

Факултет инжењерских наука
Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство
Ниво студија: Основне академске студије
Модул: Индустијски инжењеринг
Предмет: Организација рада
Број индекса: 26/2010

Мирко Ј. Поледица

Управљање опасним отпадом

завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. Др Данијела Тадић
2. _____
3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да опише проблем управљања опасним отпадом. Посебно треба да опише процесе реверзне логистике и факторе који утичу на реализацију идентификованих процеса. Потребно је извршити упоредну анализу управљања разматраним процесима у нашој земљи у односу на земље ЕУ.

Препоручена литература:

- [1] Carter, C.R., Ellram, L.M. (1998). “*Revers logistics: a review of the literature and frame work for future investigation*”, Journal of Business Logistics 19, 4.
- [2] Giuntini, R., Andel, T., (1995), “*Reverse logistics role models*”, “T&D”.
- [3] Видовић, М., (2006), “*Логистика отпадних материјала и повратних средстава*”, Саобраћајни факултет, Београд.

Крагујевац, 2014.

Ментор:

Проф. Др Данијела Тадић

Резиме рада: У циљу успостављања савременог система управљања опасним отпадом неопходно је испунити низ законских, институционалних и техничких услова. Целокупан процес управљања опасним отпадом треба да буде економски оправдан и еколошки прихватљив, уз сагледавање и поштовање локалних услова. Интегрисано управљање опасним отпадом је сложен процес који захтева прави приступ и тимски рад стручних људи разних профила, као и ангажовање релевантних институција не само из Републике Србије него и из окружења. Дефинисање поступака у управљању медицинским отпадом треба да се фокусира на отпад којим је неадекватно управљано и који у највећој мери представља опасност по животну околину и људско здравље.

Кључне речи: реверзна логистика, опасан отпад, управљање

Abstract: In order to establish a modern hazardous waste management system is necessary to meet a number of legal, institutional and technical conditions. The entire process of managing hazardous waste should be economically viable and environmentally friendly, with consideration and respect for local conditions. Integrated hazardous waste management is a complex process that requires the right approach and the teamwork of professionals of different profiles, as well as the involvement of relevant institutions not only in the Republic of Serbia, but also the environment. Defining methods in medical waste management should focus on waste that is inadequately managed and which largely represents a danger to the environment and human health.

Keywords: reverse logistics, hazardous waste, management

Садржај:

1. Увод.....	6
2. Основна разматрања о опсном отпаду.....	7
2.1. Анализа постојећег стања опасног отпада.....	11
2.1.1. Анализа постојећег стања опасног отпада у Републици Србији.....	13
2.2. Реверзна логистика.....	13
3. Поставка проблема оптимизације управљања опасним отпадом.....	19
3.1. Превоз опасног отпада.....	22
3.2. Складиштење опасног отпада и сакупљачка мрежа.....	23
3.3. Едукација.....	23
3.4. Рециклажа опасних материја отпада у земљама ЕУ.....	23
4. Закључак	26
5. Литература	27

1. Увод

Људске потребе су временом почеле нагло да се повећавају, а интензитет развоја технологије и науке омогућавао је задовољавање истих, чиме је дошло до настанка великог броја значајних количина различитих врста отпада. Откривен је велики број нових, вештачких материјала који су посебно применљиви у индустријској производњи, при чему је резултирало појаву посебне врсте отпада, тачније опасног отпада који озбиљно угрожава људско здравље, животну средину и друге живе организме. Из наведених разлога, неопходно је сагледати проблем везан за опасан отпад, карактеристике, понашање у природи, где је масовно одлаган, степеном озбиљности, очекиваних последица.

У развијеним индустријским земљама, извршиле су детаљна истраживања из домена управљања опасним отпадом из којих је настао низ правила и принципа, законски су дефинисани одредбама помоћу којих се управља опасним отпадом. Систем подразумева да се све његове фазе, од настајања, преко сакупљања, складиштења, транспорта и финалног одлагања, одвијају у складу са постављеним принципима. Да би се функционисање сваке фазе у овако комплексном систему одвијало беспрекорно, потребно је да се успостави законодавни, плански као и институционални оквир, чији би механизми за спровођење, смањили ризик од могућих негативних ефеката.

У току производње, транспорта, складиштења или руковања, опасне материје сматрају се све оне које изазивају последице штетне по здравље људи или околине. Управљање транспортом опасних материјала представља део проблема управљања отпадом опасних материјала. Транспорт мора се организовати по одређеним правилима, да би се ризик од потенцијалних незгода свео на минимум, тачније да незгоде буду сведене на најмању могућу меру.

Земље у развоју, протекле деценије су провеле у фази генерисања и нагомилавања опасног отпада, док је са друге стране потпуно изостало формирање одговарајуће инфраструктуре. На друштвеним и индивидуалним нивоима недовољно је развијена свест о опасном отпаду. Осамдесетих и почетком деведесетих година двадесетог века, дошло је до динамичког развоја реверзне логистике, настојањем да се привреда учини одрживом и задовољи еколошке стандарде. Укључивањем у светске и европске токове, увођењем драстичних промена према опасном отпаду, има за циљ да успостави и уреди функционисање система који ће управљати опасним отпадом.

2. Основна разматрања о опасном отпаду

Повећање заштите животне средине треба да буде засновано на резултатима истраживања у овом домену науке и праксе на основу чега се дефинише јасна стратегија за очувања животне средине. Из тог разлога је започет интезиван рад на индентификацији проблема како би се успоставила смерница за контролу и смањење негативних ефеката. Један од многобројних фактора који директно утиче на ваздух, тло, површинске и подземне воде, утиче на здравље човека али и других организама, јесте отпад.

Данашњи начин живота, не може се замислити без стварања отпада. Отуда намеће се потреба за формирање механизма који би омогућио његово усмеравање на минималне или никакве негативне последице. Овакво сагледање ситуације посебно је битно у циљу регулисања питања опасног отпада, чије неконтролисано ослобађање доноси штетно дејство и изузетно негативне и дугорочне последице.

Веома важну улогу у регулисању самог отпада има његов транспорт, од места на коме се прикупља до центара за рециклажу и обраду. Један од највећих проблема доношења одлука о транспорту јесу трошкови који превазилазе њихову вредност. Ако ови трошкови имају већу вредност од вредности укупних трошкова испоруке нових производа, онда фирме немају профитни мотив за промену система повратне логистике.

Праћење опасног отпада, од тренутка настанка, преко сакупљања, складиштења, транспорта до одлагања представља сложен менаџмент проблем у домену реверзне логистике.

У првој фази, настанка, подразумевају се многобројне људске активности, развој модерних технологија, примена нових материјала, па самим тим коришћење готових производа. Опасан отпад може потицати из разних индустријских грана. Највеће количине опасног отпада различитих врста настају у различитим гранама индустрије:

- Петрохемијска индустрија: тешки метали, феноли, киселине, базе и органска једињења;
- Метална индустрија: тешки метали, флуориди, цијаниди, киселине, алкалије, растварачи, феноли;
- Индустрија коже: тешки метали, сулфиди;

Поред наведених, ту су и многе друге индустријске гране и производни процеси који генеришу опасан отпад где количине значајно варирају. Индустрија боја и лакова, производња гума, батерија, органских хемикалија, пестицида, експлозива, пластике, фармацеутска индустрија, текстилна индустрија и тако даље.

Електронски отпад се састоји од електронских апарата и опреме. Ту углавном спадају апарати из домаћинства који имају свакодневну употребу, попут фрижидера, клима уређаја, мобилног телефона, хи-фи уређаји, телевизори, рачунари. Две главне карактеристике, због којих је електронски отпад постао опасан, садрже гомилу

различитих супстанци, од којих су многе отровне при томе стварају загађење приликом одлагања.

Електронски отпад је разврстан у три главне групе [Видовић, 2006]:

- Домаћинства и мала предузећа;
- Велика предузећа, институције и владе;
- Произвођачи оригиналне опреме;

Домаћинства и мала предузећа решавају се електронске опреме, посебно рачуара, из разлога застарелости, а не могуће појаве отказа. У прилог иде чињеница да једна просечна година човека, у комјутерском свету износи 100 година, брзина којом се развија технологија.

Велика предузећа, институције и владе – велики корисници, својим запосленима редовно мењају опрему. Занимљив податак веза за *Microsoft*, који у својим редовима броји преко 500 хиљада запослених (од којих поједини имају више од једног рачунара) замењује рачунар на сваке 3 године.

Произвођачи оригиналне опреме отпад стварају оног тренутка када производ сиђе са производне траке а није одговарајућег квалитета, одваја се у шкарт. Поједине компаније имају уговоре са предузећима за рециклажу, док са друге стране *Siemens*, *Hewlett Packard* и *IMB* имају сопствене погоне за рециклажу.

Највећи део електронског отпада завршава на депонијама или спалионицама. Постоји иницијатива да се пређе са спалионица на рециклирање. Под рециклажом се подразумева издвајање материјала из отпада и његово поновно коришћење. Брз развој технологије рециклаже утемљен је у еколошкој и економској оправданости овог начина збрињавања отпада.

Први систем за рециклажу електронског отпада утемељен је у Швајцарској 1991 године [Giuntini, 1995]. Започео је прво са прикупљањем одбачених фрижидера, да би касније, том систему, почели да се додају други електрични уређаји. Према неким европским студијама, годишње количина електронског отпада расте 3-5 посто, што је четири пута брже него отпад из домаћинства. Сједињене Америчке државе, статистички остварују највише теничког отпада у свету. Само у 2005 години је око 4,6 милиона тона популарно названог е-отпада. Исте године у Америци, бачено је око 130 милиона моблних телефона, што на гомили чини приближно 65 хиљада тона опасног отпада.

Опасан отпад је отпад који по свом пореклу, саставу или концентрацији опасних материја може проузроковати опасност по животну средину и здравље људи, као и здравље животиња, и има најмање једну од опасних карактеристика (експлозивност, запаљивост, склоност оксидацији, органски је пероксид, акутна отровност, инфективност, склоност корозији, у контакту са ваздухом ослобађа запаљиве гасове, у контакту са ваздухом или водом ослобађа отровне супстанце, садржи токсичне супстанце са одложеним хроничним деловањем, као и екотоксичне карактеристике),

укључујући и амбалажу у коју је опасан отпад био или јесте упакован [„Службени гласник РС“, број 104/09].

Отпад се, према “Каталогу отпада”, разврстава у двадесет група у зависности од места настанка и порекла. Каталог отпада се користи за класификацију свих врста отпада, укључујући и опасан отпад и потпуно је усаглашен са каталогом отпада ЕУ, који је урађен да створи јасан систем за класификацију отпада унутар ЕУ. Каталог ствара основу за све националне и међународне обавезе извештавања о отпаду као што су обавезе везане за дозволе за управљање отпадом, националне базе података о отпаду и транспорт отпада. Каталог отпада се повремено допуњава и ажурира.

Табела 1. Каталог отпада

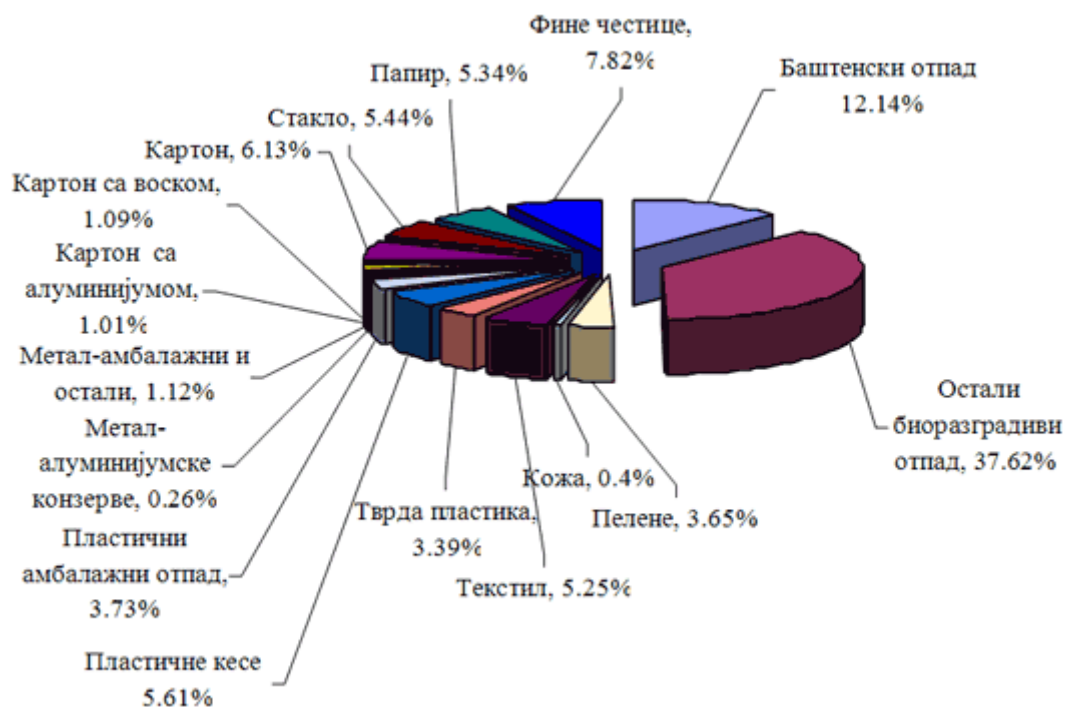
Индексни број	Место и порекло настанка отпада
01	Отпади који настају од истраживања, ископавања из рудника или каменолома, и физичког и хемијског третмана минерала
02	Отпади из пољопривреде, хортикултуре, аквакултуре, шумарства, лова и риболова, припреме и прераде хране
03	Отпади од прераде дрвета и производње папира, картона, пулпе, панела и намештаја
04	Отпади из кожне, крзнарске и текстилне индустрије
05	Отпади од рафинисања нафте, пречишћавања природног гаса и пиролитичког третмана угља
06	Отпади од неорганских хемијских процеса
07	Отпади од органских хемијских процеса
08	Отпади од производње, формулације, снабдевања и употребе премаза (боје, лакови и стаклене глазуре), лепкови, заптивачи и штампарска мастила
09	Отпади из фотографске индустрије
10	Отпади из термичких процеса
11	Отпади од хемијског третмана површине и заштите метала и других материјала; хидрометалургија обојених метала
12	Отпади од обликовања и физичке и механичке површинске обраде метала и пластике
13	Отпадна уља и отпади течних горива (осим јестивих уља и оних у групама 05, 12 и 19)
14	Отпади од органских растварача, средстава за хлађење и потисних гасова (осим 07 и 08)

15	Отпади од амбалаже; апсорбенти, крпе за брисање, материјали за филтрирање и заштитне тканине, ако није другачије специфицирано
16	Отпади који нису другачије специфицирани у каталогу
17	Грађевински отпад и отпад од рушења (укључујући и ископану земљу са контаминираних локација)
18	Отпади из објеката у којима се обавља здравствена заштита људи и животиња и/или с тим повезаног истраживања (искључујући отпад из кухиња и ресторана који не долази од непосредне здравствене заштите)
19	Отпади из постројења за обраду отпада, погона за третман отпадних вода ван локације настајања и припрему воде за људску потрошњу и коришћење у индустрији
20	Комунални отпади (кућни отпад и слични комерцијални и индустријски отпади), укључујући одвојено сакупљене фракције

Постојеће стање у локалним самоуправама Републике Србије карактеришу непоуздани и непотпуни подаци о количини генерисања комуналног отпада. Количине комуналног отпада на годишњем нивоу су прорачунате на основу мерења отпада у референтним локалним самоуправама.

На основу резултата тих мерења може се усвојити да градско становништво генерише просечно 1 кг комуналног отпада по становнику на дан, док сеоско становништво просечно генерише 0,7 кг отпада/становнику/дан. У Београду се дневно генерише 1,2 кг отпада/становнику.

На основу пописа, градско становништво чини 57%, док је 43% сеоског становништва. У просеку, становник Републике Србије генерише 0,87 кг комуналног отпада/дан (318 кг/годишње). Број становника од 7.443.183 производи годишње око 2.374.374 тона отпада [„Службени гласник РС“, број 104/09].



Слика 1. Приказ морфолошког састава комуналног отпада у Србији, Извор: Факултет техничких наука, Нови Сад: Утврђивање састава отпада и процене количине у циљу дефинисања стратегије управљања секундарним сировинама у склопу одрживог развоја Републике Србије, Министарство животне средине и просторног планирања, 2008.

Према морфолошком саставу отпада, органски отпад (баштенски отпад и остали биоразградиви отпад) заузима готово 50% у маси комуналног отпада, при чему је остали биоразградиви отпад са 37,62% око три пута заступљенији од баштенског отпада. Укупни отпад од пластике чини укупно 12,73%, док укупна количина картона износи 8,23%, затим следе стакло (5,44%), папир (5,34%), текстил (5,25%), пелене за једнократну употребу (3,65%) и метал (1,38%) [Регодић, 2010].

2.1. Анализа постојећег стања опасног отпада

Процењено је да се у Републици Србији организовано сакупља око 60% комуналног отпада. Сакупљање је организовано претежно у урбаним областима, док руралне области су знатно слабије покривене. Највећи број локалних самоуправа има механизацију и возила за сакупљање отпада, међутим, постоји недостатак одговарајуће опреме, јер се за сакупљање користе различите врсте возила: од возила за сакупљање отпада са пресом за сабијање отпада и аутоподизача за велике контејнере, па до обичних камиона и трактора са приколицом.

Проблеми управљања отпадом нису једнако и равномерно изражени у свим локалним самоуправама и активности на увођењу интегралног система се не одвијају истим интензитетом, већ првенствено зависе од могућности појединих локалних самоуправа. Овакав некохерентни систем не може адекватно да функционише, а промене оваквог

стања у правцу примене савремених санитарних и безбедних начина поступања са отпадом, не могу се очекивати без значајних материјалних средстава.

Једино економски оправдано решење је формирање регионалних центара за управљање отпадом у оквиру којих ће се отпад сакупљен из више општина третирати на постројењима за сепарацију рециклабилног отпада и остатак одлагати на регионалним депонијама, као што је утврђено и у Националној стратегији управљања отпадом из 2003. године. Овакви региони ће имплементирати принципе интегралног система управљања отпадом за дужи временски период [„Службени гласник РС“, број 104/09].

У Републици Србији не постоји системски организовано одвојено сакупљање, сортирање и рециклажа отпада. Постојећи степен рециклаже, односно искоришћења отпада је недовољан. Мада је примарна рециклажа у Србији прописана законом и предвиђа одвајање папира, стакла и метала у посебно означене контејнере, рециклажа не функционише у пракси. Изузетак чини једно постројење за сепарацију рециклабилног отпада, центри за одвојено сакупљање отпада на другој локацији и др.

Опасан отпад јесте сваки отпад који по свом пореклу, саставу или концентрацији опасних материја може да проузрокује опасност по животну средину и здравље људи и има најмање једну од опасних карактеристика утврђених посебним прописима, укључујући и амбалажу у коју је опасан отпад био или јесте упакован. Опасан отпад се налази у свих 20 група према Каталогу отпада.

Не постоје поуздани подаци о количини опасног отпада који ствара индустрија. Податке за Интегрални катастар загађивача (Регистар извора загађивања), који води Агенција, доставило је преко 600 предузећа [„Службени гласник РС“, број 104/09].

У току је успостављање информационог система који ће омогућити ефикасно прикупљање и анализу прикупљених података према различитим параметрима и доступности података јавности. Иако постоји законска обавеза достављања података о отпаду, још увек не постоји одзив свих загађивача. Због смањене активности индустрије, претпоставља се да настајање индустријског опасног отпада стагнира. Постоје, међутим, и заостале количине наслеђене због недостатка бриге о отпаду у претходном периоду.

Непропорционално је висок степен настајања индустријског отпада по јединици производа, нерационално је коришћење сировина и ниска је енергетска ефикасност индустрије. У Републици Србији постоји, према прелиминарној листи, 156 постројења за која се, у складу са законом, издаје интегрисана дозвола. То су истовремено и постројења која стварају највеће количине индустријског опасног и неопасног отпада [Ратковић, 2010].

Из званичних података произилази да је 2007. године произведено 31.244 тона опасног отпада, а 2008. године 54.022 тона. Опасан отпад генеришу и оператери који не подлежу интегрисаној дозволи. Због своје бројности и широког спектра делатности, ови оператери стварају значајан део опасног отпада. На основу ових података и података

Агенције за рециклажу, реално се процењује да је количина опасног отпада који се ствара у Републици Србији, а потиче из свих постројења, укључујући постројења која су у обавези да прибаве интегрисану дозволу око 100.000 т/год, док историјско загађење износи такође око 100.000 т. Процењује се да ће се пре 2019. године коначно решити проблем историјског отпада [Ратковић, 2010].

2.1.1. Анализа постојећег стања опасног отпада у Републици Србији

У Републици Србији не постоји ни једна локација за одлагање опасног отпада. Генерално, не постоје ни овлашћена постројења, односно оператери који поседују дозволу од надлежног органа, за термички и физичко-хемијски третман опасног отпада. У последње време се примењују поступци солидификације и биоремедијације опасног отпада.

Биолошка рекултивација депонија пепела и шљаке ТЕНТ-а А и ТЕНТ-а Б, обавља се у складу са "Главним пројектом рекултивације депоније пепела и шљаке ЈП ТЕ 'Никола Тесла А' и 'Никола Тесла Б'. Не постоји трајно складиште опасног отпада на територији Републике Србије. У таквим околностима, произвођачи опасног отпада врше привремено складиштење опасног отпада на сопственим локацијама у привременим складиштима, иако у неким од њих отпад стоји и више од 20 година [Тадић, Зечевић, 2010].

Промет отпада подлеже систему дозвола, у складу са Законом о ратификацији Базелске конвенције о прекограничном кретању отпада и његовом одлагању, Законом о заштити животне средине као и Законом о управљању отпадом. Увоз опасног отпада је забрањен. Изузетно поједине врсте опасног отпада које су потребне као секундарне сировине прерађивачкој индустрији у Републици Србији, у складу са националним циљевима прераде тих отпада, могу се увозити на основу дозволе [Ћурчић, Милуновић, Шерифи, 2009].

Влада одређује поједине врсте опасног отпада које се могу увозити као секундарне сировине. Најчешће се извозе ПЦБ, фармацеутски отпад, отпад од боја и лакова, уља и уљне емулзије, отпад из хемијске индустрије, шљака, као и специфичне врсте опасног отпада, карактеристичне за поједине технолошке процесе [Тадић, Зечевић, 2010].

Република Србија је чланица Базелске конвенције и прекогранично кретање отпада се одвија у складу са усвојеним принципима. Министарство води базу података о прекограничном кретању отпада (увоз, извоз и транзит отпада) на основу дозвола које издаје, што се евидентира као планирана количина отпада који је предмет увоза/извоза за временски период на који је дозвола издата.

2.2. Реверзна логистика

Повећањем конкуренције на тржишти и жеља компанија да се удовољи захтевима купаца, у огромној мери су повећали значај повратног тока производа. Чињенице

указују на то, да свака компанија која занемарује повратну логистику, самим тим умањује профит.

Аутори су крајем деведестих година прошлог века, повратну логистичку описали као „процес планирања, имплементације, контролисања ефикасног и ефективног тока сировина, залиха полупроизвода, готових производа и повезаних информација, од места потрошње до места порекла у циљу поновног добијања вредности адекватног одлагања.“

Дефиниција се мењала временом, од термина „погрешан смер“, преко еколошких аспеката па све до озбиљног проширења њеног деловања.

Разлика између повратне логистике и управљања отпадом, састоји се у томе, да се управљање отпадом односи на ефективно и ефикасно прикупљање и прераду отпада, односно производа који се не могу више користити. Повратна логистика се усресређује на повраћај производа који поседује извесну вредност и на процесуирање тих производа где резултат процесуирања улази у нови ланац снабдевања (тј. Не завршава као отпад). Реверзна логистика се заснива на идеји да се користе материјални и енергетски ресурси, а поједина предузећа врше, скупљање, транспорт, прераду отпада у енергенте или сировине које могу да користе друге индустрије. Отпад као сировина може да се користи и циркулише, оптимално искоришћава, а енергетска потрошња смањује.

Током последњих десет година у литератури је објављен велики број радова који се баве проблемима пројектовања и оптимизације повратнологистичких система [Bostel, 2005]. Већина радова која се бави проблемима сакупљања у повратној логистици је фокусирана на проблеме рутирања возила [Beullens, 2001], и преглед проблема сакупљања и рутирања у повратној логистици.

Teiheira [Teiheira, 2004] су у свом раду је представио пројекат планирања рута возила за сакупљање трију различитих врста отпада у Португалу.

Root [Root, 2002] је предложио неколико не тако традиционалних ограничења у реалним проблемима рутирања возила као што су ограничења у погледу различитих типова и носивости возила, ограничења у погледу географских зона, као и вишеструких временских прозора.

Blanc [Blanc, 2004] је презентовао проблем рационализације повратнологистичке мреже на примеру плинских резервоара у Холандији. Аутор је применио целобројни математички модел у циљу минимизације укупних трошкова и одређивања оптималног броја и локације објеката за дегасификацију.

Krikke [Krikke, 2008] је представио пример даљинског праћења и управљања залихама у повратној логистици у циљу унапређења процеса обавезног сакупљања појединих типова материјала.

Међутим, део повратних токова производа и материјала је везан и за опасне и загађујуће супстанце, које у току транспорта и складиштења представљају опасност и по животну средину и по здравље људи. У том случају пројектовање повратно-логистичке мреже подразумева и респектовање ризика који има утицај на структуру мреже.

Генерално, постоје два концепта која респектују ризик у логистичким процесима. Концепти минимизације ризика како у транспорту тако и у контексту локације објеката су у последњих тридесетак година веома детаљно истраживани и проучавани [Erkuta, 2007].

Концепти изједначавања ризика су такође били предмет веома интензивних истраживања. На пример, Morrell [Morrell, 1984] је представио модел изједначавања ризика у проблему локације депонија опасних материја, а приступ моделирању ризика, његовог изједначавања и ефикасности приликом проблема транспорта и локације опасних материја.

Циљ менаџмента реверзне логистике је смањење отпада. Са економске и еколошке тачке гледишта, циљ је ефикасан проток употребљивих производа и отпада. Економски циљеви се базирају на смањењу трошкова логистике и побољшање услуга. Неопходно је да испорука секундарних сировина у процес поновног коришћења врши у складу са врстом и количином отпада. Заштита природних ресурса и смањење емсије током процеса реверзне логистике спада у еколошке циљеве. Сакупљање отпада по домаћинствима, може обављати комунално предузеће или се отпад скупља у оквиру предузећа. Сакупљање отпада у предузећима подразумева сакупљање отпада у оквиру индустријског предузећа и његову даљу обраду [Current, Ratick, 1995].

Док са друге стране, комунално сакупљање отпада, подразумева пуњење контејнера од стране корисника домаћинства као и активност коју спроводи комунално предузеће, а то обухвата постављање, пражњење као и замену контејнера, сакупљање, отклањање и транспрот сакупљеног отпада до крајњег средишта.

Основни циљ управљања отпадом јесте да се линеарни индустријски системи (од сировина до отпада) допуне цикличним системом (процесуирање враћених производа или материјала). Код цикличних система повратна логистика игра главну улогу.

Велики број компанија стиче додатни приход и повећање конкурентности на тржишту рециклажом производа и материјала. Амбалажа, којој се потроши садржај, рециклира се, односно враћа кроз дистрибуциони канал произвођачу. На примеру алуминијумских конзерви, уколико се рециклирају, постављају се контејнери у које ће их празне убацити корисници, а повратна логистика ће их кроз своје канале вратити произвођачу на рециклажу односно прераду.

Процес сакупљања означава улазак отпада у систем управљања на тачно утврђеним локацијама. У предузећу на такозваним местима за складиштење, као што су депо са контејнерима, рециклажни центар и слично. Врста и место за сакупљање отпада

одређују се на основу потребе реверзне логистике. Степен сортирања отпада разликује сакупљање појединачних сировина и више различитих врста сировина. У односу на број места на коме се сакупља отпад, обиму, количини, дужини транспорта пута, разликују се систематско и несистематско сакупљање отпада. За систематско сакупљање се користе контејнери који се налазе на тачно одређеним местима, празне се, мењају или користе за само једну намену.

Док са друге стране, несистематско сакупљање подразумева да се отпад не налази у контејнерима или на тачно одређеним местима.

Процес складиштења треба да испуни одређене логистичке и техничке захтеве. То значи да рециклирање, коришћење, или отклањање чува у складу са количинама и његовом вредношћу. Разликујемо краткорочно складиштење, средњерочно међускладиштење као и дугорочно одлагање.

Депоноване подразумева процес одлагања отпада, који се временски неограничено и контролисано складишти. Процеси у реверзној логистици се односе на стварање јединица при сакупљању или трансформацији отпада као и припрему за даљу употребу у постројењима за рециклажу. У току процеса складиштења постоје одређене мере сигурности којих се треба придржавати и узети у обзир јер се пре свега односе на одвајање различитих врста отпада, количине које могу да се складиште као и захтеви за заштиту од пожара и непогода.

Процес паковања обухвата све подпроцесе руковања и складиштења отпада, који укључују коришћење, рециклажу и одлагање. У оквиру самог предузећа, врши се паковање као и у систему одлагања отпада ван предузећа. У процесу самог паковања би требало смањити трошкове самог паковања, јер тиме се отвара могућност стварања новог отпада.

Рециклирање или поново коришћење отпада обухвата различите облике коришћења, обраде и одлагања отпада. У процесу обраде отпада користе се специфичне технологије за раздвајање, сортирање, индентификацију и одвајање. Биолошким поступцима, као што је компостирање, органске материје се разграђују са циљем да се умањи количина отпада односно да се одређене количине поново убаце у мрежу. Хемијско-физичким поступком, као што је неутрализација или детоксикација, смањује се садржај штетних материје у отпаду. Термичким поступком, односно спаљивањем отпада, ослобађају се енергентски процеси услед којих долази до производње струје и грејања.

Процес транспорта се непосредно надовезује на сакупљање. Различите врсте превоза се користе у оквиру мреже, чиме се сортирани отпад одлаже на места која су предвиђена за одлагање. Низ повезаних подпроцеса који се надовезују један на други, назива се транспортни ланац. Унутар предузећа, разликује се према врсти отпада транспорт. Током самог процеса, узима се у обзир безбедносни аспекти, а циљ је да се трајање транспорта смањи.

Сам процес креће скупљањем наведених сировина на тачно одређеним местима. Постоје различите врсте отпада али такође и фирме које се баве сакупљањем као и продајом комуналног отпада. Одлагање отпада на депоније представља не и најбоље решење, а у неку руку представља опасност, обзиром на то да ниједно тло није непропусно. Уколико би дошло до цурења, распрашивања опасних материја: жива из штампаних плоча, ПЦБ из кондензатора, кадмијума из специфичних пластика, могу исцурети у земљиште и подземне воде.

Након прикупљеног отпада за рециклажу, доводи се до центра за рециклажу, у појединим случајевима превоз треба да буде осигуран због потенцијалних опасности због састава отпада који може утицати на људе и околину. Специјализованим теретним возилима се врши превоз електричне и електронске опреме, регистрованим за АДР превоз, односно превоз опасних материја. У комплетну документацију спадају:

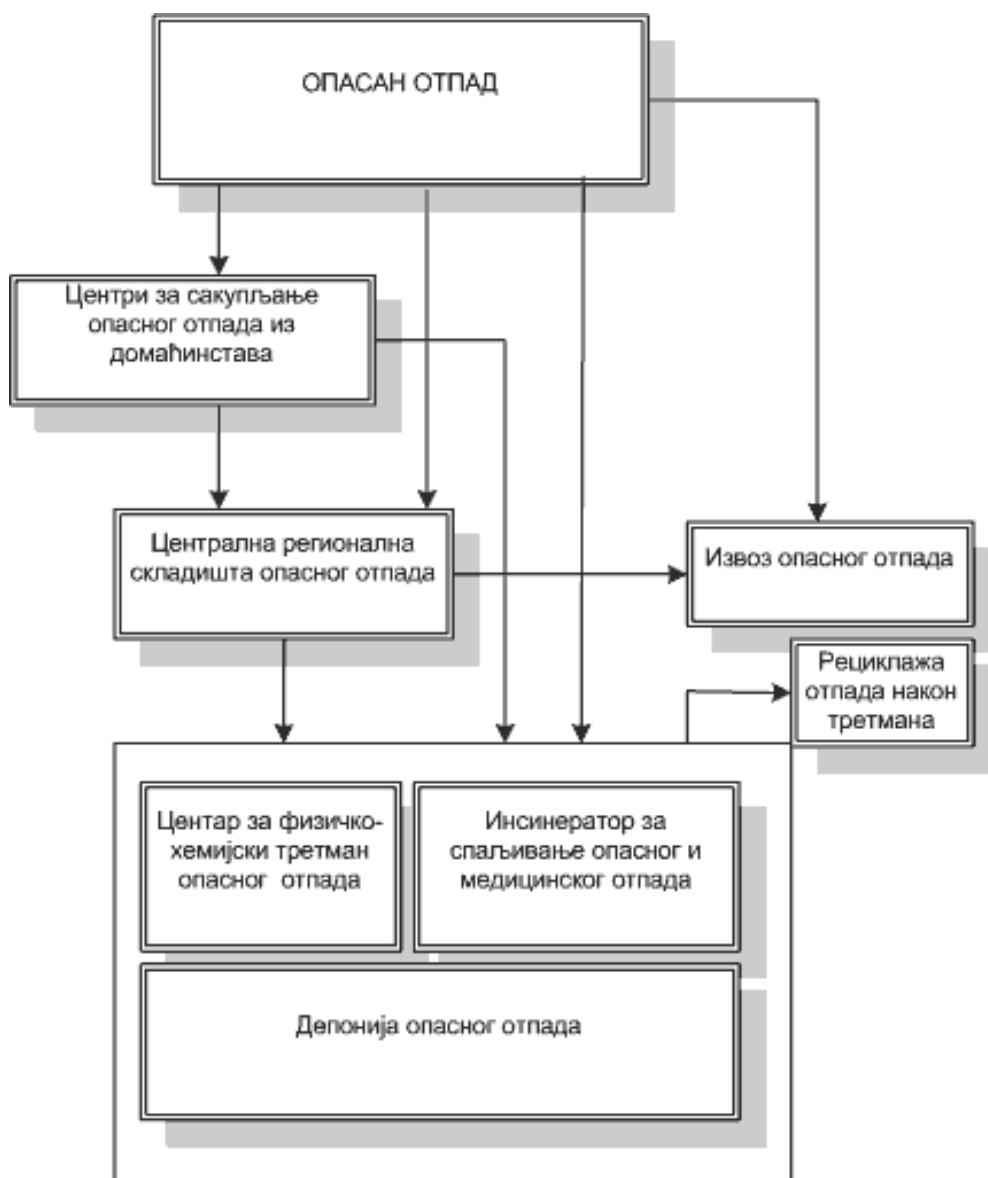
- Спецификација опреме за рециклажу
- Процењена тежина
- Процењена запремина
- Адреса локације
- Термин преузимања

Ради изградње професионалних капацитета за управљање опасним отпадом у Републици Србији, важно је одредити прецизне количине опасног отпада који годишње настаје. Агенција треба да успостави и води базу података свих произвођача опасног отпада [„Службени гласник РС“, број 104/09].

Потребно је одредити центре за сакупљање опасног отпада из домаћинства, који могу бити у склопу центара за сакупљање рециклабилног отпада. Такође могу бити мобилни центри. Потребно је једном до два пута годишње организовати акције сакупљања опасног отпада из домаћинства, где би грађани били обавештавани о мобилним центрима за сакупљање опасног отпада из домаћинства [Carter, Ellram, 1998].

Изградња система за управљање опасним отпадом обухвата успостављање прописног сакупљања и транспорта опасног отпада, изградњу пет централних регионалних складишта опасног отпада који се чува ради третмана, изградњу постројења за физичко-хемијски третман опасног отпада у оквиру центра за управљање опасним отпадом, затим изградњу два инсинератора за спаљивање опасног отпада, као и депоније опасног отпада. За опасне отпаде који се не могу третирати у земљи потребно је успоставити привремена складишта за сакупљање и извоз опасног отпада у овлашћена постројења.

Ова привремена складишта треба да служе извознику опасног отпада искључиво за сакупљање и препакивање опасног отпада који је намењен извозу. Пожељно је искористити капацитете цементне индустрије и термоелектрана за спаљивање одређених врста опасног отпада, уз потпуну контролу емисија. Дозволом за управљање отпадом ће се утврдити услови који се морају испунити за обављање делатности у постројењу [Видаковић, Томић, Масларић, 2010].



Слика 2. Шема управљања опасним отпадом у Републици Србији, [Видаковић, Томић, Масларић, 2010]

Потребно је развити механизме за решавање наслеђеног загађења, односно отклањања штете нанете животној средини због непрописног управљања отпадом. Потребно је идентификовати локације загађене опасним отпадом, урадити процену ризика и одредити приоритете за санацију. Такође је потребно јасно дефинисати обавезе свих учесника (Република, покрајина, локална самоуправа, оператер, власник) за спровођење санације. Сви произвођачи, опасног отпада који генеришу више од 200 кг/год., дужни су да израде планове управљања отпадом [„Службени гласник РС“, број 104/09].

Сакупљање и третман амбалажног отпада загађеног опасним материјама треба спроводити у сагласности са принципима поступања са опасним отпадом. Треба размотрити могућност и услове под којима амбалажни отпад загађен опасним материјама се може сагоревати и у цементарама (на пример, отпадна амбалажа од пестицида, хемикалија и др.).

3. Поставка проблема оптимизације управљања опасним отпадом

Ефикасан и поуздан сервис управљања отпадом је основа за развој урбане економије. Циљеви снижавања трошкова услуга могу бити у супротности са циљевима заштите животне средине. Ради одређивања одговарајућих трошкова веома је важно обезбедити поуздане и потпуне информације о изворима, количинама и саставу отпада.

Демографски фактор који ће утицати на повећање настајања отпада је даља промена структуре становништва на релацији градска/остала насеља. Садашњи удео становништва које живи у градским насељима је 57%, и у даљем периоду се очекује повећање, мада са знатно мањим интензитетом него до сада. Настајање комуналног отпада по становнику у домаћинствима у градским насељима је веће због структуре потрошње самог становништва и већег односа пратећих произвођача комуналног отпада (трговине, канцеларије, институције, школе, ресторани и др.) [Васиљевић, Тешић, Митровић, 2011].

Економски аспекти се односе на укупну националну економију и у вези су са [Томић, Видаковић, Масларић, 2010]:

- Утицајем услуга управљања отпадом на продуктивност и развој економије;
- Конзервацијом и ефикасним коришћењем материјала и ресурса;
- Економским инструментима;
- Реструктурирањем и трансформацијом сектора;
- Учешћем приватног сектора.

На макроекономском нивоу, управљање отпадом почиње са ефикасним коришћењем материјала и избегавањем опасних материја у фази производње и дистрибуције. Потребно је укључити мере рационалног коришћења сировина и подстицати поновну употребу отпада.

Најефективнији начин за промоцију ефикасног коришћења ресурса је показати будуће трошкове сакупљања и одлагања отпада и трошкове загађења, који проистичу ако се отпад не сакупља у фази производње, дистрибуције и потрошње у складу са принципом "загађивач плаћа" [Томић, Видаковић, Масларић, 2010].

Према новом правном оквиру за управљање отпадом, произвођачи, увозници и продавци ће бити обавезни да преузму искоришћене, отпадне производе (фрижидери, батерије итд.) које ће сакупљачи и лица која врше третман отпада рециклирати и сировине вратити на тржиште. Подизање цена услуга са порастом количине произведеног отпада, утиче на понашање потрошача и на начине одлагања.

У садашњем систему, приметно је одступање од принципа "загађивач плаћа". Цене сакупљања и одлагања отпада годинама су депресиране. Први разлог је социјалне природе: преко ових цена подржаван је животни стандард становништва. Погрешно је

изграђено мишљење да је цена комуналних услуга првенствено социјална, а не економска категорија. Други разлог за ниске цене треба тражити у карактеру својине над јавним предузећима. Критеријум стамбеног простора данас је одбачен у већини земаља Европе, чак и у земљама у транзицији. Посебан проблем данас представља низак степен наплате услуга од привреде. Тешко финансијско стање, висока интерна задуженост предузећа и ниска ликвидност, доводе до ниског степена наплате комуналних услуга, који варира по појединим општинама од 10% до 70% [Васиљевић, Тешић, Митровић, 2011].

У Републици Србији недостаје низ значајних економских инструмената за управљање отпадом. Да би се постојеће стање у управљању отпадом побољшало, потребно је реорганизовати садашњи систем и увести нове економске инструменте. Оријентација од које се полази је следећа:

- Максимално уважавање принципа да загађивач сноси трошкове загађивања;
- Формирање ефикасног, поузданог и кохерентног система инструмената.

Циљ овог сегмента је креирање таквих инструмената који ће подржати и практично реализовати стратегију засновану на прихватању и примени стандарда ЕУ у области управљања отпадом. Динамика реализације Стратегије, усмерена ка што скоријем достизању европских критеријума, зависиће, првенствено, од општих друштвених и економских кретања у Републици Србији, па ће се то одразити и на активирање појединих економских инструмената.

Када је реч о променама у садашњем систему, на првом месту је потребно променити критеријум за утврђивање наплате комуналних услуга. Неопходно је прећи на наплату по критеријуму који реалније одражава везу између количине комуналног отпада и трошкова његовог збрињавања, наплату по маси или запремини генерисаног отпада. Што се тиче сектора привреде, такође је потребно вршити фактурисање према количини отпада, било у запремини, било у маси. Тиме би се у знатној мери уважио принцип "загађивач плаћа" [Васиљевић, Тешић, Митровић, 2011].

Цена услуге сакупљања и одлагања комуналног отпада се мора заснивати на пуним трошковима, што значи да се морају обухватити како варијабилни, тако и фиксни трошкови. Ове цене морају бити предмет економске регулације, пошто комунална делатност испољава особине природног монопола.

Са друге стране, с обзиром на дугогодишњу депресираност цена, ниску почетну основу, егзистенцијални карактер потреба и реалну економску моћ корисника, прелаз на тарифе са пуним покрићем трошкова управљања отпадом не може бити једнократан, већ захтева транзициони период поступних повећања. Код великих генератора отпада, различите наплате могу бити примењене ради постизања захтева за обезбеђењем услуга и додатним подстицајима за минимизацију отпада.

У одређивању тарифа за услуге управљања отпадом полази се од одабраног степена покрића трошкова кроз наплату од корисника [Андрејић, Килибарда, 2010]:

- Пуно покриће трошкова значи да се тарифама генеришу приливи којима се покривају сви готовински одливи, остатак дуга на крају века пројекта и обезбеђују финансијска средства за замену објеката и опреме;
- Покриће свих готовинских одлива и остатка дуга, али без обезбеђивања средстава за заменске инвестиције на крају века пројекта; ово значи да се замена капацитета финансира са тржишта капитала;
- Покриће свих готовинских одлива у току века пројекта, али без обезбеђивања средстава за остатак дуга и заменске инвестиције; ово значи да је пројект субвенциониран.

Овакав систем наплате услуга оставља места за један нови фискални инструмент. То је накнада за одлагање отпада на депоније. Наиме, сав отпад који одлази на депонију би требало да буде предмет опорезивања, који плаћају корисници депоније, у виду посебне накнаде на земљиште, на ком се депонија налази.

Такође се предлаже увођење еко-накнаде за специфичне производе као што су амбалажа за пиће или пластичне кесе.

Други инструмент јесу казне за поступање са отпадом супротно закону. Очекује се да ће нови правни оквир и спровођење прописа донети побољшања.

Инструмент продужене одговорности произвођача за сопствене производе је добро познат у развијеним земљама. Његова суштина се огледа у обавези произвођача не само да прати производ, током употребе, док се налази код потрошача, већ и да по истеку употребног века, преузме производ од корисника, те да га упуту на рециклирање. У једној варијанти овог инструмента, врши се само сакупљање искоришћених производа, док у другој, постоји могућност плаћања одређене надокнаде потрошачу [Васиљевић, Тешић, Митровић, 2011].

Ова варијанта се често комбинује са праксом давања попушта за нови производ, под условом да се преда стари, искоришћени. Нови законски оквир препознаје овај инструмент. Утврђена је обавеза произвођача, као и увозника одређених производа који после употребе постају посебни токови отпада да плаћају накнаду Фонду. Ова накнада ће се користити за третман производа када постане отпад. Лица која имају дозволу за управљање отпадом ће вршити сакупљање и третман таквих производа и за ту услугу ће добијати накнаду из Фонда.

Такође се мора узети у обзир чињеница да цена некретнина у близини регионалних центара за управљање отпадом - регионалних депонија може имати мању вредност. У том случају потребно је власницима обезбедити надокнаду због смањења вредности некретнине.

Табела 2. Пројектоване количине отпада, изражене у хиљадама тона на годишњем нивоу, [Васиљевић, Тешић, Митровић, 2011]

Година	2010.	2014.	2019.
Комунални отпад	2451	2785	3268
Отпад из домаћинства	2084	2367	2778
Комерцијални и отпад из институција	367	418	490
Амбалажа	607	693	817
Биоразградив комунални отпад	1538	1747	2049
Опасан комунални отпад	25	28	33
Грађевински отпад и отпад од рушења	1000	1300	1700
Опасан индустријски отпад	100	150	200
Отпадно уље	50	54	59
Отпадне гуме	26	30	34
Батерије и акумулатори	27	29	32
Отпад од електричне и електронске опреме	30	35	40
Отпадна возила	93	106	124
Медицински отпад	49	52	56
Муљ из уређаја за пречишћавање комуналних отпадних вода	30	160	350
Отпад животињског порекла	277	296	321

Пројекти компаније током претходних година не би имали тако обиман ефекат да нису уједно радили на укључивању и повезивању најразличитијих организација широм Србије. Од идеје до реализације сарађује са домаћим и страним компанијама, институтима, привредним коморама, разним удружењима, државним установама, медијима и појединцима. На овај начин, омогућено је да порука о очувању заједнице, природних добара, доброј пословној пракси и неопходности рециклаже, буде пренет најширој јавности.

3.1. Превоз опасног отпада

Превоз одбачене електронске и електричне опреме, као и флуоресцентних лампи, врши се специјализованим теретним возилима регистрованим за АДР превоз, превоз опасних материја. Возач је сертификован за транспорт опасних материја. Припрему за превоз, утовар, претовар и истовар и комплетну манипулацију врше лица која су стручно оспособљена од Министарства унутрашњих послова.

Потребни подаци су [Васиљевић, Тешић, Митровић, 2011]:

- Спецификација опреме за рециклажу;
- Процењена тежина;
- Процењена запремина;
- Тачна адреса локације;
- Термин преузимања.

На основу ових података добија се детаљна понуда за транспорт материјала, са динамиком, релацијама, датумима и условима превоза.

3.2. Складиштење опасног отпада и сакупљачка мрежа

Након извршеног сортирања врши се третман и привремено складиштење рециклираних и нерациклираних компоненти. Компоненте које се не рециклирају (батерије, ЦРТ екрани, штампане плоче, процесори и др.) одлажу се у одговарајућој амбалажи у привременом складишту за нерацикловане компоненте према важећој законској регулативи. Послије сакупљених довољних количина појединих компоненти врши се њихово паковање и транспорт за извоз пошто у Србији тренутно не постоје прерађивачки капацитети за ове компоненте [Томић, Видаковић, Масларић, 2010].

Пројекти компаније током претходних година не би имали тако обиман ефекат да није радила и на укључивању и повезивању са најразличитијим организацијама широм Србије. Од идеје до реализације сарађује са домаћим и страним компанијама, институтима, привредним коморама, разним удружењима, државним установама, медијима и појединцима. На овај начин, омогућено је да порука о очувању заједнице, природних добара, доброј пословној пракси и неопходности рециклаже, буде пренијета најширој јавности.

3.3. Едукација

Свака компанија која послује у складу са друштвеном одговорношћу, значајан део свог пословања усмерила је на одржавање едукативне активности са циљем подизање свести и стварања еколошких навика.

Током 2008. године покренута је сарадња са Регионалном привредном комором Панчево и осталим коморама широм Србије, акција бесплатних едукативних конференција. Циљ акције је информисање уже и шире јавности о потреби рециклаже технолошког и осталог индустријског отпада, начинима рециклаже у Србији уз осврт на европску праксу и проблематику у Србији [Андрејић, Килибарда, 2010].

3.4. Рециклажа опасних материја отпада у земљама ЕУ

Опасне материје и отпад постао је проблем светских размера због две основне карактеристике [Васиљевић, Тешић, Митровић, 2011]:

- Опасан отпад садржи преко 1.000 различитих материјала, од којих су неки веома штетни и имају веома негативно дејство на основне елементе околиша (воде, земљиште, ваздух);
- Продукција опасног отпада има алармантну тенденцију повећања, првенствено због брзе застаре ових производа. Поправка ЕЕ уређаја и производа често је нерационална, па се једноставно замењује новом што је једноставније и често јефтиније.

Земље чланице су обавезне да [Андрејић, Килибарда, 2010]:

- Дају приоритет превенцији, поновном коришћењу и регенерисању отпада;
- Обезбеде да се отпад враћа у процес или одлаже а да се при том не угрожава људско здравље и животна средина;
- Забране неконтролисано одлагање отпада и осигурају да су активности управљања отпадом одобрене;
- Припреме планове управљања отпадом;
- Осигурају да трошкове одлагања сnose власници отпада у складу са принципом „загађивач плаћа“;
- Осигурају да су превозници отпада регистровани.

Постоји много различитих мгућности унапређења пословања компанија које се баве овом активношћу, и то са различитих аспеката. Да би унапредили своје пословање треба поћи од крајних корисника, о њиховом информисњу. Посебно треба да имају информације о:

- Захтевима за посебно сакупљање и сортирање ел. отпада (не одлагати електрични отпад као комунални);
- Систему прикупљања и повратка;
- Њиховој улози у доприносу поновне употребе, рециклаже и осталих облика обнове електронског и електричног отпада;
- Потенцијалним ефектима ел. отпада на животну средину и људско здравље.

У циљу минимизације расположивости, као несортираног комуналног отпада, важно је да сакупљање отпада буде на прави начин организовано. То се односи на прикупљање отпада који стиже из домаћинстава и од осталих корисника. Компанија која би се бавила овом активношћу би требала да :

- Успостави системе који омогућавају крајњим власницима и дистрибутерима електричних уређаја да врате свој електрични отпад без икакве накнаде. Такође треба да осигура приступачност и расположивост неопходних капацитета за сакупљање, нарочито узимајући у обзир густину насељености;
- Приликом испоруке новог производа, дистрибутери су обавезни да обезбеде повратак таквог отпада на бази "старо за ново" и то бесплатно за крајње власнике ових уређаја;

- Омогућава да се успоставе било индивидуалне било колективне повратне системе за ел. отпад само уколико су они у складу са циљевима;
- Омогући прикупљање ел. отпада изван домаћинства.

Сакупљање и транспорт морају бити изведени тако да оптимизирају поновну употребу и рециклажу оних компоненти или целих уређаја погодних за рециклажу односно поновну употребу. Испитивање потенцијала за поновну употребу би требало да буде што заступљеније како би се производи за поновну употребу послали адекватним каналима поновне употребе без икаквих штећења.

Како би смањили трошкове повратне логистике, предузећа морају да се фокусирају на неколико аспеката њихових повратних токова:

- Један од начина за смањење трошкова повратне логистике је да се смањи количина протока производа;
- Други од начина је када производи уђу у ток, требало би да буду што је брже могуће распоређени.

Елементи који су од виталног значаја за добру повратну логистику су [Томић, Видаковић, Масларић, 2010]:

- Пријемно одељење за прелиминарни преглед и анализу враћених производа или амбалаже;
- Скраћивање трајања циклуса обраде враћених производа или амбалаже;
- Информациони систем повратне логистике;
- Центри за пријем враћених производа и амбалаже;
- Елиминисање повраћаја;
- Поновна производња и фарбање;
- Обнављање средстава;
- Преговарање;
- Управљање финансијама;
- Кооперација.

Проблеми који се јављају у управљању повратном логистиком су следећи [Васиљевић, Тешић, Митровић, 2011]:

- Враћање производа или амбалаже се дешава брже него њихово рециклирање или уништавање;
- Велика количина враћених производа или амбалаже се држи у складиштима;
- Неидентификовани или неауторизовани враћени производи или амбалажа;
- Временски дуг процес прераде враћених производа / амбалаже;
- Немогућност одређивања тачне вредности укупних трошкова повратне логистике;
- Пословни партнери и купци су изгубили поверење у активности поправке враћених производа.

4. Закључак

Опасан отпад представља карактеристичну врсту отпада, посебно последњих година, управо због тога што овај отпад из године у годину све више расте, и његова велика количина тако утиче на животну средину.

Потрошачи изнова желе нове производе са најновијим функцијама. Чак иако постојећи производ обавља добро своју функцију, опасна опрема се стално алармантно замењује новим технологијама. Постоје подаци застаревања опасног материјала, на пример, просек трајања рачунара је само 2,5 година. Многи корпорације су буџетом одредиле проценат опреме која се замени годишње. Такође, бројне компаније обезбеђују комплетну замену свих рачунарских система у року од четири године. Износ електронског отпада због замене застарелих или нежељене електронске наставља да расте. Опасан отпад је постао глобални проблем који погађа како развијена тако и неразвијене земље.

Због опасног састава електронског и електричног отпада, потребно је да постоје посебне депоније. Локалне, државне и националне владе су, такође, прописале законе у којима ограничавају или забрањују опасан отпад на било којим депонијама. Управо та ограничења, где да се постави нежељени и опасни отпад, су дала повод многим експозитурама које се баве разлагањем и рециклирањем ове врсте отпада, за законску организацију истог.

5. Литература

Стратегија управљања отпадом за период 2010-2019. године, ("Сл. гласник РС", бр. 29/2010), 2010.

Carter, C.R., Ellram, L.M. (1998). "Revers logistics: a review of the literature and frame work for future investigation", Journal of Business Logistics 19, 4.

Giuntini, R., Andel, T., (1995), "Reverse logistics role models", "T&D".

Видовић, М., (2006), "Логистика отпадних материјала и повратних средстава", Саобраћајни факултет, Београд.

Регодић Д., (2010), "Логистика", Универзитет Сингидунум, Београд.

Ратковић Б., Видовић М., Бјелић Н., Поповић Д., (2010), "Оптимизација процеса сакупљања у повратној логистици опасних производа", Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет, 18.

Васиљевић М., Тешић М., Митровић Б., (2009), "Примјена реверзне логистике у рециклажи електронског отпада у компанији „Бис“", Универзитет у Источном Сарајеву, 72.

Тадић С., Зечевић С., (2010), "Јавно-приватно партнерство у логистици и интермодалном транспорту", Саобраћајни факултет, Универзитет у Београду, 88.

Видаковић М., Томић И., Масларић М., (2001), "Избор оптималног транспортног ланца: студија случаја", Факултет техничких наука, Нови Сад.

Андрејић, М., Килибарда, М. (2010). "Мерење и побољшање ефикасности логистичких система", Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет.

Ћурчић С., Милуновић С., Шерифи В., (2010), "Концепт управљања чврстим комуналним отпадом у сагласности са европским директивама", Технички факултет, Чачак, 27.

Bostel, N., Dejax, P., Lu Z. (2005) "The design, planning and optimization of reverse logistics systems": a review.- In: A. Langevin and D. Riopel. (eds.): Logistics systems: Design and Optimization, Springer, p. 171-212.

Teixeira, J., Antunes, A. P., Sousa, J. P. (2004). "Recyclable waste collection planning—a case study". European, Journal of Operational Research, p. 543-54.

Beullens, P. (2001). "Location, process selection, and vehicle routing models for reverse logistics". - Ph.D. thesis, Katholieke Universiteit Leuven, Belgium.

Poot, A., Kant, G., Wagelmans, A. P. M.: (2002). "A savings based method for real-life vehicle routing problems". Journal of the Operational Research Society, p. 57-68.

Krikke, H., le Blanc, I., van Krieken, M., Fleuren, H. (2008). "*Low-frequency collection of materials disassembled from end-of-life vehicles.*" - International Journal of Production Economics, p. 209-228.

Erkut, E., Tjandra, S., Verter, V., (2007), "*Hazardous Materials Transportation*" Chapter 9 in: C. Barnhart and G. Laporte (Eds.), Handbook in OR & MS, Vol. 14, Elsevier B.V.

Morrell, D. (1984). "*Siting and the Politics of Equity*". Hazardous Waste, 555-571.

Current J., Ratick S. (1995) "*A model to assess risk, equity and efficiency in facility location and transportation of hazardous materials*", Location Science. Vol. 3. No. 3, 187-201