

**УНИВЕРЗИТЕТ ПРИВРЕДНА АКАДЕМИЈА
У НОВОМ САДУ**

**ФАКУЛТЕТ ЗА ЕКОНОМИЈУ И ИНЖЕЊЕРСКИ МЕНАѢМЕНТ
У НОВОМ САДУ**



**МОДЕЛ ОДРЖИВОГ УПРАВЉАЊА ЕЛЕКТРИЧНИМ И
ЕЛЕКТРОНСКИМ ОТПАДОМ У СРБИЈИ**

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

Ментор:

Проф. др Ненад Ч. Бојат

Кандидат:

Маст. инж. Драган Вучковић

Нови Сад, 2019.

УНИВЕРЗИТЕТ ПРИВРЕДНА АКАДЕМИЈА У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ЗА ЕКОНОМИЈУ И ИНЖЕЊЕРСКИ МЕНАѢМЕНТ У
НОВОМ САДУ

КЉУЧНИ ПОДАЦИ О ЗАВРШНОМ РАДУ

Врста рада:	Докторска дисертација
Име и презиме аутора:	Драган Вучковић
Ментор (титула, име, презиме, звање, институција)	Др Ненад Ч. Бојат, редовни професор, Факултет за економију и инжењерски менаѢмент у Новом Саду, Универзитет Привредна академија у Новом Саду.
Наслов рада:	Модел одрживог управљања електричним и електронским отпадом у Србији
Језик публикације (писмо):	Српски језик (Ћирилица)
Физички опис рада:	Унети број: Страница – 205 Поглавља – 8 Референци – 164 Табела – 4 Слика – 10 Графикона – 0 Прилога – 3
Научна област:	Науке о заштити животне средине и заштите на раду
Предметна одредница, кључне речи:	Електрични и електронски отпад (Е-отпад), Одрживо управљање е-отпадом, Заштита животне средине, Србија

<p>Извод (апстракт или резиме) на језику завршног рада:</p>	<p>Око 45 милиона тона електричног и електронског отпада (Отпад од електричне и електронске опреме = <i>Waste electrical and electronic equipment, WEEE</i>), односно е-отпада, производи се у свету на годишњем нивоу. Уколико није саниран/третиран према прописима, е-отпад предстаља озбиљну претњу здрављу људи и квалитету животне средине, због свог сложеног хемијског састава. Е-отпад најчешће садржи читаву палету штетних хемикалија/супстанци, као што су жива, олово, кадмијум, никл, антимон, арсен и хром, као и бројна друга штетна органска једињења, попут полихлорованих бифенила, хлорфлуороугљеника и полицикличних ароматичних угљоводоника. Сходно томе, е-отпад се сматра токсичним за људе и животну средину. У економски и технолошки најразвијенијим државама света, интегрисано управљање овом врстом отпада обично је добро успостављено. Сваки ефикасан систем интегрисаног управљања е-отпадом подразумева једновремену примену бар неколико технолошких/методолошких приступа овој врсти отпада: контролисано одлагање и депоновање е-отпада, смањење његовог генерисања „на извору“, његову поновну употребу и рециклажу и др., а све у циљу смањивања ризика од штетног дејства е-отпада на здравље људи и квалитет животне средине. У економски и технолошки слабије развијеним државама пракса је другачија а веома озбиљни проблеми у вези са е-отпадом су чести и најчешће подразумевају његово неконтролисано одлагање и/или депоновање, као и илегалну и у техничко-технолошком смислу неадекватну рециклажу. Проблем са е-отпадом све је актуелнији пре свега због чињенице да је у питању фракција/ток отпада са највећом годишњом стопом раста од чак 3-5%. За решавање проблема е-отпада усвојени су бројни међународни прописи. <i>Директива 2012/19/ЕУ Европског парламента и Савета о отпаду од електричне и електронске</i></p>
---	--

опреме (*EU WEEE Directive*) и Директива 2011/65/EУ Европског парламента и Савета о ограничењу коришћења одређених опасних/штетних супстанци у електричној и електронској опреми (*EU RoHS 2 Directive*) вероватно су најрелевантнији примери оваквих настојања. Да би се смањили проблеми у управљању е-отпадом спроводе се бројна и опсежна истраживања ове проблематике у оквиру националних и међународних пројеката. До сада је конципирано неколико алата који се примењују у управљању е-отпадом, укључујући *LCA (Life Cycle Assessment)*, *MFA (Material Flow Analysis)*, *MCA (Multi Criteria Analysis)* и *EPR (Extended Producer Responsibility)*. Сматра се да ови алати у комбинацији са постојећим законима у сектору управљања е-отпадом, могу да побољшају санацију/третман е-отпада широм света, као и да допринесу повећању обима његове поновне употребе/рециклаже, смањујући на тај начин негативан утицај е-отпада на јавно здравље и животну средину. Чињеница је да полимери, керамика и метали, добијени рециклажом е-отпада, имају сасвим извесну економску вредност на тржишту секундарних сировина. Штампане плоче (*Printed Circuit Boards, PCBs*), које се уграђују практично у сваки е-уређај, у фокусу су компанија које се баве рециклажом е-отпада, јер садрже бакар и племените метале (злато, сребро, паладијум, итд.). Напредак остварен у техничком дизајну е-уређаја и развоју технологија намењених њиховој рециклажи, посебно током последње деценије, учинили су рециклажу е-отпада веома профитабилном. Штавише, тржиште рециклаже е-отпада сматра се кључним фактором у обезбеђивању ретких и скупоцених материјала/супстанци/секундарних сировина. И поред ове чињенице, бројни изазови/проблеми још увек су присутни у готово свим аспектима управљања е-отпадом, укључујући неспремност потрошача да врате искоришћене е-уређаје (или да

плате за њихово одлагање), недостатак свести о потенцијалним опасностима од е-отпада међу његовим сакупљачима и рециклерима, недостатак средства и инвестиција за финансирање истраживања намењених побољшавању технологија/методологија рециклаже е-отпада, одсуство инфраструктуре за рециклажу, итд. У систему управљања е-отпадом у Србији уочени су слични проблеми. Према наводима *Глобалног извештаја о мониторингу е-отпада за 2017. годину (Global E-Waste Monitor 2017 Report)*, у Србији је током 2016. године генерисана 51 килотона е-отпада. Нажалост, само мала количина овог отпада правилно се санира/третира у Србији, његовим организованим сакупљањем, рециклажом, итд. Најчешће примењиване методе санације/третирања е-отпада у Србији и даље су инцинерација и затрпавање е-отпада у тело депонија. Иако је у Србији постигнут одређени напредак у систему управљања е-отпадом, неопходна су додатна побољшања овог система, како би се задржао/обезбедио позитиван тренд. Циљ овог рада/докторске дисертације отуда је да анализира институционални и правни оквир Републике Србије у сектору управљања е-отпадом и да понуди смернице/препоруче за креирање једног новог и функционалног система/модела за одрживо управљање е-отпадом у Србији. Анализирана су такође и искуства и примери добре праксе у сектору одрживог управљања е-отпадом пре свега у државама Европске уније у настојању да се утврди под којим условима и на који начин би се ова позитивна искуства и примери добре праксе могли имплементирати у сектору управљања е-отпадом у Србији. На основу поменутих анализа сачињене су смернице/препоруче на основу којих је креиран модеран и ефикасан интегрисани модел одрживог управљања е-отпадом у Србији. Предложени модел подразумева формалнију и ригорознију контролу физичких/правних лица и предузетника,

	<p>који учествују у сакупљају и рециклажи е-отпада у Србији, као и доследну контролу производње, дистрибуције, увоза и извоза електричних и електронских уређаја (<i>Electrical and electronic equipment, EEE</i>). Улога јавно-приватног партнерства игра такође значајну улогу у овом моделу. Приватни сектор и јавни сектор (националне/покрајинске/локалне власти) морају блиско да сарађују како би се остварили општи циљеви предложеног модела и побољшало управљање е-отпадом у Србији. Власт на свим нивоима мора да укључује приватни сектор у развој потребне инфраструктуре, како би се постојећи проблеми са е-отпадом могли претворити у (пословну) прилику. Едукација људи о томе како рециклирати, поново користити и одлагати е-уређаје, такође на свим нивоима, осим што ће их учинити одговорнијима према животној средини, побудиће интерес о томе како да се њихове заједнице заштите од негативних утицаја е-отпада на јавно здравље и квалитет животне средине. Као потенцијални носилац ових активности мапиране су бројне еколошке невладине организације са седиштем на територији Републике Србије. Формирање еколошке свести и индукција позитивних промена у понашању предуслов су да се постане еколошки одговоран грађанин и грађанка, трајно опредељен за одрживо коришћење (лимитираних) природних ресурса и имплементацију концепта одрживости и зелене економије у сектору управљања е-отпадом у Србији.</p>
<p>Датум одбране: (Попуњава накнадно одговарајућа служба)</p>	
<p>Члан. комисије: (титула, име, презиме, звање, институција)</p>	<p>Председник: Др Марко Царић, редовни професор, Факултет за економију и инжењерски менаџмент у Новом Саду, Универзитет Привредна академија у Новом Саду;</p>

	<p>Члан: Др Петар Спалевић, редовни професор, Факултет техничких наука, Универзитет у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици;</p> <p>Члан: Др Ненад Ч. Бојат, редовни професор, Факултет за економију и инжењерски менаџмент у Новом Саду, Универзитет Привредна академија у Новом Саду.</p>
Напомена:	<p>Аутор докторске дисертације потписао је следеће изјаве: (1) Изјава о ауторству; (2) Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада; и (3) Изјава о коришћењу. Ове изјаве се чувају на факултету у штампаном и електронском облику.</p>
УДК:	<p>628.477:621.38 502:628.477 502.131.1</p>

UNIVERSITY BUSINESS ACADEMY IN NOVI SAD
FACULTY OF ECONOMICS AND ENGINEERING MANAGEMENT IN
NOVI SAD

KEY WORD DOCUMENTATION

Document type:	Doctoral dissertation
Author:	Dragan Vučković
Mentor (title, first name, last name, position, institution)	Nenad Č. Bojat, Ph.D., Professor, Faculty of Economics and Engineering Management in Novi Sad, University Business Academy in Novi Sad.
Title:	A Model for Sustainable Electrical and Electronic Waste Management in Serbia
Language of text (script):	Serbian language (Cyrillic Script)
Physical description:	Number of: Pages – 205 Chapters – 8 References – 164 Tables – 4 Illustrations – 10 Graphs – 0 Appendices – 3
Scientific field:	Environmental Protection and Occupational Health and Safety Sciences
Subject, Key words:	Electrical and Electronic Waste (WEEE), Sustainable WEEE Management, Environmental Protection, Serbia

<p>Abstract (or resume) in the language of the text:</p>	<p>About 45 million tons of electrical and electronic waste (also referred as waste electrical and electronic equipment, WEEE) is generated every year worldwide. If not properly treated WEEE may become significant threat to human health and the environment due to its complex chemical composition. It often contains a mixture of hazardous chemicals, such as mercury, lead, cadmium, nickel, antimony, arsenic and chromium, in addition to such organic compounds as polychlorinated biphenyls, chlorofluorocarbons and polycyclic aromatic hydrocarbons, among others. Therefore, WEEE is considered toxic to human health and to the environment. In economically and technologically most developed countries in the world an integrated WEEE management is usually well established. An effective integrated WEEE management employs several WEEE control and disposal methods such as source reduction, recycling, re-use, land filling and the like, all aiming to minimize the adverse health risk and potential environmental impacts. The situation in less economically and technologically developed countries is often entirely the contrary. In their societies, serious problems regarding uncontrolled WEEE dumping/landfilling and illegal and technologically inadequate WEEE recycling are frequently reported. In addition, WEEE represents waste stream with the highest growth rate per year of fantastic 3-5%. Different directives were adopted during the years to solve mentioned WEEE problems. The WEEE Directive (Directive 2012/19/EU) and the RoHS 2 Directive (Directive 2011/65/EU) are the most relevant examples. Extensive research is also undertaken in order to mitigate problems with WEEE management at both national and international levels. Several tools have been developed and applied to WEEE management, including LCA (Life Cycle Assessment), MFA (Material Flow Analysis), MCA (Multi Criteria Analysis), and EPR (Extended Producer Responsibility). These tools in combination with the existing laws are considered to be able to improve disposal of WEEE worldwide,</p>
--	--

increasing the reuse of certain materials and reduce negative impact of WEEE on public health and the environment. In fact, polymers, ceramics and metals can be recovered from WEEE and they have certain economic value. Printed circuit boards (PCBs), present in all types of electronic equipment, are of major interest because they are considered secondary raw materials that are rich in copper and precious metals such as gold, silver, palladium, etc. In the last decade, advances in product design and recycling technologies have allowed for very profitable WEEE recycling. Furthermore, the WEEE recycling market is considered as one of the key industries able to close the materials loop. In addition, there are still many challenges in all the aspects of proposed WEEE management at the time, including the unwillingness of consumers to return and pay for disposal of used EEE, lack of awareness of the potential hazards of WEEE among collectors and recyclers, lack of funds and investment to finance research and improvements in technologies of WEEE recycling, the absence of recycling infrastructure, etc. Serbia faces similar challenges in WEEE management. In 2016 about 51,000 metric tonnes of WEEE was generated in Serbia according to the *Global E-Waste Monitor 2017 Report*. Unfortunately, only a small fraction of this waste is properly disposed (e.g., collected and recycled). So far the most common treatment methods in Serbia for WEEE have been incineration and landfilling. Even though some progress in WEEE management in Serbia has been made, further improvements are necessary to maintain the momentum. Thus, the objective of this work/doctoral dissertation is to analyse institutional and legal framework of the Republic of Serbia in the sector of WEEE management and to offer guidelines/recommendations for systemic design of one new and effective sustainable system/model for WEEE management in Serbia. This study especially focuses on experiences/best practices in this sector particularly in the countries of European Union aiming to determine under which conditions and

	<p>in what way they can be implemented in Serbian WEEE management sector. On the basis of the mentioned analyses, guidelines/recommendations have been made which are intended to help creating modern and effective model for integrated/sustainable WEEE management in Serbia. The proposed model implies more formal and rigorous control of the regulatory authority over the Serbian WEEE collectors, traders, recyclers, manufacturers and importers-exporters of electrical and electronic equipment (EEE). The role of public private partnership plays also significant role in this model. The private sector and public sector (national/provincial/local governments) must work closely in order to improve overall model objectives and improve WEEE management in Serbia. Governments require the assistance from the private sector to develop proper infrastructure to turn the growing WEEE problem into an opportunity. Educating people about how to recycle, reuse, and dispose EEE, at all levels, will teach them how to behave more responsibly towards the environment and how to protect their communities from adverse health effects of WEEE and its environmental impact. The numerous environmental NGOs in Serbia have been seen as potential coordinator of these activities. Generating greater environmental awareness and influencing positive behavioural changes is a good way to become more resource efficient and open for implementation of the sustainability and green economy concepts in the WEEE management in Serbia.</p>
<p>Defended: (The faculty service fills later.)</p>	

<p>Thesis Board: (title, first name, last name, position, institution)</p>	<p>President: Marko Carić, Ph.D., Professor, Faculty of Economics and Engineering Management in Novi Sad, University Business Academy in Novi Sad;</p> <p>Member: Petar Spalević, Ph.D., Professor, Faculty of Technical Sciences, University of Priština in Kosovska Mitrovica;</p> <p>Member: Nenad Č. Bojat, Ph.D., Professor, Faculty of Economics and Engineering Management in Novi Sad, University Business Academy in Novi Sad.</p>
<p>Note:</p>	<p>The author of doctoral dissertation has signed the following statements: (1) Statement on the authority; (2) Statement that the printed and e-version of doctoral dissertation are identical; and (3) Statement on copyright licenses. The paper and e-versions of statements are held at the faculty.</p>
<p>UDC:</p>	<p>628.477:621.38 502:628.477 502.131.1</p>

САДРЖАЈ

1. УВОД.....	1
2. ДЕФИНИЦИЈА И КЛАСИФИКАЦИЈА ЕЛЕКТРИЧНОГ И ЕЛЕКТРОСКОГ ОТПАДА (Е-ОТПАДА)	6
2.1. Класификација е-отпада	9
2.2. Европски списак отпада	13
2.3. Смернице за прикупљање статистичких података о е-отпаду	166
2.4. Математичке законитости прорачуна прикупљеног е-отпада.....	20
2.5. Увоз и извоз е-отпада	31
2.6. Алати за израчунавање <i>PPT</i> произведеног е-отпада	33
2.7. Одрђивање количине е-отпада.....	36
2.8. Количине е-отпада у свету	41
3. ВРСТЕ И САСТАВНИ ЕЛЕМЕНТИ ЕЛЕКТРИЧНИХ И ЕЛЕКТРОНСКИХ УРЕЂАЈА (Е-УРЕЂАЈА).....	43
3.1. Врсте и саставни материјали батерија	44
3.2. Процес израде и саставни материјали штампаних плоча	50
3.2.1. Подлога штампаних плоча	Error! Bookmark not defined.
3.2.2. Спојнице и штоп лак.....	56
3.2.3. Израда цртежа штампаног кола и преношење цртежа на плочу..	58
3.2.4. Нагризање бакра.....	61
3.3. Електрични уређаји који у свом саставу поседују гас	64
3.3.1. Саставни делови уређаја.....	65
3.3.2. Расхладни флуиди.....	711
4. МЕТОДЕ РЕЦИКЛАЖЕ Е-УРЕЂАЈА	733
4.1. Методе рециклаже батерија	744
4.2. Методе рециклаже екрана	78

4.2.1. Анализа тренутних сценарија рециклаже екрана.....	81
1	
4.2.2. Могући сценарији третмана е-отпада у будућности	833
4.2.3. Детаљна анализа процеса демонтаже електронских дисплеја ..	866
4.2.4. Разматрање потенцијалних мера еколошког дизајна које би могле олакшати демонтажу електронских дисплеја	900
4.2.5. Техничка и економска одрживост мера за расклапање.....	901
4.3. Процес рециклаже штампаних плоча и њихов утицај на животну средину.....	922
4.3.1. Побољшане методе процеса физичке обраде штампаних плоча 955	
4.4. Методе рециклаже е-уређаја који у свом саставу поседују гас	976
4.4.1. Ултимативно управљање отпадним расхладним гасовима	988
4.5. Опасне/Штетне супстанце у е-отпаду.....	99
5. ПРИМЕРИ ДОБРЕ ПРАКСЕ И ЗАКОНСКА РЕГУЛАТИВА У ЕВРОПСКОЈ УНИЈИ И РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ	1055
5.1. Основни концепти усвојене Стратегије за управљање отпадом	1100
5.2. Основ за усвајање нових прописа у области управљања е-отпадом 1122	
5.2.1. Прописи Европске уније	1155
5.3. Законска регулатива у Републици Србији	1244
5.3.1. Најважнија подзаконска акта која регулишу област управљања е- отпадом у Србији	1277
5.4. Казнене одредбе	13939
5.5. Трошкови управљања отпадом.....	1455
6. ЗНАЧАЈ ОДРЖИВОГ УПРАВЉАЊА Е-ОТПАДОМ ЗА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ	1477
6.1. Штетност третирања е-отпада за животну средину	1477

6.2. Проширена одговорност произвођача	14949
6.2.1. Начин функционисања EPR-а.....	1544
6.2.2. Студије случаја EXPRA чланова.....	1566
6.3. Развој модела за одрживо управљање друштвом у циљу заштите животне средине.....	15959
6.3.1. Концепти одрживости и одрживог развоја.....	1611
6.3.2. Улога корпорација у одрживом развоју.....	1633
6.3.3. Имплементација концепта одрживог развоја.....	17070
6.4. Мере које је неопходно предузети у Републици Србији.....	1744
7. ЗАКЉУЧАК.....	1788
8. ЛИТЕРАТУРА.....	1811
9. БИОГРАФИЈА	2011
10. ПРИЛОГ 1.....	2022
11. ПРИЛОГ 2.....	2033
12. ПРИЛОГ 3.....	2044

ПРЕГЛЕД СЛИКА

Слика 1. Употреба метала кроз историју

Слика 2. Токови и залихе е-уређаја и е-отпада

Слика 3. Попречни пресек једностране штампане плоче

Слика 4 Попречни пресек двостране штампане плоче

Слика 5. Попречни пресек вишеслојних штампаних плоча

Слика 6. Попречни пресек вишеслојне штампане плоче

Слика 7. Пример две спојнице на штампаној плочи

Слика 8. Штоп лак

Слика 9. Нагризање ферихлоридом

Слика 10. Знак о обавезном одвојеном сакупљању е-отпада

ПРЕГЛЕД ТАБЕЛА

Табела 1. Кодови европске листе електронског отпада

Табела 2. Дозвољена оптерећења водова

Табела 3. Штетни материјали

Табела 4. Материјали који генерално нису штетни

СПИСАК КОРИШЋЕНИХ СКРАЋЕНИЦА

Партнерство за мерење - ICT

Електрични и електронски уређаји - ЕЕУ

Универзитет Уједињених Нација - УУН

Отпадна електрична и електронска опрема - ОЕЕО

Хармонизовани систем - НС

United Nations Statistics Division - UNSD

Продаја производа на тржишту - РРТ

Проширена одговорности произвођача - РОР

Формално прикупљање е-отпада - W form

Остала рециклажа - W zaj

Канта за отпатке - W kanta

Одељење за околину - ОЗО

Дисплеји са течним кристалима - LCD

Европско удружење за рециклажу електронике - ЕЕРА

Одрживо рециклирање дисплеја са равним панелима - НАРЛА

Супстанце које оштећују озонски омотач - ОДС

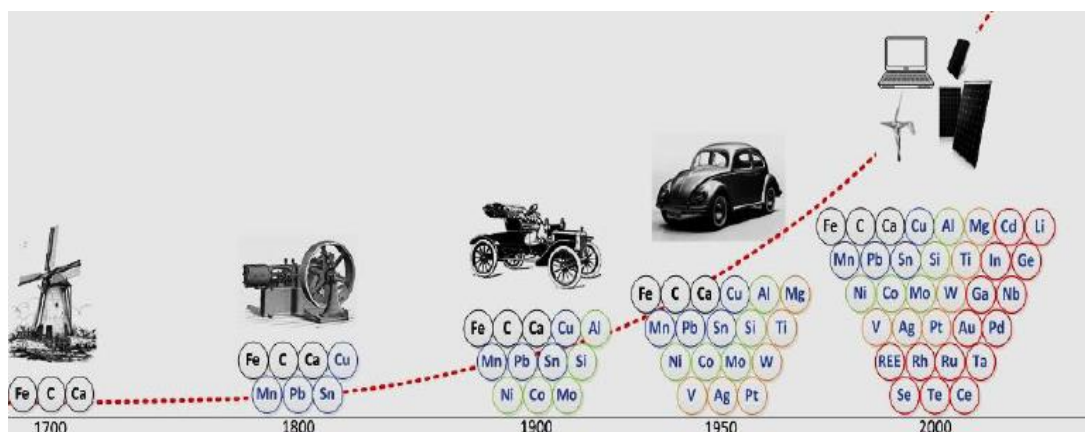
1. УВОД

Квалитет живота садашњих и будућих генерација у великој мери условљен је коришћењем и применом савремених технологија. Такође, повећање квалитета живота условљено је развијањем човекове свести у погледу третмана и складиштења савремених хардверских уређаја након њиховог застаревања и престанка њиховог коришћења. Опште је познато да су уређаји чији се рад заснива на потрошњи електричне енергије у великој мери применили свакодневни живот и рад људи, учинивши га лакшим и једноставнијим. Развој електронских и електричних уређаја сматра се за најбржи развој било које гране индустрије. Идеја водиља произвођача ових уређаја како током историје тако и данас јесте што је могуће брже направити наредну генерацију уређаја са што бољим перформансама, и пласирати их великом броју потрошача пре конкуренције. Управо из ових разлога рад на развоју нове генерације електричних и електронских уређаја не тако ретко креће пре него што је завршена израда постојеће генерације [1].

Потрошачи са друге стране вођени жељом за што квалитетнијим и уређајем новије генерације врше одбацивање постојећих веома често још увек функционалних уређаја задовољавајућих перформанси и мењају их уређајима новије генерације. На овакав начин поред уређаја незадовољавајућих перформанси, као и уређаја којима је животни век истекао велики број још увек функционалних уређаја бива одбачен. Одбацивање старих електронских и електричних уређаја као и њихова замена новим уређајима довели су до тога да је животни век електронских и електричних уређаја значајно скраћен. У прилог замени старог уређаја новим уређајем иде и чињеница да је њихово сервисирање из године у годину све скупље и скупље [2]. Врло често су економски издаци за сервисирање уређаја приближно једнаки цени новог уређаја, што додатно доприноси замени старог уређаја новим. Када је будућност развоја електричних и електронских уређаја у питању постоје оправдане претпоставке да ће се овакав тренд наставити.

Посебно је значајна чињеница да је електронска индустријалидер у коришћењу различитих материјала. На слици 1 дат је приказ пораста броја хемијских елемената, посебно метала, који су постали градивни елементи електричних и електронских компоненти. Комбинација коришћених материјала посебно се

повећавала са појавом електронских уређаја применљивих у дигиталним технологијама. Како електронски уређаји у свом саставу садрже и опасне материјале, из тог разлога електронски отпад се третира као опасан, па самим тим представља озбиљну претњу по животну средину уколико се са њим не поступа на правилан начин.



Слика 1: Употреба метала кроз историју

Одбацивање електричних и електронских уређаја као и њихово не адекватно складиштење након одбацивања доводи до повећања количине електричног и електронског отпада. Неадекватно складиштење може изазвати огромне проблеме по животну средину, биљни и животињски свет, као и по здравље људи. Решење проблема складиштења и обраде електронског отпада ни у ком случају се не може сматрати једноставним. Управо из овог разлога решење се огледа у међусобној сарадњи и ангажованости како произвођача електронских и електричних уређаја, тако и дистрибутера и потрошача. Такође потребно је донети адекватна законска решења и оквире који би регулисали ову област [3]. Таквим приступом обезбедио би се један сасвим другачији правац и повезаност произвођача и потрошача, који би се огледао у томе како не само набавити нови уређај, или заменити постојећи већ како на правилан начин одложити уређај коме је животни век истекао. Управо из наведених разлога пред савременим друштвом се постављају два нова задатка.

Први се односи на адекватно разрешење трнутне ситуације, и огледа се у правилно дефинисаним мерама и обавезама за спровођење одрживог стања. У том смислу рециклажа и поновна употреба материјала представља системски изазов

(еколошки, економски и социјални) чија оптимизација представља најконкретнији одговор на постојеће проблеме. Други задатак се односи на дефинисање нових производних модела, који треба да омогуће значајну превенцију у генерисању нових количина електронског отпада и оптимизацију потрошње природних ресурса. Дакле потребно је успоставити зависност између савремених потрошачких навика и потребе стварања нових вредности из алтернативних извора.

Као оквири за израду ове дисертације дефинисан је већи број полазних хипотеза које воде испуњењу одређеног броја циљева. Један од основних циљева дисертације јесте да укаже на озбиљност проблема савременог друштва, са јасним препорукама решења истог.

У првом делу докторске дисертације (Поглавље 2), након Увода, дате су дефиниција и класификација е-отпада. Приказане су кодне листе класификације по европском и Универзитета уједињених нација. Према увиду у постојећу литературу, не постоји универзалана кодна листа која би се примењивала на светском нивоу. Исти по саставу електронски уређаји се другачије третирају у зависности од државе до државе, па се не може доћи до јасне представе о количини присутног електронског отпада унутар државних граница. У нашој држави за сада не постоји тачна евиденција прикупљеног и доступног електронског отпада.

У трећем поглављу наведене су врсте електронских и електричних уређаја, који имају ширу примену у савременом друштву. Ово поглавље има за циљ, такође, да опише све саставне материјале који се користе у изградњи наведених уређаја. Такође пажња је посвећена и самом процесу производње. У овом делу наведене су врсте и саставни материјали батерија. Затим је описан поступак израде и саставни материјали штампаних плочица. Штампане плочице представљају основне градивне блокове готово свих електричних и електронских уређаја. И на крају овог поглавља описани су уређаји који у свом саставу поседују гас. Због све већих климатских промена, наведени уређаји постају све више у примени.

У четвртом поглављу пажња је посвећена поступку рециклаже наведених уређаја. За е-уређаје наведене су побољшане методе рециклаже, доступне у литератури, пре свега у смислу степена искоришћавања материјала. У овом делу дата је листа најчешће коришћених материјала, подељена на штетне и оне мање штетне материјале, а наведене су и последице које они имају по здравље људи.

Степет поновног коришћења материјала из батерија креће се и до 99%. На жалост у Србији не постоји ни један рециклажни центар.

У петом поглављу су описани примери добре праксе из држава Европске уније, као и законска регулатива у овој области у Србији. Детаљно су приказани најзначајнији закони и подзаконска акта из области управљања е-отпадом, као и казнене одредбе које су на снази у Републици Србији. Наведени су и прорачуни трошкова управљања е-отпадом. Оправданост приказаног система управљања илустрована је конкретним бенефитима у погледу заштите животне средине унапређења здравља људи, одрживи развој, као и у мањој мери кроз економску исплатљивост.

У шестом поглављу описан је значај одрживог управљања е-отпадом за животну средину. Наведени су такође и примери негативних последица које несавесно одлагање овог отпада може имати по животну средину. На крају поглавља представљен је предлог модела за одрживо управљање е-отпадом у циљу успешне заштите животне средине.

Резултати научноистраживачког рада, који је саставни део ове докторске дисертације, престављени у седмом поглављу. У току истраживања коришћене су опште методе научноистраживачког рада, пре свега анализе и синтезе, индукција и дедукција, методе системске анализе, анализа садржаја, студија случаја и др. Методе глобалне оптимизације су успостављене за одређивање количине штетних материјала и њихово штетно дејство на здравље људи. Математичко моделовање је искоришћено за прорачун количине електронског отпада унутар државних граница.

Научни допринос истраживања огледа се у разматрању могућности доношења законских регулатива, првенствено усмерених према произвођачима електричних и електронских уређаја. Законска регулатива би обавезала произвођаче да воде рачуна о сваком произведеном примерку, у смислу животног века и обезбеђењу рециклаже истог. Државни органи би кроз законске регулативе и субвенције утицали на произвођаче и потрошаче. Кроз јавна гласила, и уџбенике почевши од основног образовања утицало би се на свест сваког појединца према животној средини.

Државе увознице, уз помоћ царинских база увезених уређаја и базе рециклера имале би јасну слику о броју увезених уређаја, рециклираних и осталих.

Научни допринос огледа се и у развоју модела који омогућава обавезујућу сарадњу између произвођача, овлашћених дистрибутера, рециклера и потрошача. Предност наведеног модела огледа се у дугорочном одрживом развоју технологија и утицаја на животну средину. Квалитет живота садашњих и будућих генерација био би у доброј мери осигуран, кроз наведени модел.

Истраживање реализовано у оквирима дисертације је друштвено оправдано, јер је за успостављање механизма управљања електронским отпадом неопходна подршка шире друштвене заједнице, која би могла да се огледа у формирању Националног програма управљања електонским и електричним отпадом. Развој модела за управљање токовима е-отпада у погледу друштвене и појединачне одговорности створили би се неопходни предуслови за одрживи развој и заштиту животне средине.

2. ДЕФИНИЦИЈА И КЛАСИФИКАЦИЈА ЕЛЕКТРИЧНОГ И ЕЛЕКТРОСКОГ ОТПАДА (Е-ОТПАДА)

Употреба информационо-комуникационих и других уређаја расте широм света. Као последица раста, количина уређаја који завршавају као отпад након одређеног периода коришћења се такође повећава. Процене су да ће се количина електронског и електричног отпада повећавати управо због све већег скраћења животног века електронских и електричних уређаја. Као резултат повећања количине електронског отпада, овај отпад постаје најбржи растући ток отпада.

Према глобалном прегледу е-отпада састављеном од стране Универзитета Уједињених нација у 2016. је произведено 44,7 милиона тона е-отпада. Годишња глобална потрошња нових електронских уређаја у 2016. је износила 60 милиона тона [4].

Коришћење и потрошња електронских уређаја је вероватно најзаступљенија у развијеним земљама, али се велики раст у потрошњи електронских уређаја може видети и у земљама у развоју. Годишње стопе раста у развијеним земљама се крећу од 1% до 5%, док се код земаља у развоју налазе у интервалу од 10% до 25%. На основу повећања броја становника може се доћи до произведене количине електричног и електроског отпада у предходној години.

Поучени светским искуством неке мање развијене земље немају одговарајућу инфраструктуру за обраду е-отпада као ни јасне законе о поступању са отпадом и стварно спровођење ових закона. Као резултат, у овим земљама често долази до тога да неформални сектори обрађују е-отпад на неприкладан начин. Ово доводи до тешких последица по околину и људско здравље [5].

Да би се е-отпад третирао на одговарајући начин, неопходно је класификовати га на прави начин. То значи да се одговарајући систем мора креирати и финансирати, инфраструктура за рециклирање се мора развити или побољшати, и морају се имплементирати здравствени и сигурносни стандарди за раднике, што су само неки од предуслова. Такође је потребно обавезати произвођаче, на одговорност повраћаја својих производа на рециклажу.

Нико не може боље рециклирати неки електрични и електроски уређај од оног ко је исти направио. Ови услови омогућавају отварање нових радних места,

што је један од услова за решавање проблема сиромаштва и истовремено подстиче „зелену” економију. Међутим, нередицирани третман отпада и незаконите активности нису ограничене само на земље са ниским и средњим дохотком.

У развијеним земљама се такође могу наћи велике количине недокументованог е-отпада који је третиран у складу са лошијим стандардима, или једноставно бачен и помешан са другим токовима отпада.

Да бисмо разумели динамику ових токова отпада, неопходно је имати одговарајући систем који обухвата све основне карактеристике е-отпада. Тренутно постоји велико неслагање између званичних (владиних) података и академских података. Овакав систем би могао да користи све расположиве податке, док је пожељно да указује на статистичке класификације и постојеће оквире. Систем би помогао у интерпретацији података везаних за е-отпад и прикупљање статистичких података који су упоредиви међу земљама широм света. Систем би такође требао да одговори на практичне изазове који ће се неизбежно јавити приликом мерења. На пример, е-отпад је понекад регистрован као метални отпад, због чега је тешко одредити који део отпада је заправо е-отпад пошто није означен у регистру. Такође постоји и трговина е-отпадом између одређених земаља. Оваква трговина би такође требало да буде обухваћена у току статистичке анализе. Такође приликом трговине е-отпадом земље учеснице у трговини би требало да се придржавају јединствене класификације [6].

Партнерство за Мерење (ICT) је основало радну групу за мерење е-отпада 2013. године да би подржали прикупљање поузданих података о е-отпаду. Овако прикупљени подаци представљали су основ за доношење политичких одлука и одређивање даљих корака за одговарајући третман е-отпада на начин који није штетан за околину. Непосредни циљ групе је остварен развијањем оквира за прикупљање статистичких података о е-отпаду који је заснован на интернационално дефинисаним статистичким индикаторима који су спроведени од стране стручњака на терену.

Прво издање ових смерница је објављено јануара 2015. године. Поред методолошког рада, први глобални преглед е-отпада је објављен 2015. године и добио је велику количину медијске пажње у више од 70 земаља. Између 2015. и 2017. године Универзитет Уједињених Нација је удружио снаге са Економском

комисијом Уједињених Нација за Европу, Организацијом за економску сарадњу и развој и Управом за статистику Уједињених нација, у циљу побољшања глобалног прикупљања података о е-отпаду [7]. То је довело до коришћења пробних упитника о е-отпаду, који су пратили претходно дефинисане принципе. Резултат оваквог удруживања је оснивање глобалног партнерства за прикупљање статистичких података о е-отпаду.

Циљ партнерстава је да помогне земљама у прикупљању статистичких података о е-отпаду и да створи глобалну базу података о е-отпаду која се може користити за праћење развоја. Ово партнерство ће битно допринети решавању проблема е-отпада подизањем нивоа свести, подстицањем више земаља да прате количину е-отпада, и спровођење радионица како би повећали националне и регионалне капацитете за своје респективне инвентаре е-отпада. Даљи циљеви овог партнерства су да одреди могућност за рециклажу е-отпада, количину и врсту загађивача, последице које е-отпад може имати на здравље, као и да допринесе одрживим циљевима развоја [8].

У децембру 2017. године презентовано је друго издање глобалног прегледа и поново добио велику количину медијске пажње.

2.1. Класификација е-отпада

Термин електрични и електронски отпад или е-отпад се односи на све електричне и електронске уређаје као и на њихове делове који су стављени ван употребе и одбачени од стране власника без намере да се поновно употребе.

Постоје разне врсте е-отпада на тржишту па их је из тог разлога битно груписати у одговарајуће и практичне категорије. У зависности од региона постоји велики број класификација које се могу користити за категорисање е-отпада. Притом свака од класификација би могла служити као основа за прикупљање статистичких података о е-отпаду. На овакав начин е-отпад би се категорисао у унапред предложеном оквиру [9]. Како би класификација била адекватна практично постоји неколико критеријума које свака од класификација е-отпада мора да испуни. Испуњењем критеријума врши се усклађивање мерења е-отпада, што доводи до интернационалних упоредивих индикатора.

Приликом дефинисања категорија мора се водити рачуна о тома да категорије не буду превише уско дефинисане чиме би одређен број производа штетних по околину био изостављен. Такође дефинисане категорије е-отпада не смеју садржати драгоцене материјале, или материјале који немају велики удео на тржишту.

Укључивање великог броја материјала са малим уделом на тржишту довело би до дефинисања великог броја кодова за електронски отпад, што би створило непотребни административни терет. Поврх тога, за жељену класификацију ће постојати веома мали број доступних база података са којих ће се прикупљати подаци [10].

Категорије класификације такође не смеју бити превише широке јер би у том случају било тешко интерпретирати разлике између земаља. На пример, монитори са катодним цевима се могу издвојити као део ИТ опреме, али друге земље их могу груписати са апаратима за домаћинство, а друге их могу груписати са екранима. Слично томе, микроталасне рерне се могу груписати са малим апаратима за домаћинство у неким земљама, а у другим са великим апаратима за домаћинство.

Овакве противречности у извештавању утичу на квалитет података и потребно их је избегавати, јер доводе у питање корисност тако добијених резултата за доношење ефективних одлука.

Систем класификације статистичких података о е-отпаду треба да категоризује производе на основу сличних функција, упоредиве материјалне композиције (у смислу штетних супстанци и драгоцених материјала) и сродних атрибута. Поред тога, производи исте категорије би требало да имају сличну просечну тежину и дистрибуцију током животног века, што би могло да олакша квантитативну процену за сличне производе [11]. На крају, велики производи и производи релевантни по питању околине, за које је потенцијално доступна велика количина података, треба одвојити у посебну категорију.

Тренутно постоји један систем класификације који задовољава све ове критеријуме: класификација коју је развио Универзитет Уједињених Нација (УУН). Ова класификација се назива УУН-КЉУЧ.

Као што је поменуто раније, УУН-КЉУЧ је састављен тако да групе производа имају упоредиву просечну тежину, материјалну композицију, карактеристике пред крај живота и дистрибуцију током животног века. Све 54 категорије се могу груписати у 10 примарних категорија, на основу оригиналних смерница за Отпадну електричну и електронску опрему (ОЕЕО).

Ова класификације се такође може повезати са новим категоријама извештавања из нове верзије ОЕЕО смерница.

Класификација е-отпада спроведена кроз УУН-КЉУЧ је идеална за повезивање категорија и постојећих класификација. Тачније, УУН-КЉУЧ обухвата све могуће врсте ОЕЕО (око 900 производа, расподељених у око 660 главних група производа). У овом погледу систем блиско прати усклађено статистичко кодирање које потиче из кодова међународне трговине, познатим под називом Хармонизовани систем (HS). HS кодови су повезани са класификацијом производа. Националне статистичке институције или царинске организације обележавају сву робу и економску активност у друштву [12].

Како су ове организације независне од регистра ОЕЕО прикупљени подаци пружају доследне и усклађене бројке везане за тржиште за све производе неколико година уназад и служе као алтернативни извор података за процену генерације ОЕЕО.

Практично УУН-КЉУЧ се може користити на неколико начина. Први од начина коришћења јесте примена УУН-КЉУЧ-а за конвертовање шесте и десете

категорије ЕЕУ из Смерница за ОЕЕО. Други начин примене огледа се у коришћењу овог кључа за прикупљање статистичких података који се односе на тржиште. УУН-КЈУЧ се такође може користити и за повезивање класификација производа које су нам на располагању као на пример кодови HS.

УУН-КЈУЧ се такође може користити за конверзију јединице мерења тежине примењивањем просечне тежине [13]. Век трајања је такође усклађен код УУН-КЈУЧА, што омогућава систему да одреди генерацију е-отпада.

Смернице ОЕЕО тренутно спроводе земље чланице Европске уније. Смернице ОЕЕО наводе 10 категорија према којима се подаци могу прикупљати:

- Велики кућни апарати;
- Мали кућни апарати;
- ИТ уређаји и уређаји за телекомуникацију;
- Потрошачки уређаји;
- Уређаји за осветљење;
- Електрични и електронски алати (изузев „непокретних“/фиксираних индустријских машина великих размера);
- Играчке и спортска опрема и други уређаји за разоноду;
- Уређаји који се користе у медицини (изузев свих инфицираних уређаја и уређаја који се убацују операцијом у пацијенте);
- Инструменти за надзор и контролу;
- Аутоматски дозатори.

Категоризација и обим производа које смернице ОЕЕО обухватају су довољно широке да буду релевантне за остатак света. Неке земље користе исти систем категоризације. Међутим постоје и примери земаља које примњују категорију мањег обима, као што је на пример Кина [14].

Категоризацијом коју примењује Кина обухваћени су само фрижидери, монитори и телевизори, машине за прање веша и клима уређаји.

Од 2015. године ОЕЕО прописи у Кини у ову категорију укључују и бојлере, факс машине и фиксне телефоне, мобилне телефоне, штампаче, машине за копирање и мониторе.

Нова верзија смерница ОЕЕО се састоји од 6 категорија о којима се треба извештавати почевши од 15 августа 2018. године, и које представљају реалне токове прикупљања е-отпада у пракси. Ове категорије су:

- опрема за измену температуре;
- екрани и монитори;
- лампе;
- велики уређаји;
- мали уређаји;
- мали ИТ и уређаји за комуникацију са посебно дефинисаном димензијом од 50 см.

Веза између ових категорија и УУН-КЉУЧА је приказана у трећој колони у Табели 1. Земље чланице ЕУ постављају циљ у прикупљању е-отпада на основу процента количине стављене на тржишту током три претходне године, или проценат генерисаног е-отпада. Промена од фиксног циља ка релативном циљу захтева побољшање статистике е-отпада [15]. Релативни циљ такође побољшава могућност проверавања ефикасности прикупљања е-отпада.

Статистика међународне трговине (извоз и увоз) за сваки производ је забележена у хармонизованом опису и систему кодирања робе (HS кодови) који је развила Светска царинска организација (СЦО). Слично томе статистички подаци производње користе СЦО, која је повезана са HS класификацијом. Овако интегрисан систем омогућава поређење између статистичких података произведених у другим подручјима [16]. Скоро све земље прикупљају податке користећи HS класификацију. Податке прикупља Управа за статистику Уједињених нација и објављује их у/кроз *Comtrade* базу података.

Постоји око 5.300 HS кодова (сваки од шест цифара) који садрже годишњи опис робе. У тој групи има око 270 кодова који се сматрају релевантним за електричне и електронске уређаје, на основу њихових описа. Описи који се односе на делове е-отпада се не рачунају, јер би њихово укључивање довело до бројања исте ствари два пута. Треба напоменути да HS кодови тренутно нису прикладни за праћење трговине е-отпадом, с обзиром да не постоје посебни HS кодови за е-отпад.

Е-отпадом се тргује коришћењем истих HS кодова који се дају новим производима или се обрађује и групише на основу материјала (метални отпад, пластични отпад, итд.) [17].

2.2. Европски списак отпада

Европски списак отпада представља класификацију отпада коју ЕУ користи у административне сврхе (нпр. за издавање дозвола и надзора у области управљања производњом отпада). Многе европске, кавкаске и земље средње Азије користе Европски списак отпада, као правилник за прикупљање статистичких података о отпаду.

Статистички извештаји о е-отпаду се често односе на једну групу отпада. Европски списак отпада дефинише 839 врста отпада, и дели их на 20 поглавља на основу извора отпада (нпр. економски сектор или из процеса порекла) [18].

Постоје 13 европских кодова који се односе на е-отпад. Према овим кодовима е-отпад је подељен на опасан и безбедан отпад. Списак европских кодова је дат у Табели 1. Неки материјали или делови е-отпада који се могу одвојити приликом третмана е-отпада, као што су метал, пластика, оловно стакло нису обухваћени у Табели 1.

Ови кодови описују е-отпад веома генерално и корисни су само за праћење е-отпада који је регистрован као одвојено прикупљен е-отпад. Међутим, за прикупљање статистичких података о е-отпаду овим кодовима недостаје могућност да разликују различите врсте е-отпада, тиме игноришући различите нивое релевантности за околину и потенцијал материјала за рециклажу [19].

Е-отпад се у пракси такође прикупља и региструје под другим списком отпада и са другим кодовима. Тако се на пример дефинише и кућни отпад, који није одвојено прикупљен или пак метални отпад. Како би се отклониле забуне у класификацији е-отпадом настала је нова класификација под називом Базелска конвенција. Основна начела Базелске конвенције дате су у тексту у наставку.

Члан 2. Базелске конвенције дефинише отпад као “супстанце или објекте, који су бачени или је постојала намера да се баце или је обавезно бацити их на основу одредба националног закона [20].” Битно је напоменути да одредбе националног

закона и дефиниције отпада могу да се разликују од земље до земље, исти материјал се може третирати као отпад у једној земљи али не и у некој другој.

Табела 1. Кодови Европске листе отпада

Штетни отпад	
09 01 11	Камере за једнократну употребу које садрже батерије укључене у 16 01 01, 16 01 02 и 16 01 03
16 02 09	Трансформатори и кондензатори који садрже <i>PCB</i>
16 02 10	Одбачена опрема која садржи или је контаминирана <i>PCB</i> -има, осим оних наведених у 16 02 09
16 02 11	Одбачена опрема која садржи хлорофлуороугљике, HCFC, HFC
16 02 12	Одбачена опрема која садржи азбест
16 02 13	Одбачена опрема која садржи штетне компоненте, осим оних који су наведени у 16 01 09 и 16 01 12
20 01 21	Флуоресцентне цеви и други отпад који садржи живу
20 01 23	Одбачена опрема која садржи хлорфлуороугљенике
20 01 35	Одбачена електрична и електронска опрема која није наведена у 20 01 21 и 20 01 23 и која садржи опасне компоненте
Отпад који није опасан	
09 01 10	Камере за једнократну употребу без батерија
09 01 12	Камере за једнократну употребу које садрже батерије које нису наведене у документу 09 01 11
16 02 14	Одбачена опрема која није наведена у 16 02 09 - 16 02 13
20 01 36	Одбачена електрична и електронска опрема која није наведена у 20 01 21, 20 01 23 и 20 01 35

У делу који следи наведена су нека основна начела Базелске конвенције, која се односе на класификацију е-отпада са усвојеним ознакама:

Анекс VIII Конвенције (A180): отпадни електронски и електрични склопови и отпад као што су акумулатори и друге батерије, уређаји који садрже живу, стакло од катодних цеви и друге врсте стакла и *PCB* кондензаторе [21].

Е-отпад се такође појављује и у Анексу IX Конвенције (B100 електронски и електрични склопови):

- Електронски склопови који се састоје само од метала или легура;

- Отпадни електрични или електронски склопови или отпад (укључујући и штампане плоче) који не садрже компоненте као што су акумулатори и друге батерије, стакло од катодних цеви и друге врсте стакла и *PCB* кондензатора;
- Електрични и електронски склопови (укључујући и штампане плоче, електронске компоненте и жице), намењене са поновну употребу, а не за рециклажу или коначно одстрањивање.

Познато је да су апарати често састављени од материјала који могу бити штетни по животну средину [22]. Примери оваквих материјала су дати у Анексу VIII (A1180). Е-отпад би тиме требало сматрати штетним отпадом, осим у случајевима у којима се може по/доказати да не садржи штетне материјале, посебно:

- Стакло од катодних цеви и објектива за снимање које садржи олово, које је дато у Анексу VIII, под тачкама A1180 и A2010, „Стакло од катодних цеви и друге врсте стакала.” Овај отпад такође припада категорији Y31 у Анексу I, „Олово, једињења олова” и стога је велика шанса да садржи штетне карактеристике H6.1, H11, H12 и H13 које су дате у Анексу III;
- Никл-кадмијумске батерије и батерије које садрже живу, које се налазе у Анексу VII, тачка A1170, „Не сортиране отпадне батерије...” Овај отпад такође припада категорији Y26 у Анексу I, „Кадмијум, једињења кадмијума” или Y29, „Жива, једињења живе” и често има штетне карактеристике H6.1, H11, H12 и H13;
- Бубњеви од селена, који су описани у Анексу VIII, под тачком A1020, „Селен, једињења селена”. Овај отпад припада категорији Y25 у Анексу I, „Селен, једињења селена” и често има следеће штетне карактеристике H601, H11, H12 и H13;
- Штампане плоче, које су описане у Анексу VIII, под тачком A1180, „Отпадни електронски и електрични склопови...”, као и под тачком A1020, „Антимон, једињења антимона” и „берилијум, једињења берилијума.” Ови склопови садрже бромована једињења и оксиде

антимона. Они такође припадају Анексу I, категоријама Y31, „Олово, једињења олова”, Y20, „Берилијум, једињења берилијума”, Y27 „Антимон, једињења антимона”, и Y45 „Органохалогена једињења осим супстанци које се помињу на другим местима у Анексу I”. Ове често поседују штетне карактеристике H6,1, H11, H12 и H13;

- Флуоресцентне цеви и позадинско осветљење са дисплеја са течним кристалима (LCD), које садрже живу наведене су у Анексу VIII тачку A1030 „Жива, једињења живе” и често има штетне карактеристике H6,1, H11, H12 и H13;
- Друге компоненте које су загађене или садрже живу, као што су прекидачи са живом, контактна сочива и термометри, које су наведени у Анексу VIII, под тачкама A1010, A1030 или A1180. Овај отпад такође припада категорији Y29 у Анексу I, „жива, једињења живе” и често има штетне карактеристике H6,1, H11, H12 и H13;
- Отпадна уља/течности које су наведене у Анексу VIII, под тачком A4060, „Отпадно уље/вода, угљоводоници/мешавине воде, емулзије”. Овај отпад припада категорији Y8 у Анексу I, „Отпадна минерална уља неприкладна за њихову првобитну намену” или Y9 у Анексу I, „Отпадно уље/вода, угљоводоници/мешавине воде, емулзије”, и често има штетне карактеристике H3, H11, H12 и H13;
- Компоненте које садрже азбест, као што су жице, рингле и грејачи за кување, које се стављају у Анекс VIII, под тачку A2050. Овај отпад припада категорији Y36 у Анексу I, „Азбест (прах и влакна)” и често има штетну карактеристику H11;
- Отпадне металне жице које су премазане или изоловане пластиком се налазе под тачком A1190.

2.3. Смернице за прикупљање статистичких података о е-отпаду

Постоји веома мали број свеобухватних извора статистичких података о е-отпаду са глобалном покривеношћу. Податке о градском и штетном отпаду прикупља UNSD (енг. *United Nations Statistics Division*), што тренутно представља

најобимнију базу података. Од 2016. год. и свих наредних година UNSD упитник није садржао промењиве везане за е-отпад, па су прикупљени подаци ван опсега е-отпада. Касније је UNSD спровео пробни упитник о е-отпаду. Упитници су послати у 77 земаља [23]. Међутим само 11 земаља је било у стању да делимично достави тражене податке, с обзиром да су понекад ти подаци били делимични. У овом смислу, UNSD разматра могућност додавања специфичних промењивих које се односе на е-отпад у будућим упитницима. На овакав начин очекује се побољшање доступности статистичких података о е-отпаду. Уколико се посматрају прописи који се примењују у Европи, може се уочити да представљају главни постојећи статистички оквир за мерење отпада. Притом овај оквир је превише генерализован да би пружио довољан увид у е-отпад.

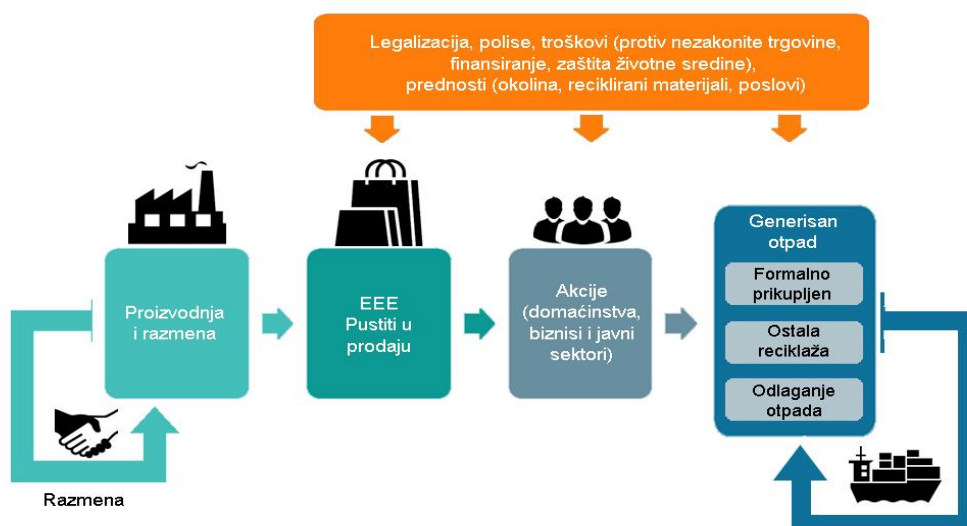
Када је е-отпад у питању постоји посебна обавеза извештавања као један од циљева дефинисан у ОЕЕО смерницама. Извештавање у овом контексту се фокусира на ЕЕО стављене стављене на тржиште и количину прикупљеног е-отпада за сваку од првобитних 10, односно садашњих 16 категорија (6 категорија е-отпада се имплементирала од августа 2018. године). Међутим извештавање под ОЕЕО смерницама не приказује целу причу токова е-отпада, као на пример кретање преко границе [24]. Друге земље немају никакве смернице за мерење е-отпада. Управо из ових разлога постоји потреба за дефинисање оквира мерења који узима у обзир све ове елементе. На овакав начин би се омогућило ефикасно креирање података. Поред тога тренутно не постоји ни једна организациона структура унутар УН која представља одрживи механизам за прикупљање и верификацију статистичких података о различитим токовима електронике или е-отпада.

Имајући на уму овај циљ, а да би се олакшало прикупљање података на националном нивоу, Универзитет Уједињених Нација тренутно развија и тестира алате за прикупљање података о е-отпаду које државе могу користити приликом прикупљања и дељења података о електронским и електричним уређајима.

Већина земаља нема никаква званична мерења е-отпада. Међутим, у развијеним земљама и земљама у развоју постоје статистичке базе података о тровини и употреби ИКТ уређаја. Поменуте базе података дају везу са е-отпадом. Ови подаци су већ доступни и могу се прикупити од националних статистичких институција или из хармонизованих података код великих међународних

организација. Како би се побољшала упоредивост међу државама, веома је пожељно да постоји оквир за мерење који може да интегрише постојеће хармонизоване податке и може да служи као основа за статистику е-отпада.

Предлог оквира за мерење е-отпада приказан на слици 2. Овако дефинисан оквир је заснован на токовима и залихама е-робе и е-отпада. Овај модел је конструисан тако да су токови и залихе међусобно повезани. На пример, у неким земљама могу бити доступни подаци о броју купљених мобилних телефона у различитим временским периодима., док су у другим земљама доступни само подаци о баченим мобилним телефонима [25]. Предложени оквир интегрише оба ова параметра, тако што конструише индикаторе који омогућавају даље упоређивање земаља.



Слика 2: Токови и залихе е-уређаја и е-отпада

Оквир за мерење почиње праћењем „производње и трговине” ЕЕО. У овом делу од значаја је јака веза између статистичких података о трговини и националних статистичких података о производњи. Такође у овој фази, царинске организације или националне статистичке институције прикупљају и објављују податке [26].

Након што је опрема продата, она остаје у домаћинству или радном окружењу неки временски период пре него што буде бачена. Овај период се назива „животни

век”. Опрема у домаћинствима, предузећу и у јавном сектору се назива „залиха”. Ово ће неизбежно постати е-отпад у будућности.

„Животни век” укључује и време које опрема проведе у остави након престанка коришћења, као и размену коришћене опреме између домаћинства и предузећа унутар земље.

Када се функционално коришћени производ извезе из земље његов “животни век унутар те земље се завршава. Након пристизања у другу земљу производ се враћа у стање залихе на тржишту земље која га је увезла. Након стављања у фазу залихе његов „животни век“ се наставља.

Активности „формалног прикупљања” обично прате законске прописе о е-отпаду, према којима е-отпад могу прикупљати само одређене организације, произвођачи или држава. Активности „формалног прикупљања“ у пракси се остварују посредством трговаца, или општинских органа у виду посебно организованих места за прикупљање е-отпада. Такође активност формалног прикупљања може бити организована од стране других организација регистрованих за пружање услуга прикупљања е-отпада. Коначна дестинација за прикупљени е-отпад је постројење за третирање е-отпада [27]. Овакава постројења опремљена су одговарајућом технологијом, и врше прикупљање драгоцених материјала на еколошки безбедан начин.

„Друге активности” везане за рециклажу се обично извршавају изван уобичајеног повратног система. Управљање е-отпадом је веома другачије у земљама које су развиле праксу управљања е-отпадом у циљу рециклаже е-отпада у постројењима која се налазе на територији општина на којима се е-отпад и прикупља.

У земљама које су развиле законе о управљању отпадом, е-отпад прикупљају појединачни дилери отпада или компаније и онда се њиме тргује кроз разне канале [28]. Могуће дестинације за е-отпад у овом случају укључују металну рециклажу, пластичну рециклажу, специјализовану рециклажу е-отпада, као и извоз у земље у развоју. У овом случају е-отпад се често не третира у специјализованим постројењима за третирање е-отпада.

Супротно томе, у многим земљама у развоју огроман број samozапослених људи се бави неформалним прикупљањем и рециклажом е-отпада. Обично иду од

врата до врата и купују е-отпад од потрошача, и затим га продају након чега се он поправља или рециклира. Електронски производи се често рециклирају кроз процес који се назива “рециклажа у дворишту” или користећи лошије методе, што може имати лоше последице по околину и људско здравље [29].

Коначно е-отпад такође може доспети и у уобичајене „канте за отпад”. У овом случају потрошачи бацају е-отпад у обичне канте за смеће са осталим врстама кућног отпада. Овај отпад ће се вероватно спалити или однети на депонију, у зависности од инфраструктуре за управљање отпадом у земљи. Ни једна од ових опција се не сматра одговарајућим начином третирања е-отпада јер обе имају потенцијал да негативно утичу на околину и доведу до губитка ресурса.

Поред тога, е-отпад или коришћени производи се понекад извозе у друге земље. Ове токове извоза и увоза такође треба документовати. Међутим, тренутно је тешко утврдити да ли коришћени електронски уређаји спадају у отпад или половни производ, и да ли је кретање е-отпада преко границе законито или не [30].

2.4. Математичке законитости прорачуна прикупљеног е-отпада

Количине прикупљеног е-отпада (у kg) се рачуна из временске серије производа када је стављен на тржиште за све доступне године, притом узимајући у обзир њихове стопе застарелости у години евалуације n . Наведена метода је приказана једначином (1).

$$\text{Количина е-отпада}(n) = \sum_{t=t_0}^n PPT(t) \times L^p(t, n) \quad (1)$$

Где је (n) количина произведеног е-отпада у години еволуције n , $PPT(t)$ је продаја производа (на тржишту) у било којој години пре године n ; t_0 је прва година у којој је производ продат; $L^p(t, n)$ је животни век одбацивања производа за количину производа предходне године t [31]. Када земља нема доступних података о стању на тржишту електронске и електричне опреме, она може да формира претпоставке о количини опреме на тржиште у траженој години користећи “методу видљиве потрошње”, која је приказана једначином (2). Количина електронске и

електричне опреме на тржиште у години t је једнака збиру домаће производње и увоза у години t минус извоз за тражену годину.

$$PPT(t) = \text{Domaća proizvodnja}(t) + \text{Uvoz}(t) - \text{Izvoz}(t) \quad (2)$$

Процес одбацивања производа се може формирати користећи неколико функција вероватноће. Weibull-ова дистрибуција се сматра најприкладнијом за описивање понашања при одбацивању ЕЕУ. Притом ова дистрибуција се користи у земљама Европске Уније, као и научној литератури. Због социјалног и технолошког развоја, животни век производа може зависити од времена. На пример, монитор са катодном цеви је брзо застарео због развоја танких монитора [32]. У том случају, доживотну дистрибуцију би требало подесити према години продаје. Weibull-ова функција се дефинише помоћу параметра облика који се мења у времену $a(t)$ и $b(t)$, који представља параметар обима описан у једначини (3):

$$L^p(t, n) = \frac{a(t)}{b(t)} (n - t)^{a(t)-1} e^{-|(n-t)/b|^{a(t)}} \quad (3)$$

За друге, стабилније производе Weibull-ова функција дефинише животни век који је независан од времена, и довољно добро описује стварно понашање. У овим случајевима, варијације у параметру облика и обима током времена су толико мале да се могу занемарити. Тада се дистрибуција производа током његовог животног века може поједноставити, као што је приказано једначином (4):

$$L^p(t, n) = \frac{a}{b} (n - t)^{a-1} e^{-|(n-t)/b|^a} \quad (4)$$

Залиха, S_n , се може рачунати као збир свих количина отпада стављених на тржиште током година $PPT(t)$, минус укупна количина е-отпада који је произведен током година n , што је приказано у једначином (5):

$$S(n) = \sum_{t=t_0}^n PPT(t) + \sum_{t=t_0}^n \sum_{t=t_0}^n P_g \quad (5)$$

Где је n година еволуције и t_0 је прва година у којој је производ продат.

Е-отпад који је произведен се често прикупља на разне начине: може се прикупљати у формалном систему W_{form} , заједно са другим системима за рециклажу W_{zaj} или се може бацити у обичне канте за отпатке W_{grup} . W_{nep} је количина е-отпада за коју су методи третирања непознати [33]. Тако да је однос између произведеног е-отпада и свих његових токова приказан једначином (6).

$$\text{Količina e-otpada} = W_{form} + W_{zaj} + W_{grup} + W_{nep} \quad (6)$$

Према датим смерницама, земље морају да извештавају о томе где се налази домаћи произведени е-отпад. На овакав начин количине које су прикупљене на формалан начин се могу даље третирати унутар земље у ознаци W_{dom} или се извозити у ознаци W_{eiz} . При томе укупна количина е-отпада представља збир отпада прикупљеног на формални начин у оквиру земље и отпада извезеног из земље, као што је дефинисано једначином (7).

$$W_{ukupno} = W_{dom} + W_{eiz} \quad (7)$$

До података о продаји производа на тржишту РРТ може доћи из неколико извора. Као прво могу се узети статистички подаци о продаји из националног регистра е-отпада који је постављен у складу са шемом Проширене Одговорности Произвођача (РОР) у тој земљи. У последњих неколико година многе земље су примениле РОР шеме за електричну и електронску опрему: укључујући све чланице Европске Уније, САД, Канада, Јапан, Јужна Кореја, и неколико земаља Јужне Америке (нпр. Чиле, Мексико, Бразил, Аргентина и Колумбија). С друге стране земље у развоју као што је Јужна Африка почеле су постепено да имплементирају РОР задужења [34].

Имплементација РОР задужења видљива је у чињеници да су поједине земље у развоју прогласиле е-отпад, као и отпад који долази од осветљења за “приоритетни отпад”. На овакав начин произвођачима је наметнута обавеза имплементације и финансијске подршке реализације планова за управљање овим видом индустријског отпада.

Подаци из регистра продаје производа могу да служе као веома битан и лако приступачан извор података о продаји. У неким земљама регистар продаје је често повезан са новчаном надокнадом која служи за покривање трошкова рециклаже. Управо из овог разлога трошкови рециклаже често су подстицај за избегавање регистрације или да се региструје мања количина од стварне [35]. Овакав проблем посебно је евидентан у земљама у којима нису јасно дефинисани законски акти.

Као што је раније поменуто РРТ се такође може одредити коришћењем “метода видљиве потрошње” као што је приказано у једначини (2). Ова метода се може користити када ни један други извор података није доступан или се може користити као референтна тачка за налажење грешака у проценама других извора података.

Животни век ЕЕУ може варирати на основу производа или земље. За земље ЕУ спроведена је анализа осетљивости, и одређена је граница грешке за количину произведеног е-отпада у односу на потенцијалне варијације у животном веку која износи 10% по земљи. Тако да би земље требало да одређују животни век производа посебно по производу и земљи [36]. Варијација по производу између земаља у Европској Унији је мала за већину производа.

У том случају, биће потребно додатно истраживање о животном веку производа као и о најновијим подацима о РРТ на нивоу државе како би се побољшала поузданост прорачуна. Међутим, треба узети у обзир да су подаци о количини е-отпада која је стављена на тржиште много осетљивији на количину произведеног е-отпада него подаци о животном веку [37]. Животни век се може конструисати на разне начине.

Најпрецизнији резултати се добијају коришћењем једначине (1) и једначине (5). Потребно је имати веома поуздане податке да би добили реалне резултате. Ово захтева временску серију променљиве РРТ и барем једну меру која се односи на залихе (S).

Алтернативно, композиција е-отпада када је бачен из домаћинства се такође може користити за одређивање животног века за конкретну годину.

Животни век ЕЕУ у залихама (S) се такође може добити путем анкетања домаћинстава. Овако добијени подаци могу пружити додатне информације о

дистрибуцији животног века производа током различитих година [38]. Описани поступак је приказан једначином (8):

$$\frac{S(t,n)}{S(m,n)} = \frac{EEE\ prodato(t) \times [1 - L^c(t,n)]}{EEE\ prodato(m) \times [1 - L^c(m,n)]} \quad (8)$$

Где су $S(t,n)$ и $S(m,n)$ количина или проценат производа у залихама, који је првобитно продат у годинама t и m .

Други, једноставнији, начин да се надгледа просечан животно век уређаја приказан кроз различите године користећи анкету домаћинства је да претпоставимо да се облик параметра a , који представља Weibull-ови функцији у једначини 3 и 4, од једне земље може користити за другу [39]. Притом битно је навести да се у овом случају само параметар обима разликује.

$$b = \frac{L^p}{e^{1 + \frac{1}{a}}} \quad (9)$$

На основу наведених математичких релација може се израчунати животно век производа. Након добијеног податка о животном веку производа може се израчунати количина произведеног е-отпада као и залиха. Поступак израчунавања произведеног е-отпада и залиха обавља кроз неколико унапред дефинисаних корака [40]. Опис корака за израчунавање РРТ, произведеног е-отпада и залиха дат је у наставку:

- Изабрати одговарајуће кодове који описују ЕЕУ у опису хармонизоване робе и HS кодовима;
- За Европску Унију, статистички подаци о међународној трговини су издвојени из Eurostat-а у номенклатуру комбинованих кодова од осам цифара (CN). Подаци о домаћој производњи су такође узети из Eurostat-а. За друге земље, статистички подаци о увозу и извозу су узети из базе података УН Comtrade. Ово је урађено за 177 земаља и 260 HS кодова за временски период од 1995 до 2016. Земље су затим класификоване у пет група на основу Једнакости Куповне Моћи (JKM). Процес се понављао

за сваку годину, јер се ЈКМ једне земље мења током година, поготово за земље у развоју. Ово је било корисно за креирање статистичких података на основу којих се земље могу упоређивати, и да би се одредили трендови између група. На овакав начин формирано је пет група. У сваку од група убројан је различит број земаља, као што се може видети у наставку;

- Група 1: највећи ЈКМ (више од 34000 УСД/становнику у 2016):
40 земаља
 - Група 2: високи ЈКМ (34000-15280 УСД/стан. у 2016):
43 земље
 - Група 3: средње ЈКМ (15280-6740 УСД/стан. у 2016):
43 земље
 - Група 4: низак ЈКМ (6740-1700 УСД/стан. у 2016):
46 земаља
 - Група 5: најнижи ЈКМ (мање од 1700 УСД/стан. у 2016):
13 земаља
-
- Конвертовати мере у тежину користећи податке о просечној тежини врсте уређаја;
 - 4 Израчунати тежину количине е-отпада на тржишту за 54 кодова УУН-КЉУЧА користећи приступ видљиве потрошње : $PPT = \text{Домаћа производња} + \text{Увоз} - \text{Извоз}$ (ова формула се користи за 28 чланица ЕУ). За друге земље, подаци о домаћој производњи нису били доступни; па је примењен следећи приступ: $PPT = \text{Увоз} - \text{Извоз}$. У глобалном прегледу Е-отпада 2017.год. за 28 земаља ЕУ не постоје подаци за кодове 0002 (Фотонапонске плоче), 0502 (Компактне Флуоресцентне Лампе) и 0505 (LED Лампе) зато што подаци нису постојали у УН Comtrade бази података;
 - Затим извршити аутоматску проверу података за податке који се не уклапају. Ово је потребно за откривање вредности које су превише ниске (због недостатка података о домаћој производњи у земљама где је

количина домаће производње велика) или превише високе (због погрешног извештавања о кодовима или јединицама). Подаци који се не уклапају замењују се са реалнијим вредностима за које се узимају из временске серије те земље или од сличних земаља. Оваква пракса доводи до усклађеног сета података са сличним обимом и доследним вредностима за земљу на основу њених података о трговини;

- Извршити ручне исправке на основу анализе аутоматске провере. Ово је неопходно урадити ради исправљања непоузданих података користећи наше знање о тржишту. На пример, телевизори са катодним цевима нису у продаји већ неколико година;
- Продужити временску серију за РРТ. Прошлост РРТ се рачуна до 1980. године. на основу трендова у доступним подацима и улазак уређаја на тржиште, будући РРТ се рачуна до 2021 године користећи софистициране методе екстраполације. Овај принцип узима у обзир однос између РРТ и ЈКМ по земљи, и користи овај однос да процени будући РРТ користећи прогнозу ЈКМ из извештаја Перспективе светске економије од ММФ-а (ММФ,2017);
- Одредити количину е-отпада коју земља производи користећи вредности за РРТ и дистрибуције животних векова. Подаци о животном веку се могу добити од 28 чланица ЕУ користећи Weibull дистрибуцију. Животни век сваког производа се у идеалном случају одређује емпиријски за сваки производ за сваку земљу. У овој фази, само су чланице Европске Уније могле да спроводе детаљна истраживања о времену боравка ЕЕУ, и резултати су показали да су резултати слични широм Европе, и на крају доводе до одступања од $\pm 10\%$ у коначним резултатима. У неким случајевима ово би могло да доведе до прецењивања, јер производ може да траје дуже у земљама у развоју него у развијеним земљама јер људи чешће поправљају производе. Међутим, такође може довести и до потцењивања животног века производа, јер је квалитет производа често нижи у земљама у развоју зато што половна опрема или јефтине произведене верзије производа доспеју на домаће тржиште. Али генерално се претпоставља да овај процес доводи до

претпоставки које су релативно исправне. Треба поменути да количина произведеног е-отпада много више утиче на РРТ податке него на животни век производа;

- Одредити величине залиха као разлику између историјског РРТ и е-отпада који је произведен током година.

Залихе у великој мери утичу на валидност резултата. Као што је већ поменуто залихе (S) се односе на опрему која се налази у домаћинствима, предузећима и у јавном сектору. Величине залиха уређаја у домаћинству и предузећима су генерално доступне за све 54 категорије УУН-КЈУЧА. Ово посебно важи за количине које су мерене на усклађен начин. У неким земљама су доступни подаци о залихама неких производа. Понекад националне статистичке институције спроводе анкете у домаћинствима да би утврдили количину уређаја које анкетирани домаћинства поседују [41]. Ови подаци се могу додати у оквир за мерење. Потребно је напоменути да се са овом методологијом узимају у обзир и функционални и покварени уређаји. Још један, али мање поуздан, извор података може бити број претплата. У том случају, једна претплата би значила да има барем један уређај у залихама. Али могу постојати уређаји са две претплате или уређаји у залихама без претплате. Понекад се успешност ИКТ производа на тржишту одређује посебно за сваку земљу. У овом случају се може одредити минимална величина залиха, с обзиром да упитници не прате да ли домаћинство има више од једног уређаја.

Подаци о формалном прикупљању е-отпада се не приказују моделом. Свака од земаља мора прикупити ове податке користећи одговарајуће методе. Подаци који се стављају у категорију “формално прикупљени е-отпад” су подаци о е-отпаду који је прикупљен и рециклиран у складу са одговарајућим законима о управљању е-отпадом, чиме постиже националне еколошке стандарде за рециклажу е-отпада [42].

Идеална ситуација је да постоје закони којима се регулише систем управљања е-отпадом, одређују циљеви за прикупљање и рециклажу е-отпада, и одређују основни услови за рециклажу. Сви учесници у формалном систему за управљање е-отпадом представљају могуће изворе података. Ако се отпад прикупља путем формалних повратних система, може се претпоставити да је количина прикупљеног

е-отпада једнака количини рециклираног е-отпада, иако у пракси може доћи до губитка у процесу третирања е-отпада [43].

Подаци о формално прикупљеном и рециклираном е-отпаду се могу добити или праћењем е-отпада који је прикупљен за рециклажу након што је бачен, или одређивањем да ли се отпад који је прикупљен рециклира унутар или ван земље. Такође је могуће прикупити податке о количини е-отпада који доспе до објеката за третирање е-отпада на еколошки безбедан начин. У том случају би требало од укупне количине одузети отпад који је увезен из других земаља.

На основу законских одредби, надлежни органи могу прикупљати и регистровати податке ради лиценцирања, праћења и примене у области доношења законских регулатива. Овакви системи за прикупљање података могу функционисати као регистри за статистичке податке о формалном прикупљању е-отпада [44]. Ово је углавном случај за земље које су присвојиле принцип Проширене Одговорности Произвођача (ПОП) за е-отпад. У ПОП шеми, е-отпад и податке о њему би требало да прикупљају овлашћене организације, произвођачи или држава (формално прикупљање).

Е-отпад који се прикупља путем трговаца, општинских места за прикупљање отпада или услуга за скупљање отпада би требало након тога послати у одговарајуће објекте за правилно третирање е-отпада. Може се направити разлика између е-отпада који је прикупљен и регистрован од стране надлежних органа на основу законских одредби и других података који су прикупљени на добровољној, економској или другој бази од стране приватног или јавног сектора. Овакав приступ укључује, посебно, удружења која прикупљају податке за сопствену употребу [45].

Ако нема ПОП шеме или регистра за е-отпад у земљи, е-отпад се и даље може рециклирати на безбедан начин унутар земље. На пример, може се послати у објекте за обраду и рециклажу е-отпада који имају одговарајућу потврду. Прикупљање статистичких података о домаћинствима такође може бити начин да се дође до података о прикупљању и рециклажи е-отпада.

У овом случају, одређује се резентативни узорак домаћинстава у држави и њима се шаље анкета која се састоји од питања о детаљима домаћинства (величина, приходи, итд.), као и о е-отпаду [46]. Ово треба да укључује питања о томе који је

е-отпад бачен (произведени е-отпад), колико дуго је производ коришћен пре него што бачен (животни век “Л”), и како је производ бачен (Wform, Wканта, Wдруги).

Информације о врсти е-отпада се обично приказују у деловима (број јединица). Овако добијени податак се мора конвертовати у тежину, на основу већ описаног метода.

Е-отпад се може прикупљати на посебним местима која су одређена од стране општине или приватних компанија. Застареле електронске и електричне уређаје претходни власници могу донети до тих места или се може скупљати од врата до врата (на пример веш машине или фрижидери).

Често се јавља случај у пракси да општине или приватне компаније региструју прикупљени е-отпад одвојено од осталог отпада. Ако се овај одвојено прикупљени е-отпад рециклира онда се то може забележити на оваквим местима.

Места за прикупљање која су постављена од стране продаваца такође могу бити извор података јер вероватноћа враћања покварене опреме или застарелих уређаја у продавнице електронике расте широм света. Међутим, треба обезбедити одговарајућу обраду прикупљеног е-отпада у сертифицикованим објектима [47].

Статистика е-отпада се такође може фокусирати и на праћење количине е-отпада која улази у објекте за његово третирање. Свеобухватни регистри су неопходни за прикупљање информација о овим објектима, као и о количинама третираног отпада, без обзира на то која се метода користи за прикупљање података. Из тог разлога, регистри објеката за е-отпад врло често формирају основу за систем информација о е-отпаду [48].

Једна од мана фокусирања на третман е-отпада је у томе да је садржај е-отпада другачији од почетног (можда је растављено на делове). Такође може бити мање јасно који отпад је увезен, и колико од домаће произведеног е-отпада је извезено ради третирања. Пошто је циљ доћи до података о управљању е-отпадом који је произведен унутар земље, увоз се мора одредити на основу овога.

Поред поменутих у примени су и други видови извора података. У друге изворе података спадају регистри компанија за отпад, извештаји NGO, и друге еколошке анкете спроведене у земљи. Неки број јавних и индустријских удружења сакупља статистичке податке о управљању токовима е-отпада на националном нивоу ради сопствене користи.

Подаци по секторима ове врсте могу користити земљама у стварању статистика о третману е-отпада. На местима где се ови подаци користе, препоручује се предузимање одговарајућих корака како би се осигурало да су прикупљени подаци у складу са критеријумима који су одређени националним законима о е-отпаду [49]. Научна литература такође може бити интересантан извор статистичких података о колекцији и рециклажи е-отпада, с обзиром на то да ова научна област прави велики напредак широм света.

Категорија “остала рециклажа” е-отпада се састоји од е-отпада који је прикупљен ван формалног повратног система. Управљање отпадом који је рециклиран овим путем је другачије у земљама која је развила прописе о управљању отпадом у односу на земље које нису. Не постоји модел који приказује податке о отпаду који је рециклиран на овај начин.

У земљама које имају законе о управљању отпадом, “остала рециклажа” се састоји од е-отпада који се прикупља и третира али није регистрован као е-отпад. Ови токови рециклаже углавном укључују трговце старим гвожђем и пластиком. Овде се е-отпад региструје као метални или пластични отпад и меша се са великом количином другог отпада [50]. Јако је тешко доћи до података о количини е-отпада који је помешан са овим токовима отпада што значи да се мора претпоставити приближна количина умешаног е-отпада.

У многим земљама у развоју, рециклажу е-отпада обавља неформални сектор. Огроман број samozапослених људи прикупља е-отпад и или коришћене уређаје и обнавља и рециклира их користећи лоше методе. Пошто ове активности нису регулисане у већини ових земаља, јако је тешко доћи до података о неформалном сектору за рециклажу е-отпада, јер сектор није централно организован [51].

Са тренутним праћењем е-отпада у свету, непознато је где се 76% е-отпада налази (Balde et al 2017). Зато је у земљама у развоју као и у развијеним земљама неопходно развити одговарајуће методологије за прикупљање и анализу података о е-отпаду који је прикупљен ван формалног повратног система.

Домаћинства и предузећа се такође могу решити свог отпада директно у мешовитом отпаду, тј. у “канту за отпад”. Овај е-отпад се затим не обрађује на оптималан начин. Обично се мали уређаји бацају на овакав начин, притом они обично имају највишу концентрацију драгоценог материјала. Доступност података

о е-отпаду у “кантама за отпад” је веома лоша у већини земаља. Подаци о количини е-отпада у помешаним токовима отпада се могу добити анализом сортирања, што понекад обавља влада државе или локалне самоуправе [52]. Понекад су истраживања остатака е-отпада доступна у литератури разних држава. Ова истраживања би требало редовно спроводити како би се уочили трендови у е-отпаду који је помешан са осталим отпадом из домаћинства. Оваква информација би помогла државама и општинама да оптимизују систем за управљање е-отпадом и побољшају прикупљање драгоцених материјала.

2.5. Увоз и извоз е-отпада

Тренутно постоји врло мало статистике везане за увоз и извоз е-отпада, као и половних електронских уређаја која је притом заснована на прецизним подацима.

Увоз и извоз е-отпада је обично приказан у статистици трговине, која користи HS кодове за класификацију јединица. HS кодови не праве разлику између нових и половних електронских уређаја. Због чега је јако тешко користити их као извор статистичких података [53].

За сада постоји само један закон (Базелска Конвенција) који захтева од држава да извештавај о количини увезеног и извезеног е-отпада. Базелска Конвенција класификује штетни отпад на основу супстанци које се налазе у отпадним материјалима. Због тога она не класификује, на пример, рачунаре као штетан отпад, док тастатуре класификује као безбедан. Уместо тога она класификује отпад на основу хемијских својства.

Подаци из националних извештаја које су саставиле чланице за Базелску конвенцију због мандата из Члана 13 пружају неке информације које се могу користити за испитивање кретања е-отпада преко границе [54]. Овако добијени подаци су неадекватни за свеобухватну анализу како због непотпуних извештаја, двосмислених дефиниција, неправилне категоризације од стране чланица, противречности у извештајима, и грешкама у подацима.

Са све већом тежњом ка кружној економији, и глобализацији ланца набавке, постоји могућност увоза и извоза и половних електричних и електронских уређаја. Ове уређаје не треба рециклирати унутар земље, и њихову количину такође треба

пратити [55]. Још је компликованије доћи до података о незаконитој трговини отпадом, управо због природе ове делатности.

Ако потрошач одлучи да баца уређај, ово би требало урачунати у произведени е-отпад. Бачени уређај затим узимају формални или неформални сакупљачи који могу да одлуче да га обнове и поново користе. Након што је уређај обновљен сакупљач га може продати у другој земљи. Ово би требало сматрати "извозом е-отпада". Ако га сакупљач прода као половни уређај али он не функционише ово треба сматрати "незаконитим извозом е-отпада" [56]. "Извозом е-отпада" се такође може назвати слање е-отпада у одговарајуће објекте за обраду у другим земљама. Када потрошач жели да обнови производ у другој земљи од оне у којој је производ продат, то такође можемо назвати "извозом е-отпада".

Земља која увози ове производе требало би да их сматра као део количине која је стављена на тржиште само ако су уређаји функционални. Ако уређаји нису функционални онда их треба ставити у категорију "незаконитог извоза е-отпада".

Поред претходно поменутих ограничења коришћења метода регистрације Базелске Конвенције, само легални увоз е-отпада је забележен овде. Трговина половном ЕЕУ и незаконити увоз нису приказани у извештавању Базелске Конвенције. Постојеће процене су засноване на подацима добијеним са царине, а који се односе на преступе приликом извоза, или одређивањем недостатака у подацима приликом анализе националног тока материјала. Обично резултати ових калкулација носе са собом високи степен несигурности, како због недостатка комплетних сетова података тако и због свих промена у токовима е-отпада које изазивају тржиште и друштвене прилике.

Неколико пута је покушавано мерење увоза и извоза половне ЕЕУ и е-отпада [57]. Ови покушаји су укључивали коришћење пословних статистика (путем анкета), ПОП регистра, трговинских кодова (разликовање половне ЕЕУ и е-отпада од нових производа користећи цене), GPS технологију, или коришћење кода за отпадне батерије као замену за токове е-отпада.

Методологије које су коришћене у овим истраживањима и даље садрже грешке и потребно их је побољшати како би се добили поуздани подаци. На основу свега наведеног евидентно је да је преко потребно уложити завидан труд на

националном и интернационалном нивоу како би се развила заједничка и усклађена методологија за мерење токова е-отпада који прелази границе земаља.

Као решење овог проблема дефинан је метод које може се рећи даје највећа очекивања. Овај метод је назван приступ Особа у Луци. Дефинисан је тако да применом овог метода истраживач је физички присутан у луци приликом извоза и увоза. Физичке инспекције би требало допунити статистикама о извозу или увозу како би се прикупиле информације о проценту увоза или извоза е-отпада. Ови подаци се могу користити за процену података на националном нивоу. Доказано је да је ово најбољи метод за одређивање обима увоза и извоза.

2.6. Алати за израчунавање РРТ произведеног е-отпада

Када је у питању рачунање количине која је стављена на тржиште е-отпада, УУН је развио алатке у програму Excel које су веома битан део поменутих методологија. Европска комисија и Агенција за заштиту животне средине Сједињених Америчких Држава су обезбедили финансијску подршку за креирање ових алата. Једна алатка обухвата једну земљу, а направљено је 170 алатки, покривајући скоро све државе света. Алатке у Excel-у су прилагођене државама и већ садрже неке најбитније податке да би омогућиле директну примену. Поменути подаци су одређени од стране УУН и сви резултати су објављени на GitHub-у [58].

Кратак преглед процеса који се користио при рачунању се може наћи у категорији "Опис поступка који су се користили за рачунање РРТ , е-отпада и залиха". Земље имају могућност да ажурирају податке који се користе у алатки за РРТ, додавањем података из претходних година или података о животном веку производа, наравно, коришћењем релевантних података за које постоји одговарајући доказ. Алати за рачунање е-отпада за земље чланице Европске Уније су доступни широј јавности. Алати за калкулацију других држава имају исту структуру као и алати који су доступни јавности. Алати које користи ЕУ су јавно доступни, док у другим земљама нису.

Након што се подаци прикупе, на основу класификације, начина мерења и доступних извора података, подаци се могу унети у алат за калкулацију [59]. Све

индикаторе треба изразити у kg по становнику, или у тонама. Извештавање о статистичким подацима о е-отпаду је дефинисано на следећи начин:

- Стање на тржиште се односи на количину производа у понуди за дистрибуцију, потрошњу или коришћење на тржишту током комерцијалних активности, уз одређену надокнаду или бесплатно;
- Произведени е-отпад се дефинише као количина бачених електронских и електричних уређаја (е-отпада) након потрошње унутар територије једне земље током године извештавања, пре било каквог прикупљања, поновног коришћења, обраде или извоза;
- Формално прикупљање е-отпада представља количину е-отпада који је прикупљен као е-отпад и регулисан законима о заштити животне средине који су направљени специфично за е-отпад. Ово укључује е-отпад који је прикупљен и касније извезен из земље ради обраде;
- Е-отпад у кантама за отпатке се дефинише као количина е-отпада који је помешан са остатком отпада. Ово се може односити на кућни отпад или помешане велике количине отпада;
- Остала рециклажа укључује рециклажу е-отпада са другим токовима отпада, на пример, старог гвожђа. Ова врста рециклаже често не задовољава еколошке стандарде као формална рециклажа е-отпада, и финансира се помоћу других механизма (углавном преко тржишта). Количину овог е-отпада је јако тешко одредити, и подаци који постоје су углавном претпоставке;
- Увезен/извезен е-отпад састоји се од е-отпада који је увезен или извезен из државе.

Укупне количине се могу поделити на шест категорија е-отпада које најближе прате врсте управљања е-отпадом: велики уређаји, опрема за измену температуре, мали уређаји, екрани и монитори, и уређаји који садрже екране са површином већом од 100 центиметара квадратних, лампе, ИТ уређаји и уређаји за телекомуникацију (спољашњих димензија које нису више од 50 cm) [60].

Ова матрица за извештавање пружа увид који је неопходан за извршавање међународног поређења, проналажење пропуста у подацима, одређивања вредности производа на основу вредности производа чији је део, примењивање статистичких рутина, итд. Када је ово одрађено прикупљени подаци се могу користити за креирање индикатора.

Међутим и у овоме је присутан проблем. Производи који су регулисани законом се разликују од државе до државе. На пример, Кина има законе који регулишу прикупљање и обраду ТВ-а, фрижидера, машина за веш, климе, и рачунара (десктоп и лаптопова). Тако да већина електронских и електричних отпада није обухваћена. Исто се може рећи и за многе друге земље ван ЕУ (нпр. САД, Јапан, итд.). Ово такође објашњава потешкоће које настају при упоређивању количина прикупљеног и рециклираног е-отпада између земаља [61]. Неопходно је да земље прихвате и примењују хармонизовани систем класификације и методологије који омогућавају одрживе механизме који прикупљају и проверавају статистичке податке о разним токовима половних електронских уређаја или е-отпада.

Од 2016. године, Европска унија примењује нове Смернице за е-отпад. ОЕЕО Смернице су поставиле циљ да 45% количине стављене на тржиште буде прикупљено у претходне три године. Од 2019 надаље, потребно је прикупити 65% опреме која је продата у претходне три године, или 85% произведеног е-отпада у истој години је потребно прикупити и рециклирати.

У пракси, могу се јавити проблеми приликом прикупљања релевантних информација [62]. Практикује се да институције на почетку крену са минималним сетом и извештавају само о најбитнијим елементима, одређеним на основу УУН-КЉУЧА. Узорак се прави користећи следеће критеријуме:

- Производ заузима велики део тржишта у смислу тежине. Ови производи укључују машине за прање веша, фрижидере, и клима уређаје, или
- Производ садржи супстанце које су опасне по околину. Такви производи су фрижидери клима уређаји, или
- Производ садржи велику количину драгоцених ресурса, који би се изгубили уколико се не рециклирају правилно. Такви производи

укључују ИТ опрему, мобилне телефоне, телевизоре или мониторе са равним плочама, и

- Производ би требало да буде на тржиштима развијених земаља као и земаља у развоју.

Током примене свих ових критеријума, требало би да се почне са прикупљањем података за следеће категорије УУН-КЉУЧА:

- Машине за прање веша (УУН кључ: 0104);
- Фрижидер или комбинација фрижидера и замрзивача (УУН кључ: 0108);
- Кућни клима уређај (УУН кључ: 0111);
- Телевизори и монитори са катодним цевима (УУН кључ: 0407 и 0307);
- Лаптоп, нотебоок, таблет (УУН кључ: 0303);
- Мобилни телефони (УУН кључ: 0306);
- Монитори са равним плочама за компјутере (УУН кључ: 0309);
- Телевизори са монитором са равном плочом (УУН кључ: 0408).

Мерење би требало да се фокусира на следеће параметре: количину, залихе количина произведеног е-отпада [63]. До ових мерења се може доћи користећи анкете домаћинства, или путем постојећих регистара, као што је *Comtrade* база података или користећи производне статистике.

2.7. Одрђивање количине е-отпада

У Европској Унији, управљање е-отпадом се врши пратећи пегулативе које су одређене ОЕЕО смерницама (2012/19/ЕУ). Смернице су намењене за регулацију прикупљања, рециклаже, и обнове е-отпада. Ове смернице укључују провизију о националним местима за прикупљање е-отпада и системима за обраду е-отпада, што омогућава прикупљање и одговарајућу обраду е-отпада [64].

Земље чланице прихватају увођење одговарајућих метода за смањивање количине е-отпада помешаног са осталим врстама отпада. Тиме се постижу добри резултати у одвојеном прикупљању е-отпада. Да би се обезбедила одговарајућа

обрада посебно прикупљеног е-отпада, ОЕЕО смернице одређују услове обраде специфичних материјала и компонената е-отпада, као и места за обраду и складиштење.

Правни оквир користи принципе повећања одговорности произвођача, што захтева од произвођача да организују или финансирају прикупљање, обраду или рециклажу њихових производа пред крај животног века тих производа. Позитивна чињеница огледа се у томе да је свака земља чланица Европске Уније је прихватила ове услове [65]. Прихватање ових услова додатно је мотивисано тиме што су они један од критеријума који земље приступнице Европске Уније морају да испуне како би ушле у Европску Унију. Земље као што су Норвешка, Швајцарска, и Исланд примењују сличне законе.

Нова верзија ОЕЕО смерница захтева од сваке земље чланице да прикупља и извештава о подацима у 6 категорија које представљају токове прикупљања е-отпада. Члан о имплементацији пружа даље спецификације о уобичајеним методама које се користе при рачунању стопе прикупљања, и категоризације производа и опреме.

Од јануара 2011 године Кина је имплементирала Прописе за управљање рециклажом отпадних електричних и електронских уређаја (WEEE прописи), које подржава неколико техничких прописа и смерница. Нови каталог WEEE рециклаже објављен је јануара 2015. године. Овим новим каталогом број категорија е-отпада повећан је са 5 на 14 [66]. Нова категоризација обухватила је: телевизоре, фрижидере, машине за прање веша, клима уређаје, персоналне рачунаре, аспираторе, електричне бојлере, гасне бојлере, факс машине, мобилне телефоне, телефон са једном машином, штампаче, фотокопирнице и мониторе.

SCYCLE програм УУН-а и универзитет Tsinghua су заједно спровели пројекат чији је циљ био одређивање количине и вредности е-отпада на тржишту у Кини за шест производа. Годишњи подаци о количини која је стављена на тржиште се одређују коришћењем укупне количине произведених е-производа којој се додаје количина е-отпада које је увезена. Притом врши се одузимање количине извезеног е-отпад. Принцип израчунавања је заснован тако да се израчунавање врши посебно за сваки производ. Подаци о домаћој производњи су узети из кинеског годишњака

националне статистике (1996-2012), док су подаци о међународној трговини узети из УН *Comtrade* базе података, праћењем одговарајућих кодова извоза и увоза [67].

Управљање е-отпадом у Малезији се регулише прописима о квалитету околине, које спроводи одељење за околину (ОЗО). Е-отпад се ставља у категорију заказаног отпада под кодом SW 110. Тренутно, Малезија нема никаквих специфичних прописа за е-отпад. Међутим 2010. године ОЗО је објавио друго издање “Смерница за класификацију половних електронских и електричних уређаја у Малезији” како би се помогло у идентификацији и класификацији половне ЕЕУ или компонената на основу прописаних кодова.

Ове смернице класификују половну ЕЕУ као е-отпад ако испуњава један или више критеријума. Примера ради један од критеријума може бити било који недостатак који утиче на функционалност производа, или пак физички недостаци који утичу на функционалност или безбедност производа, итд. На простору Малезије није забрањен увоз и извоз половне ЕЕУ или е-отпада [68]. Међутим увоз и извоз е-отпада и половне електронске и електричне опреме јесте ограничен, што практично значи да увозници и извозници прво морају да набаве писмену дозволу власти.

Наравно постоје одређене препреке, као што је недостатак информација, недостатак свести о релевантним производима или извозима и увозима, итд. Тренутно постоји сарадња између Малезијске царине, Базелске Конвенције и приватног сектора.

Како произвођачи ЕЕЗ имају веома битну улогу у еколошки безбедном управљању е-отпадом, на простору Малезије неколико произвођача и компанија преузело је иницијативу и покренули су повратни систем ЕЕУ, са циљем смањења количине половне и бачене ЕЕУ на депонијама [69]. На оваква начин активно раде и на подизању свести грађана о проблему који представља е-отпад, као и о његовом ефикасном решењу.

Малезија тренутно ради на састављању специфичних прописа о е-отпаду у домаћинству и о повратном систему за WEE”. Не постоји подстицајни механизам у Малезији за управљање е-отпадом. РРТ се примењује на неколико простора али само на волонтерској бази. Произвођачи спровode одређене активности везане за рециклажу и поновно коришћење ЕЕУ али обим прикупљених материјала је

ограничен. У 2016. години. у Малезији се налазило укупно 129 објеката за третирање е-отпада [70]. Од тога 97 објеката намењено је парцијалном прикупљању е-отпада, док 32 објекта врше потпуну обраду е-отпада где се е-отпад може третирати и од њега издвојити драгоцени материјали.

Тренутно је у Малезији актуелан пројекат развоја механизма за управљање е-отпадом из домаћинства. Циљ пројекта је да имплементира правни оквир и организациони механизам за управљање е-отпадом у домаћинству који је одржив и независан. Главни циљ пројекта јесте спровођење Прописа управљања е-отпадом из домаћинства у 2018. години. Производи које прописи покривају укључују: телевизоре, персоналне рачунаре, мобилне телефоне, фрижидере, клима уређаје, и машине за прање веша.

Током 2009. године. ОЗО је спровела “Пројекат Инвентара Е-отпада” са циљем прикупљања информација и успостављање базе података која би служила као одговор на проблеме и потребе за еколошки безбедну стратегију управљања половном ЕЕУ и е-отпадом. Укупно 1,200 испитаника укључујући домаћинства са различитим социо-економским статусом, као и велики број привредних субјекта и институционалних група анкетирани су током овог пројекта [71]. Сврха анкете је била да се одреди приближна количина произведеног е-отпада у Малезији и начини на који се управља половном ЕЕУ и е-отпадом. Међутим бројке из овог истраживања су превисоке и не представљају стварне количине е-отпада коју земља производи.

Јужна Африка, тренутно, нема законе који регулишу е-отпад. Међутим она је у принципу већ почела да уводи законске обавезе за “произвођаче” у погледу финансирања процеса прикупљања и обраде ОЕЕО, коришћењем посебног законског оквира. У Јужној Африци подаци о количини електронске и електричне опреме која је стављена на тржиште, произведеном е-отпаду, и количини која је рециклирана се не могу добити из државних институција.

Иако расте интересовање за одговарање на изазове е-отпада, не постоји централна база података која садржи информације о количини произведеног е-отпада, о количинама у залихама или обрађеном е-отпаду, о животном веку застарелих производа, као и о токовима трговине е-отпадом.

Метода Особа у Луци је коришћена 2015/2016 године у Нигерији како би се створила реална слика о количини и квалитету, пореклу, врсти, и функционалности увезене половне ЕЕУ и е-отпада. Током трајања акције прегледана је 201 пошиљка и 2.184 возила за транспорт. Поменути преглед вршен је у Острвској Луци и Луци Апапа у Лагосу које су седиште увоза у Нигерију. Такође јако је битна чињеница да нису сви увози заустављени и прегледани током трајања пројекта. Поред поменутог прегледа 3622 званичних докумената о увозу из ове две луке у 2015 и 2016 години додатно је прегледано [72].

Подаци из инспекције су коришћени за одређивање количине робе која није пријављена. Подаци од инспекције (нелегални увоз) се дакле могу користити за допуњавање података из докумената о увозу како би се израчунала укупна годишња количина увезене робе. Такође ови документи се могу користити и за одређивање врсте роба, њиховог извор, итд. Неки контејнери који су нађени током инспекције нису били у документацији. Процент ових контејнера који нису били у документацији је додат на коначну цифру како би се обухватио и е-отпад који се не налази у документацији.

Тестирање је показало да, у зависности од врсте е-уређаја, његова функционалност варира, просечно око 19%. Тако да Нигерија сваке године увози 15.700 тона е-отпада, већина од тога су LCD телевизори, који садрже живу, фрижидери, и клима уређаји [73]. Већина е-уређаја је погрешно декларисана на увозним документима. Притом веома често одређен број е-уређаја није ни декларисан. Примењени приступ пружа прилику за разумевање неконтролисаног увоза е-отпада и половних уређаја у многим земљама у развоју и рачунање физичке величине ових токова.

Ови подаци помажу у информисању глобалних и националних заинтересованих актера који нису свесни стварног стања увоза е-отпада у земљама у развоју, и такође се могу анализирати ради побољшавања процеса увоза у земљама у развоју. Као једна од мера ефикасније контроле предлаже се повећање броја инспекцијских служби [74].

Методологија која је развијена у овом пројекту се може прилагодити и реплицирати у земљама са једнако компликованим ситуацијама као Нигерија.

Комбинација физичких инспекција и података о увозу даје бољу слику увоза и извоза е-уређаја и е-отпада. Такође ови подаци могу пружити информације о карактеристикама увоза у поређењу са подацима о трговини, који не разликују ПЕЕО (половна електронска и електрична опрема) и ЕЕУ и не пружају никакав увид у функционалност увезене ПЕЕО.

Приступ и коришћене царинске базе података, би умањило потребне напоре за одређивање и евалуацију увозне документације. Ипак је комбинација са инспекцијским подацима неопходна за препознавање погрешних декларација увоза ПЕЕО. У сваком случају, сарадња државних органа, као што су царине и лучке власти, као и извршних агенција, је неопходна за успех оваквог пројекта [75].

2.8. Количине е-отпада у свету

Убрзан развој информационо комуникационих технологија, серијска производња електричних и електронских уређаја као и ниске цене довеле су до пораста количине електронског отпада широм света. Техничка решења постоје, али у већини случајева најпре је потребно имплементирати законски оквир, начин прикупљања, разрадити логистику, и омогућити друге услуге пре него што се техничка решења могу применити [76].

Дисплеј јединице (CRT, LCD, LED монитори), процесори (CPU; GPU или APU, чипови), различите врсте меморија, као и аудио компоненте имају различит животни век коришћења. Практично процесори најбрже застаревају (у случајевима када се софтвер више не оптимизује) и највероватније ће постати е-отпад, док се дисплеј јединице често мењају иако су исправне без покушаја поправке, због повећања апетита за новим дисплеј технологијама у богатим земљама. Проблем би се у многеме могао решити уколико би се наведени уређаји могли поправљати [77].

Замене дотрајалих компоненти вршило би стучно лице, које би имало обавезу да замењене делове складишти на прави начин. На овакав начин остатак уређаја би и даље био у употреби и не би завршио као електронски отпад. Пример примене наведеног модела примењен је код модуларних паметних телефона или Phoneblok телефона. Ови телефони су издржљиви и направљени су тако да омогућавају

замену одређених делова телефона што их чини добрим за околину. Могућност да се само замени део телефона који је покварен знатно смањује количину е-отпада.

Оваквим приступом смањује се количина електронског отпада. Процењује се да се сваке године производи 50 милиона тона е-отпада. У САД се годишње одбацује 30 милиона рачунара, док се у Европи годишње одбацује преко 100 милиона телефона. Агенција за заштиту животне околине процењује да се само 15-20% е-отпада рециклира, а остатак завршава на депонијама и пећима за спаљивање.

Поред сталне потребе за новом технологијом и новим уређајима потребно је да се у људској свести пробудит потреба и навика о начину опхођења према уређајима које мењамо. Уколико је потреба за тренутним уређајем престала потребно је да се истог ослободимо на најадекватнији начин што наравно зависи од места живљења као и постојања адекватне логистике управљања овим отпадом. Најефикаснији начин јесте предаја застарелих и одбачених е-уређаја најближем рециклажном центру [78].

На овакав начин врши се не само ослобађање од непотребних ствари, већ и заштита животне средине. Са друге стране овакве активности појединаца позитивно утичу на остатак друштва.

3. ВРСТЕ И САСТАВНИ ЕЛЕМЕНТИ ЕЛЕКТРИЧНИХ И ЕЛЕКТРОНСКИХ УРЕЂАЈА (Е-УРЕЂАЈА)

Батерије и њихова примена имају дугу историју. Погодност је у томе што њихова примена није била тако масовна као данас. Први познати артефакт који се може сматрати батеријом је багдадска батерија (коришћена за позлаћивање и посребривање) датира из периода 250. године пре нове ере до 640. године нове ере.

Сврха батерије јесте конверзија хемијске енергије у електричну. Производња батерије се базира на принципу који је открио италијански физичар Алесандро Волта [79]. Он је 1789. године узео шипку од цинка и бакра и уронио у раствор сирћетне киселине, чиме је и конструисао прву ћелију батерије и први електролит. Шипке бакра и цинка су биле позитивно и негативно наелектрисане. Киселина је у овом процесу имала улогу електролита. Између две електроде дошло је до разлике потенцијала тј. појаве напона. Електрохемијски принципи батерије коју је Волт конструисао још давне 1789.године и данас су основ индустрије батерија [79].

Пре више деценија Џорџ Лекланх развио практичнију ћелију. Његово откриће односи се на корекцији позитивне електроде и раствора. Користио је прах манган диоксида као позитивну электроду уместо бакра, а негативна електрода је и даље била од цинка. Као електролит он је користио водени раствор амонијум-хлорида. Порозна посуда је држала прах који је био окружен угљеничним колектором. Лекланх је сместио целу ћелију у стаклену теглу и тако конструисао прву влажну ћелију.

Године 1988. појављују се батерије са сувим ћелијама. Прву суву ћелију конструисао је Гаснер. Његово откриће је служило као прототип за индустрију батерија. Он је користио цинк да држи све компоненте као негативна електрода. Електролит је абсорбован на порозном медијуму. Он је такође додао и цинк-хлорид електролит и на тај начин смањио корозију цинка у периоду када је батерија неактивна. Масовна производња овог типа батерија започела је 1990. године. Током седамдесетих година прошлог века интезивно се развија технологија батерија са новим начином рада и са новим елементима у саставу. Данас осим стандардних сувих ћелија (угљеник цинк и цинк хлорид) асортиман батерија обухвата и алкалне (стандардне и са високим перформансама), оловно-киселе,

литијумске (литијум манган, литијум јон и литијум јон полимер), никл кадмијумске, никл метал хидридне и сребро оксидне [80].

У прошлости жива је имала примену у производњи батерија, али због њене токсичности замењена у новијим мање штетним материјалима. На пример, алкалне батерије имају у себи електроду од цинка, као аноду, и катоду од оксида мангана. Алкална, или базна со као што је калијум хидроксид служи као електролит.

Батерије за општу употребу обично садрже цинк и угљеничне електроде са киселим електролитом. Алкалне или батерије за општу употребу најбоље раде у лампама, радио уређајима, али софистициранија електроника ослања се на јаче литијум јонске, никл метал хидридне, никл кадмијумске или друге врста високоволтажних батерија. Ове батерије се класификују као батерије за кућну употребу [81].

Без обзира на врсту батерија, саставне делове, величину, када сви електрони пређу са негативне на позитивну електроду нема више хемијске реакције и батерија не може више да функционише. Тиме се завршава животни век батерије и наступа јако битан период у погледу третмана, складиштења и рециклаже. За истрошене батерије се може рећи да су мали пакети метала и других хемијских елемената који у великој мери могу загадити животну средину.

3.1. Врсте и саставни материјали батерија

Због све веће потребе за мобилним уређајима, повећава се и потреба за што већом производњом батерија. Према подацима о броју произведених мобилних и паметних телефона, долази се до закључка да су то производи који су оборили светски рекорд по броју произведених јединица. То заправо значи да је број произведених мобилних и паметних телефона далеко премашио број становника на земаљи. Тренд производње се наставља, тако да је број само паметних телефона (трећа генерација) премашио број становника на земљи. С друге стране ниједан други производ није достигао ни приближан број произведених јединица. То заправо значи да је број произведених батерија већи од броја произведених мобилних уређаја, из простог разлога јер поједини произвођачи уз уређај продају и резервну батерију [82]. Такође батерија се третира као резервни део па се самим

тим може купити и појединачно. Коначно може се доћи до закључка да је број произведених батерија неколико пута већи од броја произведених мобилних уређаја, или од броја становника на земљи. Докази за овакве податке не морају се тражити у оквиру стручне литературе, већ се могу наћи сопственим примерима. Свако од нас је до сада променио неколико смарт телефона и више батерија. На питање где су завршили наши предходно коришћени мобилни уређаји већина од нас неће имати конкретне одговоре [83]. Овакви одговори нас доводи у сумњу да су одбачени уређаји завршили на неадекватним местима, као и да нису третирани у правом смисли речи као електронски отпад.

Према статистичким подацима преузетих са интернета у Србији се годишње употреби преко 50 милиона батерија разних врста. Просечно домаћинство употреби око 21 батерију годишње. Потреба за овако великом потражњом подстиче произвођаче, због конкурентности на тржишту да праве ове производе јефтинијим.

Притом не водећи рачуна о веку трајања, као и о томе где ће се батерије наћи након употребе, и колики проблем могу створити како животној средини тако и самом здрављу човека. Већи део истрошених батерија заврши на депонијама и сметлиштима као отпад помешан са другим отпадом. Притом не води се рачуна да су ово производи са високим садржајем тешких метала од којих се по негативном утицају на здравље људи посебно издвајају жива и кадмијум. Управо из овог разлога један од циљева докторске дисертације јесте организација сакупљања и рециклаже батерија [84]. То је заправо и тема која је не само од националног већ и од светског значаја. У овом делу докторске дисертације предложена су нека решења, која се огледају у томе како да се постојећи проблем умањи и да се дефинишу смернице до коначног решења.

Анализирајући еколошки проблем од самог настанка долазимо до закључка да проблем датира од самог настанка производа. Ово практично значи да законском регулативом треба обавезати произвођаче, да производе батерије коришћењем што чистијих компонената, и са што дужим роком трајања. Већина батерија је састављена од више засебних ћелија, које су спаковане у неки оклоп. Садашња пракса је да су ћелије спаковане у херметички оклоп или су заливане пластичном масом, без могућности отварања. Препорука је да се праве батерије са оклопом који се лако може отворити. Пример једне такве батерије је батерија лаптопа. Садашња

пракса је таква да уколико страда једна ћелија батерије, комплетна батерија није више у употреби.

Физичком заменом само једне или више ћелија које су stradale може се продужити животни век батерије. Замену би требало да врше овлашћени сервисери. На овакав начин би се смањила количина е-отпад, а замењене ћелије би се третирали на прави начин као електронски отпад у смислу складиштења и рециклаже [85]. Такође треба законском регулативом обавезати произвођаче да пре настанка серије производа, направе студију о поступку рециклаже и обавезати их на обавезу прикупљања и рециклирања.

Државе увознице, царинским прописима морају да воде прецизне евиденције о броју увезених јединица. Притом подаци морају да буду доступни рециклажним центрима. На овакав начин створила би се јасна слика о броју рециклираних јединица, као и броју батерија који је и даље у употреби или чека на рециклажу.

Наведени поступак би у многоме помогао државним органима који се баве овом проблематиком обезбедивши им јасан увид о броју јединица које треба у догледно време решавати. Описани поступак би у многоме помогао решавању еколошких проблема. Међутим овакав поступак не обухвата све актере наведене проблематике. Као што је наведено на самом почетку еколошки проблем настаје са настанком самог производа. Да би се проблем решио у правом смислу речи, долазимо до заључка да је решење проблема подједнако расподељено како код произвођача тако и код потрошача [86]. Држави ограни су овде присутни како би наметнули јасна правила и обезбедили одговарајуће услове за обе старане.

Предходно описано се односило на произвођаче. У наредном делу размотићемо предлоге како државни органи могу утицати на потрошаче. Полазећи од претпоставке, да је тешко променити стечену навику људи, а свесни смо чињенице да се о свему овоме није водило претерано рачуна у предходним годинама начин да се утиче на потрошаче се огледа кроз следећу призму.

Државни органи треба да уз помоћ медија организују и презентују становништу опасност од е-отпада, а све кроз примере негативних последица електронског.

У предходним годинама потреба и популарност мобилних уређаја расте. Постали су део свакодневног живота, едукације и пословања.

Батерије које се користе за напајање ових мобилних уређаја пратећа су опрама сваког од њих. Квалиет батерије се одређује на основу времена између два узастопна пуњења. На жалост није могуће продужити животни век сваке батерије. Постоје и такви типови, да након потрошених свих електрона, завршавају као електронски отпад [87].

У Србији за сада не постоје овлашћене компаније које се баве рециклажом батерија. Одговорни потрошачи предају исте у овашћеним маркетима. Нажалост свест потрошача у нашој држави још није на завидном нивоу, па се самом тим батерије могу наћи и на депонијама заједно са осталим отпадом.

Две главне категорије батерија су примарне и секундарне. У суштини, примарне ћелије су батерије које се не могу пунити док се секундарне ћелије могу пунити. Разлика поставља питање зашто су примарне ћелије још увек у употреби, а разлог је у томе што примарне ћелије имају ниже стопе самопражњења што значи да се оне могу складиштити дуже од пуњивих батерија и задржати скоро исти капацитет као пре.

Резервне и помоћне батерије представљају јединствен пример ове предности примарних ћелија. У резерви, или у стању приправности, компоненте батерија које садрже активне хемикалије се одвајају све док батерија није потребна, чиме се знатно смањује самопражњење.

Одличан пример је батерија активирана водом. За разлику од инертних резервних батерија, помоћне батерије су већ активирани и функционални, али не производе никакву струју све док се не прикључи напајање [88].

Како се све батерије могу поделити у две категорије у наставку је приказана општа класификација батерија доступних на тржишту.

Примарне батерије производе струју чим се саставе тако да се најчешће користе у свакодневним преносивим уређајима. Неки од најчешћих типова примарних батерија са металима који се користе у њима побројане су у наставку:

- Цинк-угљеник: Као што име сугерише, у цинк-угљеничној ћелији, метали који се користе укључују цинк и угљеник, при чему цинк формира основу ћелије а угљеник (обично графитни прах) формира катодни део.

- Цинк-хлорид: То је побољшање у односу на цинк-угљеничну ћелију. Батерија користи $ZnCl_2$ пасту и такође је позната као ћелија која је намењена за тешке послове.
- Алкалне: снага ових батерија зависи од цинка и манган диоксида. Ова батерија има широку примену код многих електронских уређаја.
- Никлов оксидоксид: Никал и графит су главни метали који се користе у конструкцији никл оксидоксидне батерије.
- Литијум: Батерија користи литијум као аноду и манган диоксид за катоду. Остали типови укључују: Li , CuO , $LiMnO_2$, CuO и $LiCrO_2$.
- Живин оксид: Жива и цинк су метали који се користе у конструкцији живиних батерија, познате су и под називом батерије са живиног оксида. Практична примена је за сатове, калкулаторе и слушна помагала. У многим државама је производња и примена ових батерија забрањена.
- Сребро-оксид: Такође познате као сребро-цинкове батерије користе сребрни оксид као катоду и цинк као аноду.

Секундарне батерије су познате и као пуњиве батерије, које је потребно напунити пре употребе. Ове врсте батерија се обично склапају са активним материјалима у испражњеном стању [89]. Неки од најчешћих типова секундарних батерија са металима који се користе у њима су:

- NiCd: Као што име каже, батерија има два метала никал (Ni) и кадмијум (Cd). Батерија није толико скупа и има умерену густину енергије.
- Оловна киселина: Ова батерија користи олово и сумпорну киселину и један је од најстаријих типова батерија са уобичајеном применом код акумулатора у моторним аутомобила.
- NiMH: Метал који се користи је само никл, са водоником који делује као анода. Познат је и под именом никл-водонична батерија.
- NiZn: Никал и цинк су два метала који се користе у конструкцији никл-цинк батерије са практичном применом у електричним бициклима, баштенским алатима итд.

- $AgZn$: Изузетно скупа батерија користи сребрни метал као своју главну компоненту. Доступна варијанта је сребро-цинк батерија која користи цинк за смањење трошкова и издржавање великих оптерећења.
- Литијум-јонске: Ове батерије користе графит и литијум за стварање електричног набоја. То је веома скупа батерија са веома високом густином енергије.

Уређаји који производе електричну енергију путем дигестије угљихидрата, масти и протеинским ензимима називају се биобатеријама. Најчешћа биобатерија је батерија лимуна или кромпира. У лимунској ћелији, енергија за батерију не производи лимун, већ металне електроде. Обично се електроде од цинка и бакра убацују у лимун (електролит је лимунска киселина) и повезују се помоћу кола. Цинк се оксидира у лимуну како би се достигао жељени ниво енергије, а избачени електрони дају енергију [90]. Користећи цинк и бакарне електроде, лимун може произвести око 0,9 волти.

Током 1860-их, француски научник по имену Geoge Lelanche развио је Lelancheovu ћелију која је и данас позната као батерија од сувих ћелија.

Сува ћелијска батерија је батерија са електролитом у облику пасте (за разлику од батерије на мокрој ћелији са течним електролитом) у средини њеног цилиндра, причвршћена је металним електродама. Батерија суве ћелије је примарна ћелија која се не може поново користити. Да би функционисала, свака сува ћелијска батерија има катоду и аноду. Неки примери сувих ћелија које се данас користе у свакодневним објектима су даљински управљачи, сатови и калкулатори.

Врсте сувих ћелијских батерија су цинк-угаљане батерије, алкалне ћелијске батерије и живене батерије. Пре него што су коришћене цинк-угљене батерије, живене батерије су биле главни ресурс. Тек када је жива постала штетна, цинк-угљене батерије су је замениле. Неадекватно опхођење појединца према батеријама којима је животни век завршен, могу произвести следеће потенцијалне проблеме или опасности:

- Загађење језера река и потока уколико се батерија нађе у окружењу;

- Доприносите тешким металима који потенцијално могу да исцуре из депонија чврстог отпада;
- Излажете околину и воду олову и киселини;
- Садржи јаке корозивне киселине;
- Може изазвати опекотине или опасност за очи и кожу.

Суве батерије су најчешћи тип батерије који се данас користи. У суштини, батерија се састоји од металне електроде (или графитне шипке) окружене влажном пастом електролита која је затворена у метални цилиндар. 1,5 волти је најчешће коришћени напон за суве ћелијске батерије [91]. Величине батерија сувих ћелија се разликују, али је напон батерије углавном 1,5 волти.

Цинк-угљеничне ћелије биле су први преносиви извори енергије. Ове ћелије имају кратак животни век, цинк се претвара у цинк хлорид. Супстанце које ћелије испуштају су корозивне за метал и могу трајно уништити електронску опрему или лампе. Цинк-угљеничне ћелије производе 1,5 волти.

Најпопуларнија батерија са сувим ћелијама која има широку примену је алкална ћелијска батерија. У горе приказаној цинк-угљеној батерији, цинк није лако растворити у базичним растворима. Иако је прилично јефтино конструисати цинк-угљеничну батерију, алкална ћелијска батерија је фаворизирана јер може трајати много дуже. Уместо употребе NH_4Cl као електролита, алкална ћелија ће уместо тога користити NaOH или KOH .

Када хемикалије у батерији суве ћелије више не могу да реагују, батерија суве ћелије је мртва и не може се поново напунити. Алкалне електрохемијске ћелије имају много дужи животни век, али омот од цинка још увек постаје порозан када се ћелија испразни и супстанце унутар ћелије су и даље корозивне [92]. Алкалне ћелије производе 1,54 [V] - волти.

3.2. Процес израде и саставни материјали штампаних плоча

Полазећи од оновних начела, која се односе на рециклажу електричног и електронског отпада, а која се огледају у чињеници да нико не може боље рециклирати електричне и електронске производе од самог произвођача, у овом

делу докродорске дисертације пажња ће бити посвећена електронским плочама, њиховим саставним деловима и компонентама [93]. Електронске плоче као саставни делови сваког од електронских уређаја најзаступљеније су у процесу прикупљања е-отпада и његовог третмана. Упознавањем са процесом производње и саставним деловима електронских плоча долази се до сазнања о наједекватнијем процесу складиштења и рециклаже уређаја чији се рад заснива на њиховом коришћењу.

Електронски уређаји дефинишу се као скуп различитих електронских компоненти међусобно повезаних електричним водовима а све у циљу добијања скопа намењеног за обављање жељене функције. Саставни део сваког електронског уређаја су штампане плочице и оне имају двоструку улогу [94]. Служе да се на њих монтирају пасивне компоненте (отпорници, кондензатори, калемови), активне компоненте (биполарни и МОС транзистор), интегрисана кола и све остале компоненте. Обезбеђивање веће поузданост компонената и самих уређаја, побољшана технолошка изводљивост, повећана густина паковања компонената, повећана брзина рада и заштита од сметњи, представљају главне разлоге примене штампаних проводних веза у производњи електронских уређаја.

3.2.1. Подлога штампаних плоча

Подлога штампаних плоча се најчешће израђује од целулозних влакна импрегнираних фенолном смолом („пертинакс“), као и од стаклених влакна импрегнираних епоксидном смолом („витропласт“):

- Штампане плочице од стаклених влакна импрегниране епоксидном смолом („витропласт“). Ова врста штампаних плочица, крућа је од пертинакса, самим тим дуготрајнија и зато се користи за електричне уређаје као што су рачунари и мобилни уређаји. Тачније оваква врста штампаних плочица користи се код уређаја високе вредности. Комерцијални назив за витропласт је ФР-4 (*Flame Resistant*), а број 4 означава да се штампана плочица састоји од стаклених влакана импрегнирана са епоксидном смолом. Витропласт се састоји од низа

слојева (7-9) стаклених тканина импрегнираних са смолом на који је налепљена бакрена фолија са једне (једнострана плочица) или обе стране (двострана плочица).

- Штампане плочице од целулозних влакна импрегниране фенолном смолом („пертинакс“). Ова врста штампаних плочица користи се за уређаје попут телевизора и малих кућних апарата. Комерцијални назив је ФР-2 (*Flame Resistant*), број 2 означава да се штампана плочица састоји од целулозних влакана импрегнираних фенолном смолом.

Поред ФР-2 и ФР-4 материјали који се често сусрећу у изради штампаних плоча су:

- ФР-1, као и ФР-2, погодни за рад на собној температури. Израђени су од материјала сличног картону. Карактерише их лоша отпорност на влагу;
- ФР-3, памучни папир импрегниран епоксидом;
- ФР-5, ткани фиберглас и епоксид, високе чврстоће на вишим температурама;
- ФР-6, мат стакло и полиестер;
- Г-10, ткано стакло и епоксид - висока отпорност на изолацију, ниска апсорпција влаге, врло висока чврстоћа везе;
- Г-11, ткано стакло и епоксид - висока отпорност на раствараче, висока отпорност на савијање при високим температурама;
- ЦЕМ-1, памучни папир и епоксид;
- ЦЕМ-2, памучни папир и епоксид;
- ЦЕМ-3, неткано стакло и епоксид;
- ЦЕМ-4, ткано стакло и епоксид.

Главни део је непроводни (изолациони) материјал (подлога) који се обично прави од стаклених влакана, и епоксид. Материјал подлоге који се користи за раздвајање слојева долази у различитим дебљинама, од 12 mm па до 100 mm. Након

тога на језгро штампане плоче следи хемијски поступак наношења танког бакарног слоја стандардне дебљине од 35 μm на једну или обе стране плоче [95].

Поред стандардне дебљине бакарног слоја, у зависности од потреба електричних уређаја, дебљина слоја може бити и 12, 18, 70, 105, 200 и 300 μm .

Штампане плоче могу да буду:

- једнослојене;
- једностране;
- двостране;
- вишеслојне.

Једнострана штампана плочица има подлогу са једним слојем бакарне фолије на врху као на слици 3.



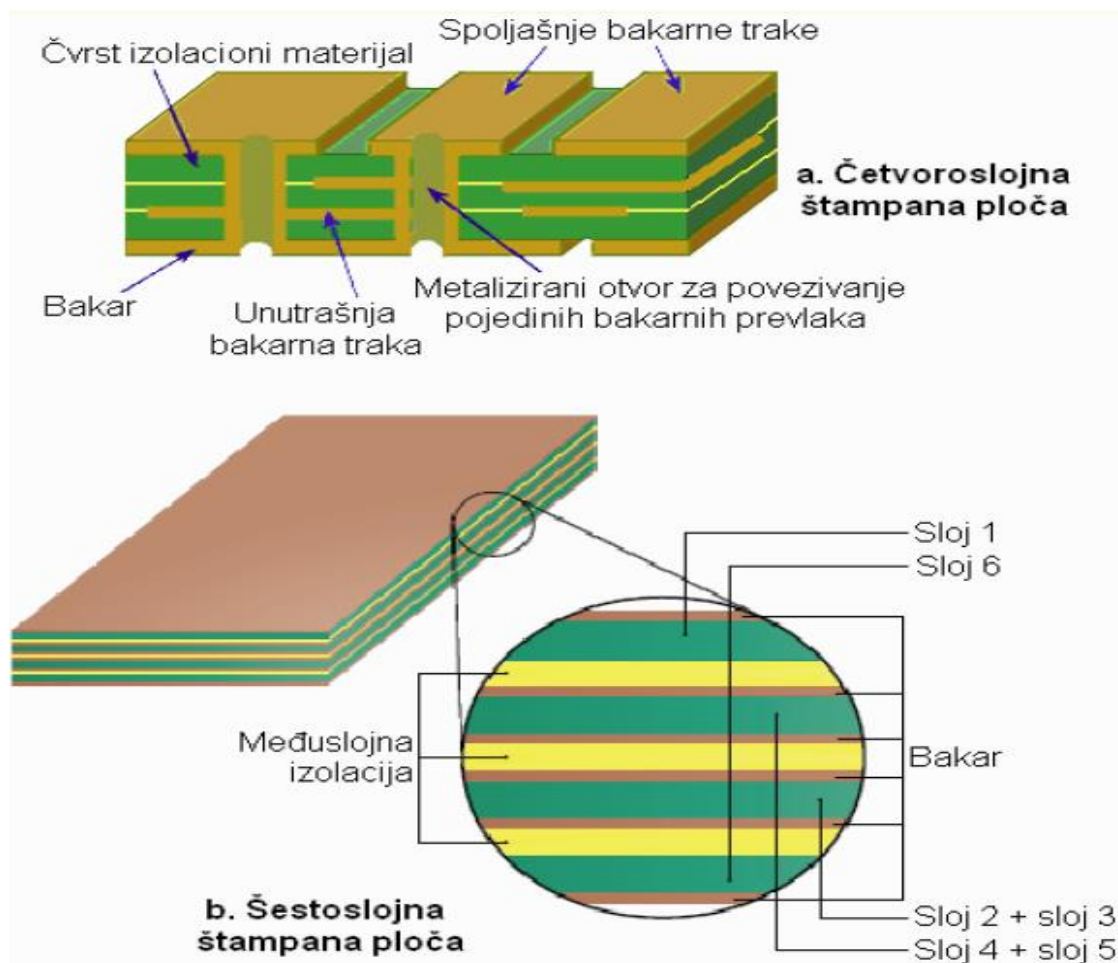
Слика 3: Попречни пресек једностране штампане плочице

Двострана штампана плоча има два слоја бакарне фолије (један на врху и један на дну, као што је приказано на слици 4. Овакве штампане плоче се најчешће користе при реализацији електронских кола која имају много линија којима се спајају компоненте [96]. Спојеве између бакарних линија (веза) са једне и са друге стране остварују се тако што се линије цртају тако да се укрштају, а на месту укрштања се буши рупица као за компоненту. Код фабрички израђених штампаних плочица те рупе се металيزују тј. обложе се металом.



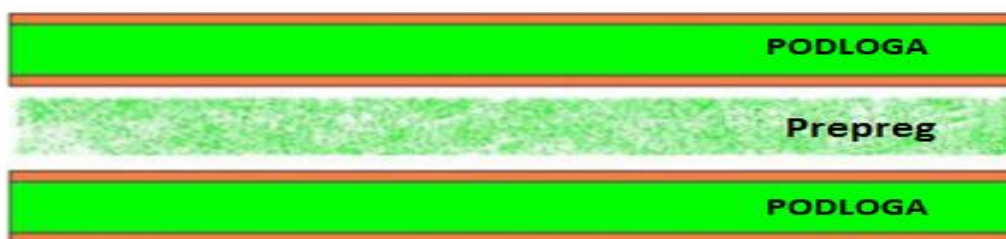
Слика 4: Попречни пресек двостране штампане плочице

Због повећане сложености штампаних плочица често је потребно више од два слоја бакарне фолије [97]. У том случају остали слојеви бабра могу бити уграђени или додани (обично у паровима). Плочице добијене на овај начин називају се вишеслојне штампане плочице.



Слика 5: Попречни пресек вишеслојних штампаних плоча
(а. четворослојна штампана плоча, б. шестослојна штампана плоча)

Четворослојна штампана плочица, на пример, може се састојити од две двослојне штампане плочице између којих се налази слој преграда чија је улога да изолује и подржава друге структуре слојева [98]. Поред 4-слојних штампаних плочица израђују се и са 6, 8 или 10 слојева, док неке веома комплексне штампане плочице имају и до 32 слојева. Штампана плочица се може састојати од више водљивих и изолацијских слојева.



Слика 6: Попречни пресек вишеслојне штампане плочице

Висина подлоге је обично дебљина једног или више листова ламинатног материјала и обично је много мања од висине слоја језгре прЕРРег материјала.

Бакарни слој користи се за реализовање електричних веза, а делови бакарне фолије који након технолошке обраде остану сачувани на штампаној плочици служе за повезивање електричних компонената и називају се водови. Водове чине лемна места на која се монтирају и спајају изводи електроничких компонената и линије или површине (полигони) који повезују два или више лемних места [99].

Дозвољено оптерећење водова приказано је у табели 2.

Табела 2. Дозвољена оптерећења водова

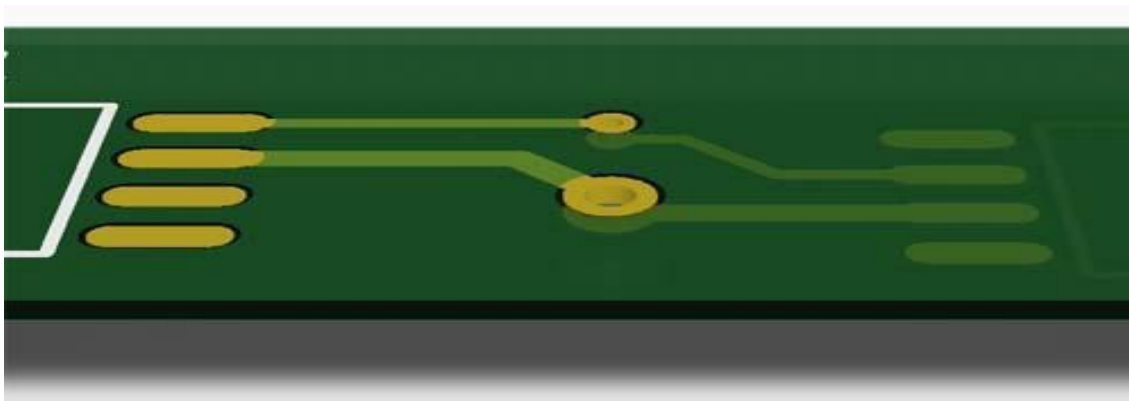
Ширина вода		Дозвољена струја
mils	Mm	A
15	0,381	1,0
30	0,762	2,3
50	1,27	3,5
100	2,54	6,0

Места на којима се на штампану плочу постављају и залемљују пинови компонентата зову се стопице (енгл. Pads). Постоје две технологије монтирања стопица:

- монтажа кроз отворе (*Through Hole TH*) – пин од компонентне се протура кроз рупу и леми са супротне стране тако да лем обухвати пин и стопицу;
- површинска монтажа (*Surface Mounted Devices*) – пин од компоненте се поставља на стопицу, леми се директно на стопицу тако да лем покрива пин и стопицу. Код ове технологије, електронске компоненте су много мање, што је омогућило монтирање копонената на мањој површини штампане плоче и самим тим смањило трошкове производње штампаних плочица.

3.2.2. Спојнице и штоп лак

Спојница се реализује као метализована рупа, чија је функција електричног спајања бакарних водова, у случајевима када се користе два слоја бакарне фолије за реализацију водова, као што је приказано на слици 7.



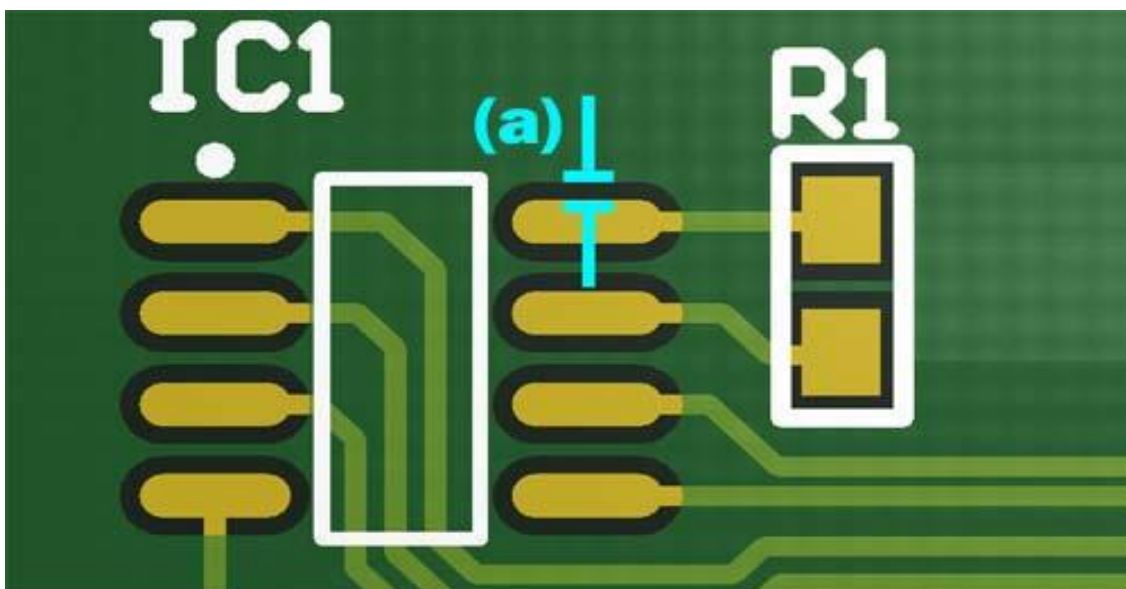
Слика 7: Пример две спојнице на штампаној плочи

Са претходне слике могу се видети спојнице, као две рупе са бакарним овичењем до којих долазе водови са горње и са доње стране и спајају пинове компонентата монтираних са супротних страна плоче [100]. Спојнице које нису

прекривене заштитним лаком (као на слици), називају се отворене спојнице. Таква спојница се користи као тест тачка када се анализира рад кола путем осцилоскопа.

Код монтаже компонената кроз отворе (ТН технологија), свака стопица је уједно и спојница и омогућава да се бакарни вод изведе на било којој страни штампане плоче пошто ТН стопице изгледају слично као спојнице.

У SMD техници, пошто спојница заузима већу површину од бакарних водова, поскупљује производњу, и мења електричне карактеристике водова, спојнице се праве само ако је неопходно. Бакарне површине које нису намењене за лемљење пинова или као тест тачке се прекривају заштитним лаком (*енгл. solder mask*), као што се може видети на слици 8.



Слика 8: Штоп лак

Приликом лемљења штоп лак не дозвољава да се калај ухвати на водове већ само на стопице пошто постоје отвори на слоју штоп лака. Овај лак пружа и малу механичку заштиту од гребања или абразије, изолује бакарне површине водова од потенцијалног контакта са елементима који се налазе у зони уређаја (лак је диелектрик) [100]. Зазор између стопице и почетка штоп лака назива се отвор штоп и његова улога је да формира маргину безбедности којом се гарантује да штоп лак услед недостатака у процесу израде неће делом покрити стопицу. Слој боје којим се на штампаној плочи обележавају габарити компонената, њихови називи и

вредности али и друге корисне информације за производњу уређаја назива се тзв. бела штампа.

3.2.3. Израда цртежа штампаног кола и преношење цртежа на плочицу

Како би се на штампаној плочици оствариле потребне проводне везе, потребно је да се на њој најпре исцрта или пренесе већ исцртана шема конкретних веза. Основна правила креирања веза огледају се у томе да је потребно избегавати дуге везе и пресецање истих. Преношење припремљеног цртежа штампаних веза на површину бакарне плочице може се урадити на више начина. Најједноставнији начин је директно цртање проводних веза на бакарној фолији штампане плочице алкохолним фломастером [101]. Овакав поступак цртања штампаних кола није могуће користити приликом израде штампаних плочица за сложенија електрична кола. За цртање сложенијих електричних кола користе се неки од рачунарских програма као што су: Protel, Tango, OrCAD PCB, Eagle, итд. Следећи корак у изради штампаних плочица је преношење цртежа на плочицу.

Пре него што се нагризањем селективно уклони вишак бакра са штампане плочице, потребно је лик предвиђене шеме пренети на бакарну фолију. Један од начина преношења заснива се на коришћењу фото поступка [102]. Фото поступак може се спровести применом две основне технике:

- Поступак ситоштампе;
- Поступак фотоштампе.

Потреба за све гушћим паковањем компонената на штампаној плочи довели је до тога да је неопходно омогућити формирање линија од 10 μm , па и мање. Поступак ситоштампе не може се користити када је потребно преношење лика, на бакарну површину, чије су карактеристичне димензије мање од 200 μm [103]. Припрема бакарне површине почиње са испитивањем да ли у бакарном слоју постоје дефекти попут удубљења, оштећења и слично. Такође бакарна површина не сме на себи имати масне мрље, прашину, и друге стране честице јер и то може утицати на успешност производног процеса приликом израде штампаних плочица.

Чишћење бакарних површина може се сврстати у три категорије:

- Механичко чишћење – нечистоће се са бакарне површине уклањају абразивним чишћењем, при чему се користе више различитих техника попут полирања, четкања, рибања, глачања итд. Текстура површине након механичког чишћења знатно утиче на квалитет између фоторезиста и подлоге.
- Хемијско чишћење – у зависности од природе нечистића које се уклањају, хемијско чишћење се спроводи применом различитих, најчешће базних, раствора високе концентрације. Због утицаја базних раствора на полиамидне супstrate и супstrate на бази епокси смоле, некада је пожељно и коришћење неутралних или киселих раствора при чишћењу. Након хемијског чишћења је неопходно темељно испирање површине.
- Електролитичко чишћење – ова технологија подразумева уклањање нечистоћа процесом електролизе уз веома мале губитке у дебљини бакарних слојева. Површине после чишћења добијају жељену текстуру процесом микронагризања, након чега се спроводи њихова пасивизација и наношење фотополимерних филмова.

За екранизовање у ситошtamпи користи се маска од алуминијумског рама преко кога је развучена мрежа прекривена емулзијом која онемогућава депозицију. Емулзија се уклања фотохемијским процесима на деловима шаблона кроз које се врши депозиција на супstrату [104]. Максимална прецизност у ситошtamпи се постиже коришћењем мреже израђене од челика са бројем влакана по центиметру у опсегу од 120 до 140. Применом директне методе, индиректне методе и методе сучеља могуће је преношење шаблона на мрежу и формирање маске за ситошtamпу. Поред тога што је поступак ситошtamпе једноставнији и економичнији од поступка фотошtamпе, он се слабо користи док се поступак фотошtamпе временом стално развијао [105].

Процес који обухвата наношење фотоосетљивог материјала у форми континуалног филма на површину штампане плоче зове се фотошtamпа.

Фотоосетљиви филм се назива фоторезист и представља материјал који мења своје карактеристике на деловима који су осветљени карактеристичним зрачењем.

Осетљивост фоторезиста обично је највећа у ултраљубичастом делу спектра зрачења, те при осветљавању овим зрачењем фоторезист мења своје карактеристике.

Фоторезисти се могу поделити у следеће две групе:

- Течни фоторезисти;
- Чврсти фоторезисти.

Независно од групе процес преношења слике електричног кола на штампану плочу заснива се на унапред дефинисаним корацима. Први од корака јесте превлачење плоче униформним слојем фоторезиста. Након тога се одговарајући делови фоторезиста излажу ултраљубичастом зрачењу контролисаног интензитета у контролисаном временском периоду [106]. Излагање само одговарајућих делова фоторезиста зрачењу постиже се коришћењем позитивних или негативних филмова за маскирање. Овај процес је познат и као експозиција. Код двостраних плоча треба водити рачуна да се шаблони са обе стране поравнају, након чега се фоторезист са обе стране излаже зрачењу.

Фоторезист се након експозиције развија, тј. уклања се са свих бакарних површина које је потребно нагрзати, док преостали резист спречава нагрзање бакарних површина које сачињавају проводне елементе штампане плоче. Уколико се користи течни фото резист неопходна су још два додатна корака у фотоштампи. Неопходно је додати боју течном фоторезисту како би постао видљив на површини штампане плоче, а неопходно је и печење резиста десетак минута на температури од 80 до 100 °C како би дошло до очвршћавања резиста пред нагрзање.

Процес у коме се фото поступак на штампаној плочи спроводи директно, без коришћења маске назива се директно ласерско уписивање. Експозиција фоторезиста се у случају ове технике врши зрачењем ласером, које се обично налази у ултраљубичастом делу спектра, мада се некада користе и ласери у видљивом и ИС делу спектра [107].

3.2.4. Нагризање бакра

Процес селективног уклањања бакра са површине штампане плоче ради формирања веза електричног кола назива се процес нагризања. Процес нагризања је могуће реализовати:

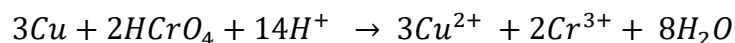
- хемијским путем – бакар се уклања применом киселине која га нагриза и уклања, или
- механичким путем – користи се механички алат којим се уклања бакар.

У процесу израде штампаних плочица уклањање танког слоја бакра са нежељених места се најчешће врши помоћу раствора за нагризање бакарне фолије нагризањем хемијским путем неком киселином.

Систем хидроген пероксида и сумпорне киселине се екстензивно користи при процесу микро-нагризања бакарних површина. Предност употребе оваквог система огледа се у компатибилности са органским и металним резистима, стабилној брзини нагризања, лакоћи при регенерацији раствора и једноставности процеса одлагања отпада. Хидроген пероксид је веома јак оксиданс, способан да оксидује и раствори бакар, док сумпорна киселина чини бакар растворљивим. Како би се контролисала брзина нагризања и брзина регенерације раствора, у раствор се додаје бакар сулфат [108].

Проблеми који се могу јавити при овој врсти нагризања укључују прегревање система, контаминацију средства, као и опасности које се јављају услед руковања концентрованим пероксидним раствором.

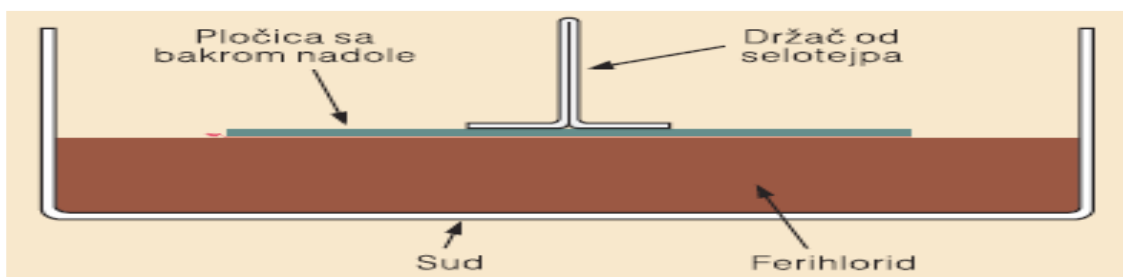
Добра оксидантна моћ као и компатибилности са различитим металним резистима као што су калај, легура калаја и олова, злато, са винил лаком и сувим или течним фоторезистима, су главни разлози због којих се хромна киселина у комбинацији са сумпорном користи у процесу нагризања бакра. Реакција нагризања се може описати на следећи начин:



Овај систем нагризања могуће је извести потапањем плочице у раствор, али не и прскањем, с обзиром да је средство веома отровно. Брзина нагризања овим средством није велика, али може се повећати додавањем натријум сулфата, као и подизањем температуре. Без обзира што се предност ове врсте нагризања огледа у веома малом подгризању, она се избегава при процесу нагризања бабра јер је руковање хромном киселином веома опасно. Приликом коришћења комора за нагризање мора поседовати систем за вентилацију, док се одлагање отпада након завршеног процеса нагризања мора обавити у складу важећим стандардима [109].

Лака регенерација средства, једноставност одлагања отпада и бољи поврат материјала чине раствор бакар (II) хлорид економичнијим решењем за нагризање бабра на штампаним плочицама. Компатибилан је са чврстим и течним лаковима, фоторезистима и златом, док није компатибилан са калајним резистима и легурама калаја и олова. Проблеми који се могу јавити при нагризању бакар (II) хлоридом су смањена брзина нагризања (која је последица ниске температуре), недовољна агитација или недостатка контроле система.

Раствор Фери-хлорида $FeCl_3$ не нагриза фоторезист и зато је погодан за процесе у којима се фоторезист користи као средство за заштиту бакарне површине. Због нагризања олова и калаја не користи се за нагризање плоча које имају слој олова или калаја на бакру. Припрема раствора врши се растварањем $FeCl_3$ у води, у масеном уделу од 28% до 42%, при чему се најчешће користи концентрација од 35%. Процес растварања одвија се оксидацијом бабра у купрохлориду. Процес нагризања фенилхлоридом приказан је на слици 9.



Слика 9: Нагризање ферихлоридом

Процесом нагризања повећава се концентрација раствореног бакра у раствору, што успорава процес. Процес нагризања почиње да се успорава при концентрацији од 60 g/l. Када концентрација раствореног бакра достигне граничну вредност од 120 g/l потребно је заменити раствор. Како овакав раствор брзо нагриза и раствара бакар веома често је у употреби.

С обзиром да је раствор корозиван и брзо нагриза метале, мора се обратити пажња приликом руковања и препоручује се употреба заштитних рукавица, заштитних наочара и мантила. Такође препоручује се и да просторија буде проветравана у току процеса јер се у току процеса нагризања ствара непријатан мирис.

Нагризање амонијум персулфатом је компатибилно са свим коришћеним резистима укључујући и калај, легуре калаја и олова и фоторезист. Не сме се користити само у случају резиста у виду злата. Не испољава многе негативне особине као фери-хлорид, веома је јак оксиданс, у раствору је нестабилан и разграђује се како би формирао водоник пероксид, кисеоник и пероксидсумпорну киселину, која на собној температури има веома малу брзину нагризања.

Амонијум персулфат се може користити у нагризању путем прскања или урањања на температури од 45°C. Нагризање путем амонијум хлорида се одржава на температури од 50 до 55°C и применљиво је у систему нагризања прскањем јер је овај систем за нагризање компатибилан са металним и органским резистима. Поступак нагризања амонијум персулфатом карактерише се минималним подгризањем, високим капацитетом раствореног бакра и великим брзинама нагризања. При количини раствореног бакра од чак 150 g/l у растварачу ово средство за нагризање дозвољава брзине нагризања од 30 до 60 μm бакра у минути. Недостатак оваквог процеса је у томе што регенерација раствора за нагризање није јефтина. Такође код овог процеса су велика испарења приликом процеса нагризања па се обично користи систем за вентилацију. Хемијске супстанце које се користе у сваком од наведених процеса штетне су по здравље људи и околине. Управо из ових разлога током процеса са поменутих супстанцама треба поступати на адекватан начин. Отпадни материјали који настају приликом израде саме плочице морају се третирати као електронски отпад, како не би дошло до погрешног складиштења и третмана, а самим тим до загађења животне средине.

3.3. Електрични уређаји који у свом саставу поседују гас

Клима уређаји као једна од категорија електронских уређаја доступни су на тржишту преко 50 година. Последњих неколико година са порастом дневне температуре и глобалним загревањем повећала се потреба за производњом и продајом клима уређаја. Управо из ових разлога клима уређаји постали су економски оправдани и доступнији широј популацији. Крећући се у смеру задовољавања потреба купаца направљена су бројна техничка унапређења, побољшан је квалитет уређаја, а због масовне производње смањена цена. Расхладна техника је грана технике која се бави појавама и поступцима хлађења тела.

Хладити значи неком телу смањивати унутрашњу енергију одвођењем енергије, што се манифестује кроз снижењем његове температуре. Хлађење је процес снижавања температуре у неком простору у сврху, нпр. расхлађивања хране, очувања неке супстанце или стварања пријатног осећаја.

Хладњаци и уређаји за хлађење успоравају развој бактерија које узрокују кварење прехранбених производа као и хемијских реакција које се догађају у природним условима чувања.

Принцип рада расхладних уређаја може се описати на следећи начин: За потребе сабијања користи се расхладни флуид. У највећем броју случајева као расхладни флуид користи се фреон [110]. Сабијање расхладног флуида врши се из простора нижег притиска у простор вишег притиска помоћу компресора за сабијање флуида. На овакав начин компресор узима флуид из испаривача и сабијага у кондензатор. Током процеса сабијања расхладног флуида долази до повећања притиска, што доводи до загревања флуида.

У оквиру расхладних уређаја налази се и сушач-филтер кроз који пролази загрејани гас. Овај филтер задужен је упијање влаге и сакупљање нечистоће из флуида. Овако расхлађени флуид даље се усмерава кроз капиларни цев или експанзиони вентил. Након хлађења и чишћења флуид пролази кроз испаривач, док његов притисак пада што доводи до хлађења околног простора. На овакав начин врши се одузимање топлоте из околине којој је расхладни уређај намењен. Расхладни флуид циркуларно кружи кроз систем и поновно се враћа до компресора где се врши поновно сабијање.

3.3.1. Саставни делови уређаја

Инсталације расхладних уређаја у циљу заштите налазе се у металном кућишту. Овако дизајнирано кућиште обложено је неким од изолационих материјала. Изолациони материјали имају улогу да систему одржавају потребну температуру [111].

Делови расхладног уређаја описани су према према редоследу функционисања. Једно од најосновнијих делова расхладних уређаја се компресор. Компресор омогућава циркулисања гаса у систему. Систем цеви или кондензатор (сличан хладњаку аутомобила) има улогу да гасу повећава притисак, након чега под дејством промене притиска гас мења своје агрегатно стање.

Променом притиска гас се претвара у течно стање, при чему долази до ослобађања топлоте. Након овог процеса гас пролази кроз сушач гаса. Сушач је испуњен силикагелом. Као што је раније речено улога сушача је упијање влаге из расхладног гаса. Поред сушача још један од делова је експанциони вентил. Улога експанционог вентила огледа се у томе да спречава нагло ширење гаса. На овакав начин гас до испаривача долази у течном стању. Након проласка кроз капилар испаривач долази до простора у коме долази до пада притиска и хлађења.

Компресор као главни део (покретач) сваког расхладног уређаја састоји се од више појединачних делова. Под компресором се подразумевају машине у којима се под дејством механичког рада врши сабијање гаса. Обично се користи електрична енергија за напајање компресора. Принцип рада компресора заснива се на сабијању гаса из простора у коме је нижи притисак у простор у коме је притисак виши. Оваквим принципом расхладни флуид циркулише и прелази и течно у гасовито агрегатно стање. У зависности од намене и конструкције компресори могу бити:

- клипни компресор;
- ротациони компресор;
- вијчани компресор;
- центрифугални (турбо) компресор.

Сваки од наведених типова компресора има предности и мане. Па у зависности од перформанси компресора одређује се и његова примена. Највећи и најскупљи компресори налазе се у расхладним постројењима. Према снази сви компресори могу се поделити у три групе:

- Мали – до 50 kW;
- Средњи – од 50 до 500 kW;
- Велики – од 500 kW.

Основна улога компресора огледа се у сабијању гаса са нижег на виши притисак. Након проласка кроз кондезатор врши се хлађење гаса чиме се одводи топлота. Кондезована пара расхладног флуида у кондезаторима врши одузимање топлоте од расхладног флуида [112]. Сами процес одузимања топлоте може се поделити у три фазе.

У оквиру прве фазе врши се хлађење паре до температуре погодне за кондензацију, тачније врши се хлађење до температуре погодне за кондензацију. У овом процесу користи се само 3% површине кондезатора. Другу фазу чини сам процес кондензације. У овом процесу користи се само 77% површине кондезатора. У тећој фази се врши снижавање температуре течног расхладног флуида испод температуре кондензације.

У зависности од начина одвођења топлоте од кондезатора, постоје различите врсте кондезатора као што су:

- водом хлађени кондезатор;
- ваздухом хлађени кондезатор;
- водом и ваздухом хлађени кондезатор.

Кондезатор чији се рад базира на воденом хлађењу пронашао је примену у расхладним постројењима већих капацитета (од 1 kW па навише). Како је за њихово функционисање потребна одређена количина воде, пронашли су примену у местима где има довољно воде. Предуслови су да вода буде чиста, као и да њена цена не превазилази намену кондезатора. Такође потребно је да за довођење

односно одвођење потребне количине воде нису потребна превелика улагања. Испустање воде у јавну канализацију могло би да отежа само функционисање система [113].

Ваздухом хлађени кондензатори примењују се у расхладним уређајима различитог капацитета. Управо из овог разлога ваздухом хлађени кондензатори пронашли су примену у постројењима мањег капацитета, па све до индустријских постројења великих капацитета. У зависности од капацитета расхладних уређаја као и њихове намене, ваздушни кондензатори могу се поделити на кондензаторе са:

- природним струјањем ваздуха (код мањих расхладних уређаја);
- принудним струјањем ваздуха, уз помоћ вентилатора (код већих расхладних уређаја);
- водом и ваздухом хлађени кондензатори.

Кондензатори са хлађењем водом и ваздухом се примењују у расхладним системима где нема довољног дотока хладне воде или је вода веома скупа. Вода се слива преко цеви кондензатора и хлади их. Вода која се користила за процес хлађења се пумпом враћа и сакупља на природно хлађење. На овакав начин врши се поновна употреба воде [114]. Кондензатори са хлађењем базираним на води и ваздуху могу се поделити на:

- атмосферски кондензатор – одликује се природним струјањем ваздуха око цеви кондензатора.
- евапоративни кондензатор – одликује се струјањем ваздуха око цеви кондензатора потпомогнутим помоћу вентилатора.

Сушач и филтар код новијих расхладних система су једна компонента. Наведени систем врши две неопходне радње за процес хлађења истовремено. Прва од двеју радњи јесте упијање воде из расхладног флуида, док друга представља филтрирање расхладног флуида.

Како би се уклонила вода из инсталације користи се сушач плина. Сушач плина најчешће се поставља у оквиру течних водова, тачније између кондензатора

и експанзионог вентила. Поред сушача плина још један од делова јесте и филтер. Улога филтера јесте филтрирање ситних честица и компоненти расхладног уређаја и онемогућавање њиховог уласта у радни простор компресора. На овакав начин спречава се таложење ових честица у оквиру компоненти расхладног уређаја, и самим тим блокирања рада одређених компоненти у расхладном уређају. Практично филтри се постављају на месту протока расхладног флуида, при чему се механичке честице прикупљају вишеслојним мрежицама или ситима малог промера [115]. Филтери се најчешће праве од азбестне тканине или неких других материјала. Материјал од кога је филтер направљен условљен је врстом расхладног флуида који је потребно филтрирати.

У зависности од уређаја и произвођача некад је могуће заменити делове филтара, а код других потребно је заменити комплетан филтер.

Основни градивни делови сушача и филтра су: улазни прикључак, мрежице и сита од ситних материјала, хидроскопни материјал (силикагел), кућиште (оклоп), излазни прикључак,

Експанзивни вентил је најважнији регулатор расхладне инсталације. Експанзивни вентил успорава проток расхладног флуида, и регулише проток кроз испаривач. Проток кроз испаривач зависи од оптерећења испаривача. На овакав начин врши се константно одржавање протока флуида. Изменом протока флуида регулише се искоришћеност испаривача, као и целокупног расхладног система.

У саставне делове експанзионог вентила убрајају се:

- термостатски елемент;
- кућиште вентила;
- вретено за подешавање;
- цев за спољашње изједначење притиска;
- одвојена излазна пригушница;
- комплет пригушница;
- осетљиви елемент;
- капиларна цев.

Капиларна цев је део испаривача који се налази код малих расхладних уређаја (максимално до 10 kW погонске снаге). Капиларна цев има врши успоравање фреона или било ког другог флуида. Тачније ова цев врши спречавање ширења флуида. Најчешће се израђује од бакарних цеви. Дужина и унутрашњи пречник цеви се одређује у зависности од уређаја.

Испаривач је саставни део расхладних инсталација у коме долази до испаравања течног расхладног флуида, одузимајући топлоту. У испаривачу, расхладном флуиду притисак нагло пада, јер последица промене притиска утиче на хлађење односно одузимању топлоте. Процеси који се одвијају у испаривачу могу се поделити у следеће групе:

- струјање флуида;
- испаравање флуида;
- прелазак топлоте.

Подела испаривача је опширна, у овом делу наведене су најосновније: Према материји коју хладе испаривачи се деле на:

- испариваче за хлађење воде;
- испариваче за хлађење ваздуха.

У зависности од тога дали флуид кружи принудно или принудно:

- испариваче са природним струјањем;
- испариваче са принудним струјањем.

У зависности од типова и врсте цеви које се користе. Испариваче делимо на:

- цевне испаривачи;
- испаривачи са ребрастим цевима;
- испаривачи који поседују сноп цеви;
- испаривачи са вертикалним цевима;

- полчасти испаривачи;
- добошасте испаривачи.

Испаривачи према начину испаравања деле се на:

- „суве“, за режим рада у минусу. Режим рада у минусу подразумева да расхладни уређај хлади испод 0 °C:
- „преплављене“, за режим рада у плусу. Режим рада у плусу подразумева да расхладни уређај хлади до 0 °C.

У зависности од тога, како се испаривачи уграђују деле се на:

- зидне испариваче;
- висеће испариваче.

Поред поменутих делова расхладних уређаја, још један од саставних делова свакако су и уређаји за управљање и регулацију расхладних уређаја [116]. У групу ових делова убрајају се пресостати, термостати и хидростати.

Пресостати у зависности од притиска затварају или отварају струјно коло. Управо из ових разлога користе се као елементи за регулисање и заштиту. У зависности од тога дали регулишу висок или низак притисак постоје пресостати ниског и високог притиска. Електрични контакти су постављени тако да при одређеној промени притиска или разлици притиска затворе струјно коло.

Термостат заснива свој рад на принципу електричног прекидача. Принцип рада заснива се на прекидању струјног кола у зависности од температуре. Термостат је задужен за регулисање радног режима многих уређаја. Примера ради термостат може регулисати рад електромотора, компресора, магнетног вентила као и вентилатора. Практично када дође до пораста температуре изнад унапред дефинисаног прага термостат затвара струјно коло [117]. На тај начин, продужава животни век уређаја и штити простор у коме се уређај налази. У колико дође до промене у влажности ваздуха изван границе дозвољеног наменена хидростата је да прати и реагује на ове промене. Принцип рада се заснива на употреби соли чиме

се прави раствор од чије влажности зависи електрична проводност. Тачније количина воде у ваздуху мења вредност електричног отпора.

3.3.2. Расхладни флуиди

Расхладни флуид може се дефинисати као течност која циркулише у е-уређају/постројењу за хлађење. Процес хлађења директно је условљен променом агрегатног стања расхладног флуида [118].

Квалитет расхладног уређаја, као и конкретан ефекат хлађења, зависе од бројних фактора а пре свега од физичких/термичких и хемијских карактеристика флуида, који се користи за расхлађивање, с тим да следећих неколико услова увек морају бити испуњени:

- велика топлота испаравања;
- минимална специфична топлота течности;
- рад компримоване паре флуида треба такође да буде минималан.

Тржиште расхладних уређаја данас је веома развијено и разноврсно а најразличитији дизајн ове врсте е-уређаја подразумева и употребу најразличитијих хемијских једињења у гасовитом агрегатном стању у њиховом саставу.

Данас је на тржишту присутан такође велики број хемијских једињења који се користе у производњи е-уређаја који у садрже гас. Свакако су међу њима најпознатији фреони (*CFC* и *HCFC*) за које је средином седамдесетих година прошлог века утврђено да врло неповољно утичу на озонски омотач, који има изузетан значај за опстанак живог света на нашој планети, јер има улогу природног филтера ултраљубичасте радијације.

Почетком деведесетих година прошлог века уочено је значајно смањење дебљине озонског омотача изнад полова што је имало огроман медијски одјек, захваљујући ком су отпочела истраживања примене алтернативних хемијских једињења у гасовитом стању, који омогућавају хлађење у овој врсти е-уређаја. Током 1996. године забрањена је употреба готово свих фреона.

Осим фреона за потребе израде е-уређаја који садрже гас и служе за хлађење користе се или су се користила и следећа хемијска једињења:

- Амонијак (NH_3);
- Угљен-диоксид (CO_2);
- Сумпор-диоксид (SO_2);
- Метилхлорид (CH_3Cl);
- Изобутан (C_4H_{10}).

4. МЕТОДЕ РЕЦИКЛАЖЕ Е-УРЕЂАЈА

Рециклажа није само средство очувања животне средине, већ и значајна грана и делатност која може битно генерисати трајне економске користи, јер чак 70% отпада има употребну вредност, што значи да се може рециклирати.

Развијене земље рециклажом остварују промет од чак 160 милиона долара годишње, и при томе запошљавају 1,5 милиона људу широм планете. Наравно, понекад се чини да је рециклажа скупа, а рециклрати слабог квалитета па је зато успостављено начело рециклирати колико је технолошки могуће, еколошки потребно и разумно [119].

У гомилама е-отпада крију се драгоцени метали попут злата, паладијума, индијума, сребра итд., чија је цена последњих година порасла јер су капацитети у рудницима широм света ограничени. Оно што је поражавајуће јесте податак да су се САД и неколицина најразвијенијих земаља, које стварају највећу количину е-отпада, уместо искреног сучељавања са проблемом отпада окренуле погодном и тајном решењу – извозу е-отпада у азијске земље у развоју.

Извори из индустрије прераде отпада говоре да се скоро 80% е-отпада, прикупљеног за рециклирање у САД, уопште не рециклира у земљи већ се бродовима превози углавном у Кину (око 90%). Најупечатљиви је пример кинеског села Гуиуу које прадставља велики прерађивачки центар е-отпада. Укупан број запослених у сектору прераде е-отпада у овом селу износи око 100 хиљада. Мали приватни предузетници у овој земљи, користећи разне законске пропусте, увозе велике количине старих, неупотребљивих рачунара.

Одвајање е-отпада као демонтажу уређаја најчешће обавља велики број сиромашних људи као и деце. Сви запослени раде готово без икакве заштите што има великог утицаја на њихово здравље. У подручјима где се налазе ове радионице многи становници имају здравствене тегобе, иако нису запослени у поменутиим рачунарским стратиштима [120].

Податак да становници тих предела морају да довозе воду за пиће са изворишта удаљених најмање тридесет километара, говори довољно о загађености подземних вода. Конкретно, истраживање спроведено на деци узраста 1-6 година у забавишту у Гиу, показала су да 81,8% има ниво метала у крви виши од 10

микрограма по децилитру. Закључак је да највиши ниво метала у крви имају деца чији родитељи раде у погонима за рециклирање матичних плоча, у односу на ону чији родитељи раде у погону за рециклирање пластике [121].

Трговина електронским отпадом у Индији, тачније у Њу Делхију, је у процвату. Индијски трговци аукцијом продају отпад најбољем понуђачу који га касније сортира и препродаје. Недавно је у Индији објављено да чак 25 хиљада радника "на црно", само у Њу Делхију, свакодневно раставља између 10 и 20 хиљада тона електронског отпада. Отпад у овај град стиже, наравно, сваке године, да би из њега издвојили мале количине бакра, злата и другог корисног метала за просечну плату од 75 долара.

4.1. Методе рециклаже батерија

Скоро све батерије се могу рециклирати, али неке је лакше рециклирати него друге. Батерије од олова се на пример могу рециклирати и до 99% посебно због вредности олова и његове токсичности.

Друге врсте батерија као што су литијум јонске батерије, никл-кадмијумске батерије, никл-цинк батерије и никл метал хидридне батерије се такође могу рециклирати [122].

У наставку је дат опис метода рециклаже најчешће коришћених типова батерија. Као један од типова батерија које су најчешће у употреби издвају се оловне батерије.

Рециклажа ових врста батерија се састоји од пет основних корака:

- Прикупљање: Батерије се прикупљају са депоније и других места и односе се до објекта за рециклажу.
- Ломљење: након што стигне у објекат батерија се ломи у машини за ломљење батерија у ситне делове
- Сортирање: поломљени делови се стављају у посуду, у којој се тешки метали одвајају од пластике.
- Просејавање: делићи полипропилена се лопатом ваде, а течности се просејавају тако да на крају остаје само олово и тешки метали. Делови

полипропилена се перу и могу се користити у процесу производње нових батерија.

- Хидрометалуршки и пиро-металуршки процес. Ово је процес одвајања драгоцених метала од њихове руде. То је последња процедура која се користи у рециклирању батерије за издвајање олова и других тешких материјала из остатака батерије након четвртог корака. Хидрометалургија је процес издвајања који користи хемију у процесу који допуњава пиро-металургију и омогућава физичке и хемијске трансформације за издвајање олова и драгих метала.

Пластика (делови полипропилена) се перу и суше и онда се шаљу на рециклажу где се обрађују и поново користе у производњи нових батерија. Такође се могу продавати као сировина произвођачима пластичних маса и производа од истих.

Материјали од олова се чисте и спроводе кроз хидрометалуршки и и пиро-металуршки процесе. Настало растопљено олово се прерађује користећи хемијске процесе чишћења да би се уклониле нечистоће [123].

Коначни производ се затим сипа у калуп у облику полуга и оставља се да се хлади. Након хлађења оне се ваде из калупа и шаљу се произвођачима батерија где ће се поново искористити за производњу нових компоненти од олова.

Током процеса рециклаже долази до издвајања старе батеријске киселине, коју је потребно на прави начин третирају. Овој киселини може се приступити на два начина:

- Неутрализација киселине користећи индустријска основна једињења која претварају киселину у воду. Вода се чисти, третира и тестира тако да испуњава одговарајуће критеријуме након чега се пушта у јавну канализацију;
- Претварање у натријум сулфат. Натријум сулфат је безукусни бели прах који се користи за производњу детерџента за прање веша, текстила и стакла. Алтернативно, киселина се може користити за производњу нових батеријских производа користећи посебни процес рециклаже.

Батерија са алкалним цинковим ваздухом/цинковим угљеном се могу рециклирати и до 99.9% користећи иновативни метод расклапања где се делови батерије сортирају у три крајња производа. Ови делови укључују:

- челик;
- папир и пластику;
- цинк и манган концентрати.

Сви ови делови се односе у одговарајуће објекте за рециклажу где се користе за производњу нових производа [124].

Рециклирање литијум јонских батерија, никл-кадмијумских батерија, никл метал хидридних батерија и живиних батерија такође захтева праћење одговарајућег процеса. Код ове врсте батерија рециклажом се може искористити 99.9% компонената.

Пре него што се порене процес загревања и топљења, пластика се одваја од металних компонената и делови који остају се поново користе за прављење одговарајућих производа. Остаци се загревају и топе користећи процес који се назива виско-температурна мелиорација метала (VTMM). Овај процес омогућава издвајање метала као што су гвожђе, манган, никл, хром. Издвојени делови се затим односе у одговарајуће објекте за рециклажу где се користе за производњу нових производа.

Рециклирање литијумских батерија се изводи на следећи наћин. Батерије се ломе користећи чекић да би се ослободиле унутрашње компоненте. Пластика се склања а унутрашњи делови се сецкају на још мање делове. Настали остаци се затим потапају у основну каустичну воду да би се неутралисали електролити. Затим се одвајају материјали који не садрже гвожђе од оних који садрже гвожђе. Чисто старо гвожђе се касније користи за производњу нових производа или се продаје рециклерима.

Остатак раствора се затим филтрира и пролази кроз процес којим се издваја литијум и угљеник. Нешто од издвојеног угљеника се рециклира док се литијум

претвара у литијум карбонат који се користи у производњи фолије и металних полуга од литијума које се користе у производњи батерија.

Батерије чији се рад заснива на бази живе се третирају са доста опреза и рециклирају се на контролисаној температури због отровности тешких метала које садрже [125]. Хидро-металуршки и пиро-металуршки процес рециклирања се користи али у веома строго контролисаној средини за издвајање материјала. Издвојена жива се поново користи за производњу нових живених батерија, инструментима за мерење, и за флуоресцентне лампе. Међутим, битно је напоменути да је производња батерија које садрже живу знатно смањена, док у неким земљама чак и забрањена због њиховог потенцијалног утицаја на околину и здравље људи.

Најефикаснији начин прикупљања истрошених батерија и њихове рециклаже почиње њиховим одношењем у специјализоване продавнице електро опреме и опреме за осветљење које преузимају батерије. Такође, у појединим продавницама широке потрошње се организују акције прикупљања или то спорадично раде неке локалне самоуправе.

Најширу мрежу сакупљања истрошених батерија организује компанија „Делхаизе” – у више од 70 малопродајних објеката „Макси” и “Темпо” широм Србије се могу предати батерије. Само прошле године су прикупили 1,4 тоне истрошених батерија, које су предали оператеру опасног отпада “Е-рециклажи”, а нишка компанија је потом тај отпад извезла. На једном од Сајмова технике било је речи и о рециклажи батерија [126]. Закључак учесника сајма јесте да у Србији тренутно нема услова за рециклажу батерија. Један од водећих проблема у овој области јесу трошкови реализације рециклаже као и изостанак подршке надлежних органа. Додатни проблем су и трошкови транспорта и набавка канти. Такође уколико организације које се баве сакупљањем отпадних батерија задрже овакав вид отпада дуже од 12 месеци у свом објекту, могу бити новчано кажњене.

"Килограм портабилних батерија загади пет до седам литара подземних и надземних вода. Закон је прописао начин чувања и одлагања портабилних батерија, међутим у Србији не постоји рециклер за батеријски отпад“.

Поред чињенице да се све већа количина електронског отпада у Србији рециклира, потребно је нагласити да адекватних рециклажних центара и услова за

рециклирање батерија још увек нема. Поред недостатка услова за рециклажу батерија још један од фактора јесте и слаба заинтересованост оператера за сакупљање оваквог вида отпада. Управо из ових разлога рециклажа батерија представља велики проблем. Комплексност овог проблема огледа се и у томе што батерије садрже велику количину штетних материја. Као једно од решења намеће се извоз отпада насталог од батерија.

4.2. Методе рециклаже екрана

У овом делу докторске дисертације анализирају се тренутни и будући трендови у складиштењу и рециклажи екрана, који су на крају свог животног века (телевизора рачунарских монитора и др.) [127]. Такође у овом делу извршена је идентификација и размотрене су могућности побољшања у процесу производње. Све ово требало би да доведе до олакшања процеса рециклаже.

На основу коришћене литературе која се односи на рециклажу, идентификовани су кључни и критични аспекти метода рециклаже (сортирање, расклапање и претпроцесирање). Такође размотрени су могући сценарији са којима се сусрећу екрани на крају животног века и дати су неки предлози за произвођаче, фабрике за рециклажу, и оне који креирају политику.

Наведена залагања урађена су све са циљем промовисања ефикасног коришћења ресурса у рециклажи оваквих производа. Подаци које се односе на време које је потребно за растављање екрана могу се користити за стварање обавезних и необавезних политичких мера, како би симулирали иновације у дизајну побољшања производа, и како би одредили могуће алтернативне третмане отпада током претпроцесирања у фабрикама за рециклажу, све у циљу поједностављења процеса расклапања [128].

Ове мере се потенцијално могу спроводити и на друге производе користећи обавезне и необавезне политичке мере у циљу поједностављења процеса рециклаже.

Према подацима из литературе, пређењем метода рециклаже телевизијских екрана само 10% драгоцених метала буде издвојено коришћењем механичких

процеса, док ручно растављање отпадних производа омогућава издвајање 90% таквих метала.

Наведени подаци указују да је селективно издвајање битан процес у процесу рециклаже. Тако нпр. наведени подаци из коришћене литературе односе се на драгоцене метале 92% сребра и 97% злата које се налази у штампаним плочама се може издвојити на економски одрживи начин када су ове компоненте селективно издвојене и сортиране засебно од другог електронског отпада.

Плодови рециклаже у виду ретких и драгоцених метала, из електронских уређаја се могу побољшати одговарајућим дизајном производа који помаже у растављању и сортирању компоненти на основу материјалне композиције [129].

Електронске уређаје би такође требало претпроцесирати да би се уклониле велике количине гвожђа и делова од алуминијума без изазивања истовременог губитка драгоцених метала.

Како процес растављања претставља велики део трошкова рециклаже, неопходно је минимизирати количину рада која је потребна за ову фазу. Штавише, процењено је да растављање великих размера може да буде профитабилно и оптимално само када се време које је потребно за растављање производа битно умањи.

Потреба је за што једноставнијим процесом рециклаже, поменуто у неколико европских политичких иницијатива. Политика која промовише ефикасно коришћење ресурса се може поделити у две групе: политика која се односи на третман отпада и ОЕЕО директива, и политика која се фокусира на промовисање чисте производње. Прва група поставља оквир за правилан третман отпада, док се друга група фокусира на захтеве који би производи требало да остваре када се комерцијализују [130]. У обе групе, посебно је скренута пажња на растављање као кључну одлику могућности рециклирања производа. На пример Члан 4. Европске ОЕЕО Директиве наводи да постоји потреба да се побољша могућност растављања производа, на пример коришћењем разних стратегија као што је смањење броја материјала и компоненти који се користе, или смањење времена и сложености алата који су потребни за раздвајање производа.

Управо из ових разлога неопходно је спровести анализу фазе краја живота ЕЕУ, са посебним фокусом на процес растављања, како би се побољшао дизајн

производа тако да омогућава лакшу рециклажу и да се оптимизује генерална ефикасност у коришћењу ресурса код третмана производа на крају животног века. Ово се може промовисати помоћу политичких мера које подржавају добар дизајн у пракси, у складу са другим мерама за побољшање прикупљања и рециклирања отпада.

Ефикасност у коришћењу ресурса код електронских уређаја се може промовисати применом неких “гурни” и “привуци” политичких мера у “дизајну за растављање”. Ове мере би омогућиле склапање производа које је веома тешко раставити. Осим тога, проактивни произвођачи би били охрабрени (“привучени”) да дизајнирају производе са високим перформансама, нпр. увођењем специфичних критеријума за еколошко етикетирање. Предходна разматрања првенствено су била усресређена на екране.

Са процењених 30 милиона уређаја у ЕУ који ће достићи крај свог животног века у 2015 години, дисплеј са равним панелом је посебно битна категорија отпада. Последњих година, постоји доста научног интересовања за побољшање дизајна ове категорије производа у сврху лакше рециклаже [131]. Рециклирање са растављањем је одређено као једна од најефикаснијих стратегија за третирање отпадних екрана.

Већ постоје неке политичке мере које се односе на дизајн за рециклажу електронских дисплеја. На пример, потреба за лаким растављањем екрана и за издвајање неких кључних компоненти је истакнута у неким критеријумима за етикетирање еколошких производа. Међутим ови критеријуми су веома генерални и тешко их је проверити. Нешто специфичнији и детаљнији критеријуми за дизајн за растављање екрана су објављени од стране (IEE), мада је примена ових критеријума од стране произвођача добровољна.

Додатне мере се могу применити путем обавезних политичких мера, као што је Европска Ecolabel Директива. Анекс 1 ове Директиве наводи да процена лакоће поновне употребе и рециклирања ових производа би требало да обраде пажњу на време које је потребно за расклапање и лакоћу приступа компонентама које садрже драгоцене материјале који се могу рециклирати, као и штетне материјале. Мере које су засноване на времену које је потребно за расклапање још увек нису примењене у пракси али су разматране међу научницима.

4.2.1. Анализа тренутних сценарија рециклаже екрана

У многим фабрикама за рециклажу електронског отпада, рециклажа монитора састоји се од њиховог потпуног ручног расклапања и сортирања. Претпоставља се да је овај сценарио репрезентативан за методе рециклаже у ЕУ, како је приказано у више истраживачких радова. Посебно, Европска асоцијација за рециклажу електронике, потврђује да је растављање монитора кључни корак у процесу рециклаже [131]. Такође је у истраживањима наведено да Европи тренутно недостају велики комерцијални процеси који би могли да учине процес сигурнијим економичнијим и омогућио им да третирају велике количине отпада као што се захтева од њих по стандардима Европске уније.

Главни циљеви фабрика за рециклажу електронског отпада су да обаве процес рециклаже што економичније, пратећи стандарде Европске Директиве о ОЕЕО, и, посебно, да одвоје следеће кључне компоненте од остатка отпада. У овом поступку издвајају се:

- Компоненте које садрже живу;
- Спољашњи електронски каблови;
- Штампане плоче са површином већом од 10cm^2 ;
- Електролитски кондензатори (висина $>25\text{ mm}$, пречник $>25\text{ mm}$ или пропорционално сличан волумен);
- Дисплеји са течним кристалима (LCD) .

У наставку је детаљно објашњено зашто се третирају горе поменуте компоненте и њихове критичности.

Вађење лампи за позадинско осветљење је вероватно најкритичнија фаза у рециклирању дисплеја [132].

Свака флуоресцентна лампа може да садржи до $3,5\text{ mg}$ живе (ЕУ, 2013), што је потврђено експерименталним анализама које је спровело Европско удружење за рециклажу електронике (EERA) у европским постројењима за рециклажу. Светилке треба пажљиво чувати за даље третмане опоравка.

Лампе су такође једна од најдубље уграђених компоненти у електронским дисплејима, тако да се могу безбедно извадити тек на крају процеса растављања.

Вађење лампе је деликатан процес, јер постоји ризик од случајног ломљења лампи. ЕЕРА је такође потврдила да је приближно 20-30% плоча за приказ отпада у постројењима за рециклажу већ садржало једану или више сломљених позадинских светиљки [133].

Стога се препоручује да се дисплеји рециклирају у наменским објектима за третман како би се избегло могуће ослобађање живе, која може узроковати здравствене ризике, загађивати околину и загађивати друге материјале који се могу рециклирати.

Вађење спољних каблова не изазива посебне проблеме за постројења за рециклажу, али представља релевантан процес због вредног садржаја бакра који се потенцијално може повратити.

Демонтажа РСВ-а је још један тежак задатак у рециклирању електронског отпада. Екстракција РСВ-а је релевантна јер може садржати одређени број опасних супстанци (укључујући арсен, антимон, берилијум, бромиране успориваче пламена, кадмиј и олово и неколико драгоцених и вредних метала (укључујући злато, сребро и платину).

РСВ-и могу такође садржати неке критичне сировине, како је дефинисано од стране Европске комисије (ЕЦ, 2010). Будући да су РСВ-и углавном причвршћени на различите оквире у електронском дисплеју, производ мора бити готово потпуно растављен како би се ручно извукли. Током рециклирања електронских дисплеја, РСВ-и се пажљиво демонтирају и сортирају према њиховом "богатству" (тј. њиховом потенцијалном садржају племенитих метала). Ово ручно сортирање повећава ефикасност ресурса (у смислу количине и квалитета материјала који се може повратити) и економских прихода процеса рециклирања [134]. Током овог процеса сортирања, извлаче се и кондензатори већи од 2,5 cm.

LCD је једна од последњих компоненти које треба извадити. Обично је уоквирена заједно са пластичним оптичким компонентама (углавном полиметил метакрилат-PMMA-плоча и разне пластичне фолије), неким РСВ-има и филмским конекторима.

LCD садржи панел са танким филмом (TFT), који је релевантан за његов садржај индијума. Према недавним истраживањима у литератури, више од 80% индијума у свету се производи за премазе који се користе на LCD екранима. Индијум се тренутно сматра критичном сировином широм света.

TFT панели се чувају након екстракције и даље се не обрађују. У ствари, тренутно не постоји успостављен систем у Европи за рециклирање индијума из електронског отпада. Чување TFT панела је само привремено решење, што је још увек могуће због ограничене количине отпадних материјала [135]. Међутим, како се прикупља отпадна количина електронских дисплеја, TFT панели ће морати да се даље рециклирају или, као последња опција, депонују на депонију. Неке пилот студије су показале да опоравак индијума из TFT панела може бити технички и економски исплатив. Компанија је недавно тврдила да би могла рециклирати индијум из TFT панела, и ако су присутни проблеми као што је ниска тржишна вредност индијума итд.

Тренд повећања тржишних цена индијума може бити будућа покретачка сила за развој технологија за опоравак индијума. Растућа количина TFT отпада може допринети постизању „критичне масе“ која је неопходна да би процес опоравка индијума био економски одржив. Међутим, високе стопе рециклирања индијума могу се постићи само када се TFT панели пажљиво рециклирају. Индијум у електронским дисплејима се обично користи заједно са другим супстанцама као што су арсен, фосфор и коситар [136]. Полупроводници индиј арсенида (InAs) и индијум фосфата (InP) и ITO су потенцијално опасни и могу изазвати болест плућа. Због тога, TFT панели морају бити ручно одвојени од других токова отпада како би се омогућио опоравак индијума и избегла потенцијална контаминација других фракција које се могу рециклирати.

4.2.2. Могући сценарији третмана е-отпада у будућности

Анализирајући доступну литературу, долазимо до закључка да се сектор рециклаже електронских дисплеја континуирано развија. Узрок константном развоју рециклаже дисплеја јесу технолошке промене у овој групи производа. Примера ради, флуоресцентне сијалице се постепено замењују алтернативним и

енергетски ефикасним системима без живе (углавном диоде које емитују светлост - LED) у новијем дизајну електронског дисплеја.

Одсуство живе, заједно са нижим трошковима и сигурносним ризицима, доприноси будућем ширењу обраде на бази уситњавања дисплеја, иако то може довести до већих губитака ресурса и смањења рециклирања других материјала који се могу рециклирати [137].

Потпуно ручно демонтаже дисплеја вероватно неће бити изводљиво у наредној деценији због високих трошкова и очекиваног драматичног раста електронских дисплеја. То би могло довести до премештања рециклирања електронских дисплеја у земљи с ниским трошковима радне снаге, што би такође значило и премештање ресурса. Алтернативно, морају се развити други поступци рециклирања, углавном на основу механичког уситњавања и сортирања.

Процес уситњавања је дизајниран да разбије компоненте на мале комаде који се затим могу сортирати у концентрисане фракције. Међутим, 100% опоравак се никада не може постићи. Међутим у току су истраживања оријентисана у смеру мерења „ефеката дизајна производа на понашање ослобађања и квалитет рециклата из сложених потрошачких производа“

Третмани који се базирају на уситњавању захтевају одговарајући систем за смањење живе како би се спречила дисперзија живе и контаминација других делова који се могу рециклирати. Без одговарајућих поступака за уклањање живе након уситњавања, исецкани материјал би био класифициран као опасан. Системи за деконтаминацију исецканог отпада живе такође су анализирани у постројењима за пилот тестирање.

Иновативна аутоматска обрада електронских дисплеја у затвореном контролисаном окружењу такође је развијена од стране неких европских рециклажара. Ови процеси могу бити економски ефикаснији од тренутног сценарија (смањује се ризик који се односи на живу). Међутим, квантитативни подаци о ефикасности рециклирања резања електронских дисплеја још увек нису јавно доступни [138].

С друге стране, као што је објашњено на почетку поглавља, третман електронских дисплеја заснован на уситњавању довео би до већих губитака драгоцених и ретких материјала, што би резултирало смањењем еколошке користи.

Сценарији на бази уситњавања не испуњавају у потпуности кључне циљеве, као што су смањење расипање потрошње природних ресурса, избегавање губитка вредних ресурса, смањење одлагања отпада и допринос ефикасном кориштењу ресурса и проналажење вредних секундарних сировина. Ово је посебан случај са LED-осветљеним екранима, због високог садржаја неколико релевантних материјала у LED-овима (укључујући индиј, галијум). Штавише, постоје докази о потенцијалним опасностима система LED позадинског осветљења, јер они укључују различите супстанце као што су арсен, оловни галијум, индијум и антимон, што може да утиче на здравље људи и еколошку токсичност [139]. Стога, уситњавање LED-осветљених дисплеја може имати исти ефекат као и дисплеји који садрже позадинско осветљење засновано на коришћењу живе.

Садашње законодавство ЕУ о електронском отпаду још увек не предвиђа специфичне третмане за производе базиране на LED технологији. Третмани уређаја заснованих на LED технологији још увек нису дефинисани углавном због тога што је масовна употреба LED у ЕЕЕ тек почела последњих година и још увек има мало доказа о њиховој потенцијалној токсичности и њиховом правилном третману. Могуће је да ће будуће промене у политици ограничити третман рециклирања LED диода.

Мора се напоменути да је рециклирање релевантних материјала у различитим деловима електронских дисплеја веома тешко и генерално није изводљиво када се такви материјали распрашују у исецканом отпаду.

Будући сценарији за рециклирање могли би укључити и аутоматску демонтажу. Недавно су неке компаније инсталирале аутоматизоване системе за демонтажу LED-а, али тренутно има мало информација о њиховим корацима обраде и ефикасности рециклирања. Аутоматизовани системи за демонтажу за предобраду дисплеја тек треба да обраде различите врсте отпада. Најефикаснији приступ за растављање / демонтирање LED система би укључивао хибридне системе који комбинују ручне и аутоматизоване процесе. Такође се спроводе истраживања о примени активног растављања, при чему се иновативни реверзибилни причврсни елементи могу истовремено активирати спољним окидачем. Апликације за аутоматско растављање су углавном у фази пилот тестирања за неке специфичне компоненте. Притом још увек нису развијене за

комерцијалне дисплеје. Штавише, развој производа тренутно иде против аутоматске демонтаже, јер производи постају све сложенији, хетерогенији и елегантнији, и користе више власничких спојева.

Предлаже се ефикасан метод третмана отпада који повезује технологије на бази сечења са селективним ручним предтретманом отпада. На овакав начин може се извршити издвајање економски и еколошки значајних компоненти. Притом током ручног предтретмана отпада смањује се могућност загађења околине [140].

Практично најбоља ефикасност би се постигла управо комбиновањем ручне и машинске демонтаже електричних и електронских уређаја. Како би овака модел постао одржив у пракси наведени сценарио захтева да демонтажа кључних компоненти буде временски ограничена и економски исплатива. Поред тога, квантитативни подаци о времену расклапања су такође потребни како би се идентификовала и имплементирала решења дизајна за растављање.

4.2.3. Детаљна анализа процеса демонтаже електронских дисплеја

Једна од првих студија о демонтажи LCD-а, коју је доступна у литератури односи се на време потребно за растављање LCD-а користећи различите технике: ручно, резањем воденим млазом, ласерским резањем и кружним резањем. Ова студија је утврдила да је ручна демонтажа пожељан избор јер укључује најмањи трошак по артиклу и резултира већим количинама и квалитетом издвојених обновљених материјала. Такође друга истраживања су показала да би време растављања система за позадинско осветљење које је би било мање од 1,4 мин учинило да се ручно растављање преферира у односу на друге системе, чак и са високим трошковима рада [141].

Предмет великог броја истраживања управо је био проблем ручне и аутоматске демонтаже дисплеја. Најчешће у оквиру спроведених истраживања вршена је демонтажа LCD монитора дијагонале 43 cm (17 in.). Време ручног растављања кретало се од 3,6 до 8,7 мин. Мерење времена демонтаже спроведено је за различите типове монитора. Тако на пример једно истраживање обухватило је 12 монитора (масе од 2,1 kg до 6,4 kg, и дијагонале од 33 cm до 48 cm) и 11 телевизора (масе од 8,4 kg до 24 kg, и дијагонале 51 cm до 102 cm). Анализа је била

усредсређена на демонтажу компоненти дисплеја у припреми за даљу обраду, као и на процену потенцијалних ризика за раднике (због ослобађања живе из разбијених лампи).

Просечно време за демонтажу монитора је било 9 мин, а за демонтажу телевизора 12 мин. Притом студија није обухватила мерење времена потребног за разврставање конкретног отпада. Такође ово истраживање је обухватило и економску оправданост целокупног процеса демонтаже и рециклаже. Економска анализа показала је да приходи од материјала добијених рециклирањем монитора нису били довољни да надоместе трошкове демонтаже [142]. Међутим, имајући у виду да је више од 84% прихода добијено од издвајања PCB-а, селективно уклањање ових компоненти може смањити трошкове демонтаже и учинити процес економски изводљивим.

Истраживачки пројекат NAPLA (Одрживо рециклирање дисплеја са равним панелима) анализирао је и упоредио постојеће методе рециклирања електронских дисплеја. Студија је показала да електронски дисплеји представљају веома сложен отпадни материјал који треба рециклирати. Према овој студији, демонтажа електронских дисплеја је обично веома дуготрајна и стога је веома скупа. Мада велике величине сецкања електронских дисплеја захтевају мање времена и мање су скупе, овај процес доводи до расипања и губитка драгоцених или оскудних материјала у другим фракцијама из којих се тешко, ако не и немогуће, опоравити. Процењено је да ручно растављање дисплеја доводи до опоравка од скоро 99% од укупне масе дисплеја, док се механичко одвајање са уситњавањем опоравља само 70-75%.

Ручна демонтажа такође омогућава опоравак неких компоненти са критичним материјалима. Пројекат NAPLA анализирао је демонтажу 41 рачунарског монитора тежине између 2 kg и 6 kg и дијагонале до 56 cm (22 in.), 19 LCD телевизора (произведених од 2006. године) и 7 ново дизајнираних LCD телевизора (произведених од 2010. године). Одабрани телевизори у овом истраживању били дијагонала већих од 61 cm (24 in.).

Резултати истраживања су показали да је знатно мање времена потребно за демонтажу нових екрана. Ово доказује да правилан дизајн за демонтажу дисплеја (нпр. са рационалнијим распоредом, употребом мањих причвршћивача, металних

делова) може у великој мери поједноставити процесе рециклирања. Пројекат је завршен дефинисањем неколико генеричких смерница које треба да обухвати дизајна за демонтажу, као на пример користити стандардизоване завртње.

Студија из 2013. године анализирао је време потребно за растављање LCD телевизора просечне старости 6 година, различитих марки и величина. Демонтажа се одвијала у одређеном подручју тестирања, где су демонтажери добили скуп алата за демонтажу. Након прикупљања информација о отпадном производу (тј. типу, марки, маси, величини екрана, боји и години производње), дисплеји су демонтрани на следећи начин: РСВ-и (одвојени према њиховом вишем или нижем садржају племенитих метала), кабловима, оптичке фолије, LCD панели, поклопци (одвојени према врсти пластике), мале фракције и резидуални материјал. Резултати истраживања показали су да је просечно време потребно за потпуно ручно демонтрање телевизора износило је 508 s (од 222 до 1461 s) [143].

Време демонтаже се повећава на 634 s када се узме у обзир “ефикасност” радника (нпр. узимајући у обзир ефекат замора). Време потребно за издвајање и РСВ -а и LCD панела износило је око 390 с.

Различити аутори су истакли релевантност електронских компоненти „лакоће расклапања“ и потребу за информацијама о времену које је потребно за растављање уређаја (или њихових компоненти). Међутим, објављено је неколико детаљних података (углавном на основу просечних вредности које се односе на узорак отпада). Објављени су неки расчлањени подаци, али они се односе на пример производа који су демонтрани у лабораторијама или на основу поступака демонтаже који су посебно развијени за анализу. Многе студије су се фокусирале на потпуно демонтажу и посматрале су само недеструктивне процесе: то не одражава стварност постројења за обраду, која комбинују процесе растављања и уситњавања и користе деструктивне алате за процес растављања. Није било доступних детаљних информација о мерењима времена потребног за растављање производа у постројењу за рециклирање под нормалним радним условима. Коначно, специфичне мере производа нису биле у фокусу већ објављених података о времену које је потребно за растављање производа [144].

У свим претходно разматраним студијама, у ствари, препоруке су остале опште и квалитативне и ниједна студија није имала за циљ да идентификује

специфичне квантификоване циљеве екодизајна. Ово изгледа посебно изненађујуће када се узме у обзир да заједница инжењерског дизајна већ неколико година тврди да би биле ефикасне опште смерница и приручник у погледу дизајна уређаја, ради лакшег расклапања.

Као што је већ познато, флуоресцентне сијалице, РСВ-и, TFT панели и РММА плоче су тренутно кључне компоненте које се издвајају и сортирају током рециклирања електронских дисплеја, јер садрже опасне материје, оскудне и племените метале и вредну пластику. Дизајн који олакшава лако вађење ових компоненти може помоћи да се они одвоје од других токова отпада и осигурају да се они подвргну оптимизираним процесима обраде, што би побољшало количину и квалитет рециклираних материјала.

Претходни подаци о демонтажи електронских дисплеја су обрађени да би се добило време потребно за издвајање кључних компоненти [145]. Посебно је анализиран процес демонтаже сваког електронског дисплеја како би се идентификовали кораци који су били неопходни за извлачење кључних компоненти. Кораци демонтаже су:

Процес за демонтажу РСВ-а обично се састоји од следећег низа:

- растављање носача и поклопаца;
- демонтажа унутрашње шасије и оквира;
- демонтажа и вађење РСВ -а и напајања;
- демонтажа предњег поклопца и вађење бочних РСВ и филмских проводника.

Процес за демонтажу TFT панела генерално се састоји од следећег низа:

- растављање носача и поклопаца;
- демонтажа унутрашње шасије и оквира;
- демонтажа предњег поклопца;
- демонтажа и вађење TFT панела.

4.2.4. Разматрање потенцијалних мера еколошког дизајна које би могле олакшати демонтажу електронских дисплеја

Правилна демонтажа електронског отпада побољшава вредност материјала добијених накнадним процесима уклањањем загађивача и одвајањем вредних компоненти. Дизајн за демонтажу је препознат као једна од кључних стратегија за ефикасност демонтаже [146]. Да ли промовисати селективну демонтажу пре уситњавања, једна је од стратешких одлука које треба донети с обзиром на потенцијалне користи за околину владине циљеве одрживости, способности процеса и / или економију.

Ручна демонтажа електронских дисплеја (пре даљних механичких процеса) показала се ефикасном у погледу ресурса и у погледу пружања релевантних еколошких предности из перспективе животног циклуса. Иако су произвођачи већ побољшали дизајн за демонтажу у протеклој деценији, велика количина времена укључена у уређаје за демонтажу могла би учинити ручне третмане конкурентнијим од третмана пуног уситњавања у будућности. Штавише, потпуно ручно растављање екрана било би тешко одржати уз експоненцијални раст токова отпада насталих одбацивањем дисплеја.

Како би се промовисао прелазак на комбиновани мануелно-механички сценарио рециклаже, производи би требало да буду пројектовани на такав начин да се кључне компоненте могу издвојити у кратком временском периоду. Пошто су неке од ових компоненти углавном дубоко уграђене у производ, потребно је направити бољи дизајн целог производа у погледу растављања [147]. С обзиром да се произвођачи баве дизајном за демонтажу дуги низ година, они би то могли даље имплементирати на добровољној основи, користећи време демонтаже као циљ дизајна.

4.2.5. Техничка и економска одрживост мера за расклапање

Истакнуто је да дизајн за демонтажне мере неће ометати развој механичких система за рециклажу; напротив, непостојање таквих мера може представљати непремостиву препреку за објекте на бази демонтаже. Произвођачима електричних и електронских уређаја поштовање прописа не би требало да представља превелики

проблем. Такође стратегије дизајна за демонтажу треба да буду релативно једноставне и јефтине да би се могле примењивати у раним фазама развоја производа (на пример, у фази „дизајна за монтажу“ производа). Уједначена упутства за монтажу и демонтажу такође могу помоћи у оптимизацији операција монтаже.

Што се тиче економске процене потенцијалних мера за расклапање, главни економски покретач рециклаже електронског отпада је вредност племенитих метала, након чега следи обнављање других метала као што су бакар и цинк. Основни критеријум за успешно рециклирање је да постоји економски добитак који се добија из процеса демонтаже. Да би се то постигло, мора бити омогућено да се драгоцени материјали из целокупног склопа изолују на правовремен и ефикасан начин, како би радни режими били што јефтинији.

Ручна демонтажа кључних компоненти доводи до већег приноса неколико релевантних материјала (нпр. злата, сребра, паладијума, бакра и индија), у поређењу са сценаријем када се дисплеји исеку без претходно ручног третмана. Посебно, приноси племенитих метала су знатно већи (у распону од 95–99%) ако се РСВ-и ручно раздваја за рециклирање у поређењу са приносима када се РСВ-и механички сортирају након уситњавања (12–60%).

Након растављања дисплеја одређени број делова сваког од дисплеја може се искористити у неком од процеса обраде. Примера ради TFT панели се могу послати на селективну обраду, док на пример, садржај индијума може се раздвојити киселим испирањем или испаравањем [148]. Притом индијум има принос опоравка од око 85%. Индијум се затим може прочистити екстракцијом растварачем, електролизом или топљењем. Процеси пречишћавања могу повратити скоро 99% индијума. Све у свему, процењује се да се око 80% индијума који се налази на дисплејима може потенцијално рециклирати. Садржај индијума који се може рециклирати, на пример, дисплеја од 51 cm или 94 cm, има приближну економску вредност од 0,13 € и 0,23 €, респективно.

Под претпоставком трошкова рада за демонтажу од око 150 € / дан процењено је да је екстракција РСВ -а и TFT панела економски исплатива када:

- време за демонтажу је мање од 650 s (за дисплеј од 51 cm);

- време за демонтажу је мање од 1280 s (за екран од 94 cm).

4.3. Процес рециклаже штампаних плоча и њихов утицај на животну средину

Штампане плоче представљају основну градивну компоненту свих електронских уређаја. Поред CRC монитора, штампане плоче представљају други електронску компоненту која се тешко рециклира. Из тог разлога проблем рециклаже штампаних плоча је изазвао велику пажњу како државних институција, тако и компанија, па и саме заједнице [149]. Постоје два оправдана разлога за забринутости када се ради о рециклажи штампаних плоча и њиховом утицају на околину.

Први се огледа у чињеници да се штампане плоче морају рециклирати и проблем је до некле решен отварањем рециклажних центра, а други се јавља у самом процесу рециклаже. Показало се да постојећа решења нису еколошки исправна. Да би се развио процес рециклаже штампаних плоча који није штетан по околину, потребно је анализирати предности и мане постојећих метода рециклаже.

Сагледавањем недостатака постојећег процеса рециклаже, физички процес рециклаже се побољшава, а самим тим побољшава се и поступак рециклаже штампаних плоча. У побољшаном процесу, процес прскања воде се комбинује са процесом ломљења и тиме се ефикасно уклања проблем индустријске прашине и непријатних мириса [150]. Како би смањиле последице буке, уређаји су изоловани и стављени у кабину која је направљена од материјала који апсорбују звук тако да су на овакав начин радници изложени звуцима испод 80 dB(A). На крају, утицај на околину побољшаног процеса за рециклажу штампаних плоча се анализира са аспекта употребе ресурса, трошења воде, и утицаја на људско здравље.

Последњих десет година, посебна пажња се посвећује последицама штетних компоненти у електронским уређајима. Е-отпад је постао највећа препрека развоја електронске индустрије. У Кини, број застарелих рачунара је 5 милиона. Ако узмемо у обзир повећање продаје за 10 милиона сваке године, процес рециклаже ће представљати огроман изазов у будућности. На основу спроведених истраживања,

број застарелих рачунара у САД 2002 године је био 12,75 милиона, од којих је 10,2 милиона послато у Азију.

Токсична коалиција силиконске долине (TKCD), удружење које има за циљ чисту и безбедну индустрију високе технологије, је пружила основу за истраживање које је спроведено 25 фебруара 2002 године, под називом Извоз штете: затрпавање Азије високом технологијом. Извештај показује веома штетне и опасне операције рециклирања које се спроводе у Кини, Индији и Пакистану, које доводе до загађења ваздуха, воде и земље.

Оваквим приступом рециклажи становници ових земаља доводе се у опасност. Априла 2002 година, Централна Кинеска Телевизија скренула је пажњу на загађеност животне средине која је изазвана рециклажом е-отпада у граду Guiou, провинцији Guangdong [151]. Телевизија је својом репортажом привукла пажњу како владе тако и јавности.

Наглашено је да у е-отпаду постоје две врсте компонената које је тешко рециклирати. Једна је штампана плоча друга је катодна цев. Према статистичком извештају РС-а, производна вредност штампане плоче је преко \$30 милиона. У исто време, животни век многих производа се скраћује. Сви ови фактори доводе до тога да све већи и већи број електронских уређаја стиже до краја свог животног циклуса широм света.

Постоје две врсте отпадних штампаних плоча које је потребно рециклирати. Једна долази од застарелих електротехничких производа, а друга представља отпад који настаје приликом производње штампаних плоча.

Тренутне технологије за рециклажу/уништавање штампаних плоча се могу поделити на три гране на основу процеса који се користе за издвајање одређених материјала: термална обрада, хемијска обрада, и физичка обрада.

Циљ термалне обраде је да се металне легуре издвоје процесом топљења и металургијом. Иако је овај метод једноставан и доступан, има неке нерешене проблеме:

- Материјали који нису метали се не могу рециклирати и користити;

- Много загађеног ваздуха и индустријске прашине (укључујући и неке штетне гасове, као што су диоксини, испаравање олова итд.) се производи приликом процеса спаљивања и топљења;
- Уложени капитал је огроман. Поред улагања у уређаје за рециклажу метала, улог у обраду загађеног ваздуха се такође мора урачунати, што укључује проширење куполе пећи, торањ за испрање гасова, итд.

Процес хемијске обраде укључује стављање драгоцених метала у киселину. У граду Гуиуа, људи су само прихватили овој метод издвајања вредних метала. Велика количина отпадне воде се производи током овог процеса (као што је отпадна киселина, разни отпадни метални јони, итд.) због недостатка новца није могуће купити одговарајуће машине за чишћење воде, што доводи до уништавања еколошког система овог града. Нема више живота у реци Лианг која протиче кроз град Гуиуу. Према томе, процес хемијске обраде мора да се суочи са следећим проблемима:

- Потребно је набавити машине за чишћење воде, због велике количине отпадне воде која настаје током процеса рециклаже штампаних плоча, које су јако скупе;
- Материјали који нису метали се карбонизују због хемијских реакција са јаком киселином. На овакав начин они се не могу рециклирати и поново користити.

Физичка обрада подразумева издвајање компоненти, ломљење штампаних плоча, одвајање металног и не металног праха. Проблеми физичке обраде штампаних плоча су следећи:

- Бука. Бука углавном долази од уређаја за ломљење штампаних плоча. Интензитет буке коју ствара опрема је 130 dB(A);
- Индустријска прашина. Индустријска прашина се производи током процеса ломљења штампаних плоча. Постоји много разних материјала (нпр. метал, смола, и стаклена влакна) у индустријској прашини који

могу негативно да утичу на људско здравље. На пример, стаклена влакна могу да иритирају кожу радника а тешки метали могу да изазову разне болести;

- Непријатан мирис. У процесу разбијања и ломљења штампаних плоча температура расте и као резултат тога смола унутар штампане плоче почиње да се распада. Тај процес ствара иритантан мирис.

На основу претходне анализе закључује се да сва три начина рециклаже штампаних плоча изазивају проблеме по околину. У комбинацији са тренутним стањем кинеских компанија, физички процес обраде се сматра најбољим решењем уколико се постојећи еколошки проблеми могу ефикасно решити.

4.3.1. Побољшане методе процеса физичке обраде штампаних плоча

Физички процес захтева много мање улагања од термалног или хемијског процеса, па га је из угла економске исплатљивости најлаше усавршити. Усарашавање процеса физичког расклапања штампаних плоча огледа се у решавању проблема настанка индустријске прачине, као и непријатниј мириса.

Штампане плоче садрже много тешких метала, који могу веома лоше да утичу на здравље ако доспеју у људско тело. На пример, олово може да оштети нервни систем, репродуктивни систем, кости, итд. Према националном стандарду у Кини здрава количина оловне прашине је $0,05\text{mg}/\text{m}^3$. Истраживања су показала да на 1g рециклираног метала од штампане плоче има 3032 mg олова. Наравно ако се количине олова не контролишу може доћи до озбиљних последица. Поред тога, стаклена влакна могу изазвати не само респираторне болести већ и дерматозе. Тако да је јако битно умањити или елиминисати индустријску прашину која настаје приликом процеса физичке обраде.

Непријатан мирис настаје као резултат распадања смоле под високим температурама. Последице које распадање смоле може да има су непознате. Да би избегли непријатан мирис неки људи користе течни азот током процеса ломљења како би смањили температуру штампаних плоча. Осим тога, течни азот чини

штампане плоче кртим, чиме се олакшава процес ломљења. Међутим коришћење течног азота може да доведе до високе цене опреме.

На основу анализе постојећих техника, у новије време предлаже се коришћење воденог спреја у процесу ломљења штампаних плоча. У овом процесу вода служи као одлично средство за елиминисање индустријске прашине и непријатног мириса. Вода која циркулише током процеса ломљења може да одузме нешто од топлоте и тиме спречи појављивање непријатног мириса. Прах као један од продуката оваквог начина растављања и поред употребе воде остаје као проблем.

Ипак иако није елиминисана његова појава, оваквим поступком смањене су последице његовог шерења а сами тим и утицаја на људско здравље. Практично настали прах бива усвојен од стране воде и транспонован до спремишта за одлагање отпадних вода.

Проблеми везани за буку укључују губљење слуха, стрес, високи крвни притисак, недостатак сна, недостатак пажње и губитак продуктивности, и генерални пад квалитета живота и могућности за мир. Очигледно је да бука има велики утицај на људско здравље [152].

У физичком процесу рециклаже штампаних плоча, машина за ломљење може да произведе око 130 dB(A) буке. Ово практично значи да уколико се не смањи количина буке здравље радника ће бити угрожено. Да би се решио проблем буке машина мора бити изолована унутар кабине направљене од материјала који апсорбује звук. Изолација звука значи да ће радници бити изложени са 80dB(A) буке. Поред тога аутоматизација сировина може даље да смањи изложеност радника буци. Бука мања од 80dB(A) не изазива недостатке слуха.

Анализирајући старе и новије методе рециклаже штампаних плочица долазимо до следећих закључка. Нове методе у знатној мери су побољшале процес рециклаже, али на жалост проблем није решен до краја. Препорука је да се пре саме израде нове серије штампаних плоча, направи елаборат који ће обухватити комплетан процес рециклаже са свим саставним деловима и елементима који се користе у процесу рециклаже. Такође треба правно обавезати произвођаче на обавезу рециклаже.

4.4. Методе рециклаже е-уређаја који у свом саставу поседују гас

У одређивању правилног начина управљања отпадним расхладним средствима, дефиниција отпада (у складу са законодавством којим се контролише управљање отпадом) и дефиниције прикупљања, рециклаже расхладних гасова (према законодавству контролисање расхладних гасова) се морају узети у обзир.

Измењена и допуњена уредба из 2000.год. (Уредба (ЕЦ) бр. 1005/2009) је објављена октобра 2009. године, а примењује се се од 1. јануара 2010. године. Уредба (ЕЦ) бр. 1005/2009 допуњује неке од дефиниција оригиналне Уредбе о ОДС.

Кључне дефиниције сада представљене у измењеној верзији су:

- "опоравак" значи сакупљање и складиштење контролисаних супстанци из производа и опреме током одржавања или сервисирања или пре одлагања;
- "рециклирање" значи поновну употребу обновљене контролисане супстанце након основног процеса чишћења;
- "рекламација" значи поновну прераду контролисане супстанце како би се задовољиле еквивалентне перформансе невиних супстанци, узимајући у обзир њену намену.

Уредба (ЕЦ) бр. 1005/2009 је разјаснила употребу рециклираних и поправљених HCFC до 31. децембра 2014. године, ступила је на снагу потпуна забрана употребе HCFC-а на следећи начин:

- рециклирани HCFC могу се користити за одржавање или сервисирање постојеће опреме за хлађење, клима уређаја и топлотних пумпи, под условом да су узети из ове опреме и могу се користити само од стране предузећа која су извршили санацију;
- рециклирани HCFC могу се ставити на тржиште и користити за одржавање или сервисирање постојеће опреме за хлађење, клима уређаја и топлотних пумпи, под условом да је контејнер означен са

назнаком да је супстанца рециклирана и са подацима о броју серије, називу и адреси фабрике за рециклажу.

4.4.1. Ултимативно управљање отпадним расхладним гасовима

Када се донесе одлука да се одбаци рециклирано расхладно средство (тј. када крајњи корисник не може да му нађе сврху на локацијама његових / њених организација или од стране уговарача), сматра се опасним отпадом и стога се мора управљати њиме у складу са релевантним законима о отпаду [153].

Отпадни расхладни гасови морају бити доведени у одговарајуће одобрено постројење за отпад након преузимања са локације крајњег корисника. Следеће опције се морају применити на транспорт, одлагање и рециклажу уређаја који у свом саставу поседују гас:

- Овлашћени извођач радова може транспортовати отпадни расхладни гас од места крајњег корисника до овлашћеног постројења за управљање отпадом, као што је наведено у њиховом претходном годишњем обавештењу и у складу са чланом 30. Прописа о управљању отпадом (дозвола за сакупљање) 2007 (С.И. Но. 820 из 2007). У овом случају, овлашћени рециклер расхладних уређаја постаје носиоца отпада и мора испуњавати општу обавезу носиоца отпада наведену у Члан 32 Закона о управљању отпадом, са изменама и допунама.
- Крајњи корисник може направити сопствене аранжмане за правилно управљање отпадним расхладним гасовима. У овом случају, крајњи корисник остаје носиоца отпада и мора испунити општу дужност носиоца отпада из члана 32. Закон о управљања отпадом, са изменама и допунама.

Складиштење отпадних расхладних гасова није дозвољено на било којој локацији (осим привременог складиштења), осим ако је то место посебно овлашћено за процес складиштења. Место постаје овлашћено за ову намену, тек кад се остваре следећи услови:

- Лиценца за отпад издата од стране ЕПА;
- Дозвола за постројење за отпад издата од стране надлежних локалних власти;
- Потврда о регистрацији коју издаје надлежна локална власт.

Ни под којим условима извођач радова не сме складиштити отпадни гас за расхладно средство на својој локацији без било које од горе наведених одговарајућих овлашћења. Крајњи корисници и сервисери могу наићи на бројне сценарије када се опрема која садржи расхладне гасове сервисира, одржава или ставља ван погона.

4.5. Опасне/Штетне супстанце у е-отпаду

Неке рачунарске компоненте се могу поново употребити у прављењу нових рачунарских производа, док се друге могу свести на метале који се могу користити у грађевини, прибору за јело, накиту, и многим другим стварума. Супстанце којих има у великим количинама укључују епоксидне смоле, стаклена влакна, РСВ, РВС (polividil hlorid), термореактивна пластика, олово, лим, бакар, силицијум, и талијум. Елементи који се могу наћи у малим количинама укључују америцијум, антимон, арсен, баријум, бизмут, бор, кобалт, европијум, галијум, германијум, злато, индијум, литијум, манган, никл, ниобијум, паладијум, платину, родијум, рутенијум, селен, сребро, тантал, торијум, титанијум, ванадијум и итријум. Скоро све електронске компоненте садрже олово и лим (као лем) и бакар (у жицама и на штампаним плочама) [153]. Све наведене супстанце које се могу наћи у електричним и електронским уређајима могу се генерално поделити у две групе. У прву групу убрајамо супстанце које су доказано штетне, како по здравље људи тако и по животну средину. У Табели 2.1 дат је приказ наведених материјала. Док су у Табели 2.2 приказани материјали који генерално нису штетни.

Табела 3. Штетни материјали

<i>Компоненте е-отпада</i>	<i>Електронски уређаји у којима се могу наћи</i>	<i>Штетни утицаји на здравље</i>
Америцијум	Аларми за против пожарну заштиту	Може да буде канцероген
Олово	Лем, стакло од Lem, CRT монитора, оловне батерије, неке фолије PVC-а. Стандардна катодна цев од 15 инча може да садржи 1,5 kg. олова, али и друге катодне цеви могу имати и до 8 kg олова.	Могуће негативне последице укључују ослабљене когнитивне функције, поремећај понашања, недостатак пажње, хиперактивност, проблеми понашања, и нижи IQ. Ови ефекти су најгори за децу, чији се нервни систем још развија и јако је осетљив на оштећена која може изазвати олово, кадијум, и жива.
Жива	Може се наћи у флуоресцентним цевима (које могу имати много сврха).	Утицаји на здравље могу бити, губитак памћења, и слабљење мишића. Изолагање у материци може да доведе до фаталних оштећења моторних функција, пажње, и вербалних способности. Последице које може имати на животиње укључују смрт, смањена плодност, и успорен раст и развој

<p>Кадијум</p>	<p>Може се наћи у отпорницима осетљивим на светло, у легурама отпорним на корозију које су намењене за морска и ваздушна окружења и никл-кадијумским батеријама.</p> <p>Најзаступљенија врста кадијума се налази у никл-кадијумским батеријама. 6 до 18% ових батерија је направљено од кадијума. Продаја никл-кадијумских батерија је забрањена у Европској Унији, осим за медицинску употребу.</p> <p>Када није правилно рециклиран, он може да се задржи у земљи и угрози микроорганизме и оштети екосистем тла.</p>	<p>Удисање кадијума може да доведе до оштећења плућа или бубрега. Кадијум је такође повезује са проблемима са учењем, понашањем, и менталним функцијама код деце.</p>
<p>Шестовалентни хром</p>	<p>Користи се у металним премазима ради заштите од корозије</p>	<p>Позната канцерогена супстанца, у случају редовног удисања на послу</p> <p>Такође постоје докази о цитоксичности и генотоксичних неких супстанци за које је познато да прекидају деобу ћелија, стварају лезију мембране ћелија, изазивају ломљење једног ланца DNA, и повећавају нивое реактивне врсте кисеоника.</p>

Сумпор	Може се наћи у оловним батеријама	Последице укључују оштећење јетре и бубрега, иритација очију и грла. Ако се испусти у природу може да створи сумпорну киселину са сумпор диоксидима.
Перфлуорооктан киселина (PFOA)	Користи се као антистатички адитив у индустрији и може се наћи у електронским уређајима. Такође се може наћи и у нЕРРопусним тигањима. ПФОА се стварају вештачки путем еколошке деградације.	Истраживања на мишевима су показала следеће последице: Хепатотоксичност, токсичност при развоју, имунотоксичност, утицај на хормоне и канцерогени утицаји. Истраживања су показала да велика количина ПФОА у мајци повећава ризик од непланираног абортуса тј побачаја, или мртворођења. Повећане количине ПФОА у мајкама је такође повезано са прераним порођајем, малом тежином при рођењу, и утиче на трајање порођаја.
Оксиди берилијума	Користи се као филтар у неким материјалима термалног интерфејса као што је термална маст на хладњацима за CPU	Излагање овом елементу је повезано са раком плућа, још неке последице укључују као што су хронична берилијумска болест и акутна берилијумска болест.

Поливинил хлорид	<p>Веома чест елемент у електронским уређајима, најчешће се користи за изолацију електричних каблова.</p>	<p>Током процеса производње долази до отпуштања штетних материјала као што су диоксини. Временом, једињења хлора могу постати загађивачи ваздуха, воде, и земље. Ово представља проблем јер људи и животиње могу бити изложене њима.</p> <p>Излагање овим супстанцама може да доведе до репродуктивних и проблема у развоју.</p>
------------------	---	--

Табела 4. Материјали који генерално нису штетни

<i>Супстанца</i>	<i>Компонента е-отпада у којој се може наћи</i>
Алуминијум	Скоро све електронске компоненте чија је снага већа од неколико вати , електронски кондензатори
Бакар	Бакарне жице, штампане плоче
Германијум	1950-1960 електронски уређаји са транзисторима
Злато	Повезивање конектора, углавном у компјутерским компонентама.
Литијум	Литијум јонске батерије
Никл	Никл-кадмијумске батерије
Силицијум	Стакло, транзистори, штампане плоче
Лим	Лем, премаз на оловним компонентама
Цинк	Облагање челичних делова

Једини начин спречавања непожељног дејства штетних материја по здравље и животну средину је рециклажа. Ако се правилно имплементира требало би значајно да смањи количину штетних материјала који доспевају у околину и ублажи проблем недостатка природних ресурса. Међутим, неопходан је подстицај од стране државе у смислу субвенција за рециклажне центре и путем образовања становништва, о нежељеним последицама наведених материјала по животну средину [154].

У многим развијеним земљама, обрада е-отпада обично почиње раздвајањем производа на разне делове (метални оквири, штампане плоче, пластика), обично ручно али последњих година све се чешће користе аутоматизоване машине за ломљење. Типичан пример представља фабрика обраде е-отпада НАДИН, Нови Искар, Бугарска – која представља највећу фабрику своје врсте у источној Европи. Предности овог процеса су способности радника да препознају компоненте које раде или се могу поправити, укључујући чипове, транзисторе, RAM. Када процене да се неки уређај може поправити, исти не иде у процес рециклаже већ се поправком његов животни век продужава. Треба навести да рад са електронским отпадом генерално повлачи многе безбедносне и заштитне мере, које се морају применити на радно ангажованом особљу. Недостатак је да се најјефтинија радна снага налази у земљама са најгорим стандардима који регулишу здравље и безбедност.

Процес рециклаже се обавља у бункерима машина за ломљење. У систему заснованом на обиму један бункер преноси материјал за ломљење у несофистицирану машину за издвајање метала од пластике. Овако издвојена пластика се продаје топионичарима или рециклерима пластике. Таква врста машине је затворена и користи систем прикупљања прашине. Чистачи и екрани хватају неке од емисија. Магнети, вртложна струја, решетке за пречишћавање се користе за издвајање стакла, пластике, које се затим могу поновно користити за исту или сличну намену.

5. ПРИМЕРИ ДОБРЕ ПРАКСЕ И ЗАКОНСКА РЕГУЛАТИВА У ЕВРОПСКОЈ УНИЈИ И РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ

Успостављање правних механизма у овој области представља предуслов за квалитетно управљање отпадом, што се у првом реду одражава на минимизирање трошкова кроз ефикасно управљање отпадом. Општи циљ успостављања законодавног оквира којим се регулише област електронског отпада укључују, пре свега, законито поступање у складу са „кровним законом“ и сродним прописима којим се регулише увоз, извоз, промет, транспорт, планирање, извештавање, складиштење и рециклажа електронског отпада. Поред тога, усвајањем прописа којима се ова област ближе регулише, има за циљ и постизање усаглашености са важећим међународним прописима. Примена међународних прописа као главни задатак истиче сузбијање „дивљих депонија“ и очување животне средине.

Законом су дефинисана права и обавезе произвођача или увоника електричних или електронских производа. У складу са законом сваки произвођач или увозник у обавези је да идентификује рециклабилне компоненте електронских и електричних производа, за шта је неопходно успоставити ефикасне системе управљања и логистике. Различити системи управљања е-отпадом зависе од многих фактора, од којих су у првом реду:

- старост система;
- врсте е-отпада који се сакупља;
- покривености географског подручја системима и слично.

Из дана у дан приметан је раст тржишта електричних и електронских производа, које одликује висока стопа застарелости услед нових иновативних решења. На овакав начин значајно се увећава број производа или компоненти производа који чине е-отпад.

На глобалном нивоу, електронски отпад се увећава најбрже. У земљама чланицама Европске уније (ЕУ) количина генерисаног е-отпада на годишњем нивоу се процењује на 14 - 15 кг по глави становника (5 - 7 милиона тона годишње) уз пројектовани годишњи експоненцијални раст од 3 до 5%.

Добар пример праксе рециклирања е-отпада пружају произвођачи електронских и електричних уређаја попут HP-а, Siemens-а, Dell-а који су покренули рециклажне центре у којима грађани и компаније могу бесплатно оставити одбачене уређаје на даљу рециклажу. У овим погонима се на правилан и по здравље радника безбедан начин врши рециклажа е-отпада. Технологија и опрема за овај задатак су врло скупе и сложене и већина мање богатих земаља их нема.

О томе да је рециклажа скуп процес говори и чињеница да је рециклажа катодних цеви из рачунарских монитора десет пута скупља од њиховог отпремања на други крај света. Сиенс као једна од компанија такође је покренула рециклажни процес како својих уређаја који су означени као грешка у производном процесу тако и своје старе уређаје прикупљене од сакупљача е-отпада. Током само једне године ова компанија је рециклирала 5.700 тона старих компоненти. Поновним коришћењем рециклираних сировина уштедела је око 30 милиона еура. Овако велика економска уштеда потиче из чињенице да су нови Сиенс производи базирани на 88% поновоупотребљених компоненти [155]. Пракса Сиенс и сличних еколошки свесних компанија оријентисана је у смеру повећања процента употребе рециклираних сировина.

ХП-ови центри за рециклажу широм света већ сада обраде око 1,8 милиона килограма рачунарског хардвера сваког месеца. ХП је током једне године успео да рециклира пола милијарде килограма електронских производа. Потребно је истаћи и да је ХП компанија активно учествовала у доношењу WEEE директиве. У сарадњи са локалним властима и индустријским удружењима, ХП се стара да се WEEE директива примењује и у пракси. То значи стварање нове индустрије за рециклажу било на нивоу држава било на европском нивоу у којој владају закони конкуренције како би се постигли најмањи могући трошкови.

Удруживањем снага са компанијама Sony Europe, Braun i Electrolux, HP је већ створио европску платформу за рециклажу (ERP) — заједничку платформу за рециклирање електричног и електронског отпада на нивоу целе Европе. ERP платформа је формирана са циљем да се активирањем механизма конкуренције обезбеди побољшање квалитета поступка рециклирања и смањи цена коју плаћају потрошачи. Сада и друге компаније као што су Samsung, Logitech i Remington

настоје да проблем електронског отпада решавају на европском, уместо на државном нивоу.

Сваки ХП-ов клијент добиће своју улогу у заштити животне средине. Потрошачи ће једноставно моћи да одложе НР-ову опрему на за то одређена места у својим јединицама локалне самоуправе и она ће бити испоручена постројењима који омогућавају поновну употребу, реконструкцију и рециклажу. Компаније попут НР-а морају да финансирају ту рециклажу, чиме се терет одговорности за крај животног века производа у највећој мери пребацује на самог произвођача.

На територији Републике Србије још увек не постоје тачни подаци о генерисаном е-отпаду на годишњем нивоу. На основу података из Националне стратегије за управљање отпадом, основног стратешког документа који регулише ову област, на нивоу државе се годишње генерише најмање 30.000 тона е-отпада. Процењено је, такође оквирно, да се око 40.000 т заосталог е-отпада налази у разним складиштима, на депонијама или дивљим депонијама. Количина увезених нових електронских и електричних производа на годишњем нивоу се процењује на око 85.600 тона¹.

У Републици Србији је званично осим за сопствене потребе забрањен увоз половних рачунара, односно електричних и електронских производа. Међутим иако је забрана увоза половних рачунара и рачунарских компоненти на снази тржиште је преплављено половним рачунарима којима који се допремају из иностранства. И поред постојећих законодавних аката неопходно је усвајање одговарајућег акционог плана за смањење отпада насталог од електричних и електронских уређаја, као и успостављање континуираног и ефикасног система за управљање опасним отпадом како би се постојећа ситуација променила и унапредило управљање отпадом. Како би се предупредиле бројне нежељене последице у Републици Србији је потребно успоставити одржив систем управљања Е-отпадом, јер је евидентан његов дугорочни штетни утицај на јавно здравље.

¹ На основу Уредбе о производима који после употребе постају посебни токови отпада, обрасцу дневне евиденције о количини и врсти произведених и увезених производа и годишњег извештаја, начину и роковима достављања годишњег извештаја, обвезницима плаћања накнаде, критеријумима за обрачун, висину и начин обрачунавања и плаћања накнаде ("Сл. гласник РС", број 54/2010), 31. март 2011. године је био крањи рок за подношење првог годишњег извештаја о количини и врсти произведених и увезених производа који после употребе представљају отпад од електричне и електронске опреме.

Такође, неопходно је предузети скуп мера којим би се оптимизирали вишеструки позитивни ефекти услед правилног управљања овим посебним током отпада. Неки од позитивних ефеката су смањење загађења, бољи стандард и квалитет живота кроз унапређење јавног здравља као и отварање нових радних места [155].

Доношењем Стратегије за управљање отпадом за период 2010 – 2019, Закона о управљању отпадом и адекватних подзаконских аката учињен је значајан корак ка промени стања у управљању отпадом насталим од електричних и електронских производа који карактеришу различити негативни трендови. Овде се, пре свега, мисли на следеће негативне трендове:

- Досадашње незваничне процене говоре да се од укупне количине генерисаног е-отпада (што износи око. 70.000 тона на годишњем нивоу) рециклира мање од 10%. Ова негативна статистика неизбежно води ка закључку да највећи проценат е-отпада завршава на комуналним депонијама заједно са осталим отпадом или на дивљим депонијама што је апсолутно непрохватљиво!
- Праћење количине и врсте генерисаног е-отпада и праћење његовог тока практично нису ни постојали пре доношења закона и подзаконских аката;
- Још увек није успостављен систем организованог сакупљања, селекције, рециклаже и одлагања е-отпада;
- Недостатак знања и едукације о негативним последицама неодговарајућег третмана и одлагања е-отпада на депоније;
- Организовани или неорганизовани извоз рециклабилног е-отпада на даљу рециклажу у земље које поседују рециклажне центре за поједине компоненте за које не постоји могућност рециклаже у Србији представља скупу инвестицију за оператере, а могућност искоришћавања ових материјала у Србији није развијена (катодне цеви као материјал за асфалтирање и сл). Изградња постројења за третман опасних компоненти из е-отпада (иако краткорочно скупља инвестиција) дугорочно производи значајне уштеде што би омогућило оператерима да инвестирају у унапређење технологије рециклаже;

- Непостојање јединственог, односно системског решења за финансирање сакупљања е-отпада на локалном нивоу резултира незаинтересованошћу појединих актера за озбиљније укључивање у процес;
- Непостојање међусекторске сарадње и партнерстава у решавању изазова који настају током управљања е-отпадом чини процес неефикасним, скупим и неодрживим.

Евидентно је и да пре доношења Закона о управљању отпадом, Стратегије за управљање отпадом и одговарајућих подзаконских аката, системско управљање е-отпадом уопште није постојало, што знатно отежава остваривање циљева који су предвиђени Стратегијом.

Стратегија управљања отпадом дефинисана у временском трајању од 2010 до 2019. године пројектује пораст генерисаног е-отпада у Србији на следећи начин: 2010. година – 30.000 тона; 2014. година – 35.000 тона и 2019. година – 40.000 тона. Стратегија предвиђа успостављање заокруженог система за управљање е-отпадом у овом периоду, заснованог на одговарајућем стратешком и нормативном оквиру. Један од пројектованих циљева Стратегије јесте четири килограма сакупљеног е-отпада по становнику на годишњем нивоу закључно са 31.12.2019. године, с тим да се ниво од два килограма по становнику годишње достигне до 31.12.2015. године [156].

Стратегија, је такође, предвиђала успостављање система за управљање опасним отпадом закључно са 2013. годином што је у директној вези са успостављањем одрживог система управљања е-отпадом. Изградња 12 регионалних центара за управљање отпадом до 2013. године представља краткорочни циљ Стратегије који није у директној вези са управљањем е-отпадом али ће свакако имати позитивне ефекте на управљање овим посебним током отпада. Изградња регионалних центара отвара могућност да, у њиховом оквиру, буде организовано привремено складиштење сакупљеног е-отпада. На тај начин трошкови транспорта е-отпада би били битно смањени [157].

Инвестиције неопходне за успостављање одрживог система за управљање е-отпадом за период 2010 – 2019. године се процењују на 15 милиона евра. Србија се налази у почетној фази успостављања система управљања е-отпадом, те је још увек рано за било какву врсту поуздане, тј. прецизне оцене ефикасности система.

5.1. Основни концепти усвојене Стратегије за управљање отпадом

У овом делу ће бити разматран систем управљања е-отпадом пројектован Стратегијом за управљање отпадом која се односи на временски период од 2010. до 2019. године и правно уоквирен одговарајућим законима и подзаконским актима. Успостављање система управљања е-отпадом нарочито треба да реши проблеме који се односе на успостављање функционалног и одрживог система сакупљања е-отпада, као најслабије карике у систему.

Неадекватно поступање отпадом представља један од највећих проблема заштите животне средине у Републици Србији. Овакав закључак произашао је из бројних анализа које су урађене у последњих неколико година. Велики број донетих закона и подзаконских аката из ове области нема јединствено постављене циљеве и не обезбеђује задовољавајуће ефекте. Нови Закон о управљању отпадом има за циљ да обезбеди све неопходне услове за смањење настајања отпада, посебно кроз увођење чистијих технологија у индустријска постројења у Србији, као и ефикасним коришћењем природних богатстава. Додатни допринос овом циљу обезбеђује се поновном употребом и рециклажом отпада, издвајањем секундарних сировина из свих токова отпада, коришћењем отпада као енергента, као и правилним одлагање отпада. Закон о управљању отпадом представља први корак у приближавању националног законодавства у овој области законодавству ЕУ.

Прописима који ће бити донети на основу овог закона стварају се услови и законодавно-правни оквир за имплементацију међународних обавеза и захтева који су у складу са прописима ЕУ о управљању отпадом. Овај Закон захтева од власника отпада (произвођача, превозника, обрађивача или оператера на депонији) да предузме све разумне мере којима се онемогућује нелегално и неовлашћено депоновање, обрада, држање или уклањање [158]. Поред тога он има обавезу да прати његово кретање све до депоновања или обраде. Једна од најважнијих,

почетних фаза, у ланцу управљања отпадом је његово правилно разврставање. Отпад се разврстава према Каталогу отпада, који представља збирну листу свих врста неопасног и опасног отпада, идентификованих према месту настанка и пореклу.

Опасан отпад се додатно класификује према пореклу, карактеристикама и саставу који га чине опасним. Према члану 8. Закона, коришћење Каталога отпада, односно Правилника о категоријама, испитивању и класификацији отпада, чији је Каталог отпада саставни део, је законска обавеза свакога ко на било који начин учествује у управљању било којом врстом отпада. Како би се на прави начин организовало управљање е-отпадом у Републици Србији дефинисани су неки од основних принципа. Праћењем дефинисаних принципа рециклери и компаније усмеравају се како би извршили третман е-отпада.

Принцип предострожности - Потребно је смањити утицај отпада, као и количину опасних супстанци које се налазе е-отпаду. Редуковање количине е-отпада повољно утиче на биљни, животињски свет, као и на јавно здравље људи. Свака активност мора да се испланира и спроведе тако да проузрокује најмањи утицај на животну средину [159]. Ако отпад има значајан утицај на животну средину, треба предузети превентивне мере, нарочито искористити инструменте процене утицаја отпада на животну средину.

Принцип близине и регионални приступ управљања отпадом - Потребно је обезбедити одговарајућу инфраструктуру оснивањем јединственог и одговарајућег система и мрежа центара за сакупљање, обраду и чување отпада. Ови центри требају бити организовани на принцип близине као и на принципу бриге о сопственом отпаду. Примена овог принципа зависи од локалних услова, као и од врсте и количине отпада, начина транспорта, као и могућег утицаја отпада на животну средину, али и од економске оправданости избора локације. Како би се обезбедило регионално управљање отпадом потребно је донети стратешке планове. Стратешки планови се темеље на принципима донетим у европском законодавству, као и на националним законским и подзаконским актима којима се регулише ова област.

Принцип примене најпрактичнијих опција за животну средину - Примена најпрактичнијих опција за животну средину је за дате циљеве и околности, избор опције или комбинације опција које су прихватљиве за животну средину у целини. Потребно је спроводити политику управљања отпадом, поштовати прописе и стандарде.

5.2. Основ за усвајање нових прописа у области управљања е-отпадом

Количина и брзина настајања е-отпада, као и његова штетност по околину иницирали су доношење одговарајуће правне регулативе, која треба да допринесе што правилнијем поступању са њиме. С тим циљем Европска унија је током 2003. године усвојила две директиве:

- Директива 2002/96/ЕЗ Европског парламента и Савета Европе од 27.01.2003. године о управљању електричним и електронским отпадом (*WEEE - Waste from Electrical and Electronic Equipment*);
- Директива 2002/95/ЕЗ Европског парламента и Савета Европе од 27.01.2003.године о ограничењима употребе опасних супстанци у електронским и електричним уређајима (*RoHS – Restriction of the use of hazardous substances*).

Ове директиве су постале важеће у ЕУ од 1. 7. 2006. године. Првобитно њима је било предвиђено да од тог датума било који производ који не задовољава критеријуме ових директива не може бити продат у земљама ЕУ. Као крајњи датум до ког су се све компаније, које желе да продају своје производе на тржишту ЕУ, морале регистровати у свакој од земаља чланица као снабдевачи електронском опремом, био је 13. 8. 2005. године. Ова регистрација је обухватала детаљан план о томе да се свака компанија прилагоди захтевима Директиве WEEE.

Директива WEEE је тако конципирана да тежи да побољша управљање е-отпадом и да подстакне произвођаче да производе уређаје имајући у плану њихову рециклажу. Сврха ове Директиве као што је раније наведено јесте превентива у

поступању са е-отпадом, усмерена на додатну поновну употребу, рециклажу и остале облике обнављања како би се смањило одлагање овакве врсте отпада. Такође, директива настоји да успоставњеним принципима побољша еколошке перформансе свих учесника ангажованих у животном циклусу производа (произвођача, дистрибутера, потрошача и осталих који су директно укључени у третман е-отпада). Кључни део те Директиве јесте да су произвођачи одговорни у вези са трошковима сакупљања, обнављања, рециклаже и свеукупног третмана е-отпада.

Директива *RoHS* допуњује Директиву *WEEE* ограничењем количина потенцијално опасних материјала садржаних у електронским и електричним апаратима [160].

Директива *WEEE* тежи да побољша поступке управљања е-отпадом кроз:

- селективно прикупљање е-отпада помоћу одговарајућих система, који чувају интегритет уређаја и њихове потенцијале за обнављање;
- стопу сакупљања коју мора достићи свака чланица, а која износи четири килограма е-отпада по становнику годишње;
- индивидуалну одговорност произвођача;
- стопе поновне употребе, рециклаже и обнове које се крећу од 50% до 80%, у зависности од разматране категорије уређаја, и морају бити задовољене од стране произвођача електронских уређаја;
- одредбу пружања информација крајњим корисницима чије је учешће кључно за постизање високе стопе сакупљања и рециклаже;
- обележавање паковања, као и пружање информација постројењима за третман (уважавајући састав и структуру електричних и електронских производа).

Начин на који се одвија процес усклађивања зависи од карактера обавезе која произилази из појединих прописа Европске уније с једне стране, и статуса државе са друге стране. Усклађивање, као позитиван процес, је доношење националних прописа којима се преносе обавезе које проистичу из извора права Европске уније.

Као негативан процес подразумева укидање прописа и уздржавање од усвајања нових прописа које проистичу из извора права Европске уније. У пракси потпуно усклађивање, подразумева истовремено усвајање усклађених прописа али и укидање неусклађених прописа (НДУП).

Циљеви Републике Србије у области управљања отпадом одређени су општим опредељењем везаним за чланство у Европској унији. Одговарајућим стратешким документима и прописима, који су усклађени (или чији је циљ да буду усклађени) са политиком и прописима Европске уније дефинисани су специфични циљеви и рокови за остваривање.

Стратегија управљања отпадом за период 2010.-2019. године и Акциони план 2010.- 2014. године чине оквир националне политике.

Такође, ту су и други важни стратешки документи као што су: Национални програм заштите животне средине; Национална стратегија одрживог развоја; Просторни план Републике Србије; Национална стратегија за укључивање Републике Србије у механизам чистог развоја Кјото протокола за секторе управљања отпадом, пољопривреде и шумарства; Стратегија увођења чистије производње у Републици Србији; Национална стратегија одрживог коришћења природних ресурса и добара [161].

Увођење обавезе израде локалних и регионалних планова представља значајан напредак на плану приближавања Европској унији. Скоро све општине су израдиле или су у поступку израде или усвајања локалног и регионалног плана управљања отпадом. Међутим, констатовано је да у Закону о управљању отпадом ("Службени гласник РС", бр. 36/2009, 88/2010), приликом одређивања рокова за израду локалних планова управљања отпадом, није била уважена реалност пре свега у делу процене капацитета јединица локалне самоуправе. То је довело до тога да је само мали број локалних самоуправа у предвиђеном року усвојио своје планове.

У изради планова и програма води се рачуна о томе да сви планови управљања отпадом укључе главне захтеве прописане одговарајућим прописима Европске уније из области управљања отпадом. Овде се дефинишу два кључна захтева. Први захте односи се на третирање отпада пре коначног депоновања, док се други захтев односи на биоразградиви отпад и умењење његовог одлагања на депоније.

Треба напоменути да већи број земља Европске уније није успео да испуни захтеве директива Европске уније у погледу смањења депоновања биоразградљивог отпада на депонијама. Поред тога, расположиви подаци показују да у државама чланицама Европске уније, велики део отпада одлази на депоније. Горе наведени захтеви су инкорпорирани у уводним деловима свих планова управљања отпадом у Републици Србији. Министарство пољопривреде и заштите животне средине прописало је циљеве за смањење биоразградивог отпада који се депонује у склопу Уредбе о одлагању отпада на депоније ("Службени гласник РС", бр. 92/2010), док ће коначни циљеви бити усвојени након преговора са Европском унијом о приступању.

Директиве које су већ у транспозицији или је њихова транспозиција готово извршена, укључују следеће:

- Оквирна директива о отпаду;
- Директива о отпадним батеријама и акумулаторима;
- Директива о амбалажи и амбалажном отпаду;
- Директива о ПЦБ/ПЦТ;
- Директива о истрошеној електричној и електронској опреми;
- Директива о ограничењу коришћења опасних супстанци у електричној и електронској опреми;
- Директива о отпадним возилима;
- Уредба о прекограничном кретању отпада (САЗСУО, 2012.)

5.2.1. Прописи Европске уније

Политика Европске уније у области управљања отпадом усмерена је прописаним релевантним одредбама које су садржане у низу документа:

- Уговора о функционисању Европске уније, посебно у члановима које се односе на животну средину,
- Шестог акционог програма Европске уније у области животне средине,

- Тематске стратегије о превенцији и рециклажи отпада и других стратешких докумената.

Од укупно 741 прописа, који се налазе у категорији „животна средина“, на област „управљање отпадом и чисте технологије“, као једну од десет подгрупа прописа, односи се 73 прописа.

Став да одрживо управљање ресурсима представља једну од кључних претпоставки за остваривање циљева одрживог развоја уграђен је у основе политике Европске уније у овој области. Група прописа Европске уније којима се регулише област управљања отпадом једна је од најразвијенијих у оквиру групе прописа у области животне средине. Поред прописа којима се регулишу тзв. посебни токови управљања отпадом прописи Европске уније у овој области обухватају:

- Директиву Савета 2008/98/ЕЦ о отпаду;
- Директиву Савета 99/31/ЕЦ о депонијама;
- Директиву Савета 91/689/ЕЕЦ о опасном отпаду;
- Директиву Савета 2000/76/ЕЦ о спаљивању отпада;
- Директиву Савета 94/62/ЕЦ о амбалажи и амбалажном отпаду;
- Уредбу 1013/2006 о кретању отпада;
- Уредбу Комисије (ЕЦ) бр. 1418/2007 о извозу неких врста отпада;
- Уредбу 2150/2002 о статистици у области отпада, итд.

Израда планова управљања отпадом на националном, регионалном и локалном нивоу сматра се једним од најзначајнијих елемената политике Европске уније у области управљања отпадом. Директива 2006/12 о отпаду у члану 7. прописује да су надлежни органи држава чланица дужни да, ради постизања циљева из члана 3., 4. и 5., “што пре израде један или више планова управљања отпадом.” Посебне одредбе о плановима управљања отпадом садржане су и у Директиви 91/689 о опасном отпаду и Директиви 94/62 о амбалажи и амбалажном отпаду. Д

Директива 2008/98 о отпаду, којом је укинута, између осталог и Директива 2006/12 детаљније разрађује обавезе држава које се односе на планове и програме. У поглављу В Директиве прописана су правила која се односе на: планове управљања отпадом (члан 28.), програме за спречавање настанка отпада (члан 29.), преиспитивање и ревизију планова и програма (члан 30.), учешће јавности (члан 31.), сарадњу између држава чланица и Комисије (члан 32.) и информације које се достављају Комисији (члан 33.)

У Европској унији правни оквир управљања отпадом дефинисан је Директивом 2008/98 о отпаду којом се, истовремено, укидају директиве 75/439, 91/689 и 2006/12 и установљава правни оквир за управљање отпадом у оквиру Уније. Циљеви ове Директиве су “заштита животне средине и људског здравља спречавањем или смањивањем негативног утицаја настајања и управљања отпадом, као и смањивање укупног утицаја коришћења ресурса и унапређивање ефикасности таквог коришћења”.

Изузеци обухватају, између осталог, гасовите материје, неконтаминирану земљу, као и објекте трајно повезане са земљиштем; неконтаминирано земљиште и други материјали из природе ископани током грађевинских активности уколико је недвосмислено да ће се тај материјал за грађевинске сврхе користити у свом природном облику на градилишту с којег је ископан; радиоактивни отпад; деактивирани експлозивни; фекалије, итд. За материје или предмете који настају као резултат производног поступка чији примарни циљ није производња тих материја или предмета, може се сматрати да није отпад већ је нуспроизвод, али само под условом да су задовољени одређени услови. С друге стране, одређени отпад престаје бити отпад, у смислу Директиве, ако је прошао одговарајући третман, укључујући рециклирање, и задовољава посебне критеријуме [162].

Државе су у обавези да предузму све потребне мере како би обезбедиле да се управљање отпадом спроводи на начин којим се не угрожава здравље људи, не штети животној средини, а посебно: не угрожава вода, ваздух, тло, биљке или животиње; не узрокују неугодности у погледу буке или мириса; и без штетних утицаја на пределе или места од посебног интереса. Како би се подржала поновна употреба, рециклирање и другачији начини употребе отпада, државе чланице могу донети законодавне и друге мере којима ће обезбедити да свака физичка или правна

особа која професионално развија, производи, прерађује, обрађује, продаје или увози производе буде обухваћена режимом проширене одговорности произвођача.

У складу праксом „загађивач плаћа” трошкове управљања отпадом сноси изворни произвођач отпада или актуелни, односно претходни, власници отпада. Државе чланице могу одлучити да трошкове управљања отпадом треба делимично или у целости да сноси произвођач производа од којег отпад потиче и да дистрибутери тога производа могу партиципирати у покрићу трошкова.

Директива о амбалажи и амбалажном отпаду имплементира стратегију Европске уније која се односи на управљање отпадом насталим од одбачене амбалаже. Ова директива има за задатак да хармонизује мере за управљање отпадом од амбалаже донете на националном нивоу, као и да минимизује утицај који овако настали отпад има на животну средину. Такође директива регулише и трговинску размену, чиме се спречава трговинска баријера Европској унији. Она третира сву амбалажу која је на тржишту Европске уније, као и сав отпад од амбалаже без обзира на порекло настајања: индустрија, комерцијални сектор, радње, услуге, домаћинства, имајући у виду материјал који се користи.

Директива о депонијама има за циљ да се увођењем адекватних техничких стандарда редукују негативни ефекти одлагања отпада на животну средину, нарочито на земљиште, подземне и површинске воде, као и ефекти на здравље становништва. Ставови који су допринели доношењу и усвајању ове Директиве су показатељ одлучности ЕУ да регулише критеријуме и стандарде за одлагање отпада на депонијама, као саставни део система сигурног депоновања на дужи временски период.

Директивом се дефинишу категорије отпада:

- опасан;
- неопасан;
- инертан.

Дефинишу се и класе депонија и то:

- депонија за опасан отпад;

- депонија за не-опасан отпад;
- депонија за инертан отпад.

Такође, захтева се и третман отпада пре одлагања, забрањује одлагање на депонијама: течног отпада, запаљивог или изузетно запаљивог отпада, експлозивног отпада, инфективног медицинског отпада, старих гума и других типова отпада. Поред свега наведеног захтева се смањење одлагања биоразградивог отпада и успоставља систем дозвола за рад депоније.

Ова директива забрањује на територији Европске уније складиштење одређених врста опасног отпада. Поред опасног отпада директивом се забрањује и складиштење течног отпада и гума. Овом директивом је дефинисано да сав отпад мора бити обрађен пре самог процеса депоновања, тачније забрањује складиштење нетретираног отпада. У оквиру чланова директиве дефинисано је да је потребно радити класификацију депонија и то према врсти отпада који се на конкретној депонији складишти [163]. На основу дефинисане поделе депоније се могу поделити на депоније за опасан, неопасан и интерни отпад. У директиви се уводи забрана одлагања за:

- биоразградив отпад, предложеном директивом је предвидђено смањење количине биоразградивог отпада који се депонује на 75%, и даље смањење на 50% до 2005, односно на 25% до 2010. године;
- течни отпад;
- запаљив или изузетно запаљив отпад;
- експлозиван отпад.

Према овом члану заједничко одлагање више типова отпада није дозвољено. Примера ради на једној депонији није дозвољено одлагати заједно интерни, опасни и комунални отпад. Такође директива дефинише и правила и критеријуме за одређивање локације на којима се могу поставити депоније. Критеријуми узимају у обзир изворе воде, тло, као и утицај на ваздух. Узимајући у обзир ове параметре потребно је спровести мере заштите, пречишћавања вода, као и сакупљања и потенцијалног коришћења депонијског гаса. Овакав принцип представља принцип

коришћења обновљиве енергије. Уколико се пак са друге стране гас не сакупља и не користи за производњу енергије, исти се мора сагорети како не би доспео у атмосферу. Када је упитању третман отпада, дефинисано је да се свака депонија мора прекрити земљом дебљине од једног метра. Такође дефинисано је и мерење и праћење унапред дефинисаних параметара, као и забрана складиштења илегалног отпада. Сва мерења се врше како током рада депоније, тако и након њеног затварања.

Након што је Европска унија је 2003. године усвојила Директиве везане за проблеме електричног и електронског отпада, државе које су конкурисале за чланство у ЕУ су почеле да сагледавају своје законодавне оквире којим би могле да решавају ову врсту проблема. Директиве WEEE и RoHS су 2006. године постале важећи закон Европске уније. Од тада било какав производ који не задовољава критеријуме ових директива није могуће пласирати на тржиште у земљама Европске уније. Сврха ових директива је превенција настанка електричног и електронског отпада, поновне употребе, рециклаже и осталих облика обнављања оваквог отпада, чиме би се смањило коначно одлагање е-отпада, што је из године у годину постао приоритет и држава које су на путу придруживања ЕУ [164]. Директивама се тежи да се побољшају перформансе управљања електронским и електричним отпадом кроз следеће активности:

- селективно прикупљање електронских и електричних уређаја помоћу одговарајућих система који чувају интегритет уређаја и њихове потенцијале за обнављање;
- достизање стопе сакупљања, која износи 4 кг е-отпада по становнику годишње;
- повећање индивидуалне одговорност произвођача;
- повећање стопе поновне употребе, рециклаже и обнове, које се крећу у распону од 50 до 80%, у зависности од разматране категорије уређаја;
- пружање информација крајњим корисницима, чије је учешће есенцијално за високе стопе сакупљања и рециклаже, кроз обележавање, паковање, као и пружање информација постројењим за третман.

До сада обрађени подаци су показали да су неопходне посебне мере сакупљања, третмана, рециклаже и одлагања е-отпада, а које су дефинисане WEEE директивом како би се смањили проблеми управљања отпадом везани за тешке метале.

Упркос овим мерама, велики део електричног и електронског отпада завршаваће у тренутним токовима отпада. Чак и ако је засебно прикупљен е-отпад и подвргнут процесима рециклаже, он и даље садржи опасне материје, попут живе, кадмијума, олова, РСВ (полихлоровани бифенили), које представљају ризик по околину и здравље људи. Узимајући у обзир техничке и економске могућности, најефикаснији начин за редукацију ризика по околину и људско здравље од ових супстанци јесте њихова замена нешкодљивим или мање опасним материјалима. RoHS директива се односи на електричне и електронске уређаје који су дефинисани категоријама електронских и електричних уређаја, изузимајући категорије 8. и 9. RoHS у својим спецификацијама тачно одређује колики удео тешких метала и контролисаних супстанци у односу на масу свака компонента може да садржи. Дефинисана је дозвољена максимална концентрација опасних супстанци од 0,1% по тежини у хомогеним системима.

Упркос врло јасно дефинисаној законској регулативи управљања отпадом у циљу заштите и очувања животне средине и побољшања њеног квалитета и данас се неретко могу видети дивље депоније на којима се налазе разни покварени и застарели уређаји. Иако се из дана у дан повећава број санитарних депонија, рециклажних центара и трансфер станица у већим градовима Републике Србије, ипак се јавља проблем у руралним срединама због којих треба уложити додатне напоре и средства да би се и у овим срединама проблем одлагања е-отпада решио на прави начин. Такође један од важнијих проблема је и недовољна свест и информисаност грађана о томе на који начин могу да управљају отпадом у својој околини и тако допринесу решавању овог проблема у складу са законским прописима.

Националном стратегијом управљања отпадом (Службени гласник РС“, бр.29/10) дефинисани су услови за одрживо и рационално управљање отпадом и дата основна усмерења и препоруке на нивоу Републике Србије која подразумева побољшање квалитета живота становништва осигуравањем жељених услова

животне средине и очувањем природе засноване на одрживом управљању животном средином. Кључни кораци укључују јачање постојећих и развој нових мера за успостављање интегралног система управљања отпадом, даљу интеграцију политике животне средине у остале секторске политике, прихватање веће појединачне одговорности за животну средину и активније учешће јавности у процесима доношења одлука. Управљање посебним токовима отпада дефинисано је Законом о управљању отпадом у поглављу VII.

У члану 50. дефинисано је управљање отпадом од електричних и електронских производа. Законом се, наиме прописују следеће обавезе које се односе на генераторе ове врсте отпада:

- Отпад од електричних и електронских производа не може се мешати са другим врстама отпада;
- Забрањено је одлагање отпада од електричних и електронских производа без претходног третмана;
- Отпадне течности настале од електричних и електронских производа морају бити одвојене и третиране на одговарајући начин. Значај политике и прописа Европске уније за Републику Србију, произилази из чињенице да се политика и прописи Републике Србије налазе у фази интензивног усклађивања са политиком и прописима Европске уније због чега сагледавање тренутних и будућих обавеза и права у области управљања отпадом није могуће без вођења рачуна о решењима која су садржана у релевантним документима Европске уније.

Кроз поглавље 27 - животна средина и климатске промене, у преговорима Републике Србије са Европском унијом дефинисано је да је потребно транспоновати и применити велики број инвестиционо захтевних прописа Европске уније и директива, као и ускладити домаће законодавство у складу са њима. У процесу усклађивања домаћег законодавства са прописима Европске уније у овој области, подразумевају се значајна финансијских улагања и изградња адекватне административне, институционалне и техничке подршке за њихову имплементацију.

Веома битан сегмент заштите животне средине је адекватно управљање е-отпадом чији су носиоци грађани, привреда и локална заједница. Данас је у најразвијенијим економијама света циркуларна економија постала покретач развоја уместо досадашње линеарне економије. Оваква актуелност се управо огледа у могућностима рециклаже електричног и електронског отпада.

Јавност је отпад и поступање с отпадом спознала као један од растућих проблема које треба решавати. Међутим, она га не осећа и не доживљава као свој, него као туђи и као отпад за чије решавање је надлежан неко други - држава, локална самоуправа, индустрија итд. Неадекватно управљање отпадом представља један од највећих проблема у погледу заштите животне средине у Републици Србији и искључиво је резултат неадекватног става друштва према отпаду. У највећем броју случајева, спремност за учешће у решавању овог проблема, јавност показује само када је сама угрожена или уколико је сама заинтересована за његово решавање. Са гледишта екологије и заштите животне средине, један од највећих глобалних проблема данашњице јесте отпад од електронских и електричних производа.

Процене су да ова врста отпада има највећу тенденцију раста од 5% на годишњем нивоу, увећавајући се чак три пута брже од комуналног отпада. Брзи развој електронске индустрије донео је велике користи у свакодневном животу, али последице које настају након употребе се обично игноришу или су непознате. Националном стратегијом за приближавање процесу прилагођавања стандардима Европске уније у области животне средине предвиђа се да на крају приступних преговора неће бити остављен прелазни период за усклађивање појединих сегмената рециклаже.

Према Стратегији за апроксимацију Србије у области животне средине, у процесу прилагођавања стандардима Европске уније Србија би требало да успостави организовано сакупљање отпада за више од 90 одсто становништва до 2020. године и да достигне циљеве Европске уније за поновно коришћење и рециклирање до 2025. године.

Према проценама Министарства пољопривреде и заштите животне средине, у Републици Србији се рециклира од 10% до 15% отпада. Од 2003. године до данас забележен је нагли раст предузећа која се баве рециклажом отпада. Стратегијом

управљања отпадом, у оквиру дугорочних циљева које Република Србија треба да испуни, утврђен је циљ да је у периоду од 2015. до 2019. године неопходно постићи стопу искоришћења и рециклаже чврстог отпада (стакло, папир, картон, метал и пластика) на 25% од његове количине.

Отпадна и одбачена електрична и електронска опрема, или „е-отпад”. представља све већи изазов за владе широм света. По процени Програма Уједињених нација за животну средину (UNEP 2005), сваке године се створи неких 50 милиона тона електричног и електронског отпада, са тенденцијом раста од 5% на годишњем нивоу у односу на друге врсте отпада. Савремени трендови у дизајну и производњи електронске опреме и система који поспешују вештачко, односно убрзано скраћење циклуса замене производа знак су да се стварање отпада неће успорити у скорије време.

5.3. Законска регулатива у Републици Србији

Један од најважнијих аспеката у области управљања отпадом и рециклаже отпада електронских и електричних производа јесу јасно дефинисане законске регулативе. Влада Републике Србије је 2003. године усвојила Националну стратегију управљања отпадом са програмом приближавања законима Европске уније, а тај документ представља основ за успостављање осталих механизма и система управљања отпадом.

Доношењем Закона о управљању отпадом, Закона о заштити животне средине, као других закона и подзаконских аката, у Србији је омогућено успостављање интегралног управљања отпадом, од његовог настанка, преко сакупљања, транспорта, складиштења, третмана до коначног одлагања, чиме су постављени основи за несметан рад рециклажне индустрије.

Основни закони и подзаконски акти којима је регулисана област поступања са отпадом, а самим тим и е-отпадом су:

- Стратегија управљања отпадом за период 2010–2019. године: (“Службени гласник РС”, бр. 29/2010-13);
- Закон о заштити животне средине;

- Закон о управљању отпадом (“Службени гласник РС”, бр. 36 од 15. маја 2009, 88 од 23. новембра 2010, 14 од 22. фебруара 2016, 95 од 8. децембра 2018 - др. закон) и припадајућа подзаконска аката:
- Правилник о листи постројења за инсинерацију и ко-инсинерацију чији номинални капацитет не прелази две тоне на сат: 7/2019-61;
- Уредба о Листи неопасног отпада за који се не издаје дозвола, са документацијом која прати прекогранично кретање: 102/2010-26;
- Уредба о одлагању отпада на депоније: 92/2010-3;
- Уредба о производима који после употребе постају посебни токови отпада, обрасцу дневне евиденције о количини и врсти произведених и увезених производа и годишњег извештаја, начину и роковима достављања годишњег извештаја, обвезницима плаћања накнаде, критеријумима за обрачун, висину и начин обрачунавања и плаћања накнаде: 54/2010-15, 86/2011-25, 15/2012-9, 3/2014-3, 95/2018-267 (др. закон);
- Уредба о листама отпада за прекогранично кретање, садржини и изгледу докумената који прате прекогранично кретање отпада са упутствима за њихово попуњавање: 60/2009-4;
- Уредба о одређивању појединих врста опасног отпада које се могу увозити као секундарне сировине: 60/2009-3;
- Одлука о заједничком обезбеђивању и спровођењу управљања отпадом: 45/2018-13;
- Правилник о листи мера превенције стварања отпада: 7/2019-61;
- Правилник о обрасцу захтева за издавање дозволе за третман, односно складиштење, поновно искоришћење и одлагање отпада: 38/2018-24;
- Правилник о начину вођења и изгледу евиденције депонија и сметлишта на подручју јединице локалне самоуправе: 18/2018-150;
- Правилник о обрасцу Документа о кретању опасног отпада, обрасцу претходног обавештења, начину његовог достављања и упутству за њихово попуњавање: 17/2017-57;
- Правилник о обрасцу Документа о кретању отпада и упутству за његово попуњавање: 114/2013-177;

- Правилник о начину и поступку управљања отпадом од титан-диоксида, мерама надзора и мониторинга животне средине на локацији: 1/2012-96;
- Правилник о листи POPs материја, начину и поступку за управљање POPs отпадом и граничним вредностима концентрација POPs материја које се односе на одлагање отпада који садржи или је контаминиран POPs материјама: 65/2011-21, 17/2017-64;
- Правилник о поступању са уређајима и отпадом који садржи РСВ: 37/2011-86;
- Правилник о листи електричних и електронских производа, мерама забране и ограничења коришћења електричне и електронске опреме која садржи опасне материје, начину и поступку управљања отпадом од електричних и електронских производа: 99/2010-83;
- Правилник о условима и начину сакупљања, транспорта, складиштења и третмана отпада који се користи као секундарна сировина или за добијање енергије: 98/2010-23;
- Правилник о начину и поступку за управљање отпадним флуоресцентним цевима које садрже живу: 97/2010-21;
- Правилник о обрасцу дневне евиденције и годишњег извештаја о отпаду са упутством за његово попуњавање: 95/2010-27, 88/2015-16;
- Правилник о садржини, начину вођења и изгледу Регистра издатих дозвола за управљање отпадом: 95/2010-23;
- Правилник о начину складиштења, паковања и обележавања опасног отпада: 92/2010-31;
- Правилник о начину и поступку управљања истрошеним батеријама и акумулаторима: 86/2010-27;
- Правилник о садржини потврде о изузимању од обавезе прибављања дозволе за складиштење инертног и неопасног отпада: 73/2010-102;
- Правилник о методологији за прикупљање података о саставу и количинама комуналног отпада на територији јединице локалне самоуправе: 61/2010-17;
- Правилник о категоријама, испитивању и класификацији отпада: 56/2010-18;

Правна регулатива којом се регулише управљање отпадом је релативно новијег датума у Републици Србији, што указује на то да се тек последњих десет година интензивније ради на решавању проблема отпада.

5.3.1. Најважнија подзаконска акта која регулишу област управљања е-отпадом у Србији

Поред основних закона којим се регулише област коришћења, као и начин и поступак управљања е-отпадом најважнији подзаконски акт представља „Правилник о листи електричних и електронских производа, мерама забране и ограничења коришћења електричне и електронске опреме која садржи опасне материје, начину и поступку управљања отпадом од електричних и електронских производа“.

Овим правилником уређују се и дефинишу:

- Мере забране и ограничења;
- Испуњеност услова заштите животне средине;
- Дизајн електронских и електричних производа;
- Означивавање о обавезном одвојеном сакупљању;
- Информације за сакупљача, оператера и колективног оператера;
- Обавештавање крајњег корисника;
- Информације за сакупљача, оператера и колективног оператера;
- Предаја отпадне опреме;
- Преузимање отпадне опреме;
- Сакупљање и превоз отпадне опреме;
- Складиштење отпадне опреме;
- Циљеви сакупљања и искоришћења отпадне опреме;
- Третман отпадне опреме;
- Технички захтеви за складиштење и третман отпадне опреме и
- Историјска отпадна опрема.

Управљањем е-отпадом обезбеђују се и осигуравају услови за:

- спречавање настајања е-отпада ;
- поновну употребу, рециклажу и друге облике искоришћења таквих отпада, као и смањивања одлагања отпада;
- унапређивање стандарда заштите животне средине од стране произвођача, увозника, дистрибутера, продаваца и крајњих корисника у току животног циклуса производа, а посебно при третману и одлагању отпада од електричних и електронских производа.

Све одредбе правилника примењују се на е-опрему побројану у Прилогу 1 правилника, о којем ће више речи бити у наредном делу овог поглавља.

Листа електричних и електронских производа обухвата следеће производе:

- електричну и електронску опрему која је саставни део друге опреме која не спада ни у један разред из Прилога 1.
- отпадне тонере за штампаче уколико настану као отпад приликом замене;
- опрему која има посебан значај за државну безбедност;
- опрему која је уграђена у оружје, муницију и војну опрему, осим ако се ради о производима који се не користе искључиво у војне сврхе.

Сходно овом правилнику, „управљање отпадном опремом је скуп мера и поступака које обухватају сакупљање, превоз, складиштење, разврставање, поновну употребу, рециклажу, искоришћење, третман, као и одлагање остатака након третмана отпадне опреме.

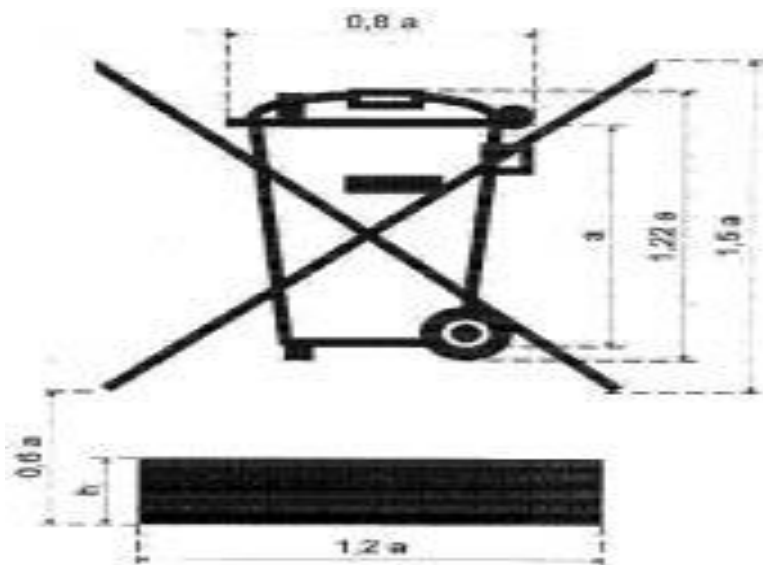
Управљање отпадном опремом врши се на начин да се обезбеди испуњеност услова заштите животне средине који се односе на:

- дизајн електричних и електронских производа, означавање о обавезном одвојеном сакупљању отпадне опреме и обавештавање;

- одвојено сакупљање и превоз, поновну употребу, искоришћење, третман, и одлагање отпадне опреме;
- плаћање трошкова управљања електричном и електронском опремом која након употребе постаје отпадна опрема“.

Донесеним правилником прописано је да сва електрична и електронска опрема треба да буде креирана у складу са добром праксом смањивања коришћења опасних и штетних материја. Такође ново креирана опрема треба да буде лако растављива и начињена од материјала који се могу поново употребити. Поновна употреба подразумева употребу у производном процесу, рециклажу као и било који други облик искоришћења. На овакав начин новопроизведена опрема треба да обезбеди већу употребу материјала добијених у поступку рециклаже отпадне опреме. На овакав начин производ који постане отпад не постаје и не представља опасност по животну средину и здравље људи. Самим тим ново креирани производи не представљају тешкоћу у процесу организовања управљања отпадом.

Чланом осам овог правилника дефинисано је да произвођач новој опреми мора на видном месту да читко и неизбрисиво постави знак да се ради о обавезном одвојеном сакупљању отпадне опреме како иста не би завршила на депонијама са другим видовима отпада. Ознака о обавезном одвојеном сакупљању отпадне опреме приказана је на слици 10. Такође назив произвођача треба да буде једнозначно наведен и причвршћен уз опрему.



Слика 10: Знак о обавезном одвојеном сакупљању е-отпада²

У складу са правилником произвођач и увозник су у обавези да обавесте крајње кориснике произведене опреме о сврси и намени сакупљања сваког комада отпадне опреме. Такође обавештавају корисника како се правилно поступа са отпадом опремом, као и о значају рециклаже. Сва потребна обавештења саставни су део упутства за употребу уређаја као и упутства за одлагање е-опреме. Ово обавештење мора да садржи следеће информације о:

- „забрани одлагања отпадне опреме као неразврстаног комуналног отпада и обавези одвојеног сакупљања отпадне опреме;
- могућим начинима поновне употребе, рециклаже и других поступака искоришћења, као и о предностима поновне употребе и рециклаже у односу на друге облика искоришћења или одлагања отпадне опреме;
- могућим штетним утицајима отпадне опреме на здравље људи и животну средину због присуства опасних материја у тој опреми;
- значењу знака обавезног одвојеног сакупљања отпадне опреме“.

Сходно члану 11. овог правилника, крајњи корисник је у обавези да преда дистрибутеру, сакупљачу, оператеру или колективном оператеру:

² Знак је преузет из Правилника – Прилог бр. 4.

- „отпадну опрему из домаћинства, уз потврду о примопредаји“;
- „отпадну опрему која није из домаћинства, уз попуњени Документ о кретању опасног отпада“.

Такође правилником су прописане и обавезе крајњег корисника. Тако на пример крајњи корисник не може предати отпадну е-опрему као неразврстани комунални отпад, већ је мора чувати одвојено до момента предаје. Ово практично значи да се ова опрема не може мешати са другим отпадом. На овакав начин њена рециклажа и поновна употреба нису онемогућене.

Још једна од обавеза корисника прописана правилником дефинисана је у погледу опреме која садржи материје или материјале које треба пре процеса растављања уклонити. У случају коришћења овакве опреме крајњи корисник има обавезу да опрему испоручи у таквом стању да се одлагање предметних материја може извршити на прописан начин. Уколико је отпадна опрема у оштећена у великој мери, што може довести до нарушавања здравља људи, крајњи корисник мора о томе обавестити лице коме предаје е-отпад, како би се спровеле мере заштите.

Чланом 12. правилника је дефинисано: „да преузимање отпадне опреме од крајњег корисника врше дистрибутер, сакупљач, оператер и колективни оператер, а дистрибутер без накнаде преузима отпадну опрему из домаћинства од крајњег корисника који код њега набавља нову опрему. Сакупљање и превоз отпадне е-опреме врши се на начин који омогућава да се у што већем обиму омогући поновна употреба целих апарата и саставних делова, укључујући искоришћење и рециклажу“.

„Отпадна е-опрема се складишти на начин да се пре третмана не згњечи, издуби или на други начин уништи или загади опасним или другим материјама, тако да њена поновна употреба, искоришћење или рециклажа није онемогућена или изводљива без несразмерно високих трошкова“.

Правилником је означен и циљ одвојеног сакупљања отпадне опреме из домаћинства, односно да он „износи четири килограма по становнику годишње до

31. децембра 2019. године, с тим да се два килограма по становнику годишње сакупи до 31. децембра 2015. године“.

Изузетно је важан Члан 16 овог правилника који говори о третману преузетог отпада који настаје на територији Републике Србије. Сходно томе, „Оператер и колективни оператер врше третман отпадне опреме применом најбоље доступних техника третмана, искоришћења и рециклаже.

Оператер и колективни оператер дужни су да у постројењу за третман:

- „врше одвојен третман материјала и компоненти отпадне опреме;
- из отпадне опреме која не иде цела у поновну употребу, издвоје течности и гасове, укључујући опасне материје“.

Како би се на што бољи начин приказала важност овог правилника за управљање е-отпадом у Републици Србији и ближе објаснио начин на који је то уређено, у наредном делу биће дат и кратак приказ појединих Прилога (Прилог 1, 2 и 5), који чине саставни део овог правилника.

ЛИСТА РАЗРЕДА ЕЛЕКТРИЧНЕ И ЕЛЕКТРОНСКЕ ОПРЕМЕ:

- Велики кућни апарати;
- Мали кућни апарати;
- Опрема за информатичке технологије (ИТ) и телекомуникације;
- Опрема широке потрошње за разоноду;
- Опрема за осветљење;
- Електрични и електронски алати (осим великих непокретних индустријских алата);
- Играчке, опрема за рекреацију (разоноду) и спорт;
- Медицински помоћни уређаји (осим великих непокретних терапијских и дијагностичких уређаја, имплантираних производа и производа који могу проузроковати инфекцију);
- Инструменти за праћење и надзор;
- Аутомати“.

ЛИСТА ЕЛЕКТРИЧНИХ И ЕЛЕКТРОНСКИХ ПРОИЗВОДА
РАЗВРСТАНИХ ПО РАЗРЕДИМА ЕЛЕКТРИЧНЕ И ЕЛЕКТРОНСКЕ ОПРЕМЕ:

1. Велики кућни апарати:

- велики расхладни уређаји;
- фрижидери;
- замрзивачи;
- остали велики уређаји за хлађење, конзервирање и одлагање хране;
- машине за прање веша;
- машине за сушење веша;
- машине за прање посуђа;
- уградне рерне;
- електрични шпорет;
- електричне рингле;
- микроталасне пећи;
- остали велики уређаји за кување и осталу припрему хране;
- електрични уређаји за грејање;
- термоакумулационе пећи;
- електрични радијатори;
- остали велики уређаји за грејање соба, кревета и намештаја за седење;
- електрични вентилатори;
- уређаји за климатизацију просторија;
- друга опрема за проветравање и опрема за климатизацију;
- бојлери;
- и други апарати.

2. Мали кућни апарати:

- усисивачи;
- уређаји за чишћење тепиха;

- остали уређаји за чишћење;
- уређаји за шивење, плетење, ткање и осталу обраду тканине;
- пегле и остали уређаји за пеглање и друго одржавање одеће;
- тостери;
- фритезе;
- млинови, апарати за кафу и уређаји за отварање и затварање посуда и амбалаже;
- електрични ножеви;
- уређаји за шишање, сушење косе, прање зуба, бријање, масирање и остали уређаји за негу тела;
- сатови, ручни сатови и уређаји за мерење, показивање и записивање времена;
- ваге;
- и други апарати.

3. Опрема за ИТ и телекомуникације:

- централизована обрада података:
- велики рачунари;
- мини рачунари;
- штампарске јединице;
- лична рачунарска опрема:
- лични рачунари (СРЕ, миш, монитор и тастатура укључени);
- преносни рачунари, лаптоп (СРЕ, миш, монитор и тастатура укључени);
- рачунари типа „notebook”;
- рачунари notepad;
- штампачи;
- опрема за копирање;
- електричне и електронске писаће машине;

- цепни и стони калкулатори и други производи и опрема за прикупљање, одлагање, обраду и представљање података или комуницирање подацима електронским путем;
- кориснички терминали и системи;
- факс-уређаји;
- телекс-уређаји;
- телефони;
- јавни телефони (с картицама, жетонима, новчаницама);
- бежични телефони;
- мобилни телефони;
- аутоматске секретарице;
- остали производи или опрема за телекомуникациони пренос звука, слика или других података путем телекомуникација.

4. Опрема широке потрошње за разоноду:

- радио апарати;
- телевизијски апарати;
- видеокамере;
- видеорекодери;
- хи-фи-уређаји;
- аудио појачала;
- музички инструменти и остали производи или опрема за снимање или рЕРРодукцију звука или слика, укључујући сигнале или друге технологије за дистрибуцију звука и слике, осим телекомуникационих.

5. Опрема за осветљење:

- расветна тела за флуоресцентне сијалице, осим сијалица за домаћинство;
- равне флуоресцентне сијалице;

- компактне флуоресцентне сијалице;
- сијалице високог притиска укључујући сијалице са натријумовим парама и металхалидне сијалице;
- натријумове сијалице ниског притиска;
- остала расветна опрема или опрема за ширење или контролу светла, осим сијалица са жарећом нити;
- сијалице са жарећом нити;
- и друга опрема.

6. Електрични и електронски алати (осим великих непомичних индус. алата):

- бушилице;
- тестере;
- шиваће машине;
- опрема за окретање, млевење, брушење, полирање, стругање, резање, сечење, бушење, пробијање, превијање, савијање или за сличну обраду дрвета, метала и других материјала;
- алати за закивање, спајање ексерима, спајање шрафовима или скидање закивака, ексера, шрафова или за сличне намене;
- алати за заваривање, лемљење и сличну употребу;
- опрема за пескарење, наношење, распршивање и осталу обраду течним или гасовитим материјама;
- алати за кошење или за друге баштенске послове;
- и други алати и помоћна средства.

7. Играчке, за рекреацију (разоноду):

- електрични возићи, односно гарнитуре тркачких аутомобилчића;
- ручне конзоле за видео игре;
- видео игре;
- компјутери за бициклизам, рођење, трчање, веслање;
- спортска опрема са електричним или електронским компонентама;

- аутомати за играње на метални новац;
- и друге играчке, видео игрице и спортска опрема.

8. Медицински помоћни апарати:

- радиотерапијска опрема;
- кардиолошки уређаји;
- уређаји за дијализу;
- плућни вентилатори;
- уређаји нуклеарне медицине;
- лабораторијска опрема за дијагнозу *in vitro*;
- апарати за анализу;
- апарати за хлађење;
- уређаји за испитивање оплодње;
- други апарати за откривање, спречавање, праћење, обраду, ублажавање болести, повреда или немоћи.

9. Инструменти за праћење и надзор:

- детектори дима;
- регулатори загревања;
- термостати;
- уређаји за мерење, вагање или баждарење за домаћинство или лабораторије;
- остали инструменти за праћење и контролу који се употребљавају у индустријским инсталацијама (нпр. на контролним плочама);
- други инструменти за праћење и надзор.

10. Аутомати:

- аутомати за топле напитке;
- аутомати за боце или лименке које садрже топла или хладна пића;

- аутомати за чврсте производе; банкомати;
- сви уређаји који аутоматски издају све врсте производа;
- други аутомати.

ТРЕТМАН ОДВОЈЕНО САКУПЉЕНЕ ОТПАДНЕ ОПРЕМЕ У ПОСТРОЈЕЊУ ЗА ТРЕТМАН ОТПАДНЕ ОПРЕМЕ

Из одвојено сакупљене отпадне опреме морају се издвојити следећи делови, уграђени материјали и опасне материје:

- кондензатори, који садрже полихлороване бифениле (PCB) на начин утврђен прописом којим се уређује управљање отпадним PCB;
- саставни делови, као што су прекидачи или светла за осветљавање позадине, који садрже живу;
- батерије;
- штампане плоче у електричним и електронским уређајима и апаратима код других апарата, уколико је површина штампане плоче већа од 10 cm²;
- тонер (течни, паста, прашкасти тонер);
- пластика која садржи бромирани ватростални део;
- азбестни отпад и саставни делови који садрже азбест;
- катодне цеви;
- хлорофлуороугљеник (CFC), делимични халогеновани хлорофлуороугљеник (HCFC) или флуорисани угљоводоник (HFC), угљоводоници (HC);
- сијалице са пражњењем у гасу;
- екрани са течним кристалима (заједно са кућиштем, ако другачије није могуће извести), са површином већом од 100 cm² и сви екрани позадински осветљени одговарајућим сијалицама са пражњењем у гасу;
- спољни електрични каблови;

- саставни делови који садрже рефракторна керамичка влакна, како их дефинишу прописи у области хемијских производа, којима се уређује разврставање, паковање и означавање опасних материја;
- саставни делови који садрже радиоактивне материје, осим саставних делова који не прелазе ниво изузетка, у складу са правним прописима којима се уређује заштита од јонизујућег зрачења;
- електролитски кондензатори који садрже опасне материје (висина > од 25 mm, пречник > од 25 mm или сразмерно сличне запремине).

Саставне делове, уграђене материјале и опасне материје из ове тачке треба одстранити или прерадити у складу са законом о управљању отпадом.

Код третмана одвојено сакупљене отпадне опреме, треба обезбедити следеће:

- катодне цеви: флуоресцентне навлаке треба одстранити;
- опрема која садржи гасове који оштећују озонски омотач или која има потенцијал глобалног загревања (GWP) изнад 15 као што су гасови којих има у пенама и расхладним циркулационим системима: гасове треба на одговарајући начин издвојити и адекватно обрадити. Са гасовима који оштећују озонски омотач треба поступити у складу са прописима којима се уређује начин третмана материја које оштећују озонски омотач;
- сијалице на принципу пражњења у гасу: треба одстранити живу.

У односу на заштиту животне средине и предност поновне употребе и рециклирање отпада, захтеви из тач. 1. и 2. овог прилога узимају се тако да се не спречава поновна употреба и рециклажа саставних делова или читавих апарата“.

5.4. Казнене одредбе

У оквиру Закона о управљању отпадом (у даљем тексту: Закон), предвиђене су у делу XIV. КАЗНЕНЕ ОДРЕДБЕ и то:

- Привредни преступи;
- Прекршаји.

Сходно Члану 88. Закона, новчаном казном од 1.500.000 до 3.000.000 динара казниће се за привредни преступ привредно друштво, предузеће или друго правно лице, ако:

- поступа са производним остатком као са нуспроизводом супротно прописаним условима и/или не поседује доказе о испуњености тих услова, односно у обавези је да власник и/или други држалац материје или предмета из члана 8а може са њима поступати као са нуспроизводом ако прибави потврду о упису у регистар нуспроизвода (чл. 8а и 8б);
- 1а) крши одредбе о престанку статуса отпада (члан 8в);
- 1б) обавља послове без плана управљања отпадом или не врши његово ажурирање у прописаном року (члан 15. ст. 1. до 3);
- обавља послове управљања отпадом без радног плана постројења за управљање отпадом или не врши његово ажурирање у прописаном року (члан 16);
- 2а) обавља послове посредовања у управљању отпадом, односно трговине отпадом супротно одредбама овог закона (члан 28а);
- не прибави дозволу за третман отпада и послове третмана отпада не обавља у складу са дозволом, не објави листу отпада за чији третман има дозволу, не обезбеђује отпад и не заштити га од расипања и процуривања или у случају удеса без одлагања не обавести надлежни орган (члан 29. тач. 3), 4), 6) и 7);
- не прибави дозволу за одлагање отпада и отпад не одлаже у складу са том дозволом, не обезбеди спровођење прописаних мера којима се обезбеђује заштита животне средине, ако не обезбеди рекултивацију депоније и надзор над депонијом после њеног затварања у периоду од најмање 30 година или у случају удеса на депонији без одлагања не обавести надлежни орган (члан 30. став 1. тач. 3), 4), 6) и 7);

- на депонију прими отпад који не испуњава услове о одлагању отпада прописане дозволом или ако о одбијању прихватања не обавести надлежни орган (члан 30. ст. 2. и 3);
- гради постројење или обавља делатност у постројењу за управљање отпадом које нема дозволу за обављање тих делатности (члан 33. ст. 1. и 2);
- складишти отпад на местима која нису технички опремљена за привремено чување отпада на локацији произвођача или власника и/или другог држаоца отпада, у центрима за сакупљање, трансфер станицама и другим локацијама или по истеку прописаног рока за привремено складиштење (члан 36);
- третман отпада обавља супротно одредбама овог закона или за мобилно постројење за третман отпада не прибави дозволу (члан 37. ст. 1. и 3);
- врши поновно искоришћење и одлагање отпада супротно члану 38. овог закона;
- врши физичко-хемијски третман отпада супротно прописаним условима (члан 39);
- врши биолошки третман отпада супротно прописаним условима (члан 40);
- врши термички третман отпада супротно условима у дозволи (члан 41);
- врши одлагање отпада на локацији која не испуњава техничке, технолошке и друге прописане услове, односно супротно условима утврђеним у дозволи или без претходног третмана или одлаже опасан отпад заједно са другим врстама отпада (члан 42. ст. 2, 4. и 6);
- не поступа у складу са чланом 44. овог закона;
- обавља управљање отпадом без дозволе (члан 59);
- обавља активности без потврде о изузимању од обавезе прибављања дозволе у случајевима за које се не захтева дозвола (члан 61);
- врши увоз, извоз или транзит отпада супротно условима и начину прописаним у чл. 71. и 72. овог закона.

„За привредни преступ из става 1. овог члана може се изрећи новчана казна у сразмери са висином учињене штете, неизвршене обавезе или вредности робе или друге ствари која је предмет привредног преступа, а највише до двадесетоструког износа учињене штете, неизвршене обавезе или вредности робе или друге ствари која је предмет привредног преступа“.

„Новчаном казном од 100.000 до 200.000 динара казниће се за привредни преступ из става 1. овог члана и одговорно лице у привредном друштву, предузећу и другом правном лицу“.

„Новчаном казном од 1.500.000 до 3.000.000 динара казниће се за привредни преступ из става 1. овог члана страном правно лице ако има представништво на територији Републике Србије и/или ако је привредни преступ учињен на територији Републике његовим превозним средством“.

„Новчаном казном од 100.000 до 200.000 динара казниће се за привредни преступ из става 1. овог члана и одговорно лице у страном правном лицу“.

„Сходно Члану 89. овог закона за привредни преступ из члана 88. овог закона, поред прописане новчане казне привредном друштву, предузећу или другом правном лицу може се изрећи и заштитна мера забране обављања одређене привредне делатности, а одговорном лицу заштитна мера забране вршења одређене дужности у трајању до десет година“.

„За привредни преступ из члана 88. овог закона може се уз казну изрећи и заштитна мера одузимања предмета који су употребљени или намењени за извршење привредног преступа, односно који су настали извршењем привредног преступа“.

„У Члану 90. овог закона прецизиране су санкције и новчани износи у висини од 500.000 до 1.000.000 динара за извршени прекршај“.

„Оваква казнена одредба примениће се на привредно друштво, предузеће или друго правно лице, ако:

- не класификује отпад на прописан начин, односно не изврши испитивање отпада, у складу са овим законом (члан 8. ст. 4. и 5);

- не изврши преузимање сопствених производа који после употребе постају опасан отпад, без накнаде трошкова, односно ако ту обавезу не пренесе на друго правно лице (члан 25. ст. 2. и 3);
- поступа супротно члану 26. ст. 1. и 3. овог закона;
- обавља транспорт отпада супротно члану 28. овог закона;
- не обезбеди спровођење радног плана постројења, као оператер постројења за третман отпада или оператер на депонији не води прописане евиденције или не одреди квалификовано лице одговорно за стручни рад у постројењу, односно на депонији (члан 29. тач. 1), 8) и 9) и члан 30. став 1. тач. 1), 8) и 9);
- сакупљање и транспорт отпада не врши у складу са чланом 35. овог закона;
- поступа са комуналним отпадом супротно члану 43. овог закона;
- не поседује Документ о кретању отпада (члан 45. ст. 1. до 5);
- не поседује Документ о кретању опасног отпада (члан 46. ст. 1. до 6);
- управља посебним токовима отпада супротно овом закону (чл. 47-57);
- врши сакупљање и транспорт отпада супротно члану 70. овог закона;
- не поступа у складу са чланом 75. ст. 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 13. и 14. овог закона“.

„За прекршај из става 1. овог члана може се изрећи новчана казна у сразмери са висином причињене штете или неизвршене обавезе, вредности робе или друге ствари која је предмет прекршаја, а највише до двадесетоструког износа тих вредности“.

„За прекршај из става 1. овог члана казниће се и одговорно лице у привредном друштву, предузећу или другом правном лицу новчаном казном од 25.000 до 50.000 динара“.

„За радње из члана 88. став 1. овог закона и става 1. овог члана казниће се предузетник новчаном казном од 250.000 до 500.000 динара или казном затвора до 30 дана“.

„За прекршај из става 1. тач. 3), 6), 7), 10) и 11) овог члана казниће се физичко лице новчаном казном од 5.000 до 50.000 динара или казном затвора до 30 дана“.

„Такође, законодавац је предвидео и *заштитне мере уз казну за прекршај, те у складу са Чланом 91. Закона* За прекршај из члана 90. овог закона може се уз казну изрећи и заштитна мера одузимања предмета који су употребљени или намењени за извршење прекршаја, односно који су настали извршењем прекршаја“.

„Такође, за *прекршај одговорног лица у органу државне управе, имаоцу јавних овлашћења, односно овлашћеном правном лицу* Чланом 92. предвиђено је да се новчаном казном од 25.000 до 50.000 динара казни се за прекршај одговорно лице у органу државне управе, одговорно лице у јединици локалне самоуправе, имаоцу јавних овлашћења, односно овлашћеном правном лицу, ако:

- не води регистар нуспроизвода и регистар отпада који је престао да буде отпад и податке из регистра не доставља Агенцији (члан 8г);
- не донесе регионални, односно локални план управљања отпадом усклађен са националним планом и не достави га министарству у прописаном року (чл. 12, 13. и 14. став 3);
- не обезбеди и не спроводи управљање отпадом на територији јединица локалне самоуправе под условима и на начин утврђеним законом, стратегијом и споразумом скупштина јединица локалне самоуправе (члан 21. став 1);
- врши испитивање отпада без прописаног овлашћења или супротно издатом овлашћењу или у вршењу послова поступа на противправан, неморалан и недостојан начин (члан 24. став 4);
- ако не уреди селекцију и одвојено сакупљање отпада, не обезбеђује одлагање отпада из домаћинства у контејнере или на други начин, не организује и не опреми центре за сакупљање отпада из домаћинства који није могуће одложити у контејнере за комунални отпад (члан 43. став 4);
- не изврши евиденцију дивљих депонија и постојећих несанитарних депонија – сметлишта на свом подручју и не обезбеди уклањање и санацију, не изради пројекат санације и рекултивације за постојеће несанитарне депоније – сметлишта на начин и у року прописним овим законом и не достави радни план постројења са програмом корективних

мера и динамиком прилагођавања рада постројења (члан 43. ст. 7, 8. и 9);

- изда дозволу ако уз захтев за њено издавање није поднета прописана документација (члан 62);
- не обавештава јавност на начин прописан овим законом (члан 69);
- не достави Агенцији извештаје о реализацији планова у прописаном року (члан 74. ст. 2, 3, 4. и 5);
- не поступа у складу са чланом 75. ст. 10, 15, 16. и 17. овог закона;
- не води регистар издатих дозвола за управљање отпадом, односно регистар издатих потврда о изузимању од обавезе прибављања дозволе, односно регистар посредника у управљању отпадом, односно трговаца отпадом и податке из регистра не доставља Агенцији (члан 76. ст. 1. и 2);
- ненаменски користи средства за управљање отпадом (члан 81)“.

5.5. Трошкови управљања отпадом

Након доношења законског оквира који је требало да унапреди управљање свим врстама отпада, па и е-отпада, стање отпада у Републици Србији је и даље незадовољавајуће. Упркос чињеници да добро управљање отпадом доноси значајна новчана средства и разне друге бенефите који се, пре свега односе на здравље човека и животну средину. Неопходно је поново размотрити важећу Стратегију управљања отпадом, како би се видело да ли је потребна нека измена ради прилагођавања тренутним условима пословања привреде, улагаги у јавно-приватна партнерства и угледати се на примере добре праксе у другим државама. У великој мери и даље је присутно непоштовање постојећих прописа или њихова непотпуна примена, што утиче у значајној мери на нагомилавање отпада и застој у функционисању читавог система управљања отпадом на нивоу државе.

Такође, још увек је нерешено питање трошкова управљања отпадом, јер су средства која се у том смислу до сада издвајају недовољна да се реши проблем који је деценијама нарастао.

На повећање трошкова управљања отпадом у највећој мери утичу:

- Недовољна инфраструктура намењена за третман и одлагање отпада;
- Одлагање комуналног и опасног отпада из домаћинства;
- Недостатак података о саставу отпада као и о његовим токовима;
- Недостатак складишта за одлагање;
- Третман и одлагање опасног отпада;
- Загађење ваздуха, вода (површинских и подземних) и земљишта;
- Не постоји системски организовано одвојено скупљање, сортирање и рециклажа отпада;
- Не постоји постројење за одлагање опасног отпада нити локација нити оператера који поседују дозволу надлежног органа за управљање опасним отпадом;
- Главни изазови су и даље почетни нивои у систему управљања отпадом као што су сакупљање, транспорт и санитарно одлагање отпада.

6. ЗНАЧАЈ ОДРЖИВОГ УПРАВЉАЊА Е-ОТПАДОМ ЗА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ

6.1. Штетност третирања е-отпада за животну средину

Е-отпад, или електронски отпад као што је раније наведено представља отпад од свих врста електричних и електронских уређаја. Ефекти неправилног одлагања овог е-отпада на околину су мало познати. Ови утицаји ипак представљају веома реалне претње и опасности за глобално окружење у целини. Неадекватно одлагање е-отпада утиче на састав земљишта, ваздуха и воде, па и на здравље човека, флору и фауну.

Један од најчешћих негативних ефеката е-отпада на ваздух је испарење негативних супстанци, што проузрокује загађење ваздуха. На пример, британски документарни филм о Лагосу и његовим становницима, који се зове „Добродошли у Лагос“, показује бројне сакупљаче отпада који обилазе бројне депоније у Лагосу тражећи непрописно одложен електронски отпад. Показало се да ови људи спаљују отпад, да би добили бакар (веома вредну робу). Путем спаљивања на отвореном, олобађају се штетни гасови, што доводи до загађења ваздуха. То је само један од бројних примера.

Када се електронски отпад који садржи тешке метале, као што су олово, баријум, жива, литијум (који се налази у батеријама мобилних телефона и компјутера), непрописно одлаже, ови тешки метали кроз земљу продиру до подземних канала воде који на крају долазе до река и језера. Локалне заједнице често зависе од ових водних тела и подземних вода, јер их обрадом користе као воду за пиће. Осим ових хемикалија које доводе до смрти неких биљака и животиња које постоје у води, унос контаминиране воде од стране људи и копнених животиња доводи до тровања оловом. Неки од ових тешких метала су такође и канцерогени.

Истим путем тешки метали и хемикалије из е-отпада продиру у земљиште, што представља један од најзначајнијих путева за излагање тешких метала људима. Ове хемикалије нису биоразградиве. Оне остају у окружењу дуже време, повећавајући ризик од излагања људи штетним материјама из е-отпада.

Наведене опасности које представља непрописно одлагање е-отпада по животну средину навише имају утицаја на људска бића. Последице загађења ваздуха, воде и земље најчешће се манифестују кроз здравствене проблеме са којима се људи суочавају, а лечење представља један од великих финансијских издатака за друштво у целини.

Последице по здравље, односно негативни ефекти токсина на људе укључују оштећења која се могу јавити већ при рођењу (иреверзибилне), оштећења мозга, срца, јетре, бубрега и скелетног система. Они такође значајно утичу на нервни и репродуктивни систем људског тела. Када се рачунарски монитори и друга електроника запале, они стварају диоксине који су канцерогени, а који се ослобађају у ваздуху који удишемо. Ако се електроника баци на депоније, ови токсини могу да продору у земљу и водотокове и тако утичу на локалне ресурсе. Стога, непрописно одлагање е-отпада не само да има утицај на животну средину, већ посредно и на крају представља озбиљну опасност за људе, флору и фауну.

Тежња савременог друштва је да осмисли систем ефикасног управљања свим врстама отпада, самим тим и е-отпадом. Једно од најприоритетнијих питања је како правилно одложити е-отпад како бисмо помогли очувању животне средине? Одговор је да постоји више начина да се то уради, а они укључују читав низ радњи:

Увести правне механизме на државном и локалном нивоу који се односе на етичко и безбедно одлагање овог отпада. Као резултат све већег лошег утицаја е-отпада на човека и читав екосистем, неке заједнице су почеле да примењују грађанске програме у којима становници таквих заједница одлажу нежељену електронику на одређене локације (то је потребно након идеје која се користи у колекцијама пластичних боца за сузбијање загађења узрокованог пластичним боцама). Увођење посебних контејнера за одлагање е-отпада и усмеравање грађана да одбачену електронику одлажу у њих показали су добре резултате у свету.

Рециклажом електронике, део одложеног е-отпада може се заиста поново искористити и на тај начин се може смањити загађење узроковано е-отпадом и омогућити приступ људима који иначе не би имали приступ тим уређајима.

Коришћењем сертификованог рециклера е-отпада, може се такође постићи позитиван ефекат и смањити ризик од неправилног одлагања е-отпада.

Уз све горе наведено, сви ми морамо бити одговорни грађани тако што ћемо водити рачуна о опасностима које е-отпад представља за животну средину и чинимо што је више могуће како бисмо заштитили нашу околину, јер на крају е-отпад не утиче само на животну околину, већ и на нас саме.

6.2. Проширена одговорност произвођача

Проширена одговорност произвођача (енг. *EPR - Extended Producer Responsibility*) је ефикасан процес за управљање ресурсима који произвођачи требају да користе при преузимању и испуњењу одговорности за управљање животним веком употребљених производа.

Тај процес може укључивати сакупљање, сортирање и третирање ових материјала при рециклирању или обраду за нову употребу.

Његова основна карактеристика је да чланови целог ланца креирања и употребе амбалаже (произвођачи, увозници и продавци) преузимају значајан степен одговорности за утицај ових производа на животну средину током њиховог пуног „животног циклуса“.

То укључује утицај производа на „узводне процесе“ (који су повезани са избором материјала, дизајна производа и производних процеса као таквих), као и „низводним процесима“ који се односе на употребу и одлагање производа.

При томе произвођачи, још приликом дизајнирања својих производа, узимају у обзир и оне особине производа који минимализују њихов негативан утицај на квалитет животне средине.

Тиме они прихватају пуну правну и економску одговорност за утицај својих производа на животну средину, почевши од фазе пројектовања.

Једна од EPR стратегија је у “проширењу одговорности произвођача на пост-потрошачку фазу животног циклуса производа”. Тиме, државе чланице укључују, поред одговорности јавних служби по овим питањима, и одговорност приватних компанија, које такође морају применити овај процес у свом раду.

Ова пословна политика се први пут појавила почетком деведесетих година у неколико европских држава чланица, посебно за амбалажни отпад. Касније се проширила широм ЕУ па и даље. Од тада, EPR је допринео значајном повећању

стопа рециклирања и уштеде јавне потрошње у управљању отпадом и помогао да се управљање отпадом одвоји од економског раста.

Међу најзначајније приоритете, односно циљеве који треба да буду постигнути EPR-ом су:

- Обезбедити подстицаје за еко-дизајн: Кроз EPR, произвођачи успостављају ефикасно управљање својим производима до краја њихове употребе. Ово их подстиче да дизајнирају производе који се лакше растављају, поново користе и рециклирају. Сходно томе, укупни негативни утицај производа на животну средину се смањује и обезбеђује смањење количине некорисног отпада.
- Створити одрживу политику производње и потрошње: EPR процедура постиче одвојање процеса сакупљања и рециклирања отпада. Овакав став у многоме помаже државама чланицама да остваре своје циљеве рециклирања. На тај начин, EPR промовише и обезбеђује сарадњу грађана, наводећи их на одвојено прикупљање и сортирање отпада како би се олакшао процес рециклирања. Рад на таквој промоцији се спроводи промотивним и образовним кампањама те подизањем еколошке свести потрошача. Циљ ових акција је подстицање одвојеног сакупљања и рециклирања отпада, уз обесхрабривање неконтролисаног бацања смећа.
- Смањити одлагање отпада и развити канале за рециклирање и поновну употребу: EPR се показао као ефикасан алат за управљање различитих врста отпада па чак и оним који се већ налази на депонијама. Осим тога, EPR повећава употребу опција за управљање и оним отпадом који није на званичним депонијама а може се активно користити у рециклирању (активно прикупљање отпада).

EPR је појединачна обавеза јер су компаније које пласирају производе на тржиште директно одговорне за правилно управљање да краја њихове употребе. У пракси, међутим, произвођачи често раде колективно како би извршили ову одговорност и то, успостављањем организација за одговорност произвођача (енг.

PRO -Producer Responsibility Organisations), које се такође називају EPR шеме усклађености.

PRO организације би требало да буду и EPR-офитни колективни ентитети, који су основани и потпуно у власништву индустрије која је међусобно везана законодавством. Стога, оне постају одговорне за испуњавање обавеза за опоравак и рециклирање у име дате индустрије.

Генерално гледано, PRO организације имају следеће функције:

- Организовање, често заједно са локалним властима, повраћаја производа који су пост-потрошачки;
- Обезбеђивање поштовања циљева за опоравак и рециклирање;
- Помоћ компанијама у превенцији стварања отпада, промоцији еко-дизајна и заједно са локалним властима, успостављање ефикасне комуникације са власницима отпада;
- Провера оперативних података и извештавање компанија чланица организације;
- Извештавање органа власти о статусу појединачних и укупних акција.

Законодавни оквир за развој EPR-а на нивоу Европске уније састоји се од општег законодавства о отпаду и посебних директива које одређују рециклирање и поновну употребу специфичних врста отпада.

Оквирна директива о отпаду (*Waste Framework Directive 2008/98 / ЕЦ*) представља општи оквир за управљање отпадом у ЕУ. Она омогућава државама чланицама да успоставе EPR шеме.

Додатно, ЕУ је издала и специфичне директиве о токовима отпада, између осталог за паковање, отпадну електричну и електронску опрему (ВЕЕЕ), возила (ЕЛВ), батерије и акумулатори (Б&А).

Док ВЕЕЕ, ЕЛВ и Б&А захтевају од држава чланица да успоставе EPR за производе које покривају, тренутно не постоји обавеза успостављања EPR шема за отпад од паковање производа. Међутим, барем за такав отпад из домаћинства, већина држава чланица (25 од 28) одлучило је и то укључити о овај процес.

Компаније које законодавство обавезује на поступање по EPR процедурама су у ситуацији да морају на одговарајући начин управљати својим производима и њиховом амбалажом до краја њиховог животног века и то појединачно или кроз колективне ентитете, углавном PRO организације.

Тиме су задужене да осигурају искориштење употребљених производа и то, обично, путем суфинансирања, посебном организацијом или координацијом прикупљања искоришћених производа, као и аспектима сортирања и рециклирања амбалажног отпада у случајевима када је то применљиво.

Појединачна PRO-организације, може имати мандат од стране гранске индустрије да преузме одговорност за прикупљање, враћање, сортирање или рециклирање, чиме се индивидуална одговорност пребацује на колективну. Додатно, овај мандат могу да издају и надлежни органи у облику акредитације или лиценце. Циљ оваквих налога је успостављање најодрживијих система, уз најниже трошкове за друштво и произвођаче.

Употребљени EPR процеси такође морају гарантовати да су интереси потрошача у потпуности заштићени, те да су укључени и одговарајући системи образовања и међусобне комуникације. Ово је посебно важно у случају кућне амбалаже.

На општинском нивоу, PRO-организације треба да успоставе и одржавају неопходну инфраструктуру за прикупљање, враћање и сортирање амбалажног отпада. Грађанима би требало да се омогуће једноставни начини одлагања отпада уз директно сортирање, како би се прикупљање отпада из домаћинства могло што ефикасније користити.

На индустријском и комерцијалном нивоу, амбалажни отпад се често директно сакупља од стране директних сакупљача отпада. У тим ситуацијама је потребно да PRO организације успоставе систем мониторинга за обе врсте отпадне амбалаже које се налазе на тржишту (сакупљене и рециклиране).

PRO организације би требало да гарантују да ће, након што се амбалажни отпад сакупи, исти третирати на одговарајући начин. Ово је посебно важно у случајевима када се за рециклирање амбалажног отпада мора платити рециклирање.

За такво деловање, PRO организације треба да имају солидну финансијску основу. Зарад тога, државни органи морају успоставити строги процес одобравања њиховог рада тако да само поуздане организације са сигурним финансијским стањем могу добити дозволу за обављање ове делатности.

Транспарентност је важна карактеристика PRO-организација. У настојању да се обезбеди транспарентност, EPR шеме функционисања предвиђају обавезност прилагања годишњих извештаја у којима је потребно објаснити да ли су и како испуњени циљеви које су пред ове организације поставили надлежни државни органи.

Ове извештаје треба да ревидира независна и компетентна трећа страна. Када услови нису испуњени, треба применити санкције у распону од новчаних казни до одузимања лиценце за рад.

Осим тога, овакве транспарентне процедуре треба да умање пословну дискриминацију између домаћих компанија и увозника, истовремено гарантујући да се велика, мала и средња предузећа сматрају једнако важним.

Утицај паковања на животну средину не зависи од његове величине или порекла произвођача.

У посебним случајевима када амбалажни отпад који настаје на општинском нивоу порасте до нивоа да PRO-организацији треба додатна помоћ, EPR шеме предвиђају прикупљање додатне финансијске подршке зарад подизања ефикасности у прикупљању, сортирању и поновној употреби амбалажног отпада. Ово финансирање треба да проистекне из директно обрачунатих трошкова при изради паковања за дати производ.

У складу са циљевима EPR-а, ова финансијска средства представљају посебне таксе које се морају узети у обзир као део трошкове зарад престанка употребе одређеног паковања. Ово је начин на који EPR доприноси пребацивању одговорности за коришћену амбалажу са пореских обвезника на произвођаче и потрошаче паковане робе.

Сваки актер може бити финансијски одговоран само за операције које су под њиховом надлежношћу и утицајем. У том смислу, гранска индустрија треба да обезбеди „разумно финансирање“, под условом да покрива повраћај, или одвојено

сакупљање и третман, сопствене амбалаже, у оквиру својих система за прикупљање отпада на општинском нивоу.

Амбалажни отпад који заврши на интерном комуналном отпаду не би требало да буде део финансијске одговорности произвођача.

6.2.1. Начин функционисања EPR-а

EPR се може имплементирати на много различитих начина. До сада, у Европи, око 30 земаља имплементирало је EPR у своје законодавство и индустрија је успоставила PROОрганизације.

У неким од ових земаља, програм је постигао велики успех, посебно због јасног законодавства у комбинацији са стварном сарадњом између свих актера укључених у ланац управљања отпадом. Актери укључују владе, локалне власти, произвођаче и организације за управљање отпадом.

EPR шеме се ослањају или на националне прописе или на специфично законодавство за токове отпада чији су део. На пример, EPR шеме за домаћинство и комунални отпад се генерално заснивају на финансијској одговорности произвођача, јер су углавном уведене када су програми већ успостављени и којима управљају локалне јавне власти. Насупрот томе, имплементација EPR-а за не-комунални отпад значајно варира и може се, на пример, заснивати на аранжманима између пословних субјеката.

Само у Белгији, гранска индустрија је успоставила посебну PRO-организацију за индустријски и комерцијални отпад, ВАЛИПАК (VALIPAC). Њена главна улога се састоји у праћењу сакупљања и рециклирања амбалаже у односу на количине које се уносе на тржиште, прикупљањем одговарајућих података и мотивацијом компанија да одвојено прикупљају амбалажни отпад.

Немају све PROОрганизације исте функције. Пошто се захтеви EPR-а разликују од земље до земље, такође се разликују и улоге ових организација. У Шведској, на пример, произвођачи морају финансијски да учествују само у третману отпадних возила, док имају пуну финансијску и организациону одговорност за графички папир.

Кључне карактеристике ове различитости су следеће:

- Врста одговорности, било финансијске или организационе
- Присуство конкуренције међу PRO организацијама и међу оператерима третмана отпада.
- Значај транспарентности и надзора као што су надзор над радом непријављених комуналних организација, активности управљања отпадом, рад кроз PRO организације и слично.

У наставну текста наведени су различити модели примене:

- **PRO у рукама гранских индустрија** (Белгија, Шпанија, Холандија, Норвешка, Чешка, Француска, Ирска, Португалија): Свака грана индустрија ствара један заједнички EPR-офитни ентитет који прикупља потребна финансијска средства, сарађује са локалним властима и осигурава рециклирање на економичан и еколошки начин.
- **Двојни модел** (Аустрија, Немачка, Шведска): Индустрија има пуну оперативну и финансијску одговорност за прикупљање, сортирање и рециклирање. Постоји систем одвојеног прикупљања отпада који уређују локалне власти али је њихов утицај минималан.
- **Sharedmodel (Модел дељења)** (Француска, Шпанија, Белгија, Холандија, Италија, Чешка, Словенија): Одговорност се дели између индустрије и локалних власти на основу заједничких споразума у вези са прикупљањем. Општине су одговорне за прикупљање, а често и за сортирање амбалажног отпада, које се јавља на општинском нивоу, док се финансијска одговорност индустрије разликује од земље до земље.
- **Модел трговинских кредита** (Велика Британија, делимично Пољска): Не постоји веза између индустрије и општина, нити разлика између комерцијалних и амбалажних производа на општинском нивоу.

- **Вертикални интегрисани системи** (Немачка, Пољска, Словенија, Румунија, Бугарска): Неколико, обично профитно оријентисаних организација, се такмичи да обавезе индустрија преузму на себе за одређену цену рада. У оваквим вертикалним интегрисаним системима, само управљање отпадом се разликује од земље до земље.
- **Дељење инфраструктуре за сакупљање** (Немачка): Становници имају приступ заједничком контејнеру и сакупљени амбалажни отпад је подељен између различитих PRO-организација пре него што се сортира. У овом случају, расподела трошкова је успостављена од стране клириншке куће.
- **Конкуренција на инфраструктури** (Естонија): Свака PRO-организација нуди свој контејнер за становнике.
- **PRO-организација је одговорна само за амбалажу која настаје на општинском нивоу** (Белгија, Немачка, Француска, Шпанија), за комерцијално паковање (Белгија), или за интегрисане токове амбалажног отпада (Холандија, Италија, Чешка).
- **Свака PRO-организација делује у посебном округу** (Пољска, Румунија, Бугарска, Словачка, Малта, Летонија, Литванија): Сваки PRO-организација потписује сарадњу са што више општина како би испунила циљеве у складу са тржишном поделом.

6.2.2. Студије случаја EXPRA чланова

EXPRA (енг. *Extended Producer Responsibility Alliance*) је основана 2013. године и представља проширени Савез одговорности произвођача тј. посебну организацију за паковање и рециклажу отпада који је у власништву гранских индустрија.

Ова организација ради на непрофитној или профитној основи. У својој суштини, EXPRA делује као ауторитативни глас и заједничка платформа политике која заступа интересе својих чланова, који су сви основани и вођени од стране или у име гранске индустрије.

Чланови EXPRA-е се фокусирају на одвојено сакупљање отпада у домаћинству као један од главних стубова корисне употребе амбалажног отпада. У 2013. години, EXPRA је објавила три студије случаја за Белгију, Чешку Републику и Шпанију.

У Белгији, EPR систем за кућну амбалажу је заснован на принципу заједничке одговорности. Отпад је регионална надлежност (Фландрија, Валонија, Брисел). Као такав, сваки регион развија своју властиту политику управљања отпадом. Међутим, када је у питању паковање, сва три региона имају заједнички споразум о EPR-у.

Општине су одговорне за сакупљање и третман отпада из домаћинства, али су своје надлежности пренеле на своје међу општинско предузеће које делује у њихово име. Фост Плус (Fost Plus) је EPR организација која се бави оперативним активностима прикупљања, сортирања и рециклирања у Белгији.

За промоцију и координацију рециклаже индустријског и комерцијалног паковања, постоји још један играч EPR-а, ВАЛИПАК³.

У Чешкој Републици, ЕКО-КОМ покрива прикупљање и рециклирање више од 80% амбалажног отпада на тржишту. То је могуће захваљујући успостављеном партнерству са 6.000 општина, у којима живи 99% становника Чешке.

Захваљујући транспарентном и ефикасном систему, земља се сврстава међу најбоље у ЕУ у смислу рециклирања амбалажног отпада и финансијских трошкова који се троше на сортирање и рециклажу по становнику на годишњем нивоу.

У Шпанији, на снази је шпански Закон о отпаду који одговорност за прикупљање отпада из домаћинства ставља на општине. Међутим, када је реч о посебним прописима о амбалажи, управљање отпадом је уређено Законом о амбалажи и амбалажном отпаду 11/1997.

На основу овог закона, као EPR шема за амбалажни отпад, организација Ecosembes финансира додатне трошкове за селективно сакупљање лаке амбалаже и

³ Valipac – једна од водећих светских компанија за рециклажу индустријског и комерцијалног паковања која има у свету више од 7.000 клијената.

амбалажног папира. Крајем 2012. године, Ecombes је имао 107 оперативних споразума са локалним и регионалним властима.

Блиско партнерство између локалних власти и индустријске EPR организације, засновано на узајамном поверењу, неопходан је услов за успех, као и економску и еколошку одрживост EPR шеме.

Ово се посебно односи на амбалажни отпад који настаје на општинском нивоу. Локалне власти и организације EPR се морају договорити о најприкладнијем систему прикупљања, узимајући у обзир локалне посебности и поштујући националне и европске захтеве.

Према ОЕЦД-у (OECD), нејасно дефинисане улоге и одговорности различитих актера, укључујући однос између јавних органа и јавних предузећа, представљају један од главних изазова управљања и администрације за системе EPR. Креатори политике имају кључну улогу у јасном дефинисању одговарајућих улога и одговорности општина, PRO-а, произвођача и потрошача, као и у осигурању њиховог ефикасног спровођење. Изазов за креаторе политике је, дакле, да свакој заинтересованој страни доделе одређене функције, а да се избегну сва могућа преклапања, празнине и сукоби интереса.

Компаније за управљање отпадом и рециклирање су оперативна срца сваког система управљања отпадом.

Оне покрећу рад и достављају коначне резултате. Њихова ефикасност и иновативност позитивно ће утицати на економски и еколошки учинак EPR система. Када се управља системом EPR у оквиру приступа отвореном тржишту, други актери, као што су оператори отпада и инвеститори, могу имати природну склоност да максимизирају профит и повећају свој удео на тржишту. Међутим, оператори отпада не би требало да се мешају у координацију EPR шеме или да делују као сакупљач, сортер или рециклер. Сваки актер у ланцу вредности има посебну улогу у складу са конкуренцијом и антитрустовским законима.

EXPRO верује да је, у циљу избегавања неконтролисаног деловања, потребно осигурати праведну расподелу улога и трошкова заинтересованих страна.

Један од услова за то је да законодавац уведе минималне захтеве у законодавство о отпаду. У ЕУ, ове одредбе потпадају под Директиву о амбалажи и амбалажном отпаду (Packaging and Packaging Waste Directive, PPWD).

Ови минимални захтеви би, поред тога, требало да буду праћени одлучном политиком спровођења, као и транспарентним системима надзора и извештавања.

6.3. Развој модела за одрживо управљање друштвом у циљу заштите животне средине

Савремено друштво је постигло велика техничка и технолошка достигнућа у протекла два века. Међутим, достигнућа су нас прстигла у многим очекивањима. Експеримент Биосфере 2 у САД-у показао је да, упркос трошењу стотина милиона долара, још увек не можемо да одржимо вештачки екосистем, укључујући и малу групу људи, која живи примењујући самоодржив начин живота испод непропусне куполе на површини земље.

Упркос трошењу милијарди долара и рубаља, још увек не можемо да успоставимо самоодржив начин једног астронаута који путем сателита кружи око Земље.

Упркос нашим небодерима, авионима, аутомобилима, агро-прехранбеној индустрији и рачунарима, људска заједница, односно њен опстанак, је још увек у потпуности зависан од функционисања природних система.

На жалост, многи од нас, посебно они који живе у градовима, у заблуди су да смо независни од природе.

Склони смо да заборавимо на бесплатне, али есенцијалне услуге које нам природа пружа. На пример, биљни живот обезбеђује кисеоник који удишемо и, директно и индиректно, храну коју једемо. (Чак и људи који једу месо зависе од животиња које једу биљке.) Природни, био-геохемијски циклуси обезбеђују да вода, угљеник, кисеоник и есенцијални елементи, замене вештачким, али уз огромне економске трошкове.

На пример, могли бисмо да наставимо да жртвујемо свој горњи слој земље и да у теорији узгајамо сву храну хидропоном. Међутим, у пракси би то било изузетно скупо - не можемо живети само од парадајза и салата.

Током протекле четири деценије, научници и многи истраживачи су написали много студија о штетним утицајима људи на њихове системе за одржавање живота.

У великој мери главни утицаји људи на животну средину су:

- промене, евентуално неповратне, на састав атмосфере и стога на климу на Земљи;
- уништавање стратосферског озона и тиме повећање оштећења живих организама од ултраљубичастог зрачења на сунцу;
- деградација површинског слоја тла и повећање дезертификације;
- губитак биолошке разноликости;
- оштећење циклуса фотосинтезе и хранљивих састојака;
- широко распрострањено загађење ваздуха, река и океана;
- исцрпљивање артешких складишта воде.

У друштвено-економским аспектима одрживости, постоји неколико главних подручја која изазивају забринутост, посебно када се узму у обзир међународни трендови у протеклих 20-25 година.

Велики број доказа иде у прилог тврдњама да се јаз између богатих и сиромашних повећава, како између земаља тако и унутар многих земаља. Овај јаз се чак повећао у земљама које су недавно сматране великим силама - као што су САД, Британија и бивши Совјетски Савез.

У многим земљама кршења људских права су још увек ендемична. Иако је у већини развијених земаља дошло до великог напретка у људским правима, у неким земљама још увек постоје озбиљни проблеми, као што су САД и Аустралија.

Разлози за забринутост су расни састав затворске популације, неодговорност агенција за унутрашњу безбедност, финансирање диктатура у земљама у развоју од стране владиних агенција у развијеним земљама и ускраћивање основних људских права избеглицама и илегалним мигрантима.

Дуг и економско ропство и даље превладавају у многим земљама света. Са смањењем минималних радних услова и плата у неколико развијених земаља, пораст броја радионица представља све већи проблем у САД и Аустралији. Велики део светске популације има неадекватну исхрану и приступ води за пиће.

Велики део деце у свету живи у сиромаштву. Етничке групе, аутохтони народи и друге мањине у номинално богатим земљама су угрожени. Превладавају болести које се могу спречити и лечити.

У сиромашним земљама заразне болести су и даље широко распрострањене, док у богатим земљама преовлађују болести цивилизације - болести кардиоваскуларног система, малигне болести и психички поремећаји.

Велики део светске популације је још увек неписмен. Још увек има много избеглица, односно присилне миграције становништва које су последица рата, политичког прогона, уништавања животне средине и економских тешкоћа.

Упркос значајном укупном напретку током 20. века, статус жена је и даље лош, посебно у земљама „трећег света“.

Јасно је да је одрживи развој, укључујући побољшање природног окружења и у социјалном и економском домену, потребан у „богатим“ земљама, као и у сиромашнима.

6.3.1. Концепти одрживости и одрживог развоја

Одрживост и одрживи развој су спорни концепти савременог друштва, као што су то и демократија, истина и правда. Они се не могу дефинисати на исти начин на који научници могу дефинисати стандардне „мерљиве“ појаве. Заиста, дискусија и дебата о концептима одрживости и одрживог развоја представљају фокус при судару конкурентских позиција које теже да заузму развијене државе света и тако одрживост и одрживи развој постају битни делови развоја друштва у целини.

Колико год се државе утркивале која ће направити бољи модел концепта одрживог развоја, неопходна је нека врста концепата којим би се успоставила широка примена, односно модел који је примењив у свим заједницама.

Одрживост и одржива будућност се овде третирају као циљеви или крајњи циљеви процеса названог „одрживи развој“. Одрживо друштво се сматра друштвом које је достигло одрживост кроз овај процес. Дакле, остаје да се дефинише „одрживи развој“.

Одрживи развој је развој који задовољава потребе садашњости без угрожавања способности будућих генерација да задовоље своје потребе. Ова дефиниција наглашава дугорочни аспект концепта одрживости и уводи етички принцип постизања праведности између садашњих и будућих генерација.

Контекст у који је дефиниција уграђена указује на то да „потребе“ укључују здраву средину, праведно друштво и здраву економију. Одрживи развој није намењен да подразумева одрживе праксе, индустрије и организације које су штетне за ова три захтева.

Иако пружа вредну перспективу одрживог развоја, као и све до сада постављене дефиниције и ова дефиниција је ограничена на неколико начина. Ова дефиниција изједначава „потребе“ са „жељама“ и претпоставља да је економски раст нужно део развоја.

Пошто не разграничава јасно различите типове економске структуре, чини се да подржава раст употребе материјала и енергије, облик економског раста који штети природном окружењу. Дефиниција не спомиње експлицитно природно окружење, фокусирајући се само на људске потребе или жеље. Међутим, човекове „потребе“ укључују очување природног окружења, односно очување животне средине чији је он део.

Дакле, одрживи развој обухвата типове економског и друштвеног развоја који штите и унапређују природну средину и друштвену једнакост.

Ова широка дефиниција експлицитно преноси да постоје три главна аспекта - еколошки, економски и социјални - и да су еколошки аспекти и друштвена једнакост примарни. Штавише, овакво дефинисање одрживог развоја избегава компромисе између животне средине, економије и друштва. То значи да је било који друштвени или економски развој одржив, под условом да штити и побољшава животну средину и друштвену једнакост.

„Развој“, како се овде користи, односно обухвата друштвено и економско побољшање у ширем смислу. Може или не мора укључивати економски раст. Нагласак није првенствено на економском расту, већ на „квалитативном побољшању људског благостања“ или „развијању људског потенцијала“, о чему је говорио еколошки економиста Херман Дали⁴.

Заштита природног окружења није намењена да значи „замрзавање“ екосистема у мери у којој се природни еволутивни и еколошки процеси не могу

⁴ Херман Едвард Дали (1938.) је амерички еколог и економиста. Творац је нове научне дисциплине – еколошке економије. Еколошка економија је и трансдисциплинарна и интердисциплинарна област академских истраживања која се бави међузависношћу и коеволуцијом људских економија и природних екосистема, како интертемпорално тако и просторно.

догодити, већ пре значи „задржавање промена у не-катастрофичним, пред-људским стопама“.

Значај еколошке одрживости произилази из чињенице да економија и друштво у крајњој линији зависе од интегритета биосфере и еколошких процеса који се у њему одвијају.

Као што је поменуто у претходном пасусу, природа обезбеђује људским друштвима и економијама комплексан систем подршке животу, који између осталог обухвата ваздух, воду, храну и погодну климу за наш опстанак, као и физичке ресурсе који су тренутно основа економије. Ми се мешамо у ове природне системе на сопствени ризик.

Из тог разлога, широка дефиниција одрживог развоја укључује и еколошки аспект уз разграничење типова економског и друштвеног развоја.

6.3.2. Улога корпорација у одрживом развоју друштва

У овом делу дат је преглед улоге корпорација у одрживом развоју. Корпорацијом се сматра “удружење појединаца, створених законом или подзаконом, који има континуирано постојање без обзира на његове чланове, и власти и обавезе које се разликују од оних његових чланова”.

Корпорација је само један елемент економије, а економија је један елемент друштва. Корпорације, дакле, доприносе одрживости или неодрживости друштва и планете као целине, али је не одређују у потпуности.

Корпорације утичу на природно окружење, радну снагу и друштво у целини, те тако утичу и на одрживост планете и друштва.

Ови утицаји остварују се кроз избор сировина и добављача, коришћење земљишта, географске локације, производне процесе, укључујући стварање отпада и загађења, организационе структуре, финансијске аранжмане, системе управљања, праксе запошљавања и рада, услуге корисницима, активности заједнице, употребу информације и лобирање.

Њихови социјални утицаји су и директни (нпр. они који следе локације њихових канцеларија и фабрика) и индиректни (нпр. стварањем модела потрошње који се копирају у заједници у целини).

Понекад се тврди да корпорације раде у име потрошача и да су сами потрошачи одговорни за утицаје, како добре тако и лоше. Овај поглед третира корпорације као пасивни инструмент потрошачке потражње.

У стварности, корпорације обликују потрошачку потражњу и тржиште на различите начине.

Један од начина јесте стварање потрошње путем оглашавања и маркетинга. Они стичу и чувају знање које није увек јавно доступно и онда га селективно издају. На тај начин они, такође, дефинишу „робу“ и „услуге“ и стварају нове производе. Ово може утицати на одрживост, на боље или на горе, што се може видети уколико разматрамо следеће питање:

Да ли нас комунална предузећа снабдевају енергијом или енергетским услугама?

Овај пример показује како дефинисање робе и услуга утиче на одрживост. До 1980-их, нагласак у енергетском сектору био је на снабдевању енергијом. То је био део старе парадигме да што више енергије користимо, то смо боље.

Комунална предузећа снабдевају енергијом, у облику електричне енергије или нафте или природног гаса. Потрошачи су учени да траже енергију са најнижом ценом у смислу цене киловат-сати електричне енергије, или мегацула природног гаса, или литра бензина. Међутим, недавно се појавио концепт „компаније за енергетске услуге“ (ЕСЦО).

ЕСЦО снабдевају енергетским услугама као што су топле куће зими, хладна храна и пиће, чиста одећа и топли тушеви. У приступу с најмањим трошковима, енергетска услуга се обично обезбеђује комбинацијом снабдевања енергијом и ефикасне употребе енергије.

На пример, најјефтинији топли дом може укључивати пасивни соларни дизајн, изолацију и искључење из нацрта, а најјефтинији топли туш обично укључује водоотпорни туш. У овом приступу није важан трошак по јединици енергије, већ укупан рачун за енергију.

Смањењем броја потрошених енергетских јединица потрошач често може платити више за јединицу енергије и још увек има нижи рачун за енергију. Променом концепта производа са „енергије“ на „енергетске услуге“, корпорације и

остатак друштва могу истовремено побољшати економску ефикасност и побољшати природну средину.

Корпорације такође лобирају владе да створе законе и друге услове који су повољни за њихово пословање и производе. На пример, они могу имати ограничену одговорност, пореске олакшице за инвестиције, инфраструктуру коју обезбеђује влада, субвенционисану енергију и заштиту патента.

Јасно је да су корпорације важни играчи на сцени одрживости. Стога, стварање одрживог друштва мора укључивати и промене у корпорацијама, као и другим друштвеним институцијама.

У контексту одрживог развоја, најважнији задатак корпорација је да побољшају квалитет и ефикасност сопствених интерних операција, без промене врсте.

На пример, произвођач аутомобила може да примени овај аспект одрживог развоја спровођењем следећих мера:

- спровођење процеса чистије производње, укључујући дизајн за демонтажу;
- замена производне линије „фордист“ са радним тимовима;
- енергетски ефикасне зграде;
- смањење буке и локалног загађења ваздуха у фабрици и ван њених граница;
- изградња нове фабрике у индустријском еколошком парку у близини железничке станице и пружање путних пропусница за јавни превоз као део пакета за запошљавање;
- постављање строгих захтева у погледу заштите животне средине и друштвене једнакости код добављача;
- консултовање са локалном заједницом о буци, загађењу, транспорту, паркирању, радном времену и обезбеђивању јавних објеката од стране корпорације.

Тежи аспект одрживог развоја је одлука корпорације да престане да производи одређене врсте производа и услуга.

Да ли се уопште треба уздржавати од производње аутомобила, чак и оних чишћих?

Ако се то догоди, да ли би друга корпорација попунила наводну квоту, или би се тржиште и структура националне економије мало променили, тако да би „оштрице“ постале мање популарне од „робе“?

Следећи пример представља корпорација која успешно интегрише одрживи развој у своју стратегију, како у погледу својих операција, тако и по врстама "робе" или "лоших" које продаје, овде се назива "корпорација која промовише одрживост".

Наравно, мора се узети у обзир степен до којег корпорација промовише одрживост.

Неке корпорације могу истовремено промовисати и штетити одрживости: нпр. нафтна компанија која је значајно инвестирала у обновљиву енергију или туристичка компанија која пружа и обичан туризам и прави екотуризам.

Термин „одржива корпорација“ овде се избегава, јер је његово најочигледније значење једноставно дуготрајна корпорација.

Дугорочне корпорације не производе нужно еколошки одрживу планету и друштвено правично друштво. Међутим, постоје неки докази да корпорације које изграђују добре и одговорне односе са свим својим заинтересованим странама - укључујући запослене, добављаче, купце, инвеститоре и локалну заједницу - имају тенденцију да буду дугорочније и успешније у дугорочном пословању од других корпорација.

Ово је један од неколико пословних разлога због којих корпорација може да изабере да промовише одрживост. Неке друге су:

- Смањење ризика од судских спорова и бојкота потрошача који произилазе из уочене лоше праксе. Примери су текући спорови које су искусиле дуванске корпорације; оштри бојкоти које је Схелл искусио у Европи као последицу његовог плана за одлагање нафтне платформе Брент Спар и њену уочену улогу у еколошкој и друштвеној штети у Нигерији; и текући бојкот који је искусио Нестле, за његову промоцију вештачке млечне формуле у мање развијеним земљама;

- У неким случајевима, смањење трошкова производње кроз ефикасније коришћење енергије и материјала и претварање отпада у ресурсе или производе који се могу продавати;
- Стицање тржишне предности и диференцијације производа за производе и услуге произведене на еколошки прихватљив и друштвено праведан начин;
- Повећање лојалности купаца кроз прилагођавање промјенама у очекивању заједнице за бољу праксу у погледу одрживости.

Пре разматрања неких од начина на које корпорације могу да промовишу одрживост, треба поставити општи оквир за разумевање одрживости и за спровођење одрживог развоја.

Оквир или модел има четири логичка нивоа:

- Ниво 0, који обухвата широке етичке принципе;
- Ниво 1, који обухвата широке циљеве који произилазе из ових принципа;
- Ниво 2, који садржи мерљиве циљеве или индикаторе;
- Ниво 3, који садржи акциони план за имплементацију ООР-а.

На нивоу 0 постоје три принципа:

- Поштовати природу;
- Поштовати људе;
- Будите великодушни у поштовању и љубазности.

Ови широки принципи су заправо етички захтеви. Под етиком се овде мисли на питања исправног или погрешног, или доброг или лошег. Разматрање вредности и етике не изгледа популарно у пословном свету. Изузетак је Светска пословна академија и њен часопис Перспективе о пословним и глобалним променама.

Они који су неспремни да почну са етичком позицијом могу сматрати да су горе наведени етички принципи од суштинског значаја за дугорочну одрживост економије и друштва. Према томе, они се могу сматрати просветљеним личним интересом појединаца и корпорација који планирају дугорочну будућност.

На нивоу 1, широки циљеви очувања или побољшања равноправности међу и генерацијама, људског благостања, биодиверзитета и еколошког интегритета су стандардни у литератури о одрживости. Овим циљевима очување културне разноликости је додато овде као социјални аналог конзервацији биодиверзитета. Она је имплицитна у неколико приступа одрживости и може се оправдати на сличан начин као и други.

Да би се пронашли путеви еколошке одрживости, доминантне културе касног 20. века могле би много научити од преиндустријских култура које брзо нестају. Ми не морамо да постанемо ловци-сакупљачи или пољопривредници да би разумели и, у неким случајевима, применили опште карактеристике одрживости тих друштава.

Циљ међугенерациске једнакости је основни циљ одрживог развоја. Ако га прихватимо, онда се може тврдити да морамо прихватити и потребу за интрагенерациском (тј. друштвеном) једнакошћу. Овде „једнакост“ не значи „једнакост“, већ „једнаке могућности“.

Очување природног капитала, који се широко користи у неким моделима одрживости, овде је замишљено очувањем критичног капитала, јер се оно прво снажно преклапа са очувањем биолошке разноликости и еколошког интегритета и, чак и тамо где то није случај, постоје огромне количине природног капитала (нпр. песак), који нису хитно потребни за очување.

„Критични“ капитал олакшава фокусирање на оне облике природног и људског капитала који су угрожени (нпр. фосфор).

Очување атмосфере и климе обично није укључено као циљ одрживости. Међутим, с обзиром на озбиљност садашње опасности и чињеницу да потенцијални утицаји климатских промена утичу на биодиверзитет, еколошки интегритет и људско здравље, очување атмосфере и климе све више улазе у фокус када говоримо о одрживим системима.

Када разматрамо Ниво 2 неки примери мерљивих циљева или индикатора одрживости за друштво су стварно категорије, а не сами показатељи. Потребно је даље усавршавање.

На пример у "брзини протока материјала" потребно је навести који материјали и које врсте токова тече. Стандардни критеријуми индикатора су да би требало да буду мерљиви, релевантни, једноставни за коришћење и разумљиви, поуздани, поновљиви и благовремени за доношење одлука. Неколико аутора сугерише да индикатори одрживости, поред тога, треба да одражавају нешто „фундаментално за свеопште, економско и социјално / културно здравље заједнице током генерација“

Категорије индикатора - "еколошки", "економски" и "социјални" - приказане су у упутствима која су већ позната прелазна категорија. На пример, процењена километража возила по становнику има еколошке импликације из емисије гаса са ефектом стаклене баште и локалног загађења ваздуха; економска импликација за град (висок ниво загађења сугерише урбано ширу, тј. свеобухватну анализу инфраструктурних трошкова).

Ово преклапање може бити корисно као критеријум за индикатор прекорачења, за разлику од обичног еколошког или социјалног или економског индикатора. При ослабљеном индикатору отпорности, потребно је да се утврди колико је износио у контексту приоритета.

Сагледавајући све ово, треба обухватити и цивилно друштво које је значајан чинилац у изградњи самоодрживог развоја. Неке од ових главних цивилних служби не могу се користити само за планирање циљева, док су други прикладни за уклањање настале штете, нпр.

У развијеним земљама или општинама цивилно друштво представља значајан фактор, односно има велику улогу.

Развој индикатора је још увек недовршен задатак. За унутрашње пословање корпорације, то је прилично специфична активност, посебно када су у питању показатељи који се односе на социјалне аспекте.

Ако узмемо аналогију одрживости као „развијно дрво“, главни кораци би се односили на широке етичке принципе (ниво 0) - главне гране су широки циљеви (ниво 1), а секундарне гране су мерљиви циљеви (ниво 2).

Модел ће се временом развијати, тако да не треба да нас узнемирава то што су неке велике гране и многе гране, гранчице и лишће само скициране у лаганим цртама или чак нису још видљиве.

Предстоји још много посла у самом процесу мапирања одрживог развоја.

6.3.3. Имплементација концепта одрживог развоја

У претходном делу је испитиван оквир за одговор на питање: Који је опсег одрживости и како га можемо представити на систематичан начин, разликујући етичке принципе, широке циљеве и циљеве који су делотворни и мерљиви? У овај оквир одрживости мора се додати систематски процес за његову имплементацију и за процену напретка ка њему (ниво 3).

Предложени приступ у овом поглављу је комбиновање најрелевантнијих и најадекватнијих елемената из Отавске повеље о промоцији здравља и скупа принципа деловања познатих као Белагио принцип (ИИСД, 1998).

Отавска повеља настала је на првој Међународној конференцији о унапређењу здравља, одржаној у Отави 1986. године (ВХО, 1997). Већи део повеље може се лако применити на здравље околине, као и на здравље људи.

Ослањајући се на Отавску повељу и Белагио принципа, предложени су следећи кораци ка имплементацији организације одрживог развоја (ООР).

Представљање водеће визије, циљева и сценарија је један од корака Белагио принципа. Без тога, други кораци се не могу предузети, барем не у правцу ООР-а.

У пракси овај корак укључује и истраживање и олакшавање партиципативних процеса. Оне се могу комбиновати у партиципативно акционо истраживање. О неким питањима већ постоје прилично јасне визије, циљеви и сценарији за приближавање одрживим системима: нпр. сценарији одрживе енергије засноване на ефикасном кориштењу обновљивих извора енергије.

За неке бизнисе, визија може бити једноставна, укључујући побољшање постојећих операција и производа: нпр. произвођач хладњака може развити фрижидер који је енергетски ефикасан, има делове који се могу поново користити и поуздан је. За друга предузећа, визија може укључивати промену производа, нпр. од изградње електрана на угаљ до ветроелектрана.

Развити политику одрживости у свим секторима, на свим нивоима, са свим врстама инструмената други је од корака Белагио принципа. Политика је средство за координацију колективних акција за промене. То чине владе, предузећа, синдикати, професионалне организације и организације у заједници.

Политика одрживости има неке посебне карактеристике, због свеprisутности неизвесности, неповратности, нелинеарности система и широке просторне и временске скале.

Политика одрживости мора да подстиче заштиту животне средине и друштвену једнакост. То значи да треба идентификовати препреке одрживости и начине њиховог превазилажења (а тиме и истраживачку компоненту). Такође, треба укључити и структуре моћи и целокупно друштво.

Инструменти за спровођење политике одрживости могу укључивати следеће инструменте:

- економске (нпр. порези, накнаде, премије, рабати и циљани расходи),
- регулаторне (закони, кодекси, сертификација производа и стандарди);
- образовне (средства комуникација, информисање и обука);
- институционалне промене (комбинација регулаторних и економских инструмената).

На пример, коришћењем таквих инструмената, корпорација би могла да спроведе политике заштите животне средине за очување енергије и воде, комуникацију путем е-поште и интерном поштом у коверте за вишекратну употребу, наручивање потрошног материјала, наручивање компоненти робе која ће се производити и минимизирање чврстог отпада на основу хијерархијских принципа.

Креирање окружења за подршку још један је од корака Белагио принципа. Таква окружења могу бити физичка, институционална или психолошка.

Она обухватају услове живота и рада, технологије и објекте, планове и програме и културну подршку (нпр. из филмова, позоришта и песама).

Примера ради корпорација би могла да смањи утицаје на животну средину и друштво моторних возила од стране својих запослених и клијената тако што ће

лоцирати своје канцеларије у чворишту јавног превоза, обезбеђујући безбедан паркинг за бицикле и тушеве, нудећи извршне пакете који укључују годишње карте за јавни превоз, и организовањем удруживања аутомобила. У циљу реализације овог корака потребни су циљеви и показатељи одрживости.

Они се најбоље развијају путем консултативног процеса који укључује широк спектар чланова заједнице и имплементирајуће организације.

Акција заједнице има важну улогу у процесима друштвених промена, јер може олакшати заобилажење препрека које су поставили интереси, оснажити већину учесника овог процеса, пружити искуство заједничког учења и поспешити акцију укључивањем свих заинтересованих страна, као и олакшати имплементацију одлука.

Акција заједнице може се појавити у широком спектру задатака: нпр. у одређивању приоритета, доношењу одлука, планирању стратегија и учешћу у имплементацији. Да би се то постигло, чланови заједнице захтевају приступ информацијама и финансирању (или, у оквиру посла, искључивање из ординарних, свакодневних послова).

У случају корпорације, „заједница“ се може састојати од свих запослених или чак свих заинтересованих страна. У оквиру корпорације потребно је развити личне и организационе способности чланова корпорације.

Ове вештине се развијају кроз комуникацију, образовање, информисање и обуку. Оне пружају и лично и колективно оснаживање за друштвене промене. Могу се стећи у школи, кући, на послу и у заједници. Њима могу помагати образовне институције, владе, послодавци и организације у заједници. На пример, предузећа могу да користе програме обуке које воде њихове јединице за људске ресурсе, са инпутима спољних консултаната. Такав развој вештина се генерално назива „изградња капацитета“.

Преусмеравање система у оквиру корпорације подразумева промену организационе структуре и операција, без обзира да ли је дотична организација бизнис, индустрија, влада или програм Уједињених нација.

Промене захтевају политике одрживости и све претходно наведене инструменте. Оне су институционализоване у нови систем, који представља подстицајније окружење за ООР. Примера ради једна оваква трансформација била

је трансформација неких комуналних предузећа за снабдевање енергијом у компаније за пружање енергетских услуга (ЕСЦО) у 1980-им и 90-им годинама, о којима је било речи, потребне политике, законска ограничења, „културне“ промене у организацијама, нови програми и пројекти, као и нови финансијски механизми.

У неким корпорацијама на путу ка промовисању одрживости, велике промене у структури и радним праксама могу бити одговарајуће, нпр. од производних линија заснованих на великим тимовима неквалификованих радника са једним задатком, до малих тимова радника са више задатака.

Горе наведени кораци доприносе акционом плану за имплементацију одрживог развоја.

Дискусија и дебата су важан аспект свих корака. Кораци не морају нужно укључивати линеарни систем, јер сваки корак може бити ревидиран у „циклусу учења“ у којем процес евалуације обезбеђује везу између сваког циклуса. Белагио принципи дају неке корисне смернице о томе како би се ови кораци требали имплементирати: наиме, са холистичким приступом са одговарајућим опсегом, практичним фокусом, широким учешћем, отвореношћу, сталном проценом и адекватном подршком.

Одрживост се овде третира као циљ или крајњи циљ процеса названог „одрживи развој“ или „еколошки одржив и социјално праведан развој“ (ЕСД). Одрживи развој укључује типове економског и друштвеног развоја који штите и побољшавају природну средину, друштвену једнакост и људску добробит.

Концепт одрживости може се лако применити на читав еко систем, са акцентом на човека. Међутим, у случају корпорација, више је смислено размотрити степен до којег они представљају промовисање одрживости или спречавање одрживости. Постоји неколико добрих пословних разлога зашто би корпорације требале да следе својеврстан ходограм који смо дали у овом поглављу.

Модел одрживости представљен у овом поглављу обједињује еколошке, друштвене и економске аспекте без потребе за компромисима. Она има четири логичка нивоа: етичке принципе, широке циљеве, мерљиве циљеве или показатеље и широку стратегију за имплементацију.

Она нуди и свеобухватни теоријски оквир и стратегију имплементације у шест корака, која укључује деловање владе на свим нивоима, пословне и друштвене организације.

У суштини ова стратегија укључује олакшавање учешћа и оснаживања заједнице како би се створила визија и сценарији, развила политика одрживости и имплементирала ООР променом читавог система.

6.4. Мере које је неопходно предузети у Републици Србији

Развој модела за ефикасно управљање е-отпадом у Републици Србији одразио би се квалитативно и квантитативно на економски и општи друштвени развој.

Како би се модел имплементирао на што квалитетнији и јединствен начин, потребно је израдити и модел упутства за пружање информација везаних за управљање Е-отпадом намењеног за:

- крајње кориснике електричних и електронских производа и
- сакупљаче, оператере и колективне оператере.

Међу веома популарне мере спада и промовисање јавних комуналних предузећа као кључних актера у процесу сакупљања отпада од електричне и електронске опреме.

Узимајући у обзир све проблеме у систему управљања е-отпадом (непрофитабилност процеса сакупљања, високи оперативни трошкови, невољност сакупљача и оператера/колективних оператера да раде са становништвом и сл.), решење које је једино дугорочно одрживо је да процес сакупљана е-отпада (нарочито од становништва) на себе преузму јавна комунална предузећа (ЈКП).

Оваква решења имају следеће предности:

- ЈКП имају могућност (располажу са одређеним људским/техничким/технолошким/финансијским капацитетима) за сакупљање Е-отпада. Ове капацитете треба унапредити и овај процес захтева време и одређена улагања и самим тим може наићи на отпор од стране локалних

самоуправа. Чињеница је, међутим, да без ЈКП као централног сакупљача е-отпада од становништва на локалу нема ни заокруженог, ефикасног система управљања отпадом од електричних и електронских производа;

- Сам процес сакупљања би требало да почива на моделу трајног објекта за прикупљање и привремено складиштење е-отпада. Овакав трајан објекат би требало да буде део јавног комуналног предузећа. Испуњавање законских услова за овај објекат није захтеван процес, тако да ЈКП може веома лако да, унутар простора јавног комуналног предузећа, определи парцелу и изгради/прилагоди објекат за преузимање и привремено складиштење е-отпада. Такав објекат већ има утврђену висину надокнаде и ангажовану радну снагу (ЈКП), те коришћење тих ресурса може бити решење за смањење трошкова. Наведени програм захтева већу инвестицију него нека ад хок решења за сакупљање Е-отпада, али има потенцијал смањења трошкова кроз коришћење ресурса локалне управе (конкретно ЈКП).

Е-отпад је гломазан, велике запремине, захтева велики простор за истовар, сортирање и складиштење, те је ово идеално решење.

Грађани и привредни субјекти би били у могућности да предају свој е-отпад унутар овог објекта. Додатани проблем у оваквом сценарију је схватање грађана да је обавеза сакупљача е-отпада (у овом случају ЈКП) да им за предати Е-отпад уплати одређену надокнаду.

Промена овог негативног тренда је једино могућа кроз активно и стално информисање и образовање грађана о начину и корацима у управљању е-отпадом, као и правима и обавезама свих актера у процесу.

Поред модела трајног објекта за прикупљање и привремено складиштење е-отпада, комплементарно би требало применити и моделе акција прикупљања е-отпада и програма сакупљања масовног отпада, али само као помоћне моделе.

Сакупљање отпада од електричних и електронских производа је процес за који се још увек сматра да не доноси финансијску добит као сакупљање других

врста отпада, те је неопходно укључити и друге актере, као што су предузећа, организације цивилног друштва и сакупљачи секундарних сировина.

Овде пре свега видимо велики простор за укључивање организација цивилног друштва, сакупљача секундарних сировина и формирање социјално одговорних, тј. социјалних предузећа која би у свом портфолију имале и сакупљање е-отпада. Ови актери би требало да поседују одговарајућу дозволу и требало би да испуњавају услове за сакупљање е-отпада, у складу са законом.

Социјална предузећа и сакупљачи секундарних сировина, након што прибаве одговарајуће дозволе, могли би да попуне празнине у систему сакупљања које настају између крајњег корисника и оператера.

Да би овај сегмент система био успешно успостављен неопходна су подстицајна средства из Фонда за заштиту животне средине. Узимајући у обзир и чињеницу да сакупљање отпада од електричних и електронских производа захтева претходна улагања, овде је улога актера попут организација цивилног друштва или индивидуалних, малих сакупљача лимитирана, али није занемарљива.

Организације цивилног друштва, такође, могу кроз сакупљање е-отпада, додатно да финансирају своје активности у области подизања свести становништва и на тај начин битно допринесу успостављању функционалног система управљања е-отпадом.

Поред свега наведеног, неопходно је укључивање дистрибутера електричних и електронских производа у процес сакупљања. Ту праксу је неопходно усталити, а за њу постоје и законске основе, односно да се преузимање отпада од електричних и електронских производа установи од стране дистрибутера.

Један од распрострањенијих модела, посебно када је реч о мобилним телефонима и рачунарима је и систем „старо за ново“, који се до сада показао као најефикаснији. Овакав систем је најпродуктивнији за прикупљање Е-отпада из домаћинства. Иако у Србији постоје позитивни примери, дистрибутери још увек не користе ову могућност. Повезивање овог процеса са другим концептима као што је друштвено одговорно пословање и активно информисање би створило претпоставке за коришћење система „старо за ново“ као правила, а не изузетка.

Једна од најважнијих мера у заштити животне средине представља едукација и информисање грађана. Кључну улогу у овом процесу играју произвођачи,

дистрибутери, трговци на мало електричним и електронским производима, јавна комунална предузећа, организације цивилног друштва, државна управа, локална самоуправа и медији.

Грађани Србије још увек нису довољно информисани и образовани о томе шта представља е-отпад, како се са њим поступа (смањење генерисања, поновна употреба, селектирање, сакупљање), као и о штетним последицама нагомилавања е-отпада. Ово је тренд који је неопходно променити, јер заштита животне средине у многоме зависи од грађана, те би едукација у значајној мери допринела подизању свести о штетности Е-отпада и правилним руковањем овом врстом отпада.

Још једну популарна мера у циљу заштите животне средине од генерисања Е-отпада представља додељивање подстицајних средстава сакупљачима.

Садашњи систем управљања е-отпадом у Републици Србији подразумева да Фонд за заштиту животне средине додељује подстицајна средства за поновну употребу, рециклажу и коришћење отпадних електричних и електронских производа као секундарне сировине искључиво оператерима/колективним оператерима. Оператери приликом преузимања е-отпада дају сакупљачима одређену накнаду за преузет отпад. Међутим, у овом тренутку успешан рад сакупљача Е-отпада прилично зависи од дискреционе воље оператера када је у питању преузимање Е-отпада и услови под којима ће се преузимање извршити.

Оваква лоша пракса води ка чињеници да је неопходно додатно стимулисати сакупљаче да обављају своју делатност. Било би добро да крајњи корисници подстицајних средстава Фонда за заштиту животне средине, поред оператера или колективних оператера, буду и сакупљачи отпада од електричних и електронских производа. Подстицајна средства додељивана сакупљачима би требало да буду намењена искључиво за покривање трошкова насталих у процесу сакупљања е-отпада. На овај начин би се оснажила сакупљачка мрежа и самим тим драстично смањио проценат неправилно одложеног и третираног Е-отпада.

7. ЗАКЉУЧАК

Промена начина опхођења и управљања према електронским отпадом је од посебног значаја за превентивну заштиту животне средине. Количине генерисаног електричног отпада, уз тенденцију раста представља један од кључних фактора који доприносе убрзаној деградацији животне средине.

Постојеће оптерећење животне средине се може умањити имплементацијим адекватних решења. Односно успостављањем одговарајућих законских регулатива, који би обухватили произвођаче, сервисере, дистрибутере и самих потрошача. Анализирањем актуелног стања у управљању електронским отпадом у Европској унији, дошло се до закључка да је у Европској унији најмање прихватљивља опција управљања електронским отпадом, одлагањем на депоније. Највећа предност је дата превенцији отпада, поновној употреби и рециклажи. Упркос стратешком приступу Републике Србије који се огледа у имплементацији савремених европских стандарда за управљање отпадом, мала количина генерисаног електронског отпада је подвгнута било каквом третману, а најзаступљенија опција је депоновање, као једини економски исплатљив наћин збрињавање отпада. Примера ради у Србији не постоји рециклажни центар за батерије. А познато је да се и до 99% материјала може рециклирати.

Управо је рециклажа приоритет у хијерархији управљања отпадом. То је еколошки и економски ефикасна мера која има позитиван ефекат не само на животну средину већ и на друштво у целини.

Овај рад се управо бавио рециклажом, као једном од опција смањивања отпада. Ако се отпад третира само као такав, он представља само трошак, а рециклажа отпада може донети значајну добит.

Предложене су нове методе рециклаже, код којих се остварује већи степен искоришћења материјала. Самим тим се повечава добит и интересовање за нове рециклажне центре.

Циљ овог рада био је да се укаже на проблем е-отпада, како у свету, тако и у Србији, јер је то еколошки опасан отпад коме се мора од момента прикупљања до коначног збрињавања приступити на веома озбиљан начин, са циљем што правилнијег коришћења секундарних сировина, како би се штетан утицај на

околину свео на минимум.

Е-отпад због саставних елемената представља опасност по животну средину, те се као такав мора третирати као опасан отпад. Број материјала који су се користили кроз историју се из године у годину повећавао.

Масовна употреба различитих материјала од којих су више од половине штетни, десила се са појавом дигиталних технологија.

Тако на пример рачунар са свим опасним супстанцама које се налазе у њему представља, у ствари, хемијску бомбу. Опасни учинци олова и живе на здравље су већ добро познати. Наиме, само мала кашичице живе може загадити језеро површне неколико хектара у толикој мери да рибе у њему постану нејестиве.

И поред ових сазнања, неке развијене земље, које су уједно и највећи произвођачи електронског отпада, не поштују Базелску конвенцију, којом се ограничава слободна трговина овом врстом отпада, већ га извозе у земље попут Кине, Индије и Пакистана. У наведеним државама према сазнањима из литературе, не спроводи се правилан третман рециклаже. Обично се одвајају на не адекватан начин само материјали који имају већу тржишну вредност, а остатак поново завршава као отпад.

Ипак, супротно њима, постоје произвођачи електронске опреме који поштују директиве Европске уније, RoHS и WEEE, којима се ограничава употреба одређених опасних супстанци у електричним и електронским производима и регулише прикупљање и рециклажа електронског отпада. Свесни произвођачи, компензовањем опасних материја неким другим материјалима и рециклирањем својих производа на крају њиховог радног века, стављају своје производе на листу зелених и пожељних за куповину.

Управо је рециклажа посао у коме свако добија: произвођачи штеде на сировинама, потрошачи добијају јефтинију електронику, а и одбачени компјутери више не би завршавали на депонијама загађујући околину. Примера ради, Јапан рециклира 86% отпада, земље Европске уније 60%, а Србија рециклира тек неких 10% отпада који гемерише.

Због свега тога, потребан је системски приступ третману е-отпада у Србији. Једно од првих питања у оваквом приступу је: Колико у Србији има е-отпада? ...Зато је овим радом покушано да се кроз различите математичке моделе дође до

количине е-отпада у Србији и да се укаже на то да је из године у годину количина овог отпада у Србији све већа, као и да, уколико се такав тренд настави, капацитети фабрике за рециклажу е-отпада ускоро неће моћи да апсорбују новонастале количине.

Оно што је Србији такође потребно у овом контексту, јесте боља информисаност становништва о томе како и зашто раздвајати одпад, и развити свест код грађана о значају рециклаже. Потребно је кроз различите кампање пробуди свест грађана. Ипак, не би све требало препустити свести грађана, већ су потребни и закони. Оно што је урађено од стране државе је доношење Националне стратегије управљања отпадом 2003. године, међутим, још увек се чекају закони који ће регулисати управљање појединачним врстама отпада. Законска регулатива је неопходна за даља системска решења, укључујући и подизање рециклажних центара, чија су изградња и управљање у свету првенствено базирани на приватној иницијативи. Зато нико неће инвестирати у таква постројења, нити ће она бити профитабилна, уколико адекватни закони код којих је главна филозофија „загађивач плаћа“ не буду натерали генераторе отпада да са њим поступају на прописан начин. Према тренутним економским показатељима без субвенција државе није могуће рециклажне центре одржати рентабилним. Нешто се ипак ради на овом плану. Држава је прописала закон којим је забрањен увоз половне техничке робе у коју се, наравно, убраја и електронска опрема. Циљ ове забране није само заштита домаће привреде, већ и заштита здравља садашњих и будућих генерација. Остаје нада да Србија неће једног дана постати складиште половне електронске опреме. Примена предложеног модела у раду би у многоме допринела смањењу негативних последица по животној средини. У моделу се предлаже следеће: у колико је могуће продужити радни век уређаја. У колико није, приступити процесу рециклаже који је еколошки и економско исплатљив. Са нагласком на ручном растављању уређаја пре рециклаже, а не на мељању и дробљењу у целости, што је примењују већине рециклажних центара. Законским регулативама обавезати произвођаче, дистрибутере, сервисере и саме потрошаче на одговорност према својим уређајима. Коначно, прво наћи адекватно еколошко решење за стари уређај, па након тога у потрагу на новим идејама за производњу или куповину новог уређаја.

8. ЛІТЕРАТУРА

1. S.M. Abdelbasir, S.S.M. Hassan, A.H. Kamel, R.S. El-Nasr (2018) Status of electronic waste recycling techniques: A review. *Environmental Science and Pollution Research (International)* 25(17): 16533-16547.
2. M. Ackah (2017) Informal e-waste recycling in developing countries: review of metal(loid)s pollution, environmental impacts and transport pathways. *Environmental Science and Pollution Research (International)* 24(31): 24092-24101.
3. R. Afroz, M.M. Masud, R. Akhtar, J. Duasa (2013) Survey and analysis of public knowledge, awareness and willingness to pay in Kuala Lumpur: Malaysia a case study on household WEEE management. *Journal of Cleaner Production* 52: 185-193.
4. P. Agamuthu, P. Kasapo, N.M. Nordin (2015) E-waste flow among selected institutions of higher learning using material flow analysis model. *Resources, Conservation and Recycling* 105: 177-185.
5. N. Alavi, M. Shirmardi, A. Babaei, A. Takdastan, N. Bagheri (2015) Waste electrical and electronic equipment (WEEE) estimation: A case study of Ahvaz City, Iran. *Journal of the Air and Waste Management Association* 65(3): 298-305.
6. A.M Amer (2002) Processing of copper anode slime for extraction of metal values. *Physicochemical Problems of Mineral Processing* 36: 123-134.
7. C.W. Ammen (1984) Recovery and refining of precious metals. Van Nostrand Reinhold Company: New York, NY, USA.

8. A. Anindya, D.R. Swinbourne, M.A. Reuter, R.W. Matuszewicz (2013) Distribution of elements between copper and FeOx-CaO-SiO₂ slags during pyrometallurgical processing of WEEE. *Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review* 122: 165-173.
9. M.G. Araújo, A. Magrini, C.F. Mahler, B. Bilitewski (2012) A model for estimation of potential generation of waste electrical and electronic equipment in Brazil. *Waste Management* 32(2): 335-342.
10. AK Awasthi, J. Li (2018) Assessing resident awareness on e-waste management in Bangalore, India: A preliminary case study. *Environmental Science and Pollution Research (International)* 25(11): 11163-11172.
11. AK Awasthi, M. Wang, Z. Wang, M.K. Awasthi, J. Li (2018) E-waste management in India: A mini-review. *Waste Management and Research* 36(5): 408-414.
12. B. Bakhiyi, S. Gravel, D. Ceballos, M.A. Flynn, J. Zayed (2018) Has the question of e-waste opened a Pandora's box? An overview of unpredictable issues and challenges. *Environment International* 110: 173-192.
13. C.P. Baldé, F. Wang, R. Kuehr, J. Huisman (2015) The global e-waste monitor – 2014. Quantities, flows and resources. United Nations University (UNU-IAS), IAS – SCYCLE: Bonn.
14. A. Ballantyne, G. Forrest, R. Kellner, K. Ryder, A. Selskis, R. Tarozaitė, E. Veninga (2012) Advanced surface protection for improved reliability PCB systems. *Circuit World* 38(1): 21-29.
15. A. Bernardes, I. Bohlinger, D. Rodriguez, H. Milbrandt, W. Wuth (1997) Recycling of printed circuit boards by melting with oxidising/reducing top blowing process. TMS Annual Meeting. Orlando, FL, USA. February 9-13, 1997. pp. 363-375.

16. K. Betts (2008) Reducing the global impact of e-waste. *Environmental Science and Technology* 42(5): 1393.
17. I. Birloaga, I. De Michelis, F. Ferella, M. Buzatu, F. Vegliò (2013) Study on the influence of various factors in the hydrometallurgical processing of waste printed circuit boards for copper and gold recovery. *Waste Management* 33: 935-941.
18. G. Brundtland (1987) Report of the world commission on environment and development: Our common future. Oxford University Press: Oxford, UK.
19. P.H. Brunner (2011) Urban mining a contribution to reindustrializing the city. *Journal of Industrial Ecology* 15(3): 339-341.
20. S.D. Burden, L.J. Sims (1999) EPA ground water issue: Fundamentals of soil science as applicable to management of hazardous wastes. EPA Office of Solid Waste and Emergency Responses: Washington, D.C., USA.
21. K.N. Burns, S.K. Saylor, R.L. Neitzel (2019) Stress, health, noise exposures, and injuries among electronic waste recycling workers in Ghana. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology* 14: 1. doi: 10.1186/s12995-018-0222-9.
22. K.N. Burns, K. Sun, J.N. Fobil, R.L. Neitzel (2016) Heart rate, stress, and occupational noise exposure among electronic waste recycling workers. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 13(1): 140. doi: 10.3390/ijerph13010140.
23. L.A. Castro, A.H. Martins (2009) Recovery of tin and copper by recycling of printed circuit boards from obsolete computers. *Brazilian Journal of Chemical Engineering* 26(4): 649- 657.

24. A. Cesaro, V. Belgiorno, G. Gorrasi, G. Viscusi, M. Vaccari, G. Vinti, A. Jandric, M.I. Dias, A. Hursthouse, S. Salhofer (2019) A relative risk assessment of the open burning of WEEE. *Environmental Science and Pollution Research (International)* 26(11): 11042-11052.
25. P. Chancerel, T. Bolland, V.S. Rotter (2010) Status of pre-processing of waste electrical and electronic equipment in Germany and its influence on the recovery of gold. *Waste Management and Research* 29: 309-317.
26. M. Cobbing (2008) *Toxic tech: Not in Our Backyard. Uncovering the hidden flows of e-waste.* Greenpeace International: Amsterdam.
27. Commission Directive 2013/2/EU - Commission Directive 2013/2/EU of 7 February 2013 amending Annex I to Directive 94/62/EC of the European Parliament and of the Council on packaging and packaging waste. *Official Journal of the European Union / EUR-Lex / L 37; 8 February 2013 / pp. 10-12.*
28. *Critical raw materials for the EU (2010) Report of the Ad-hoc Working Group on defining critical raw materials.* EU Commission, DG Enterprise and Industry: Brussels.
29. H. Cui, C. Anderson (2016) Literature review of the hydrometallurgical recycling of printed circuit boards (PCBs). *Journal of Advanced Chemical Engineering* 6(1): 142-153.
30. J. Cui, E. Forssberg (2003) Mechanical recycling of waste electric and electronic equipment: A review. *Journal of Hazardous Materials* 99(3): 243-263.
31. J. Cui, L. Zhang (2008) Metallurgical recovery of metals from electronic waste: A review. *Journal of Hazardous Materials* 158: 228-256.

32. A. Das, A. Vidyadhar, S.P. Mehrotra (2009) A novel flow sheet for the recovery of metal values from waste printed circuit boards. *Resources, Conservation and Recycling* 53: 464-469.
33. K. Daum, J. Stoler, R.J. Grant (2017) Toward a more sustainable trajectory for e-waste policy: A review of a decade of e-waste research in Accra, Ghana. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 14(2): 135. doi: 10.3390/ijerph14020135.
34. Decision No. 1386/2013/EU - Decision No. 1386/2013/EU of the European Parliament and of the Council of 20 November 2013 on a General Union Environment Action Programme to 2020 'Living well, within the limits of our planet'. *Official Journal of the European Union / EUR-Lex / L 354*; 28 December 2013 / pp. 171-200.
35. H. Deveci, E.Y. Yazıcı, U. Aydın, A.U. Akçil (2010) Extraction of copper from scrap TV boards by sulphuric acid leaching under oxidising conditions. *Proceedings of the Care Innovation Conference / Going Green 2010: From legal compliance to energy-efficient products and services*. Vienna, Austria. November 8-11, 2010. pp. 22-29.
36. Directive 2002/96/EC - Directive 2002/96/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on waste electrical and electronic equipment (WEEE) - Joint declaration of the European Parliament, the Council and the Commission relating to Article 9. *Official Journal of the EU / EUR-Lex / L37*; 13 February 2003 / pp. 24-39.
37. Directive 2011/65/EU - Directive 2011/65/EU of the European Parliament and of the Council of 8 June 2011 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment (RoHS). *Official Journal of the EU / EUR-Lex / L174*; 1 July 2011 / pp. 88-110.

38. Directive 2012/19/EU - Directive 2012/19/EU of the European Parliament and of the Council of 4 July 2012 on waste electrical and electronic equipment (WEEE). Official Journal of the EU / EUR-Lex / L197; 24 July 2012 / pp. 38-71.
39. C. Duan, X. Wen, C. Shi, Y. Zhao, B. Wen, Y. He (2009) Recovery of metals from waste printed circuit boards by a mechanical method using a water medium. *Journal of Hazardous Materials* 166: 478-482.
40. V. Elia, M.G. Gnoni, F. Tornese (2019) Designing a sustainable dynamic collection service for WEEE: An economic and environmental analysis through simulation. *Waste Management and Research* 37(4): 402-411.
41. W. Fang, Y. Yang, Z. Xu (2013) PM10 and PM2.5 and health risk assessment for heavy metals in a typical factory for cathode ray tube television recycling. *Environmental Science and Technology* 47(21): 12469-12476.
42. M. Fleischmannl (2001) *Quantitative models for reverse logistics*. Springer: Berlin.
43. H. Friege (2012) Review of material recovery from used electric and electronic equipment: Alternative options for resource conservation. *Waste Management and Research* 30(9): 3-16.
44. V.K. Garlapat (2016) E-waste in India and developed countries: Management, recycling, business and biotechnological initiatives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 54: 874-881.
45. C.C. Gaylarde, H.A. Videla (Eds.) (1995) *Bioextraction and biodeterioration of metals*. Cambridge University Press: Cambridge, UK.
46. C.B. Gill (1980) *Non-ferrous extractive metallurgy*. John Wiley and Sons: New York, NY, USA.

47. A. Golev, D.R. Schmeda-Lopez, S.K. Smart, G.D. Corder, E.W. McFarland (2016) Where next on e-waste in Australia? *Waste Management* 58: 348-358.
48. V. Goodship, A. Stevels (Eds.) (2012) *Waste electrical and electronic equipment (WEEE) handbook*. Woodhead publishing series in electronic and optical materials: Number 30. Woodhead Publishing Limited: Cambridge, UK.
49. C. Gossart (2011) *StEP Green paper on e-waste indicators*. StEP Initiative / United Nations University Institute for Sustainability and Peace (UNU-ISP) / Operating Unit SCYCLE: Bonn.
50. S.J. Grossman, O.D. Hart (1998) The costs and benefits of ownership: A theory of vertical and lateral integration. *Journal of Political Economy* 94(4): 691-719.
51. J. Guo, J. Guo, Z. Xu (2009) Recycling of non-metallic fractions from waste printed circuit boards: a review. *Journal of Hazardous Material* 168(2-3): 567-590.
52. C. Guo, H. Wang, W. Liang, J. Fu, X. Yi (2011) Liberation characteristic and physical separation of printed circuit board (PCB). *Waste Management* 31(9-10): 2161-2166.
53. C. Hagelüken (2006) Improving metal returns and eco-efficiency in electronics recycling – A holistic approach for interface optimization between pre-processing and integrated metals smelting and refining. *Proceedings of the 2006 IEEE International symposium on electronics and the environment*. Scottsdale, AZ, USA. May 8-11, 2006. pp. 134-141.
54. C. Hagelüken (2008) Opportunities and challenges to recover scarce and valuable metals from electronic waste. *OECD-UNEP Conference on resource efficiency*. Paris, France. April 24, 2008.

55. C. Hagelüken, C. Corti (2010) Recycling of gold from electronics: Cost-effective use through 'Design for Recycling'. *Gold Bulletin* 43(3): 209-220.
56. C. Hagelüken, C.E.M. Meskers (2010) Complex life cycles of precious and special metals. In: T.E. Graedel, E. van der Voet (Eds.) *Linkages of sustainability*. MIT Press: Cambridge, MA, USA. pp. 163-197.
57. J. Hait, R.K. Jana, S.K. Sanyal (2004) Mineralogical characteristics of copper electro refining anode slime and its leached residues. *Industrial and Engineering Chemistry Research* 43: 2079-2087.
58. W. Hall, P. Williams (2007) Separation and recovery of materials from scrap printed circuit boards. *Resources, Conservation and Recycling* 51(3): 691-709.
59. P. Hardi, T.J. Zdan (Eds.) (1997) *Assessing sustainable development: Principles in Practice*. International Institute for Sustainable Development: Winnipeg, MB, Canada.
60. M. Heacock, C.B. Kelly, K.A. Asante, L.S. Birnbaum, Å.L. Bergman, M.N. Bruné, I. Buka, D.O. Carpenter, A. Chen, X. Huo, M. Kamel, P.J. Landrigan, F. Magalini, F. Diaz-Barriga, M. Neira, M. Omar, A. Pascale, M. Ruchirawat, L. Sly, P.D. Sly, M. Van den Berg, W.A. Suk (2016) E-waste and harm to vulnerable populations: A growing global problem. *Environmental Health Perspectives* 124(5): 550-555.
61. M. Heacock, C.B. Kelly, W.A. Suk (2016) E-waste: The growing global problem and next steps. *Reviews on Environmental Health* 31(1): 131-135.
62. S. Herat, P. Agamuthu (2012) E-waste: a problem or an opportunity? Review of issues, challenges and solutions in Asian countries. *Waste Management and Reserch* 30(11): 1113-1129.

63. L.M. Hilty (2005) Electronic waste – An emerging risk? *Environmental Impact Assessment Review* 25: 431-435.
64. J. Hoffmann (1991) Advances in the extractive metallurgy of selected rare and precious metals. *The Journal of the Minerals, Metals and Materials Society* 43(4): 18-23.
65. K. Huang, J. Guo, Z. Xu (2009) Recycling of waste printed circuit boards: a review of current technologies and treatment status in China. *Journal of Hazardous Material* 164(2-3): 399-408.
66. S. Hughes (2000) Applying ausmelt technology to recover Cu, Ni and Co from slags (overview). *The Journal of the Minerals, Metals and Materials Society* 52(8): 30-33.
67. M. Iji, S. Yokoyama (1997) Recycling of printed wiring boards with mounted electronic components. *Circuit World* 23: 10-15.
68. Institute of Scrap Recycling Industries (ISRI) (2003) *Scrap recycling: Where tomorrow begins*. ISRI: Washington, D.C., USA.
69. ITU-GeSI Report on using ICTs to tackle a climate change (2011) International Telecommunication Union (ITU): Geneva / Global e-Sustainability Initiative (GeSI) Secretariat: Brussels.
70. M.W. Jawitz (1997) *Printed circuit board materials handbook*. McGraw-Hill: New York, NY, USA.
71. Ž. Kamberović, M. Korać, D. Ivšić, V. Nikolić, M. Ranitović (2009) Hydrometallurgical process for extraction of metals from electronic waste – Part I: Material characterization and process selection. *Journal of Metallurgy* 15(4): 231-243.

72. Ž. Kamberović, M. Korać, D. Ivšić, V. Nikolić, M. Ranitović (2010) Process selection for hydrometallurgical WPCBs recycling. Proceedings of the 4th international conference: *Processing and Structure of Materials*. Palić, Serbia. 2010. May 27-29, 2010. pp. 67-72.
73. Ž. Kamberović, M. Korać, M. Ranitović, M. Gavrilovski, N. Vraneš (2011) An integrated approach on a WEEE recycling: Special reference to the printed circuit boards and CRT monitors. Proceedings of the First International Conference *Ecology of urban areas*. Zrenjanin, Serbia. September 30, 2011. pp. 98-104.
74. M. Kaya (2016) Recovery of metals and nonmetals from electronic waste by physical and chemical recycling processes. *Waste Management* 57: 64-90.
75. A. Khaliq, M.A. Rhamdhani, G. Brooks, S. Masood (2014) Metal extraction processes for electronic waste and existing industrial routes: A review and Australian perspective. *Resources* 3(1): 152-179.
76. D.S. Khetriwal, R. Widmer, R. Kuehr, J. Huisman (2011) One WEEE, many species: lessons from the European experience. *Waste Management and Research* 29(9): 954-962.
77. E. Kim, M. Kim, J. Lee, J. Jeong, B.D. Pandey (2011) Leaching kinetics of copper from waste printed circuit boards by electro-generated chlorine in HCl solution. *Hydrometallurgy* 107(3-4): 124-132.
78. B.S. Kim, J.C. Lee, S.P. Seo, Y.K. Park, H.Y. Sohn (2004) A process for extracting precious metals from spent printed circuit boards and automobile catalysts. *The Journal of the Minerals, Metals and Materials Society* 56: 55-58.
79. A. Köhler, L. Erdmann (2004) Expected environmental impacts of pervasive computing. *Human and Ecological Risk Assessment* 10(5): 831-852.

80. H. Kucha, K. Cichowska (2001) Precious metals in copper smelting products. *Physicochemical Problems of Mineral Processing Journal* 35: 91-101.
81. R. Kühr (Ed.) (2014) Solving the e-waste problem. StEP White paper. One global definition of e-waste. StEP Initiative / United Nations University Institute for Sustainability and Peace (UNU-ISP) / Operating Unit SCYCLE: Bonn.
82. M. Kumar, J. Lee, M. Kim, J. Jeong, K. Yoo (2014) Leaching of metals from waste printed circuit boards (WPCBs) using sulfuric and nitric acids. *Environmental Engineering and Management Journal* 13(11): 2601-2607.
83. M. Kusnierov, V. Sepelk, J. Braincen (1993) Effects of biodegradation and mechanical activation on gold recovery by thiourea leaching. *The Journal of the Minerals, Metals and Materials Society* 45(12): 54-56.
84. C. Lassen, S. Lokke (1999) Brominated flame retardants substance flow analysis and assessment of alternatives. Danish Environmental Protection Agency: Copenhagen.
85. W.K. Lau, S.S. Chung, C. Zhang (2013) A material flow analysis on current electrical and electronic waste disposal from Hong Kong households. *Waste Management* 33(3): 714-721.
86. W.K. Lau, P. Liang, Y.B. Man, S.S. Chung, M.H. Wong (2014) Human health risk assessment based on trace metals in suspended air particulates, surface dust, and floor dust from e-waste recycling workshops in Hong Kong, China. *Environmental Science and Pollution Research (International)* 21(5): 3813-3825.
87. T. Laurila, V. Vuorinen, J.K. Kivilahti (2005) Interfacial reactions between lead-free solders and common base materials. *Materials Science and Engineering / Reports* 49: 1-60.

88. H.L. Le, J. Jeong, J. Lee, B.D. Pandeyb, J. Yoo, T.H. Huyunha (2011) Hydrometallurgical process for copper recovery from waste printed circuit boards (PCBs). *Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review* 32(2): 90-104.
89. J. Li, S. Gao, H. Duan, L. Liu (2009) Recovery of valuable materials from waste liquid crystal display panel. *Waste Management* 29(7): 2033-2039.
90. J. Li, L. Liu, J. Ren, H. Duan, L. Zheng (2012) Behavior of urban residents toward the discarding of waste electrical and electronic equipment: A case study in Baoding, China. *Waste Management and Research* 30(11): 1187-1197.
91. J. Li, H Lu, J. Guo, Z. Xu, Y. Zhou (2007) Recycle technology for recovering resources and products from waste printed circuit boards. *Environmental Science and Technology* 41: 1995-2000.
92. J. Li, P. Shrivastava, Z. Gao, H.-C. Zhang (2004) Printed circuit board recycling: A state of the art survey. *IEEE Transactions on Electronics Packaging Manufacturing* 27(1): 33-42.
93. J. Li, Z. Xu (2010) Environmental friendly automatic line for recovering metal from waste printed circuit boards. *Environmental Science and Technology* 44: 1418-1423.
94. F. Magalini (2016) Global challenges for e-waste management: The societal implications. *Reviews on Environmental Health* 31(1): 137-140.
95. A. Makri, J.N. Hahladakis, E. Gidakos (2019) Use and assessment of “e-plastics” as recycled aggregates in cement mortar. *Journal of Hazardous Materials* 379: 120776. doi: 10.1016/j.jhazmat.2019.120776.
96. M. Martin, P.K. Lam, B.J. Richardson (2004) An Asian quandary: Where have all of the PBDEs gone? *Marine Pollution Bulletin* 49(5-6): 375-382.

97. R. McClincy (1990) Unlocking refractory gold ores and concentrates. *The Journal of the Minerals, Metals and Materials Society* 42(9): 10-11.
98. A. Mecucci, K. Scott (2002) Leaching and electrochemical recovery of copper, lead and tin from scrap printed circuit boards. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology* 77(4): 449-457.
99. S.N.M. Menikpura, A. Santo, Y. Hotta (2014) Assessing the climate co-benefits from waste electrical and electronic equipment (WEEE) recycling in Japan. *Journal of Cleaner Production* 74: 183-190.
100. G.E. Moore (1965) Cramming more components onto integrated circuits. *Electronics* 38(8): 82-85.
101. D. Nelen, S. Manshoven, J.R. Peeters, P. Vanegas, N. D'Haese, K. Vrancken (2014) A multidimensional indicator set to assess the benefits of WEEE material recycling. *Journal of Cleaner Production* 83: 305-316.
102. I.O. Ogunniyi, M.K.G. Vermaak (2009) Investigation of froth flotation for beneficiation of printed circuit board comminution fines. *Minerals Engineering* 22(4): 378-385.
103. I.O. Ogunniyi, M.K.G. Vermaak, D. Groot (2009) Chemical composition and liberation characterization of printed circuit board comminution fines for beneficiation investigations. *Waste Management* 29: 2140-2146.
104. T. Oishi, K. Koyama, S. Alam, M. Tanaka, J.C. Lee (2007) Recovery of high purity copper cathode from printed circuit boards using ammonium sulfate or chloride solutions. *Hydrometallurgy* 89: 82-88.
105. F.O. Ongondo, I.D. Williams, T.J. Cherrett (2011) How are WEEE doing? A global review of the management of electrical and electronic wastes. *Waste Management* 31(4): 714-730.

106. V. Pérez-Belis, M.D. Bovea, V. Ibáñez-Forés (2015) An in-depth literature review of the waste electrical and electronic equipment context: Trends and evolution. *Waste Management and Research* 33(1): 3-29.
107. V.N. Pinto (2008) E-waste hazard: The impending challenge. *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine* 12: 65-70.
108. J. Puckett, L. Byster, S. Westervelt, R. Gutierrez, S. Davis, A. Hussain, M. Dutta (2002) Exporting harm – The high-tech trashing of Asia. The Basel Action Network (BAN) / Silicon Valley Toxics Coalition (SVTC): Seattle, WA, USA.
109. L. Raghupathy, C. Krüger, A. Chaturvedi, R. Arora, M. Henzler (2010) E-waste recycling in India – Bridging the gap between the informal and formal sector: <http://www.iswa.org/fileadmin/galleries/General%20Assembly%20and%20WC%202010%2011%20Hamburg/Presentations/Krueger.pdf>. (January 23, 2019)
110. A. Ramesh Babu, A.K. Parande, C. Ahmed Basha (2007) Electrical and electronic waste: A global environmental problem. *Waste Management and Research* 25(4): 307-318.
111. M. Ranitović, Ž. Kamberović, M. Korać, M. Gavrilovski, H. Issa, Z. Anđić (2014) Investigation of possibility for stabilization and valorization of electric arc furnace dust and glass from electronic waste. *Science of Sintering* 46: 83-93.
112. M. Ranitović, Ž. Kamberović, M. Korać, N. Jovanović, A. Mihjalović (2016) Hydrometallurgical recovery of tin and lead from waste printed circuit boards (WPCBs): Limitations and opportunities. *Metalurgija* 55(2): 153-156.
113. M. Reuter, C. Hudson, A. van Schaik, K. Heiskanen, C. Meskers, C. Hagelüken (2013) Metal recycling: Opportunities, limits, infrastructure. A report of the working group on the global metal flows to the International resource panel. Resource Panel Secretariat, UNEP DTI: Paris.

114. B.H. Robinson (2009) E-waste: An assessment of global production and environmental impacts. *Science of the Total Environment* 408(2): 183-191.
115. S. Salhofer, B. Steuer, R. Ramusch, P. Beigl (2016) WEEE management in Europe and China – A comparison. *Waste Management* 57: 27-35.
116. M. Schlummer, L. Gruber, A. Mäurer, G. Wolz, R. Van Eldik (2007) Characterisation of polymer fractions from waste electrical and electronic equipment (WEEE) and implications for waste management. *Chemosphere* 67(9): 1866-1876.
117. R. Schulze (1984) New aspects in thiourea leaching of precious metals. *The Journal of the Minerals, Metals and Materials Society* 36(6): 62-65.
118. S. Schwarzer, A. De Bono, G. Giuliani, S. Kluser, P. Peduzzi (2005) E-waste, the hidden side of IT equipment's manufacturing and use. UNEP / DEWA / GRID – Europe: Geneva.
119. S.A. Shuey, P.A. Taylor (2004) Review of pyrometallurgical treatment of electronic scrap. Proceedings of the SME Annual Meeting. Denver, CO, USA. February 23-25, 2004. pp. 241-245.
120. M. Sokić, I. Ilić, N. Vučković, B. Markovic (2006) Procedures for primary pretreatment and processing of waste tin plates and metallic packages. *Acta Metallurgica Slovaca* 12: 354-361.
121. G.P. Swain, K.R. Robillard, J.M. Floyd (1993) Applying ausmelt processing to complex copper smelter dusts. *The Journal of the Minerals, Metals and Materials Society* 45(8): 35-38.
122. H. Taghipour, P. Nowrouz, M.A. Jafarabadi, J. Nazari, A.A. Hashemi, M. Mosaferi, R. Dehghanzadeh (2012) E-waste management challenges in Iran: Presenting some strategies for improvement of current conditions. *Waste Management and Research* 30(11): 1138-1144.

123. N.T. Thanh Truc, B.K. Lee (2016) Sustainable and selective separation of PVC and ABS from a WEEE plastic mixture using microwave and/or mild-heat treatment with froth flotation. *Environmental Science and Technology* 50(19): 10580-10587.
124. I. Thornton, R. Rautiu, S. Brush (2001) *Lead: the facts*. IC Consultants Limited: London, UK.
125. T.G. Townsend (2011) Environmental issues and management strategies for waste electronic and electrical equipment. *Journal of the Air and Waste Management Association* 61(6): 587-610.
126. O. Tsydenova, M. Bengtsson (2011) Chemical hazards associated with treatment of waste electrical and electronic equipment. *Waste Management* 31(1): 45-58.
127. M. Vaccari, G. Vinti, A. Cesaro, V. Belgiorno, S. Salhofer, M.I. Dias, A. Jandric (2019) WEEE treatment in developing countries: Environmental pollution and health consequences – An overview. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16(9): 1595. doi: 10.3390/ijerph16091595.
128. H.M. Veit, A.M. Bernardes (Eds.) (2015) *Electronic waste recycling techniques. Topics in mining, metallurgy and materials engineering*. Springer International Publishing: Basel.
129. H.M. Veit, T.R. Diehl, A.P. Salami, J.S. Rodrigues, A.M. Bernardes, J.A.S. Tenorio (2005) Utilization of magnetic and electrostatic separation in the recycling of printed circuit boards scrap. *Waste Management* 25: 67-74.
130. H.M. Veit, C.C. Pereira, A.M. Bernardes (2002) Using mechanical processing in recycling printed wiring boards. *The Journal of the Minerals, Metals and Materials Society* 54(6): 45-47.
131. P.A. Wäger, R. Hischer, M. Eugster (2011) Environmental impacts of the Swiss collection and recovery systems for waste electrical and electronic equipment (WEEE): A follow-up. *Science of the Total Environment* 409(10): 1746-1756.

132. P.A. Wäger, M. Schluep, E. Müller, R. Gloor (2012) RoHS regulated substances in mixed plastics from waste electrical and electronic equipment. *Environmental Science and Technology* 46(2): 628-635.
133. F. Wang, J. Huisman, C.E. Meskers, M. Schluep, A. Stevels, C. Hagelüken (2012) The best-of-2-worlds philosophy: Developing local dismantling and global infrastructure network for sustainable e-waste treatment in emerging economies. *Waste Management* 32(11): 2134-2146.
134. F. Wang, J. Huisman, A. Stevels, C.P. Baldé (2013) Enhancing e-waste estimates: Improving data quality by multivariate input-output analysis. *Waste Management* 33(11): 2397-2407.
135. T. Wang, J. Rovira, J. Sierra, S.J. Chen, B.X. Mai, M. Schuhmacher, J.L. Domingo (2019) Characterization and risk assessment of total suspended particles (TSP) and fine particles (PM_{2.5}) in a rural transformational e-waste recycling region of Southern China. *Science of the Total Environment* 692: 432-440.
136. R. Wang, Z. Xu (2014) Recycling of non-metallic fractions from waste electrical and electronic equipment (WEEE): A review. *Waste Management* 34(8): 1455-1469.
137. S.B. Wath, P.S. Dutt, T. Chakrabarti (2011) E-waste scenario in India, its management and implications. *Environmental Monitoring and Assessment* 172(1-4): 249-262.
138. S.B. Wath, A.N. Vaidya, P.S. Dutt, T. Chakrabarti (2010) A roadmap for development of sustainable e-waste management system in India. *The Science of the Total Environment* 409(1): 19-32.
139. R. Widmera, H. Oswald-Krapf, D. Khatriwalb, M. Schnellmann, H. Boni (2005) Global perspectives on e-waste. *Environmental Impact Assessment Review* 25: 436-458.

140. S. Wilkinson, N. Duffy, M. Crowe, K. Nolan (2001) Waste from electrical and electronic equipment in Ireland: A status report. EPA Ireland: Wexford.
141. N.W.M. Wong (2018) Electronic waste governance under “One Country, Two Systems”: Hong Kong and mainland China. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 15(11): 2347. doi: 10.3390/ijerph15112347
142. J.P. Wu, X.J. Luo, Y. Zhang, Y. Luo, S.J. Chen, B.X. Mai, Z.Y. Yang (2008) Bioaccumulation of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) and polychlorinated biphenyls (PCBs) in wild aquatic species from an electronic waste (e-waste) recycling site in South China. *Environment International* 34(8): 1109-1113.
143. E.Y. Yazıcı, H. Deveci (2009) Recovery of metals from e-wastes. *The Journal of the Chamber of Mining Engineers of Turkey* 48(3): 3-18.
144. C.H. Ying (1983) Copper refinery anode slime. Proceedings of the third international symposium of hydrometallurgy / Annual meeting. Atlanta, GA, USA. March 6-10, 1983. pp. 477-485.
145. J.W. Yoon, H.S. Chun, S.B. Jung (2009) Liquid-state and solid-state interfacial reactions of flux less-bonded Au–20Sn/ENIG solder joint. *Journal of Alloys and Compounds* 469: 108-115.
146. J.W. Yoon, S.B. Jung (2007) Investigation of interfacial reaction between Au–Sn solder and Kovar for hermetic sealing application. *Microelectronic Engineering* 84: 2634-2639.
147. E.A.Yu, M. Akormedi, E. Asampong, C.G. Meyer, J.N. Fobil (2017) Informal processing of electronic waste at Agbogbloshie, Ghana: Workers' knowledge about associated health hazards and alternative livelihoods. *Global Health Promotion* 24(4): 90-98.

148. J. Yu, E. Williams, M. Ju, Y. Yang (2010) Forecasting global generation of obsolete personal computers. *Environmental Science and Technology* 44(9): 3232-3237.
149. Y. Xiao, Y. Yang, J. van den Berg, J. Sietsma, H. Agterhuis, G. Visser, D. Bol (2013) Hydrometallurgical recovery of copper from complex mixtures of end-of-life shredded ICT products. *Hydrometallurgy* 140: 128-134.
150. M. Xue, A. Kendall, Z. Xu, J.M. Schoenung (2015) Waste management of printed wiring boards: A life cycle assessment of the metals recycling chain from liberation through refining. *Environmental Science and Technology* 49(2): 940-947.
151. X. Zeng, C. Yang, J.F. Chiang, J. Li (2017) Innovating e-waste management: From macroscopic to microscopic scales. *Science of the Total Environment* 575: 1-5.
152. S. Zhang, Y. Ding, B. Liu, C.C. Chang (2017) Supply and demand of some critical metals and present status of their recycling in WEEE. *Waste Management* 65: 113-127.
153. X. Zhang, J. Guan, Y. Guo, X. Yan, H. Yuan, J. Xu, J. Guo, Y. Zhou, R. Su, Z. Guo (2015) Selective desoldering separation of tin-lead alloy for dismantling of electronic components from printed circuit boards. *ACS Sustainable Chemistry and Engineering* 3(8): 1696-1700.
154. W. Zhao, J. Yang (2018) An effectiveness assessment of China's WEEE treatment fund. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 15(5): 1028. doi: 10.3390/ijerph15051028.
155. L. Zhou, Z. Xu (2012) Response to waste electrical and electronic equipments in China: Legislation, recycling system, and advanced integrated process. *Environmental Science and Technology* 46(9): 4713-4724.

156. S. Zhu, W. He, G. Li, X. Zhuang, J. Huang, H. Liang, Y. Han (2012) Estimating the impact of the home appliances trade-in policy on WEEE management in China. Waste Management and Research 30(11): 1213-1221.

(Закони, стратегије и правници Републике Србије)

157. Закон о водама („Службени гласник РС“, број 30/10, 93/12, 101/16, 95/18 и 95/18 - др. закон)
158. Закон о заштити животне средине („Службени гласник РС“, број 135/04, 36/09, 36/09 - др. закон, 72/09 - др. закон, 43/11 - одлука УС, 14/16, 76/18, 95/18 - др. закон)
159. Закон о планирању и изградњи („Службени гласник РС“, број 72/09, 81/09 - испр. 64/10 - УС, 24/11, 121/12, 42/13 - УС, 50/13 - УС, 98/13 - УС, 132/14, 145/14, 83/18, 31/19, 37/19 - др. закон)
160. Закон о потврђивању Базелске конвенције о контроли прекограничног кретања опасних отпада и њиховом одлагању („Сл. лист СРЈ - Међународни уговори“, бр. 2/99)
161. Закон о управљању отпадом („Службени гласник РС“, број 36/09, 88/10, 14/16 и 95/18 – др. закон)
162. Стратегија увођења чистије производње у Републици Србији („Службени гласник РС“, број 17/09)
163. Стратегија управљања отпадом за период 2010-2019. године („Службени гласник РС“, број 29/10)
164. Правилник о листи електричних и електронских производа, мерама забране и ограничења коришћења електричне и електронске опреме која садржи опасне материје, начину и поступку управљања отпадом од електричних и електронских производа („Службени гласник РС“, број 99/10)

9. БИОГРАФИЈА

Маст. инж. Драган Вучковић рођен 30. октобра 1974. године у Нишу. Основну школу „Учитељ Таса“ и Електротехничку школу „Никола Тесла“ завршио је у Нишу, а дипломирао је 2004. године на Факултету заштите на раду (Универзитет у Нишу; Студијски програм: Заштита на раду; 1999-2004) и стекао звање *дипломираног инжењера заштите на раду* (= *мастер инжењер заштите на раду*).

Маст. инж. Драган Вучковић са успехом је завршио и Високу техничку школу струковних студија у Нишу (Студијски програм: Савремене рачунарске технологије; 2005-2008) и стекао звање *струковног инжењера електротехнике и рачунарства*. Такође, поседује и диплому – *инжењера електротехнике*, коју је стекао 1997. године на Вишој техничкој школи у Нишу (1993-1997).

Од 1998. године до 2015. године, маст. инж. Драган Вучковић био је запослен у ЈП „Железнице Србије“, РЈ Ниш, најпре као електротехничар аутоматике (1998-2000), а потом као водећи инжењер безбедности на раду (2000-2005) и водећи организатор безбедности на раду (2005-2015). Од оснивања 2015. године до данас, маст. инж Драган Вучковић запослен је у Акционарском друштву за железнички превоз робе „Србија Карго“, најпре као главни координатор безбедности и здравља на раду (2015-2018), а од 2018. године и као главни координатор заштите од пожара и ванредних ситуација.

Маст. инж. Драган Вучковић живи и ради у Нишу, ожењен је и има двоје деце.

10. ПРИЛОГ 1.

ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ

Потписани **маст. инж. Драган Вучковић** (Број индекса: ДЕ-03-15) изјављујем да је докторска дисертација, под насловом: „Модел одрживог управљања електричним и електронским отпадом у Србији“,

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини, ни у деловим, није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени, и
- да нисам кршио ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

Нови Сад, _____ 2019.
(датум)

Потпис:

Маст. инж. Драган Вучковић

11. ПРИЛОГ 2.

ИЗЈАВА О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНЕ И ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ ДОКТОРСКОГ РАДА

Име и презиме аутора: **Маст. инж. Драган Вучковић**
Број индекса: ДЕ-03-15
Студијски програм: Екологија
Наслов рада: „Модел одрживог управљања електричним и
електронским отпадом у Србији“
Ментор: Проф. др Ненад Ч. Бојат

ПОТПИСАНИ

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао за објављивање на порталу Дигитална библиотека дисертација Универзитета Привредна академија у Новом Саду.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за стицање научног назива доктор наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада. Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама Дигиталне библиотеке дисертација, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета Привредна академија у Новом Саду.

Нови Сад, _____ 2019.
(датум)

Потпис:

Маст. инж. Драган Вучковић

12. ПРИЛОГ 3.

ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ

Овлашћујем Универзитет Привредна академија у Новом Саду да у Дигиталну библиотеку дисертација Универзитета Привредна академија у Новом Саду унесе моју докторску дисертацију под насловом: „**Модел одрживог управљања електричним и електронским отпадом у Србији**“.

Дисертацију са свим прилозима предао сам у електронском формату погодном за трајно архивирање. Моју докторску дисертацију, похрањену у Дигиталну библиотеку дисертација Универзитета Привредна академија у Новом Саду, могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио.

1. Ауторство
2. Ауторство – некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа.)

Нови Сад, _____ 2019.
(датум)

Потпис:

Маст. инж. Драган Вучковић

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

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

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

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

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

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