

**Факултет инжењерских наука
Универзитета у Крагујевцу**



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Машинске конструкције и механизација

Предмет: Индустријски дизајн

Број индекса: 376/2015

Бранислав М. Тасић

**Еколошки дизајн индустријских
производа**

Мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. Др Лозица Ивановић - ментор
2. _____
3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог мастер рада кандидат треба да истражи и проучи литературу из области еколошког дизајна индустријских производа. На основу прикупљених и систематизованих података треба да размотри све аспекте потребне за дизајнирање производа за рециклажу. Посебну пажњу треба да посвети животном циклусу производа, од дизајнирања, производње, монтаже и транспорта производа, до рециклаже која следи након краја животног циклуса производа. Потребно је да прикаже примену изабраног алата и методе за оцену производа према критеријумима заштите животне средине.

Препоручена литература:

- [1] Н. Зрнић, М. Ђорђевић: Дизајн и екологија – одрживи развој производа, Београд, Србија, 2012.
- [2] Л. Ивановић, С. Кузмановић, М. Вереш, М. Рацов, Б. Марковић: Индустријски дизајн, Крагујевац, Србија, 2015.

Крагујевац, 2018.

ментор:

Др Лозица Ивановић, ред. проф.

Изјављујем да сам овај мастер рад урадио самостално, служећи се стеченим знањем и искуством као и наведеном литературом.

376/2015 Бранислав Тасић

Садржај

Резиме	5
Увод	6
1. Историјат отпада.	7
2. Материјали и сировине .	8
2.1. Подела материјала	8
2.2. Природни материјали	9
2.3. Метали	11
2.3.1. Железни метали	11
2.3.2. Нежелезни (обојени) метали	12
2.4. Полимери (пластике)	18
2.5. Керамика и стакло	24
2.6. Хибриди и композитни материјали	24
3. Дизајн производа и његова производња	26
3.1. Дизајн производа	26
3.1.1. Прва фаза – писање и разрада листе захтева	26
3.1.2. Друга фаза – концепцијски дизајн	26
3.1.3. Трећа фаза – развој облика и димензија производа.	27
3.1.4. Четврта фаза - контрукцијска разрада.	27
3.2. Производња, монтажа и дизајн за монтажу	28
3.2.1. „Чиста“ производња и „чисте“ технологије.	28
3.2.2. Монтажа	28
4. Транспорт и амбалажа производа	30
4.1. Транспорт	30
4.2. Амбалажа	32
5. Крај животног циклуса .	33
5.1. Састав отпада	33
5.2. Управљање отпадом	35
6. Рециклажа	39
6.1. Процес рециклаже	40
6.1.1. Пријем и мерење	41
6.1.2. Сепарација и сортирање	41
6.1.3. Збијање и паковање	45
6.2. Рециклажа различитих материјала	46
7. Екодизајн – дизајн за рециклажу	55
7.1. Дизајн за рециклажу	55
8. Анализа животног циклуса микроталасне пећнице	57
Закључци	68
Литература	70

Резиме

У оквиру мастер рада, обрађена је тема рециклаже производа и дизајнирања истих у односу на рециклажу. У првом делу је написано нешто више о историјату отпада и његовој подели. Како би се што прецизније описао поступак рециклаже и како долази до саме рециклаже производа, након историјата, детаљно је описан сваки материјал од ког се праве производи. Пажња је посвећена животном циклусу производа од дизајнирања, производње, монтаже па све до транспорта производа и његове амбалаже. Описан је крај животног циклуса производа. Детаљно је објашњен поступак рециклаже која следи након краја животног циклуса производа, као и начин дизајнирања производа за рециклажу, Екодизајн. Крај рада је посвећен практичном раду у програмском пакету Ecodesign pilot assistant где су упоређени добијени резултати добијени у случају ако се производ рециклира и ако се производ не рециклира.

Кључне речи: рециклажа, отпад, дизајн, екодизајн, производ, материјал, Екодизајн пилот асистент

Summary

The scope of this master's thesis covers the topics of product recycling and product design in relation to the recycling. The first part elaborates on the history of waste and its division. In order to precisely depict the recycling process and what leads to it, the history is followed by a detailed description of all of the materials used in the production. Attention is given to the life cycle of a product that spans from designing it, through production and assembly, up to the transportation of final products and its packaging. The end of the product life cycle is depicted, as well as methods of designing products for recycling, Ecodesign. Final part of the thesis is devoted to the practical work in Ecodesign pilot assistant software where two sorts of results are compared, those of products intended for recycling and products which are not intended for recycling.

Key words: recycling, waste, design, ecodesign, product, material, Ecodesign pilot assistant

Увод

Један од највећих проблема данашњице је велика потрошња енергије која се потроши за добијање материјала од којих ће настати нови производи, како из обновљивих тако и из необновљивих извора енергије. Сваки од тих производа на крају животног циклуса постане отпад. То нас доводи до још једног великог проблема, стварања огромних количина отпада.

Сваки производ доприноси деградацији животне средине и то у свакој фази животног циклуса, не само на почетку при производњи нових материјала, нити само на крају бацањем производа на депоније или стварањем дивљих депонија. Због тога је за животну средину битна свака фаза животног циклуса производа.

Једно од решења поменутих проблема је **рециклажа** производа. Рециклажом производа који је дошао до краја свог животног циклуса прво ће се смањити количина производа који заврше на депонијама, а друго, смањила би се производња нових сирових материјала, већ би се користили материјали добијени рециклажом.

Сваким даном се ствара све више и више отпада. Према подацима Привредне коморе Србије, годишње се по глави становника у Србији произведе 302 килограма отпада, док се у земљама Европске Уније произведе 475 килограма. Према истим подацима у Србији се рециклира свега 1% комуналног отпада, док је са земљама Европске Уније случај другчији, 44%.[1]

Како би се смањиле количине отпада, како у свету тако и код нас, то изазива велике изазове за инжењере. То се постиже коришћењем **Екодизајна**. Екодизајн је поступак који спаја технологију и организацију на такав начин да се ресурси користе ефикасно са најмањим штетним дејством на животну средину.

У наредним поглављима детаљно је описан поступак рециклаже. Од почетка животног циклуса производа, одабира материјала за производ, дизајнирања, све до краја животног циклуса и рециклаже производа.

1. Историјат отпада

Рециклирање се јавља кроз целу историју човечанства. У давним временима отпад се састојао од костију животиња, коже, дрвећа и пепела. Ако људи нису могли да поправе своје оруђе, посуђе и друге ствари које су користили како би себи олакшали живот, остављали су те остатке на земљу и то им је служило за ђубрење земљишта. Постоје разна историјска сазнања која казују да су људи пре више од 4000 година сакупљали бронзу и остале драгоцене материјале и топили их ради констатне реупотребе. Пре 3000 година п.н.е. у престоници Крита постојале су депоније за одлагање отпада, док се у Античкој Грчкој пре 2500 година отпад одлагао изван градских капија на удаљености од најмање 1,5 km. Рециклажа папира почиње 1921. у Великој Британији. Касније током другог светског рата било је форсирано рециклирање због недостатка ресурса. Током рата су људи били приморани да сакупљају метале и влакна што се сматрало патриотским доприносом.

Након краја животног циклуса производа долази до рециклаже. Постоје многе дефиниције о отпаду који се рециклира. Једна од тих дефиниција отпада је: „Материјали који нису основни производи (производ прављен за тржиште) и које њихов творац или власник (корисник) не користи више за потребе производње, трансформације или потрошње и које жели да одбаци, називају се **отпад**.“ [ЕЕА, Glossary]

Према Закону о управљању отпадом Републике Србије чврсти отпад се дели на:

- **Отпад из домаћинства или кућни отпад** – отпад из домаћинства који се свакодневно сакупља, као и посебно сакупљен опасан отпад из домаћинства, кабасти отпад, баштенски отпад исл.;
- **Комерцијални отпад** – настаје у предузећима, установама и другим институцијама које се у целини или делимично баве трговином, услугама, канцеларијским пословима, спортом, рекреацијом или забавом, осим отпада из домаћинства или индустријског отпада;
- **Индустријски отпад** – отпад из било које индустрије или са локације на којој се налази индустрија, осим јаловине и пратећих материјалних сировина из рудника и каменолома.

Такође према Закону о управљању отпадом Републике Србије отпад се дели и према токсичности. Према токсичности отпад се дели на:

- **Инертан** – отпад који није подложен било којим физичким, хемијским или биолошким променама, не раствара се, не сагорева или на други начин физички или хемијски реагује;
- **Неопасан** – отпад који нема карактеристике опасног отпада;
- **Опасан** – отпад који по свом пореклу, саставу или концентрацији опасних материја може проузроковати опасност по животну средину и здравље људи

и има најмање једну од опасних карактеристика утврђених посебним прописима, укључујући и амбалажу у којој је отпад био, или јесте упакован.

Како би дошло до рециклаже постоји још доста битних ствари везаних за отпад. Управљање отпадом је јако битно, састав комуналног отпада, депоније, сакупљање отпада, транспорт и још доста тога. Како би лакше и боље описали све то, као и саму рециклажу морамо се вратити на сами почетак животног циклуса једног производа. Од избора материјала преко дизајнирања, транспорта, употребе и свих осталих ствари.

2. Материјали и сировине

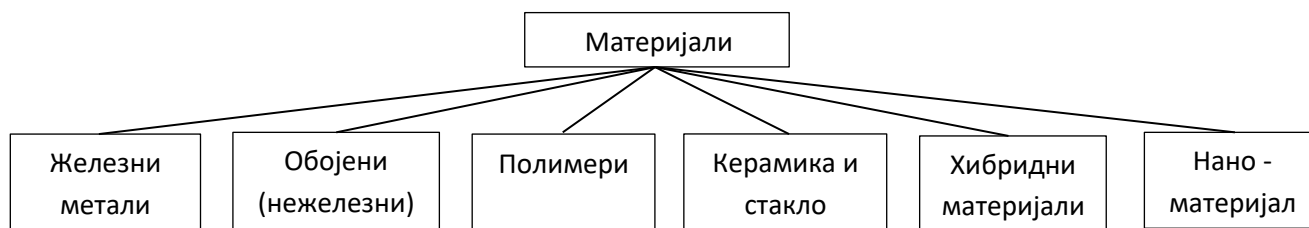
Једна од најважнијих ствари у процесу производње и самом животном циклусу неког производа је избор сировина од којих ће се производ направити. Природа сама по себи обезбеђује сирове материјале кроз природне изворе. Природни ресурси могу бити **обновљиви**, што значи да се сирови материјали могу обнављати у веома кратком временском периоду, и **необновљиви**, сирови материјали који су у ограниченим количинама на свету попут неких руда, или је за настајање истих потребно да прође много дуг временски период, попут нафте.

2.1. Подела материјала

Материјали који служе за производњу неког производа се могу поделити у више различитих група. Основна класификација материјала је на вештачке и природне материјале.

- **Природни материјали** су материјали који се проналазе у природи и то су дрво, камен, кости, угаљ, памук, свила, природна гума, крзно, вуна,...
- **Вештачки материјали** су природни материјали који су прерађени неким физичким или хемијским процесом, један од примера је где се сагоревањем кречњака добија цемент.[2]

Осим поделе на природне и вештачке материјале, сви материјали се могу класификовати у неколико класификационих група као на слици 1.



Слика 1. Класификација материјала

- Железни метали – сваки метал који садржи железо, чисто железо или његове легуре са другим материјалима;
- Обојени (нежелезни) – Сваки метал који не садржи железо;

- Полимери – Полимери су материјали од много градивних једињења. Најчешће су то пластике или гуме;
- Керамика и стакло – Неметални материјали за чију израду је неопходна топлота. Метали се додају да би се добила боја;
- Хибридни материјали – Материјали који су сачињени из два или више различитих материјала;
- Нано – материјали – Напредни материјали са јединственим карактеристикама.[2]

2.2. Природни материјали

Као што је горе већ поменуто, природни материјали су материјали који се проналазе у природи. У те материјале спадају дрво, камен, угаљ, текстили,... При дизајнирању било ког производа препорука је да се прво ако је могуће користе природни материјали, па онда синтетички.

Дрво – Природни материјал који се састоји од целулозе и лигнита. Постоје многи вештачки материјали настали од дрвета или на бази дрвета. Неки од тих материјала су медијапан, папир, арбоформ и др. Дрво се може сећи и правити у разним облицима. Дрво је материјал који се тешко хаба, дуготрајно је и има га у изобиљу, спада у врсту обновљивих сировина. Када је реч о цени, у односу на неке друге материјале дрво се може сматрати релативно јефтиним материјалом, а осим тога има и врло леп изглед. Може се искористити у разне намене као што су прављење намештаја, бродова, врата, кућа, као и за огрев (слика 2.).



Слика 2. Производи од дрвета

Иако спада у обновљиве изворе као недостатак се сматра време које је потребно да ново дрво израсте до те величине да може да се обрађује. Шуме се могу обнављати до неког обима, али свест људи о томе није на истом нивоу у свим деловима света, па због тога постоји лимит и граница до које се дрво сматра обновљивим извором.

Препоручује се да се дрва секу са плантажа предвиђених за то, а не да се секу из старих шума јер се на тај начин угрожава живи свет у тим шумама. Такође још једна ствар о којој треба да се брине приликом одабира дрвета је да се не бирају врсте којима треба много година да поново порасту.

Медијапан је вештачки материјал који се прави од дрвених влакана спојених лепком. Сличан материјал медијапану је шперплоча, иверица, итд.

Папир је такође вештачки материјал на бази дрвета. Папир је обновљив, рециклабилан и биоразградив, може се рециклирати око шест пута. Сировине за производњу папира су дрво, лишће дуда и памук.

Арбоформ или „течно дрво“ је нови материјал и сличан је пластици. Није биоразградив. Прави се тако што се лигнит комбинује са природним смолама и влакнима, а онда се излива у калупе.

Камен - Природни материјал, сачињен од минерала и веома чврст. Ако се вратимо у прошлост, камен има изузетно велики утицај у историји човечанства. Почевши од најстаријих времена где се користио као оружје и оруђе за рад, преко тога да су људи правили куће од њега, па све до данас (слика 3.).



Слика 3. Производи од камена

Узимајући у обзир његове карактеристике као што су изузетна тврдоћа, чврстина, истрајност и отпорност на разне временске непогоде увек се камен сматрао изузетним грађевинским материјалом. Данас се употреба у том облику смањила и не користи се толико као сам камен, већ се у огромној мери користи као агрегат приликом производње бетона и асфалта. Када је реч конкретно о машинству, најчешће је коришћен у облику контратега и елемената носећих конструкција код дизалица.

Угаљ – Фосилно гориво које се налази у наслагама седиментних стена. Чврстог је агрегатног стања. Настао је наслагама папрати, четинара, маховина и других древних биљака у мочварним подручјима пре више стотина милиона година. Данас се добија из рудника или са површинских копова. Главна примена угља је добијање топлотне или електричне енергије његовим сагоревањем. Сагоревањем угља долази до велике емисије CO₂. Узимајући у обзир да је угаљ важан извор енергије, нове технологије би требало да смање негативни утицај угља на животну средину, а повећају његову енергетску ефикасност.

Текстил – Од давнина је текстил присутан у животима људи. Прави се од сваке врсте тканине кроз векове и у свим земљама света. Када је порекло текстила у питању, он може бити: биљног, животињског, минералниг или синтетичког порекла. Са гледишта машинства, текстил се користи како кроз историју тако и данас за производњу разних врста ужади. Осим тога текстил се користи и за производњу трака код тракастих транспортера.

2.3. Метали

Метали су један од најзаступљенијих материјала како у индустрији тако и у грађевинарству. Спадају у необновљиве материјале па се посебан значај поклања рециклажи. Подељени су у две велике групе које су и горе наведене као подгрупе материја, а то су:

- **Железни метали** – базирани на железу и њиховим легурама и
- **Обојени (нежелезни)** – алуминијум, олово, бакар, цинк, калај,...

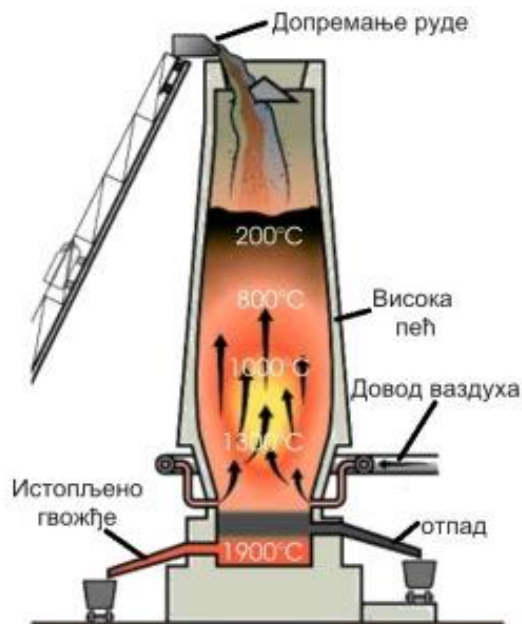
2.3.1. Железни метали

Материјали на бази железа (Fe) називају се железни метали. Они имају веома велику и широку примену у индустрији. Железни метали, у зависности од захтева које морају да испуне, могу имати додатке других метала у себи. Те комбинације железа и других метала називају се легуре железних метала.

Железо – Fe – сматра се да је железо други најраспрострањенији метал у Земљи, а десети најраспрострањенији елемент у свемиру.

Највећу употребу руда железо има у производњи ливеног гвожђа и челика. За њихову производњу у индустрији користе се високе пећи. Високе пећи су високе челичне посуде, на први поглед доста подсећају на вратило својим изгледом. Унутар високих пећи зидови су прекривени ватросталним циглама које су веома отпорне на високе температуре. Поступак производње је следећи (слика 4.):

- Руда железа, кокс и кречњак се сипају у високе пећи одозго,
- Врући ваздух се у пећи удувава кроз отворе који се налазе на дну пећи,
- Струје топлог ваздуха наилазе на кокс и сагоревају га заједно са горивом које се убризгава. На тај начин се ствара велика количина топлоте и врели гасови,
- Кокс ствара главни хемијски реагент за редукцију железне руде. На тај начин се ливено гвожђе добија у течном облику,
- У исто време се прави шљака на тај начин што се кречњак меша са другим компонентама руде железа и угља,
- Ливено гвожђе и шљака се спуштају на дно пећи,
- Ливено гвожђе и шљака се испуштају кроз различите отворе. Различите су тежине и густине, па шљака као лакша испливава на површину и на тај начин се раздвајају.



Слика 4. Производња ливеног гвожђа у високим пећима

Осим прављења ливеног гвожђа железо се још употребљава и као:

- Плаво железо – у фарбама, пластикама, козметици, уметничким бојама, састојак ђубрива, индустријске завршне премазе,...
- Радиоактивно железо – у медицини, елементиндикатор у биохемијским и металуршким истраживањима,
- Оксид црног железа – као пигмент, у једињењима за полирање, медицини, магнетним мастилима,...
- Железни прах – у металуршким производима, деловима аутомобила, катализаторима,...



Слика 5. Производи од железних метала

2.3.2. Обојени (нежелезни) метали

Обојени, нежелезни, метали су метали који у себи не садрже железо. То су алуминијум, бакар, магнезијум, титанијум, цинк, олово,...

Алуминијум – Al – трећи најраспрострањенији елемент у Земљиној кори. У природи се јавља само у облику хемијских једињења. Најекономичније је да се производи из руде боксита, при чему се сам алуминијум налази у једињењу глиница. Боксит је први пут откривен 1821. године у Француској. Боксит се сматра стеном. Боксит се може наћи у црвенкасто браон боји, белој, тамно мркој или жућкастој боји. Добија се површинским ископавањем (слика 6.), па самим тим има доста утицаја на животну средину. Велика већина, од 85 до 90% боксита се преради у алуминијум.



Слика 6. *Лево – ископине боксита, десно – руда боксита*

Светске резерве боксита су 24 милијарде тона. Годишње се из тих резерви извади око 135 милиона тона. Уколико не дође до неких радикалних промена простом математиком долазимо до тога да за свега 170 година можемо исцрпети све резерве. Ту на сцену ступа рециклажа. Када је Србија у питању (без Косова) боксита има на Тари, Мачкату и Почуши са садржином алуминијума од 30%, што се сматра алуминијумом ниског квалитета.

Неке од најкарактеристичнијих особина алуминијума су:

- | | |
|---|-----------------------------|
| - Мала маса | - Отпорност на корозију |
| - Трајност | - Истегљивост |
| - Способност обликовања деформацијом | - Ливност |
| - Добро се заварује | - Добро се обрађује резањем |
| - Добра електро и топлотна проводљивост | - Релативно мала чврстоћа |

У машинској индустрији се алуминијум најчешће користи као легура. Сам по себи алуминијум има велику способност легирања. Алуминијуму се додају бакар, манган или магнезијум како би знатно повећали тврдоћу и чврстоћу. Од укупне количине произведеног чистог алуминијума, 65% служи за производњу алуминијумских легура, док се само 35% прерађује у полупроизвод. Легуре алуминијума се деле на легуре за: **гњечење** и **ливење**.

Легуре за гњечење се деле на легуре које се термички обрађују и легуре које се термички не обрађују. У најзначајније легуре алуминијума за гњечење спадају дурали и авиали.

Легуре за ливење се деле на легуре алуминијума са силицијумом, легуре алуминијума са силицијумом и бакром, легуре алуминијума само са бакром, легуре

алуминијума са магнезијумом и легуре алуминијума са осталим елементима (никл, цинк, титан). Најзначајнија легура алуминијума за ливење су силумини, најчешће се користе у авио и аутомобилској индустрији.

Производња алуминијума - Алуминијум може да се добије на два начина. Први је као већ горе наведен, примарна производња, из руде боксита. Други, секундарна производња, рециклирани алуминијум. При секундарној производњи штеди се 95% енергије у односу на примарну производњу. Још једна битна карактеристика је да су особине код алуминијума, добијеног примарном производњом и алуминијума добијеног секундарном производњом, исте.

Занимљив је податак да свега 15% популације (САД, Јапан, ЕУ, Канада и Аустралија) користи 61% укупне количине алуминијума на свету, 59% бакра и 49% челика (слика 7.).



Слика 7. *Производња алуминијума у свету*

Највећи светски произвођач алуминијума је Кина. Они годишње произведу 7,8 милиона тона.

Примарна производња алуминијума се састоји најпре из ископавања руде боксита. Затим се боксит процесира у чисти алуминијум оксид применом Бајеровог хемијског процеса. Алуминијум оксид се потом претвара у алуминијум хидроксид. Он се прво расхлађује, па се у електричним пећима загрева до 1050 степени. Крајњи производ је глинаца, која има зрнасту структуру. Од четири тоне боксита добија се две тоне глинице.

Глинаца се даље употребом Хол-Хералтовог процеса претвара у чист алуминијум. Две тоне глинице дају тону чистог алуминијума. Глинаца се раствара у електролитичком купатилу растопљеног криолита. Електрична струја пролази кроз електролит. Она има веома низак напон, али веома велику јачину. Струја протиче између угљеничне аноде и катоде која је направљена од нафтног кокса и катрана.

Топлота ослобођена редукцијом глинице полако пазара аноду. Отопљени алуминијум се таложи на дну лонца и извлачи кроз сифон периодично.

Предности и мане алуминијума у односу на челик:

Предности су:

- Нижи трошкови одржавања – корозија код алуминијума је минимална и нема потребе за додатним премазивањем производа као код челика,
- Мала маса – алуминијум је много лакши од челика, приближно је три пута лакши, што у многоме утиче на избор материјала,
- Дужи век трајања – дужи радни век производа од алуминијума у односу на челичне производе,
- Нижи дугорочни трошкови – као што је прво набројано, нижи су трошкови одржавања, самим тим и на дугорочном плану су нижи трошкови. Такође купци имају мање трошкове при инсталацији,
- Рециклажа – алуминијум је материјал који је изузетно повољан за рециклажу. Рециклирање алуминијума захтева 5% енергије која се потроши за његову израду, док су као што је речено карактеристике апсолутно исте.

Мане су:

- Цена – Алуминијум има знатно већу цену од челика. Приближно око шест пута скупљи од челика,
- Мала чврстоћа – У односу на челик алуминијум има релативно малу чврстоћу.

Употреба алуминијума, тј. производи од њега су разни. Покушавају да се искористе све предности алуминијума, па самим тим алуминијум се доста користи у производњи лаких конструкција (слика 8.) због своје мале масе и отпорности на корозију.



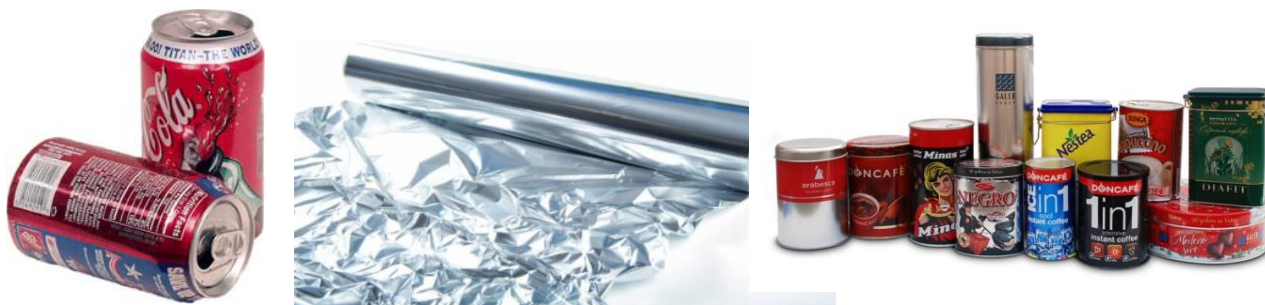
Слика 8. Конструкција куће од алуминијума

Због своје мале масе се алуминијум све више користи у аутомобилској индустрији (слика 9.). Заменом челичне шасије алуминијумском маса аутомобила се смањује за чак 40%.



Слика 9. Алуминијумска шасија Аудијевог аутомобила

Алуминијум се доста користи за производњу амбалажа. Није токсичан, нити пропустљив што му даје квалитет који је неопходан за прехранбену индустрију. Још једна битна карактеристика је да алуминијум у чврстом стању није запаљив. Процесом ваљања могу се направити табле и фолије дебљине од 0,2 до 6 мм. Самим тим је веома погодан за производњу многих амбалажа (слика 10).



Слика 10. Производи од алуминијума за прехранбену индустрију (Амбалаже)

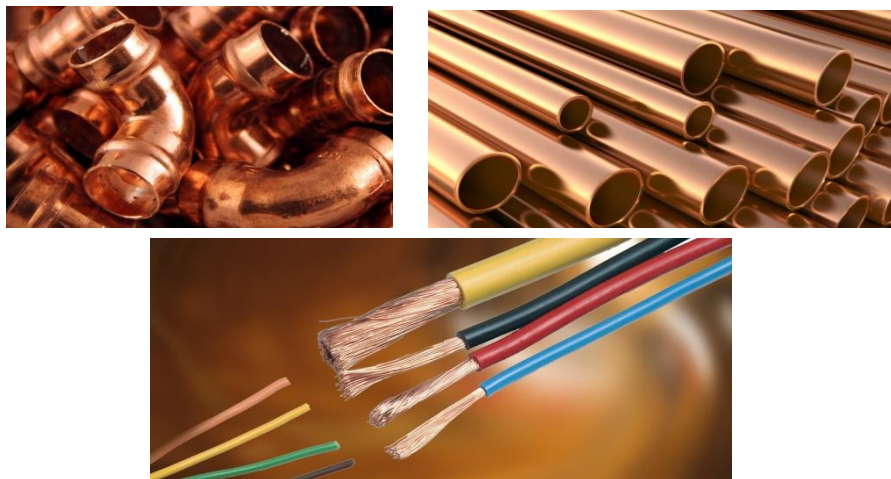
Бакар – Cu – Налази се у рудама релативно близу површини Земље и има га много. Добија се из сулфида и оксидних руда. Најзначајнија употреба бакра је у електроиндустрији, због своје добре електричне проводљивости, чак 50% светске производње.

Чист бакар се добија на три начина: цурењем, електроекстракцијом и топљењем.

Од свих материјала које поседују електро пороводљивост бакар је најјефтинији па се самим тим и највише користи. Сем као чист употребљава се у индустрији и као легура у облику бронзе или месинга. Бронза је легура бакра и калаја. Месинг се користи у многе сврхе. Користи се за делове у електротехници, бижутерији, завртњевима за дрво, израду чаура свих врста, цеви,...

Бакар се израђује у облику полуфабриката. Производи од бакра су (слика 11.):

- Шипке и профили,
- Лимови и траке,
- Цеви,
- Жице.



Слика 11. Производи од бакра

Магнезијум – Mg – Најлакши материјал који се користи у инжењерству. За време загревања може доћи до samozапљивања па је његово коришћење веома ограничено. Због те чињенице се у инжењерству најчешће користи као легура. Са додатком цинка повећава се пластичност, док се додатком мангана повећава корозиона отпорност. Служи за израду лаких поклопаца, кућишта и картера мотора, кућишта пумпи за гориво, делова кочионог система,...

Титанијум – Ti – Веома је отпоран на корозију и веома се лако обрађује у топлом стању. Заварљивост је веома добра ТИГ поступком. Легуре титанијума углавном се употребљавају у авио индустрији и за делове који раде у јако корозионим условима. Сем у авио индустрији користи се и у рударству (боце за компримоване течне гасове), у бродоградњи (пропелери, подморнице и торпеда), у медицини (људски организам не одбацује титанијум па се он користи у изради вештачких кукова,...).

Цинк – Zn – Материјал који је отпоран на дејство спољне атмосфере. На влажном ваздуху се прекрива слојем хидрооксида или оксида. Пластичност и истегљивост на хладном је доста мала, док је на температури од 100-150 степени постаје пластичнији. Као код алуминијума, рециклажом цинка се добија секундарни цинк који има апсолутно исте карактеристике као и примарни. У свету се данас рециклира 30% цинка. Најзначајнија примена цинка је заштита метала, првенствено челика од корозије. Такође је значајна примена цинка за производњу батерија.

Олово – Pb – Најмекши од свих метала, може се сећи ножем. Одликује се добрим ливачким особинама, лако се заварује и леми. Отпоран је на дејство сумпора и соне киселине. Нерастворљив је у води, добар апсорбор звука и вибрација. Такође веома

добар изолатор од влаге. Мана му је што је веома отрован ако се унесе у организам. Легура олова се првенствено користи за производњу акумулаторских плоча. Употребљава се за пуњење патрона за ловачке пушке. Помешан са ланеним уљем даје црвену боју намењену заштити металних делова од рђе.

2.4. Полимери (Пластике)

Реч пластика настала је од грчке речи „пластикос“, значење је оно што мења форму, што се обликује. Главна карактеристика је да имају велику способност еластичног деформисања, али зато имају мању чврстоћу од већине метала. Кроз историју прва пластика је била проксилин која је касније постала целулоза. Након проксилина пронађен је бакелит. Бакелит је прва врста пластике у смислу чврстоће, топлотне отпорности и електро изолације.

Полимери се деле у две основне групе, а то су пластике и еластомери.

Пластике се деле на:

- Термопластике – главна карактеристика је да може изнова да се обликује у нове пластике. Ту спадају PE, LDPE, PET, PS, PA, PC, PVC, PP, HDPE,...
- Термоактивне пластике – За разлику од термопластике, термоактивне пластике имају способност само једном да се обликују. То су епоксиди, полиестери, полиуретани,...

У еластомере спадају гума и пилизопрен.

Пластика има много аргумената „за“ и „против“ као и сваки други материјал. Неки од аргумената „за“ су:

- Мала маса,
- Савитљивост,
- Добра отпорност на хемијске утицаје,
- Водоотпорност,
- Мноштво боја („живе“ боје),
- Примена у медицини (биокомпатибилност).

Док су аргументи „против“:

- Сировине од којих се производи пластика су необновљиве,
- Примена разних штетних технологија у њиховој изради,
- Велика потрошња енергије приликом израде,
- Отежана рециклажа неких пластика,
- Неке пластике су врло штетне и канцерогене,
- Производња пластике емитује 10% свих азотмооксида у атмосферу.

Сем оне две главне поделе полимера, полимери се деле и по структури. Према структури се деле у четири групе и то су:

- Кристални – Код кристалних молекули су густо спаковани, имају високу отпорност на хемикалије, веома се брзо обрађују, имају велику тенденцију на савијање и тачно одређену тачку топљења.
- Полукристални – сам назив каже да немају потпуно кристалну структуру. Постоји доза хаотичности у структури.
- Аморфни полимери – Молекули су још хаотичнији него код полукристалних. Аморфни полимери прелазе полако из течног у чврсто стање и обрнуто. Слабо су отпорни на хемикалије и веома су флексибилни. Од осталих карактеристика, карактерише их и то да имају велику ударну отпорност као и споро хлађење и постепено омекшавање.
- Течни кристали – то је веома специфична врста кристалних полимера. Карактеристике су помешане од кристалних и аморфних полимера.

Основне особине полимера су да се добијају из нафтних или синтетичких деривата, док се врло мали број добија од природних производа као што су целулоза, угаљ и прородни гас. Полимери су органска једињења на бази угљеника, водоника и кисеоника. Када се погледа изглед молекула полимера, утисак је да је то пуна кутија црва јер су им молекули изразито дуги. Постоји преко 30 000 различитих врста пластика које се добијају од око 50 врста полимера. Полимери су веома отпорни на различите врсте хемикалија и одлични су термички и електрични изолатори. Могу бити у различитим бојама, врло су лаки, једноставне производње и обраде, и што је најважније имају ниску цену.

Пастика се производи поступцима полимеризације и кондензације. Производи се „ломећи“ угљоводонике на саставне делове, процесуирањем угљоводоника у мономере, спајањем мономера у дуге ланце – полимере, мешањем са адитивима и ливењем полимера у производе. Постоји доста начина на који могу да се праве делови од пластике. Неки од начина су:

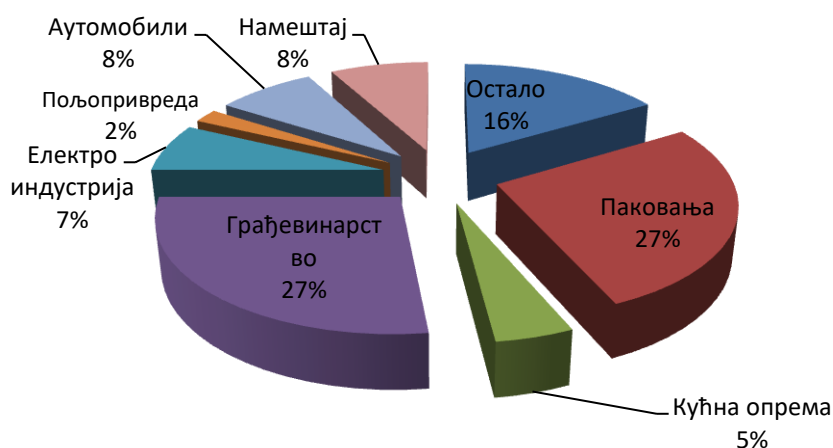
- Инјекционим ливењем,
- Термообликовање под притиском,
- Екструдирањем,
- Савијањем у топлом стању,
- Пресовањем,
- Екструдирањем,
- Трансфер пресовањем,
- Ротационим ливењем,
- Термообликовањем у вакуму,...

Како би побољшали физичке и друге особине полимерима, додају им се побољшивачи. То су: попуњивачи (мања цена, већа чврстоћа), пластификатори

(повећана флесибилност), пигменти (служе да обоје пластику), стабилизатори (спречавају топлeње) и успоривачи сагоревања (спречавају нагло запаљивање).

Пластике морају да се споје у коначан производ. Спајају се на један од три начина. Механичким путем као што је случај са завртњевима, ускочницима, шаркама, итд. Други начин је заваривањем. Пластика се заварује причвршћивањем ултразвуком, ротацијом, вибрацијом, врелом плочом или електромагнетно. Трећи начин спајања пластике је лепљењем пластике разним хемикалијама и лепковима.

Пластика је материјал од кога се праве производи за доста различитих области примене. Највише се користе за прављење разних паковања, док пластике има и у производњи аутомобила, аудио и видео технике, у здравству, грађевини, електроиндустрији,...(слика 12.)



Слика 12. Подручје примене полимерних материјала

У зависности од области примене постоје и различите карактеристике које треба да испуни одређени тип пластике. Неке од области примена и њихове захтевне карактеристике су:

- | | |
|---------------------|---|
| - Електроиндустрија | - добро течење низ танке зидове,
отпорност на топлоту,
отпорност на запаљивост. |
| - Аутоиндустрија | - добро течење низ танке зидове,
отпорност на растварање,
отпорност на топлоту,
одрживост димензија. |
| - Паковања | - одлична непропустљивост,
чврстоћа,
крутост. |
| - Здравство | - отпорност на хемикалије,
издржљивост при стерилизацији,
чврстоћа и крутост. |

- | | | |
|-------------------------|---|--|
| - Телекомуникације | - | добро течење низ танке зидове,
прецизност мере,
тврдоћа. |
| - Аудио и видео технике | - | отпорност на топлоту,
прецизност мере,
чврстоћа,
крутост. |
| - Канцеларијска опрема | - | добро течење низ танке зидове,
прецизност мере,
отпорност на хемикалије. |

У делу где смо причали о подели пластика рекли смо да се пластике деле на **термопластике** и **термоактивне пластике**. **Термопластике** чине 80-90% свих пластика на свету. Код њих су молекули везани међумолекулским силама. Обликују се тако што молекулска сила слаби под притиском и високим температурама, убацује се у калупе, затим се хлади, међумолекулске силе опет јачају и пластика задржава жељени облик. Када је у питању термопластика, веома је рециклабилна. Може се више пута хладити и загревати, а да се не промене својства. Није случај као са алуминијумом где су својства буквално иста, код пластике се може уочити разлика између нове и рециклиране. Број пута колико могу да се рециклирају термопластике зависи од типа термопластике. На температурама вишим од 100 степени термопластика почиње да губи на чврстоћи, тако да се не користи на повишеним температурама.

У термопластике спадају:

- Полиетилен (PE) који има веома широку употребу и може бити полиетилен мале или велике густине (слика 13.).
 - Полиетилен мале густине (LDPE) је лак, чврст, отпоран на хемикалије и има високу тачку топљења. Најчешће је веома савитљив, отпоран на кидање и напоне и неретко провидан. Од њега се праве амбалаже за пића, црева, кесе за лед,...
 - Полиетилен велике густине (HDPE) је такође чврст, отпоран на хемикалије, али је и високо отпоран на хабање и ударе. Од њега се праве кесе за отпад, индустријска црева, столице,...



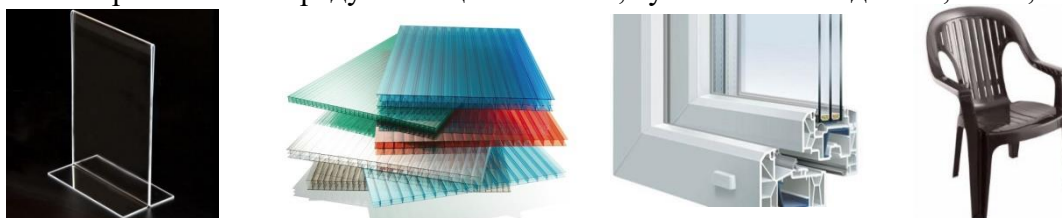
Слика 13. Производи од полиетилена

- **Терефталат полиетилен (РЕТ)** је врста полиестера. То је пластика која је прозирна и чврста и није пропустљива. Користи се за амбалажу напитака, кутије, траке,...(слика 14.)



Слика 14. Производи од полиетилена терефталата

- **Полистерен (PS)** је хомополимеран кристал. Чврст је, али је и ломљив па му се додају еластомери како би повећали отпорност на ударе. Лако се обрађује и провидан је. Највише се користи за производњу паковања.
- **Акрилик** се израђује у разним бојама. Начин на који се израђује је да се убризгава у калупе под притиском, еструдирањем и обликовањем у вакуму. Савитљиви, осетљиви на напоне, али су отпорни на сунчеву светлост. Провидни акрилик може бити као стакло и кристи се у оптичкој опреми. Због своје чврстоће се користи и као стакло на авионима.
- **Ацетал** је јак, чврст и врло отпоран на ударе, влагу и топлоту. Мана му је да има слабу отпорност на киселине и базе и при сагоревању ослобађа отровне паре. Користи се за тушеве, зупчанике, точиће,...
- **Полиамид (РА)** је веома јак, еластичан и отпоран на хабање и хемикалије. На додир је веома мек и има способност да се трајно деформише помоћу топлоте. Користи се за текстилна влакна, хируршке шавове, као изолација за жице,...
- **Поликарбонат (РС)** је отпоран на високе температуре, има одличну провидност, чврстину и отпорност на ударе. Има широку примену и неретко се користи као замена за стакло. Још се користи и код светиљки, дискова, надстрешница, наочара,...
- **Поливинил хлорид (PVC)** је врста пластике која се добија од етана и натријум хидроксида. Није токсичан, незапаљив је и нема мирис. Користи се као ПВЦ столарија, за подне облоге, чизме, цеви, црева,...
- **Полипропилен (PP)**, врло лаган и чврст. Има високу тачку топљења. Користи се за израду столица и столова, аутомобилских делова, чаша,...



Слика 15. Примери производа редом од: акрила, поликарбоната, поливинил хлорида и полипропилена

Термоактивна пластика има попречне ковалентне везе између молекула полимера. Имају велику јачину јер овакве везе онемогућавају узајамно померање молекула. Термоактивне пластике се другачије зову и термосетови. Термосетови су веома чврсте пластике, отпорне на више температуре од термопластика. Када се једном обликује термосет не постоји могућност да се поново претопи и обликује због ковалентних веза. Добијају се две течне компоненте након чега се термосетови стврду. Постоје два основна типа термосетова, а то су:

- **Епоксиди (EP)** који се добијају у виду смоле. Када се једном излију не могу се поново изливати. Имају врло добру хемијску отпорност, јаки су и чврсти. Користе се у комбинацији са стакленом вуном. Као такви користе се за делове авиона, цеви, пројектила,... Често се користе и као пресвлака за разне друге материјале.
- **Полиестери (UP)** су чврсти и ломљиви. У комбинацији са стакленим влакнима добија се пластика од које се прави каросерија за аутомобиле, кућишта за телевизоре, мебл итд. У комбинацији са успоривачима сагоревања користе се за прављење кућних апарата, електричних апарата,... Мана му је што није погодан за рециклажу. Није отрован па може да врати енергију спаљивањем.[2]

Еластомери су полимери. Имају изузетне еластичне карактеристике. У еластомере спада **гума** (слика 16.). Гума се добија прерадом каучука. Њене физичке особине су да је екстремно еластичан материјал, да је водоотпорна, добар електрични изолатор и добар апсорбер вибрација. Гума мора да прође поступак вулканизације како би се добио материјал који се не топи приликом загревања.



Слика 16. Производи од гуме

Истраживања кажу да 10% градског отпада чини пластика, с тим што само 1/3 отпада заврши на депонији. Пластика на бази фосилних горива није биоразградива. Рециклирање пластике представља велики допринос заштити животне средине и то мора да се напомене. Главни напори су усмерени ка томе да се произведе биоразградива пластика. Један од примера биоразградивих пластика је пластика на бази скроба, али је она растворљива у води па има ограничену употребу. Термо пластике могу и морају бити рециклиране, док еластомери могу бити спаљени и на тај начин да произведу енергију након завршетка њихове употребе.

2.5. Керамика и стакло

Материјали од **керамике** су неметална, неорганска једињења. Када су у питању механичке особине керамика, керамике имају чврстоћу, крутост, издржљивост и тврдоћу. Имају и веома добре изолаторске карактеристике. Због свих ових особина доста се употребљавају као изолатори, полупроводници или проводници у електроници. Имају такође и велику употребу у ваздухопловству, биомедицини, грађевини, итд. Обликују се док су меки и загрејани. Након хлађења добијају жељени облик.

Стакло је чврсти, аморфни и синтетички материјал. Основни састојак стакла је силицијум диоксид. Главна сировина од које се добија стакло је песак. Поред песка стакло се производи од натријум карбоната, кречњака и фелстапа. Историјски, стакло се користило пре 5000 година. Пронашли су га Феничани. Користи се у изради прозора, лампи, за разна паковања, посуда за храну,...(слика 17.) Када је у питању рециклажа, стакло је веома рециклабилно. Још једна битна карактеристика стакла је његова прозачност. Стакло се најчешће производи у три боје, прозирно, зелено и смеђе. Главни утицај стакла на животну средину је тај да је за производњу стакла потребно много енергије.



Слика 17. Производи од стакла

2.6. Хибридни и композитни материјали

У **хибридне материјале** спадају композити, пене и природни материјали. Хибридни материјали комбинују карактеристике појединих композита. Један од примера композитних тј. хибридних материјала је армирани бетон. Бетон подноси притисак, а челична арматура затезање. Пнеуматици су такође хибридни материјал. Настају комбинацијом метала и полимера, тачније челичних влакана (жице) и гуме. Постоје још многе комбинације два различита материјала и сви они спадају у хибридне материјале.

При дизајнирању производа у данашње време једна од битнијих ствари при одабиру материјала од ког ће се направити производ је да ли је рециклабилан тај материјал или не. У табели 1. је показано који од материјала који су горе описани је рециклабилан, а који не.[7]

Материјали		Рециклабилност
Керамика и стакло	Бетон	Не
	Цигла	Не
	Силицијумско стакло	Да
	Натријум карбонитско стакло	Да
	Глиница	Не
	Алуминијум нитрид	Не
	Силицијум	Не
	Силицијум карбид	Не
Метали и легуре	Ливено гвожђе	Да
	Сиви лим	Да
	Високоугљенични челик	Да
	Нисколегирани челик	Да
	Нискоугљенични челик	Да
	Средњеугљенични челик	Да
	Нерђајући челик	Да
	Легуре алуминијума	Да
	Ливена бронза	Да
	Легуре олова и калаја за лемљење	Да
	Ливени магнезијум	Да
	Ливена легура никла и белиријума	Да
	Титанијумова алфа легура	Да
	Легуре волфрама	Да
	Легуре цинка и алкуминијума	Да
Хибриди: композити, пене и природни материјали	Композити са угљеничним влакнима	Не
	Композити полиестера и стаклених влакана	Не
	Флексибилне полимерске пене	Не
	Чврсте полимерске пене	Да
	Бамбус	Не
	Плута	Не
	Дрво	Не
Полимери и еластомери	Бутил гума	Не
	ЕВА	Да
	Полиизопропен	Не
	Природна гума	Не
	Полихлоропрен	Не
	Полиуретан	Да
	Силицијумски еластомери	Не
	Акрилонитрил бутадиен стирен	Да
	Целулоза полимери	Да
	Јономери	Да
	Полиамиди ароматични	Да
	Поликарбонат, попуњен угљеником – PC	Да
	Полиетар етар кетоне, попуњен стаклом – PEEK	Да
	Полиетилен, попуњен стаклом – PE	Да
	Полиетилен терефталат, попуњен угљеником – PET	Да
	Полиметил метакрилет – PMMA	Да
	Полиокси метилен, попуњен минералима – POM	Да
	Полипропилен, попуњен угљеником – PP	Да
	Полистирен, попуњен стаклом – PS	Да
	Полиуретан – PUR	Да
	Поливинил хлорид - PVC	Да
	PTFE, попуњен стаклом	Да
	Епоксиди	Не
	Феноли	Не
	Полиестери	Не

Табела 1. Рециклабилност одређених материјала

3. Дизајн производа и његова производња

3.1. Дизајн производа

Када се размишља о животном циклусу производа поред одабира материјала битну улогу има и дизајнирање производа. Дизајн производа зависи од доста фактора. Од тога какво је стање на тржишту и какви су захтеви тржишта, од идеја дизајнера, као и од технологија које су доступне. Дизајн почиње планирањем производа, производњом истог, а завршава се крајем животног циклуса. При дизајнирању се много води рачуна о еколошком аспекту. Такав приступ подразумева решавање проблема рециклаже у свим фазама дизајна. Дизај производа се састоји од четири фазе дизајнирања.

3.1.1. Прва фаза – писање и разрада листе захтева

Када се каже прва фаза дизајнирања мисли се на писање и разраду листе захтева. Да би процес производње био успешно испланиран треба разматрати о тржишту, о могућностима саме компаније, о економским условима, али подједнако битно и о еколошким условима тј. захтевима за заштиту животне средине. Све ово кад се узме у обзир долази се до формирања листе захтева која води рачуна о томе на шта се мора обратити пажња. Следећа фаза која спада у прву фазу, а односи се на део везан за документа резултује у спецификацији информација у листи захтева. Чек листе коришћене за прављење листе захтева садрже део везан за рециклажу и његове компоненте:

- Поновну употребу,
- Репроцесирање,
- Одлагање отпада,
- Складиштење.

Ове све ставке које се односе на еколошки део представљају велика ограничења још у првој фази дизајнирања.

3.1.2. Друга фаза – концепцијски дизајн

Када се каже друга фаза мисли се на концепцијски дизајн. Када се формира листа захтева у првој фази следи фаза конципирања која одређује принципе рада конструкцијског решења. То се достиже проналажењем суштинских проблема, успостављањем структуре функција, тражењем погодних принципа за рад и комбиновањем истих у структуру радних органа. Структура радних органа се трансформише у већини случајева у конкретније дефинисане извршиоце. Ти конкретнији извршиоци су:

- Избор прелиминарних материјала,
- Прелиминарни склопни цртеж,
- Разматрање технолошких могућности.

Структура функција која је сачињена од целина који се уграђују у више производа називају се модуларни концепти. Они су од посебног значаја када је у питању дизајн производа који су за монтажу и демонтажу. Модуларни концепт има своје предности, а то су:

- Смањује комплексност производа,
- Олакшава измене у пројекту,
- Олакшава одржавање,
- Олакшава имплементацију нових решења,
- Редукује трошкове производње.

3.1.3. Трећа фаза – развој облика и димензија производа

Трећа фаза је фаза у дизајну производа која представља развој облика и димензија производа. У овој фази дизајнер успоставља структуру склопа почевши од концепта. То треба да буде остварено према:

- Техничким критеријумима,
- Економским,
- Критеријумима животне средине.

Када се посматрају еколошки услови у оквиру ове фазе мисли се на:

- Избор материјала који је погодан за рециклажу и није подложен корозији,
- Неометан приступ склоповима ради лакшег одржавања,
- Могућност репроцесирања сировина,
- Лака монтажа и демонтажа,
- Олакшано испитивање и сортирање компонената.

Резултат ове треће фазе је добијање склопног цртежа. Коначан склопни цртеж добија се после провере функција, чврстоће, напона и оптерећења, просторне компатабилности монтаже.

3.1.4. Четврта фаза – конструкцијска разрада

Четврта фаза је фаза која се односи на конструкцијску разраду. Обухвата израду целокупне производне документације, коју чине сви радионички цртежи, дефинисање толеранција свих машинских делова у склопу са могућностима производње, процену трошкова,...

Резултат ове фазе је спецификација производа. Корекције су могуће и она је такође врло значајна са еколошког аспекта, иако се при томе претходни кораци понављају, не толико на глобалном решењу, већ првенствено на склоповима и компонентама.

3.2. Производња, монтажа и дизајн за монтажу

3.2.1. „Чиста“ производња и „чисте“ технологије

Дизајн за производњу и дизајн за животну средину заједно представљају ограничења дизајна производа. Минимално загађење и допринос дугорочном одрживом развоју добијају се „чистом“ производњом и „чистим“ технологијама. У најранијој фази развоја производа највише се пажње обраћа на превенцију загађења. „Чистија“ производња остварује се на три начина:

- Смањење отпада и потрошње енергије у току процеса производње,
- Модификација технологије да користи исте материјале, али више ефикасне и са мање енергије,
- Комплетни редизајн производа и промена улазних материјала.

„Чиста“ производња највише пажње обраћа на смањење емисије загађивача. Уводи захтеве за превентиву од загађивања што је неопходно разматрати и водити рачуна о томе кроз цео животни циклус. Такоређи обухвата целокупни ланац снабдевања материјалом и енергијом у процесу производње.

„Концепцијски и процедурални приступ производњи, који захтева да се све фазе животног циклуса производа или процеса усмере ка циљевима за превенцију или минимизацију краткорочних и дугорочних ризика по здравље људи и по животну средину.“ Тако гласи дефиниција „чисте“ производње према Еколошком Програму Уједињених Нација.

„Чисте“ технологије по дефиницији имају две ставке које ближе описују технологије од производње, а то су:

- „чисте“ технологије се не односе само на производњу или процес, већ и на корист од производа или процеса. Главни фокус је бачен на задовољавање потреба људи,
- Други елемент је идеја економске ефикасности, тачније ефикасног коришћења ресурса.

„Средство да се обезбеди корист човечанству, да користи мање ресурса и указује мањи утицај на животну средину него алтернативна средства са којима је економски конкурентна.“ Тако гласи дефиниција „чисте“ технологије.

„Чиста“ технологија више представља начин размишљања, о побољшањима кроз редизајн, него скуп „тешких“ технологија.

3.2.2. Монтажа

Један од циљева, ако не и главни циљ, дизајна за монтажу је тај да се монтажа производа поједностави како би се редуковали трошкови монтаже. Дизајн за монтажу осим тога са собом повлачи и побољшање квалитета и поузданост, као и редукцију

опреме и инвентара потребних за производњу. Дизајну за монтажу је допуштено да анализира и компоненте дизајна и цео производ како би се решио било који проблем монтаже још у току дизајнирања.

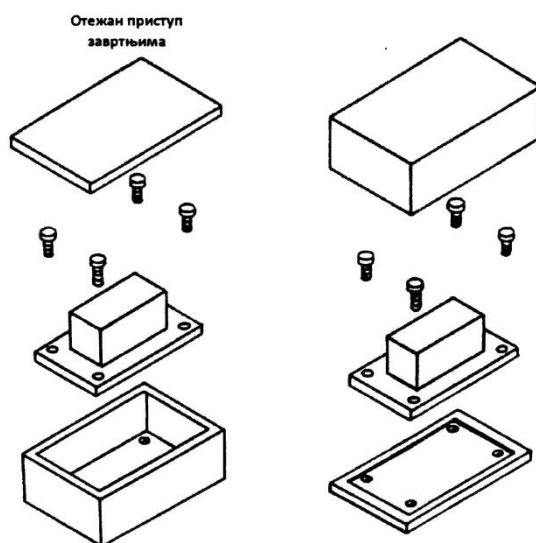
Дефиниција дизајна за монтажу гласи: „Дизајн за монтажу је процес за унапређење дизајна производа ради лакше и јефтиније монтаже, фокусирајући се истовремено на функционалност и лаку монтажу.“

Када је монтажа у питању битно је и **време монтаже** које зависи од:

- Манипулације – подизање (узимање компоненте) и оријентација,
- Позиционирање – локације (да ли је део неприступачан), придржавање и отпор приликом уградње, метод обезбеђивања везе.

Наравно постоје и проблеми који се могу јавити приликом манипулације и позиционирања. Ти проблеми су разни и зависе од карактеристика и геометрије делова. Манипулацију отежава то што машински делови могу бити мали, клизави, оштри,.. Када су у питању проблеми који се јављају при позиционирању, то су проблеми углавном везани за геометрију делова.

Постоје многе препоруке за монтажу и демонтажу како би уштедели време и олакшали само склапање и расклапање производа (слика 18.).



Слика 18. Пример дизајна за монтажу тежег (лево) и лакшег (десно) склапања и расклапања

Сваки производ се мора монтирати, а на крају његовог животног циклуса демонтирати како би се урадила класификација делова због рециклаже. Демонтажа на крају животног циклуса се назива још и „обрнута монтажа“. Препоруке су следеће:

- Елеминисати потребу да радници доносе одлуке или подешавања,
- Обезбедити приступ и видљивост,

- Потрудити се да се што мање користе алати за демонтажу,
- Дизајнирати производ тако да се састоји из што мање делова и минимизирати сложеност монтаже,
- Форсирати употребу стандардних делова,
- Што више смањити број и типове причвршћивача, каблова, конектора,
- Убацити самопричвршћујућа решења у систем монтаже,
- Користити материјале једноставних карактеристика,
- Олакшати држање делова и манипулацију.[2]

Осим дизајна за монтажу, у фази дизајна и производње, постоји и дизај за рециклажу, дизајн за демонтажу, и још много разних врста дизајна. О њима ће се касније причати када се детаљније буде писало о крају животног циклуса производа јер се тада и примењују дизајн за демонтажу и дизајн за рециклажу.

4. Транспорт и амбалажа производа

4.1. Транспорт

Транспорт је још једна од врло битних ставки у животном циклуса производа. Много велика количина енергије се троши како би се транспорт вршио, тако да је стално присутна потреба за побољшањем транспорта. Од дизајнера се тражи да дизајнирањем својих производа редукују масу и величину производа како би транспорт био лакши. Приликом транспорта разматра се комбиновање различитих дисциплина:

- Логистика/ланац снабдевања – Мисли се на управљање у ланцу снабдевања. Под логистику спадају трошкови, време транспорта и неефикасност у свакој фази ланца снабдевања.
- Економија – То је наука о добити од производње и дистрибуције. Отпад и неефикасност пуно коштају, још ако и отпад представља еколошки терет, то захтева анализу. У пракси то представља прорачун троструке доње границе, или ти „људи, планета, профит“. Једна од теорија економије је да капитал не мора нужно бити финансијске природе, постоји и „природни“ капитал. Ту се долази до треће дисциплине.
- Екологија – Она представља интеракцију физичких, хемијских и биолошких процеса. Еколошки утицај је веома битан и не само на нивоу издувних гасова које испуштају превозна сретства, већ и локални утицај у зависности од транспорта. Нпр. утицај пруге на живи свет кроз који је постављена, аеродрома на локалну популацију птица, итд.
- Географија – Транспортна географија представља однос између друштва и земљишта, између природних појава и транспортних мрежа.

Увек је било потребно транспортовати људе, производе, сировине, енергију,... Транспортни систем доживљава своју експанзију после индустријске револуције. Једно од главних питања у индустрији везано за транспорт је колико брзо производи могу да

стигну са једног места на друго. Два основна фактора који дефинишу ту ефикасност су растојање и маса. Уколико дизајнер правилно размишља производ треба да буде једноставан и са што мање различитих материјала што узрокује и мању употребу транспорта и енергије. Дизајнер такође треба да размишља и о томе да ли је боље производ транспортовати растављен или састављен. Трошкови транспорта више расту у односу да димензије него на његову масу. То су прво увидели у производњи намештаја.

Када је у питању утицај на животну средину, транспорт итекако има утицаја. Један од проблема може бити изливање танкера са нафтом у мора и океане. Што је у историји и забележено. То има невероватно лош утицај на живи свет у води. Велики проблем стварају и одложени пнеуматици. Од 1994. године забрањено је одлагати пнеуматике на депонијама. Отпади коришћених пнеуматика постају уточишта глодарима, а спаљивање пнеуматика такође није препоручљиво јер изазива загађење ваздуха и воде у околини. Тако да је рециклажа једино решење. Још један од озбиљних проблема када је у питању утицај транспорта на животну средину су и емисије гасова, велика бука, велика потрошња енергије и необновљивих ресурса (слика 19.). Због тога се прибегава све више алтернативним горивима.



Слика 19. Депонија пнеуматика (лево) Емисија издувних гасова (десно)

Када се помену алтернативна горива увек има доста и позитивних и негативних коментара. Главни проблем је што је наша инфраструктура базирана на нафти и бензину. У алтернативна горива спадају:

- Биогас,
- Биодизел,
- Биоетанол,
- Метанол,
- Горива на бази водоника,
- Течни нафтни гас,
- Компримовани природни гас.

Алтернативна решења за транспорт, сем коришћења алтернативних горива, траже се у електропогонима. Лидер у хибридној технологији код путничких возила је „Toyota“ која је 2007. направила возило на дизел-електрични погон.

Типови транспорта у односу на место на ком се обављају деле се на водени, железнички, друмски и ваздушни.

4.2. Амбалажа

Још једна од веома битних ставки у животном циклусу производа је како ће производ бити спакован. Нарочито је битна амбалажа јер она врло брзо постаје отпад. Амбалажа мора бити таква да буде привлачна купцу, да се лако рукује њом, али и да може поново да се користи или рециклира (слика 20.).

За дизајнера је најтеже да одабере материјал за амбалажу. Дизајн за амбалажу има исте кораке као и дизајн производа. Код избора материјала дизајнер мора да се информише све о производу који ће бити пакован. Ког је агрегатног стања производ, које масе, димензије, која количина је у питању,... Картонске кутије су најзаступљенија амбалажа у индустрији.



Слика 20. Амбалаже различитих материјала

Амбалажни отпад представља између 25 и 35% укупног отпада, тако да је веома битан када је у питању животна средина. Многе велике компаније су направиле огромне уштеде редизајном амбалаже или смањењем запремине амбалаже. Компанија „Nike“ је направила огомну уштеду тиме што је смањила број различитих врста кутија на само две врсте кутија за патике, „Coca-Cola“ је смањила број навоја на грлићу флаше и димензију чепа и такође имала огромну уштеду.

Амбалажа мора да испуњава неке захтеве, као што су:

- Очување квалитета производа,
- Заштита производа,
- Олакшан транспорт,
- Маркетинг производа,
- Рационализација,...

Амбалажа је најчешће сачињена из више слојева и сваки од слојева има своју функцију. Слојеви су:

- Примарни – фолија око производа,
- Секундарни – обично групно паковање, више паковања једног производа у једној кутији,
- Терцијални – више кутија у једној великој кутији или контејнеру.

Како би амбалажа била добра за рециклажу најбоље је да се користи амбалажа од моно-материјала. Уколико је амбалажа вишеслојна треба омогућити раздвајање слојева јер се не рециклирају сви материјали заједно. Захтеви које треба да испуни екоамбалажа су:

- употреба моно-материјала,
- употреба мање материјала,
- смањена маса,
- смањена димензија,
- једноставна рециклажа,
- лако складиштење.

Дефиниција амбалаже је: „Амбалажа представља материјал или објект начинен од папира, картона, дрвета, пластике, стакла, метала, текстила или њихове мешавине, и служи да обухвати или покрије производе током манипулисања, складиштења, транспорта и продаје“.

5. Крај животног циклуса

Као што је у самом уводу речено, отпадом се сматра сваки производ који је дошао до краја свог животног циклуса. То значи да сваки материјал који није основни производ или које човек више не користи за потребе производње, трансформације или потрошње постаје отпад. Отпад постоји кроз целу историју човечанства. Има више својих подела. Једна од њих је на шта се дели чврсти отпад, на отпад из домаћинства, комерцијални отпад и индустријски отпад, о чему је детаљније писано у уводном делу. Јако битна ставка када је отпад у питању, а о којој није било речи у уводу је управљање отпадао, али пре тога треба рећи пар речи о саставу отпада.

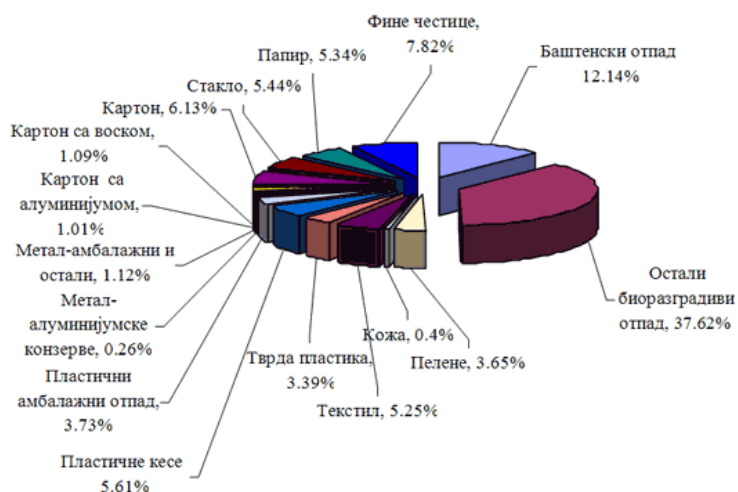
5.1. Састав отпада

Састав отпада се може у старту поделити на две велике групе. На органски и на неоргански отпад. Садржај отпада зависи од:

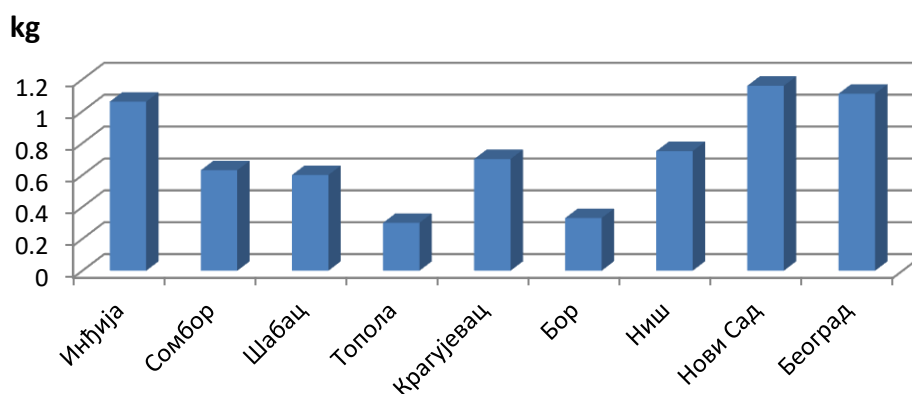
- Географског дела где је отпад настао (региона, земље, града),
- Навике и традиција потрошача,
- Животног стандарда,
- Образовања и еколошке свести.

Свака индивидуа појединачно произведе одређену количину отпада сваког дана. То варира и зависи од земље, величине и делатности града и годишњег доба.

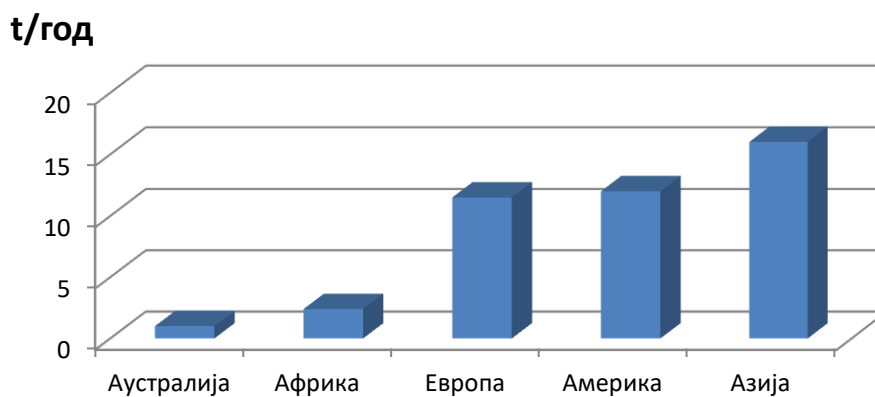
Када је у питању генерисање комуналног отпада у Европи предњачи Данска. Годишње око 800-850 kg по становнику. У Србији на дневном нивоу највећи генератор отпада је Нови Сад са 1,16 kg по становнику.



Слика 21. Састав комуналног отпада у Србији



Слика 22. Генерисане количине комуналног отпада у Србији на дневном нивоу по становнику



Слика 23. Генерисане количине комуналног отпада у Свету на годишњем нивоу изражена у тонама

5.2. Управљање отпадом

По дефиницији управљање отпадом јесте спровођење прописаних мера за поступање са отпадом у оквиру сакупљања, транспорта, складиштења, третмана и одлагања отпада, укључујући и надзор над тим активностима и бригу о постројењима за управљање отпадом после затварања.

У Републици Србији одредбе Закона о управљању отпадом се не примењују на:

- Радиоактивни отпад,
- Гасове који се емитују у атмосферу,
- Отпадне воде,
- Муљ из канализационих система и садржај септичких јама,
- Отпад животињског порекла,
- Отпад из рударства,
- Сламу и други неопасан пољопривредни или шумски материјал.

Када је у питању управљање отпадом у Републици Србији то представља један од приоритетних проблема у заштити животне средине. Проблем управљања није једнако изражен у свим локалним срединама. У Србији не постоји систематско организовано одвојено сакупљање, сортирање и рециклажа отпада. Такође не постоји ни једна локација за одлагање опасног отпада. Главни задаци управљања отпадом још увек се односе на обезбеђивање добре покривености и капацитета за пружање услуга сакупљања, транспорта и санитарног одлагања отпада.

У процесу планирања управљања отпадом прва ствар је да се формира база података о изворима тј. генераторима отпада. Затим типовима отпада који се ствара на одређеној локацији, као и количини истог. Извори – генератори настајања отпада су:

- Домаћинства,
- Јавни сервис,
- Мала привреда,
- Индустрија,
- Пољопривреда и шумарство,
- Институције и трговине,
- Рударство,
- Постојења за пречишћавање отпадних вода,
- Постојења за третман отпада.

Ако се погледа ова листа види се да отпад генерише свуда где људи живе и раде. Отпад се одлаже у специјалне контејнере или пластичне кесе. За одлагање комуналног отпада задужени су градови или општине. Постоје три врсте контејнера где се одлаже отпад. Пластичне канте/контејнери, челични контејнери и контејнери за гломазан отпад (слика 24.).

По правилу би требало да се примарно одвајање или **сепарација** материјала врши на извору настајања отпада, односно у домаћинствима, установама, институцијама и сл. Отпад се одваја и складишти у односу на карактеристике у одвојене канте или кесе. Најчешће одвајање је на метал, папир, стакло, пластику, органски отпад и остали отпад (слика 25.).



Слика 24. Типови контејнера



Слика 25. Канте за класификацију отпада

Након одлагања отпада или у бољем случају класификације следи сакупљање. Најчешће се сакупљање отпада врши специјалим камионима намењеним за ту употребу (слика 26.). Они су велики, затворени и опремљени механизмима за подизање контејнера. Убацивањем отпада из контејнера у камион, неки камиони поседују и механизме за пресовање отпада како би више отпада било прикупљено.



Слика 26. Сакупљање отпада камионима

Сем овог начина прикупљања отпада постоје и центри за прикупљање отпада и откупни центри. На тим местима грађани сами могу да донесу прикупљени отпад и за

њега добијају оређену новчану накнаду. Код нас би нешто слично могло да се третира предузеће које врши откуп метала као секунарне сировине.

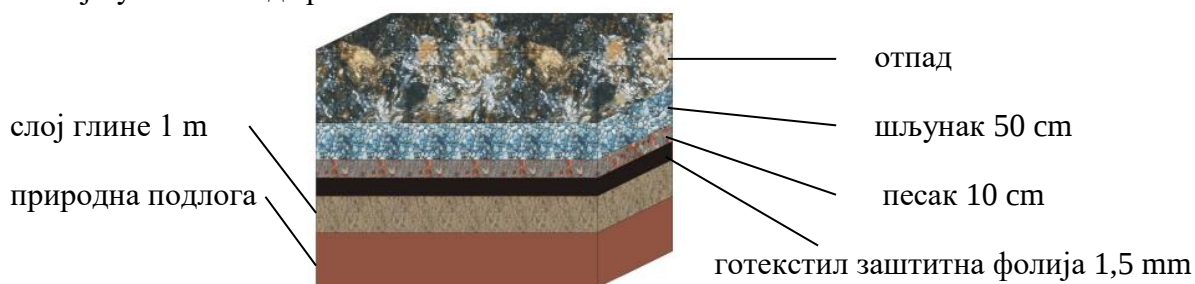
Напуњен камион се вози на депонију (слика 27.) или у трансфер станице. Депонија је последња станица отпада. Обично се води рачуна о томе да депоније буду далеко од насељених места, на ободима градова. Осим што су депоније непријатног мириса, на депонијама се скупљају глодари и птице и таква места су врло погодна за стварање епидемија. Кад је реч о трансфер станицама, то су места где се истоварује отпад и привремено складишти ради раздвајања (сепарације) или претовара пре транспорта на депонију.



Слика 27. Последња станица отпада - депонија

Дефиниција депоније према Закону о управљању отпадом РС је: „Депонија јесте место за одлагање отпада на површини или испод површине земље где се отпад одлаже укључујући: интерна места за одлагање (депоније где произвођач одлаже сопствени отпад на месту настанка), стална места (више од једне године) која се користе за привремено складиштење отпада, осим трансфер станица и складиштења отпада пре третмана или поновног искоришћења (период краћи од три године) или складиштење отпада пре одлагања (период краћи од једне године)“.

У складу са законом, депонија је место где се одлаже отпад на врло пажљив начин како не би дошло до загађења околине и подземних вода. Након престанка рада депоније то место се надгледа и одржава и до 30 година. Када се депонија препуни, трајно се покрива полиетиленским поклопцем, па слојем сабијене земље. Затим се засађује вегетација како не би дошло до ерозије услед кише или ветра. Вегетација се састоји углавном од траве.



Слика 28. Слојеви депоније којима се постиже водонепропусност

Када се негде крене са изградњом депоније, пре саме изградње, у фази пројектовања треба урадити студију утицаја на животну средину за жељену локацију. Треба утврдити:

- Потребна површина земљишта за жељену депонију,
- Састав земљишта,
- Ток површинских вода на локацији,
- Утицај депоније на биљни и животињски свет,
- Историјска и археолошка вредност локаитета.

Процењено је да у Србији укупна годишња штета, проузрокована неправилним управљањем отпадом, износи између 98 и 276 милиона евра.[8]

Повећање количине отпада у последњих 50 година је последица начина живота људи. Главни приоритет је смањити количину произведеног отпада. Најпожељнији метод је редукација.

Редукација се односи на сваку промену у дизајну, производњи, куповини или употреби материјала или производа у циљу смањења њихове токсичности пре него што постану комунални отпад.

Редукација отпада има своје предности:

- Очување природних ресурса,
- Смањење токсичности отпада,
- Смањење трошкова.

Потребно је организовати корак по корак превенцију од стварања отпада. То се постиже еколошком едукацијом и широком информисаношћу, као и увођењем нових правила за индустрије и компаније.

Радни век производа се може продужити реупотребом. Реупотреба или поновно употребљен производ је онај производ који је дизајниран да буде трајан и употребљиван поново више пута, уместо да буде јенократан и бачен након једне употреба (слика 29.). Реупотреба пре рециклаже или одлагања може уштедети:

- Природне ресурсе,
- Енергију,
- Смањити потребу за одлагањем и трошкове.

Још један начин да се производ поново оживи јесте репарација.



Слика 29. Примери реупотребе

6. Рециклажа

Након краја животног циклуса, у зависности од материјала од ког је производ направљен, увек се прибегава рециклажи кад год је то могуће. Рециклажа нуди алтернативу гомилању отпада и производњи нових материјала. Рециклирањем материјала се смањује потреба за производњом нових, самим тим се смањује отпад у експлоатацији сировина. Када се неки производ рециклира долази до уништавања структуре производа. Производ се рециклира кад дође до краја животног циклуса, односно када се не може више употребити као поправљен.

Сваки материјал који може бити уведен у процес рециклаже назива се рециклабилним. Да би производ био рециклабилан мора се размотрити да ли је:

- Рециклажа технички изводљива,
- Пракично да се рециклира, економски изводљиво,...

Рециклабилни материјали могу да буду:

- **Пре-потрошачки отпад** – отпад генерисан у индустријским процесима производње, који би иначе био одложен на депонију,
- **Пост-потрошачки отпад** – отпад који се генерише након завршетка његове употребе.

Дефиниција рециклаже према Закону о управљању отпадом РС: „Рециклажа јесте поновна прерада отпадних материјала у производном процесу за првобитну или другу намену, осим у енергетске сврхе“.

Када су у питању циклуси рециклаже, постоје три циклуса. То су:

- **Примарно рециклирање** или затворени циклус рециклаже – репроцесирање или репроизводња одбачених материјала у исти производ који затим , могу да буду поново рециклирани. Пример је алуминијумска лименка у алуминијумску лименку.
- **Секундарно рециклирање** или отворени циклус рециклаже - репроцесирање или репроизводња одбачених материјала у неки други, али сродан, производ. Пример је аутомобилски пнеуматик у гумене чизме.
- **Терцијално рециклирање** - репроцесирање или репроизводња одбачених материјала у производ који неће бити поново рециклиран. Пример је гумене чизме у плоче за гумени под.

Да би дошло до рециклаже, производ који је дошао до краја животног циклуса мора да прође кроз процедуре рециклаже. Процедура која води до рециклаже је следећа:

- Прво је **сепарација** рециклабилних материјала на извору или у трансфер станицама,

- Следи **прикупљање**,
- Након прикупљања материјала он се **транспортује** на место где треба бити рециклиран,
- Следећи поступак је **демонтажа** тог производа,
- Последњи део процедуре је увођење рециклабилних материјала у **процес рециклаже**.

О сепарацији, транспорту и прикупљању је већ писано у делу о управљању отпадом.

Демонтажа

Демонтажа или „супротна“ монтажа је део процедуре како би се дошло до рециклаже. „Након краја животног циклуса производа, производ се раставља на делове ради рециклаже, посебно због вредних компонената“. [Kalpakjan и Schmid, 2006]

Да би се извршила демонтажа потребно је испунити пар услова. Први је да особа која ради демонтажу „зна како“ је направљен производ у циљу индентификовања компоненти и материјала. Следећи је да се демонтажа ради у великим просторима и са адекватном опремом. Радници морају бити обучени за демонтажу и морају имати добар менаџмент.

Како би се демонтажа извршила у горе поменутим условима треба поштовати следеће кораке демонтаже, а то су:

- Уклањање штетних флуида и привремено складиштење,
- Уклањање електромотора, кондензатора, компресора и других типова мотора,
- Уклањање свих унутрашњих делова,
- Сечење тракастом тестером код мањих делова,
- Уситњавање делова ради сепарације метала, пластике, композитних изолационих материјала и других и привремено складиштење,
- Транспорт сепарисаних материјала до места за даљу прераду,
- Специјална обрада ради боље могуће хибернације и коначног одлагања опасних материјала.[2]

6.1. Процес рециклаже

Процес рециклирања материјала је следећи:

1. Пријем и мерење,
2. Сепарација и сортирање,
3. Збијање и паковање.

6.1.1. Пријем и мерење

Након демонтаже отпад се шаље у постројење за рециклажу и тада креће процес рециклаже. Велика површина је предвиђена за одлагање рециклабилног материјала јер су они велики, незграпни, запаковани у вреће, кесе, кутије. По пријему прво се врши мерење. Мерење се врши на различитим типовима електронских мерних уређаја, вага (слика 30.).



Слика 30. Типови вага

6.1.2. Сепарација и сортирање

Сепарација је помињана у делу где је било речи о управљању отпадом. Разлика те сепарације и сепарације у процесу рециклаже је та што је сепарација у трансфер станицама углавном мануелна, док је у рециклажним центрима механичка. Сепарација и сортирање у рециклажним центрима укључује неколико процеса, а то су:

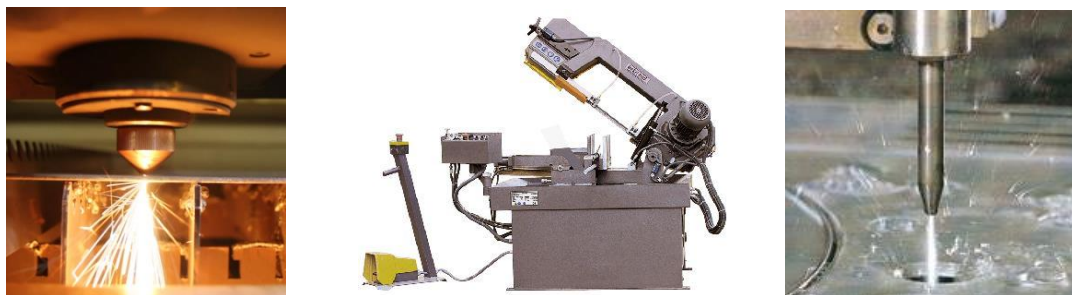
- Смањење величине,
- Сепарација,
- Класификација.

Смањење величине је главни процес у процесу рециклаже. Производ се смањује тако што се комада на парчиће. Величина тих добијених парчића зависи од материјала који се смањује и од тога који је даљи поступак обраде. Машине које се користе за смањење су **дробилице** и **млинови**.

Смањење величине има своје фазе. Фазе су следеће:

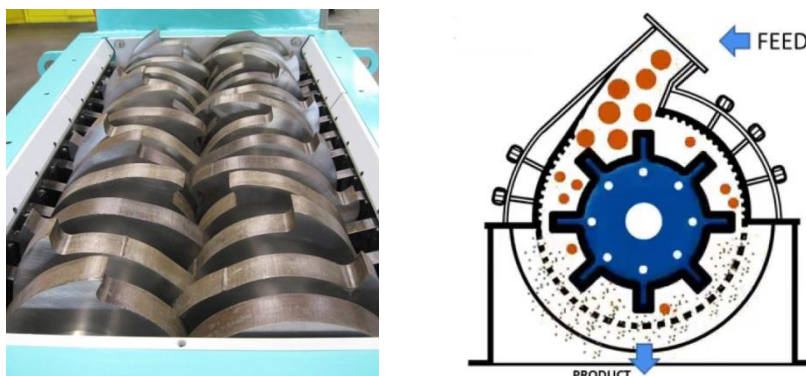
- Сечење,
- Ломљење,
- Дробљење,
- Парчање,
- Гранулација,
- Млевање и претварање у прах.

Како би велики комади могли да се смање прво треба извршити **сечење**. Сечење се врши тестерама, гасно-пламено, плазмом, ласером, воденим млазом (слика 31.),...



Слика 31. Типови уређаја за сечење

Машине за примарно уситњавање и компактирање материјала су **дробилице** и **пресе**. Дробилице које се најчешће користе су ваљкасте и ударне (слика 32.). Ваљкасте дробилице су познатије као шредери. Оне се састоје из једног или више пара ваљака, а сваки ваљак из већег броја назубљених дискова. Ове дробилице својим дисковима захватају материјал и тако га дробе. Када су у питању ударне дробилице, материјал се уситњава тако што се врши константно доминантно ударање маља, а може и у комбинацији са трењем и смицањем.



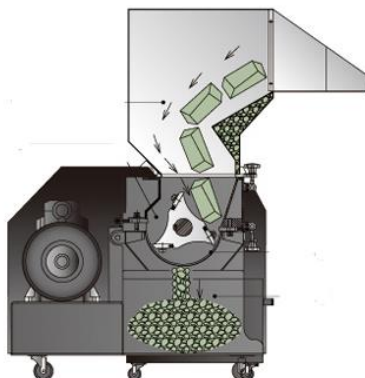
Слика 32. Ваљкаста дробилица (лево) и Ударна дробилица (десно)

Парчање је поступак који даље уситњава материјал (слика 33.). Овај поступак се најчешће врши на пластици и дрвету, не на металу и другим абразивним елементима.



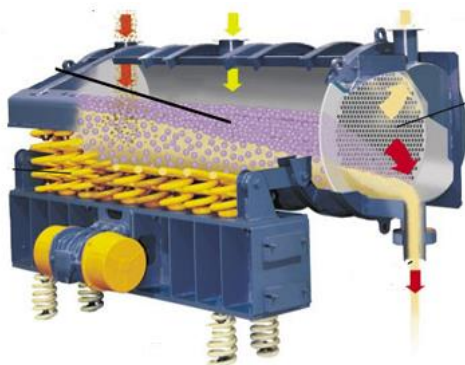
Слика 33. Машина за парчање дрвета (wood chipper)

Гранулација је поступак који ситни материјал на исти начин као и ударна дробилица, само на још мање димензије – **грануле**. Приближан пречник гранула је 5 до 6 mm (слика 34.).



Слика 34. Гранулатор

Последњи корак у смањењу величине тј. редукцији димензија је **млевење и претварање у прах**. То се ради брусним млином – млинови са каменом или млиновима са сачмом (слика 35.).



Слика 35. Млин са каменом

Процес сепарације је неизбежан у сваком рециклажном центру. Методе за сепарацију су:

- Просејавање,
- Сепарација према густини – пливање или ваздушна,
- Магнетна сепарација,
- Сепарација у променљивом магнетном пољу,
- Електростатичка сепарација,
- Оптичко сортирање

Просејавање је механички поступак сепарације. Машине које се користе за просејавање су разне врсте сита и мрежа. Сито се састоји из низа рупа, кроз које ситне честице прођу, а крупне се задржавају у ситу. Највише се користе вибрациона сита, као и ротациона и сита са дисковима.

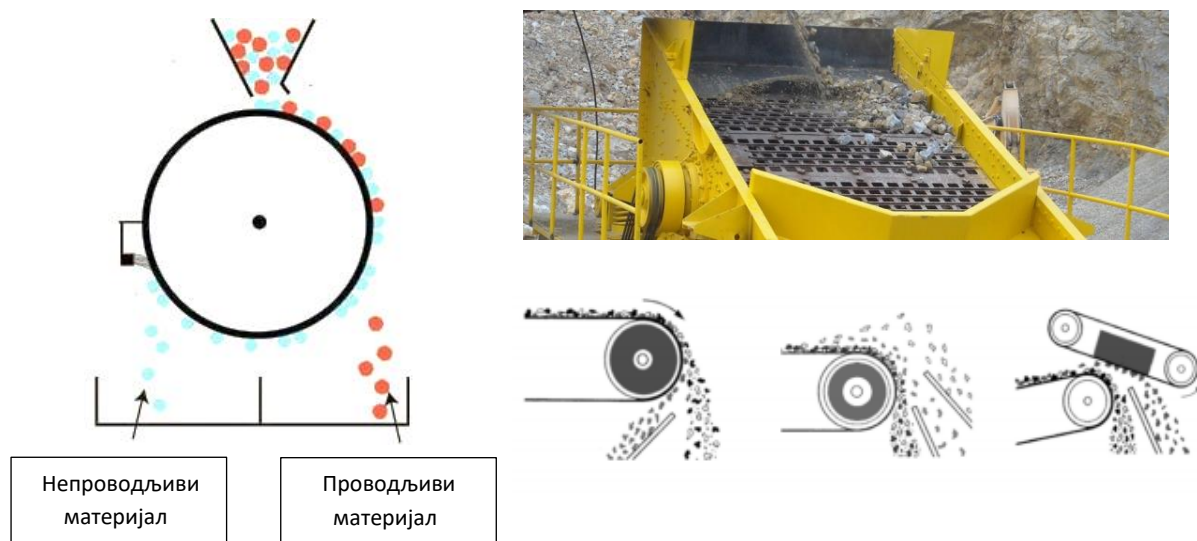
Постоје две **сепарације према густини**. **Флотација (пливање)** која функционише по следећем принципу. У резервуар пун течности се сипа материјал. Из резервуара излазе две компоненте различитих густина. Материјал који има већу густину тоне на дно и скупља се са дна резервоара, а материјал који има мању густину испливава на површину и скупља се са површине. Друга је **ваздушна сепарација**. Она функционише тако што се материјали убацују одозго у вертикални чунак, а струја ваздуха долази одоздо. Ваздушна струја производи вртлог унутар чунака. Ваздушна спирала олакшава раздвајање честица.

Магнетна сепарација је сепарација која служи најчешће да одвоји железни од нежелезног материјала. Ради тако што магнет усмерава или задржава железне материјале, док нежелезни одлазе на другу страну.

Метод **сепарације у променљивом магнетном пољу** је заснован на појави да се при излагању магнетном пољу материјали који су проводници, у њима јавља кретање електрона. Ова струја индукује магнетно поље супротно оригиналном. Овај метод се најчешће користи за одвајање обојених метала, посебно алуминијума.

Сваки материјал има привремена магнетна својства када се изложи електростатичком пољу. Тако да се **електростатичка сепарација** врши у високо волтажном електростатичком пољу. На овај начин се одваја папир од других материјала, или различите врсте пластике. Електростатичком сепарацијом је могуће одвојити проводнике од непроводника, као и непроводнике између себе.

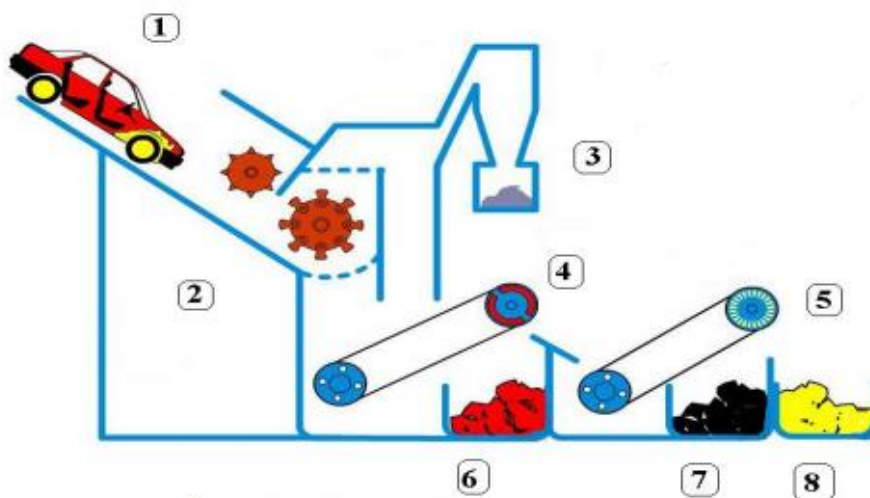
Оптичка сепарација је заснована на електронском распознавању честица у односу на њихове оптичке карактеристике. То се све ради помоћу камере високе резолуције или ласера у комбинацији са различитим осветљењем сваке зоне. Највише се користи за сепарацију стакла.



Слика 36. Машине и типови сепарације

На слици 37. приказан је пример сепарације материјала код рециклаже аутомобила:

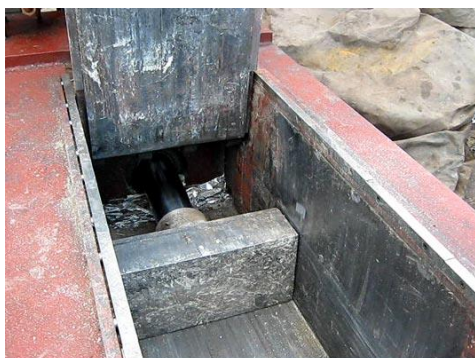
Аутомобил се допрема до места (1) где се врши испуштање свих флуида, и демонтажа акумулатора и гума пре дробљења. Процес се наставља у ударној дробилици (2), где се врши дробљење целог аутомобила. Постројење за дробљење поседује и систем за отпашивање (ваздушни класификатор) (3) где се поред прашине 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 37. Сепарација материјала код рециклаже аутомобила

6.1.3. Збијање и паковање

Поступак којим се смањује запремина, а повећава густина применом спољашњих сила назива се **збијење (сабијање)**. Принцип рада је да се притисне материјал у јакој, затвореној комори употребом пресе. Степен јачине притиска зависи од материјала који се сабија. Тако сабијен рециклиран материјал се или пакује у кесе, цакове, кутије или се испоручује у облику бала.



Слика 38. Пресовање материјала (лево) и балирани алуминијум (десно)

6.2. Рециклажа различитих материјала

У делу где је било речи о материјалима постоји табела 1. о томе који су материјали рециклабилни, који не. Сваки од материјала који је рециклабилан има своје технолошке процесе рециклаже, према њиховим карактеристикама, њиховом пореклу, особинама и претходној употреби. У даљем делу рада биће објашњени поступци рециклаже различитих материјала.

Рециклажа папира

Папир се пре рециклаже селекује у три категорије. То су **ниска класа**, **класа са уклањањем мастила** и **висока класа**.

- Ниска класа представља највећи број повраћеног папира и састоји се из папира и картона. Користи се за производњу амбалажа.
- Класа са уклањањем мастила у коју спадају новине, часописи, графички радови,... Од њих се производе графички и санитарни папири.
- Висока класа је класа која захтева мало или нимало пречишћавања. Потиче од листова папира, одсецака од штампе, парчади папира,... Користи се за производњу било које врсте папирних производа.

Папир није могуће рециклирати више од 6 пута. После сваке рециклаже папиру опада квалитет, тако што влакна постају краћа и краћа, а папир губи своју рециклабилност. При рециклирању папир сваки пут губи 15% својих влакана, што значи да се од 1150 kg папира добије 1000 kg влакана. У Европи се рециклира 56% употребљеног папира. Рециклажом папира се остварују уштеде у електричној енергији, чак 50%. Такође се остварују уштеде у потрошњи воде, 7 пута. Рециклажом једне тоне папира сачува се 15 до 17 стабала.

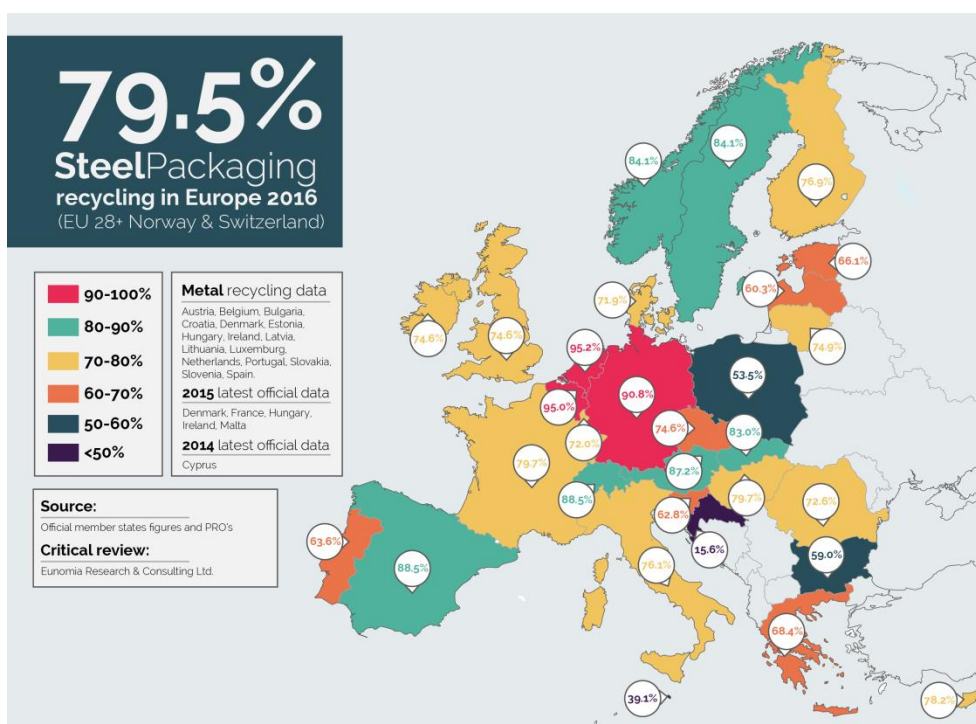


Слика 39. Животни циклус производа од папира

Рециклажа железа

Челик или железо је најрециклиранији материјал на свету, са стопом рециклаже од 60%. У процесу рециклаже челика примењују се исте технологије као за добијање из сировина. Особине челика добијеног из сировина и рециклираног челика су апсолутно исте, и може се рециклирати неограничен број пута. За рециклажу железа и челика се користи 74% мање енергије него што се потроши при производњи челика од сировог материјала.

Према подацима Института за рециклажу челика, рециклажа челика у Америци чува енергију еквивалентну струји коју потроши петина америчких домаћинстава годишње. Једна тона рециклираног челика чува 3.6 барела нафте и 1.5 тона гвоздене руде потребне за производњу новог челика.



Слика 40. Проценат рециклираног челика у ЕУ за 2016. годину[10]

Рециклажа алуминијума и осталих обојених метала

Као што је случај са челиком тако је исто и са алуминијумом, он се може рециклирати неограничен број пута и квалитет ће остати апсолутно исти. Алуминијумске конзерве за напитке се преко 50% производе од рециклираног алуминијума. Рециклажа алуминијума потроши свега 5% укупне енергије која се потроши за добијање примарног метала (слика 41.). Један килограм рециклираног алуминијума штеди 14kW електричне енергије. Када би се рециклирале све конзерве на свету требало би 14 милиона мање канти за отпад које се свакодневно празне на депонијама.



Слика 41. Разлика утрошка енергије за производњу од сировог и рециклираног алуминијума

Последњи тренд у дизајну лименки је значајно редуковао коришћење материјала. Године 1988. просечна тежина лименке од 0,331 се смањила за 10%. Ради се на смањењу до 20% тако што се сужава пречник лименке (слика 42.).



Слика 42. Разлика у пречнику и тежини лименки, лакша десно

Рециклажом једне алуминијумске лименке можемо сачувати довољно енергије за рад рачунара до три сата, телевизора до два сата, а сијалица од 60 вати може радити 20 сати без престанка.

Годинама се повећава употреба алуминијума у аутомобилској индустрији. Од 1990. до 2012. године, алуминијум који се користи у аутомобилима се повећао са 50 на 140 kg, а план до 2020. је да достигне 180 kg. У Европи се тренутно рециклира 95% алуминијумског отпада из аутомобилске индустрије.

Када је реч о неким другим обојеним металима, **цинк** је такође потпуно рециклабилан. Исто не губи својства и штеди 76% енергије која је потребна за добијање цинка из сировог материјала. Данас се у свету рециклира 30% укупног цинка.

Олово је веома лако рециклирати. Може се претопити бесконачно много пута, након чишћења нечистоћа. Секундарни такође, како и код цинка и алуминијума, има потпуно иста својства као примарни. У просеку 50% производа од олова у свету потиче од рециклираног олова. У Европи је тај проценат на 60%. Енергија која се користи за добијање секундарног олова је 35-40% од енергије која се користи за добијање примарног.

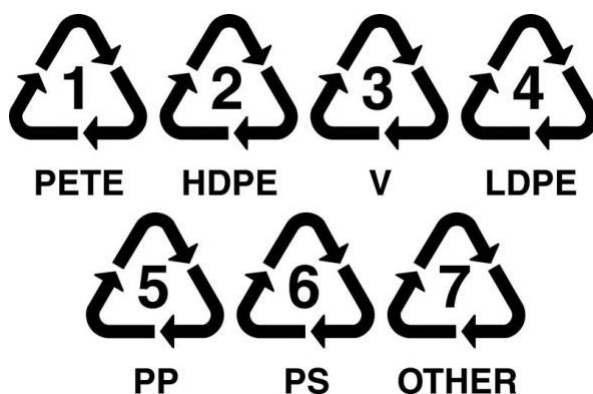
Бакар је још један од обојених метала који се много рециклира. Рециклажом бакра се уштеди 25% енергије у односу на производњу. Рециклирани бакар има исте карактеристике као примарни.

Рециклажа пластике

За разградњу пластике у природи потребно је од 200 до 400 година у просеку. То значи да пластика ствара много велико загађење земљишта и воде. Рециклирање пластике представља велики допринос заштити животне средине.

- Термопластика може више пута да омекша загревањем, а потом поново отврдне хлађењем. То значи да се може рециклирати.
- Термосетови трајно отврдну након што се једном загреју, што значи да се ова пластика не може рециклирати.

Свака пластика на својој површини мора да поседује ознаку за рециклажу, назив и шифру (слика 43.). То служи да би се пластике разврставале и засебно рециклирале, јер се различите врсте пластике не смеју мешати при рециклажи. Свака пластика има своју особину и температуру топљења.



Слика 43. Ознаке које се утискују на површину пластике

Кораци које пластика мора да прође при рециклажи су:

- Прикупљање пост-потрошачке пластике
- Паковање у бале и транспорт до рециклажног центра,
- Растурање бала и сортирање,
- Гранулација и прање,
- Сушење,
- Ваздушна сепарација,
- Електростатичка сепарација,
- Поновно истискивање,
- Филтрација растопа,
- Пелетизација.[11]

За производњу нове пластике од рециклиране потребно је две трећине енергије која се утоши за производњу првобитне пластике. Нпр. од пет рециклираних пластичних флаша од 2 литра, се може направити једна ски јакна.

Рециклажа гума и пнеуматика

Процењује се да у свету сваке године настане око 1.000.000.000 отпадних пнеуматика. Према подацима Асоцијације произвођача гума и пнеуматика Европе, у Европи годишње се генерише 3,2 милиона тона отпадних пнеуматика. Од тога су 82% пнеуматика били истрошени скроз, а 18% делимично. Од тих пнеуматика који су били скроз истрошени 95% је ушло у индустрију рециклаже гуме и употребљено је за повратак енергије спаљивањем.

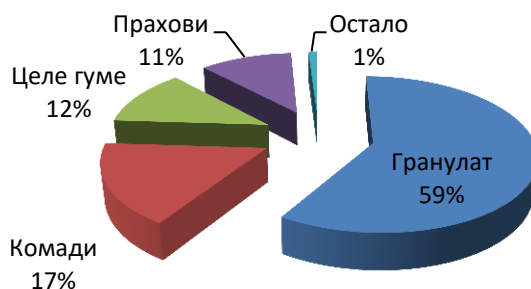
У Србије се претпоставља да се на годишњем нивоу створи око 35.000 отпадних гума, од чега се рециклира свега 30%.

Рециклирани пнеуматици налазе различите примене (слике 44. и 45.):

- **Цели пнеуматици** се могу користити за стабилизацију нагиба, израду бала, спречавање ерозија, изолацију буке,...
- **Комади и чипс** – око 150 mm - се примењују код система за дренажу, за изолацију и испуњавање лаких делова,
- **Гранулат** – од 1 до 10 mm - се користи за спортске површине (атлетске стазе), дечија игралишта, површине за путеве, производе за аутомобилску индустрију, облоге за заштиту од буке и вибрације,...
- **Прах** – од 0.1 до 1 mm - се користи за добијање масе за водоотпорне кровове, чамце, бетон, за смесе, ђонови за ципеле, спортска опрема...[12]



Слика 44. Рециклирани пнеуматици – а) цели пнеуматик – бала, б) комади, в) гранулат, г) прах



Слика 45. Процентуални удео фракција рециклаже пнеуматика

Рециклажа стакла

За стаклене производе је повољнија реупотреба него рециклажа. Основни пример за то су боце које се поново пуне. У Данској се 98% боца поново пуни. У многим земљама постоје места за сакупљање стаклених флаша у близини трговачких центара. Већина контејнера има одвојене делове за стакла различитих боја. То је зато што је хемијски састав стакла различитих боја, различит.

Ако се гледа само на рециклажу, стакло је идеално за рециклажу. Може се бесконачно пута рециклирати и поново користити. Рециклирање стакла троши мање енергије него производња новог, из разлога што је потребна мања температура топљења. Стаклени отпад у комуналном отпаду чине боце, стаклено посуђе, сијалице,...

Рециклажа почиње разврставањем стакла по боји. То се ради електро-оптичком сепарацијом. Измешани материјал се може користити и при производњи асфалта, као и у зидарству. Након разврставања приступа се прављењу кулета.

Рециклажа стакла има следеће предности. Смањује загађење ваздуха за 20%, воде за 50% и смањује количину отпада који се вози на депоније.

Данас се само 22% произведеног стакла рециклира. Прављењем стакла без рециклаже се троши 30% више енергије него када се користи сломљено или смрвљено стакло. Енергија која се сачува од једне стаклене флаше покренуће сијалицу од 100 вати на чак четири сата. Рециклажа стакла је веома битна, јер је за разградњу једне стаклене флаше потребно милион година.[13]

Рециклажа батерија

Батерије спадају у посебне токове отпада. Као и електрични и електронски отпад, а и дотрајала возила. Батерија је независан извор електричне енергије. У батеријама се врши конверзија хемијске у електричну енергију.

Постоје две врсте батерија. То су:

- Батерије за **једнократну** употребу,
- **Допуњиве** батерије.



Слика 46. Разне врсте батерија

Када је у питању класификација допуњивих батерија, оне се деле на батерије са течним електролитом или познатије акумулатори и батерије са електролитичком пастом. У батерије са течним електролитом спадају акумулатори са оловном и сумпорном киселином. У батерије са електролитичком пастом спадају никл-кадмијумске батерије које се користе у свим бежичним уређајима, никл метал хидрит батерије и литијум јонске батерије које се налазе у хибридном аутомобилима. Када су у питању батерије за једнократну употребу, то су, цинк-карбонске батерије, цинк-хлоридне, алкалне-манганске и „дугме“ батерије.

Батерије имају штетних утицаја на животну средину:

- Одлагање батерија на депонију или њихово спаљивање је веома штетно по животну средину и не представља одржив развој,
- Тешки метали које садрже батерије доприносе загађењу вода и земљишта када се неадекватно одложе,
- Добринос загађењу који потиче од батерија је 3% укупног загађења од отпада.

Рециклажа батерија захтева много енергије, у односу на производњу нових батерија, енергија потребна за рециклажу је 6 до 10 пута већа. Међутим рециклажа батерија је неопходна због штетних утицаја које батерије као отпад имају по животну средину. Батерије са течним електролитом се много више рециклирају од батерија са електролитичком пастом. Количина батерија са течним електролитом која се рециклира је 95%, док је количина батерија са електролитичком пастом које се рециклирају свега 5%.

Рециклажа возила на крају животног циклуса

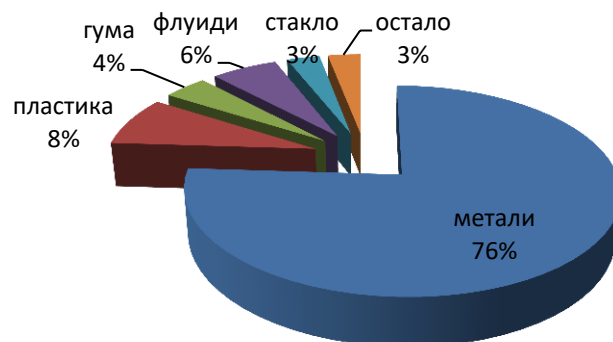
У делу у ком је писано о процесу рециклаже, тачније о сепарацији материјала, наведено је процес рециклаже једног аутомобила. Ту је само објашњен поступак сепарације, док ће се у овом сегменту детаљније објаснити рециклажом аутомобила. Почевши од тога да прво треба преиспитати проблем његовог коначног одлагања. Еколошки повољне опције су редом:

- Реупотреба,
- Поврат компонената,
- Рециклажа возила уколико нема сврхе за одабиром неке од предходне две опције.

Аутомобили су сачињени из много материјала, трендови у дизајнирању су да се смањи број различитих материјала. Материјали који подлежу различитим технологијама рециклаже, а сачињавају један аутомобил су (слика 47.):

- Метали,
- Пнеуматици,
- Пластике,

- Текстили,
- Уље из мотора,
- Кочиони флуиди,
- Каталитички конвертори,
- Батерије.



Слика 47. Графички приказан састав аутомобила

У процесу рециклаже врши се сепарација свих ових материјала, на начин који је претходно објашњен.

Када су у питању светски трендови рециклаже аутомобила, најбоље резултате имају „BMW“ и „VW“, што због оштрих закона у Немачкој, што због великих трошкова за депоније. У Великој Британији годишње око два милиона возила постане отпад. Састави аутомобила данас имају много мање делова од железа него раније, али више пластике и алуминијума. Преко 100 различитих пластика се данас примењује за израду једног аутомобила. Мазда форсира коришћење термопластика јер су лакше за рециклажу.[14]

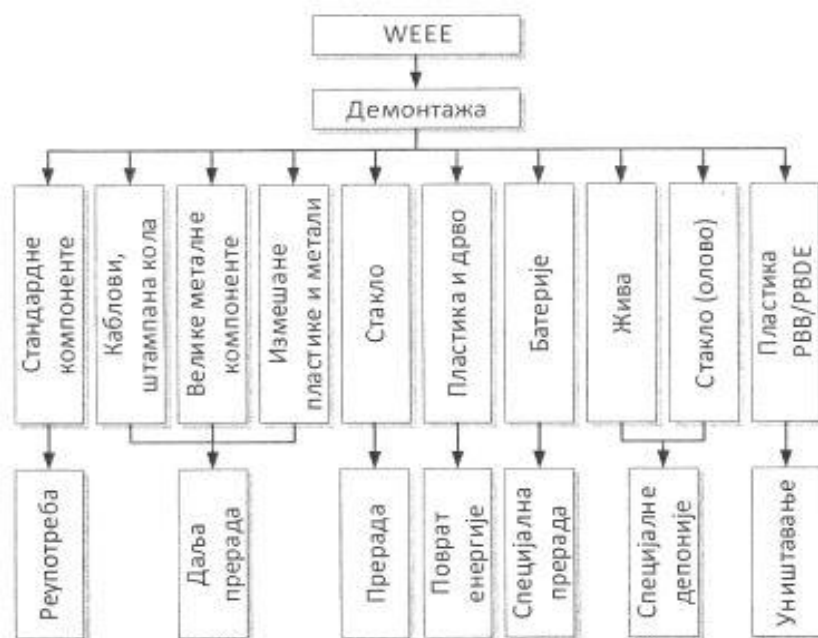
Рециклажа отпада од електричне и електронске опреме

Производи који спадају у електричне и електронске су производи за које је потребна електрична енергија или електромагнетно поље да би радили. Ти производи се деле на:

- Велики кућни апарати,
- Мали кућни апарати,
- Информационе технологије,
- Потрошачка опрема,
- Расвета,
- Електрични и електронски апарати,
- Играчке, опрема за спорт и рекреацију,
- Медицинска опрема и инструменти,
- Мониторинг и контролни инструменти,
- Аутоматски диспанзери.

Када је производња ове опреме у питању, сваке године је све већа и већа. Узрок томе су технолошка еволуција и повећање потражње. По неким истраживањима процењује се да је раст на сваких пет година од 16 до 28%. За производњу тих уређаја, као и за производњу аутомобила, користи се велики број материјала. Дизајнери ових уређаја такође раде на томе да се број различитих материјала смањи како би рециклажа била лакша. За производњу ових уређаја су битне две директиве, RoHS и WEEE. То су директиве прописане за спровођење Екодизајна, о ком ће се више говорити у наставку. RoHS је директива која се односи на ограничења у употреби одређених штетних супстанци у производима, а WEEE је директива која захтева да се обезбеди бесплатно сакупљање и оствари обнављање и рециклирање таквих производа. Циљ ових директива, и уопште, је да се 75% производа обнови, а 65% производа рециклира.[2]

Поступак рециклаже WEEE је приказан на слици 48.



Слика 48. Поступак рециклаже WEEE[2]

Користи рециклаже

Рециклажа има много својих користи. Користи од рециклаже се огледају у следећим ставкама:

1. Очување природних ресурса,
2. Уштеда едергије,
3. Смањење емисије гасова стаклене баште,
4. Смањење потреба за депонијама,
5. Стварање нових радних места,
6. Смањење трошкова услед избегавања одређених трошкова.

7. Екодизајн - Дизај за рециклажу

Екодизајн је поступак који спаја технологију и организацију на такав начин да се ресурси користе ефикасно са најмањим штетним дејствима за животну средину и највећом добити за све учеснике у току ланца стварања и употребе производа. Применом екодизајна постиже се „паметно“ коришћење ресурса. То није једна активност или операција, већ скуп активности које прожимају планирање, развој и коришћење производа.

На екодизајн може да се гледа као на дизајн производа који исто брине о еколошким као и о економским ефектима код дизајна. Према екодизајну утицај производа на животну средину треба гледати кроз цео животно циклус. Екодизајн је осмишљен да дизајнер користи ресурсе на интелигентан начин и на тај начин повећа корист свих заинтересованих страна у процесу стварања вредности, као и да смањи загађење животне средине.

Екодизајн као што и каже само име, представља симбиозу екологије и дизајна.

Да би дизајнер дизајнирао бољи и еколошки прихватљивији производ потребно је да реши пар проблема. Најважније је да се правилно и у потпуности информише о карактеристикама нових материјала, одакле потичу, да ли су обновљиви или не, које су механичке карактеристике, обрадљивост, да ли су рециклабилни,... При дизајнирању еко производа, полазећи од размишљања о животној циклусу производа, морају се имати на уму следећи аспекти дизајна:

- Дизајн за минималну употребу материјала,
- Дизајн за демонтажу,
- Дизајн за рециклажу,
- Дизајн за репродукцију,
- Дизајн за редуцију опасних материјала,
- Дизајн за енергетску ефикасност,
- Дизајн за задовољење прописа и стандарда. [3]

Узимајући у обзир да је у овом раду највише причано о рециклажи, у наставку ће се највише пажње посветити дизајну за рециклажу.

7.1. Дизајн за рециклажу

Дизајн производа за рециклажу је вид стратегије дизајна, који има у виду еколошки критеријум са циљем:

- Употребе рециклираних материјала у производњи нових производа
- Олакшање рециклаже производа на крају животног циклуса

Дизајн за рециклажу има два основна захтева који морају да се испуне како би се постигао циљ дизајна за рециклажу. Основни захтеви дизајна за рециклажу су:

1. Елиминисати или редуковати употребу штетних или токсичних материјала
2. Обесхрабити употребу материјала који нису погодни за рециклажу, као и саму њихову производњу

Свако рециклирање почиње растављањем производа, осим за моно-материјале. Растављање се врши демонтажом или исецањем на комаде. Демонтажа треба бити једноставна како не би било скупо демонтирање, јер нема поенте демонтирати производ чија би демонтажа била скупља од добити од рециклаже. За то је задужен још један аспект екодизајна, дизајн за демонтажу. Након демонтаже, следи сепарација и збијање у бале. Тако сабијен материјал се даље шаље на рециклажу.

Битне ставке на које треба обратити пажњу када је у питању дизајн за рециклажу су:

- Замена примарних материјала рециклираним материјалима,
- Реупотреба делова и компонената,
- Употреба што мање различитих материјала,
- Елеминација токсичних и опасних материјала,
- Дизајн једноставан за демонтажу,
- Идентификација делова кодирањем (као код пластичних делова),
- Употреба компаративних материјала.

Када се сагледају све ове ставке на које треба да се обрати пажња, долази се до закључка да дизајнер производа има огромну улогу у рециклажи.[2]

8. Анализа животног циклуса микроталасне пећнице

За анализу животног циклуса микроталасне пећнице је коришћен програмски пакет, који је развијен од стране Техничког факултета у Бечу, Екодизајн пилот. Програмски пакет који је коришћен се може наћи на сајту pilot.ecodesign.at (слика 48).



Слика 48. Изглед почетне стране софтвера[15]

У оквиру софтвера Екодизај пилот постоје три програма. Програм који је коришћен за анализу је **Екодизајн пилот асистент** (Ecodesign pilot's assistant). Екодизајн пилот асистент помаже у одређивању карактеристика производа и препознаје најзначајније фазе животног циклуса. На бази основних чињеница о производу, Екодизајн пилот асистент, индетификује тип производа и предлаже најприкладније стратегије за унапређење производа када је Екодизајн у питању.

За истраживање је одабрана микроталасна пећница марке Горење. Тип микроталасне је – Gorenje MO 6240 SY2W 900W (слика 49.).



Слика 49. Микроталасна пећница - Gorenje MO 6240 SY2W 900W

На почетку рада у Екодизајн пилот асистенту прво се попуњава формулар у који се уписују производ који се анализира, претпостављани радни век и кратак опис производа (слика 50.).

Слика 50. Екодизајн пилот асистент – формулар 1

Следећи формулар који се попуњава је формулар у који се уносе сви делови производа. Након тога уписује се њихова маса, материјал, као и класа којој тај материјал припада. Класе производа су дате у табели која се добија кликом на „?“ поред поља „class“. Материјали су подељени у осам класних група, од материјала који припадају првој групи и имају мале еколошке утицаје, до материјала који припадају осмој групи који чак и у малим количинама имају велике еколошке утицаје (табела 2.).

Класа	Метали	Пластике	Остали материјали
I			- Бетон - Дрво - Креч, гипс
II	- Челик за електричне инсталације - Алуминијум (секундарни) - Челични лим		- Порцелан - Стакло, флаша (100% , 88% рециклирано) - Стакло у таблама - Стаклена вуна, - Стакло, флаше браон боје (61% рециклирано) - Стакло, флаше зелене боје (99% рециклирано) - Стакло, флаше безбојно (55% рециклирано) - Линолеум - Картон - Папир (100% рециклирано) - Стакло, флаше (примарно)
III	- Челик (80% примарни)		- Папир (65% рециклиран)

	- Челик (83% примарни) - Челик (89% примарни) - Челик (100% примарни)		- Кожа - Гума, зелена, сирова - Папир без хлора - Расхлађивач R134a - Амонијак NH₃ - Горивна нафта (дизел) - Бензин
IV	- Ливено гвожђе - Челик за лимове, поцинкован - Ливени челик	- PVC, савитљив - PVC - PVC, крут - PVC, отпоран на ударе - HDPE - PP - LDPE - PPE/PS - PS (EPS), експандиран - PS (HPI), отпоран на ударе - PS (GPPS), опште намене - PET, смола - PET - PET, фолија - PET, за флаше - SAN	- Гума - Гупа, полубутадиен - Гума, EPDM - Гума, природна - Гума, SRB
V	- Бакар (секундарни) - Олово (50% примарно) - Ферохром (53% хрома)	- PB - ABS - PE, пена - PUR, HR пена - PVDC - PU, савитљив (еластичан) - PUR, флексибилна пена - PUR, полукрута пена - PUR, апсорбује енергију - PMMA - акрилик - PC - PA 6.6 - најлон - EP - епокси смола - PA - најлон	- Пластика ојачана стакленим влакнима - Техничка керамика
VI	- Челик V2A: 18% Cr , 9% Ni - Челик : 17% Cr, 12% Ni - Фероникл - Легуре цинка - Алуминијум (58%, 70% примарни) - Алуминијумске легуре - Алуминијум (примарни) - Челик високолегирани (нерђајући) - Хром - Легура магнезијума - Бакар (50%, 60% и 65% примарни) - Бакар за каблове - Легура бакра, месинг - Метални прах		- Угљенична влакна
VII	- Легуре титанијума - Легуре бакра - Цинк - Никл и легуре никла		
VIII	- Сребро - Паладијум - Платина - Злато - Родијум		

Табела 2. Класа материјала [15]

Осим материјала од којих је сачињен производ у формулар два се уписују и материјали амбалаже (слика 51).

ECODESIGN
online **PILOT**

INTRODUCTION | PILOT | ASSISTANT

Assistant

Description | **Raw Material** | Manufacture | Distribution | Product Use | End of Life | Result

Please indicate the parts and components of your product and its packaging.
If you need support in assigning the different materials to the appropriate class of materials, click the help-symbol next to the "Class" heading.

1. Product data

Product part	Mass [kg]	Material	Class ?
kutija	2.5	čelični lim	II ▼
repa	3	čelik, visokolegirani (nerđajući)	VI ▼
vrata i displej	1	plastika	IV ▼
tacna	1	staklo	II ▼
staklo na vratima	0.5	plastika ojačana staklenim vlaknima	V ▼
grejači	2	čelik	VI ▼

2. Product data

Part of packaging	Mass [kg]	Material	Class ?
pakovanje	0.3	karton	II ▼
			▼
			▼

3. Does the Product contain parts that constitute a hazard to the environment at the end of life without expert disposal ("small quantities - great impact")?

unknown ▼

goto next form

design & copyright © by Vienna TU, Institute for Engineering Design - ECODESIGN

Слика 51. Екодизајн пилот асистент – формулар 2

Након другог формулара, попуњава се следећи формулар у који се уписују подаци о количини потрошње електричне енергије, шкарт који остаје приликом производње, оквиран обим производње, као и оквирно колики пут пређу делови пре него што их склопе у готов производ. За попуњавање овог формулара коришћени су подаци који су дати као пример попуњавања овог формулара из књиге „Дизајн и екологија – Ненад Зрнић, Милош Ђорђевић – Београд 2012“ [2], где је рађена анализа тостера (уређај за печење хлеба), оба уређаја су мали кућни апарати, па се претпоставља да су карактеристике исте или сличне. Подаци који су били потребни за попуњавање овог формулара нису били доступни од стране произвођача (слика 52.).

Четврти формулар је формулар у који се уноси дистанца коју прође производ од фабрике до потрошача. Транспорт производа је много битан, јер као што је речено, транспорт доста утиче на загађење животне средине. За дистанцу је узета раздаљина од фабрике у Словенији до Крагујевца (слика 53.).

ECODESIGN
online **PILOT**

INTRODUCTION | PILOT | ASSISTANT

Assistant

Description | Raw Material | **Manufacture** | Distribution | Product Use | End of Life | Result

Please indicate data referring to the manufacture of your product.
Again, you will get support by clicking the help-symbol next to the "Class" heading.

4. **Energy input**
 Electric energy: 1 [kWh]
 Thermal energy: [] [MJ]
 Overhead energy: Energy for heating, lighting, ... in addition to process energy: moderate (100%) ▼

5. **Waste per Unit**

Waste	Mass [kg]	Material	Class ?
[]	[]	[]	▼
[]	[]	[]	▼
[]	[]	[]	▼

Material: Partial recycling of materials ▼

6. Production volume (Units/Pieces per Year): 10 - 10.000 ▼

7. Input of environmentally hazardous auxiliary and process materials per unit produced: rather more ▼

8. Percentage of external parts: 10 - 30% ▼

9. Hauling distance for external parts per unit: rather short ▼

goto next form

design & copyright © by Vienna TU, Institute for Engineering Design - ECODESIGN

Слика 52. Екодизајн пилот асистент – формулар 3

ECODESIGN
online **PILOT**

INTRODUCTION | PILOT | ASSISTANT

Assistant

Description | Raw Material | Manufacture | **Distribution** | Product Use | End of Life | Result

Next, fill in data concerning distribution of the product.
Indicate average hauling distance and means of transportation used for the distribution of the product.

10. **Average transportation for product distribution**

Means of transportation	Hauling distance [km]
Ship (Overseas)	[]
Ship (Inland)	[]
Railroad	[]
Truck	700
Van	[]
Car	[]
Aircraft	[]

11. Type of packaging: Disposable packaging ▼

goto next form

design & copyright © by Vienna TU, Institute for Engineering Design - ECODESIGN

Слика 53. Екодизајн пилот асистент – формулар 4

Када је у питању пети формулар, он се односи на фазу употребе. Потребно је дефинисати колико пута се производ годишње користи. У овом случају просек је око 300 пута годишње. Да ли производ користи додатне материјале у току рада и да ли генерише неки отпад приликом рада. Такође је било потребно унети електричну енергију коју производ користи приликом једног коришћења. Када се ради о микроталасној која има снагу од 900W, узет је просек да се микроталасна при сваком коришћењу користи два минута, добије се резултат да је то 0,44kWh. Још једна ставка овог формулара је да ли производ штети животној средини услед неадекватног коришћења (слика 54.).

ECODESIGN
online **PILOT**

INTRODUCTION | PILOT | ASSISTANT

Assistant

Description Raw Material Manufacture Distribution **Product Use** End of Life Result

This form addresses data concerning the stage of product use.
Again, you will get support by clicking the help-symbol next to the "Class" heading.

12. Use frequency: 300 uses per year

13. Input per use

Designation	Mass [kg]	Material	Class ?

Electric energy input per use ("current from the wall socket"): 0.044 [kWh]

14. Waste per use

Designation	Mass [kg]	Material	Class ?

15. Is the product a potential hazard to the environment if used inadequately or in the case of malfunctions? Improbable

goto next form

design & copyright © by Vienna TU, Institute for Engineering Design - ECODESIGN

Слика 54. Екодизајн пилот асистент – формулар 5

Формулар шест се односи на крај животног циклуса производа. За сваки материјал који је набројан у другом формулару требало је одабрати опцију како управљати отпадом насталим од тог материјала. Опције су реупотреба, рециклажа, спаљивање, одлагање на депонију и одвајање у опасан отпад. У теорији најбоље би било да се цела микроталасна демонтира, а затим сваки од материјала који је могуће рециклирати рециклира. За ово истраживање два пута је попуњаван шести формулар. Први пут како би се видело који су резултати уколико микроталасна на крају свог

животног циклуса заврши на депонији (слика 55.), а други пут уколико се сваки од материјала рециклира (слика 56.).

ECODESIGN
online **PILOT**

INTRODUCTION | PILOT | ASSISTANT

Assistant

Description Raw Material Manufacture Distribution Product Use **End of Life** Result

Please indicate how the product will be disposed of at the end of its service life.
The parts indicated here have been taken from the "Raw Material" form.

16. Product data

Product part	Mass [kg]	Material	Disposal
kutija	2.5	celicni lim	landfill
terna	3	celik, visokolegirani (nerdjajuci)	landfill
vrata i displej	1	plastika	landfill
tacna	1	staklo	landfill
staklo na vratima	0.5	plastika ojacana staklenim vlaknii	landfill
grejaci	2	celik	landfill

17. Packaging data

Part of packaging	Mass [kg]	Material	Disposal
pakovanje	0.3	karton	landfill

goto next form

design & copyright © by Vienna TU, Institute for Engineering Design - ECODESIGN

Слика 55. Екодизај пилот асистент – формулар 6 – одлагање на депонију

ECODESIGN
online **PILOT**

INTRODUCTION | PILOT | ASSISTANT

Assistant

Description Raw Material Manufacture Distribution Product Use **End of Life** Result

Please indicate how the product will be disposed of at the end of its service life.
The parts indicated here have been taken from the "Raw Material" form.

16. Product data

Product part	Mass [kg]	Material	Disposal
kutija	2.5	celicni lim	recycling
terna	3	celik, visokolegirani (nerdjajuci)	recycling
vrata i displej	1	plastika	recycling
tacna	1	staklo	recycling
staklo na vratima	0.5	plastika ojacana staklenim vlaknii	recycling
grejaci	2	celik	recycling

17. Packaging data

Part of packaging	Mass [kg]	Material	Disposal
pakovanje	0.3	karton	recycling

goto next form

design & copyright © by Vienna TU, Institute for Engineering Design - ECODESIGN

Слика 56. Екодизај пилот асистент – формулар 6 – рециклажа

Након што су унети сви подаци, корак по корак, формулар по формулар, Екодизајн пилот асистент у последњем формулару даје резултат анализе. Први резултат је класификација тј. ког је типа производ, у овом случају микроталасна. Тип производа показује која фаза животног циклуса је значајна за производ. У овом софтверу постоји шест основних типова, то су:

- Тип А – фаза сирових материјала је значајна за производ,
- Тип В – фаза дизајна и производње је значајна за производ,
- Тип С – фаза транспорта је значајна за производ,
- Тип D – фаза употребе је значајна за производ,
- Тип Е – фаза одлагања је значајна за производ.

Други, трећи и четврти део резултата су стратегије за побољшање. Други део су главне стратегије, које би требало одмах применити, како би постигли унапређење производа. Трећи део су стратегије које касније треба применити, које нису толико битне као главне стратегије, али су свакако битније од трећег дела. У трећи део спадају стратегије које су додатне и препоручене. Њих не мора побољшавати, али свакако садрже потенцијал да ће се производ побољшати уколико и њих применимо. Екодизајн пилот асистент дефинише 19 различитих стратегија. Оне помажу у унапређењу производа и то су:

1. Избор адекватних материјала,
2. Редукција употребе различитих материјала,
3. Смањење потрошње енергије у производним процесима,
4. Оптимизација типа и количине додатних материјала у процесу производње,
5. Избегавање отпада у производним процесима,
6. Еколошка израда екстерних делова,
7. Смањење паковања,
8. Смањење транспорта,
9. Оптимизација употребе производа,
10. Оптимизација функционалности производа,
11. Продужење радног века производа,
12. Остварење еколошких перформанси производа,
13. Смањење потрошње у фази употребе,
14. Избегавање отпада у фази употребе,
15. Побољшање одржавања,
16. Побољшање репарабилности,
17. Унапређење демонтаже,
18. Поновна употреба делова производа,
19. Рециклирање материјала.[15]

Узимајући у обзир да је шести формулар попуњаван на два начина, добијена су два различита резултата. Прво су анализирани резултати добијени након тога што је на

крају животног циклуса микроталасна, управљајући отпадом насталим од ње, завршила на депонији. Резултати су следећи (слике 57. и 58.):

The screenshot shows the 'Assistant' interface of the ECODESIGN online PILOT tool. The 'Result' tab is selected, displaying the following information:

- Product Information:**
 - Name: mikrotalasna
 - Life Time: 10 years
 - Use: 300 times per year
 - Functional Unit: Zagrevanje i li pečenje hrane
- Classification:**

The analysed product seems to be a hybrid type AE, the phases 'raw material' and 'end of life' are significant here.
- Recommendations:**

We recommend the following improvement strategies. The listed strategies forward you to the checklists of the ECODESIGN PILOT.

 - (Main) Strategies with high priority:**
 - S1. Selecting the right materials
 - S2. Reducing material inputs
 - S19. Recycling of materials
 - (More) Strategies to be realized later:**
 - S9. Optimizing product use
 - S10. Optimizing product functionality
 - S11. Increasing product durability
 - S15. Improving maintenance
 - S16. Improving reparability
 - S17. Improving disassembly
 - S18. Reuse of product parts
 - (Other) Additional, recommended strategies:**
 - S4. Optimizing type and amount of process materials

At the bottom, there is a 'Save For Reenter' button and a feedback link: assist-pilot@ecodesign.at. The footer mentions 'design & copyright (c) by Vienna TU, Institute for Engineering Design - ECODESIGN'.

Слика 57. Екодизајн пилот асистент – резултат – одлагање материјала на депонију

Микроталасна је препозната као производ **типа АЕ**. То значи да је микроталасна производ код кога су битне фазе сировине и фазе одлагања материјала. Те две фазе имају највише утицаја на животну средину.

Када су у питању **главне стратегије** које одмах треба применити то су: избор адекватних материјала, редукција употребе различитих материјала и рециклирање материјала.

Што се тиче **стратегија другог степена**, препоручене стратегије су: оптимизација употребе производа, оптимизација функционалности производа,

продужење радног века производа, побољшање одржавања, побољшање репарабилности, унапређење демонтаже и поновна употреба делова производа.

Резултат добијен за **трећу групу стратегија** је препорука за оптимизацију типа и количине додатних материјала у процесу производње.

ECODESIGN
online **PILOT**

INTRODUCTION | PILOT | ASSISTANT

Assistant

Description | Raw Material | Manufacture | Distribution | Product Use | End of Life | **Result**

Product

Name: mikrotalasna Functional Unit

Life Time: 10 years Zagrevanje i li pecenje hrane

Use: 300 times per year

Classification

The analysed product seems to be a basic type A, the phase 'raw material' is significant here.

Recommendations

We recommend the following improvement strategies. The listed strategies forward you to the checklists of the ECODESIGN PILOT.

(Main) Strategies with high priority:

S1. Selecting the right materials
S2. Reducing material inputs

(More) Strategies to be realized later:

S9. Optimizing product use
S10. Optimizing product functionality
S11. Increasing product durability
S15. Improving maintenance
S16. Improving reparability
S17. Improving disassembly
S18. Reuse of product parts

(Other) Additional, recommended strategies:

S4. Optimizing type and amount of process materials

Save For Reenter

Please send your feedback to assist-pilot@ecodesign.at.

design & copyright (c) by Vienna TU, Institute for Engineering Design - ECODESIGN

Слика 57. Екодизајн пилот асистент – резултат – рециклажа материјала

У случају када је материјал рециклиран по добијеним резултатима, микроталасна је препозната као производ **тима А**. То значи да је микроталасна производ код кога фаза која највише утиче на животну средину је фаза сирових материјала.

Главне стратегије за побољшање које су предложене су: избор адекватних материјала и редукација употребе различитих материјала.

Стратегије које се могу касније реализовати су: оптимизација употребе производа, оптимизација функционалности производа, продужење радног века производа, побољшање одржавања, побољшање репарабилности, унапређење демонтаже и поновна употреба делова производа.

Препоручена стратегија је стратегија која се односи на оптимизацију типа и количине додатних материјала у процесу производње.

Разлике добијених резултата

Прво што се уочава када су у питању резултати двеју анализа је да у случају када се производ не рециклира већ одлаже на депонији, производ је препознат као тип АЕ, а у случају рециклаже само као тип А. То казује да је рециклажа веома битна и да уколико је то могуће и уколико је производ сачињен од рециклабилних материјала, производ треба рециклирати. На тај начин ће се повратити енергија, сачувати енергија при производњи сирових материјала и имати велики утицај на животну средину.

Када су остале разлике у питању, разлика у делу где се наводе главне стратегије је та што се у првим резултатима јавља стратегија која препоручује рециклажу материјала, значај тога је већ објашњен. Друге две стратегије које се јављају у оба резултата треба применити тако да се убудуће нове микроталасне праве од што више истих материјала како би се олакшала производња тих материјала, а и њихова каснија рециклажа.

Стратегије препоручене у делу стратегије другог степена су исте код оба случаја. Оптимизација употребе производа као и функционалности се могу побољшати уграђивањем тајмера и термометара који ће контролисати дужину загревања и рада саме микроталасне. Када су у питању остале стратегије, уколико је могуће, наравно треба искористити део поново, пре него што се одложи на депонију или рециклира. Уколико се смањи број различитих материјала, и неки делови направе тако да буду спојени, а првобитно су били одвојени и стратегија за унапређење демонтаже би се испунила.

Закључци

На свету има све више људи, што доводи до повећања количине отпада који се ствара сваким даном. Количину отпада треба смањити. Начин на који се може смањити количина отпада је рециклажа. Сем смањења отпада, рециклажом, чува се енергију која је потребна за производњу нових сирових материјала.

Код дизајна производа, једна од веома битних фаза је избор материјала од ког ће се правити производ. Постоје ствари на које се треба фокусирати код дизајнирања и избора материјала. То су: да материјал буде рециклабилан, да се елиминише употреба токсичних материјала, да се сачувају сировине адекватним коришћењем материјала, да се користите што је више могуће материјали који не захтевају знатну енергију за додатну обраду и редуковати број компоненти од различитих материјала, тежити ка једноставности производа.

Транспорт производа је битна ставка у животном циклусу производа када је у питању утицај на животну средину. Дизајнери морају да размишљају о томе како ће производ да се транспортује и то да узму у обзир при дизајнирању.

Амбалажа треба да чува производ, да га идентификује у гомили других производа, као и да буде погодна за транспорт.

Након што производ постане отпад треба савесно поступати са њим. Отпад треба разврстати како би касније био лакши за рециклажу. Отпад који се не рециклира треба да заврши на депонији, а не да се баца било где и да се праве дивље депоније.

Производе који су дошли до краја животног циклуса треба рециклирати уколико су направљени од рециклабилног материјала.

Екодизајн је алат у рукама дизајнера који служи како би дизајнеру помогао да оствари циљеве заштите животне средине и спречи нове еколошке штете које могу настати. Улога Екодизајна је да се направи производ од рециклираних материјала, да се користи мање ресурса у производњи, да се производ лако раставља како би се касније лакше рециклирао, итд. Екодизајн треба схватити и приступити му са мишљењем како је то опште корисна ствар.

Екодизајн пилот асистент је програмски пакет који показује на који начин да се побољша производ и у ком сегменту животног циклуса.

На крају овог рада упоређени су резултати добијени у Екодизајн пилот асистенту за два различита краја животног циклуса микроталасне пећнице. У првом случају крај животног циклуса микроталасне пећнице се завршава рециклажом, а у другом случају микроталасна пећница на крају животног циклуса се отпрема на депонију.

Резултати који су добијени анализом овог производа казују да је за очување животне средине и побољшање животног циклуса производа неопходно да се производ рециклира.

Остали резултати који су добијени у анализи су исти за оба случаја. Они предлажу побољшање и редукцију употребе материјала, као и оптимизацију употребе производа и продужење радног века производа. То отвара нова размишљања и изазове за дизајнере о томе на који начин треба унапредити микроталасну и којим материјалима. Које материјале треба заменити, а како смањити потрошњу енергије и повећати радни век.

Главни циљ сваког дизајнера при дизајнирању новог производа треба да буде **очување животне средине** на било који могући, прихватљив начин.

Литература

- [1] http://www.kombeg.org.rs/aktivnosti/c_tehno/Detaljnije.aspx?veza=18945 приступљено: 29.08.2018.
- [2] Н.Зрнић, М. Ђорђевић: Дизајн и екологија – одрживи развој производа, Београд, Србија, 2012.
- [3] Л. Ивановић, С. Кузмановић, М. Вереш, М. Рацов, Б. Марковић: Индустријски дизајн, Крагујевац, Србија, 2015.
- [4] С. Симић: Технологије рециклаже отпада, Глас српски-Графика, Бањалука, Р. Српска, 2010.
- [5] <https://en.wikipedia.org/wiki/Steel> приступљено: 11.10.2018.
- [6] <https://en.wikipedia.org/wiki/Polymer> приступљено: 11.10.2018.
- [7] CES EduPack, Granta Design Limited, Cambridge, UK, 2006.
- [8] <http://www.ekologija.gov.rs/dozvole-obrasci/upravljanje-otpadom/> приступљено: 13.10.2018.
- [9] М. Трумић, С. Бајић: Recycling paper using deinking flotation process, XII Intrnational Symposium in the field of pulp, paper, packaging and graphics, Златибор, Србија, 2006.
- [10] <https://www.apeal.org/news/steel-packaging-recycling-in-europe-reaches-795/> приступљено: 14.10.2018.
- [11] https://en.wikipedia.org/wiki/Plastic_recycling приступљено: 14.10.2018.
- [12] Ј. Ходолич, М. Стевић, Ђ. Вукелић, А. Зајић: Рециклажа и прерада отпадних пнеуматика, Фестивал квалитета, Крагујевац, 2008.
- [13] С. Симић, М. Станојевић, Н. Карличић: Специфичности управљања отпадним стаклом, Београд, 2010
- [14] З. Марјановић, Р. Брзаковић, З. Пантелић Миленковић: Технологије рециклаже аутомобила, 2006.
- [15] <http://pilot.ecodesign.at/pilot/ONLINE/ASSIST/classes> приступљено: 19.10.2018.
- [16] М. Трумић, М. Трумић: Улога примене у рециклажи отпада и одрживом развоју Србије, Бор, 2007.
- [17] Стратегија управљања отпадом за период 2010-2019. Министарство животне средине, рударства и просторног планирања, Београд, 2010.