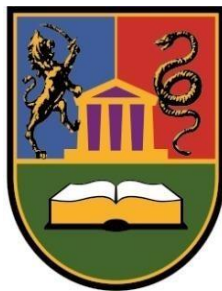


Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Урбано инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Предмет: Технологија рециклаже

Број индекса: 905/2016

Катарина Г. Вуковић

Рециклажа аутомобила

Дипломски рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Богдан Недић - ментор
2. _____
3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____



Универзитет у Крагујевцу
Факултет инжењерских наука



Основне студије: **Урбано инжењерство**

Студијско подручје (усмерење): **Урбано инжењерство**

Име и презиме: **Катарина Вуковић**

Број индекса: **905/2016**

ПРИЈАВА ДИПЛОМСКОГ РАДА

Тема рада: **Рециклажа аутомобила**

Задатак: У оквиру дипломског рада потребно је да кандидат изврши прикупљање и систематизацију података о рециклажи аутомобила са посебним акцентом на садржај материја и поступке њихове рециклаже. У посебном делу рада извршити истраживања обима, врсте и примењених технологија за рециклажу аутомобила на територији града Крагујевца.

Дипломски рад треба да садржи следеће целине:

1. Уводна разматрања,
2. Материјали у саставу аутомобила,
3. Селекција материјала у саставу аутомобила,
4. Технологије и опрема за рециклажу аутомобила,
5. Истраживања третмана аутомобилског отпада на територији града Крагујевца,
6. Закључци,
7. Литература.

Ментор:

Др Богдан Недић, редовни професор

Крагујевац, 13.03.2020.

Резиме

Процењује се да је у свету у саобраћају тренутно око милијарду возила, а само у земљама Европе из употребе изађе више од 10 милиона дотрајалих возила годишње и овај број возила се из годину у годину повећава услед бројних фактора. Из овог разлога је нужно пронаћи начине за третирање ове врсте отпада уз његово максимално искоришћење. То је више него довољан разлог да решавање питања „ELV“-а и њихова рециклажа буде приоритет сваке земље.

Овај рад представља осврт на утицај „ELV“ возила на животну средину и на важност минимизације овог утицаја. Као најбољи вид искоришћења ове врсте отпада и смањења еколошког трага које ова индустрија неминовно оставља, предлага се рециклажа возила.

Рад садржи осврт на законску регулативу Европске Уније и Републике Србије при управљању аутомобилсим отпадом, као и уобичајену праксу рециклаже на овим подручјима. Практичан део рада представља теренско истраживање стварних рециклажних пракси у Крагујевцу и околини.

Кључне речи: рециклажа аутомобила, отпадна возила, аутомобилски отпад, рециклабилни материјали

Abstract

It is estimated that there are currently about a billion vehicles in traffic in the world, and in European countries alone, more than 10 million worn-out vehicles go out of use every year, and this number is increasing from yearly due to numerous factors. For this reason, it is necessary to find ways to treat this type of waste with its maximum utilization. This is more than enough reason to address the issue of ELV and their recycling to be a priority for every country.

This paper presents a review of the impact of ELV vehicles on the environment and the importance of minimizing this impact. As the best way to use this type of waste and reduce the ecological trace that this industry inevitably leaves, vehicle recycling is proposed.

The paper contains a review of the legislation of the European Union and the Republic of Serbia in the management of automotive waste, as well as the usual practice of recycling in these areas. The practical part of the paper is a research of actual recycling practices in Kragujevac and its surroundings.

Keywords: car recycling, End-Of-Life Vehicle, automotive waste, recyclable materials

Садржај

1. УВОД	1
2. АУТОМОБИЛСКА ИНДУСТРИЈА	3
2.1. Производни процеси у аутомобилској индустрији.....	4
2.2. Материјали на аутомобилу	5
3. РЕЦИКЛАЖА	7
4. ЖИВОТНИ ЦИКЛУС АУТОМОБИЛА.....	9
4.1 Циљеви у управљању животним циклусом возила	10
5. END-OF-LIFE („ELV“) ВОЗИЛА И НАЧИНИ УПРАВЉАЊА ОТПАДОМ ИЗ „ELV“ ВОЗИЛА	12
6. ЗАКОНСКА РЕГУЛАТИВА ПРИ УПРАВЉАЊУ „ELV“ ОТПАДОМ	15
6.1. Законска регулатива Европске уније	15
6.2. Законска регулатива у Републици Србији	16
7. РЕЦИКЛАЖА И МЕТОДА РЕЦИКЛАЖЕ ОТПАДНИХ („ELV“) ВОЗИЛА	18
8. ТЕХНОЛОШКИ ПРОЦЕСИ ПРИ РЕЦИКЛАЖИ „ELV“ ВОЗИЛА.....	22
9. ОБНАВЉАЊЕ МАТЕРИЈАЛА	26
9.1. Метал.....	26
9.2. Пластика	28
9.3. Стакло	32
9.4. Уља и отпадне течности	33
9.5. Пнеуматици.....	33
9.6. Композитни материјали	35
10. РЕЦИКЛАЖА ОТПАДНИХ ВОЗИЛА У СВЕТУ	36
11. РЕЦИКЛАЖА ОТПАДНИХ ВОЗИЛА У ЕВРОПСКОЈ УНИЈИ	38
12. РЕЦИКЛАЖА ОТПАДНИХ ВОЗИЛА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ	40
13. ПРАКСА РЕЦИКЛАЖЕ ВОЗИЛА У КРАГУЈЕВЦУ И ОКОЛИНИ	43
14. ЗАКЉУЧАК	50
15. ЛИТЕРАТУРА	52

1. УВОД

Моторна возила представљају савремена технолошка достигнућа. Возила утичу на сваку сферу живота модерног човека, убрзавају живот, смањују дистанце и чине све доступним. Она су на неки начин манифест цивилизацијског напретка, јер аутомобилска индустрија прати нова научна открића и чак их некада и иницира. Међутим, поред тога што представљају савршенство модерног доба, возила представљају и велики изазов када је у питању управљање отпадом, будући да су материјали на једном возилу различитог порекла и састава. Други аспект проблема је тренд повећања броја возила која се свакодневно одбацују, чему су узрок све повољније цене возила, услед повећања обима производње. Ово је проблем са којим се суочава цео свет и одговор на повећање количине аутомобилског отпада је нужан.

Аутомобилска индустрија је покретач развоја националних привреда и интегратор савремених достигнућа из области технике, технологије и готово свих других научних дисциплина. Са друге стране, аутомобилска индустрија је значајан потрошач сировинских и енергетских ресурса, а такође и битан учесник у деградацији животне околине. Са почетком масовне производње аутомобила и стварања отпада из возила, почела је и потрага за савесним и адекватним начинима да се очува животна средина ради неутрализације свих врсти загађења које моторна возила доносе. Стога је управљање животним циклусом возила значајан аспект у данашњој, а нарочито будућој аутомобилској индустрији.

Данас светом кружи око једне милијарде путничких аутомобила, а тај број ће се додатно увећати уколико се нова тржишта буду ширила досадашњим темпом. Возила се морају стварати, користити и обнављати уз пуну компатибилност са законима природе. Током последњих неколико деценија аутомобилска индустрија са све већом пажњом дефинише еколошке квалитете својих производа. Очекивање да сваки производ буде еколошки прихватљив, захтева да се још у почетној фази производње аутомобила произвођачи ослањају на нове материјале. Током конструисања сваки део и сваки склоп морају бити видно означени тако да се лако идентификују, и после употребе раздвоје ради лакшег увођења у поновну употребу или рециклажу.

Рециклажа се примењује ради остваривања економске добити и смањења загађења, а самим тим очувања животне средине. Употреба рециклираних материјала штеди природне ресурсе и енергију, ствара мање загађење ваздуха и воде него што би то био случај при производњи и примени примарних сировина. Рециклажом се смањује потребан простор за одлагање, отварају се нова радна места у компанијама које се баве сакупљањем, производњом и дистрибуцијом секундарних сировина и штеде значајне количине ресурса.

Рециклажа аутомобила и формирање савесног и одрживог система збрињавања отпадних возила су теме о којим ће се у овом раду говорити, а које представљају један од највећих проблема са којима се аутомобилска индустрија сусреће, а која у огромној мери може утицати на појединца и животну средину. Због тога је проналазак решења ових проблема од круцијалног значаја за развитак здравијег, еколошки и економски освешћеног и одрживијег света у ком живимо.

У првом делу овог рада биће речи о значају аутомобилске индустрије, о производним процесима у оквиру ње, као и о главном продукту аутомобилске индустрије – аутомобилу. Анализиран је животни циклус аутомобила, сфере и начини генерисања аутомобилског отпада и значај рециклаже као јединог исправног начина збрињавања тог отпада.

У другом делу осврт је на законској регулативи како у свету и Европској Унији, тако и у Републици Србији, којом се регулишу токови отпада и прописују мере за одлагање и могући третман аутомобилског отпада.

Даље, детаљно се обрађује тема технологија и процеса приликом рециклаже отпадних аутомобила, као и на метода и пракса збрињавања и третмана свих материјала који у највећем проценту чине моторно возило.

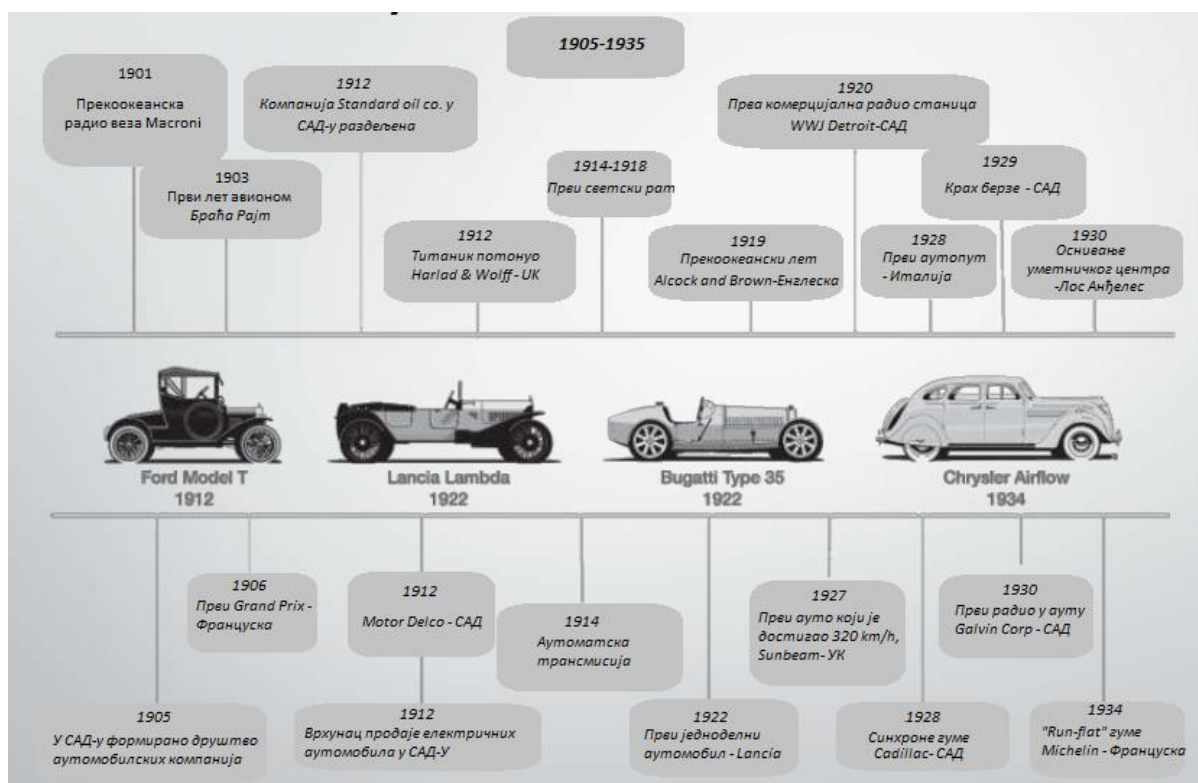
Рециклажа возила у свету, Европској Унији и Републици Србији јесте нешто што треба поредити како би се примениле боље и савременије методе приликом третмана аутомобилског отпада, али и како би се променила свест појединца о значају и улози рециклаже. Детаљније о стању и пракси рециклирања возила на овим подручјима речено је у поглављима 10, 11 и 12.

За крај рада, одрађен је практичан део који представља теренско истраживање стварних рециклажних пракси у Крагујевцу и околини.

2. АУТОМОБИЛСКА ИНДУСТРИЈА

Аутомобилска индустрија укључује све оне компаније и активности које се баве производњом моторних возила, као и производњу већине компоненти, као што су мотори и каросерије, али искључујући гуме, батерије и гориво. Главни производи ове индустрије јесу путнички аутомобили и лаки камиони. Комерцијална возила, тј. доставна возила и велики транспортни камиони, иако су важни за индустрију, представљају секундарни производ (који се често називају и полупроизводи).

Аутомобилска индустрија представља главну индустријску и економску силу широм света. На годишњем нивоу у просеку производи око 70 милиона аутомобила и камиона, а они су одговорни за скоро половину светске потрошње нафте. Индустрија запошљава четири милиона људи директно, и још много индиректним путем. Аутомобилска индустрија има тесне везе са индустријама добављача, што јој даје значајну улогу у економском развоју и има снажан утицај на политичкој сцени. Упркос чињеници да многе велике компаније имају проблема са прекомерним капацитетом и ниском профитабилношћу, аутомобилска индустрија задржава врло велики значај у савременом свету [9].



Слика 1. Графички приказ великих догађаја у свету и аутомобилској индустрији [8]

Историја аутомобилске индустрије, иако кратка у поређењу са многим другим индустријама, има највећи утицај на историју 20. века. Иако је аутомобил настао у Европи крајем 19. века, Сједињене Државе су у потпуности доминирале светском индустријом у првој половини 20. века због нове технике масовне производње. У

другој половини века ситуација се нагло променила јер су западноевропске земље и Јапан постали главни произвођачи и извозници.

Под утицајем глобализације, која је аутомобилску индустрију захватила пре многих других, знатно се повећала конкуренција како у производњи тако и у продаји возила. Повећање броја произведених аутомобила и смањење њихове цене ради веће продаје постиже се пресељавањем постојећих и/или изградњом нових фабрика у земљама са јефтином радном снагом, које истовремено представљају и велико потенцијално тржиште. Те земље, посебно оне које дуже време одржавају константан привредни раст – на пример Бразил, Индија, Индонезија, Иран, Кина, Мексико, Русија, Тајланд, Турска – али и многе друге, велики значај придају развоју ауто-индустрије. Оне више нису, као до сада, само голо тржиште, већ су постале и значајан учесник у производњи и продаји возила, како на унутрашњем тако и на светском тржишту [7].

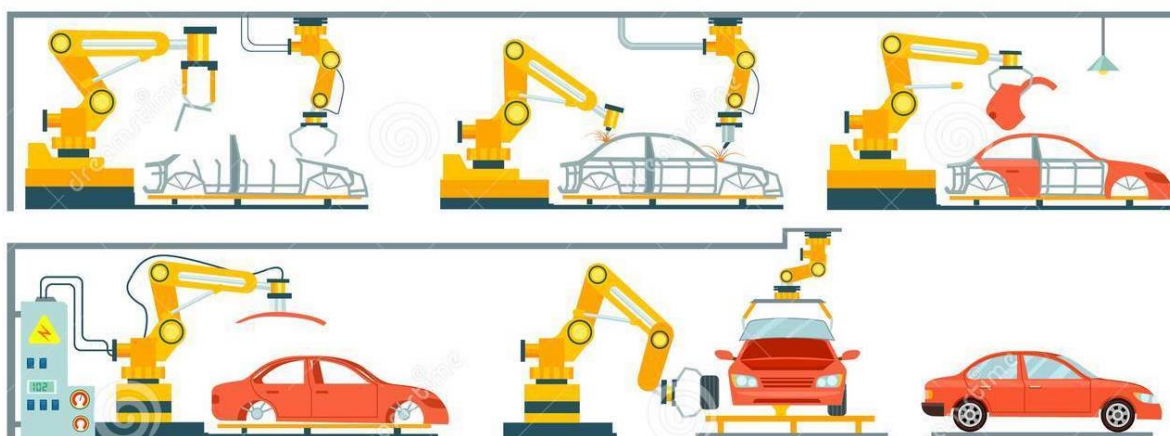
Тренд консолидације у индустрији је већ примећен. У свакој од главних земаља произвођача, производња моторних возила је у рукама неколико веома великих фирми, а мали независни произвођачи су практично нестали. Основни узрок овог тренда је масовна производња, која захтева велика улагања у опрему и алате и стога је изводљива само великим организацијама. Једном када се техника успостави, резултирајућа економија даје великој компанији предност у командном положају, под условом да тржиште може примити велики број возила која су произведена како би инвестиција била исплатива.

2.1. Производни процеси у аутомобилској индустрији

Већина нових светских аутомобила долази из покретне монтажне линије коју је први, у 20. веку увео Форд, али је тај процес данас много прецизнији и разрађенији. Први захтев овог процеса је детаљно контролисан проток материјала у постројењу. Ниједна компанија не може себи да приушти простор или довољно финансија за складиштење делова и компоненти потребних у процесу производње за продужени период. Сваки и најмањи проблем или прекид у протоку материјала брзо зауставља производњу. Форд је предвиђао организацију у којој ниједан предмет никада не би требало да буде у стању мировања, од тренутка извлачења сировине до комплетирања возила, међутим, то је идеја која још увек није остварена.

Потреба за пажљивом контролом протока материјала је подстицај за аутомобилске фирме да производе сопствене компоненте, понекад директно, али чешће преко сарадника. Гуме, батерије и инструменти командне табле се углавном набављају из спољних извора. Производња новог модела такође захтева сложене алате, а што је већа производња, то су потребни све више специјализовани алати у које произвођач мора бити спреман да уложи.

Сам поступак монтаже има прилично уједначен образац широм света (слика 2). По правилу постоје две главне монтажне линије, то су каросерија и шасија. Прво су каросеријски елементи заварени заједно, врата и прозори су уграђени, а тело је обојено и обложено. На другој линији се постављају опруге, точкови, управљачки механизам и погонски склоп (мотор, мењач, погонска осовина и диференцијал), затим кочнице и издувни систем. Две линије се спајају на месту на коме је аутомобил готов, осим мањих предмета и неопходних испитивања и прегледа. Варијација овог процеса је „неинтегрисана“ конструкција, где се тело и оквир састављају као једна целина. Већина путничких возила данас се производи овом методом, а већина камиона и комерцијалних возила још увек има засебан оквир.



Слика 2. Поједностављен приказ једне монтажне линије [10]

Монтажне линије су детаљно усавршене системима аутоматске контроле, машинама за пренос, рачунарски вођеним роботима за заваривање и другом аутоматизованом опремом која је заменила многе ручне операције. Компанија 'Ostin Motors' у Британији је пионир са својим аутоматским машинама за пренос конструисаним 1950. године. Прва велика аутоматизована инсталација у Сједињеним Државама била је фабрика мотора 'Ford Motor Company' која је у производњу ушла 1951. године. Универзални облик аутоматске контроле користио је рачунаре за планирање монтаже тако да се на истој линији могу програмирати различити стилови. То је омогућило широк избор у стиливима каросерије, обрасцима точкова и комбинацијама боја које се могу понудити корисницима [7].

2.2. Материјали на аутомобилу

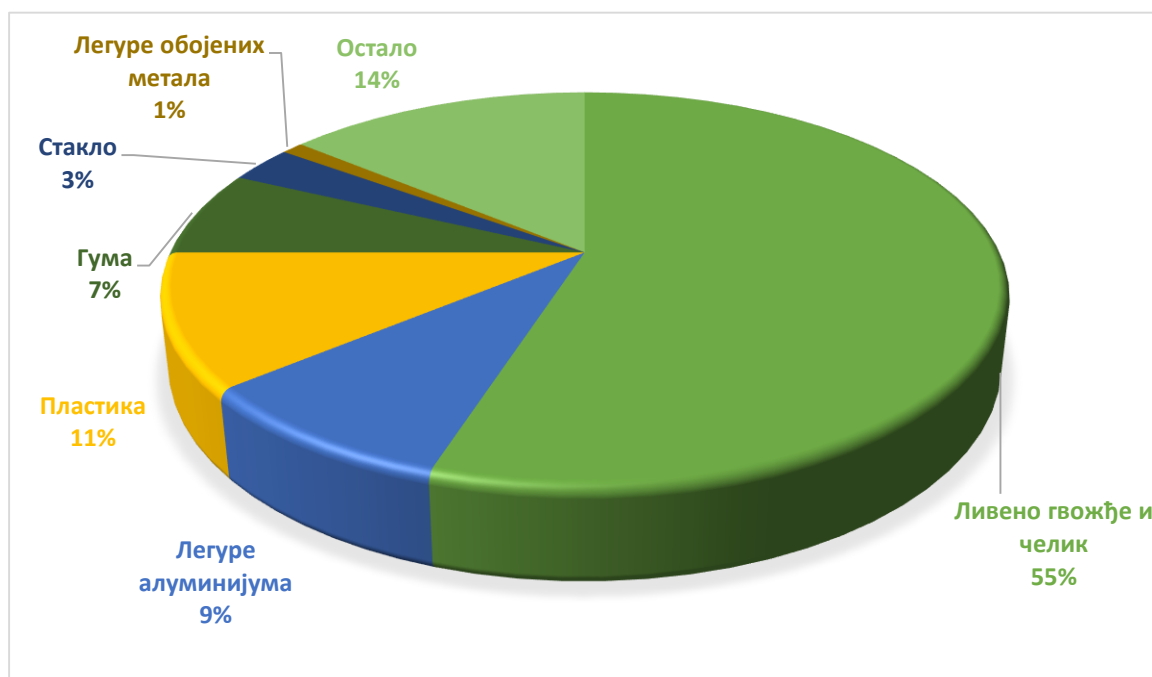
Перформансе аутомобила се стално побољшавају, мотори постају ефикаснији, каросерија је све аеродинамичнија, мењач је побољшан, отпор котрљања гума је смањен и тд. Приликом стварања аутомобила врло је важно што више редуковати његову масу. Ово омогућава одржавање основних карактеристика аутомобила користећи мање снажне моторе који троше мање горива и емитују мање штетних материја у атмосферу. Поред тога, инерција аутомобила се смањује и за његово

убрзавање или кочење је потребно употребити мање енергије. Смањивање тежине аутомобила такође смањује оптерећење на осовинама што утиче на дужи животни век аутомобила [17].

Смањивање тежине аутомобила произилази из потребе да се користе нови, лакши, али прилично издржљиви материјали који су због свих својих предности обично и скупљи.

Лагане конструкције се све више користе у аутомобилском, ваздухопловном и грађевинском сектору јер се њиховом употребом, због материјала мање густине, смањује укупна тежина производа. То може резултирати знатним уштедама горива и нижој емисији штетних гасова приликом транспорта [12].

Више од половине укупне масе модераног аутомобила чине делови од ливеног гвожђа и челика (55%), око 11% аутомобила заузима пластика, затим легуре алуминијума (9%); гума (7%) и стакло (3%). Удео обојених легура (магнезијум, титанијум, бакар и цинк) не прелази 1%. Остали материјали попут лакова, боја, електричних жица, обложених материјала, итд. чине 13,5% аутомобила (слика 3).



Слика 3. Удео различитих материјала у модерном аутомобилу [11]

3. РЕЦИКЛАЖА

Рециклажа представља скуп активности којима се обезбеђује поновно коришћење отпадних материјала. Рециклажом се постижу следећи стратешки циљеви:

- Штедња сировинских ресурса - сви материјали потичу из природе и има их у ограниченим количинама,
- Штедња енергије - смањена потрошње енергије у примарним процесима, а добија се додатна енергија сагоревањем материјала који се не рециклирају,
- Заштита животне средине - отпадни материјали деградирају животни амбијент, па се рециклажом штите природа и животна средина,
- Отварање нових радних места - процеси у рециклажи материјала подразумевају улагање знања, искуства и рада, што ствара потребу за радним местима.

У погледу могућности поновног искоршћења, материјали могу бити:

- *Рециклабилни* - могу се искористити поновним враћањем у процес производње,
- *Нерециклабилни* - не могу се вратити у процес и користе се за добијање енергије спаљивањем или се на еколошки безбедан начин складиште,
- *Опасни* (хазардни) - материјали који су штетни за човека и животну средину,
- *Безопасни* - материјали који нису штетни по човека и животну средину.

По начину враћања материјала у примену, рециклажа може бити:

- Примарна рециклажа - Припремљени отпадни материјал се користи за производњу производа исте намене, у потпуности или као додатак примарном материјалу;
- Каскадна рециклажа – Примењује се при изради производа нижег степена квалитета или код репарације коришћених производа ради њихове поновне употребе;
- Реконверзија енергије - Сагоревањем нерециклабилних материјала;
- Секундарна рециклажа – Подразумева поступке којим се конвенционално нерециклабилни или хазардни отпад прерађује новим технологијама максимално могућег искоришћења (депоновања)

Рециклажа се може спроводити у више фаза животног века производа. **Рециклирање у фази производње** је најједноставније извести због лакшег сакупљања, идентификације, сортирања и транспорта отпада. Отпад сакупљен у овој фази производа се категоризује као секундарна сировина и као таква се даље третира у постројењу за производњу материјала.

Рециклирање током животног века производа подразумева рециклажу или поновно коришћење отпада који настаје као последица одржавања и сервисирања

производа. Поновно коришћење представља најбоље решење за дотрајале делове и склопове возила, који се могу опет користити након или без додатне прераде као резервни делови. Делови се могу преузети са возила и као такви користити, за исту или неку другу намену, или могу проћи кроз процес репарације, који може подразумевати наваривање, чишћење, премазивање регенеративним слојевима и потенцијалну поправку.

Рециклажа након употребе, тј. на крају животног века производа обухвата уклањање дотрајалог производа и, уколико је то могуће, све третмане отпада који се у овој фази спроводе. У овој фази настаје највећа количина отпада. Као последица управо те количине отпада, али и распрострањености производа и различитих места коришћења, отпад у овој фази је и најтеже сакупити. Изазов може представљати и разноврстан састав материјала производа, те отежано разврставање и рециклирање. Од круцијалног значаја је развој ефикасних логистичких система за сакупљање отпада, који у великој мери може помоћи при даљем рециклирању. Важно је унапредити свест људи о значају рециклирања како по животну средину, тако и по општи развој.



Слика 4. Reduce-Reuse-Recycle [28]

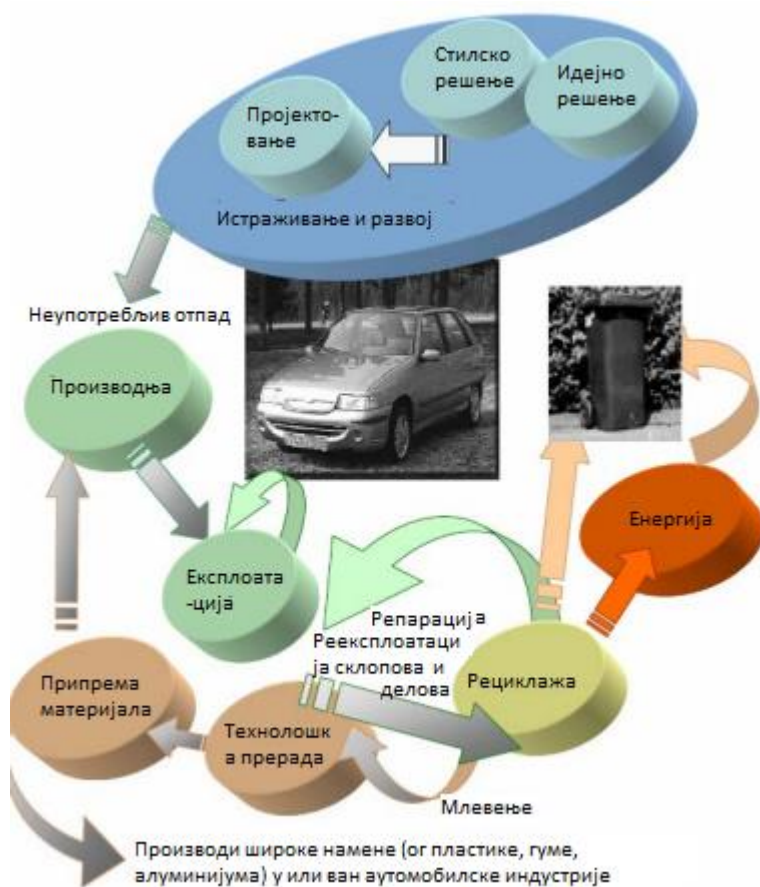
4. ЖИВОТНИ ЦИКЛУС АУТОМОБИЛА

Животни циклус моторног возила чине четири основне фазе:

- Истраживања и развој (C-1),
- Производња (C-2),
- Коришћење (C-3),
- Рециклажа „ELV“¹ возила (C-4).

Прва фаза (C-1) обухвата све истраживачке и развојне процесе везане за области тржишта, производа, технологија, пословне стратегије и тд. Фаза развоја представља подршку знања у читавом циклусу. Фаза производње (C-2) укључује широки спектар производних процеса, почев од производње делова и склопова, до израде комплетног аутомобила. Фаза коришћења аутомобила (C-3) интегрише све претпродајне и постпродајне процесе, тј. пропагандне активности, продају, сервисирање, комуникацију са купцима и друго [33].

По истеку животног века аутомобила, почиње фаза рециклаже искоришћених возила, која укључује све процесе поступања са „ELV“ возилима, као што су: расклапање, припрема материјала за поновну употребу кроз различите врсте технолошких третмана, испоруку делова за поновну уградњу, испоруку материјала за производњу нових производа и енергије и отпрему до складишта некорисног отпада.



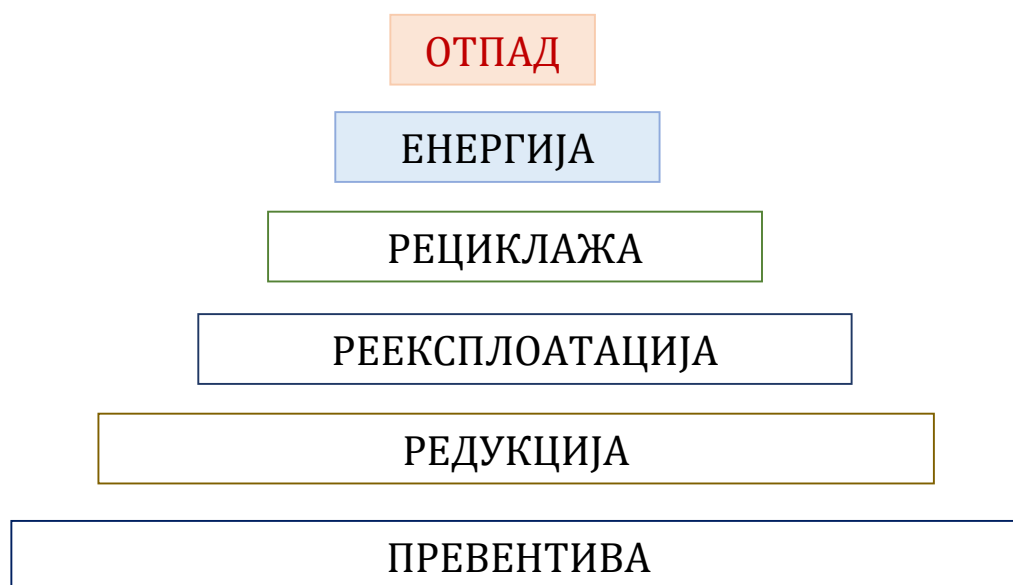
Слика 5. Животни циклус возила [33]

¹ "ELV" (End-of-live vehicle) - возила која су завршила свој животни век и која се као таква одбацују

Материјал који се не може искористити враћањем у циклус, мора бити трајно ускладиштен сагласно прописима, на одговарајућој депонији. Основни модел аутомобилског циклуса чине субјекти и учесници који су повезани кружним материјалним и нематеријалним токовима. Имплементацијом фазе рециклаже „ELV“ - а врши се оптимизација целокупног циклуса.

4.1 Циљеви у управљању животним циклусом возила

Основни циљеви при управљању животним циклусом возила могу се дефинисати хијерархијом приказаном на слици 6.



Слика 6. Основни циљеви при управљању животним циклусом возила [33]

- **Превентива** представља и темељ пирамиде и први циљ коме треба тежити. Одговарајућим дизајном аутомобила (конструктивна решења, избор материјала), као и пројектовањем адекватних технолошких процеса стварају се услови за дужи животни век возила, као и за минимизирање трајног отпада у фази коришћења и по истеку животног века возила.

- **Редукција** је следећи ниво пирамиде и следећи циљ по важности. Он се, такође, обезбеђује у фази развоја аутомобила и технологија, али и у току фазе производње и коришћења, кроз смањење количина материјала, нарочито опасних и штетних по животну средину.

- **Реексплоатација** као наредни циљ подразумева враћање делова истрошених возила у фазу експлоатације, у свом затеченом стању или након репарације, односно кроз низ процеса којима се омогућава да се део користи за исту намену.

- **Рециклажа** је припрема материјала и њихово враћање у циклус производње. Тако припремљени материјали користе се за производњу нових делова за возила и/или за израду неких других производа.

- **Енергија** је последњи употребљиви слој пирамиде, који се односи на експлоатацију топлоте ослобођене сагоревањем материјала који се не могу вратити на поновно коришћење у облику делова и не могу се употребити за нову производњу, а при томе су погодни за добијање топлотне енергије.

- **Отпад** је једини део који не може да се експлоатише и као такав не припада пирамиди циљева у управљању животним циклусом возила, већ представља нециљани и нежељени продукт на крају „ELV“ ланца, тј. некорисни отпад. Због тога, количине материјала које ни на један од наведених начина није могуће искористити, морају бити што мање. Њихово складиштење мора бити извршено сагласно прописима.

5. END-OF-LIFE („ELV“) ВОЗИЛА И НАЧИНИ УПРАВЉАЊА ОТПАДОМ ИЗ „ELV“ ВОЗИЛА

Возила која су завршила свој животни век („ELV“ возила) су моторна возила која су категорисана као отпад. Њихове компоненте и материјали такође се класификују као отпад. Отпад представља све оно што се одбацује, намерава да се одбаци или оно што из одређеног разлога мора бити одбачено. Ово укључује и материјал који се шаље на рециклирање или поновну употребу. Начини збрињавања отпада из „ELV“-а су приказани на слици 7.

Постоје две широке категорије „ELV“ возила [14]:

- *Преурањени „ELV“-ови* који су заправо новији аутомобили, али су оштећени приликом саобраћајне несреће,
- *Стара истрошена возила* која су достигла крај свог животног века, технички или економски.

Отпад из „ELV“-а може се сакупљати или одлагати на депонији, тј. неутрализовати без економске користи. У погледу заштите животне средине, бриге о природним ресурсима, као и из економских разлога, најприкладније је третирати отпад тако да води ка опоравку и поновном коришћењу.

„ELV“ отпад			
Опоравак			Депонованье
Рециклажа		Обнова енергије	
Рециклажа производа	Рециклажа материјала		

Слика 7. Начини збрињавања отпада из „ELV“-а

Опоравак подразумева коришћење делова и подсклопова (директно или након регенерације) као резервних делова или обнављање материјала или енергије садржане у отпаду. Подељен је на рециклажу и поновно коришћење енергије.

Рециклирањем се означава прерада отпада ради добијања супстанци или материјала њихове примарне или неке друге примене, осим за рециклирање енергије и рециклирање материјала који се користе као гориво. Могу се разликовати две основне врсте рециклаже: рециклирање производа и рециклирање материјала. Подела се врши на основу нивоа обраде материјала.

Рециклирање производа састоји се у поврату „ELV“-а делова и подсклопова који су у добром стању. Делови сакупљени на овај начин постају резервни делови (слика

8). Ово је поступак који се састоји од провере, чишћења и (опционо) поправке у оквиру којег су производи који су некада били отпад припремљени за поновну употребу. Неки од делова или подсклопова могу се поново користити одмах након уклањања из „ELV”-а без потребе за враћањем њихових техничких параметара. У другим ситуацијама, то је неопходно како би се регенерисали делови не би ли им се вратила функционалност до нивоа сличног или идентичног оног на ком су нови производи. То се врши комбинацијом процеса попут демонтаже, наношења регенеративних слојева, обнављања подкомпоненти, поправке и уградње.



Слика 8. Делови и подсклопови једног аутомобила [29]

Рециклирање материјала састоји се од претварања у сировине делова и подсклопова који се не могу даље користити у рециклирању производа. У Европској унији, ово представља преферирани облик обраде отпада, али је то технички, организационо и економски најтежи облик рециклирања. Предности поновне употребе материјала нису само мањи утицај на животну средину услед одлагања отпада на депоније, већ и заштита необновљивих извора и очување енергије. Уштеда енергије која је резултат опоравка, у поређењу са енергијом која се користи за добијање метала из њиховог примарног извора је у опсегу од 60% до 95%. На пример, за производњу 1 kg базног уља из регенерисаног коришћеног уља потребно је око 1/3 мање енергије него за производњу истог из сирове нафте. Најефикасније је рециклирање алуминијума који осигурава уштеду преко 95% енергије потребне за производњу овог метала из његовог примарног извора боксита, чиме се смањује емисија гасова са ефектом стаклене баште за 95%. Уштеда енергије по материјалима при рециклажи аутомобила приказана је у табели 1.

За производњу једне тоне челика из примарних ресурса потребан је унос енергије од приближно 20 GJ, док се рециклирањем челика штеди до 75% ове енергије.

Табела 1. Уштеда енергије по материјалу при рециклажи аутомобила [24]

Компоненте	Уштеда енергије %
Алуминијум	95
Бакар	85
Челик и ливено гвожђе	74
Олово	65
Цинк	60
Термопластични полимери	60
Уља	33

Материјали садржани у „ELV”-у подложни су обнови или неутрализацији (одлагању на депоније) или, делимично, оба ова процеса.

6. ЗАКОНСКА РЕГУЛАТИВА ПРИ УПРАВЉАЊУ „ELV“ ОТПАДОМ

6.1. Законска регулатива Европске уније

Моторна возила постоје нешто више од сто година, међутим, због брзог развоја аутомобилске индустрије и масовне производње аутомобила, број возила у употреби се из године у годину повећава. Ово резултира и порастом броја отпадних возила. Процењује се да се у Европи сваке године појави око три до четири милиона аутомобила који су завршили свој животни век.

Глобална и све присутнија брига о заштити животне средине је широм света довела до усвајања низа законодавних мера, које су утицале да се пословна филозофија у скоро свим индустријским гранама значајно измени. Светска аутомобилска индустрија се почетком овог миленијума нашла пред изазовима услед ступања на снагу прво „ELV“ директиве“ Европске Уније, а затим и јапанског „Закона о рециклажи возила на крају животног циклуса“.

У намери да се значајније смањи количина отпада који стварају возила на крају животног циклуса, Европски парламент је усвојио 2000/53/ЕС директиву, познатију као „ELV“ директива, 2000. године. Ова директива је снажно утицала на то да ток возила на крају животног циклуса привуче велику пажњу јавности и довела до развоја многих технолошких решења намењених ефикаснијој рециклажи и обнављању возила, која у противном не би ни постојала.

Појава несавесног одбацивања возила на крају животног циклуса ствара велике проблеме за индустрију рециклаже возила, јер може проузроковати њен рад смањеним капацитетом. Узроци ове појаве су: значајно смањење цене отпадног метала, пораст броја половних возила у употреби и велики трошкови даљег одржавања возила.

Директива о искоришћеним возилима („Директива 2000/53/ЕС“) има за циљ:

- Смањити количину отпада од возила када она заврше свој животни век,
- Ограничити употребу опасних материја и повећати удео рециклираних материјала при производњи возила,
- Подстаћи произвођаче да дизајнирају возила чија ће се рециклажа једносатавније спроводити и чији се делови поново могу користити.

Ова директива произашла је из Директиве о отпаду 75/442/ЕЕС из 1975. и Директиве о опасном отпаду 91/689/ЕЕС из 1991. године. Она је прешла у европско право у октобру 2000. године и требало је да буде транспонована у национално право у свим државама чланицама до 21. априла 2002. године [14][21].

6.2. Законска регулатива у Републици Србији

Како је моторно возило веома сложен производ, управљање његовом рециклажом захтева додатну правну регулативу. Закон о управљању отпадом регулише токове материјала који настају приликом обављања производних и других делатности, токове отпадних материја које настају у фази потрошње производа, као и токове производа на крају животног века. Искоришћена моторна возила се могу третирати као отпад. У складу са тим, најважнија законска регулатива у Србији за рециклажу моторних возила на крају животног циклуса обухвата:

- Закон о заштити животне средине,
- Закон у управљању отпадом,
- Закон о поступању са отпадним материјама,
- Правилник о поступању са отпадом који има својство опасне материје,
- Правилник о критеријумима за одређивање локације и уређење депонија отпадних материја,
- Правилник о условима и начину разврставања, паковања и чувања секундарних сировина.

Наведена регулатива нити је потпуна, нити је довољна да обавезе и организује све учеснике у производњи, експлоатацији и руковању моторним возилима до краја њиховог животног циклуса. Увидом у законску регулативу, а пре свега сагледавањем актуелне опште ситуације у области рециклаже „ELV“-а у земљи, може се констатовати следеће:

- са искоришћеним моторним возилима углавном се не поступа на начин којим се обезбеђује заштита животне средине,
- систем за рециклажу „ELV“ возила није успостављен, односно не постоји глобално организовано управљање овом врстом отпада,
- постоје ауто-отпади где купци уз одговарајућу новчану накнаду најчешће сами „скидају“ са моторних возила оно што им је потребно. На ауто-отпадима се често врши спаљивање делова аутомобила, што није законски дозвољено,
- припрема материјала за рециклажу ради се у мањем броју предузећа и то углавном метала,
- одређени делови аутомобила, углавном споне, осцилујућа рамена, папучице кочница, полуге за стабилизацију - односно сви делови од посебног значаја за безбедност моторних возила се често репарирају, при чему не постоји никаква контрола квалитета производа и најчешће се то врши неадекватним материјалима и технологијама.

Неопходно је да законодавство Републике Србије хармонизује сопствена законска решења са законским решењима ЕУ, како би се дошло до системског решења за управљање моторним возилима на крају животног циклуса, односно отпадом који она генеришу.

Закон о управљању отпадом (Сл. Гласник Републике Србије, бр. 36/09, 6/09 и 88/10) регулише класификацију отпада, планирање управљања отпадом, субјекте за управљање отпадом, одговорности и обавезе, организацију у управљању отпадом, специфично управљање отпадним токовима, услове и поступке, дозволе, одредбе и поступак лиценцирања, прекогранично кретање отпада, извештавање о отпаду, финансирање управљања отпадом и надзор над управљањем отпадом.

Детаљне одредбе утврђене су 2010. године усвајањем Правилника о начину и поступку управљања истрошеним возилима (Сл. гласник Републике бр. 98/2010).

Накнада за заштиту и унапређење животне средину за „ELV“ возила стављена на тржиште прописана је од стране Уредбе о производима који након употребе постају посебни токови отпада (Сл. Гласник бр Република Србија, бр. 54/2010). Одредба владе о износу и условима за награде подстицајних фондова предвиђа подстицаје за опоравак дотрајалих возила. Каталог отпада и поступци класификације отпада регулисани су прописима министара о категоријама, испитивању и класификацији отпада (Сл. гласник РС, бр. 56/10) [22].

Међутим, иако је члан 55 овог закона посвећен управљању „ELV“-ом, део овог прописа који се односи на рециклажу возила, не може се сматрати савременим и довољно развијеним. Зато стратегија управљања отпадом за период 2010-2019, донета у мају 2010, посебну пажњу посвећује самом проблему рециклаже возила. Ова стратегија јасно наглашава потребу успостављања економски одрживог система рециклаже возила што је пре могуће. Директива о искоришћеним возилима 2000/53 / ЕЗ (Директива ЕУ о „ELV“), уређује еколошке захтеве за сакупљање, поновну употребу и рециклирање дотрајалих возила. Од 1. јануара 2015. године, стопа рециклирања и стопа опоравка возила мора бити већа од 80% и 85%, што није постигнуто [19][33].

7. РЕЦИКЛАЖА И МЕТОДА РЕЦИКЛАЖЕ ОТПАДНИХ („ELV“) ВОЗИЛА

Отпадна возила возила која се због оштећења, дотрајалости или неког другог разлога одбацују, називају се отпадна („ELV“) возила (слика 9). Отпадно возило се сматра опасним отпадом, јер садржи материјале као што су антифриз, течности за кочнице и уља која спадају у опасан отпад. Тек након растављања и одвајања опасних делова и течности возило постаје неопасан отпад и као такав се шаље на прераду. Сакупљање и збрињавање отпадних возила у највећој мери зависи од понуде и потражње.



Слика 9. Отпадна возила спремна за рециклажу [21]

Пре поступка рециклаже отпадних возила издвајају се опасне материје и компоненте. Након што се са возила уклоне сви вредни половни делови који могу поново да се искористе, остатак возила се даље прослеђује фирмама које се баве његовом прерадом. Ту се у млиновима великог капацитета овај остатак уситњава на комаде величине људске песнице. У серији механичких и физичких процеса одвајају се црни и обојени метали за даље рециклирање. Остатак ових процеса („ASR²“) износи око 20 - 25% од укупне тежине старог возила и он представља слабу тачку у рециклирању возила. Овај остатак и поред тога што је довољно токсичан

²ASR – „Automotive shredder residue“ јесте неизбежни нуспроизвод рециклаже аутомобила, тј дробљења аутомобила након уклањања свих полутаната и корисних делова

да се сматра опасним отпадом у многим земљама, може бити сматран и енергетским извором обзиром на то да садржи више од 7% гориве материје [21].

Постоје две опције за прераду остатка дробљења: рециклирање/обнављање и депоновање. Развијене су многе алтернативе за прераду ове врсте остатка (физичка сепарација, спаљивање, пиролиза), међутим чини се да је одлагање на депоније тренутно најприкладније решење, пре свега због високе цене његове прераде. Из тих разлога, најважнији задаци произвођача возила морају бити: смањење ангазоване енергије, лака демонтажа, одговарајуће рециклирање и коришћење мање токсичних метала [40]. Приликом рециклирања возила, најважније је:

- Елиминисање токсичних елемената (хрома, живе, олова, халогених полимера и сл.) како приликом каснијег сагоревања остатка, због удела хлорисаних и флуорисаних полимера, не би дошло до емисије неких од токсичних и по озонски омотач разорних загађивача,
- Конципирање кључних структурних компоненти из основних легура при чему треба тежити смањењу тежине и броја делова. Треба бирати стандардне групе легура базиране на уобичајеним легирајућим елементима (Al, AlCu, AlSi, AlMg, AlZn и сл.),
- Избегавање неуобичајних легирајућих елемената. Овакве легуре имају пожељне особине (додатак литијума повећава специфичну крутост, калај омогућава боље пластично обликовање), али упркос јако малим концентрацијама ових елемената која је углавном мања од 0.05%, оне могу учинити штетним процес рециклирања алуминијума,
- Обезбеђивање тржишта за рециклиране материјале,
- Промовисање развоја тржишта рециклираних материјала из отпадних возила у свакој грани индустрије,
- Рационално коришћење композитних материјала. Иако ови материјали могу имати физичке и функционалне карактеристике које им обезбеђују значајну употребну вредност. њихово рециклирање може представљати проблем због тога што влакна која им дају чврстоћу отежавају њихово растављање на компоненте.

У постројењима за рециклажу аутомобила у свету могуће је рециклирати више од 80% масе аутомобила. Процес рециклирања аутомобила је сложен због великог броја различитих материјала који улазе у састав аутомобила. Тренутно се фреквентније примењују две технологије рециклаже аутомобила, које се разликују у самом начину сортирања материјала који сачињавају аутомобил.

Прва технологија се заснива на *оптичкој* (мануелној) сепарацији, док друга технологија користи комбинацију више метода (уситњавања, гравитацијске и специјалне методе сепарације). Постоји и трећа могућност, која подразумева да цео аутомобил буде пресован у комаду [24].

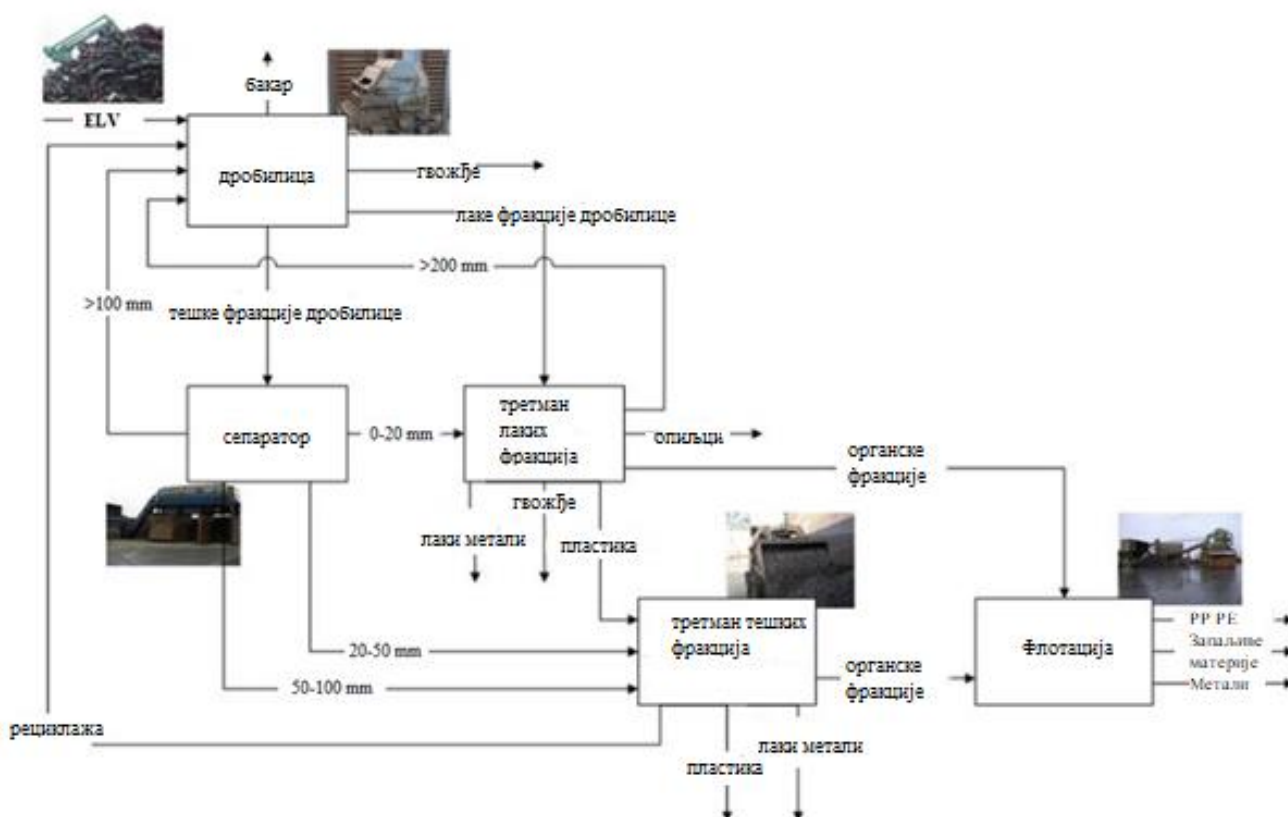
1. Метода оптичке сепарације

Ова технологија се заснива на томе да се оптичком методом, тј. мануелно одвајају, пре свега, неметални делови аутомобила (гума, стакло, пластика, итд.), док се метални делови се збрињавају на крају. Затим метални делови одлазе у пресу ради смањења запремине и лакшег даљег транспорта. Сви добијени делови представљају готове производе методе оптичке (мануелне) сепарације, и као такви одлазе на даљу прераду. У овом начину рециклаже је доминантан мануелни рад што поскупљује и успорава сам поступак рециклирања.

2. Комбинована метода сепарације

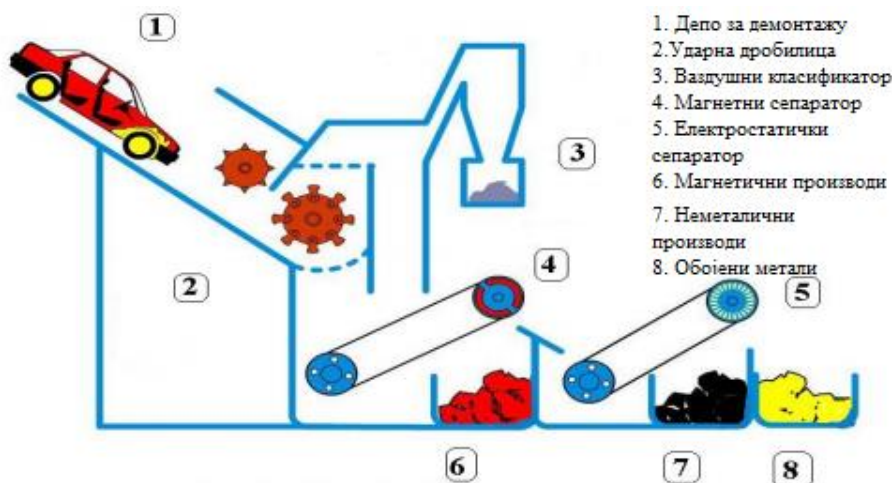
Код комбиноване методе сепарације цео аутомобил се уситњава у специјалним ударним дробилицама „шредерима“, а затим се добијени производ даље третира неком од метода сепарације које се примењују и код третмана примарних сировина [23].

Добијени производи представљају готове производе комбинованих метода сепарације и као такви одлазе на даљу прераду. На слици 10 су приказани процеси при комбинованој методи сепарације, док је на слици 11 дат шематски приказ дела постројења за комбиновану методу сепарације аутомобила.



Слика 10. Процеси при комбинованој методи сепарације [26]

Аутомобил се допрема до места (1) где се врши испуштање свих флуида, као и уклањање акумулатора и гума пре дробљења. Процес се наставља у ударној дробилици (2), где се врши дробљење целог аутомобила. Постројење за дробљење поседује и систем за отпашивање (ваздушни класификатор) (3) где се поред прашине издвајају влакна текстила и пластике. Издробљени материјал даље одлази у први степен сепарације на магнетни сепаратор (4), где се издвајају магнетични производи (6). Остатак одлази на други степен сепарације на електростатички сепаратор (5), где се врши одвајање неметала (7) од остатка обојених метала (8).

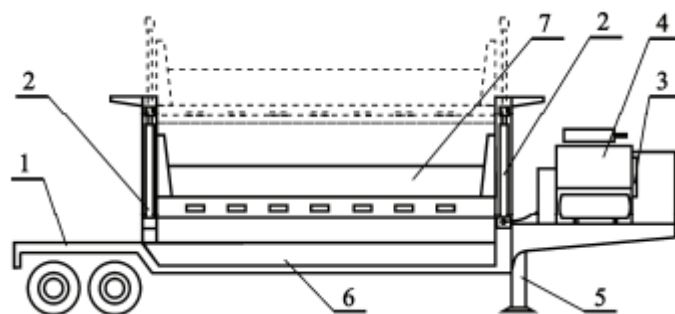


Слика 11. Шема комбиноване методе сепарације аутомобила [23]

Даље разврставање неметала и обојених метала у једнородне материјале постиже се комбинацијом гравитацијских и специјалних метода сепарације (електростатичка, оптичка, итд).

3. Мобилна преса за балирање аутомобила

Веома практичан и распрострањен метод минимизирања запремине аутомобила, односно механичког третмана, представља мобилна преса, приказана на слици 12. Преса је потпуно преносива; састоји се из осовине (1), потпорног стуба (5), мануелног и даљинског управљача (3), хидрауличне погонске јединице са мотором (4), пресе са резервоаром (7) за ваздух од 120 литара, подне пресе (6) и хидрауличних цилиндара (2) пречника 200 mm [24].



Слика 12. Компоненте мобилне пресе за балирање аутомобила [24]

8. ТЕХНОЛОШКИ ПРОЦЕСИ ПРИ РЕЦИКЛАЖИ „ELV“ ВОЗИЛА

Активности у процесу третмана возила на крају животног века:

- преузимање возила од последњег власника
- сакупљање и складиштење
- одстрањивање полутаната/токсичних материја
- демонтажа/растављање/репарација
- мрвљење/дробљење
- операције након мрвљења/дробљења
- поновно коришћење/опоравак/рециклажа
- коначни отпад (спаљивање, одлагање)

Код преузимања моторног возила одвијају се следећи процеси:

1. Добијање сагласности од последњег власника, при чему се:
 - врши оцена возила
 - добија сертификат за демонтажу/деструкцију возила
2. Идентификација возила, што подразумева:
 - издавање пратећих докумената за возило,
 - утврђивање опсега мреже демонтежера
 - записивање помоћу софтвера

У Србији сакупљање и складиштење искоришћених моторних возила врши веома мали број професионалних организација. То углавном раде припадници најнижих економских сталежа, али и остала физичка лица. Они сакупљају и остали аутомобилски отпад, као што су акумулатори и остали делови и склопови који припадају моторним возилима, а који се генеришу приликом одржавања моторног возила у експлоатацији. Овде је реч о примитивним технологијама сакупљања и транспорта. Најчешће се од старих моторних возила, њихових делова и склопова формирају дивље депоније које немају никакве услове за безбедно складиштење, а сам транспорт се обавља уз расипање полутаната (уља, раскладне течности и др.). При томе, у потпуности изостају горе наведене активности [33].

Центар за расклапање искоришћених моторних возила

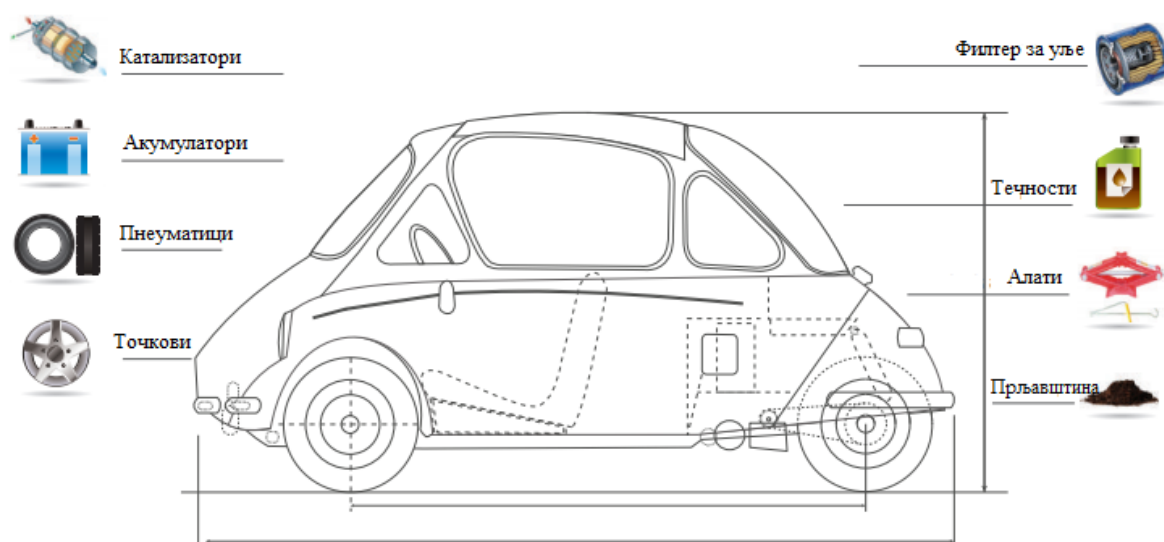
У центрима за расклапање/демонтажу моторних возила на крају животног циклуса се одвијају две основне групе процеса, и то: уклањање полутаната и демонтажа делова, склопова и агрегата, док је репарација као процес који зависи од вештина и знања растављача често запостављена.

а) Технологија уклањања полутаната

Када искоришћено возило стигне у центар за расклапање, складишти се на прописно обезбеђеном складишту. Након убацивања у погон моторно возило се усмерава на технолошку линију за одстрањивање полутаната. У овом погону се на потпуно безбедан начин одстрањују:

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

Уклоњени полутанти (слика 13) и компоненте са опасним супстанцама се сакупљају у одговарајуће контејнере и транспортују у постројења за рециклажу или на за то предвиђене депоније. Добро организован и систематизован поступак у вези са полутанима се спроводи у земљама ЕУ, док се у Србији директно или индиректно они испуштају у водотокове или језера. Индиректно, када се полутани испуштају на тло, било где у околини, они се спирањем (киша, снег) транспортују у водотокове и затим продиру до подземних вода, при чему их трајно загађују. Чињеница је да регистровани центри у одређеној мери сакупљају токсичне материје, али у неадекватну опрему за сакупљање и уз неадекватно складиштење.



Слика 13. Полутанти из аутомобилског отпада [28]

б) Демонтажа искоришћеног моторног возила

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

Процес дробљења искоришћеног моторног возила / шасије

Када је у центру за расклапање извршена припрема истрошеног моторног возила за дробљење, оно се транспортује до центра где се дробљење врши.

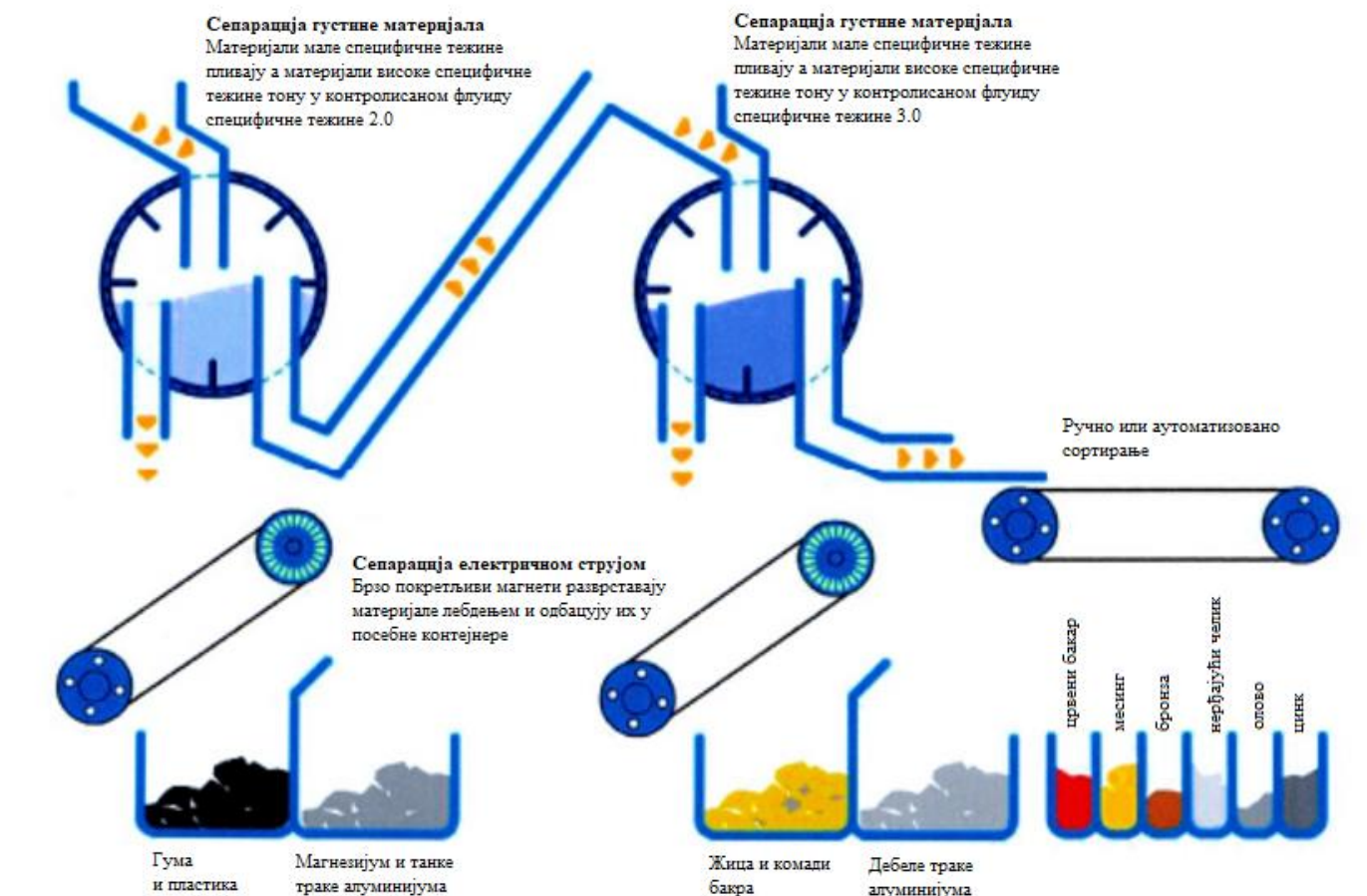
Овако уситњени сегменти даље пролазе кроз бројне процесе, понекад и више пута, док се не раздвоје на све различите компоненте:

- Магнети раздвајају тешке метале (метале који садрже гвожђе) од дробљеног остатка („ASR“-а),
- Циклони се користе за уклањање лаких елемената (пластике и текстила) из остатка дробљења,
- Сита и решета се користе за одвајање материјала према величини,
- Помоћу „Eddy Current separator“-а (ECS) се врши одвајање обојених метала (алуминијум, месинг, бакар)

Након дробљења, врши се примарна сепарација на гвоздене метале, остале метале и неметале. Затим се врши секундарна сепарација где се издвајају бакар, алуминијум, месинг, бронза, олово, цинк, магнезијум, гума и пластика.

Начини сепарације су [23]:

- магнетна сепарација,
- вртложна (гравитациона) сепарација, и
- ручно или аутоматско сортирање.



Слика 14. Приказ метода сортирања материјала [23]

Сепарирани материјали се усмеравају ка центрима за рециклажу, а нерезиклабилни отпад се прослеђује на одговарајућу депонију. Ове фракције из процеса дробљења „ELV“-а могу се користити за даљу прераду. У Србији се остатак од дробљења (20 - 30%) одлаже као отпад без икаквог третмана.

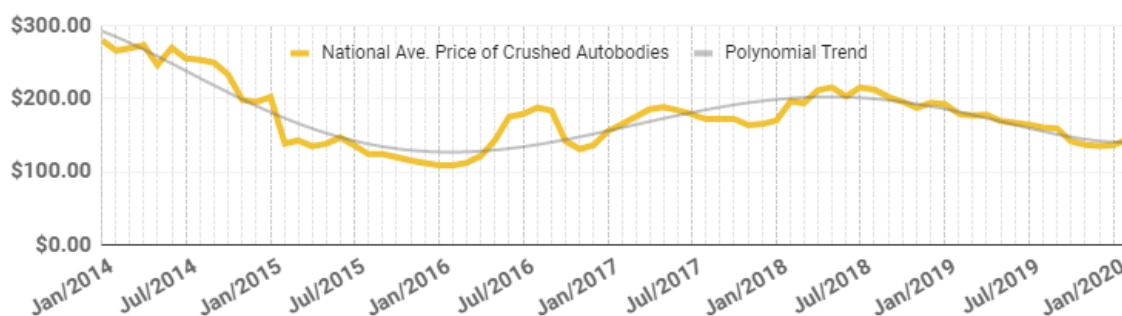
Процес рециклирања материјала уско је повезан са економским аспектом производње сировина. То подразумева да за финансијски одржив систем рециклаже вредност рециклираног материјала мора прелазити трошкове њихове примарне производње. Трошкови рециклирања се могу грубо поделити на логистичке трошкове (прикупљање, превоз, итд.) и трошкове обраде (смањење величине, одвајање, металургија итд.). Трошкови прераде у великој мери зависе од сложености предмета рециклаже [19].

9. ОБНАВЉАЊЕ МАТЕРИЈАЛА

9.1. Метал

Метали чине око 75% укупне тежине возила. Релативно се лако одвајају са отпадног возила у фази демонтаже и представљају најдрагоценије материјале којима је посвећена највећа пажња приликом рециклирања и третмана отпадних возила. Готово 100% метала са „ELV“-а се рециклира или поново користи. Због тога што метали чине главни циљ при рециклажи аутомобила, независно од процента рециклаже и поновне употребе других материјала, треба тежити ка што вишој стопи рециклаже и поновне употребе у свим државама света.

Цена отпадног метала је врло нестабилна и то значајно утиче на укупну цену и исплативост рециклирања „ELV“-а. Иако сам опоравак и прерада метала не изискују веома висока финансијска средства, када су цене метала ниске, повраћај можда неће бити довољан да надокнади друге трошкове који су укључени у третман и рециклажу отпадних возила. На пример, у Великој Британији су цене отпадног метала опале са 35 фунти по тони у 1998., на око 10 фунти по тони у 2002. години, што је резултирало мањом обрадом и самим тим чешће појаве напуштања возила без икаквог третмана.



Слика 15. Промена тржишних цена отпадног метала [41]

Челик, који је у возилу садржан у опсегу од 65% до 70%, прерађује се магнетним одвајањем. Све до скоро, ова техника је била довољна за добијање квалитетних врста секундарног челика, што представља главни производ компанија за дробљење. Међутим, сада се предузећа за дробљење суочавају са великим проблемима који су проузроковани повећаним садржајем бакра у челичним деловима возила. Ово отежава спознају спецификација материјала, а самим тим и испуњавање изричитих захтева да садржај бакра у секундарном челику не буде виши од 0,25% тежине. Као последица тога, фракција челика се мора ручно сортирати након магнетног одвајања, што представља скупу операцију [25].

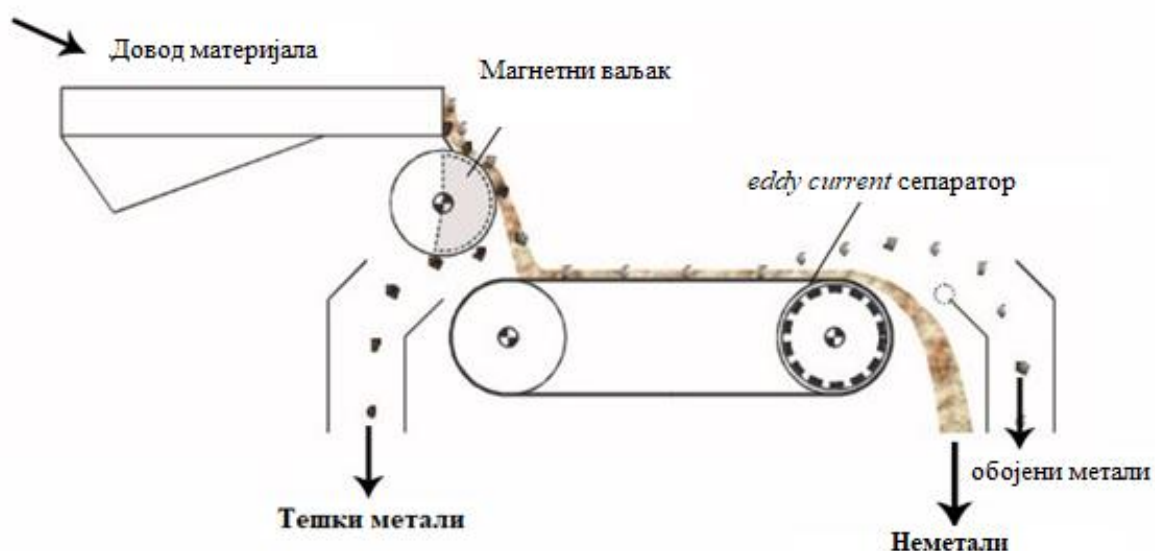
Отпад тешког метала се може рециклирати поступцима претапања, преобликовања и поступцима потпуне обнове у железарама. Ови процеси су далеко јефтинији од производње новог метала из основне руде.

Један од највећих генератора отпадног челика јесу отпадни аутомобили, тј. старе аутомобилске каросерије. Каросерија аутомобила се дроби и пресује, а затим се ротирајућим чекићима уситњава на ситне комаде. Тешки метали се од остатака уситњене фракције одвајају помоћу јаких магнета, док се остали материјали сортирају ручно или помоћу неке друге методе сепарације [43].

Сваке године индустрија челика рециклира више од 18 милиона тона челика из аутомобила [52].

Немагнетна фракција заузима 10% до 12% остатака дробљења аутомобила. Састоји се од разних обојених метала и нерђајућег челика, као и од других материјала као што су стакло, камен, пластика и гума. Ова фракција отпада аутомобила је хетерогена према саставу материјала, величини честица и њиховим облицима. Отуда је и одвајање овог материјала теже него одвајање магнетне фракције. Стога је разврстана у неколико величинских сегмената да би се олакшало накнадно раздвајање. Углавном су сегменти немагнетне фракције реда величине 0–12 mm, 12–65 mm и +65 mm [36][25].

Раздвајање обојене фракције подразумева уклањање лаких, неметалних фрагмената, као што су пластика, текстил и дрво, користећи Eddy Current (ECS) сепаратор (слика 16). Сепаратор ECS користи снажно магнетно поље за одвајање обојених метала из отпада, попут алуминијума и бакра. Уређај користи вртложне струје како би извршио сортирање [27].

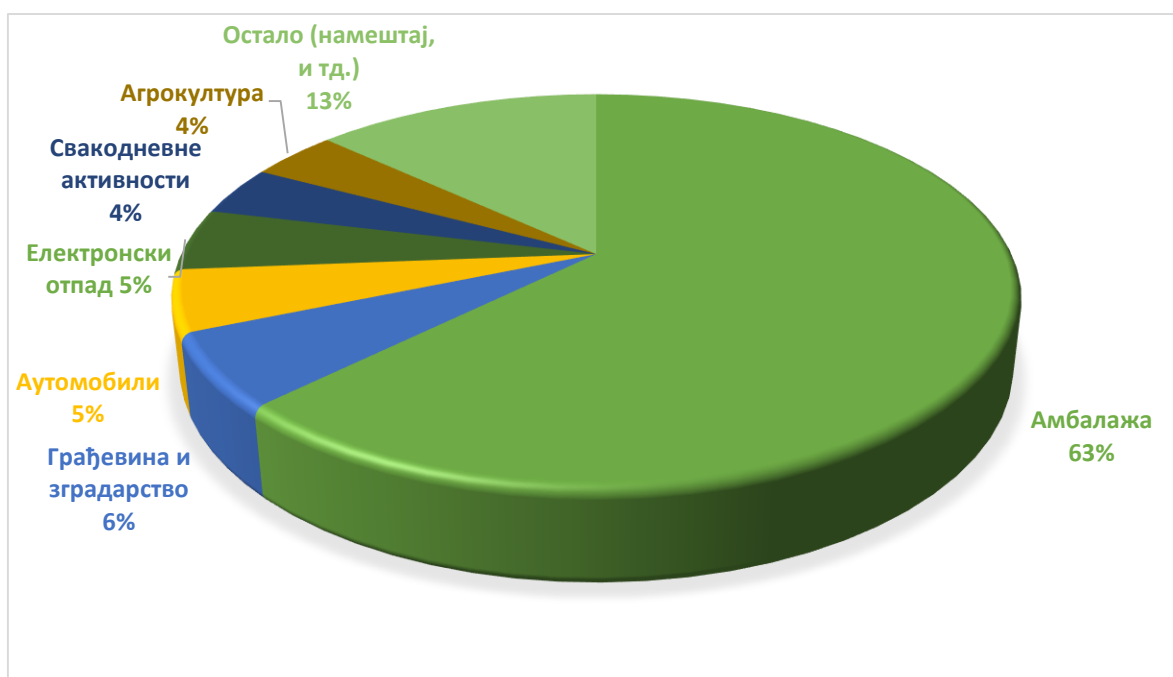


Слика 16. Процес обнављања магнетног материјала [27]

У случају алуминијума, емисија гасова стаклене баште при рециклажи је за 95% мања него што би то био случај при његовој производњи. То је зато што је потребна температура за растапање рециклираног материјала (660°) нижа од температура у постројењима за производњу алуминијумске руде (900°C). Примарни алуминијум је топљен процесима који су енергетски веома интензивни.

9.2. Пластика

При генерисању укупне количине пластичног отпада, аутомобили и моторна возила учествују са уделом од 5% (слика 17). Главни изазов за успешно рециклирање полимера јесте њихова разноврсност и компликовани и дуготрајни процеси њиховог сакупљања и сортирања.



Слика 17. Порекло пластичног отпада [47]

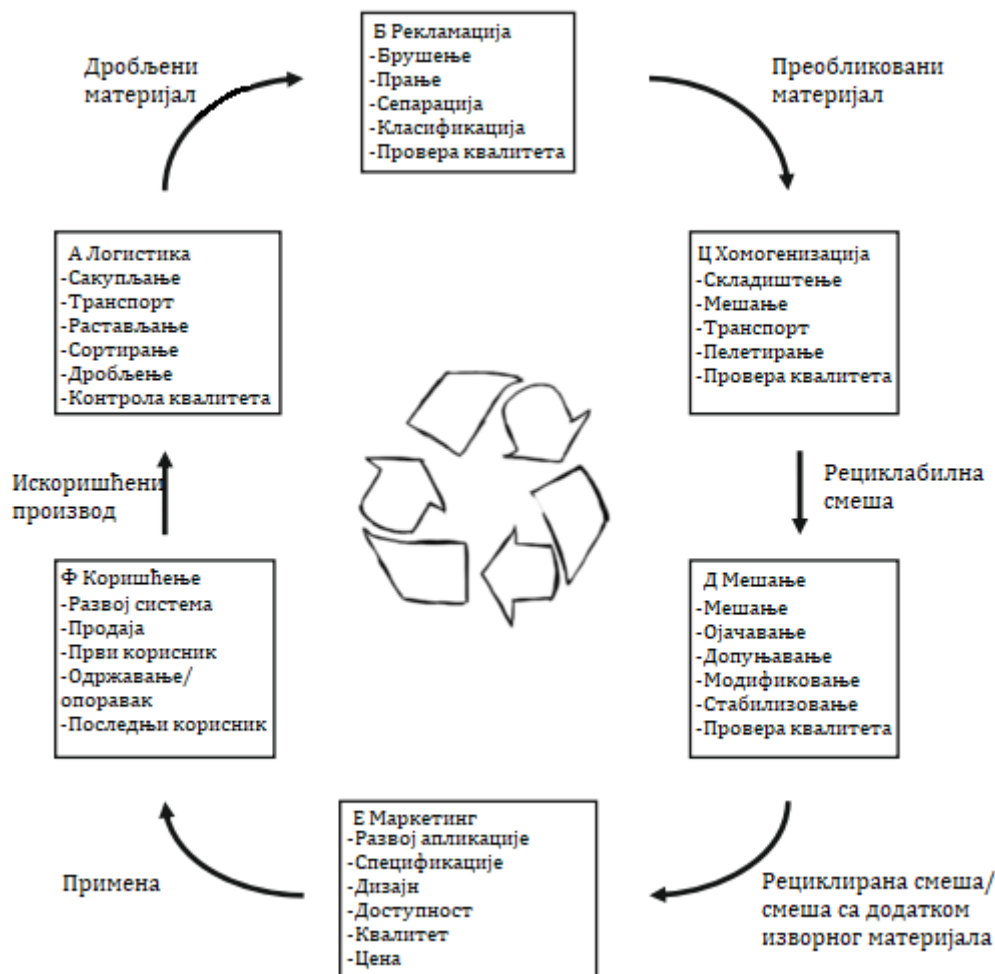
Глобално гледајући, може се проценити да количина пластичног отпада у свету достиже приближно 250 Mt годишње. Ово је процењено кроз количину произведене пластике у вредности од 265 Mt у Европи у 2010. години. Са овим процењеним бројем, узимајући у обзир дужи животни век „ELV“-а у свету у поређењу са Европом, што резултира мањом количином отпадне пластике по аутомобилу, отпадни аутомобили годишње генеришу пластични отпад у количини од око 10 милиона тона. Ове количине пластичног отпада у свету могу имати велики негативни утицај на животну средину и друштво.



Слика 18. Третмани пластичног отпада [47]

Третман пластике, подразумевајући и пластику из отпадних возила, може се вршити на четири начина: поновна употреба, опоравак материјала, обнова енергије и одлагање на депоније. Опоравак материјала подразумева механичку рециклажу, хемијску рециклажу и биолошку или органску рециклажу, док опоравак енергије подразумева коришћење пластичног отпада као замене за фосилна горива у циљу производње топлоте, паре или електричне енергије. Главна разлика између технологија рециклаже представља промена структуре материјала. Механичко рециклирање не мења структуру, док је хемијска рециклажа мења.

Поступак механичке рециклаже започиње фазом (А) „логистике“, транспортовањем, сакупљањем, растављањем, сортирањем и уситњавањем делова отпадних возила, водећи рачуна о контроли квалитета, као и у свим наредним корацима. Следећи корак је (Б) „рекламација“, која се односи се на млевење, прање, одвајање и класификацију уситњеног материјала. Тај уситњен материјал се сада премешта на следећи корак (Ц), „хомогенизацију“, где се самлеване фракције складиште, мешају, преносе и пелетизирају. Сада се произведена рециклабилна смеша шаље на (Д) „мешање“, где се материјал меша, ојачава, попуњава и модификује у складу са захтевима корисника. Коначно, потпуно рециклирана или смеша са додатком примарне пластике (Е) продаје се кроз развој апликација, унапређивање дизајна, доступност, и константан ниво квалитета и цена. Последњи корак је (Ф) „употреба“.



Слика 19. Механичка рециклажа пластичног отпада [47]

Осим механичког рециклирања, хемијске технологије и технологије рециклирања сировина пружају различита решења за третирање пластичног отпада, као што су растварање, солволиза, пиролиза, гасификација и тд., док се рекулпација енергије из пластичног отпада најчешће врши при електранама или у постројењима за спаљивање отпада.

Еколошка одрживост различитих технологија обнављања материјала одређена је улазним материјалом. На пример, високе пећи које као улазну сировину могу користити хетерогену отпадну пластику која је пронађена у остацима дробљења аутомобила, могу бити погодније од механичког рециклирања [47].

Такође је могуће рециклирати термопластичне полимере попут полипропилена (PP) и друге врсте пластичних материјала, тако што се топе, изливају и користе за производњу нових компоненти.

Постоји неколико технологија за механичку рециклажу (табела 2.).

Табела 2. Технологије механичке рециклаже за разне врсте пластике [47]

Врста полимера	Начини механичке рециклаже
Термопластика и термопластични полимери	-Регранулација (100% рециклиран материјал) - Мешање (удео примарне пластике у рециклираном материјалу)
Термопластика ојачана стакленим влакнима (Фиберглас)	-Регранулација (100% рециклиран материјал) - Мешање (удео примарне пластике у рециклираном материјалу)
Дуропласти	Честице се рециклирају и може се: 1. Употребити млевена маса као пунило 2. Додати проценат стаклених влакана (SMC / BMC) примарном материјалу
Еластомери	Прерада отпадних гума млевењем формирајући комаде, грануле или прах од којих се могу правити производи за подконструкцијске плоче, плоче за звучну изолацију, додатак за гуме, транспортне траке и простирке

Међутим, број понављања овог поступка је ограничен, јер се термопластика може рециклирати одређени број пута пре него што њена својства опадну. Да би се рециклирао пластични отпад, појединачни полимери свих врста морају бити одвојени пре него што буду спремни за даљу обраду - ово је највећи изазов за ефикасно рециклирање пластике. Ефикасно рециклирање полимера може бити додатно компликовано због контаминације отпада великим бројем других материјала који се налазе у отпаду из отпадних возила. Један од начина решавања проблема пластике јесте редукција употребљене количине полимера приликом израде возила [48].



Слика 20. Пластика пре и након механичке рециклаже [45]

9.3. Стакло

У аутомобилима се користе две врсте стакла - ојачано и ламинирано. Каљено стакло је лако уклонити из возила када се сломи на крају његовог животног века, Ламинирано стакло се не ломи, те га треба уклонити ручно, што изискује пуно времена и ресурса. Једноставност уклањања стакла у фази демонтаже зависи од начина заптивања стакла при производњи. Коришћење гумених заптивки чини поступак уклањања стакла вишеструко лакшим у поређењу са методом директног лепљења. У случају гумених заптивки комплетан прозор може бити уклоњен, али чешће примењиван поступак директног везивања лепком подразумева исецање стакленог диска у што већем могућем пренику, остављајући тако значајан део стакла у комаду. У земљама Европе тренутно се рециклира део отпадног стакла возила, мада највећи проценат стакала од „ELV“-а бива одложено на депонију као дробљени остатак. Демонтажери обично не уклањају стакло са „ELV“ возила пре слања на дробилице јер је његово уклањање дуготрајно, а вредност стакленог отпада релативно ниска. Процењена вредност стакла из једног „ELV“-а износи око 0,5 евра. Да би овај процес био исплатив, потребно је обрадити петнаест отпадних возила по сату, што није изводљиво коришћењем тренутних метода.

Тржишни извештаји о рециклажним материјалима широм Европе (Немачка, Француска, Уједињено Краљевство, Мађарска, и тд), проценили су да мешана ауто стакла имају негативну економску вредност у износу од 25 до 35 евра по тони.

Иако рециклирање стакла због неекономичности тренутно није опција за коју се компаније најређе опредељују, оно ће се морати повећавати у складу са захтевима Првог Анекса из Директиве за уклањање стакала у фази демонтаже. До тада, као што је и случај у нашој земљи, највећи део отпадног стакла из „ELV“-а завршава као остатак дробљења на депонијама [44].

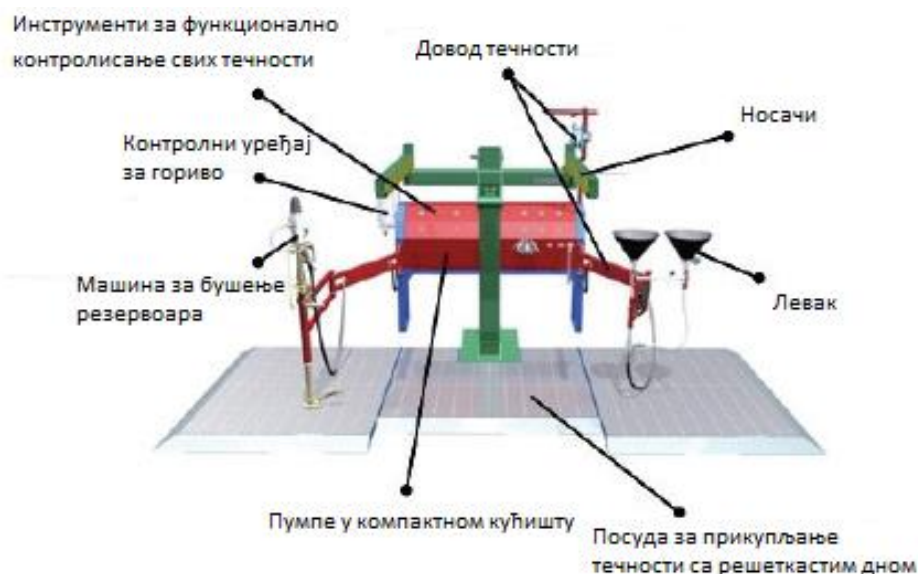


Слика 21. Постројење за рециклажу стакла [49]

9.4. Уља и отпадне течности

Отпадна уља и опасне течности из возила на крају њиховог животног века јесу компоненте које се прве издвајају. Аутомобил се не раставља даље пре овог поступка. Течности из отпадних аутомобила се углавном прерађују за рециклажу или за поновно коришћење као гориво. Велики део отпадног уља прикупљеног при опоравку возила прерађује се и (након уклањања вишка воде и филтрирања честица) користи као гориво за постројења тешке индустрије и електране. Међутим, строже контроле емисија гасова могу ово ограничити, тако да бољу опцију представља коришћење пречишћеног уља као мазива, мада се то тренутно не практикује у великој мери. Уљни филтери могу задржати велике количине отпадног уља које се може поновно искористити коришћењем посебних филтерских преса пре рециклирања.

Уља и отпадне течности се из отпадних возила истичу посебним уређајима, чији је изглед приказан на слици 22.



Слика 22. Уређај за издвајање отпадних течности [49]

9.5. Пнеуматици

Отпадне гуме и њихово одбацивање глобална су брига за животну средину. Оне нису биоразградиве и процењује се да се годишње, на светском нивоу одбаци око 1,5 милијарди пнеуматика. Отпадне гуме на депонијама могу бити кривац за испуштање опасних супстанци у околну околину, привлаче комарце и друге инсекте, а представљају опасност и као потенцијално гориво неугасивих ватри [45].

Године 2006. донета је директива која забрањује депоновање гума, присиљавајући на поновну употребу, рециклирање и опоравак пнеуматика.

Постоје разне могућности збрињавања пнеуматика, као што су [44]:

- Поновна употреба новијих гума, у складу са законским стандардима о газном слоју,
- Поновна употреба за потребе депонија - у њиховој конструкцији се могу користити целе гуме,
- Рециклажа млевењем - мрвљена гума се користи за покривање спортских површина и дечијих игралишта, за кочионе облоге, као малч за уређење зеленила, подлоге за тепих, као и додатак гумираном асфалту за путеве. Гумени гранулат се користи и у производњи нових гума, као додатак примарној гуми са уделом од 5%,
- Остале технике рециклирања укључују криогену фрагментацију, девулканизацију, технологије микро таласима и друге технике које су у константном развоју,
- Искоришћење енергије – гуме имају високу топлотну вредност (за 20% већу од угља) која се може искористити како би се добила енергија при процесима сагоревања, пиролизе или при спаљивању у цементним пећима. Пиролиза се шири са новим постројењем линија. Спаљивањем гума у цементним пећима се добија велика количина топлотне енергије, али при овом процесу долази и до ослобађања загађујућих гасова, који имају негативан утицај по животну средину и здравље људи и животиња.

Криогени поступак рециклаже

Криогени процес рециклаже се заснива на хлађењу пнеуматика који на овој температури постају ломљиви и лаки се дробљење и даље процесуирање. Прва фаза у процесу криогеног процеса јесу резачи, након којих гумени отпад одлази у тунел ради замрзавања у течном азоту на температуре од -80° до -120° целзијуса. На овој температури гума постаје толико крта да се лако уситњава у ударним дробилицама са великим бројем обртаја. Након дробљења, материјал одлази на секундарно млевење како би се добиле fine грануле.

Предност ове врсте фрагментације су мања потрошња енергије и лакше одвајање металних и текстилних делова од гуме, што даје чистији финални производ. При криогеном процесу долази до мањег загађења животне средине. Мане процеса су високи трошкови за припрему и руковање течним азотом и немогућност добијања гумених гранула већих димензија. Гумени гранулат има врло широку примену у инфраструктури, пољопривреди, грађевинарству и индустрији. Челик и текстил из отпадних гума „ELV“-а се такође рециклирају у различите нове производе [24].



Слика 23. Гумени гранулат [45]

9.6. Композитни материјали

Композитни материјали су израђени од полимерне базе која је ојачана конструкционим, вештачким или природним влакнима у циљу побољшања њихових својстава. Комбиновањем специфичних материјала и њиховим прилагођавањем, добијају се нови, напреднији и кориснији материјали.

Композитне материјале је теже рециклирати јер имају две или више фаза које се комбинују да би се материјал формирао. Због јаких веза између ових фаза, композити су постали материјели са одличним механичким својствима који утичу на њихову све већу примену. Међутим, крај животног века ових материјала може представљати велики изазов због јако скувих, а не тако ефикасних третмана рециклаже, те се већина композитних материјала без икаквог збрињавања одлаже на депоније. Управо то данас представља највећу препреку у њиховој широј примени у аутомобилској, али и осталим индустријама.



Слика 24. Могућа будућа примена композитних материјала на аутомобилу [46]

10. РЕЦИКЛАЖА ОТПАДНИХ ВОЗИЛА У СВЕТУ

Промене у трендовима у саставу материјала који се користе у аутомобилској индустрији и све већи трошкови депоновања делова аутомобила који се не могу рециклирати, отварају велики број питања о будућности рециклирања аутомобила у свету. Као одговор на изазове, у најразвијенијим земљама света, развијају се нови и иновативни приступи рециклирању возила. Битан аспект у производњи аутомобила представља утицај ових промена на потрошњу аутомобила у његовом животном циклусу и на количину отпада који се мора одложити.

Јапан је земља у којој је рециклажа возила тема којој се већ дуги низ година придаје огроман значај, пре свега због мањка капацитета индустријских депонија. Влада Јапана је 2002. године усвојила Закон о рециклажи возила на крају животног циклуса, који је обавезао произвођаче возила и увознике да морају сакупљати и рециклирати остатке дробљења аутомобила, ваздушне јастуке и хлорофлуороугљенике (садржане у уређајима за климатизацију). Према томе, основна намена овог закона је креирање новог, модернијег система за рециклажу возила, са намером да се иста максимално ефикасно прераде.

У овој земљи су вршена истраживања ефеката јапанског „ELV“ Закона на рециклажу возила из перспективе животног циклуса производа. Идентификовани су бројни позитивни ефекти: промена састава материјала у возилу у смислу елиминисања забрањених опасних материја, примена концепата дизајна за демонтажу и дизајна за рециклажу при пројектовању нових возила, повећање нивоа рециклаже материјала и унапређење доступности информација [37].



Слика 25. Приказ тренда повећања рециклирања остатка дробљења у Јапану за период 2005 – 2016. година [37]

У Кини је број возила у константном порасту, па отуда и произилази то што је њихова рециклажа постала озбиљан еколошки и социјални проблем. Међутим, пракса која доминира кинеском индустријом за рециклажу возила у многе се разликује од оне која се успешно примењује у ЕУ и Јапану, а настала је као директна последица јефтине радне снаге. У фебруару 2006. године је усвојена Технолошка политика обнављања моторних возила, тзв. кинеска „ELV“ политика. Према кинеској политици за обнављање моторних возила, почев од 1. јануара 2010. године стопа обнављања мора износити минимум 85% тежине просечног возила из категорија:

- М2 (возило намењено превозу путника, ≤ 8 седишта (без седишта возача) и максимална маса ≤ 5 тона),
- М3 (возило намењено превозу путника, > 8 седишта (без седишта возача) и максимална маса > 5 тона),
- Н2 (возило намењено транспорту робе, максимална маса ≤ 12 тона) и
- Н3 (возило намењено транспорту робе, максимална маса > 12 тона),

од чега минимум 80% тежине просечног возила мора бити поново употребљено и рециклирано. Што се тиче возила из категорија М1 и Н1, стопа обнављања мора износити минимум 80% тежине просечног возила, од чега минимум 75% тежине просечног возила мора бити поново употребљено и рециклирано.

У другој фази примене кинеске „ELV“ политике, која је отпочела 1. јануара 2012. године, стопа поновне употребе и обнављања повећана је на минимум 90% тежине просечног возила, од чега минимум 80% тежине просечног возила мора бити поново употребљено и рециклирано. Коначно, од 1. јануара 2017. године, стопа обнављања је повећана на минимум 95% тежине просечног возила, од чега минимум 85% тежине возила мора бити поново употребљено и рециклирано.

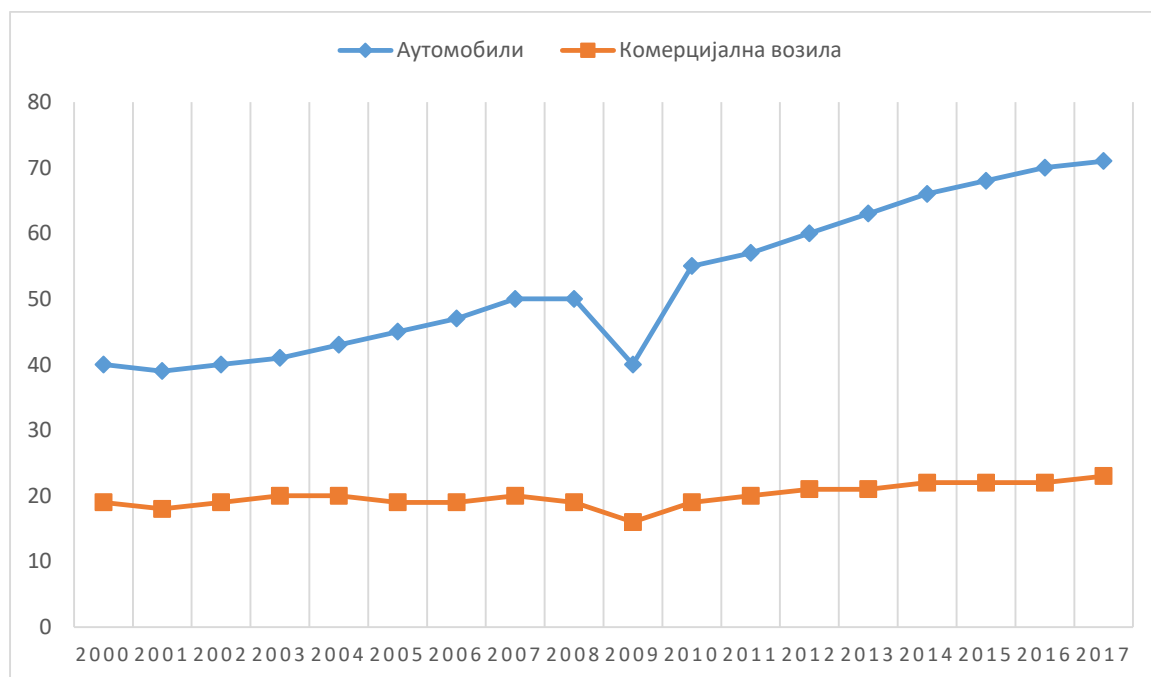
До сада су само један регион и пар земаља света развили успешан систем рециклаже „ELV“ возила, а то су Европска унија, Јапан (слика 25), Кина, Кореја и Тајван. Русија, Индија, Мексико, Турска и Вијетнам се припремају да уведу овакву врсту законодавног система управљања отпадним возилима. У Русији, септембра 2012. године је уведен закон о обавезном порезу на увожење аутомобила, међутим, ова одлука је донета како би се заштитила национална аутомобилска индустрија, а не како би се промовисало и потенцирало рециклирање дотрајалих возила [38].

Земље које немају директне прописе при управљању отпадним возилима су једне од највећих држава света, са огромним бројем возила у употреби, Сједињене Америчке државе, Канада и Аустралија.

11. РЕЦИКЛАЖА ОТПАДНИХ ВОЗИЛА У ЕВРОПСКОЈ УНИЈИ

Употреба возила, која су постала неопходна за нормално функционисање савременог друштва, непрестано се повећава. Возила, нажалост, током свог животног циклуса на више начина утичу на животну средину; од потрошње енергије и ресурса, преко стварања отпада током производње и употребе, до одлагања на крају њиховог корисног века. У Европској унији, око 75 процената аутомобила који су завршили свој животног век може се рециклирати, од чега највећи део представља метал. Осталих 25 процената возила се сматра отпадом и углавном се депонује [4].

Сваке године истрошена возила генеришу између седам и осам милиона тона отпада у Европској унији којим би требало правилно управљати. Директива 2000/53/EC (Directive 2000/53/EC - the "ELV Directive") о истрошеним возилима има за циљ да монтажу и рециклирање возила учини еколошки што прихватљивијим за животну средину. Поставља јасне циљеве везане за поновну употребу, рециклирање и опоравак отпадних возила и њихових компоненти. Такође, подстиче произвођаче на производњу нових возила без опасних супстанци, посебно олова, живе, кадмијума и хексавалентног хрома [3].



Слика 26. Производња аутомобила у ЕУ од 2000. до 2017. године [41]

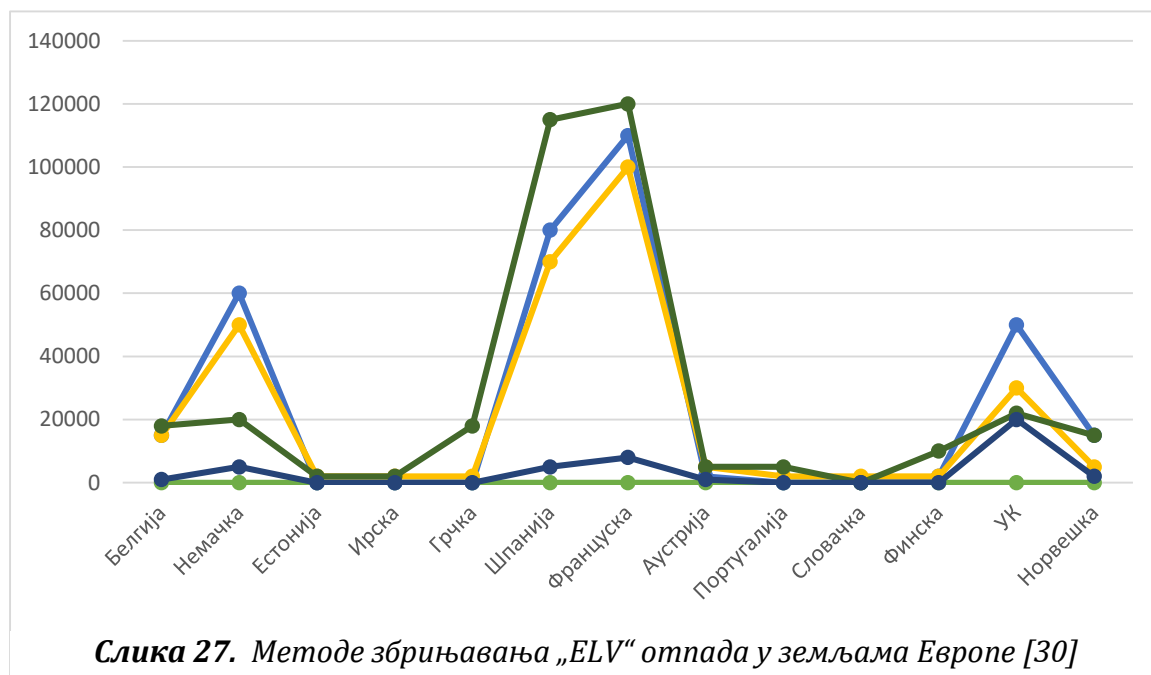
Као резултат индустријализације, загађење околине је постало једно од најважнијих питања данашњице. Према Организацији за економску сарадњу и

развој (OECD³), укупан број регистрованих возила у OECD земљама и земљама Европе растао је за 4% годишње у периоду од 2014. до 2018. године. Како аутомобилски сектор ствара око 5% индустријског отпада у целом свету, рециклирање израбљених возила представља важно питање животне средине које треба решити [1].

Прошле године је широм света произведено више од 70 милиона аутомобила. Иако је у последње време глобална производња смањена за 1,5% у односу на претходне године, сваке године се само у Европској унији одбаци чак 3-4 милиона возила. Ови аутомобили годишње произведу пар милиона тона отпада, према излагањима на Међународном конгресу за рециклажу аутомобила одржаном 2019. године.

Данас се врши рециклирање „ELV“-а не само из економских и технолошких фактора, већ и и због социјалних, као и због бриге за животну средину. Другим речима, аутомобилска индустрија се мења ка одрживијем управљању отпадом. Опције рециклирања за „ELV“-а су везане за материјал који се користи за израду возила, као и за монтажу његових компоненти.

Процене су да ће наредних година у Европској Унији бити рециклирано око 6-7 милиона „ELV“-а на годишњем нивоу. Нажалост, овај број у пракси би могао бити знатно мањи, пре свега због извозних токова отпадних аутомобила из ЕУ земаља у земље које нису ЕУ чланице, што подразумева регионе као што су Источна Европа, некадашњи Совјетски савез, као и у земље Северне Африке. Виши профити од продаје ових половних аутомобила страним земљама него од продаје резервних делова и материјала унутар Европске уније могу објаснити ову појаву [23].



³ Организација за економску сарадњу и развој је међувладина економска организација са 37 земаља чланица, основана 1961. ради подстицања економског напретка и светске трговине [5]

12. РЕЦИКЛАЖА ОТПАДНИХ ВОЗИЛА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ

Данас се возила која су завршила свој животни век сматрају круцијалним еколошким проблемом због великог удела многих драгоцених метала. Рециклирање и поновна употреба делова и компоненти „ELV“ возила и обнављање метала имају важност за државну економију, произвођаче, појединце, али и рециклажна постројења широм света.

Не тако сјајна, тренутна ситуација у Републици Србији, када је реч о рециклирању возила завршеног животног века и тенденција ка стварању економски одрживог система рециклирања представља главне мотиве за пројекцију и моделирање управо тог система за рециклажу „ELV“-а који би био дугорочно исплатив и еколошки ефикасан. Иако не постоје прецизни подаци о количинама отпадних возила која се генеришу током једне године, у Републици Србији постоји преко милион возила чија је просечна старост већа од 10 година, и која ускоро могу представљати велики проблем.

Поступак рециклаже моторних возила на крају животног циклуса какав се остварује у свету, у Србији има сасвим други карактер и своди се на неовлашћено извлачење гвозденог материјала из дотрајалих возила и депоновање свих осталих неметалних компоненти које би такође могле имати значај.

Управљање токовима отпада је једна од најважнијих еколошких тема широм света. Из угла квантитета, истрошена возила представљају једну од најприоритетнијих врста отпада. Са овим сазнањима, проблем рециклирања ове врсте отпада и у Србији постаје све јаснији. Доношењем Националне стратегије за управљање отпадом са приложеном ЕУ програмом унапређења, Закона о управљању отпадом, Стратегију управљања отпадом за период 2010-2019 и Правилника о управљању „ELV“ у Републици Србији, („Serbian ELV Ordinance“) (MERS, 2010), Влада је успела да укључи Србију међу државе које се контруктивно и одлучно боре са решавањем проблема рециклирања возила на дугорочном нивоу [34].

У Републици Србији углавном не постоји развијен систем за рециклирање возила. Овај процес се врши партикуларно у неколико различитих, једноставних постројења за рециклирање металног отпада, који појединачно нису довољно опремљени и развијени да би успели да одговоре на сложен задатак рециклирања целокупног аутомобила [16].

Од 2013. до маја 2015. године, надлежни органи су издали пет дозвола за складиштење и третман отпадних возила са опасним супстанцама. Од 2009. до 2015. године Министарство заштите животне средине је издало приближно 500 дозвола за сакупљање и превоз отпадних возила. Ефикасност прераде ће морати да се повећа како би се отварили циљеви. Такође је неопходно повећати густину мреже за сакупљање. Ово ће изискивати додатне инвестиције и вероватно потребу

финансирања од стране произвођача који пласирају возила на тржиште Србије, уколико се жели постизање циљева.

Тржиште половних аутомобила је веома раширено у Србији и слабо је контролисано. Због неповољне економске ситуације аутомобили се оправљају докле год је то могуће, те је (према подацима из 2014-2015. године) просечан животни век возила 16 година. Оператери који врше репроцесирање отпада су известили Агенцију за заштиту животне средине да су 2015. године прерадили 1.914 тона отпадних возила, од чега су 1.194 тоне чинила отпадна возила која не садрже ни течности ни друге опасане компоненте, а преосталих 720 тона су отпадна возила регистрована у Каталогу отпада као отпадна возила која садрже опасне материје. Укупно 184 тоне отпадних возила која не садрже ни течности ни опасне компоненте је извезено [39].

Број отпадних возила је повећан последњих година због фреквентнијег увоза јефтинијих половних аутомобила из Европске Уније. Сакупљање отпадних возила врше откупни центри или надлежни општински орагани који периодично сакупљају напуштена возила са паркинга и нелегалних депонија. У неким случајевима отпадна возила продају њихови власници центрима за рециклажу.

У Србији постоје постројења за демонтажу, сечење и пресовање отпадних возила и постројења за рециклажу одређених делова и материјала са отпадних возила. Један од свега два комбинована уређаја („шредера“) за сечење и пресовање у Србији се налази у рециклажном центру у Железнику (слика 28). Пре него што отпадно возило уђе у постројење, гуме, течности (као што су антифриз, уље и гориво) и акумулатори се скидају [20].



Слика 28. Рециклажни центар у Железнику [20]

Када се у откупним центрима широм Србије сакупи одређени број возила, она се железницом шаљу у Београд на постројење „шредер”. Систем водених и ваздушних филтера у овој машини од метала одваја пластику, стакло, гуму, платно, а скида чак и фарбу са возила.

Постројење за сечење и пресовање затим одваја метал и сече делове аутомобила на ситне комаде (слика 29), а најквалитетнији челични отпад се упућује у Железару Смедерево и друге ливнице и железаре за прераду метала [20].

Од аутомобила који у просеку тежи једну тону добије се продукт шредера укупне тежине 700 килограма, што значи да се успешно обради око 70 процената отпадног моторног возила. Пластика и стакло се такође сачељу, али за разлику од металних делова који се транспортују на даљу прераду у железаре, ова фракција отпада се углавном без икаквог третмана складишти на депонијама.



Слика 29. Остатак након „шредеровања“ отпадног аутомобила[51]

Успешност прераде у шредеру и проценат обрађеног аутомобила би били и већи када би аутомобили на крају животног века били у бољем стању. На лошији проценат обрадивости „ELV“-а утиче то што су у нашој земљи они углавном расходовани и стари, а металне компоненте кородирале.

Стакло, које чини око три посто масе аутомобила, тренутно се због сложеног хемијског састава не прерађује у погонима за производњу стакла, али се често уситњено користи у грађевинарству као додатак бетону. У Србији се стакло, као и пластика из отпадних возила транспортују директно на депоније, јер те сировине немају коме да се продају, а трошкови њиховог третмана су виши од могуће продајне цене, те њихова обрада тренутно није економски оправдана. Пластика, која је у возилу садржана од 10-15 посто, чини чак 50% дробљеног остатка „ELV“-а [51]. Отпадне течности компликују процес рециклаже због свог хемијског састава и токсичности, тако да је неопходно водити рачуна о њиховом истакању и складиштењу. По истакању, ове течности се сортирају и транспортују до хемијских постројења где могу да се прераде. Гумени делови „ELV“-а неретко одлазе на индустријску прераду и користе се у производњи разних врста подних облога [50].

13. ПРАКСА РЕЦИКЛАЖЕ ВОЗИЛА У КРАГУЈЕВЦУ И ОКОЛИНИ

Након обрађивања теме третмана и рециклаже отпадних аутомобила, практичан део рада захтевао је проверу и процену стања рециклаже аутомобила у граду Крагујевцу и околини. То је обављено кроз разговоре са физичким лицима и обиласке центара за растављање отпадних аутомобила и других возила, као и плацева секундарних сировина који су задужени за прераду и складиштење материјала од којих је одређени део пореклом и од „ELV“ возила.

Како би се сакупило што више информација о токовима отпада из „ELV“-а, прва станица била је радионица за растављање отпадних аутомобила и других возила у близини центра града. У овом сервису аутомобили свих произвођача се растављају без обзира на степен очуваности и старост. Поред возила која су превремено постала отпадна, највећи број возила која се растављају у овој радионици јесу старија возила чија се поновна регистрација не може обавити услед неиспуњавања прописаних енергетских и еколошких стандарда. У центар стижу аутомобили у различитим стањима, од чега зависи колики део аутомобила ће се одбацити као отпад, а колики се, након или без репарације, може поновно искористити као резервни део за неко друго возило. Приликом откупа возила од корисника, из аутомобила се одвајају моторна уља, гориво и антифриз, након чега је „ELV“ спреман за расклапање. Зависно од степена оштећења делова и склопова аутомобила, они се одбацују као непожељни и некорисни, или се користе поновно као резервни делови. У овој радионици се не врше захтевније поправке дотрајалих делова, већ се, уколико нису у задовољавајућем стању, одбацују. Такође, делови који захтевају мање радове како би се довели у захтевано стање, као и они којима регенерација није потребна, бивају продати локалним аутомеханичарима који их даље продају и монтирају крајњим корисницима. Скоро сви делови и склопови аутомобила могу бити употребљени као резервни делови, али пракса је у овом центру показала да су најтраженији делови - делови везани за електронику аутомобила.

Након растављања аутомобила и искоришћења одређених делова, остатак аутомобила – шкољка, одбацује се као отпад. Отпад откупљује, најчешће, фирма за складиштење и прераду секундарних сировина „Реумат“. Количина отпадног материјала који се прода овом, или неком другом центру секундарних сировина зависи, пре свега од стања и старости растављеног аутомобила, као и од стручности, способности и знања запослених да потенцијалне резервне делове регенеришу (уколико је део томе подложен) и тиме одложе стварање новог отпада.

Други посећени центар за демонтажу возила јесте радионица у близини Крагујевца. Аутомобили који се овде растављају углавном су марке „Alfa romeo“ и „Fiat“, без обзира на њихову старост и ниво очуваности. Аутомобили се откупљују

од физичких лица и број примљених возила варира од месеца до месеца. Из возила се одвајају моторна уља и гориво, након чега се возило раставља. Сви могући резервни делови се издвајају из аутомобила, и након провере се задржавају ради могуће поновне употребе. Уколико је деловима и склоповима потребна репарација, то се обавља у овом рециклажном центру, након чега се делови продају физичким лицима или аутомеханичарским радњама које их уграђују у друга возила. Према процени запослених у радионици, просечан проценат аутомобила који одлази у резервне делове може ићи и од 60%, док се осталих, бар 40%, сврстава у отпад. Сав отпадни материјал се продаје оближњем плацу за складиштење и прераду секундарних сировина, где затим бива пресован мобилном пресом. Пре пресовања, на плацу секундарних сировина отпадну шкољку чисте и са ње скидају отпадну пластику, стакла и друге нежељене компоненте. Шкољка се затим пресује како би се њена запремина смањила и спремила за даљу прераду у ливницама.

За поновно коришћење одређених делова и склопова аутомобила може се искористити и до 60% „ELV“-а, са или без репарације, и то најчешће: акумилатори, мотори, мењачи, трапови и врата, и тд. Искривљени делови каросерије и шасија се прослеђују као аутомобилски отпад на даљи третман.



Слика 30. Некомплетна шкољка аутомобила

Центар за складиштење и третман секундарних сировина „Реумат“ у Крагујевцу јесте огранак београдског Центра за рециклажу, који у граду Крагујевцу сакупља, складишти и прерађује отпадни материјал. У случају аутомобила, у овом центру се од физичких и правних лица откупљује углавном некомплетна шкољка (шкољка очишћена од мотора и свих опасних материја и течности), или већ сечени метал пореклом са отпадних возила. У зависности од тога да ли је шкољка очишћена, она се шаље на постројење „Шредер“ или на постројење „Маказе“. Уколико је лим чист,

шкољка се у „Маказама“ пресује и сече како би се добили компактни делови који се затим прослеђују у железару где се топе и даље прерађују.

Уколико је шкољка некомплетна и лим нечист, она се железничким (возовима) или друмским (камионима) путем шаље у центар Железник у Београду. Ради уштеде простора у превозним средствима, понекад се пнеуматици скидају у постројењу у Крагујевцу, мада је чешћа опција да се скидање и прерада пнеуматика врши у Београду, где се „ELV“ возила и рециклирају.



Слика 31. Пнеуметици одвојени од челичне конструкције у постројењу у Крагујевцу

Центар за рециклажу „Железник“ у Београду један је од два рециклажна центра у Републици Србији у ком се рециклирају отпадна возила, и то помоћу постројења „Шредер“. Шредер је постројење у ком се врши дезинтеграција комплетног возила тако што се возило сабија и уситњава млевењем, при чему се помоћу водених и ваздушних филтера честице прашине одвајају од металног и неметалног отпада. Пре убацивања возила у постројење, опасне течности се истачу из возила (уколико то већ није обављено) и са њега се скидају пнеуматици и акумулатор. Самлевени материјал се избацује на вибракорито и транспортну траку где се магнетна фракција одваја од немагнетне. Излазни, пречишћени материјал јесте шредер шрот. Ово је висококвалитетан секундарни материјал који се транспортује у железаре, док се сви остаци и отпаци процеса рециклаже возила одлажу на депоније у складу са законом. У шредер постројењу у Републици Србији се успешно третира око 65-70% отпада из отпадних аутомобила, док остатак представља отпадни материјал који се даље не рециклира.



Слика 32. Постројење „шредер“ за рециклажу комплетног возила

На плацу за складиштење и третман секундарних сировина „Реумат“ у Крагујевцу, отпад из „ELV“ возила, тачније отпадни лим се прерађује (уколико је чист) у постројењу „маказе“ које сабијањем смањује запремину метала и по потреби га сече. Лим који се у „маказама“ користи не мора бити само од отпадних аутомобила, већ се овим путем може обрадити било који чист лим. Краном се у горњи део постројења убацује отпадни метал, који затим иде на део за пресовање који се назива „штајфер“. Штајфер је клип којим се под високим притиском метал пресује, уз који се инсталира и нож којим се, опционо, може при пресовању обавити и сечење материјала. Изглед постројења „маказе“ дат је на слици 33.

Након сабијања клипом, отпадни метал се избацује на вибрирајућу транспортну траку која, поред свог задатка да сабијени материјал достави на жељени циљ, има задатак и да вибрирањем раздвоји отпадну прашину и прљавштину са сабијене плоче. Ови сакупљени остаци одвајају се у посебан одељак где се мешају са металним отпаcima који су настали при процесима сабијања и сечења. Ова мешана фракција отпада се прослеђује на „штајнер“ – магнетну траку, како би се из ње сепаратисали магнетни и немагнетни делови. Магнетна фракција затим иде на даљу обраду заједно са осталим тешким металима, док се немагнетна фракција одлаже на депонију или спаљује.



Слика 33. Постројење „маказе“ у Крагујевцу

У центру „Реумат“, број отпадних возила који стигну на плац варира од месеца до месеца без установљеног правила, па се може десити да се некада истретира и до 100 тона отпадних аутомобила на месечном нивоу. Наравно, дешава се да у неким месецима ова количина отпада не буде већа од 20-30 тона. На овом плацу се врши повлашћивање физичких лица у оквиру акције 'старо за ново', подстичући на овај начин савесно одлагање отпадних возила и промовишући рециклажу возила као једину исправну, и по животну средину најпожељнију опцију збрињавања отпада.

„Центар за рециклажу“, са Железником у Београду као главном базом, уз подршку Владе Републике Србије, је 2008. године покренуо велику маркетиншку кампању под називом „Старо за ново“.

Циљ ове кампање је вишеструк:

- Раст профита и продаје нових возила,
- Тежња да се стара и ризична возила склоне са путева,
- Запошљавање бивших Заставиних радника на процесу рециклаже возила,
- Развој, покретање и јавно утицање на свест грађанства о покрету рециклаже возила и заштита животне средине од старих и одбачених возила.
- Потреба за поновним добијањем велике количине обновљивих ресурса.

Међутим, последњих пар година бележи се све мања заинтересованост грађана Србије да ову акцију подрже.

Поступак збрињавања отпадних возила не разликује се много ни у мањим фирмама за складиштење и прераду секундарних сировина у Крагујевцу, од којих су две посећене са циљем добијања корисних информација о третманима отпада.

Најцењенији и заправо једини материјал са отпадних возила који се у потпуности рециклира јесте метална фракција, која се у свим фирмама добавља од стране мањих сакупљача или откупом целих отпадних возила која се на лицу места растављају. Како мањи прерађивачи отпада немају доступну опцију слања возила на постројење „шредер“, третман аутомобилског отпада се у овим центрима базира на расклапању возила и слању магетне фракције у железаре на даљу прераду, док се остатак возила, немагнетна фракција складишти на депонијама у складу са законом. Пнеуматици се скидају са возила и помоћу посебне машине под притиском одвајају од челика.

На плацу за складиштење и третман секундарних сировина „Иногај“ надомак Крагујевца, отпадна возила која пристигну растављају се у складу са законом, тако што се пре свега одваја опасан од неопасног отпада. Ово се врши одстрањивањем акулуматора и цеђењем отпадних течности. Ову врсту отпада прихвата кооперантска фирма која се бави третманом и безбедним одлагањем опасног отпада, док се остатак возила третира у компанији „Иногај“ као неопасни отпад. Очишћени отпадни аутомобил се прерађује у постројењу маказе које сабија и сече отпадни лим који се даље продаје железарама.



Слика 34. Постројење „маказе“ у Крагујевцу

У Крагујевцу, као и на територији целе Републике Србије, стање везано за рециклирање отпадних возила није на захтеваном нивоу. Возила се углавном расклапају у мањим сервисима, при чему се често не прате законске норме при њиховом растављању и одлагању отпада из возила. При даљој преради аутомобилског отпада, најслабију тачку представља остатак дробљења („ASR“) који, упркос свом великом потенцијалу за даљи третман, бива депонован без икакве прераде. Ова фракција отпада садржи компоненте као што су пластика, стакло и лаки метали које би након сепарације и третмана могле бити враћене у процес поновне производње. Велики проценат растављеног аутомобила се користи као резервни делови за друга возила, што би објаснило јако дуг просечан животни век аутомобила у Србији од 16 година.

14. ЗАКЉУЧАК

Проблем све веће количине отпада који генеришу отпадна возила у свим фазама животног циклуса се бележи, како у глобалним размерама, тако и у граду Крагујевцу. Овај рад представља осврт на утицај „ELV“ возила на животну средину, на важност савесног управљања отпадом из моторних возила на крају животног века, као и на значај рециклаже као најпожељније и најисправније опције приликом тог управљања.

На подручју града Крагујевца треба организовати и подржати програм рециклаже у циљу заштите животне средине, оптималног искоришћења природних и енергетских ресурса, отварања нових радних места и стварања додатних извора прихода. Систем за рециклажу „ELV“ возила треба да представља скуп међусобно зависних учесника, чијим уређеним процесима и активностима треба да се обезбеди враћање материјалних компоненти у фазу производње материјала, делова и енергије кроз поновно коришћење у новим возилима.

Иако аутомобилски отпад представља круцијални проблем у многим земљама света, његово збрињавање је олакшано доношењем Директиве о искоришћеним возилима („Директива 2000/53/ЕЦ“) Европске уније, којој је Република Србија дала на значају много година након званичног усвајања 2002. године. Због тога у Србији не постоји добро организован систем рециклаже аутомобилског отпада, који би на задовољавајући начин управљао токовима отпада из „ELV“ возила, као и његовим прописним одлагањем.

Као главни субјекти система за рециклажу „ELV“ возила, државне институције, организације и појединци морају бити подједнако укључени и организовани како би се ефикасно стигло до жељеног напретка. У Републици Србији, као и у граду Крагујевцу, ови субјекти система нису подједнако ангажовани у систему управљања отпадом. Државне институције би требало да имају више утицаја у систему сакупљања и третману отпада, како би очуваност и искоришћеност драгоцених материјала са „ELV“ возила била што већа. Сакупљање возила је углавном препуштено неформалним сакупљачима који отпадна возила растављају и делове који би се можда могли поново искористити, на нестручан начин репарирају и даље продају. Резултат тога јесу небезбедна возила са све дужиим животним веком.

У Крагујевцу се рециклажа комплетног возила не врши ни у једном рециклажном центру услед недостатка захтеване опреме и машина. Аутомобили се растављају и третирају парцијално у више рециклажних центара. Највреднији материјал са моторних возила, који се у потпуности рециклира јесте метал, док се углавном сви други делови аутомобила (осим пнеуматика) складиште на депонијама као остаци дробљења (тзв. неметална фракција отпада),

Област управљања аутомобилским отпадом јесте област на којој, на нивоу целе Републике Србије треба радити како би се унапредила свест грађана о значају сакупљања, третмана и прописног складиштења отпадом из „ELV“ возила.

Потребно је указати на утицај „ELV“ возила на животну средину и на важност минимизације овог утицаја, како би се смањио еколошки траг који аутомобилска индустрија неминовно оставља.

Очување материјалних добара и животне средине кроз управљање аутомобилским отпадом је и више него довољан разлог да решавање питања „ELV“-а буде приоритет сваке земље, а њихова рециклажа најпримењенија метода, како би се створили услови за здравију планету и одрживију животну средину.

15. ЛИТЕРАТУРА

[1] Selman Karagoz, Nezir Aydin, Vladimir Simic; End-of-life vehicle management: a comprehensive review

[2] Интернет страница:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092134499500021A>

Приступљено дана: 06.05.2020. године

[3] Интернет страница: <https://ec.europa.eu/environment/waste/elv/index.htm>

Приступљено дана: 07.05.2020. године

[4] Интернет страница: https://www.researchgate.net/publication/226522156_End-of-Life_Vehicle_Recycling_in_the_European_Union

Приступљено дана: 06.05.2020. године

[5] Интернет страница: <https://www.thebalance.com/organization-economic-cooperation-development-3305871>

Приступљено дана: 05.05.2020. године

[6] Интернет страница: <https://recyclinginternational.com/ferrous-metals/car-recycling-trends/19016/>

Приступљено дана: 08.05.2020. године

[7] Интернет страница: <https://www.britannica.com/technology/automotive-industry/Sales-and-service-organization>

Приступљено дана: 07.05.2020. године

[8] Интернет страница: <https://www.slideshare.net/WengChuan/automobile-industry-english-2>

Приступљено дана: 09.05.2020. године

[9] Интернет страница: <https://www.industryweek.com/the-economy/article/21958422/the-automotive-industry-economic-impact-and-location-issues>

Приступљено дана: 10.05.2020. године

[10] Интернет страница: <https://www.dreamstime.com/smart-robotic-automotive-assembly-line-factory-smart-robotic-automotive-assembly-line-modern-engineering-systems-automobile-image101212875>

Приступљено дана: 06.05.2020. године

[11] Интернет страница: https://www.researchgate.net/figure/Parts-of-various-types-of-materials-used-for-the-manufacture-of-car-parts_fig1_322096172

Приступљено дана: 19.05.2020. године

[12] Интернет страница: <https://maycointernational.com/blog/what-are-cars-made-of/>

Приступљено дана: 20.05.2020. године

[13] Интернет страница: <https://www.newkidscar.com/vehicle-construction/car-structure/>

Приступљено дана: 21.05.2020. године

[14] Интернет страница: <https://www.ciwm.co.uk/ciwm/knowledge/end-of-life-vehicles.aspx>

Приступљено дана: 22.05.2020. године

[15] Интернет страница:
<http://article.sapub.org/10.5923.j.ijme.20180803.02.html#Sec5>

Приступљено дана: 23.05.2020. године

[16] Јован Миливојевић, Соња Грубор, Александра Кокић Арсић; Рециклажа моторних возила на крају животног циклуса у функцији квалитета живота;

[17] Интернет страница: <https://ehdtech.wixsite.com/ehd-tech/single-post/2018/06/11/Future-Automotive-Manufacturing-Materials-and-Processes>

Приступљено дана: 24.05.2020. године

[18] Интернет страница: <http://facta.junis.ni.ac.rs/me/me201102/me201102-08.pdf>

Приступљено дана: 25.05.2020. године

[19] Интернет страница: <http://logic.sf.bg.ac.rs/wp-content/uploads/Papers/ID-45.pdf>

Приступљено дана: 26.05.2020. године

[20] Интернет страница: <https://mondo.rs/Foto/a798793/Centar-za-reciklazu-u-Beogradu-i-FIAT-u-akciji-Recikliranje-je-cool.html>

Приступљено дана: 26.05.2020. године

[21] Интернет страница: <https://atfpro.co.uk/update-on-the-elv-directive/>

Приступљено дана: 27.05.2020. године

[22] Интернет страница: https://hazardouswaste-serbia.info/fileadmin/inhalte/haz_waste/pdf/Deliverables/SWSP_on_ELV.pdf

Приступљено дана: 26.05.2020. године

[23] Интернет страница: <https://sci-hub.tw/10.1007/s11837-003-0098-7>

Приступљено дана: 26.05.2020. године

[24] Драгиша Толмач, Славица Првуловић, Милан Павловић, Драгана Димитријевић; Анализа рециклираних кола у Србији и преглед оптималне технологије; Технички факултет „Михајло Пупин“, Зрењанин

[25] W. L. Dalmijn & T. P. R. De Jong; The development of vehicle recycling in Europe: Sorting, shredding, and separation; Delft University of Technology in the Netherlands, Delft, The Netherlands

[26] Интернет страница: https://www.researchgate.net/figure/Simplified-flow-sheet-of-shredding-and-PST-trial-Calculatation-of-required-batch-size-of_fig4_270050613

Приступљено дана: 24.05.2020. године

[27] Интернет страница: <http://www.ejetmagnets.com/sdp/1295090/4/pd-5672852/20377134-2845316/eddy-current-separation-of-non-ferrous-from-car-re.html>

Приступљено дана: 20.05.2020. године

[28] Интернет страница: <https://www.elves.ie/docs/Recycling-and-Recovery.pdf>

Приступљено дана: 21.05.2020. године

[29] Интернет страница: <https://fertodonnescipy.weebly.com/blog/tecdoc-auto-parts>

Приступљено дана: 22.05.2020. године

[30] Интернет страница: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652618311727>

Приступљено дана: 24.05.2020. године

[31] Интернет страница: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11837-003-0098-7>

Приступљено дана: 25.05.2020. године

[32] Интернет страница: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781845695613500119>

Приступљено дана: 26.05.2020. године

[33] Интернет страница: https://www.npao.ni.ac.rs/files/1711/40_RMV_ff573.pdf

Приступљено дана: 26.05.2020. године

[34] Интернет страница: https://www.researchgate.net/publication/329931963_Integralni_plan_razvoja_sistem_a_reciklaze_i_reciklaznih_centara_u_Beogradu

Приступљено дана: 27.05.2020. године

[35] Интернет страница: <https://atfpro.co.uk/update-on-the-elv-directive/>

Приступљено дана: 09.05.2020. године

[36] Интернет страница: <https://steinertglobal.com/metal-recycling/auto-shredder-residue/>

Приступљено дана: 06.09.2020. године

[37] Интернет страница: article-IJEES-155%20(1).pdf

Приступљено дана: 06.09.2020. године

[38] Интернет страница: <https://sci-hub.tw/10.1088/1757-899X/421/3/032019>

Приступљено дана: 07.09.2020. године

[39] B.J. Jody and E.J. Daniels; End-of-Life Vehicle Recycling: The State of the Art of Resource Recovery from Shredder Residue

[40] Интернет страница: <https://sci-hub.tw/10.1533/9780857095466.299>

Приступљено дана: 06.09.2020. године

[41] Интернет страница: <https://www.arscars.com/scrap-metal-market-february-2020-scrap-price-recovery-update/>

Приступљено дана: 10.09.2020. године

[42] Интернет страница:
<https://www.greengatemetals.co.uk/scrapmetal/heavy+steel+and+cast+iron.html>

Приступљено дана: 12.09.2020. године

[43] Интернет страница:
<https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=8031#:~:text=As%20these%20metals%20are%20magnetic,metal%20from%20the%20basic%20ore>

Приступљено дана: 16.09.2020. године

[44] European Union; Annex 2: arisings and treatment of end of life vehicles

[45] Abbas Mohajerania, Lucas Burnetta, John V. Smith; Recycling waste rubber tyres in construction materials and associated environmental considerations; School of Engineering, RMIT University, Melbourne, Australia

[46] Интернет страница: <https://www.ipitaka.com/blogs/news/what-s-composite-material>

Приступљено дана: 19.09.2020. године

[47] David Schönmayr; Automotive Recycling, Plastics, and Sustainability; University of Graz, Austria

[48] Интернет страница: <https://blog.nationalgeographic.org/2018/04/04/7-things-you-didnt-know-about-plastic-and-recycling/>

Приступљено дана: 20.09.2020. године

[49] Интернет страница: <https://www.dreamstime.com/glass-recycling-process-scheme-vector-isometric-illustration-glass-recycling-process-scheme-vector-isometric-illustration-reducing-image159930782>

Приступљено дана: 22.09.2020. године

[50] Интернет страница: <http://www.politika.rs/sr/clanak/76473/Sreder-jede-300-vozila-na-dan>

Приступљено дана: 24.09.2020. године

[51] Интернет страница: <https://recyclinginside.com/recycling-auto-shredder-residue/>

Приступљено дана: 25.10.2020. године

[52] Интернет страница: <https://www.thebalancesmb.com/auto-recycling-recent-trends-opportunities-and-challenges-4011892>

Приступљено дана: 25.10.2020. године

[53] Зекавица О., „Рециклажа аутомобилских делова и склопова као интегрални део процеса рециклаже аутомобила изашлих из употребе“, Застава Аутомобили-институт за аутомобиле, елаборат, Крагујевац

[54] Милан Ж. Трумић, Маја С. Трумић; Улога припреме у рециклажи отпада и одрживом развоју Србије, Технички факултет Бор