дали би рекле дека РЛ е подобрена искуство со клиентите во однос на времето, парите и флексибилноста?	120	15	15



Табела 32. Хипотеза 12

Table 32. Hypothesis 12

Хипотеза 12	Да	Не	Делумно
10. Дали би рекле дека Повратната логистика е најголемиот предизвик со кој се соочува Вашата организација во синџирот на снабдување?	90	15	45
11. Дали може да се каже дека Циркуларната економија и воопшто Повратната логистика имаат позитивно влијаеше врз процесот на обновливи еколошки процеси?	90	15	45
12. Во споредба со традиционалното управување со синџирот на снабдување, дали би рекле дека РЛ е подобрена искуство со клиентите во однос на времето, парите и флексибилноста?	120	15	15

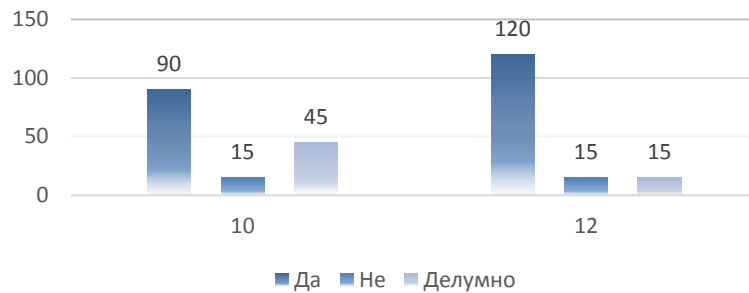


Табела 33. Хипотеза 13

Table 33. Hypothesis 13

Хипотеза 13	Да	Не	Делумно
10. Дали би рекле дека Повратната логистика е најголемиот предизвик со кој се соочува Вашата организација во синџирот на снабдување?	90	15	45
12. Во споредба со традиционалното управување со синџирот на снабдување, дали би рекле дека РЛ е подобрена искуство со клиентите во однос на времето, парите и флексибилноста?	120	15	15

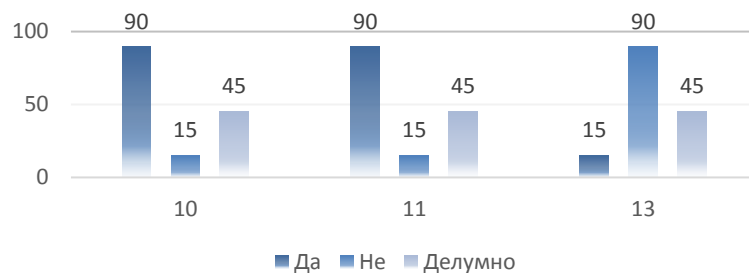
Дејан Крстев
УНИВЕРЗИТЕТ “СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ” - СКОПЈЕ
Машински факултет



Табела 34. Хипотеза 14

Table 34. Hypothesis 14

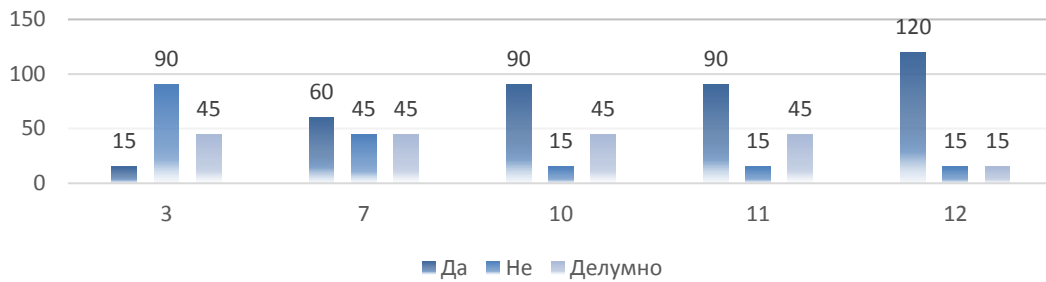
Хипотеза 14	Да	Не	Делумно
10. Дали би рекле дека Повратната логистика е најголемиот предизвик со кој се соочува Вашата организација во синцирот на снабдување?	90	15	45
11. Дали може да се каже дека Циркуларната економија и воопшто Повратната логистика имаат позитивно влијаеше врз процесот на обновливи еколошки процеси?	90	15	45
13. Според вас, дали Повратната логистика е непотребен трошок или заштеда на трошоци за некоја компанија?	15	90	45



Табела 35. Хипотеза 15

Table 35. Hypothesis 15

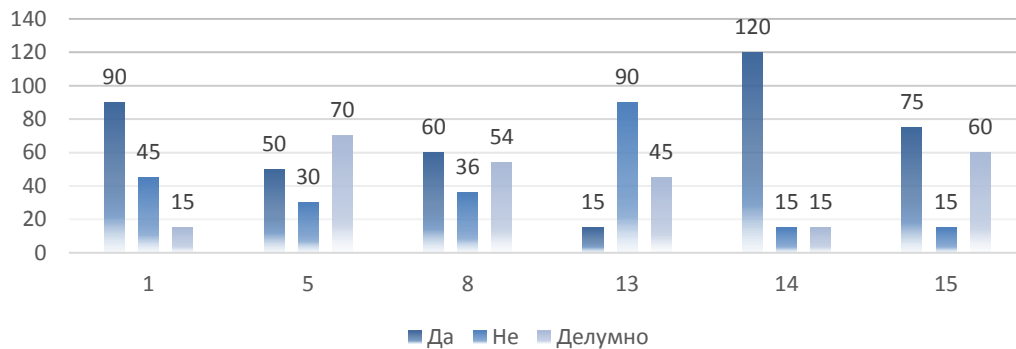
Хипотеза 15	Да	Не	Делумно
3. Дали сметате дека постојат пречки во развојот на Циркуларната економија за вашата компанија?	15	90	45
7. Дали постои во фирмата управување со системите за собирање отпад?	60	45	45
10. Дали би рекле дека Повратната логистика е најголемиот предизвик со кој се соочува Вашата организација во синцирот на снабдување?	90	15	45
11. Дали може да се каже дека Циркуларната економија и воопшто Повратната логистика имаат позитивно влијаеше врз процесот на обновливи еколошки процеси?	90	15	45
12. Во споредба со традиционалното управување со синцирот на снабдување, дали би рекле дека РЛ е подобрена искуство со клиентите во однос на времето, парите и флексибилноста?	120	15	15



Табела 36. Хипотеза 16

Table 36. Hypothesis 16

Хипотеза 16	Да	Не	Делумно
1. Дали сте запознаени со терминот "Циркуларна економија", и накратко, за што тоа значи твојата компанија?	90	45	15
5. Дали би рекле дека перципираните придобивки од Циркуларната економија се позитивни кон управувањето со синџирот на снабдување систем?	50	30	70
8. Дали е позитивно вашето мислење во врска со релевантноста на Повратна логистика во организациите?	60	36	54
13. Според вас, дали Повратната логистика е непотребен трошок или заштеда на трошоци за некоја компанија?	15	90	45
14. Врз основа на процесот на управување со синџирот на снабдување, дали мислите дека процесот на Повратна логистика ќе користи на вашата организација во иднина?	120	15	15
15. Од вашето искуство, ќе им ги дадете ли препораки на другите менаџери во врска со извршување на принципите на Циркуларна Економија и Повратната Логистика?	75	15	60



Табела 37. Резиме на обработка на случај

Table 37. Case Processing Summary

	N	%
ases		
Valid	3	100.0
Excluded*	0	.0
Total	3	100.0

* Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Табела 38. Статистичка доверливост

Table 38. Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
.951	.974	16

Табела 39. Дескриптивна статистика

Table 39. Descriptive Statistics

	N	Range	Min	Max	Sum	Mean	Std. Error	Std. Deviation	Variance
h1	3	30.00	90.00	120.00	300.00	100.0000	10.00000	17.32051	300.000
h2	3	60.00	75.00	135.00	300.00	100.0000	18.02776	31.22499	975.000
h3	3	89.00	111.00	200.00	450.00	150.0000	26.27420	45.50824	2071.000
h4	3	50.00	120.00	170.00	450.00	150.0000	15.27525	26.45751	700.000
h5	3	60.00	60.00	120.00	300.00	100.0000	20.00000	34.64102	1200.000
h6	3	66.00	114.00	180.00	450.00	150.0000	19.28730	33.40659	1116.000
h7	3	69.00	105.00	174.00	450.00	150.0000	22.51666	39.00000	1521.000
h8	3	380.00	135.00	515.00	900.00	300.0000	112.50926	194.87175	37975.000
h9	3	58.00	66.00	124.00	300.00	100.0000	17.47379	30.26549	916.000
h10	3	144.00	96.00	240.00	450.00	150.0000	45.29901	78.46018	6156.000
h11	3	258.00	96.00	354.00	600.00	200.0000	78.56208	136.07351	18516.000
h12	3	255.00	45.00	300.00	450.00	150.0000	76.97402	133.32292	17775.000
h13	3	180.00	30.00	210.00	300.00	100.0000	55.67764	96.43651	9300.000
h14	3	75.00	120.00	195.00	450.00	150.0000	22.91288	39.68627	1575.000
h15	3	195.00	180.00	375.00	750.00	250.0000	62.64982	108.51267	11775.000
h16	3	179.00	231.00	410.00	900.00	300.0000	55.59077	96.28603	9271.000
Valid N	3								

Табела 40. Вкупни статистички ставки

Table 40. Summary Item Statistics

	Mean	Min	Max	Range	Max/ Min	Variance	N of Items
Item Means	162.500	100.000	300.000	200.000	3.000	4500.000	16

Табела 41. Скала на статистика

Table 41. Scale Statistics

Mean	Variance	Std. Deviation	N of Items
2600.0000	1118164.000	1057.43274	16

Дејан Крстев
УНИВЕРЗИТЕТ “СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ” - СКОПЈЕ
Машински факултет

Табела 42. Меѓу-ставки на корелациона матрица

Table 42. Inter-Item Correlation Matrix

	h1	h2	h3	h4	h5	h6	h7	h8	h9	h10	h11	h12	h13	h14	h15	h16
h1	1.000	.971	.952	.655	.500	.778	.533	.955	.286	.993	.980	.974	.988	.982	.998	.989
h2	.971	1.000	.998	.817	.277	.604	.314	.998	.508	.992	.999	1.000	.996	.999	.985	.995
h3	.952	.998	1.000	.855	.209	.547	.247	1.000	.567	.981	.994	.996	.988	.992	.970	.986
h4	.655	.817	.855	1.000	-.327	.034	-.291	.849	.912	.737	.792	.808	.764	.786	.705	.758
h5	.500	.277	.209	-.327	1.000	.933	.999	.222	-.687	.397	.318	.292	.359	.327	.439	.369
h6	.778	.604	.547	.034	.933	1.000	.946	.558	-.380	.700	.638	.616	.670	.645	.732	.678
h7	.533	.314	.247	-.291	.999	.946	1.000	.260	-.658	.432	.354	.329	.395	.363	.473	.404
h8	.955	.998	1.000	.849	.222	.558	.260	1.000	.556	.983	.995	.997	.990	.994	.974	.988
h9	.286	.508	.567	.912	-.687	-.380	-.658	.556	1.000	.394	.471	.494	.432	.462	.352	.422
h10	.993	.992	.981	.737	.397	.700	.432	.983	.394	1.000	.996	.994	.999	.997	.999	1.000
h11	.980	.999	.994	.792	.318	.638	.354	.995	.471	.996	1.000	1.000	.999	1.000	.991	.999
h12	.974	1.000	.996	.808	.292	.616	.329	.997	.494	.994	1.000	1.000	.997	.999	.988	.997
h13	.988	.996	.988	.764	.359	.670	.395	.990	.432	.999	.999	.997	1.000	.999	.996	1.000
h14	.982	.999	.992	.786	.327	.645	.363	.994	.462	.997	1.000	.999	.999	1.000	.993	.999
h15	.998	.985	.970	.705	.439	.732	.473	.974	.352	.999	.991	.988	.996	.993	1.000	.997
h16	.989	.995	.986	.758	.369	.678	.404	.988	.422	1.000	.999	.997	1.000	.999	.997	1.000

Табела 43. Ставки на вкупна статистика
Table 43. Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Squared Multiple Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
h1	2500.0000	1082224.000	.989	.	.952
h2	2500.0000	1053409.000	.995	.	.949
h3	2450.0000	1025323.000	.985	.	.947
h4	2450.0000	1076464.000	.747	.	.952
h5	2500.0000	1092364.000	.340	.	.954
h6	2450.0000	1071388.000	.660	.	.951
h7	2450.0000	1086361.000	.372	.	.953
h8	2300.0000	748849.000	.982	.	.952
h9	2500.0000	1092028.000	.399	.	.953
h10	2450.0000	958468.000	.999	.	.943
h11	2400.0000	849316.000	.998	.	.942
h12	2450.0000	854899.000	.996	.	.942
h13	2500.0000	923524.000	1.000	.	.942
h14	2450.0000	1035889.000	.999	.	.948
h15	2350.0000	901129.000	.996	.	.941
h16	2300.0000	923803.000	1.000	.	.942

Табела 44. Компоненти на матрицата^a
Table 44 . Component Matrix^a

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
1	12.412	77.574	77.574	12.412	77.574	77.574	12.139	75.869	75.869
2	3.588	22.426	100.000	3.588	22.426	100.000	3.861	24.131	100.000
3	1.003E-013	1.018E-013	100.000						
4	1.002E-013	1.012E-013	100.000						
5	1.001E-013	1.009E-013	100.000						
6	1.001E-013	1.008E-013	100.000						
7	1.001E-013	1.006E-013	100.000						
8	1.000E-013	1.003E-013	100.000						
9	-1.000E-013	-1.001E-013	100.000						
10	-1.001E-013	-1.004E-013	100.000						
11	-1.001E-013	-1.006E-013	100.000						
12	-1.001E-013	-1.008E-013	100.000						
13	-1.002E-013	-1.011E-013	100.000						
14	-1.002E-013	-1.012E-013	100.000						
15	-1.003E-013	-1.020E-013	100.000						
16	-1.006E-013	-1.037E-013	100.000						

7.6. Структурната равенка за моделирање - SEM со AMOS

Структурната равенка за моделирање - SEM е продолжување на генералниот линеарен модел (GLM) што му овозможува на истражувачот истовремено да тестира збир на регресивни равенки. Со други зборови, целта на SEM е да испита збир на односи помеѓу една или повеќе егзогени променливи (независни променливи) и една или повеќе ендогени променливи (зависни променливи). Структурната равенка за

моделирање - SEM софтверот може да тестира традиционални модели, но исто така дозволува испитување на посложени односи и модели, како што се потврда за факторска анализа и анализа на временски серии. Покрај тоа, преку SEM структурните односи можат да се моделираат графички за да се овозможи јасно разбирање на теоријата што се испитува.

7.6.1. Придобивки од користењето на SEM

Во споредба со старите мултиварни процедури, може да се забележат неколку предности при користењето на SEM.

Тој проведува потврден, наместо истражувачки пристап кон анализата на податоците (истражувачки пристап може да се спроведат и преку SEM).

- SEM ги проценува параметрите на варијанса на грешки, но традиционалните мултиварни постапки не се способни да ја проценат грешката во мерењето.
- SEM може да вклучува и забележани и латентни варијабли, додека поранешните методи се засноваат само на набљудувани мерења.
- Пребарувачот може да добие обединувачка рамка што одговара на бројни линеарни модели со употреба на SEM.
- SEM програмите обезбедуваат севкупни тестови за моделот и индивидуалните тестови за проценка на параметрите истовремено.

Коефициенти, реакции и варијанти на реакција можат да се споредат истовремено, дури и во различни групи. Може да се ракува со долготрајни податоци, бази на податоци со автоматски корелирани структури на грешки (анализа на временски серии), бази на податоци со невообичаено дистрибуирани варијабли и нецелосни податоци. Поради овие предности на SEM, таа стана популарна методологија во не експериментално истражување.

7.7. Заеднички термини во SEM

7.7.1. Набљудувани и латентни варијабли (променливи)

Особено во однесувањето и општествените науки, истражувачите честопати се заинтересирани да проучуваат два вида теоретски конструкции, имено набљудувани, забележани (манифестирани) и латентни варијабли. Набљудуваните варијабли може да

се набљудуваат директно. Но, истражувањата многу често треба да се занимаваат со *латентни* варијабли-променливи, кои не можат директно да се мерат, како што се личност, перцепција, однесување при купување и сл. Истражувањата користат забележани, променливи за мерење на латентните варијабли. Набљудувањето може да вклучува, на пример, одговори за самостојно известување на ставови, кодирани одговори на прашања за интервју, одговори на анкети или прашалници и слично. Овие измерени оценки или со други зборови *набљудувани* (забележани) или манифестирани варијабли се користат за мерење на латентните варијабли.

- Набљудувани (забележани)
 - Римски букви: x_1, y_3
 - Преставени со форми



- Латентни
 - Грчки букви: η_2, ξ_3
 - Преставени со кругови



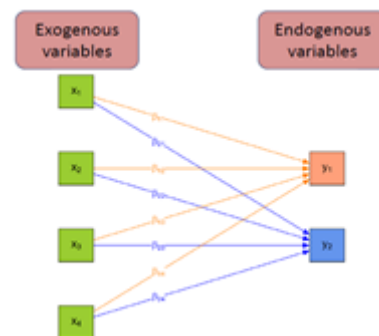
Слика 45. Набљудувани и латентни варијабли

Figure 45. Observed and Latent variables

7.7.2. Егзогени и ендогени латентни варијабли (променливи)

Егзогените латентни променливи се синоним за независни променливи и ендогени латентни променливи се синоним за зависни променливи. Ендогени варијабли се под влијание на егзогени варијабли директно или индиректно.

- Егзогени варијабли
 - “of external origin”
 - Like an independent variable
 - No straight arrows pointing to it
- Ендогени варијабли
 - “of internal origin”
 - Like a dependent variable
 - Straight arrows point to it (and possibly out of it)



Слика 46. Егзогени и ендогени латентни варијабли

Figure 46. Exogenous and endogenous variables

7.7.3. Експлоративна анализа на фактори (EFA) и потврда за анализа на фактори (CFA)








Факторска анализа е спроведена за да се испитаат односите помеѓу множествата на забележани и латентни варијабли. Доколку врските помеѓу набљудуваните и латентните променливи се непознати или несигурни, се спроведува анализа на истражувачки фактори. Истражувачката анализа на факторите се спроведува за да се утврди како и до кој степен, забележаните варијабли се поврзани со нивните подвлечени фактори. Потврда за анализата на факторите е соодветна, кога истражувачот има одредено разбирање (преку теорија, емпириско истражување или и двете) на латентната варијабилна структура.

7.7.4. Дијаграмот на патеката

Патниот дијаграм е визуелна претстава за односите помеѓу променливите за кои се претпоставува дека се присутни во студијата. Во основа четири геометриски симболи се користат во патеките дијаграми; кругови или елипси (o) претставуваат незаштитени латентни променливи, квадратите или правоаголниците претставуваат (□) забележани променливи, стрелките со една глава (→) го претставуваат ефектот на една променлива на друга променлива, а стрелките со две глави (↔) претставуваат коваријанса или корелација помеѓу две променливи. Слика 47 е едноставен модел што се користи за објаснување на значењата на симболите на патеката дијаграм.

Табела 45. Симболи кои се користат во AMOS

Table 45. Symbol used in AMOS

Diagram Symbol	Description
	Мерени варијабли (V1)/ Набљудувани варијабли
	Латентни (F1)/Фактор/Ненабљудувани варијабли
	Директна врска /Регресиона линија
	Коваријанса или Корелација
	Грешка (e1) асоцирана со мерена варијабила (V1)
	Патен коефициент за регресија на латентна варијабила (F1) кон набљудувана варијабила (V1)
	Патен коефициент за регресија на латентна варијабила (F1) кон друга латентна варијабила (F2). Остаточна грешка (D2) при предвидување од F2 до F1.



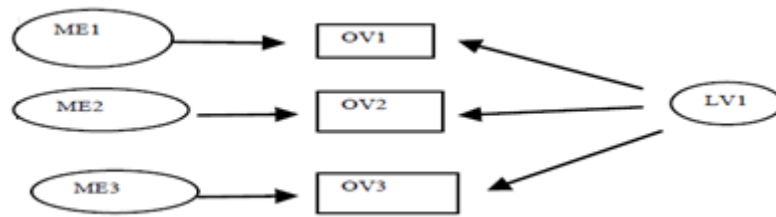
ME- Грешка од мерење (Measurement Error), RE- Преостаната грешка (Residual Error), OV- Набљудувана варијабла (Observed Variable) и LV- Латентна варијабла (Latent Variable).

Слика 47. Едноставен дијаграм на патеки
Figure 47. Simple path diagram

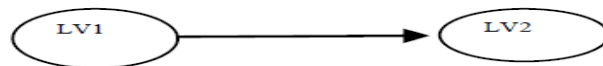
Во горенаведениот модел, постојат две латентни варијабли (LV1 е егзогена променлива и LV2 е ендогени променлива) и пет забележани варијабли; три се користат за мерење на LV1 и две се користат за мерење на LV2. Покрај тоа, постојат пет грешки во мерењето (ME 1- ME5); поврзани со секоја забележана варијабла и една преостаната грешка поврзана со факторот што се предвидува (LV2).

Постои важна разлика помеѓу грешка во мерењето и преостанатата грешка. Грешка при мерењето на потцртаниот фактор или латентната променлива преку забележаната варијабла се рефлектира со грешка во мерењето. Преостаната грешка претставува грешка во предвидување на ендогени фактор од егзогени фактор. На пример, преостаната грешка прикажана на сликата погоре (RE1) претставува грешка во предвидување на ендогени фактор (LV2) од егзогени фактор (LV1)

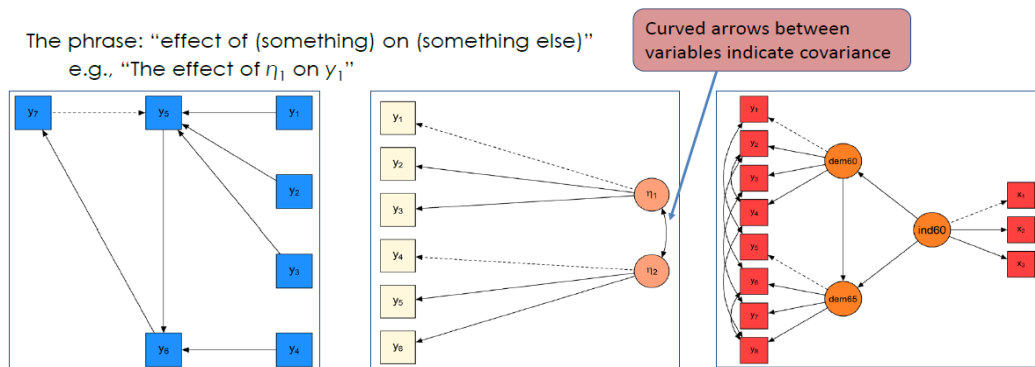
Општата SEM може да се подели на два под-модела; мерни модели и структурни модели. Моделот за мерење ја покажува врската помеѓу набљудуваните и латентните варијабли. Со други зборови, тој претставува CFA модел, специфицирајќи го моделот со кој секоја мерка носи товар врз одреден фактор. Но, структурниот модел ја покажува врската помеѓу латентните варијабли. Постојат два модела на мерење и еден структурен модел на сликата погоре дискутиран претходно. Слика 48 покажува пример за мерен модел и на слика 49 е прикажан пример за структурен модел и двата модели се под-модели добиени од моделот даден на сликата погоре.



Слика 48. Мерен модел
Figure 48. Measurement model



Слика 49. Структурен модел
Figure 49. Structural model



Слика 50. Структурни и мерни модели
Figure 50. Structural and measurement models

7.8. Обработка на податоци според дел од хипотетска рамка на истражување

7.8.1 Соодветни индекси за моделирање на структурни равенки

Во моделирањето на структурни равенки-SEM, соодветните индекси утврдуваат дали, генерално, моделот е прифатлив. Ако моделот е прифатлив, истражувачите тогаш утврдуваат дали специфичните патеки се значајни. Прифатливите показатели за вклопување не значат дека односите се силни. Навистина, високите индекси на соодветна состојба честопати се полесни за постигнување, кога односите помеѓу варијаблите се ниски отколку високи - затоа што моќта за откривање на разликите од предвидувањата се засилува. Многу од соодветните индекси се добиени од вредност на χ^2 -Chi-square. Концептивно, таа вредност во овој контекст, ја претставува разликата помеѓу набљудуваната матрица за коваријанса и предвидената или моделска матрица

за коваријанса. Погодните индекси можат да се класифицираат во неколку класи. Овие класи вклучуваат:

- Функции за несовпаѓање, како што се тест Chi-square , релативен Chi-square и RMS.
- Тестови со кои се споредува целниот модел со нула моделот, како што се CFI, NFI, TFI и IFI
- Толеранција за теоријата на информации за соодветни мерки, како што се AIC, BCC, BIC и CAIC
- Мерки за соодветни на нецентралноста, како што е NCP.

Многу истражувачи, како Марш, Бала и Хау (1996), препорачуваат индивидуите да користат низа соодветни индекси. Навистина, Асекард и Ван (1996) препорачуваат да се користат индекси од различни класи, и оваа стратегија ги надминува ограничувањата на секој индекс.

7.8.2 Резиме на критериуми што истражувачите често ги користат

Моделот се смета за прифатлив ако:

- Нормираниот индекс на вклопување (NFI) надминува 0,90 (Бирн, 1994) или 0,95 (Шумакер и Ломакс, 2004)
- Индексот на толерантен фит надминува 0,90 (Бирн, 1994)
- Индексот на компаративен фит го надминува 0,93 (Бирн, 1994)
- RMS е помалку од 0,08 (Browne & Cudeck, 1993) - и идеално помалку од 0,05 (Stieger, 1990). Алтернативно, горниот интервал на доверба на PMC не треба да надминува 0,08 (Hu & Bentler, 1998)

Релативниот Chi-square треба да биде помал од 2 или 3 (Kline, 1998 & Ullman, 2001). Овие критериуми се само упатства. Да се илустрира, во полето во кое претходните модели генерираат вредности на CFI само од 0,70, вредноста на CFI од 0,85 претставува напредок и затоа треба да биде прифатлива (Bollen, 1989).

Функции за несовпаѓање $\chi^2 = CMIN$. $\chi^2 = CMIN$ за моделот се нарекува и функција несовпаѓање, сооднос веројатност χ^2 или χ^2 - толерантен. Во AMOS, $\chi^2 = CMIN$ - квадратната вредност се нарекува CMIN. ($\chi^2 = CMIN$). Ако $\chi^2 = CMIN$ не е значаен, моделот се смета за прифатлив. Тоа е, забележаната матрица на коваријанс е слична на предвидената матрица за коваријанс - тоа е, матрицата предвидена со моделот. Ако $\chi^2 = CMIN$ е значаен, моделот се смета, барем понекогаш, како неприфатлив. Сепак, многу истражувачи го занемаруваат овој индекс ако обемот на примерокот надминува 200 или повеќе, а други индекси индицираат дека моделот е прифатлив. Особено, овој пристап се појавува затоа што индексот χ^2 chi-square претставува неколку проблеми:

- Комплексните модели, со многу параметри, имаат тенденција да создадат прифатливо вклопување,
- Ако големината на примерокот е голема, моделот обично се отфрла, понекогаш и неправедно,
- Кога претпоставката за мултиваријална нормалност е нарушена, индексот χ^2 chi-square е неточен. Честопати се претпочита размешаниот χ^2 Satorra-Bentler, кој е достапен во EQS.

Релативен chi-square , $\chi^2 = CMIN$. Релативниот chi-square , $\chi^2 = CMIN$ се нарекува и нормализиран chi-square , $\chi^2 = CMIN$. Оваа вредност е еднаква на индексот chi-square , $\chi^2 = CMIN/DF$ поделен со степени на слобода. Овој индекс може да биде помалку чувствителен на големината на примерокот. Критериумот за прифаќање варира кај истражувачите, кои се движат од помалку од 2 (Улман, 2001) до помалку од 5 (Шумакер и Ломакс, 2004).

Коренот значи квадратен остаток, RMS. RMS, исто така наречен RMR или RMSE, го претставува квадратниот корен на просекот или просекот на остатоци од коваријанси - разликите помеѓу соодветните елементи на набљудуваната и предвидената матрица на коваријанси. Нулта претставува совршено вклопување, но максимумот е неограничен. Бидејќи максимумот е неограничен, RMS е тешко да се толкува и не е постигнат консензус на нивоата што претставуваат прифатливи модели. Некои истражувачи ја искористија стандардизираната верзија на RMS наместо да го

надминат овој проблем. Според некои истражувачи, RMS треба да биде помал од 0,08 (Браун и Кудек, 1993) - и идеално помалку од 0,05 (Стигер, 1990). Алтернативно, горниот интервал на доверба на RMS не треба да надминува 0,08 (Hu & Bentler, 1998).

7.8.3 Индекси кои ги споредуваат целните и нула моделите

Индекс на споредбено вклопување. Споредбениот индекс на соодветност, како MFI, NFI, BFI, TLI и RFI, го споредуваат моделот на интерес со некои алтернативи, како што е нула или независност. CFI е исто така познат како Bentler Comparative Fit Index. Поточно, CFI ја споредува можноста на целниот модел со вклопувањето на независен модел - модел во кој се претпоставува дека променливите не се поврзани. Во овој контекст, вклопувањето се однесува на разликата помеѓу забележаните и предвидените матрици на коваријанси, претставени со индексот χ^2 chi-square. Накратко, CFI претставува односот помеѓу разликата на овој целен модел со разликата во моделот на независност. Грубо, CFI, според тоа, претставува колку е подобар моделот на интерес отколку што е моделот на независност. Вредностите што пристапат 1 укажуваат на прифатливо вклопување. CFI не е премногу чувствителен на големината на примерокот (Фан, Томпсон и Ванг, 1999). Сепак, CFI не е ефикасен ако повеќето корелации помеѓу променливите се приближат до 0 - затоа што затоа, има помалку коваријанси да се објасни. Понатаму, Рајков (2000, 2005) тврди дека CFI е пристрасна мерка, заснована на нецентралноста.

Индекс на дополнително вклопување (Incremental fit index) (IFI). Индексот на дополнително или поединечно вклопување, познат и како IFI на Болен, е исто така релативно нечувствителен за големината на примерокот. Вредностите што надминуваат 0,90 се сметаат за прифатливи, иако овој индекс може да надмине 1. За да се пресмета MFI, најпрво се разликува разликата помеѓу χ^2 chi-square, $\chi^2 = CMIN$ на моделот на независност - во која променливите се во корелација - и пресметаниот chi-square, $\chi^2 = CMIN$ на целниот модел. Следно, се пресметува разликата помеѓу chi-square, $\chi^2 = CMIN$ на целниот модел и df за целниот модел. Односот на овие вредности претставува MFI.

Нормален индекс на вклопување (NFI). NFI е исто така познат како нормален индекс на вклопување во Бентлер-Бонет. Индексот на фитнес варира од 0 до 1 - каде

што 1 е идеален. NFI е еднаква на разликата помеѓу χ^2 на нула моделот и χ^2 на целниот модел, поделен со χ^2 на нулта модел. Со други зборови, NFI од 0,90, на пример, укажува дека моделот на интерес ја подобрува соодветноста за 90% во однос на нулта или моделот на независност. Кога примероците се мали, индексот често се потценува (Улман, 2001). Покрај тоа, за разлика од TLI, соодветноста може да се прецени доколку се зголеми бројот на параметрите и NNFI го надмине овој проблем.

Индекс на Такер Луис (TLI) или нон-нормален индекс на вклопување (NNFI). TLI, понекогаш наречена NNFI, е слична на NFI. Сепак, индексот е помал, и оттука моделот се смета за помалку прифатлив, ако моделот е сложен. Да се пресмета TLI:

- Прво поделете го χ^2 - square, $\chi^2 = \text{CMIN}$ за целниот модел и нула моделот според соодветните df вредности - што создава релативни χ^2 за секој модел.
- Следно, пресметајте ја разликата помеѓу овие релативни χ^2 - square .
- Конечно, поделете ја оваа разлика со релативниот χ^2 - square, $\chi^2 = \text{CMIN}$ за нула модел минус 1.

Според Марш, Бала и Мекдоналд (1988), TLI е релативно независен од големината на примерокот. TLI е обично понизок отколку што е GFI - но вредностите над 0,90 или над 0,95 се сметаат за прифатливи (на пр., Hu & Bentler, 1999).

Теорија на информации и толеранци на соодветни мерки. AIC, како BIC, BCC и CAIC, се смета за информативна теорија за толеранција-добра мерка - применлива кога се користи максимална проценка на веројатноста (Burnham & Anderson, 1998). Овие индекси се користат за споредување на различни модели. Моделите кои генерираат најниски вредности се оптимални. Апсолутната вредност на AIC не е важна - иако вредностите поблиски до 0 се идеални, а значајна е само AIC вредноста на еден модел во однос на AIC вредноста на друг модел.

Како и индексот χ^2 - square, $\chi^2 = \text{CMIN}$, AIC, исто така, го одразува степенот на кој набљудуваните и предвидените матрици на коваријанси се разликуваат едни од други. Сепак, за разлика од индексот χ^2 - square, AIC ги отфрла моделите кои се премногу сложени. Особено, AIC е еднаква на χ^2 - square, $\chi^2 = \text{CMIN}$ поделен со n плус $2k / (n-1)$.

Во оваа формула, $k = .5v / v + 1 - df$, каде v е бројот на променливи и n = големината на примерокот.

Критериум за информации - Bayesian Information Criterion (BIC). Критериумот за информации е познат и како критериум за информации за Бајези на Акаик (ABIC) и критериум на Баварскиот Шварц (SBC). Овој индекс е сличен на AIC, но отфрлањето против сложените модели е особено изразена - дури и поизразена отколку што е индексот BCC и CAIC. Покрај тоа, како и CAIC, вклучена е отфрлање против мали примероци. BIC беше изведен од Рафтерија (1995). Грубо, BIC е синоним на факторот Bayes на целниот модел во споредба со заситениот-Saturated модел.

Детерминанти индекси за употреба. Развиени се и многу други индекси. Овие индекси вклучуваат GFI, AGFI, FMIN, параметар на нецентралност и индекс на централност. GFI и, во помала мерка, FMIN порано беа многу популарни, но нивната употреба неодамна се намали. Некои индекси се особено чувствителни на големината на примерокот. На пример, индексите за вклопување ја преценуваат соодветноста кога големината на примерокот е мала - на пример под 200. Како и да е, се чини дека RMSEA и CFI се помалку чувствителни на големината на примерокот (Фан, Томпсон и Ванг, 1999).

7.8.4 Нула, Стандарден, Засилен, Независен модел во SEM

Нула модел. Моделот за мерење често се користи како „нула модел“, разликите од кои мора да бидат значајни доколку предложениот структурен модел (оној со директно стрели што поврзува некои латентни променливи) треба да се испита понатаму. Во нула модел, коваријансите во матрицата на коваријансата меѓу латентните варијабли се претпоставува дека се нула. Седум мерки за соодветност (NFI, RFI, IFI, TLI=NNFI, SFI, PNFI, PCFI) бараат „нула“ или „основна“ модел против која може да се споредат стандардните модели на истражувачот. Null моделот претпоставува дека димензиите или факторите на конструкцијата не се поврзани.

Засилен модел (Saturated model). Ова е тривијалниот, но целосно објаснувачки модел во кој има толку многу оцени на параметрите колку степени на слобода. Повеќето

толеранции на соодветни мерки ќе бидат 1,0 за заситениот модел, но бидејќи заситените модели се најнезапаменети модели што се можни, толеранцијата на соодветни мерки засновани врз парсимонија ќе биде 0. Некои мерки, како RMSEA, не можат да се пресметаат за заситениот модел воопшто.

Модел на независност. Моделот на независност е оној што претпоставува дека сите врски меѓу измерените варијабли се 0. Модел на неповрзани променливи. Ова подразбира дека корелациите меѓу латентните варијабли се исто така 0 (односно подразбира нула модел). Онаму каде заситениот модел ќе има однос на парсимонија од 0, моделот на независност има парсимонозен сооднос од 1. Најпогодни индекси ќе бидат 0, без разлика дали е со прилагодување на парсимониската сорта или не, но некои ќе имаат не нула вредности (пр. , RMSEA, GFI) во зависност од податоците.

Стандарден модел. Ова е структурен модел на истражувачот, секогаш по парсимоничен од заситениот модел и скоро секогаш одговара подобро од моделот на независност со кој се споредува со помош на толерантност на соодветни мерки. Односно, стандардниот модел ќе има добра мерка помеѓу совршеното објаснување на тривијалниот заситен модел и ужасната објаснувачка моќ на моделот на независност, што не претпоставува никакви врски.

7.8.5 Обработка на податоци според дел од хипотетска рамка на истражување

Во обработката на податоци со софтверот SEM-Amos ќе биде обработена хипотетските рамки (микс од прашања) – Студии на случаи, под бр. 1, бр. 2 и бр. 3, за резултати од Прашалникот за влијанието на Реверзибилната логистика на Циркуларната економија, прикажани во табела бр. 46.

1. Впечатливи препораки на другите менаџери во врска со извршување на принципите на Циркуларна Економија и Реверзибилна Логистика.

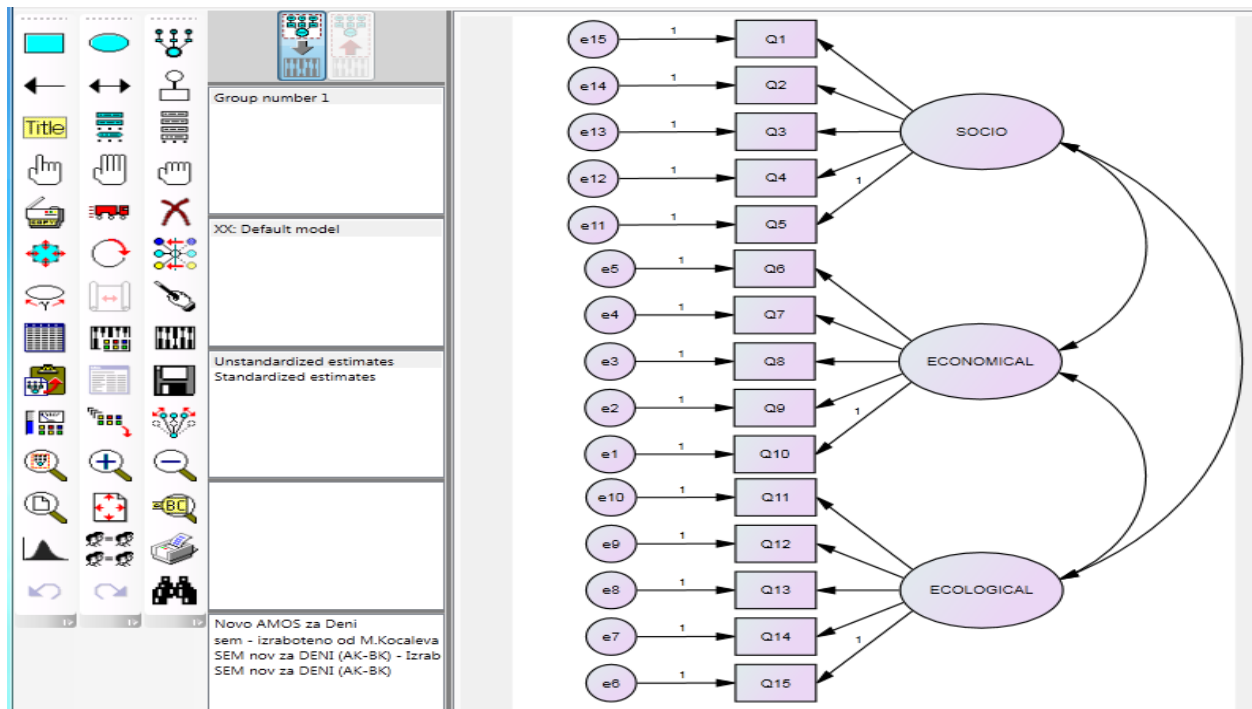
Индикатор: одговори на прашање бр. Q1, Q3, Q5, Q6, Q7, Q8, Q10, Q11, Q12, Q13, Q15.

2. Управување со системите за собирање отпад е поимот нулта отпад во фирмата, а Циркуларната економија и воопшто Реверзибилната логистика имаат позитивно влијаеше врз процесот.

Индикатор: одговори на прашање бр. Q1, Q6, Q10, Q11, Q12

3. Според искуство, ќе се дадат препораки на другите менаџери во врска со извршување на принципите на Циркуларна Економија и Реверзибилна Логистика кое би овозможило нулта отпад и еколошки процеси, како и релевантноста на Реверзибилна логистика во организациите.

Индикатор: одговори на прашање бр. Q1, Q5, Q6, Q8, Q10, Q12.



Слика 51. Графички излез на AMOS
Figure 51 Graphical output of AMOS

Табела 46. Сумирани искази од испитаници по две категории N_1 и N_3
Table 46. Summed up statements of respondents for two categories N_1 and N_3

Прашање	Даден одговор	Испитаници	%	N_3	N_1	Испитаници
				Работен статус 1, 2	Возраст 1, 2, 3	
Q1.	5 (Одлично)	90		50/40	53/26/11	120
	4 (Многу добро)	90		60/30	53/26/11	60
	3 (Добро)	30		15/15	10/10/10	30
	2 (Не доволно)	50		30/20	24/15/6	60
	1 (Многу малку)	40		24/16	24/15/6	30
	Вкупно	300	100%	300	300	300
Q3.	5 (Одлично)	17		9/8	5/5/5	15
	4 (Многу добро)	13		5/8	5/5/5	15
	3 (Добро)	90		42/48	54/26/10	90
	2 (Не доволно)	112		50/62	51/28/11	90
	1 (Многу малку)	68		46/22	51/28/11	90
	Вкупно	300	100%	300	300	300

Дејан Крстев
УНИВЕРЗИТЕТ “СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ” - СКОПЈЕ
Машински факултет

Q5.	5 (Одлично)	60		26/34	30/10/10	50
	4 (Многу добро)	40		20/20	30/10/10	50
	3 (Добро)	140		72/68	82/40/18	140
	2 (Не доволно)	36		16/20	14/10/6	30
	1 (Многу малку)	24		10/14	14/10/6	30
	Вкупно	300	100%	300	300	300
Q6.	5 (Одлично)	128		70/58	65/35/20	120
	4 (Многу добро)	112		62/50	65/35/20	120
	3 (Добро)	30		16/14	8/10/12	30
	2 (Не доволно)	15		9/6	5/5/5	15
	1 (Многу малку)	15		9/6	5/5/5	15
	Вкупно	300	100%	300	300	300
Q7.	5 (Одлично)	70		45/25	12/28/20	60
	4 (Многу добро)	50		25/25	12/28/20	60
	3 (Добро)	90		50/40	20/52/18	90
	2 (Не доволно)	50		30/20	10/10/25	45
	1 (Многу малку)	40		20/20	10/10/25	45
	Вкупно	300	100%	300	300	300
Q8.	5 (Одлично)	65		30/35	14/27/19	60
	4 (Многу добро)	55		30/25	14/27/19	60
	3 (Добро)	108		50/58	24/60/24	108
	2 (Не доволно)	40		20/20	10/13/13	36
	1 (Многу малку)	32		14/18	10/13/13	36
	Вкупно	300	100%	300	300	300
Q10.	5 (Одлично)	85		40/45	15/60/15	90
	4 (Многу добро)	95		45/50	15/60/15	90
	3 (Добро)	90		56/34	20/50/20	90
	2 (Не доволно)	18		10/8	6/5/4	15
	1 (Многу малку)	12		6/6	6/5/4	15
	Вкупно	300	100%	300	300	300
Q11.	5 (Одлично)	95		55/40	15/63/12	90
	4 (Многу добро)	85		45/40	15/63/12	90
	3 (Добро)	90		40/50	18/50/22	90
	2 (Не доволно)	18		8/10	4/6/5	15
	1 (Многу малку)	12		6/6	4/6/5	15
	Вкупно	300	100%	300	300	300
Q12.	5 (Одлично)	130		70/60	65/35/20	120
	4 (Многу добро)	110		62/48	65/35/20	120
	3 (Добро)	30		12/18	16/6/8	30
	2 (Не доволно)	15		8/7	5/4/6	15
	1 (Многу малку)	15		8/7	5/4/6	15
	Вкупно	300	100%	300	300	300
Q13.	5 (Одлично)	18		6/12	8/3/4	15
	4 (Многу добро)	12		6/6	8/3/4	15
	3 (Добро)	90		40/50	18/50/22	90
	2 (Не доволно)	95		55/40	15/63/12	90
	1 (Многу малку)	85		45/40	15/63/12	90
	Вкупно	300	100%	300	300	300
Q15.	5 (Одлично)	80		45/35	14/50/11	75
	4 (Многу добро)	70		35/35	14/50/11	75
	3 (Добро)	120		60/60	28/54/38	120
	2 (Не доволно)	16		8/8	6/5/4	15

1 (Многу малку)	14	8/6	6/5/4	15
Вкупно	300	100%	300	300

Во обработката на податоци со софтверот SEM-Amos ќе биде обработена хипотетските рамки (микс од прашања) под бр. 1, за резултати од Прашалникот за влијанието на Реверзибилната логистика на Циркуларната економија, според влијанието од **Работен статус / Working status** на испитаниците во Анкетниот Прашалник.

ВКУПНО	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
5	50/40	9/8	26/34	70/58	45/25	30/35	40/45	55/40	70/60	6/12	45/35
4	60/30	5/8	20/20	62/50	25/25	30/25	45/50	45/40	62/48	6/6	35/35
3	15/15	42/48	72/68	16/14	50/40	50/58	56/34	40/50	12/18	40/50	60/60
2	30/20	50/62	16/20	9/6	30/20	20/20	10/8	8/10	8/7	55/40	8/8
1	24/16	46/22	10/14	9/6	20/20	14/18	6/6	6/6	8/7	45/40	8/6

	Q1	Q3	Q5	Q6	Q7	Q8	Q10	Q11	Q12	Q13	Q15
5	90	17	60	128	70	65	85	95	130	18	80
4	90	13	40	112	50	55	95	85	110	12	70
3	30	90	140	30	90	108	90	90	30	90	120
2	50	112	36	15	50	40	18	18	15	95	16
1	40	68	24	15	40	32	12	12	15	85	14
ВКУПНО	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300

Analysis Summary: Конечни анализи SEM, Студија на случај, под бр. 1

Date and Time: вторник, 26 ноември 2019, Time: 14:58:45

Groups N₃ според работен статус

Group number 1 (Group number 1)

Notes for Group (Group number 1)

The model is recursive.

Sample size = 300

Variable Summary (Group number 1)

Your model contains the following variables (Group number 1)

Observed, endogenous variables: Q1, Q3, Q5, Q6, Q7, Q8, Q10, Q11, Q12, Q13, Q15

Unobserved, exogenous variables: Social - e1, e2, e3. Economical: e4, e5, e6, e7. Ecological: e8, e9, e1, e11.

Variable counts (Group number 1)

Number of variables in your model:	25
Number of observed variables:	11
Number of unobserved variables:	14
Number of exogenous variables:	14
Number of endogenous variables:	11

Parameter Summary (Group number 1)

	Weights	Covariances	Variances	Means	Intercepts	Total
Fixed	14	0	0	0	0	14

Labeled	0	0	0	0	0	0
Unlabeled	8	3	14	0	0	25
Total	22	3	14	0	0	39

Assessment of normality (Group number 1)

Variable	min	max	skew	c.r.	kurtosis	c.r.
Q15	1,000	5,000	-,378	-2,676	-,300	-1,062
Q13	1,000	5,000	,707	4,997	,119	,422
Q12	1,000	5,000	-1,344	-9,502	1,265	4,472
Q11	1,000	5,000	-,595	-4,210	-,213	-,752
Q10	1,000	5,000	-,627	-4,436	-,082	-,291
Q8	1,000	5,000	-,181	-1,281	-,798	-2,820
Q7	1,000	5,000	-,236	-1,665	-,983	-3,476
Q6	1,000	5,000	-1,331	-9,409	1,333	4,713
Q5	1,000	5,000	-,025	-,179	-,512	-1,812
Q3	1,000	5,000	,713	5,043	,292	1,032
Q1	1,000	5,000	-,505	-3,573	-1,118	-3,953
Multivariate					-6,995	-3,582

Observations farthest from the centroid (Mahalanobis distance) (Group number 1)

Observation number	Mahalanobis d-squared	p1	p2	Observation number	Mahalanobis d-squared	p1	p2
70	25,328	,008	,914	1	14,075	,229	,995
291	22,652	,020	,982	2	14,075	,229	,992
131	20,894	,034	,998	3	14,075	,229	,989
290	20,821	,035	,994	4	14,075	,229	,983
209	20,375	,040	,994	5	14,075	,229	,976
210	20,375	,040	,983	6	14,075	,229	,967
151	19,961	,046	,985	7	14,075	,229	,955
299	19,094	,059	,997	8	14,075	,229	,940
300	19,094	,059	,993	9	14,075	,229	,921
292	18,823	,064	,994	10	14,075	,229	,897
293	18,823	,064	,987	294	14,071	,229	,872
196	18,246	,076	,996	64	13,829	,243	,938
197	18,246	,076	,992	65	13,829	,243	,919
198	18,246	,076	,984	66	13,829	,243	,896
199	18,246	,076	,971	105	13,789	,245	,887
231	18,135	,079	,964	240	13,721	,249	,890
232	18,135	,079	,941	11	13,698	,250	,874
67	17,882	,084	,953	12	13,698	,250	,843
68	17,882	,084	,926	13	13,698	,250	,808
69	17,882	,084	,889	14	13,698	,250	,769
201	17,825	,086	,860	15	13,698	,250	,726
202	17,825	,086	,806	16	13,698	,250	,679
203	17,825	,086	,741	17	13,698	,250	,629
200	17,677	,089	,744	192	13,666	,252	,606
295	16,970	,109	,939	170	13,440	,266	,748
296	16,970	,109	,910	230	13,359	,271	,767
297	16,970	,109	,874	110	13,092	,287	,893
298	16,970	,109	,829	257	13,022	,292	,901
104	16,494	,124	,939	258	13,022	,292	,876
236	16,339	,129	,948	51	12,624	,319	,978
237	16,339	,129	,925	52	12,624	,319	,971
101	16,071	,139	,958	193	12,325	,340	,994
102	16,071	,139	,939	194	12,325	,340	,992

Дејан Крстев
УНИВЕРЗИТЕТ “СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ” - СКОПЈЕ
Машински факултет

103	16,071	,139	,914	195	12,325	,340	,989
233	15,919	,144	,928	186	12,316	,340	,985
234	15,919	,144	,901	187	12,316	,340	,980
204	15,858	,146	,890	188	12,316	,340	,973
205	15,858	,146	,854	270	12,304	,341	,966
206	15,858	,146	,812	18	12,302	,341	,956
207	15,858	,146	,763	19	12,302	,341	,943
208	15,858	,146	,708	20	12,302	,341	,928
61	15,217	,173	,946	229	12,284	,343	,916
62	15,217	,173	,926	121	12,219	,347	,923
63	15,217	,173	,900	122	12,219	,347	,904
271	15,202	,173	,876	123	12,219	,347	,881
130	15,072	,179	,895	124	12,219	,347	,855
238	14,900	,187	,926	163	12,102	,356	,894
239	14,900	,187	,901	164	12,102	,356	,869
235	14,719	,196	,934	45	12,062	,359	,866
150	14,253	,219	,990	46	12,062	,359	,838

Sample Moments (Group number 1)

Sample Covariances (Group number 1)

	Q15	Q13	Q12	Q11	Q10	Q8	Q7	Q6	Q5	Q3	Q1
Q15	1,177										
Q13	-,299	1,191									
Q12	,240	,412	1,179								
Q11	,394	-,103	,089	1,167							
Q10	-,334	,097	,187	-,024	1,164						
Q8	-,308	-,087	-,151	,359	,372	1,522					
Q7	,560	-,096	,304	,360	-,038	,555	1,729				
Q6	,092	,329	,723	-,091	,394	,079	,446	1,158			
Q5	,015	,204	,351	,110	,305	,229	,146	,527	1,309		
Q3	,054	,265	,411	,137	,386	,484	,232	,377	,516	1,101	
Q1	,094	,313	,446	,004	,389	-,074	-,388	,481	,708	,499	1,982

Condition number = 15,309

Eigenvalues: 3,915 2,756 2,077 1,554 1,045 ,853 ,732 ,655 ,515 ,324 ,256

Determinant of sample covariance matrix = ,633

Sample Correlations (Group number 1)

	Q15	Q13	Q12	Q11	Q10	Q8	Q7	Q6	Q5	Q3	Q1
Q15	1,000										
Q13	-,253	1,000									
Q12	,204	,347	1,000								
Q11	,336	-,087	,076	1,000							
Q10	-,286	,083	,159	-,020	1,000						
Q8	-,230	-,065	-,113	,270	,280	1,000					
Q7	,392	-,067	,213	,253	-,027	,342	1,000				
Q6	,079	,280	,619	-,078	,339	,059	,315	1,000			
Q5	,012	,163	,283	,089	,247	,162	,097	,428	1,000		
Q3	,048	,232	,361	,121	,341	,374	,168	,334	,430	1,000	
Q1	,061	,204	,292	,003	,256	-,043	-,209	,318	,440	,338	1,000

Condition number = 15,242

Eigenvalues

2,992 1,872 1,568 1,091 ,878 ,693 ,585 ,455 ,411 ,259 ,196

Models

Default model (Default model)

Notes for Model (Default model)

Computation of degrees of freedom (Default model)

Number of distinct sample moments:	66
Number of distinct parameters to be estimated:	25
Degrees of freedom (66 - 25):	41

Result (Default model)

Iteration limit reached

The results that follow are therefore incorrect.

Function of log likelihood = 120,95

Number of parameters = 25

Group number 1 (Group number 1 - Default model)

Estimates (Group number 1 - Default model)

Scalar Estimates (Group number 1 - Default model)

Maximum Likelihood Estimates

Regression Weights: (Group number 1 - Default model)

			Estimate	S.E.	C.R.	P	Label
Q1	<---	Social	1,000				
Q3	<---	Social	,988	,160	6,187	***	par_1
Q5	<---	Social	,993	,137	7,227	***	par_2
Q6	<---	Economical	1,000				
Q7	<---	Economical	,109	,227	,480	,631	par_3
Q8	<---	Economical	1,121	,266	4,207	***	par_4
Q10	<---	Economical	1,335	,237	5,643	***	par_5
Q11	<---	Ecological	1,000				
Q12	<---	Ecological	1,076	,377	2,852	,004	par_6
Q13	<---	Ecological	-1,070	,387	-2,765	,006	par_7
Q15	<---	Ecological	30,269	9,620	3,147	,002	par_8

Standardized Regression Weights: (Group number 1 - Default model)

			Estimate
Q1	<---	Social	,531
Q3	<---	Social	,704
Q5	<---	Social	,649
Q6	<---	Economical	,459
Q7	<---	Economical	,041
Q8	<---	Economical	,449
Q10	<---	Economical	,612
Q11	<---	Ecological	,102
Q12	<---	Ecological	,110
Q13	<---	Ecological	-,109
Q15	<---	Ecological	2,985

Covariances: (Group number 1 - Default model)

			Estimate	S.E.	C.R.	P	Label
Social	<-->	Ecological	-,001	,002	-,497	,620	par_9
Economical	<-->	Ecological	-,007	,003	-2,675	,007	par_10
Social	<-->	Economical	,313	,073	4,303	***	par_11

Correlations: (Group number 1 - Default model)

Estimate			
Social	<-->	Ecological	-,011
Economical	<-->	Ecological	-,135
Social	<-->	Economical	,846

Variances: (Group number 1 - Default model)

	Estimate	S.E.	C.R.	P	Label
Social	,559	,141	3,951	***	par_12
Economical	,245	,081	3,018	,003	par_13
Ecological	,012	,002	5,559	***	par_14
e1	1,423	,144	9,861	***	par_15
e2	,555	,080	6,958	***	par_16
e3	,758	,093	8,119	***	par_17
e4	,914	,094	9,758	***	par_18
e5	1,726	,141	12,203	***	par_19
e6	1,214	,116	10,508	***	par_20
e7	,728	,092	7,907	***	par_21
e8	1,168	,121	9,652	***	par_22
e9	1,165	,095	12,312	***	par_23
e10	1,177	,096	12,307	***	par_24
e11	-10,024	6,633	-1,511	,131	par_25

Matrices (Group number 1 - Default model)

Implied (for all variables) Covariances (Group number 1 - Default model)

	Ecological	Economical	Social	Q15	Q13	Q12	Q11	Q10	Q8	Q7	Q6	Q5	Q3	Q1
Ecological	,012													
Economical	-,007	,245												
Social	-,001	,313	,559											
Q15	,373	-,224	-,028	1,268										
Q13	-,013	,008	,001	-,399	1,191									
Q12	,013	-,008	-,001	,401	-,014	1,179								
Q11	,012	-,007	-,001	,373	-,013	,013	1,181							
Q10	-,010	,327	,418	-,299	,011	-,011	-,010	1,164						
Q8	-,008	,274	,351	-,251	,009	-,009	-,008	,366	1,522					
Q7	-,001	,027	,034	-,024	,001	-,001	-,001	,036	,030	1,729				
Q6	-,007	,245	,313	-,224	,008	-,008	-,007	,327	,274	,027	1,158			
Q5	-,001	,311	,555	-,028	,001	-,001	-,001	,415	,348	,034	,311	1,309		
Q3	-,001	,309	,552	-,027	,001	-,001	-,001	,413	,347	,034	,309	,549	1,101	
Q1	-,001	,313	,559	-,028	,001	-,001	-,001	,418	,351	,034	,313	,555	,552	1,982

Squared Multiple Correlations: (Group number 1 - Default model)

	Estimate
Q15	8,907
Q13	,012
Q12	,012
Q11	,010
Q10	,375
Q8	,202
Q7	,002
Q6	,211
Q5	,421

Q3	,496
Q1	,282

Implied (for all variables) Correlations (Group number 1 - Default model)

	Ecological	Economical	Social	Q15	Q13	Q12	Q11	Q10	Q8	Q7	Q6	Q5	Q3	Q1
Ecological	1,000													
Economical	-,135	1,000												
Social	-,011	,846	1,000											
Q15	2,985	-,403	-,033	1,000										
Q13	-,109	,015	,001	-,325	1,000									
Q12	,110	-,015	-,001	,328	-,012	1,000								
Q11	,102	-,014	-,001	,305	-,011	,011	1,000							
Q10	-,083	,612	,518	-,246	,009	-,009	-,008	1,000						
Q8	-,061	,449	,380	-,181	,007	-,007	-,006	,275	1,000					
Q7	-,006	,041	,035	-,016	,001	-,001	-,001	,025	,018	1,000				
Q6	-,062	,459	,389	-,185	,007	-,007	-,006	,281	,206	,019	1,000			
Q5	-,007	,549	,649	-,021	,001	-,001	-,001	,336	,247	,022	,252	1,000		
Q3	-,008	,596	,704	-,023	,001	-,001	-,001	,365	,268	,024	,274	,457	1,000	
Q1	-,006	,449	,531	-,017	,001	-,001	-,001	,275	,202	,018	,207	,345	,374	1,000

Implied Covariances (Group number 1 - Default model)

	Q15	Q13	Q12	Q11	Q10	Q8	Q7	Q6	Q5	Q3	Q1
Q15	1,268										
Q13	-,399	1,191									
Q12	,401	-,014	1,179								
Q11	,373	-,013	,013	1,181							
Q10	-,299	,011	-,011	-,010	1,164						
Q8	-,251	,009	-,009	-,008	,366	1,522					
Q7	-,024	,001	-,001	-,001	,036	,030	1,729				
Q6	-,224	,008	-,008	-,007	,327	,274	,027	1,158			
Q5	-,028	,001	-,001	-,001	,415	,348	,034	,311	1,309		
Q3	-,027	,001	-,001	-,001	,413	,347	,034	,309	,549	1,101	
Q1	-,028	,001	-,001	-,001	,418	,351	,034	,313	,555	,552	1,982

Implied Correlations (Group number 1 - Default model)

	Q15	Q13	Q12	Q11	Q10	Q8	Q7	Q6	Q5	Q3	Q1
Q15	1,000										
Q13	-,325	1,000									
Q12	,328	-,012	1,000								
Q11	,305	-,011	,011	1,000							
Q10	-,246	,009	-,009	-,008	1,000						
Q8	-,181	,007	-,007	-,006	,275	1,000					
Q7	-,016	,001	-,001	-,001	,025	,018	1,000				
Q6	-,185	,007	-,007	-,006	,281	,206	,019	1,000			
Q5	-,021	,001	-,001	-,001	,336	,247	,022	,252	1,000		
Q3	-,023	,001	-,001	-,001	,365	,268	,024	,274	,457	1,000	
Q1	-,017	,001	-,001	-,001	,275	,202	,018	,207	,345	,374	1,000

Residual Covariances (Group number 1 - Default model)

	Q15	Q13	Q12	Q11	Q10	Q8	Q7	Q6	Q5	Q3	Q1
Q15	-,091										

Q13	,100	,000											
Q12	-,161	,426	,000										
Q11	,021	-,089	,076	-,014									
Q10	-,035	,087	,197	-,014	,000								
Q8	-,057	-,096	-,142	,367	,006	,000							
Q7	,584	-,097	,304	,360	-,074	,526	,000						
Q6	,316	,321	,731	-,084	,068	-,195	,419	,000					
Q5	,042	,203	,352	,111	-,110	-,119	,112	,216	,000				
Q3	,082	,264	,412	,138	-,027	,138	,198	,068	-,032	,000			
Q1	,121	,312	,447	,005	-,029	-,425	-,422	,168	,153	-,053	,000		

Standardized Residual Covariances (Group number 1 - Default model)

	Q15	Q13	Q12	Q11	Q10	Q8	Q7	Q6	Q5	Q3	Q1	
Q15	-,874											
Q13	1,339	,001										
Q12	-2,166	6,216	,001									
Q11	,278	-1,304	1,115	-,143								
Q10	-,485	1,275	2,913	-,203	,000							
Q8	-,700	-1,231	-1,833	4,741	,078	,000						
Q7	6,822	-1,173	3,687	4,361	-,896	5,602	,000					
Q6	4,437	4,720	10,818	-1,237	,969	-2,491	5,124	,000				
Q5	,565	2,812	4,904	1,541	-1,460	-1,419	1,287	2,937	,000			
Q3	1,194	3,993	6,258	2,092	-,389	1,777	2,485	,999	-,421	,000		
Q1	1,325	3,510	5,058	,058	-,313	-4,146	-3,939	1,882	1,555	-,581	,000	

Factor Score Weights (Group number 1 - Default model)

	Q15	Q13	Q12	Q11	Q10	Q8	Q7	Q6	Q5	Q3	Q1
Ecological	,467	,141	-,143	-,132	,104	,052	,004	,062	-,030	-,040	-,016
Economical	-,172	-,052	,052	,049	,105	,053	,004	,063	,096	,130	,051
Social	,068	,020	-,021	-,019	,134	,067	,005	,080	,193	,262	,103

Total Effects (Group number 1 - Default model)

	Ecological	Economical	Social
Q15	30,269	,000	,000
Q13	-1,070	,000	,000
Q12	1,076	,000	,000
Q11	1,000	,000	,000
Q10	,000	1,335	,000
Q8	,000	1,121	,000
Q7	,000	,109	,000
Q6	,000	1,000	,000
Q5	,000	,000	,993
Q3	,000	,000	,988
Q1	,000	,000	1,000

Standardized Total Effects (Group number 1 - Default model)

	Ecological	Economical	Social
Q15	2,985	,000	,000
Q13	-,109	,000	,000
Q12	,110	,000	,000

Q11	,102	,000	,000
Q10	,000	,612	,000
Q8	,000	,449	,000
Q7	,000	,041	,000
Q6	,000	,459	,000
Q5	,000	,000	,649
Q3	,000	,000	,704
Q1	,000	,000	,531

Direct Effects (Group number 1 - Default model)

	Ecological	Economical	Social
Q15	30,269	,000	,000
Q13	-1,070	,000	,000
Q12	1,076	,000	,000
Q11	1,000	,000	,000
Q10	,000	1,335	,000
Q8	,000	1,121	,000
Q7	,000	,109	,000
Q6	,000	1,000	,000
Q5	,000	,000	,993
Q3	,000	,000	,988
Q1	,000	,000	1,000

Standardized Direct Effects (Group number 1 - Default model)

	Ecological	Economical	Social
Q15	2,985	,000	,000
Q13	-,109	,000	,000
Q12	,110	,000	,000
Q11	,102	,000	,000
Q10	,000	,612	,000
Q8	,000	,449	,000
Q7	,000	,041	,000
Q6	,000	,459	,000
Q5	,000	,000	,649
Q3	,000	,000	,704
Q1	,000	,000	,531

Modification Indices (Group number 1 - Default model)

Covariances: (Group number 1 - Default model)

		M.I.	Par Change
e10	<--> Social	12,879	,162
e9	<--> Social	21,235	,206
e9	<--> e10	29,178	,315
e6	<--> Ecological	8,225	-,006
e6	<--> e11	8,605	-,166
e6	<--> e10	15,058	-,257
e6	<--> e9	13,614	-,243
e6	<--> e8	29,631	,363

e5	<-->	Ecological	46,952	,016
e5	<-->	Economical	33,729	,240
e5	<-->	Social	5,130	-,133
e5	<-->	e11	43,617	,438
e5	<-->	e6	41,992	,559
e4	<-->	Ecological	14,843	,006
e4	<-->	Social	6,860	,112
e4	<-->	e11	14,115	,185
e4	<-->	e10	26,112	,295
e4	<-->	e9	54,475	,423
e4	<-->	e8	12,415	-,204
e4	<-->	e6	11,578	-,220
e4	<-->	e5	35,686	,448
e3	<-->	e7	5,886	-,123
e3	<-->	e4	8,314	,159
e2	<-->	Economical	4,126	,053
e2	<-->	e10	5,983	,124
e2	<-->	e9	6,691	,130
e2	<-->	e6	21,535	,262
e1	<-->	e10	4,416	,155
e1	<-->	e6	24,603	-,410
e1	<-->	e5	38,545	-,594
e1	<-->	e3	8,744	,206

Regression Weights: (Group number 1 - Default model)

	M.I.	Par Change		M.I.	Par Change				
Q15	<---	Q8	6,995	-,108	Q8	<---	Q1	21,152	-,215
Q15	<---	Q7	43,448	,253	Q7	<---	Ecological	45,484	1,254
Q15	<---	Q6	10,237	,150	Q7	<---	Social	5,401	,275
Q13	<---	Economical	10,227	,429	Q7	<---	Q15	45,974	,458
Q13	<---	Social	15,597	,360	Q7	<---	Q12	11,929	,242
Q13	<---	Q12	34,024	,314	Q7	<---	Q11	18,523	,301
Q13	<---	Q8	4,413	-,100	Q7	<---	Q8	31,450	,345
Q13	<---	Q6	32,449	,310	Q7	<---	Q6	26,317	,362
Q13	<---	Q5	5,448	,119	Q7	<---	Q3	6,164	,180
Q13	<---	Q3	15,091	,217	Q7	<---	Q1	15,382	-,212
Q13	<---	Q1	12,164	,145	Q6	<---	Ecological	15,256	,540
Q12	<---	Economical	37,930	,821	Q6	<---	Social	6,618	,227
Q12	<---	Social	46,829	,619	Q6	<---	Q15	21,173	,233
Q12	<---	Q15	4,607	-,111	Q6	<---	Q13	15,012	,203
Q12	<---	Q13	33,936	,310	Q6	<---	Q12	90,090	,499
Q12	<---	Q10	9,297	,164	Q6	<---	Q11	5,061	-,118
Q12	<---	Q6	78,354	,478	Q6	<---	Q8	8,768	-,137
Q12	<---	Q5	24,006	,249	Q6	<---	Q7	35,606	,259
Q12	<---	Q3	32,725	,317	Q6	<---	Q5	11,740	,171
Q12	<---	Q1	20,617	,187	Q6	<---	Q1	6,376	,102
Q11	<---	Q8	28,875	,256	Q5	<---	Q6	6,835	,136
Q11	<---	Q6	5,612	-,129	Q5	<---	Q1	5,779	,096
Q10	<---	Q5	5,069	-,105	Q3	<---	Q13	5,617	,109
Q8	<---	Ecological	8,160	-,455	Q3	<---	Q12	9,030	,139
Q8	<---	Q13	8,922	-,180	Q3	<---	Q8	17,267	,169
Q8	<---	Q12	26,152	-,309	Q1	<---	Q12	4,615	,144
Q8	<---	Q11	21,943	,283	Q1	<---	Q8	21,263	-,272

Дејан Крстев
УНИВЕРЗИТЕТ “СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ” - СКОПЈЕ
Машински факултет

Q8	<---	Q7	41,907	,323	Q1	<---	Q7	38,810	-,345
Q8	<---	Q6	8,597	-,179	Q1	<---	Q5	4,204	,131
Q8	<---	Q3	4,198	,128					

Minimization History (Default model)

Iteration	Negative eigenvalues	Condition #	Smallest eigenvalue	Diameter	F	NTries	Ratio
0	e 7		-,186	9999,000	4299,602	0	9999,000
1	e 2		-,070	1,277	3962,022	20	,838
2	e 1		,000	,680	3887,832	5	,633
3	e 1		-,002	,698	3846,068	8	,968
4	e 1		-,027	,533	3833,213	4	,894
5	e 1		-,009	,556	3828,678	5	,522
6	e 0	3371,526		,410	3823,738	5	,653
7	e 0	3162,342		,538	3817,581	4	,000
8	e 0	9386,615		1,053	3807,876	2	,000
9	e 0	35994,980		,718	3803,452	2	,000
10	e 1		-,028	1,478	3800,892	1	,572
11	e 0	87296384,892		,155	3797,864	5	,661
12	e 0	191579,959		,365	3797,809	8	,000
13	e 1		-,006	1,370	3795,609	1	,883
14	e 0	2160811,059		,292	3793,545	6	,681
15	e 1		-,001	,951	3792,744	2	,000
16	e 0	4190987,461		,342	3791,172	5	,768
17	e 0	125924927,247		,903	3790,463	2	,000
18	e 1		,000	,669	3789,814	8	,000
19	e 0	7492223,260		,330	3788,708	6	1,008
20	e 0	16975954,204		,669	3788,183	3	,000
21	e 1		-,002	1,151	3787,815	2	,000
22	e 1		,000	,373	3787,114	4	,622
23	e 1		,000	,646	3786,618	8	,941
24	e 0	33692884,746		,276	3786,301	6	,835
25	e 0	163409204,688		1,873	3785,651	1	1,165
26	e 1		-,002	,623	3785,514	1	,331
27	e 0	76134007,357		,370	3785,270	6	,760
28	e 1		,000	2,529	3784,450	1	1,094
29	e 0	294025294,754		,268	3784,198	5	,829
30	e 1		,000	2,080	3783,905	1	,943
31	e 0	1072376632,365		,261	3783,594	5	1,006
32	e 0	1026139654,699		,608	3783,460	4	,000
33	e 1		,000	2,182	3783,248	1	1,002
34	e 1		,000	,428	3782,976	5	,745
35	e 0	3017249214,817		,544	3782,832	9	1,103
36	e 1		-,001	1,060	3782,785	3	,000
37	e 0	3836815529,732		,165	3782,593	7	1,035
38	e 1		,000	1,106	3782,513	3	,000
39	e 0	25880901028,761		,349	3782,382	6	,969
40	e 0	13604590646,238		,680	3782,296	6	,000
41	e 1		,000	,953	3782,244	3	,000
42	e 1		,000	,387	3782,128	6	,783
43	e 1		,000	,737	3782,042	7	,883
44	e 0	9259388899,512		,289	3781,981	6	,807
45	e 1		,000	1,611	3781,872	2	,000
46	e 1		,000	,361	3781,786	5	,687
47	e 0	96609491104,661		,626	3781,717	7	1,002
48	e 1		,000	,812	3781,657	6	,000
49	e 1		,000	,873	3781,588	6	,934

Pairwise Parameter Comparisons (Default model). Споредби на параметарот на парови (Стандарден модел). Споредбата на парови, генерално, е каков било процес на споредување на субјектите во парови за да се суди кој од секој субјект е најпосакуван, или има поголема количина на квантитативна сопственост, или дали двата ентитета се идентични. Методот на споредување на пар се користи во научната студија за преференци, ставови, системи на гласање, социјален избор, јавен избор, инженеринг на барања и мултиагентни системи.

Табела 47. Матрица на проценките за варијанс-коваријанс (стандарден модел)
Table 47. Variance-covariance Matrix of Estimates (Default model)

	par_1	par_2	par_3	par_4	par_5	par_6	par_7	par_8	par_9	par_10	par_11	par_12	par_13	par_14	par_15	par_16	par_17	par_18	par_19	par_20	par_21	par_22	par_23	par_24	par_25	
par_1	,025																									
par_2	,012	,019																								
par_3	,003	,004	,051																							
par_4	,011	,001	-,005	,071																						
par_5	,002	-,002	-,006	,041	,056																					
par_6	-,005	-,001	-,009	-,027	-,010	,142																				
par_7	,003	,002	,011	,014	,001	-,117	,150																			
par_8	,088	,043	,292	,398	,040	-2,544	2,719	92,537																		
par_9	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	-,001	,000																	
par_10	,000	,000	,000	,000	,000	-,001	,001	,022	,000	,000																
par_11	-,006	-,003	,001	-,013	-,011	,004	-,002	-,050	,000	,000	,005															
par_12	-,018	-,014	-,003	-,006	-,001	,003	-,002	-,062	,000	,000	,006	,020														
par_13	-,002	,000	,005	-,016	-,015	,005	-,002	-,051	,000	,000	,004	,001	,007													
par_14	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	-,008	,000	,000	,000	,000	,000	,000												
par_15	,009	,004	,003	,006	,000	-,003	,002	,062	,000	,000	-,002	-,007	-,001	,000	,021											
par_16	-,006	,000	-,001	-,006	-,002	,003	-,001	-,036	,000	,000	,001	,003	,001	,000	-,003	,006										
par_17	,004	-,002	-,001	,005	,003	-,002	,000	,013	,000	,000	-,001	-,002	-,001	,000	,002	-,003	,009									
par_18	,002	,000	-,006	,010	,007	-,005	,002	,046	,000	,000	-,002	-,001	-,003	,000	,001	-,001	,001	,009								
par_19	,000	,000	-,001	,000	,000	,000	-,001	-,015	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,020							
par_20	-,004	-,001	-,003	-,009	-,004	,008	-,006	-,152	,000	,000	,002	,002	,001	,000	-,002	,002	-,001	-,001	,000	,013						
par_21	,002	,001	-,005	,003	-,004	-,002	,003	,067	,000	,000	,000	-,001	-,001	,000	,001	-,001	,000	,000	,000	,008						
par_22	,001	,000	,002	,003	,000	-,027	,029	,707	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	-,001	,001	,015				
par_23	,000	,000	,000	,001	,000	,005	,003	,079	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,001	,009			
par_24	,000	,000	,000	,000	,000	-,003	-,005	,083	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,001	,000	,009		
par_25	-,069	-,033	-,220	-,318	-,039	2,033	-2,157	-61,263	,001	-,014	,041	,049	,042	,001	-,048	,029	-,012	-,039	,011	,120	-,052	-,550	-,057	-,060	44,002	

Дејан Крстев
УНИВЕРЗИТЕТ “СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ” - СКОПЈЕ
Машински факултет

Табела 48. Корелации на проценките (Стандарден модел)
Table 48. Correlations of Estimates (Default model)

	par_1	par_2	par_3	par_4	par_5	par_6	par_7	par_8	par_9	par_10	par_11	par_12	par_13	par_14	par_15	par_16	par_17	par_18	par_19	par_20	par_21	par_22	par_23	par_24	par_25
par_1	1,000																								
par_2	,564	1,000																							
par_3	,096	,116	1,000																						
par_4	,255	,015	-,085	1,000																					
par_5	,065	-,068	-,111	,643	1,000																				
par_6	-,087	-,020	-,104	-,264	-,111	1,000																			
par_7	,048	,036	,123	,140	,008	-,803	1,000																		
par_8	,057	,033	,134	,155	,018	-,701	,730	1,000																	
par_9	,042	-,018	-,032	,086	,083	-,062	-,140	-,055	1,000																
par_10	,085	,027	,209	,301	,233	-,649	,589	,824	,238	1,000															
par_11	-,485	-,344	,034	-,646	-,657	,152	-,061	-,071	-,232	-,262	1,000														
par_12	-,818	-,711	-,098	-,158	-,015	,059	-,042	-,046	-,040	-,065	,590	1,000													
par_13	-,141	,036	,265	-,760	-,768	,161	-,056	-,065	-,184	-,320	,763	,129	1,000												
par_14	,013	,003	,012	,042	,016	-,190	,182	-,369	-,072	-,322	-,023	-,009	-,023	1,000											
par_15	,393	,220	,096	,155	,014	-,058	,040	,045	-,005	,059	-,183	-,357	-,070	,009	1,000										
par_16	-,507	-,018	-,042	-,290	-,116	,089	-,035	-,047	-,048	-,083	,247	,257	,187	-,013	-,252	1,000									
par_17	,300	-,180	-,043	,213	,133	-,055	,003	,015	,068	,046	-,150	-,177	-,167	,008	,174	-,355	1,000								
par_18	,121	-,032	-,265	,382	,296	-,135	,044	,051	,068	,050	-,304	-,062	-,419	,024	,060	-,161	,144	1,000							
par_19	-,007	-,010	-,046	,012	,015	,008	-,010	-,011	,003	-,016	-,007	,008	-,029	-,001	-,008	,002	,005	,025	1,000						
par_20	-,199	-,050	-,126	-,300	-,137	,191	-,127	-,137	-,038	-,144	,221	,137	,134	-,031	-,134	,202	-,122	-,115	,010	1,000					
par_21	,113	,057	-,228	,112	-,175	-,068	,077	,076	-,014	,030	,041	-,088	-,183	,012	,086	-,098	,038	,160	,020	,020	1,000				
par_22	,034	,021	,085	,089	,005	-,593	,610	,607	-,043	,498	-,039	-,027	-,034	,113	,027	-,027	,007	,026	-,007	-,081	,048	1,000			
par_23	,009	,002	,011	,027	,011	,134	,080	,087	,009	,077	-,016	-,006	-,016	-,006	,006	-,009	,006	,014	-,001	-,020	,007	,060	1,000		
par_24	,005	,004	,013	,014	,000	-,081	-,125	,091	-,013	,071	-,006	-,004	-,005	-,007	,004	-,003	,000	,004	-,001	-,013	,008	,062	,009	1,000	
par_25	-,065	-,036	-,146	-,180	-,025	,813	-,840	-,960	,078	-,790	,084	,052	,079	,095	-,051	,055	-,019	-,063	,012	,157	-,085	-,685	-,090	-,094	1,000

Дејан Крстев
УНИВЕРЗИТЕТ “СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ” - СКОПЈЕ
Машински факултет

Табела 49. Критички коефициенти за разликите помеѓу параметрите (Стандарден модел)
Table 49. Critical Ratios for Differences between Parameters (Default model)

	par_1	par_2	par_3	par_4	par_5	par_6	par_7	par_8	par_9	par_10	par_11	par_12	par_13	par_14	par_15	par_16	par_17	par_18	par_19	par_20	par_21	par_22	par_23	par_24	par_25
par_1	,000																								
par_2	,037	,000																							
par_3	-3,323	-3,521	,000																						
par_4	,486	,429	2,779	,000																					
par_5	1,255	1,215	3,550	1,001	,000																				
par_6	,208	,205	2,103	-,087	-,555	,000																			
par_7	-5,001	-5,082	-2,781	-5,002	-5,321	-2,957	,000																		
par_8	3,046	3,045	3,144	3,042	3,008	2,952	3,355	,000																	
par_9	-6,196	-7,231	-,484	-4,213	-5,650	-2,854	2,761	-3,147	,000																
par_10	-6,242	-7,284	-,514	-4,248	-5,690	-2,858	2,757	-3,148	-2,209	,000															
par_11	-3,292	-3,860	,866	-2,539	-3,530	-2,045	3,474	-3,112	4,289	4,358	,000														
par_12	-1,494	-1,683	1,615	-1,751	-2,797	-1,309	3,902	-3,086	3,955	3,998	2,145	,000													
par_13	-3,934	-4,768	,618	-2,638	-3,596	-2,230	3,288	-3,119	3,016	3,074	-1,279	-2,046	,000												
par_14	-6,111	-7,137	-,425	-4,162	-5,592	-2,816	2,800	-3,145	4,437	4,851	-4,128	-3,863	-2,863	,000											
par_15	2,592	2,443	5,117	1,069	,319	,843	6,118	-3,000	9,866	9,922	6,415	3,671	6,917	9,776	,000										
par_16	-2,044	-2,733	1,834	-1,888	-3,018	-1,375	4,086	-3,088	6,960	7,027	2,586	-,025	3,031	6,799	-4,776	,000									
par_17	-1,448	-1,311	2,607	-1,381	-2,382	-,808	4,595	-3,068	8,138	8,206	3,513	1,087	3,847	7,986	-4,220	1,417	,000								
par_18	-,423	-,470	3,012	-,841	-1,855	-,405	5,033	-3,053	9,779	9,847	4,455	2,034	4,544	9,629	-3,045	2,705	1,276	,000							
par_19	3,448	3,698	5,929	2,016	1,426	1,617	6,764	-2,966	12,209	12,249	8,858	5,856	8,979	12,114	1,493	7,214	5,726	4,843	,000						
par_20	1,053	1,203	4,137	,291	-,437	,371	5,468	-3,015	10,508	10,532	7,379	3,854	7,350	10,393	-1,062	5,210	2,905	1,915	-2,815	,000					
par_21	-1,487	-1,649	2,349	-1,446	-2,263	-,883	4,599	-3,073	7,913	7,991	3,610	,961	3,625	7,773	-4,232	1,350	-,234	-1,546	-5,971	-3,326	,000				
par_22	,915	,967	4,275	,168	-,630	,201	6,834	-3,048	9,652	9,823	5,956	3,229	6,244	9,568	-1,371	4,176	2,695	1,684	-2,986	-,265	2,966	,000			
par_23	,956	1,030	4,314	,156	-,672	,236	5,716	-3,028	12,321	12,413	7,086	3,549	7,329	12,177	-1,501	4,901	3,071	1,898	-3,297	-3,329	3,323	-,024	,000		
par_24	1,017	1,100	4,360	,199	-,621	,255	5,479	-3,027	12,311	12,405	7,171	3,611	7,420	12,173	-1,425	4,981	3,137	1,969	-3,214	-,248	3,398	,058	,091	,000	
par_25	-1,657	-1,659	-1,519	-1,667	-1,710	-1,753	-1,286	-2,503	-1,511	-1,510	-1,560	-1,597	-1,549	-1,513	-1,723	-1,596	-1,625	-1,647	-1,771	-1,699	-1,619	-1,666	-1,684	-1,686	,000

Model Fit Summary (Резиме на соодветни модели)

CMIN

Model	NPAR	CMIN	Df	CMIN/df
Default model	25	120,95	41	2,95

RMR, GFI

Model	RMR	GFI	AGFI	PGFI
Default model	,072	,915		

AIC

Model	AIC	BCC	BIC	CAIC
Default model	3,831	3,833	3,924	3,949

Execution time summary

Minimization:	,084
Miscellaneous:	,443
Bootstrap:	,000
Total:	,527

Analysis Summary: Конечни анализи СЕМ, Студија на случај, под бр. 2,

Date and Time: вторник, 26 ноември 2019, Time: 14:58:45

Groups N₁ според возраст на испитаници

Group number 1 (Group number 1)

Notes for Group (Group number 1)

The model is recursive.

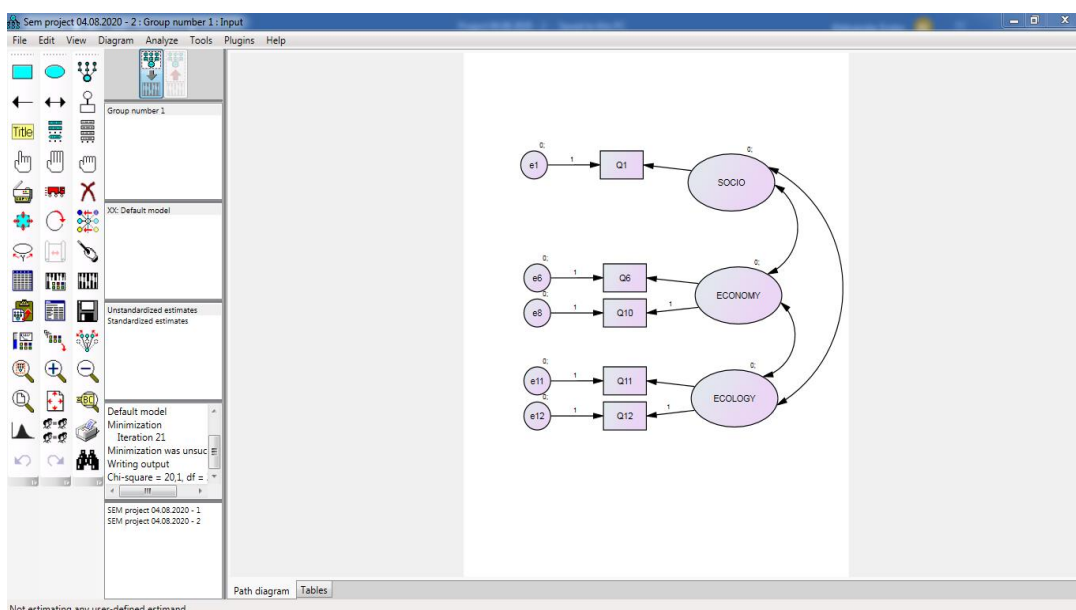
Sample size = 300

Variable Summary (Group number 1)

Your model contains the following variables (Group number 1)

Observed, endogenous variables: Q1, Q6, Q10, Q11, Q12

Unobserved, exogenous variables: Social - e1. Economical: e6, e10. Ecological: e11, e12.



Слика 52. Графички излез на AMOS
Figure 52. Graphical output of AMOS

Analysis Summary

Groups

Group number 1 (Group number 1)

Notes for Group (Group number 1)

Sample size = 604

Variable Summary (Group number 1)

Your model contains the following variables (Group number 1)

Observed, endogenous variables: Q1, Q6, Q10, Q11, Q12

Unobserved, exogenous variables: Socio- e1. Economy – e6, e8. Ecology-e11, e12.

Model Fit Summary

CMIN

Model	NPAR	CMIN	DF	P	CMIN/DF
Default model	19	9,000	3	,000	3,000
Saturated model	20	,000	0		
Independence model	5	468,606	15	,000	31,240

Baseline Comparisons

Model	NFI	RFI	IFI	TLI	CFI
	Delta1	rho1	Delta2	rho2	
Default model	,957	,786	,963	,812	,962
Saturated model	1,000		1,000		1,000
Independence model	,000	,000	,000	,000	,000

Parsimony-Adjusted Measures

Model	PRATIO	PNFI	PCFI
Default model	,200	,191	,192
Saturated model	,000	,000	,000
Independence model	1,000	,000	,000

NCP

Model	NCP	LO 90	HI 90
Default model	17,087	6,456	35,190
Saturated model	,000	,000	,000
Independence model	453,606	386,631	527,998

FMIN

Model	FMIN	F0	LO 90	HI 90
Default model	,033	,028	,011	,058
Saturated model	,000	,000	,000	,000
Independence model	,777	,752	,641	,876

RMSEA

Model	RMSEA	LO 90	HI 90	PCLOSE
Default model	,097	,060	,139	,021
Independence model	,224	,207	,242	,000

AIC

Model	AIC	BCC	BIC	CAIC
Default model	5,8087	5,8469		
Saturated model	4,0000	4,0402		
Independence model	47,8606	47,8706		

HOELTER

Model	HOELTER	HOELTER
	.05	.01
Default model	235	341
Independence model	33	40
Execution time summary		
Minimization:	,015	
Miscellaneous:	,172	
Bootstrap:	,000	
Total:	,187	

Конечни анализи СЕМ, Студија на случај, под бр. 3

Дата и време: вторник, 26 ноември 2019, Time: 14:58:45

N₁ според возраст на испитаници

Group number 1 (Group number 1)

Notes for Group (Group number 1)

The model is recursive.

Sample size = 300

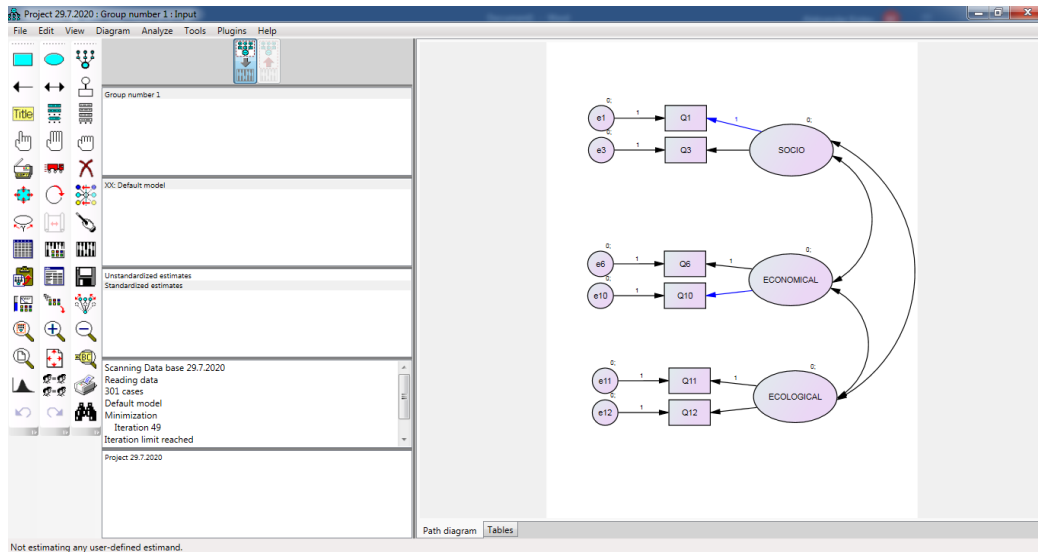
Variable Summary (Group number 1)

Your model contains the following variables (Group number 1)

Observed, endogenous variables: Q1, Q5, Q6, Q10, Q11, Q12.

Unobserved, exogenous variables: Social - e1, e5. Economical: e6, e10. Ecological: e12

.



Слика 53. Графички излез на AMOS
Figure 53. Graphical output of AMOS

Group number 1 (Group number 1)

Notes for Group (Group number 1)

The model is recursive.
Sample size = 301

Variable Summary (Group number 1)

Your model contains the following variables (Group number 1)

Observed, endogenous variables: Q1, Q3, Q6, Q10, Q11, Q12
Unobserved, exogenous variables: Social-e1, e3. ECONOMICAL-e10, e6. ECOLOGICAL- e12, e11.

Variable counts (Group number 1)

- Number of variables in your model: 15
- Number of observed variables: 6
- Number of unobserved variables: 9
- Number of exogenous variables: 9
- Number of endogenous variables: 6

Parameter Summary (Group number 1)

	Weights	Covariances	Variances	Means	Intercepts	Total
Fixed	9	0	0	0	0	9
Labeled	0	0	0	0	0	0
Unlabeled	3	3	9	0	6	21
Total	12	3	9	0	6	30

Models

Default model (Default model)

Notes for Model (Default model)

Computation of degrees of freedom (Default model)

Number of distinct sample moments: 27
 Number of distinct parameters to be estimated: 21
 Degrees of freedom (27 - 21): 6

Result (Default model)

Iteration limit reached
 Chi-square = 18,000
 Degrees of freedom = 6
 Probability level = ,000

Group number 1 (Group number 1 - Default model)

Estimates (Group number 1 - Default model)

Scalar Estimates (Group number 1 - Default model)

Maximum Likelihood Estimates

Regression Weights: (Group number 1 - Default model)

			Estimate	S.E.	C.R.	P	Label
Q3	<---	SOCIO	,836	,154	5,419	***	par_1
Q1	<---	SOCIO	1,000				
Q10	<---	ECONOMICAL	,379	,085	4,484	***	par_2
Q6	<---	ECONOMICAL	1,000				
Q12	<---	ECOLOGICAL	29,650	79,051	,375	,708	par_3
Q11	<---	ECOLOGICAL	1,000				

Standardized Regression Weights: (Group number 1 - Default model)

			Estimate
Q3	<---	SOCIO	,616
Q1	<---	SOCIO	,549
Q10	<---	ECONOMICAL	,358
Q6	<---	ECONOMICAL	,947
Q12	<---	ECOLOGICAL	1,916
Q11	<---	ECOLOGICAL	,065

Intercepts: (Group number 1 - Default model)

	Estimate	S.E.	C.R.	P	Label
Q3	2,330	,061	38,395	***	par_7
Q1	3,467	,081	42,577	***	par_8
Q10	3,730	,062	59,788	***	par_9
Q6	4,040	,062	64,906	***	par_10
Q12	4,087	,063	64,807	***	par_11
Q11	3,777	,063	60,302	***	par_12

Covariances: (Group number 1 - Default model)

			Estimate	S.E.	C.R.	P	Label
SOCIO	<-->	ECONOMICAL	,475	,089	5,333	***	par_4
ECOLOGICAL	<-->	ECONOMICAL	,024	,065	,374	,709	par_5
ECOLOGICAL	<-->	SOCIO	,016	,042	,373	,709	par_6

Correlations: (Group number 1 - Default model)

			Estimate
SOCIO	<-->	ECONOMICAL	,603
ECOLOGICAL	<-->	ECONOMICAL	,340
ECOLOGICAL	<-->	SOCIO	,286

Variances: (Group number 1 - Default model)

	Estimate	S.E.	C.R.	P	Label
SOCIO	,597	,159	3,746	***	par_13
ECONOMICAL	1,039	,201	5,164	***	par_14
ECOLOGICAL	,005	,015	,335	,738	par_15
e3	,683	,095	7,216	***	par_16
e1	1,385	,157	8,799	***	par_17
e10	1,014	,087	11,684	***	par_18
e6	,119	,178	,671	,502	par_19
e12	-3,175	10,470	-,303	,762	par_20
e11	1,168	,096	12,133	***	par_21

Model Fit Summary

CMIN

	CMIN	Model	NP	CMIN/DF	
Default model	21	18,000	6	,000	3,000
Saturated model	27	,000	0		
Independence model	6	328,309	21	,000	15,634

Baseline Comparisons

Model	NFI	RFI	IFI	TLI	CFI
	Delta1	rho1	Delta2	rho2	
Default model	,878	,574	,895	,613	,889
Saturated model	1,000		1,000		1,000
Independence model	,000	,000	,000	,000	,000

Parsimony-Adjusted Measures

Model	PRATIO	PNFI	PCFI
Default model	,286	,251	,254
Saturated model	,000	,000	,000
Independence model	1,000	,000	,000

NCP

Model	NCP	LO 90	HI 90
Default model	34,000	17,604	57,884
Saturated model	,000	,000	,000
Independence model	307,309	252,334	369,724

FMIN

Model	FMIN	F0	LO 90	HI 90
Default model	,133	,113	,059	,193
Saturated model	,000	,000	,000	,000
Independence model	1,094	1,024	,841	1,232

RMSEA

Model	RMSEA	LO 90	HI 90	PCLOSE
Default model	,137	,099	,179	,000
Independence model	,221	,200		,000

AIC

Model	AIC	BIC
Default model	8,2000	8,3003
Saturated model	5,4000	5,5290
Independence model	34,0309	34,0596

ECVI

Model	ECVI	LO 90	HI 90	MECVI
Default model	,273	,219	,353	,277
Saturated model	,180	,180	,180	,184
Independence model	1,134	,951	1,342	1,135

HOELTER

Model	HOELTER .05	HOELTER .01
Default model	95	127
Independence model	30	36

Execution time summary

Minimization: ,043
Miscellaneous: ,200
Bootstrap: ,000
Total: ,243

ЗАКЛУЧОК

Ова истражување се спровело од неколку причини, поврзани со позадината и мотивацијата. Сложеноста на управувањето со Реверзибилната логистика, недостатокот на формален дизајн на методот на Реверзибилната логистика и корисноста на комбинацијата на двата концепта, се главните аргументи за спроведување на истражувањето. Целта на истражувањето е да се произведе метод за дизајнирање на Реверзибилната логистика врз основа на Циркуларната економија. Обемот на истражувањето ја нагласува интеракцијата на истражувачките компоненти за кои истражувањето може јасно да се сфати. Исто така, се илустрирало како Реверзибилната логистика се однесува на Циркуларната економија и други концепти за постигнување на целта на истражувањето. Организацијата на тезата го опишува секое поглавје и како тие комуницираат. Тезата се состои од повеќе поглавја кои може да се поделат на четири главни дела: *планирање на дизајнот на истражувањето, резултатите, евалуацијата и заклучоците.*

Прегледот на литературата е појдовна точка на истражувачката дејност, преку спроведување на преглед, ќе отвори, ќе разбере, ќе обезбеди и ќе открие некои можности да го продолжи ова истражување. Ова поглавје се состои од три главни дела: опишување на Реверзибилната логистика, Циркуларната економија и однос меѓу нив. Секој дел ја опишува теоретската рамка до најсовремена наука, која може да го оправда истражувањето. Стратегијата за пребарување на литературата, користејќи бази на податоци за пребарувачи и други извори, се усвоени за да се добие сеопфатен резултат. Резултатите од пребарувањето покажале дека истражувачките публикации за двата концепта не се екстензивни, особено со Циркуларната економија. Во Реверзибилната логистика, биле откриени некои прашања околу неа, како што е несигурноста во однос на квалитетот на враќањето на производот, додека формалната рамка за дизајн на Реверзибилната логистика била опишана на ограничен начин. Принципите на Циркуларната економија се дискутирале од страна на истражувачите на стратешко ниво. Прегледот на литературата за Реверзибилната логистика и Циркуларната економија открила дека двата концепта имаат врска. Овие аспекти се причина да се развие рамка за дизајнирање на Реверзибилната логистика, врз основа на Циркуларната економија.

Некои истражувачи наведоа операции за реновирање на производ, на пр. Thierry и сор. (1995), Vorasayan и Ryan (2006), Piplani и сор. (2007) и Zikopoulos и Tagaras (2007). Thierry и сор. (1995) споменати за управување со обновување на производ, каде што една од активностите е покажана, е реновирање на производот. Тие дискутираа за критериумите за реновирање на производи во споредба со опциите за обновување на производот. Ворасајан и Рајан (2006) спроведоа истражувања за оптимизациониот модел за оптимален рефрибиран производ и цена. Тие изјавија дека условите за оптималност и бројните резултати укажуваат на тоа дека кога производниот капацитет е доволен за да се задоволи побарувачката, тогаш е оптимално или да не се реновира враќањето или да се реновира значителен дел од нив. Пиплани и сор. (2007) разговараа за одлучување за локациите на објектите и протокот на производот за поддршка на поправка и реновирање на мрежа за комерцијални враќања. Зикопулос и Тагарас (2007) го пренесоа влијанието на неизвесноста во квалитетот на враќањата врз профитабилноста на операции за реновирање во еден период. Овие истражувачи погоре не ги прифатија принципите на циркуларната економија во рамките на операциите за реновирање. Каде што во нашето истражување ЦЕ принципите беа користени како основа за анализа за дизајнирање на операциите за реновирање на производот. Сите параметри кои се земаат предвид при дизајнирање на операцијата, вклучително и во постапката за поддршка на процесот на донесување одлуки, во суштина се базираат на принципите на ЦЕ (Ripanti и сор., 2015). Така, приоритетот за одлука – ДП (Decision Priority) што го предложивме е начинот да се земат предвид неколку параметри (критериуми) кои имаат различни единици. Основната идеја е да ја синхронизирате вредноста на параметарот во една релативна вредност. Значи, математички, параметрите имаат слични пресметковни нивоа, и полесно го формулираат процесот на донесување одлуки тогаш. Ова истражување дискутираше за формулирање и дизајнирање на операциите на производ со прифаќање на принципите на ЦЕ. Шест принципи на ЦЕ се земаат предвид при формулирањето и дизајнирањето на оваа операција. Тие се економска оптимизација, кружност, промена на обновливата енергија, свесност за животната средина и елиминација на отпадот. Принципите на ЦЕ кои вградуваат во операцијата за реновирање на производ може да бидат основа (како што се принципите на ЦЕ, клучеви и објективна функција) за да се идентификува,

анализира и развие моделот на работа за реновирање на производ. Математичкиот модел е генериран од неколку критериуми и параметри за поддршка при донесување на одлука (како што е избор на најдобрата локација за центар за реновирање) преку разгледување на објективната функција и пресметување на неколку приоритетни решенија на параметрите кои се разгледуваат.

ЦЕЛ: Трудот има за цел да ги демонстрира врските помеѓу циркуларната економија и реверзибилната логистика со специфична цел да ги идентификуваат циркуларните принципи на економијата кои би можеле да бидат релевантни за дизајнот на повратните логистички системи/операции, особено во случај на преработка на производот. Истражување.

ПРИСТАП: Пристапот усвоен во овој труд главно е преку истражување на база на податоци, чии податоци се копаат од релевантни бази на податоци за објавување и други научни ресурси, користејќи широк спектар на клучни зборови и фрази поврзани со циркуларната економија и реверзибилната логистика. Овие се комбинирани со јавно достапни материјали и разни медиуми (студии на случај, видео, семинари, презентации) поврзани со циркуларната економија, реверзибилната логистика и преработка. Изработен е сет на искази од комбинација на систематски преглед на оваа литература и синтеза на наоди.

НАОДИ И ОРИГИНАЛНОСТ: Циркуларните принципи на економијата се сметаат за суштински и релевантни за реверзибилната логистика. Степенот до кој може да се усвои секој принцип ќе зависи од видот на реверзибилната логистичка операција. За поддршка на дизајнот на ниско ниво на овие операции, принципите ќе имаат голем број на ентитети, атрибути и параметри поврзани со дизајнот прашања за да се реши. Во оваа смисла ќе се постават оригиналноста на ова истражување.

АКАДЕМСКО ВЛИЈАНИЕ: Трудот придонесува академски да дефинира, идентификува и имплементираат циркуларните принципи на економијата за дизајнирање на реверзибилната логистика за повторно производство на производи. Постојните методи за дизајнирање до одреден степен ги рефлектираат принципите на циркуларната економија. Меѓутоа, врската помеѓу принципите и параметрите на дизајнот сè уште не е експлицитно идентификувана и споредувана во лесно достапен формат/структура која се придржува до циркуларните принципи на економијата.

ПРАКТИЧНО ВЛИЈАНИЕ: Трудот може да се користи како основа за дизајнот на реверзибилната логистика кој ги зема предвид и социјалните и економските и еколошките влијанија. Практичарите може да ги користат принципите како упатство или алатка за оценување при дизајнирање/менување на нивните реверзибиланти логистички операции. Затоа, идната работа ќе се фокусира на вградување на тие циркуларни принципи на економијата во алатка/систем за поддршка на одлуката.

РЕЗУЛТАТИ ОД ЕМПИРИСКО ИСТРАЖУВАЊЕ: Емпириското истражување беше изведено преку спроведување на анкетен прашалник. Анкетниот прашалник се состои од 15 прашања со понудени одговори. Примената на прашалникот треба да ни даде податоци за информираноста и свеста кај населението, а и кај самите вработени. На поедини прашања од овој анкетен прашалник ќе биде извршена пресметка на χ^2 -тестот и коефициентот на контингенции (C), а на крај се изнесени заклучни согледувања врз основа на обработените податоци. Доколку пресметаната вредност на χ^2 е помала од граничната вредност во таблицата, тогаш констатираме поврзаност помеѓу истражуваните појави (прашања), односно сличност на исказите. Во спротивен случај кога пресметаната вредност на χ^2 е поголема од табличната, тогаш констатираме дека испитуваните искази се различни, односно има значајност за нашето истражување, бидејќи ја оправдува нашата цел за тоа колку испитаниците се запознаени со значењето на влијанието на Реверзибилната логистика на Циркуларната економија, од општествени, економски или еколошки аспекти и колку се спремни за спроведување на мерки и активности за подобрување. Со χ^2 тестот се одредува веројатноста на поврзаност помеѓу две варијабели. Висината на поврзаност ја добиваме со користење коефициент на контингенција (C). Вредноста на коефициентот на контингенција се движи од 0 до 1. Кога коефициентот на контингенција е поблиску до 1, толку меѓузависниот модалитет на испитувани варијабели содржани во поставените прашања е појак. Доколку добиениот коефициент е поблиску до 0, тогаш меѓузависноста не е јака. Cronbach alpha е мерка на внатрешна конзистентност, односно колку се тесно поврзани збирот на предмети како група при емпириско истражување. Технички гледано, во моето истражување тоа не е статистички тест - тој е коефициент на сигурност (или конзистентност), а вредноста треба да е секогаш над 0,90. SEM може истовремено да тестира комплексен сет на регресивни равенки. Понатаму, покрај излезните текстови, SEM може

да ги моделира односите графички. Со употреба на SEM, истражувач може да спроведе потврден пристап при анализата на податоците. Како и ги проценува параметрите на варијанса на грешка. Понатаму, SEM може да вклучува и забележани и латентни варијабли, додека поранешните методи се засноваат само на набљудувани мерења. Покрај горенаведените предности, истражувачот може да добие обединувачка рамка што одговара на бројни линеарни модели. Обезбедува севкупни тестови за проценка на моделот и индивидуални параметри за проценка истовремено, дури и во различни групи. Општата SEM може да се подели на два под-модела; мерни модели и структурни модели. Истражувањата користат забележани, променливи за мерење латентните варијабли. Набљудувањето може да вклучува одговори за самостојно известување на ставови, кодирани одговори на прашања за интервју, одговори на анкети или прашалници и слично. Овие измерени оценки или со други зборови *набљудувани* (забележани) или манифестирани варијабли се користат за мерење на латентните варијабли. Постојат неколку чекори во SEM анализите; спецификација на модел, идентификација на модел, тестирање на модели и модификација на модели. Во спецификацијата на моделот, истражувачот го специфицира моделот што ја одредува секоја врска помеѓу променливите релевантни за интересот на истражувачот.

Структурната равенка на моделирање - SEM програмите бараат соодветен број на познати корелации или коваријанси како влезови со цел да се генерираат разумен сет на резултати. Идентификацијата се однесува на идејата дека има барем едно единствено решение за секоја проценка на параметарот во моделот SEM. За моделите во кои има само едно можно решение за секоја проценка на параметарот, се вели дека се самоидентификувани. Моделите за кои има бесконечен број на можни вредности за проценка на параметарот се вели дека се идентификувани. Конечно, моделите кои имаат повеќе од едно можно решение (но едно најдобро или оптимално решение) за секоја проценка на параметарот се сметаат за препознаени. Ако се идентификува само еден модел, може да се верува во оценките на параметарот. Во SEM моделирање, истражувачот може да користи три главни пристапа за да провери дали податоците одговараат на моделот; Потврден пристап, метод на алтернативен модел и пристап за генерирање на модели Доколку податоците не се вклопуваат во моделот генериран од истражувачот, модификацијата на моделот се прави за да се добие најдобриот најдобар модел. AMOS генерира алтернативни модели со специфицирање на изборни и/или потребни патеки во модел. Оттука, во AMOS, истражувачот не треба да генерира и

брише патеки за да го открие најдобриот модел. За да се тестира моделот, може да се користат апсолутни модели, тест за релативно вклопување. Апсолутни критериуми за вклопување на моделот што најчесто се користат χ^2 , индексот за добра мерка (GFI), прилагодениот индекс за добра мерка (AGFI) и остатокот од средно-квadratни остатоци (RMR) и Средна грешка на квадратна грешка за приближување (RMSEA). Индексот (TLI) и Индексот за компаративно вклопување (CFI) ја споредуваат апсолутната монтажа на нашиот наведен модел со апсолутно вклопување во моделот “Independence” и се користат како критериуми за тестирање за релативно вклопување. Индексот за толерантен на парсимонијата (PGFI) и индексот на парсимоничен нормален фит (PNFI) се добри примери за тестирање на парсимоничниот фит. Добротворно толкување е дека SEM се блиску до вид на неформално размислување за зависностите, што е заедничко во социјално-научното теоретизирање и дека, според тоа, овие модели го олеснуваат преведувањето на таквите теории во анализа на податоци. Сепак, најчесто применливи или прифатливи вредности, но не секогаш или ретко остварливи при истражување, за вклопување (Соодветни индекси и Толеранција на соодветни индекси) се следниве со своите гранични мерки: $C_{MIN}/DF = 2 < C_{MIN}/DF \leq 3$, $CFI = 0,95 < CFI < 0,97$, $AGFI = 0,85 < AGFI < 0,90$, $GFI = 0,90 < GFI < 0,95$, $NFI = 0,90 < NFI < 0,95$, $RMSEA = 0,05 < RMSEA < 0,08$ итн. Емпириското истражување е корисна алатка кон осознавањето и предвидувањето на посакуваните релации на поедини поими или концепти. Сепак, најбитни карактеристики при овие истражувања се познавањето или непознавањето на поимите или релациите кои се распознаваат во исказите, на основа на кои се донесуваат одлуките или идните решенија. Во моделирањето на структурни равенки-SEM, соодветните индекси утврдуваат дали, генерално, моделот е прифатлив. Ако моделот е прифатлив, истражувачите тогаш утврдуваат дали специфичните патеки се значајни. Прифатливите показатели за вклопување не значат дека односите се силни. Многу истражувачи, препорачуваат поединците да користат низа соодветни индекси или индекси од различни класи, па оваа стратегија би ги надминувала ограничувањата на секој индекс.

КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

- (1.) Abercrombie, N., Hill, S. & Turner, B.S. (1984) *Dictionary of sociology*. Harmondsworth, UK, Penguin.
- (2.) Aibinu, A. & Pasco, T. (2008) The accuracy of pre-tender building cost estimates in Australia. *Construction Management and Economics* (26), 1257–1269.
- (3.) Alter, S. (1980) *Decision Support Systems: Current Practices and Continuing Challenge*. Reading, Addison-Wesley.
- (4.) Alwood, J. M., Ashby, M. F., Gutowski, T. G. & Worrell, E. (2011) Material efficiency: A white paper. *Resources, Conservation and Recycling*. 55 (2011), 365–381.
- (5.) Amini, M., Retzlaff-Roberts, D., & Bienstock, C. (2005) Designing a reverse logistics operation for short cycle time repair services. *International Journal of Production Economics*. 96, 367–380.
- (6.) И ерсен, М. С. (2007) An Introductory Note on the Environmental Economics of the Circular Economy. *Sustainability Science*. 2 (1), 133–140.
- (7.) Anthony, R. (1965) *Planning and Control Systems: A Framework for Analysis*. Cambridge, Harvard University Graduate School of Business.
- (8.) Arnott, D. & Pervan, G. (2005) A Critical Analysis of Decision Support Systems Research. *Journal of Information Technology*. 20 (2), 67–87.
- (9.) Arnott, D. & Pervan, G. (2008) Eight Key Issues for the Decision Support Systems Discipline. *Decision Support System*. 44 (3), 657–672.
- (10.) Autry, C., Daugherty, P. & Richey, R. (2001) The Challenge of Reverse Logistics in Catalog Retailing. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. 31 (1), 26–37.
- (11.) Bai, C. & Sarkis, J. (2013) Flexibility in Reverse Logistics: A Framework and Evaluation Approach. *Journal of Cleaner Production*. 47, 306–318.
- (12.) Barros, A. I., Dekker, R. & Scholten, V. (1998) A two-level network for recycling and : A case study. *European Journal of Operational Research*. 110 (2), 199–214.
- (13.) Beck, K. (2000) *Extreme programming explained: embrace change*. Addison-Wesley.
- (14.) Behdad, S., Williams, A. & Thurston, D. (2012) End-of-Life decision making with uncertain product return quantity. *Journal of Mechanical Design*. 134 (10), 1–6.
- (15.) Bennett, S., McRobb, S. & Farmer, R. (2010) *Object-Oriented Systems Analysis and Design: using UML*. 4th Ed. McGraw-Hill Higher Education.
- (16.) Benyus, J. (1997) *Innovation Inspired by Nature*. New York, William Morrow Company.
- (17.) Biehl, M., Prater, M. & Realf, M. J. (2007) Assessing performance and uncertainty in developing carpet reverse logistics systems. *Computers and Operations Research*. 34 (2), 443–463.
- (18.) Blackburn, J., Guide, V. J., Souza, G. & Van Wassenhove, L. (2004) Reverse supply chains for commercial returns. *California Management Review*. 46 (2), 6–22.
- (19.) Blumberg, D. (1999) Strategic examination of reverse logistics and repair service requirements, needs, market size, and opportunities. *Journal of Business Logistics*. 20 (2), 141–159.
- (20.) Bogdan, R.C., & Biklen, S.K. (2007) *Qualitative research for education: An introduction to theories and methods*. 5th Ed. Boston: Pearson Education.
- (21.) Bonczek, R., Holsapple, C. & Whinston, A. (1989) The Evolving Roles of Models in Decision Support Systems. *Decision Science*. 11 (2), 337–357.
- (22.) Booch, G., Jacobson, I. & Rumbaugh, J. (2004) *UML Distilled*. 3th Ed. Addison-Wesley, Pearson Education.
- (23.) Booch, G., Jacobson, I. & Rumbaugh, J. (2005) *Unified Modeling Language User Guide*. 2nd Ed. Addison-Wesley Professional.
- (24.) Booch, G., Maksimchuk, R., Engle, M., Young, B., Conallen, J. & Houston, K. (2007) *Object-Oriented Analysis and Design with Applications*. Pearson Education, Inc.

- (25.) Bostel, N., Dejax, P. & Lu, Z. (2005) The design, planning, and optimization of reverse logistics network. In: Langevin, A. & Riopel, F. (eds.) *Logistics systems: Design and optimization*. Springer, pp. 171–212.
- (26.) Boulding, K. E. (1966) The economics of the Coming Spaceship Earth. In: Jarrett, H. & Jarrett, H. (eds.) *Environmental quality in a growing economy, resources for the future*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, pp. 3–14.
- (27.) Braungart, M., McDonough, W. & Bollinger, A. (2007) Cradle-to-cradle Design: Creating Healthy Emissions a Strategy for Eco - effective Product and System Design. *Journal of Cleaner Production*. 15 (13), 1337–1348.
- (28.) Bresfelean, V., Ghsoiu, N., Lacurezau, R. & Sitar-Taut, D. (2009) Towards the Development of Decision Support in Academic Environments. *International Conference on Information Technology Interfaces*. Cavtat, Croatia.
- (29.) Bryman, A. (2001) *Social Research Methods*. Oxford University Press.
- (30.) Carter, C. & Ellram, L. (1998) Reverse Logistics: A Review of the Literature and Framework for Future Investigation. *Journal of Business Logistics*. 19 (1), 85–102.
- (31.) Cavinato, J. (1982) *The traffic service corporation*. Washington, DC.
- (32.) Chen, Z. (2000) *Computational Intelligence for Decision Support*. CRC Press LLC.
- (33.) Chen, J. (2009) Material Flow and Circular Economy. *Systems Research and Behavioral Science*. 26 (2), 269–278.
- (34.) Chen, G. & Chen, Z. (2010) On Reverse Logistics Management Dimension of Government и Market: From the Perspective of Circular Economy. *3rd International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering*.
- (35.) Chen, Y. & Tseng, M. (2011) Modeling the Hierarchical Structure of Reverse Logistic Using Driving and Dependence Power Analysis. Business Innovation and Technology Management (APBITM). *IEEE International Summer Conference of Asia Pacific*.
- (36.) Cheng, Y. & Lee, F. (2010) Outsourcing Reverse Logistics of High-tech Manufacturing Firms by Using a Systematic Decision-making Approach: TFT-LCD Sector in Taiwan. *Industrial Marketing Management*. 39 (7), 1111–1119.
- (37.) Christopher, M. (2011) *Logistics & Supply Chain Management*. 4th Ed. Pearson Education Limited.
- (38.) Clift, R. (2011). Rethinking the Economy. *Ellen MacArthur Foundation*. Available from: <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/circular-economy/rethinking-the-economy> [Accessed 24th January 2015].
- (39.) CLM - Council of Logistics Management. (1998) *What It's All About, Council of Logistics Management*. Oak Brook, IL.
- (40.) Cobuild, C. (1987) *English language dictionary*. London, Harper Collins Publishers.
- (41.) Copulsky, W. (1976) Cannibalism in the marketplace. *Journal of Marketing*. 40 (4), 103-105.
- (42.) Connelly, F. & Клинин, D. J. (1990) Stories of Experience and Narrative Inquiry. *Educational Researcher*. 19 (5), 2–14.
- (43.) Cravens, D., Piercy, N. F. & Low, G. (2002) The innovation challenges of proactive cannibalisation and discontinuous technology. *European Business Review*. 14 (4), 257–267.
- (44.) Creswell, J. W. (1994) *Research design: qualitative & quantitative approaches*. London, Sage.
- (45.) Creswell, J. & Plano Clark, V.L.P. (2007) *Designing and Conducting Mixed Methods Research*. Thous and Oaks, CA, Sage.
- (46.) Creswell, J. W. (2008) *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research*. 3rd Ed. Upper Saddle River, NJ, Merrill.
- (47.) Creswell, J. W. (2009) *Research design: Qualitative, quantitative and mixed methods approaches*. 3rd Ed. Thous and Oaks, CA, Sage.
- (48.) Crotty, M. (1998). *The foundations of social research: meaning and perspective in the research process*. Thous and Oaks, CA, Sage.

- (49.) Cruz-Rivera, R. & Ertel, J. (2009) Reverse Logistics Network Design for the Collection of End-of-Life Vehicles in Mexico. *European Journal of Operational Research*. 196 (3), 930–939.
- (50.) Daaboul, J., Duigou, J. L., Penciu, D. C. & Eynard, B. (2014) Reverse logistics network design: a holistic life cycle approach. *Journal of Remanufacturing*. 4 (7), 1–15.
- (51.) Dajian, Z. (2008) Background, pattern and policy of China for developing circular economy. *Journal of Population, Resources and Environment*. 6 (4), 3–8.
- (52.) Datta, S., Samantra, C., Mahapatra, S., Mishra, G. & Majumdar, G. (2013) Appraisal and Selection of Third Party Logistics Service Providers in Fuzzy Environment. *Benchmarking: An International Journal*. 20 (4), 1463–5771.
- (53.) Daugherty, P.J., Richey, R. G., Genchev, S. E. & Chen, H. (2005) Reverse logistics: superior performance through focused resource commitments to information technology. *Transportation Research*. 41 (2), 77–92.
- (54.) DeLaurentis, D. & Ayyalasomayajula, S. (2009) Exploring the Synergy Between Industrial Ecology и System of Systems to Understn Complexity. A Case Study in Air Transportation. *Journal of Industrial Ecology*. 13 (2), 247–263.
- (55.) Demirel, N. Ö. & Gökçen, H. (2008) A mixed integer programming model for remanufacturing in reverse logistics environment. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 39 (11), 1197–1206.
- (56.) Dennis, A. & Wixom, B. H. (2003) *System Analysis & Design*. 2nd Ed. John Wiley & Sons, Inc.
- (57.) Denzin, N. K. & Lincoln, Y. S. (1994) *Handbook of qualitative research*. Thousand Oaks, CA, Sage.
- (58.) Dhouib, D. (2013) Fuzzy Macbeth Method to Analyze Alternatives in Automobile Tire Wastes Reverse Logistics. *International Conference Advanced Logistics and Transport (ICALT)*.
- (59.) Diaz, A. & Fu, M. (1997) Models for multi-echelon repairable item inventory systems with limited repair capacity. *European Journal of Operational Research*. 97 (3), 480–492.
- (60.) Dowlatshahi, S. (2000) Developing a theory of reverse logistics. *Interfaces*. 30 (3), 143–55.
- (61.) Dowlatshahi, S. (2005) A strategic framework for the design and implementation of remanufacturing operations in reverse logistics. *International Journal of Production Research*. 43 (16), 3455–3480.
- (62.) Dowlatshahi, S. (2010a) A cost-benefit analysis for the design and implementation of reverse logistics systems: case studies approach. *International Journal of Production Research*. 48 (5), 1361–1380.
- (63.) Dowlatshahi, S. (2010b) The role of transportation in the design и implementation of reverse logistics systems. *International Journal of Production Research*. 48 (14), 4199–4215.
- (64.) Du, F. & Evans, G. W. (2008) A bi-objective reverse logistics network analysis for post-sale service. *International Journal of Computers and Operations Research*. (34), 1–18.
- (65.) Du, H. A. & Xu, Y. (2012) Evaluation on the Talent's Ecological Environmental Competitiveness of Shijiazhuang Peninsula Blue Economic Zone. *IEEE 3rd International Conference*, 567–569.
- (66.) Dummies. (2016) How to define operations in your business plan. *Dummies.com*. Available from: <http://www.dummies.com/business/start-a-business/business-plans/how-to-define-operations-in-your-business-plan/> [Accessed 16th October 2016].
- (67.) Eadie, L. & Ghosh, T. K. (2011) Biomimicry in Textiles: Past, Present and Potential. An Overview. *Journal of the Royal Society. Interface*. 8, 761–775.
- (68.) Eilouti, B. H. (2012) Environmental Knowledge as Design Development Agent. *Systematics, Cybernetics and Informatics*. 10 (3), 111–121.
- (69.) Ekins, P. (1989) Renewable Resources — What are the Options? *Environmental conservation*. 16 (3), 209–216.
- (70.) El-Haggar, S. (2007) Sustainable industrial design and waste management: cradle-to-cradle for sustainable development. Amsterdam, Elsevier Academic Press.
- (71.) El-Haram, M. A. & Horner, M. (2002) Factors affecting housing maintenance cost. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. 8 (2), 115–123.

- (72.) El-Sayed, M., Afia, N. & El-Kharbotly, A. (2010) A stochastic model for forward–reverse logistics network design under risk. *Computers & Industrial Engineering*. 58 (3), 423–431.
- (73.) EMF - Ellen MacArthur Foundation. (2012) Towards the Circular Economy – economic and business rationale for an accelerated transition. Ellen MacArthur Foundation. Available from: <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/business/reports/ce2012>
- (74.) EMF - Ellen MacArthur Foundation. (2013) Towards the Circular Economy 1: Economic and business rationale for an accelerated transition. Ellen MacArthur Foundation. Available from: <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/business/reports/ce2012>
- (75.) EMF - Ellen MacArthur Foundation. (2015) Circular economy overview. Ellen MacArthur Foundation. Available from: <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/overview/principles> [Accessed 06th December 2013].
- (76.) ERN - European Remanufacturing Network. (2016) Map of Remanufacturing Business Model Landscape. ERN. Available from: <https://www.remanufacturing.eu/wp-content/uploads/2016/11/ERN-D-3-1-Map-of-Remanufacturing-Business-Model-Landscape.pdf> [Accessed 01st August 2016].
- (77.) Feng, Z. (2004) Circular economy overview (in Chinese). People’s Publishing House. Beijing, China.
- (78.) Flapper, S. (1995) On the Operational Logistics Aspects of Reuse. Second International Symposium on Logistics.
- (79.) Fleischmann, M., Bloemhof-Ruwaard, J., Dekker, R., Van der Laan, E., van Nunen, J. & van Wassenhove, L. N. (1997) Quantitative Models for Reverse Logistics: A Review. *European Journal of Operational Research*. 103 (1), 1–17.
- (80.) Fleischmann, M., Krikke, H. R., Dekker, R. & Flapper, S. D. P (2000) A characterisation of logistics networks for product recovery. *The International Journal of Management Science*. 28, 653–666.
- (81.) Fleischmann, M. (2001a) Quantitative Models for Reverse Logistics. *Lecture Notes in Economics и Mathematical Systems*. Berlin, Springer-Verlag.
- (82.) Fleischmann, M. (2001b) Reverse Logistics Network Structure and Design. Rotterdam, Erasmus Research Institute of Management (ERIM).
- (83.) Fleischmann, M., Beullens, P., Bloemhof-Ruwaard, J. & Van Wassenhove, L. (2001) The impact of product recovery on logistics network design. *Production and operations management*. 10 (2).
- (84.) Freiberger, S. (2007) Prüf- und Diagnostetechnologien zur Refabrikation von mechatronischen Systemen aus Fahrzeugen, Diss. Shaker Verlag, Aachen.
- (85.) Geng, Y. & Doberstein, B. (2008) Developing the circular economy in China: challenges and opportunities for achieving ‘leapfrog development. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*. 15 (3), 231–239.
- (86.) Geng, Y., Zhu, Q., Doberstein, B. & Fujita, T. (2009) Implementing China’s Circular Economy Concept at the Regional Level: A review of Progress in Dalian, China. *Waste Management*. 29 (2), 996–1002.
- (87.) Geng, Y., Fu, J., Sarkis, J. & Xue, B. (2012) Towards a national circular economy indicator system in China: an evaluation and critical analysis. *Journal of Cleaner Production*. 23 (1), 216–224.
- (88.) Gerner, S., Kobeissi, A., David, B., Binder, Z. & Descotes-Genon, B. (2005) Integrated approach for disassembly processes generation and recycling evaluation of an end-of-life product. *International Journal of Production Research*. 43 (1), 195–222.
- (89.) Ghodsypour, S. H. & O'Brien, C. (2001) The total cost of logistics in supplier selection, under conditions of multiple sourcing, multiple criteria and capacity constraint. *International Journal of Production Economics*. 73 (1), 15–27.
- (90.) González-García, S., Moreira, M. T., Dias, A. C. & Mola-Yudego, B. (2014) Cradle-to-gate Life Cycle Assessment of Forest Operations in Europe: Environmental and Energy Profiles. *Journal of Cleaner Production*. 66, 188–198.
- (91.) Gorry, G. A. & Morton, M. S. (1971) A Framework for Management Information systems. *Sloan Management Review*. 13 (1), 21–36.

- (92.) Govindan, K., Palaniappan, M., Zhu, Q. & Kannan, D. (2012) Analysis of third party reverse logistics provider using interpretive structural modelling. *International Journal of Production Economics* 140 (1), 204–211.
- (93.) Graedel, T. & Allenby, B. R. (1995) *Industrial Ecology*. Engelwood Cliffs, Prentice Hall.
- (94.) Green, K., Morton, B. & New, S. (1996) Purchasing and Environmental Management: Interaction, Policies and Opportunities. *Business Strategy and the Environment*. 5, 188–197.
- (95.) Guba, E.G. (1990) *The paradigm dialog*. Newbury Park, CA, Sage.
- (96.) Guba, E.G. & Lincoln, Y.S. (1994) *Competing paradigms in qualitative research: Hu book of Qualitative Research*. Thous and Oaks, CA, Sage.
- (97.) Guide, V. J., Jayaraman, V., Srivastava, R. & Benton, W. (2000) Supply-chain Management for Recoverable Manufacturing System. *Interfaces*. 30 (3), 125–142.
- (98.) Guide, V. J. & Van Wassenhove, L. (2001) Managing product returns for remanufacturing. *Production and operations management*, (10) 2, 142–155.
- (99.) Guide, V. J., Jayaraman, V. & Linton, J. D. (2003) Building contingency planning for closed-loop supply chains with product recovery. *Journal of Operations Management*. 21 (3), 259–279.
- (100.) Guide, J. V. & Li, J. (2010) The Potential for Cannibalization of New Products Sales by Remanufactured Products. *Decision Sciences*. 41 (3), 547-572.
- (101.) Gunasekaran, A., Patel, C. & McGaughey, R. (2004) A framework for supply chain performance measurement. *International Journal of Production Economics*. 87 (3), 333–347.
- (102.) Gungor, A. & Gupta, S. (1999) Issues in environmentally conscious manufacturing and product recovery: a survey. *Computers & Industrial Engineering*. 36 (4), 811–853.
- (103.) Harper, D. G. C. (1994) Some comments on the repeatability of measurements. *Ringing & Migration*. 15 (2), 84-90.
- (104.) Hart, C. (1998) *Doing a literature review: Releasing the social science research imagination*. London, Sage.
- (105.) Hazen, B., Cegielski, C. & Hanna, J. (2011) Diffusion of green supply chain management examining perceived quality of green reverse logistics. *The International Journal of Logistics Management*. 22 (3), 373–389.
- (106.) Hervani, A. A., Helms, M. M. & Sarkis, J. (2005) Performance Measurement for Green Supply Chain Management. *An International Journal*. 12 (4), 330–353.
- (107.) Heskett, J. (1976) *Marketing*. New York, Macmillan.
- (108.) Hill, T.J. (1987) Teaching and Research Directions in Production/Operations Management: The Manufacturing Sector. *International Journal of Operations & Production Management*. 7 (4), 5-12.
- (109.) Hill, C. E., Knox, S., Thompson, B. J., Williams, E. N., Hess, S. A. и Ladany, N. (2005) Consensual Qualitative Research: An Update. *Journal of Counselling Psychology*. 52 (2), 196-205.
- (110.) Holmberg, K. (1994) Solving the staircase cost facility location problem with decomposition and piecewise linearization. *European Journal of Operational Research*. 75 (1), 41–61.
- (111.) Holweg, M., Reichhart, A. & Hong, E. (2011) On risk and cost in global sourcing. *International Journal of Production Economics*. 131 (1), 333–341.
- (112.) Hongchun, Z. (2006). Circular economy in China and recommendations. *Ecological Economy*. 2, 102–114.
- (113.) Hopkinson, P. & Spicer, D. (2013) Remanufacturing – a proven business model for the circular economy. In: Webster, K., Blériot, J. & Johnson, C (eds.), *A New Dynamic Effective Business in a Circular Economy*. United Kingdom, Ellen MacArthur Foundation Publishing, pp. 158 –170.
- (114.) Horovitz, J. (1984) New Perspectives on Strategic Management. *The Journal of Business Strategy*. 4 (3), 19.
- (115.) Horvath, P.A., Autry, C. W. & Wilcox, W. E. (2005) Liquidity implications of reverse logistics for retailers. *Journal of Retailing*. 81 (3), 191–205.
- (116.) Hu, J., Xiao, Z., Zhou, R., Deng, W., Wang, M. & Ma, S. (2011) Ecological utilization of leather tannery waste with circular economy model. *Journal of Cleaner Production*. 9, 221–228.

- (117.) Huamao, X. & Fengqi, W. (2007) Circular economy development mode based on system theory. *Chinese Journal of Population Resources and Environment*. 5 (4), 92–96.
- (118.) Huber, J. (2000) Towards Industrial Ecology: Sustainable Development as a Concept of Ecological Modernization. *Journal of Environmental Policy & Planning*. 2 (4), 269–285.
- (119.) Husserl, E. (1970) *Trans D Carr Logical investigations L*. New York, Humanities Press.
- (120.) IBM. (2016) <https://www.ibm.com>. Available from: https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/SS5GME_7.5.1/com.ibm.acm.doc/plusawo/c_cannibalization_process.html [Accessed 06th October 2016].
- (121.) IMSA. (2013) *Unleashing the Power of the Circular Economy*. Amsterdam, IMSA.
- (122.) Istudor, I. & Duta, L. (2010) Web-Based Group Decision Support System: an Economic Application. *Informatica Economică*. 14 (1), 191–200.
- (123.) Jacobsson, N. (2000) Emerging product strategies-Selling services of remanufactured products Lund University, Lund, and Sweden. Licentiate dissertation, Lund University, Lund, Sweden. *The International Institute for Industrial Environmental Economics (IIIEE)*.
- (124.) Jawahir, I. & Bradley, R. (2016) Technological Elements of Circular Economy и the Principles of 6R-Based Closed-loop Material Flow in Sustainable Manufacturing. *13th Global Conference on Sustainable Manufacturing - Decoupling Growth from Resource Use*, Procedia CIRP.
- (125.) Johnson, J. C., Wood, D. F., Wardlow, D. & Murphy, P. R. (1999) *Contemporary Logistics*. 7 Ed. Prentice Hall.
- (126.) Jonker, J. & Pennink, B. (2010) *The Essence of Research Methodology: A Concise Guide for Master and PhD Students in Management Science*. Springer.
- (127.) Kamel, S. (1997) DSS to Support Socio-Economic Development in Egypt. *Proceedings of The Thirtieth Annual Hawaii International Conference on System Sciences*.
- (128.) Katayama, H. & Bennett, D. (1999) Agility, adaptability and eanness: A comparison of concepts и a study of practice. *International Journal of Production Economics*. (60 - 61), 43– 51.
- (129.) Keen, P. (1980) Adaptive Design for Decision Support Systems. *Data base*. 12 (1 and 2), 15-25.
- (130.) Keen, P. & Morton, M. (1978) *Decision Support Systems: An organizational Perspective*. Addison-Wesley.
- (131.) Kemmis, S. & Wilkinson, M. (1998) Participatory action research and the study of practice. In: Atweh, B., Kemmis, S. & Weeks, P. (eds.) *Action research in practice: Parthnerships for social justice in education*. New York, Routledge, pp. 21–36.
- (132.) Kerin, R. A., Harvey, M. G. & Rothe, J. T. (1978) Cannibalism and new product development. *Business Horizon*. 21 (5), 25–31.
- (133.) Kim, K., Song, I., Kim, J. & Jeong, B. (2006) Supply planning model for remanufacturing system in reverse logistics environment. *Computers & Industrial Engineering*. 51 (2), 279–287.
- (134.) King, A., Burgess, S., Ijomah, W. & McMahon, C. (2006) Reducing Waste: Repair, Recondition, Remanufacture or Recycle? *Sustainable Development*. 14 (4), 257–267.
- (135.) Kizilboga, G., Ми ил, G., Genevois, M. & Zwolinski, P. (2013) Remanufacturing network design modeling: A case of diesel particulate filter. *2nd International Through-life Engineering Services Conference*. 11, 163–168, Procedia CIRP.
- (136.) Kitchenham, B. & Charters, S. (2007) *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. Version 2.3*. School of Computer Science and Mathematics Keele University and Department of Computer Science University of Durham, UK.
- (137.) Klausner, M., Grimm, W. M. & Hendrickson, C. (1998) Reuse of Electric Motors in Consumer Products: Design and Analysis of an Electronic Data Log. *Journal of industrial Ecology*. 2 (2), 89-102.
- (138.) Kneese, A. V., Ayres, R. V. & D’Arge, R. C. (1970) *Economics and the Environment: a materials balance approach*. Baltimore, John Hopkins University Press.
- (139.) Kopicki, R. J., Berg, M. J., Legg, L., Dasappa, V. & Maggioni, C. (1993) *Reuse and Recycling: Reverse Logistics Opportunities*. Oak Brook, Council of Logistics Management.

- (140.) Krishnan, M.S. & Kellner, M. I. (1999) Measuring Process Consistency: Implications for Reducing Software Defects. *IEEE Transactions on software engineering*. 25 (6), 800-815.
- (141.) Kroon, L. & Vrijens, G. (1995) Returnable Containers: An example of reverse logistics. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. 25 (2), 56–68.
- (142.) Krumwiede, D. W. & Sheu, C. (2002) A Model for Reverse Logistics Entry by Third-party Providers. *International Journal of Management Science*. 30 (5), 325–333.
- (143.) Kumar, A., Veloz, C. & Rasjedin, R. (2011) Reverse Logistics: Implementation in the Industrial Sector of Ecuador. *Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*.
- (144.) Kvale, S. (2007) *Doing interviews*. Thousand Oaks, CA, Sage.
- (145.) Lacy, P. & Rutqvist, J. (2015) *Waste to wealth: the circular economy advantage*. New York, Palgrave Macmillan.
- (146.) Lambert, D. M. & Stock, J. R. (1987) *Strategic Physical Distribution Management*. Homewood, IL, Irwin.
- (147.) Lambert, D. M. & Stock, J. R. (1993) *Strategic Logistics Management*. 3rd Ed. The McGraw-Hill Companies, Inc.
- (148.) Lambert, S., Riopel, D. & Abdul-Kader, W. (2011) A reverse logistics decisions conceptual framework. *Computers & Industrial Engineering*. 61 (3), 561–581.
- (149.) Langevin, A. & Riopel, D. (2005) *Logistics Systems: Design and Optimization*. Springer.
- (150.) Langley, C. J. (1986) The Evolution of the Logistics Concept. *Journal of Business Logistics*. *Journal of Business Logistics*. 7 (2), 1–13.
- (151.) Lantz, E., H, M. & Wisner, R. (2012) The Past и Future Cost of Wind Energy. *World Renewable Energy Forum*. Denver, Colorado.
- (152.) Lavenstein, S. (1981) Organizing to develop effective strategy. *The journal of business strategy*. 1 (3), 70–73.
- (153.) Lee, D. & Dong, M. (2009) Dynamic network design for reverse logistics operations under uncertainty. *Transportation Research Part E*. 45 (1), 61–71.
- (154.) Leontief, W. (1928). The Economy as a Circular Flow. *Archiv fir Sozialwissenschaft und Sozialpolitik*. 60, 577–623.
- (155.) Li, W., Shen, W. & Chen, W. (2009) Research on Key Technologies of Knowledge-Based Engineering Decision Support System for Circular Economy. *Second Asia-Pacific Conference on Computational Intelligence and Industrial Applications*.
- (156.) Li, Y. & Ma, C. (2015) Circular economy of a papermaking park in China: a case study. *Journal of Cleaner Production*. 92, 65–74.
- (157.) Lincoln, Y. S. & Guba, E. G. (1985) *Naturalistic Inquiry*. California, Sage Publications Inc.
- (158.) Little, J. (1970). Models and Managers: The Concept of a Decision Calculus. *Management Science*. 16 (8), B-466-B-485.
- (159.) Liu, D., Li, H., Wang, W. & Dong, Y. (2012) Constructivism Scenario Evolutionary Analysis of Zero Emission Regional Planning: A case of Qaidam Circular Economy Pilot Area in China. *International Journal of Production Economics*. 140, 341–356.
- (160.) Lomax, W., Hammond, K., East, R. & Clemente, M. (1996) The measurement of cannibalization. *Marketing Intelligence & Planning*. 14 (7), 20–28.
- (161.) Lovins, A. B. (2013) A farewell to fossil fuels – answering the energy challenge. In: Webster, K., Blériot, J. & Johnson, C (eds.), *A New Dynamic Effective Business in a Circular Economy*. United Kingdom, Ellen MacArthur Foundation Publishing, pp. 61–74.
- (162.) Lu, Z. (2003) *Planification hierarchisee et optimisation des systemes logistiques avec flux inverses*. PhD thesis. Universite de Nantes.
- (163.) Lu, Z., & Bostel, N. (2007) A facility location model for logistics systems including reverse flows: The case of remanufacturing activities. *Computers & Operations Research*. 34 (2), 299–323.

- (164.) Lummus, R., Krumwiede, D. & Vokurka, R. (2001) The relationship of logistics to supply chain management: developing a common industry definition. *Industrial Management & Data Systems*. 101 (8), 426–432.
- (165.) Lund, R. (1983). *Remanufacturing: United States Experience u implications for developing nations*. Washington DC.
- (166.) Luttwak, E. (1971) *A dictionary of modern war*, Harper & row. New York, NY.
- (167.) Ma, S., Wen, Z., Chen, J. & Wen, Z. (2014) Mode of circular economy in China’s iron and steel industry: A case study in Wu’an city. *Journal of Cleaner Production*. 64, 505–512.
- (168.) Ma, S., Hu, S., Chen, D. & Zue, B. (2015) A case study of a phosphorus chemical firm's application of resource efficiency and eco-efficiency in industrial metabolism under circulareconomy. *Journal of Cleaner Production*. 87, 839–849.
- (169.) MacDonald, M. E. (1991) Integrate or Perish! *Traffic Management*. 30(10), 31–36.
- (170.) Marion, A. (2012) Chinese Eco-cities: the Implementation of a New Economic Model? Available from:<http://ecocitynotes.com/2012/06/chinese-eco-cities-new-economic-model/> [Accessed 20th November 2013].
- (171.) Martín-Palma, R. J. & Lakhtakia, A. (2013) Engineered Biomimicry for Harvesting Solar Energy: a Bird’s Eye View. *International Journal of Smart and Nano Materials*. 4 (2), 83–90.
- (172.) Mathews, J. A. & Tan, H. (2011) Progress toward a circular economy in China: the drivers (and inhibitors) of eco-industrial initiative. *Journal of industrial ecology*. 15 (3), 435–457.
- (173.) Maxwell, J.A. (1996) *Qualitative Research Design: An Interactive Approach*. Thous and Oaks, CA, Sage.
- (174.) MDBC. (2014) www.mdbc.com. Available from: <http://www.mdbc.com/cradle-to-cradle/c2c-framework/>. [Accessed 21th August 2004].
- (175.) Meade L. & Sarkis, J. (2002) A conceptual model for selecting and evaluating third-party reverse logistics providers. *Supply Chain Management: An International Journal*. 7 (5), 283–295.
- (176.) Meyer, H. (1999) Many Happy Returns. *Journal of Business Strategy*. 20 (4), 27–31.
- (177.) Min, H., Ko, C. & Ko, H. (2006) The spatial and temporal consolidation of returned products in a closed-loop supply chain network. *Journal of Computers & Industrial Engineering*. 51 (2), 309–320.
- (178.) Min, H. & Ko, H. (2008) The dynamic design of a reverse logistics network from the perspective of third-party logistics service providers. *International Journal Production Economics*. 113 (1), 176–192.
- (179.) Minner, S. (2001) Strategic Safety Stocks in Reverse Logistics Supply Chains. *International Journal of Production Economics*. 71 (1), 417–428.
- (180.) Moore, J. H. & Chang, M. G. (1980) Design of Decision Support Systems. *Data base* 12 (1-2), 8-14.
- (181.) Mulhall, D. & Braungart, M. (2013) Cradle to cradle: from recycling building components to up-cycling buidings. Adapting to accelerate building cycle. In: Webster, K., Blériot, J. & Johnson, C (eds.), *A New Dynamic Effective Business in a Circular Economy*. United Kingdom, Ellen MacArthur Foundation Publishing, pp. 76–86.
- (182.) Murphy, P. R. (1986) A Preliminary Study of Transportation and Warehousing Aspects of Reverse Distribution. *Transportation Journal*. 35 (4), 12–21.
- (183.) Murphy, P. & Poist, R. (1989) Management of Logistical Retromovements: An Empirical Analysis of Literature Suggestions. *Transportation Research Forum*. 29 (1), 177–184.
- (184.) Mutha, A. & Pokharel, S. (2009) Strategic network design for reverse logistics and remanufacturing using new и old product modules. *Computers & Industrial Engineering*. 56 (1), 334–346.
- (185.) Nargundkar, R. (2008) *Marketing Research: Text and Cases*. Tata McGraw-Hill Educational, pp. 39.
- (186.) O’Leary, P. & Tchobanoglous, G. (2002) Ни book of solid waste management. In: Tchobanoglous, G & Kreith, F. (eds.) *L filling*. New York: McGraw-Hill.
- (187.) Olesen, J., Gustavsson, A., Svensson, M., Wittchen, H.-U. & Jonsson, B. (2012) The economic cost of brain disorder in Europe. *European Journal of Neurology*. 19 (1), 155–162.

- (188.) Östlin, J., Sundin, E. & Björkman, M. (2008) Importance of closed-loop supplies chain relationships for product remanufacturing. *International Journal of Production Economics*. 115 (2), 336–348.
- (189.) Pan, S., Du, M. A., Huang, I., Liu, I., Chang, E. & Chiang, P. (2015) Strategies on implementation of waste-to-energy (WTE) supply chain for circular economy system: a review. *Journal of Cleaner Production*, 108, 409–421.
- (190.) Park, J., Sarkis, J. & Wu, Z. (2010) Creating integrated business and environmental value within the context of China’s circular economy and ecological modernization. *Journal of Cleaner Production*. 18, 1494–1501.
- (191.) Parker, D. (2007) An introduction to remanufacturing. Available from: http://www.remanufacturing.org.uk/pdf/reman_primer.pdf [Accessed 04th November 2015].
- (192.) Paul D. Larson, P. D. & Halldorsson, A. (2004) Logistics versus supply chain management: An international survey. *International Journal of Logistics: Research and Applications*. 7 (1).
- (193.) Pauli, G. (2010). The blue economy. Our Planet. *UNEP*. Available from: www.unep.org/ourplanet [Accessed 08th March 2014].
- (194.) Pearce, D. & Turner, R. K. (1990) *Economics of Natural Resources and the Environment*. London, Harvester Wheatsheaf.
- (195.) Petty, N. J., Thomson, O. P. & Stew, G. (2012) Ready for a paradigm shift? Part 2: Introducing qualitative research methodologies and methods. *Manual Therapy*. 17 (5), 378–384.
- (196.) Philips, D. & Burbules, N. (2000) *Postpositivism and educational research*. Lanham, MD, Rowman & Littlefield.
- (197.) Pinjing, H., Fan, L., Hua, Z. & Liming, S. (2013) Recent Developments in the Area of Waste as a Resource, with Particular Reference to the Circular Economy as a Guiding Principle. In: Hester, R. & Harrison, R (eds.), *Waste as a Resource*. The Royal Society of Chemistry, Environmental Science and Technology.
- (198.) Pintér, L. (2006) *Circular Economy in China: Moving from Rhetoric to Implementation*. The Environment and Social Development Sector Unit, East Asia and Pacific Region, the World Bank.
- (199.) Piplani, R., Vorasayan, J. & Saraswat, A. (2007). Optimizing the repair and refurbish networks for reverse logistics. *The 2nd International Conference on Operations and Supply Chain Management*. Bangkok, Thailand.
- (200.) Pishvae, M., Jolai, F. & Razmi, J. (2009) A stochastic optimization model for integrated forward/reverse logistics network design. *Journal of Manufacturing Systems*. 28 (4), 107–114.
- (201.) Platts, K. W. (1993). A Process Approach to Researching Manufacturing Strategy. *International Journal of Operations & Production Management*. 13 (8), 4–17.
- (202.) Pohlen, T. L. & Farris, M. T. (1992) Reverse Logistics in Plastics Recycling. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. 22 (7), 35–47.
- (203.) Pochampally, K. K. & Gupta, S. M. (2012) Use of linear physical programming and Bayesian updating for design issues in reverse logistics. *International Journal of Production Research*. 50 (5), 1349–1359.
- (204.) Preston, F. (2012) A Global Redesign? Shaping the circular economy. *Chathamhouse*. Available from: http://www.chathamhouse.org/sites/files/chathamhouse/public/Research/Energy,%20Environment%20и%20Development/bp0312_preston.pdf [Accessed 12th January 2013].
- (205.) Pulsifer, D. P. (2011) Mass Fabrication Technique for Polymeric Replicas of Arrays of Insect Corneas. *Bioinspiration & Biomimetics*. 5.
- (206.) Ragin, C. (1994) *Constructing social research*. Thousand Oaks, CA, Sage.
- (207.) Ralph, P. & W, Y. (2009) A Proposal for a Formal Definition of the Design Concept. In: Lyytinen, K., Loucopoulos, P., Mylopoulos, J. & Robinson, B (eds.) *Design Requirements Workshop, LNBP*. Springer 14, pp. 103–136.

- (208.) Ravi, V., Shankar, R. & Tiwari, M. K. (2005) Analyzing Alternatives in Reverse Logistics for End-of-Life Computers: ANP и Balanced Scorecard Approach. *Computers & Industrial Engineering*. 48 (2), 327–356.
- (209.) Ravi, V. & Shankar, R. (2005) Analysis of interactions among the barriers of reverse logistics. *Technological Forecasting and Social Change*. 72 (8), 1011–1029.
- (210.) Realf, M. J., Ammons, J. C. & Newton, D. J. (2004) Robust reverse production system design for carpet recycling. *IIE Transactions*. 36 (8), 767–776.
- (211.) Richey, R.G., Genchev, S. E. & Daugherty, P. J. (2005). The role of resource commitment and innovation in reverse logistics performance. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. 35 (3), 233 –257.
- (212.) Riopel, D., Langevin, A. & Campbell, J. (2005) Logistics systems: Design and optimization. In: Langevin, A. & Riopel, A (eds.), *The network of logistics decisions*. Springer.
- (213.) Ripanti, E., Tjahjono, B. & Fan, I. (2015) Circular Economy in Reverse Logistics: Relationships and Potential Applications in Product Remanufacturing. *20th Logistics Research Network (LRN) Conference*. Derby.
- (214.) Ripanti, E., Tjahjono, B. & Fan, I. (2016) Circular economy in reverse logistics: formulation and potential design in product refurbish. *Production and Operations Management Society (POMS) Conference*. Florida, USA.
- (215.) Robson, C. (2011) *Real world research*. 3rd Ed. Chichester, Wiley.
- (216.) Robson, C. & McCartan, K. (2016) *Real world research*. 4th Ed. Chichester, Wiley.
- (217.) Roghanian, E. & Pazhoheshfar, P. (2014) An optimization model for reverse logistics network under stochastic environment by using genetic algorithm. *Journal of Manufacturing Systems*. 3 (3), 348–356.
- (218.) Rogers, D. & Tibben-Lembke, R. S. (1999) *Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices*. Pittsburgh, RLEC Press.
- (219.) Rogers, D. S. & Tibben-Lembke, R. S. (2001) An Examination of Reverse Logistics Practices. *Journal of Business Logistics*. 22 (2), 129–48.
- (220.) Rosen, C. (2001) Ready for Returns? *Information Week*. 819, 22–24.
- (221.) Rubin, J. & Chisnell, D. (2008) *How to Plan, Design, and Conduct Effective Tests*. Indianapolis, Indiana, Wiley Publishing, Inc.
- (222.) Saaty, T. L. (2008) Decision Making with the Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Services Sciences*. 1 (1), 83–98.
- (223.) Salema, M., Barbosa-Povoa, A. P. & Novais, A. Q. (2007) An optimization Model for the Design of a Capacitated Multi-product Reverse Logistics Network with Uncertainty. *European Journal of Operational Research*. 179 (3), 1063–1077.
- (224.) Sargent, M. & Creehan, K. (1993) Managing the complexities of product proliferation. *Mercer Management Journal*. (1), 10.
- (225.) Sarkis, J. & Zhu, H. (2008) Information Technology and Systems in China's Circular Economy: Implications for Sustainability. *Journal of Systems and Information Technology*. 10 (3), 202–217.
- (226.) Saunders, M., Lewis, P. & Thornhill, A. (2012) *Research Methods for Business Students*. 6th Ed. Pearson Education Limited.
- (227.) Schlesinger, S., Crosbie, R., Gagne, R., Innis, G., Lalani, C., Loch, J. & Bartos, D. (1979) Terminology for Model Credibility. *Simulation*. 32 (3), 103–104.
- (228.) Schwartz, B. (2000) Reverse logistics strengthens supply chain. *Transportation and Distribution*. 41 (5), 95–100.
- (229.) Scott, J. (1990) *A Matter of Record, Documentary Sources in Social Research*, Cambridge, Polity Press.
- (230.) Sempels, C. (2013) Implementing a circular and performance economy through business model innovation. In: Webster, K., Blériot, J. & Johnson, C (eds.), *A New Dynamic Effective Business in a Circular Economy*. United Kingdom, Ellen MacArthur Foundation Publishing, pp. 144–156.

- (231.) Senthil, S., Srirangacharyulu, B. & Ramesh, A. (2014) A robust Hybrid Multi- criteria Decision Making Methodology for Contractor Evaluation and Selection in Third-party Reverse Logistics. *Expert Systems with Applications*.41 (1), 50–58.
- (232.) Sharma, A. & Mehrotra, A. (2007) Choosing an optimal channel mix in multichannel environments. *Industrial Marketing Management*.36 (1), 21–28.
- (233.) Simon, H. (1977) *The New Scientific of Management Decision*. Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall.
- (234.) Sprague, R. H. & Carlson, E. O. (1982) *Building Effective Decision Support Systems*. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall.
- (235.) Srivastava, S. K. & Srivastava, R. K. (2006) Managing Product Returns for Reverse Logistics. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. 36 (7), 524–546.
- (236.) Srivastava, S. K. (2007) Green Supply-chain Management: A State-of the-art Literature Review. *International Journal of Management Reviews*. 9 (1), 53–80.
- (237.) Srivastava, S. K. (2008) Network Design for Reverse Logistics. *International Journal of Management Science Omega*. 36 (4), 535–548.
- (238.) Stahel, W. & Reday-Mullvey, G. (1981) *Jobs for Tomorrow*. Vantage Press. New York, USA, [not available for checking].
- (239.) Stahel, W. R. (2013) The Business Angle of A Circular Economy: Higher Competitiveness, Higher Resource Security and Material Efficiency. In: Webster, K., Blériot, J. & Johnson, C (eds.), *A New Dynamic Effective Business in a Circular Economy*. United Kingdom, Ellen MacArthur Foundation Publishing, pp. 46 - 60.
- (240.) Stake, R. E. (1995) *The art of case study research*. London, Sage.
- (241.) Staude, G. (1987) The physical distribution concept as a philosophy of business. *International Journal of Physical Distribution & Materials Management*. 17 (6), 32–7.
- (242.) Stock, J. R. (1992) *Reverse Logistics*. Council of Logistics Management. Oak Brook, Council of Logistics Management.
- (243.) Stock, J. R. (1998) *Development and Implementation of Reverse Logistics Programs*. Oak Brook, Council of Logistics Management.
- (244.) Stock J.R. & Lambert D.M. (2001) *Strategic Logistics Management*. 4th Ed. Boston, Irwin/McGraw-Hill.
- (245.) Su, B., Heshmati, A., Geng, Y. & Yu, X. (2013) A review of the circular economy in China: moving from rhetoric to implementation. *Journal of Cleaner Production*. 42, 215–227.
- (246.) Sundin, E. & Bras, B. (2005). Making functional sales environmentally and economically beneficial through product remanufacturing. *Journal of Cleaner Production*. 13 (9), 913–925.
- (247.) Svitkina, Z. & Tardos, E. (2006) Facility Location with Hierarchical Facility Costs. SIAM.
- (248.) Smith, J. S. & Karwan, K. R. (2010) Empirical Profiles of Service Recovery Systems: The Maturity Perspective. *Journal of Service Research*. 13 (1), 111–125.
- (249.) Steinhilper, R. (1999) *Produktrecycling. Vielfachnutzung durch Mehrfachnutzung*. Fraunhofer IRB, Stuttgart.
- (250.) Taniguchi, E., Noritake, M., Yamada, T. & Izumitani, T. (1999) Optimal size and location planning of public logistics terminals. *Transportation Research Part E*. 35 (3), 207–222.
- (251.) Tarnaveanu, D. A. (2010). A Model of Decision Support System in Economy. *WSEAS Transactions on Business and Economics*.4 (7), 444–453.
- (252.) Tchobanoglous, G., Kreith, F. & Williams, M. (2002) Introduction. In: G. Tchobanoglous, & Kreith, F (eds.), *Handbook of solid waste management*. New York, McGraw-Hill, pp. 1.1–1.27.
- (253.) Thierry, M., Salomon, M., Nunen, J. V. & Van Wassenhove, L. (1995) Strategic issue in product recovery management. *California Management Review*. 37 (2), 114–135.
- (254.) Tian, J., Wang, Y., Li, H. & Wang, K. (2007) DSS Development and Applications in China”, *Decision Support Systems*. 42 (4), 2060–2077.
- (255.) Tibben-Lembke, R. (1998) The Impact of Reverse Logistics on the Total Cost of Ownership. *Journal of Marketing Theory and Practice*. 6 (4), 51–60.

- (256.) Tibben-Lembke, R. S. (2002) Life after death: reverse logistics and the product life cycle. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. 32 (3), 223–244.
- (257.) Tibben-Lembke, R. & Rogers, D. (2002) Differences between forward and reverse logistics in a retail environment. *Supply Chain Management: An International Journal*. 7 (5), 271–282.
- (258.) Tibbs, H. B. C. (1992) *Industrial ecology: An agenda for environmental management*. Pollution Prevention Review, Springer.
- (259.) Tseng, Y. & Yue, W. L. (2005) The Role of Transportation in Logistics Chain. *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*. 5, 1657–1672.
- (260.) Tuppen, C. (2013) White goods/washing machines: Business case study. In: Webster, K., Blériot, J. & Johnson, C (eds.), *A New Dynamic Effective Business in a Circular Economy*. United Kingdom, Ellen MacArthur Foundation Publishing, pp. 130–142.
- (261.) Turban, E. (1988) *Decision Supportt and Expert Systems*. London, Collier Macmillan Publishers.
- (262.) Turban, E. & Aronson, J. E. (1998) *Decision Support Systems and Intelligent Systems*. 5th Ed. Prentice-Hall, Inc.
- (263.) Turban, E. & Aronson, J. E. (2001) *Decision Support Systems and Intelligent Systems*. 6th Ed. Prentice-Hall, Inc.
- (264.) Turner, J. R. (1993) Integrated supply chain management: What’s wrong with this picture? *Industrial Engineering*. 25 (12), 52–55.
- (265.) Turner, D. W. (2010) Qualitative Interview Design: A Practical Guide for Novice Investigators. *The Qualitative Report*. 15 (3), 754–760.
- (266.) UNEP-United Nation Environment Programme. (2015) UNEP. Available from: <http://www.unep.org/resourceefficiency/Home/Policy/SCPPolicies> the10YFP/NationalActionPlansPovertyAlleviation/NationalActionPlans/Cir [Accessed 5th October 2015].
- (267.) Vorasayan, J. & Ryan, S. M. (2006) Optimal Price and Quantity of Refurbished Products. *Production and Operations Management* 15 (3), 369–383.
- (268.) Wadhwa, S., Madaan, J. & Chan, F. (2009) Flexible Decision Modeling of Reverse Logistics System: A Value Adding MCDM Approach for Alternative Selection. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*. 25 (2), 460–469.
- (269.) Walther, G. & Spengler, T. (2005) Impact of WEEE-directive on Reverse Logistics in Germany. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. 35(5), 337-361.
- (270.) Wang, C., Even Jr, J. C. & Adams, S. K. (1995) A mixed-integer linear model for optimal processing and transport of secondary materials. *Resources, Conservation and Recycling*. 15 (1), 65–78.
- (271.) Webster, K., Blériot, J. & Johnson, C. (2013) *A New Dynamic Effective Business in a Circular Economy*. United Kingdom, Ellen MacArthur Foundation Publishing.
- (272.) Webster, K. (2015) *The circular economy a wealth of flows*. UK, Ellen MacArthur Foundation Publishing.
- (273.) White, D. & Naghibi, M. (1998) What’s the difference between refurbished and used equipment? *Evaluation Engineering*. 37 (2), 40–41.
- (274.) White, C. Masanet, E., Rosenc, C. M. & Beckman, S. L. (2003) Product recovery with some byte: an overview of management challenges and environmental consequences in reverse manufacturing for the computer industry. *Journal of Cleaner Production*. 11, 445–458.
- (275.) Wiard, M. & Sopko, E. (1989) *Recycling Basics*. Ohio, Department of Litter Prevention, Department of Natural Resources.
- (276.) Wilson, B. (1990) *Systems: Concepts, methodologies, and applications*. John Wiley & Sons Ltd.
- (277.) Wilson, S. (2001) What is an Indigenous Research methodology. *Canadian Journal of Native Education*. 25 (2), 175–179.
- (278.) Wilson, C. (2013) *Interview Techniques for UX Practitioners: A user-centred design method*. Morgan Kaufmann.

- (279.) Wolf, A. M. & Colditz, G. A. (1998) Current Estimates of the Economic Cost of the Economic Cost of Obesity in the United States. *Obesity Research*. 6 (2).
- (280.) Xiangru, M. & Wei, S. (2009) Construction of Third-Party Reverse Logistics About Electronics Enterprise Based on Circular Economy. *IITA International Conference on Services Science, Management and Engineering*, 213–216.
- (281.) Xiuquan, W., Xiaoliu, S. & Zhongfu, T. (2009) Building a Web-based Decision Support System for Sustainable Development of Energy, Economy and Environment. *International Conference on Signal Processing Systems*. 81–84.
- (282.) Xuan, L., Baotong, D. & Hua, Y. (2011) The Research based on the 3-R Principle of Agro-circular. *IACEED. Energy Procedia*.5, 1399–1404.
- (283.) Yang, H. (2011) Research on the construction and management of green supply chain based on circular economy. *International Conference on Business Management and Electronic Information (BMEI)*.
- (284.) Yin, R. K. (2003) *Case study research: design and methods*. London, Sage.
- (285.) Ying, J. & Li-jun, Z. (2012) Study on Green Supply Chain Management Based on Circular. 2012 *International Conference on Solid State Devices and Materials Science. Physics Procedia*. 25, 1682–1688.
- (286.) Yong, R. (2007). The circular economy in China. *Journal Mater Cycles Waste Management*. 9 (2), 21–129.
- (287.) Yuan, Z., Bi, J. & Moriguichi, Y. (2006). The circular economy: a new development strategy in China. *Journal of Industrial Ecology*. 10 (1-2), 4–8.
- (288.) Zheng, J. & Zheng, C. (2013) Research on a circular economy index system frame of manufacturing industrial Chain. *International Asia Conference on Industrial Engineering and Management Innovation*. Germany.
- (289.) Zhijun, F. & Nailing, Y. (2007) Putting a Circular Economy into Practice in China. *Sustain Science*. 2 (1), 95–101.
- (290.) Zhou, C. & Zhang, P. (2007) Research on Reverse Logistics System Base on Circular Economy. *International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing*.
- (291.) Zhu, Q., Geng, Y. & Lai, K. (2010) Circular Economy Practices among Chinese Manufacturers Varying in Environmental-oriented Supply Chain Cooperation и the Performance implications. *Journal of Environmental Management*. 91 (6), 1324–1331.
- (292.) Zikopoulos, C. & Tagaras, J. (2007) Impact of uncertainty in the quality of returns on the profitability of a single-period refurbishing operation. *European Journal of Operational Research*. 182 (1), 205–225.

ПРИЛОЗИ 1.

Слика 1. Обем на истражување	15
Слика 2. Организација на тезата	17
Слика 3. Интегриран синџир на снабдување (Thierry и сор., 1995)	26
Слика 4. Основен дијаграм на проток на повратни логистички активности (Krumwiede и Sheu, 2002)	26
Слика 5. Структурна мрежа на Реверзибилната логистика (Fleischmann, 2001).....	37
Слика 6. Рамка на интегрирани логистички системи (Bostel и сор., 2005).....	38
Слика 7. Кружен модел на економијата (Екинс, 1989)	39
Слика 8. Циркуларна економија (Pearse и Turner, 1990).....	40
Слика 9.Преглед на Циркуларна економија (EMF, 2015).....	41
Слика 10. Интегриран протокол за реверзибилната логистика	49
Слика 11.Пример за процес на поправка.....	52
Слика 12. Пример на процес на реновирање-реконструкција	53
Слика 13.Пример на процес на преработка Слика 14.Пример за процес на канибализација.	55
Слика 15. Модел на линеарната економија	57
Слика 16.Чекори на циркуларниот производ.....	61
Слика 17.Циркуларна економија според Ellen MacArthur Foundation, 2013	72
Слика 18. Облик на пелети изработени од струганици од дрво.....	75
Слика 19. Типичен процесен дијаграм за дрвени пелети.	77
Слика 20. Купишта од влажна струготина (лево), сува струготина (средина) и дрвени пелети (десно).....	78
Слика 21. Производство на дрвени пелети	79
Слика 22. Учество на бројот на домаќинства во вкупниот број на домаќинства според енергентот потрошен како основен вид на греење.....	92
Слика 23. Инфра-црвена слика на еден куп топчиња од дрвен гориво што гори во десна рака	93
Слика 24. Вкупна сеча на шумите во Македонија преставено во илјади m^3	98
Слика 25. Исечена дрвна маса според видовите дрвја, прво тримесечје од 2018 година	101
Слика 26. Лозови насади	104
Слика 27. Лого на производ	107
Слика 28. Типичен процесен дијаграм на дрвена табла.	108
Слика 29. Завршен дрвен намештај.....	109
Слика 30. Отпади произведени при обработка на MDF И парчиња при преработка на намештај.	110
Слика 31. Мали дрвени парчиња останати после сечење на поголеми парчиња.	110
Слика 32. Уسوени методи за користење на отпади.	111
Слика 33. Отпад при преработка на намештај	112
Слика 34.Производни активности на преработка на дрвени пелети	113
Слика 35. Производни активности на преработка	114
Слика 36.Производни активности на преработка (рационална шема) според принципите на СЕ	117
Слика 37.Производни активности на преработка според принципите на СЕ.....	120
Слика 38. Лого на производ	121
Слика 39.Цели на Циркуларна економија во снабдувачки синџир на палети	123

Слика 40. Процеси при производство на дрвени палети	125
Слика 41. Отпад при преработка на дрвени палети	127
Слика 42. Реновирање на производот	128
Слика 43. Реновиран производ (рационална шема) по усвојувањето на СЕ принципите.....	130
Слика 44. Реновиран производ (стандардна или искуствена шема) по усвојувањето на СЕ принципите	131
Слика 45. Набљудувани и латентни варијабли.....	163
Слика 46. Егзогени и ендогени латентни варијабли	163
Слика 47. Едноставен дијаграм на патеки	165
Слика 48. Мерен модел.....	166
Слика 49. Структурен модел.....	166
Слика 50. Структурни и мерни модели	166
Слика 51. Графички излез на АМОС.....	173
Слика 52. Графички излез на АМОС.....	189

ПРИЛОЗИ 2.

Табела 1. Стратегија за преглед на литературата	19
Табела 2. Идентификација на дефинициите за реверзибилна логистика	24
Табела 3. Споредба на опции за обновување на производ (Thierry и сор., 1995)	28
Табела 4. Разлики помеѓу напредната и реверзибилна логистика (Tibben-Lembke и Rogers, 2002)	34
Табела 5. Активности на реверзибилната логистика ((Rogers и Tibben-Lembke (1998)))	50
Табела 6. Основни карактеристики на пелетите од дрво и нивна споредба	76
Табела 7. Потребна количина на дрвен остаток за производство на 1т пелети зависно од видот дрво	76
Табела 8. Потребна количина на дрвен остаток за производство на 1 т пелети зависно од влагата.....	77
Табела 9. Број на активни деловни субјекти во периодот 2010-2015 година	98
Табела 10. Земјоделска површина во Македонија од страна на категорија на употреба (2004-2014) (во илјади хектари)	103
Табела 11. Приказ на категорија на возраст и процент на испитаници по категорија.	140
Табела 12. Категорија пол и процент на испитаници.	140
Табела 13. Категорија работен статус и процен на испитаници	140
Табела 14. Степен на образование и процент на испитаници.....	140
Табела 15. Сумирани прашања во Прашалникот.....	140
Табела 16. Сумирани искази од испитаници	141
Табела 17. Сумирани искази од испитаници по четирите категории ($N_1 - N_4$).....	147
Табела 18. Пресметка за Пирсонов тест (χ^2)	148
Табела 19. Областа за дистрибуција Пирсинов тест(χ^2) десно од критична вредност.....	149
Табела 20. Коефициент на контингенција (C)	149
Табела 21. Хипотеза 1	150
Табела 22. Хипотеза 2	151
Табела 23. Хипотеза 3	151

Табела 24. Хипотеза 4	152
Табела 25. Хипотеза 5	152
Табела 26. Хипотеза 6	153
Табела 27. Хипотеза 7	153
Табела 28. Хипотеза 8	154
Табела 29. Хипотеза 9	154
Табела 30. Хипотеза 10	155
Табела 31. Хипотеза 11	155
Табела 32. Хипотеза 12	156
Табела 33. Хипотеза 13	156
Табела 34. Хипотеза 14	157
Табела 35. Хипотеза 15	157
Табела 36. Хипотеза 16	158
Табела 37. Резиме на обработка на случај	158
Табела 38. Статистичка доверливост	159
Табела 39. Дискриптивна статистика	159
Табела 40. Вкупни статистички ставки	159
Табела 41. Скала на статистика	159
Табела 42. Меѓу-ставки на корелациона матрица	160
Табела 43. Ставки на вкупна статистика	161
Табела 44. Компоненти на матрицата ^a	161
Табела 45. <i>Symbol used in AMOS</i>	164
Табела 46. Сумирани искази од испитаници по две категории N_1 и N_3	173
Табела 47. Матрица на проценките за варијанс-коваријанс (стандарден модел)	186
Табела 48. Корелации на проценките (Стандарден модел)	187
Табела 49. Критички коефициенти за разликите помеѓу параметрите (Стандарден модел)	188