

Ekološko snovanje elektronskih naprav

ENOTA 7: Recikliranje elektronskih naprav

Recikliranje elektronskih naprav

- V zadnjih dveh desetletjih se je obseg potrošniške in poslovne elektronske opreme drastično povečeval. Hkrati so hitre spremembe v informacijskih in komunikacijskih tehnologijah, sočasna večja vsestranskost elektronskih naprav, skupaj z nižanjem cen, je pri večini elektronskih naprav drastično zmanjšano življenjsko dobo ter dolgoročno uporabnost.
- Direktiva EU opredeljuje e-odpadek, kot zastarelo opremo, ki za svoje pravilno delovanje potrebuje električni tok ali magnetno polje. Prav tako med e-odpadke spadajo merilni instrumenti za merjenje električnih veličin.
- Elektronski izdelek postane odpadek takrat, kadar njegova struktura in stanje ne more več zagotavljati predpisane namembnosti.
- WEEE-'Wast Electrical and Electronic Equipment'

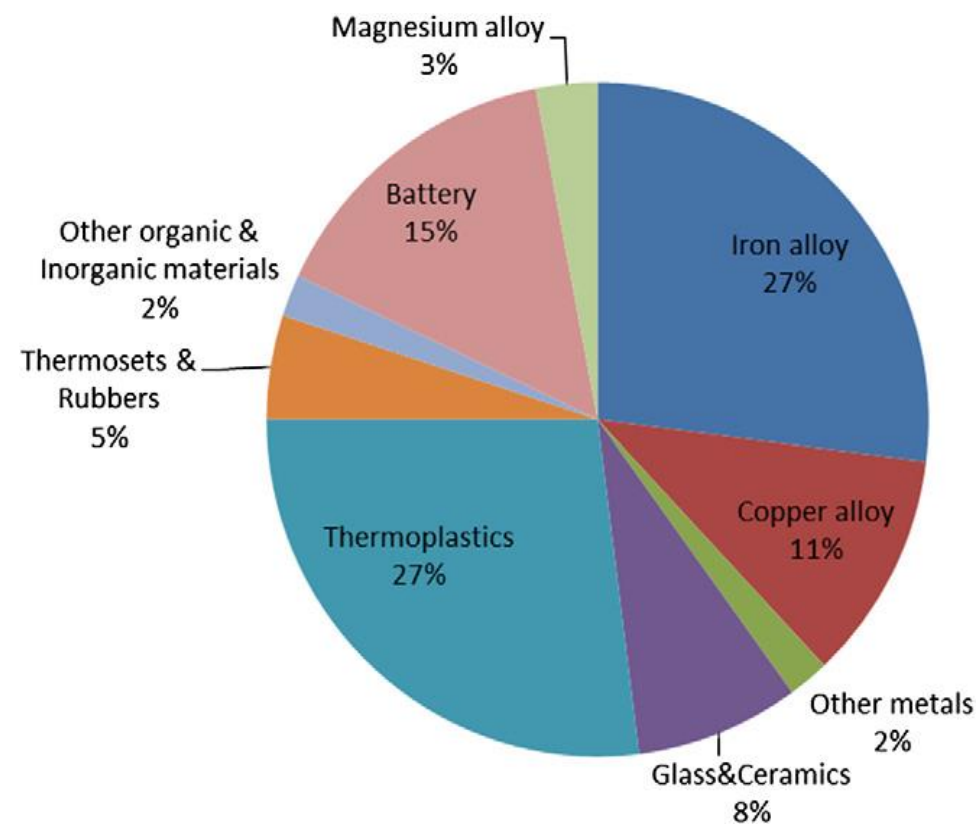
Recikliranje elektronskih naprav

- Razlogi, zakaj elektronski izdelek ni več uporaben so lahko številni. Najpogosteje elektronska naprava ni več funkcionalna zaradi poškodbe. Prav tako je možen vzrok, da je uporabljena tehnologija zastarela ali oblikovanje ni več v trendu.
- V okviru WEEE nekatere sestavine nekaterih elektronskih izdelkov vsebujejo nevarne snovi kot so; živo srebro in kadmija, ki so škodljivi za okolje, če niso ustrezno obdelane in odstranjene.
- Tako se je za obvladovanje velikih in stalno naraščajočih količin e-odpadkov, recikliranje in predelava materialov za ponovno uporabo postalo glavno vprašanje iz ekološkega in ekonomskega vidika.

Type of WEEE	Arising	Collected	% Recycled
Television set	8000	4000	50
Video/sound	72000	3200	4
Copmuters/IT	357000	94600	26
Household appliances	392000	345300	88

Recikliranje elektronskih naprav

- Sestava e-odpadkov se razlikuje od tipa do tipa izdelka, v enakem obsegu pa tudi razlike v sestavi materialov.
- To je ponazorjeno z vprašanjem recikliranja mobilnih telefonov, ki so danes v enormni uporabi. Mobilni telefon ima lahko plastične ali kovinske pokrivne dele.
- Prav tako ima lahko podobne notranje dele, ki so potrebni za njegovo funkcionalnost; zaslon, tiskana vezja in baterija. Primer vsebine materiala mobilnega telefona je prikazan na sliki.



Recikliranje elektronskih naprav

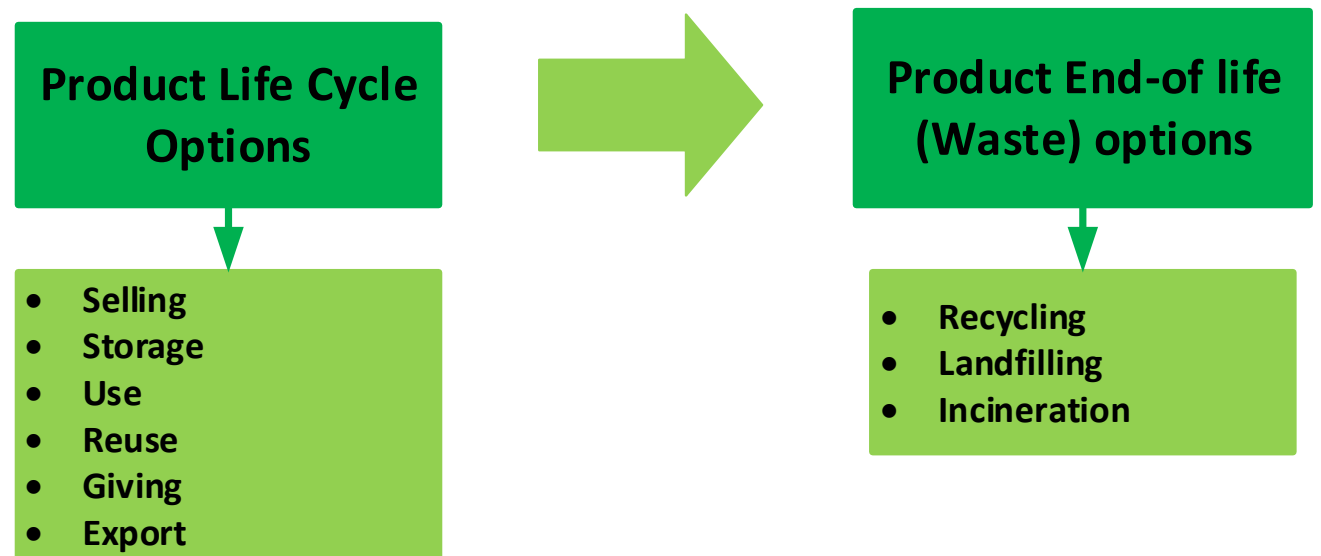
- Recikliranje WEEE je lahko dobičkonosno, če se materiali, ki jih vsebuje naprave v procesu recikliranja lahko povrnejo.
- E-odpadki vsebujejo sorazmerno visoke količine dragocenih materialov, kot so feriti, aluminij in baker. Te materiale je mogoče reciklirati in ponovno uporabiti v novih izdelkih.
- E-odpadki vsebujejo tudi plemenite kovine, ki imajo široko uporabo v elektronskih napravah. Prav tako vsebujejo tudi posebne materiale, kot so indij, galij in redka zemlje.
- Postopki recikliranja morajo biti tudi ekonomsko vzdržni, kar pomeni, da se ločevanje in predelava različnih materialov izvede le, če se lahko dobičkonosno prodajajo, kot sekundarni material za ponovno uporabo v novih izdelkih.

Recikliranje elektronskih naprav

- Nekaterne komponente elektronskih naprav vsebujejo nevarne snovi, ki so lahko škodljive za okolje, če so neustrezno obdelane in odstranjene. Študije kažejo, da živega srebra in kadmija na odlagališčih v ZDA in EU prihaja iz e-odpadkov.
- Nekontrolirana obdelava e-odpadkov, kot je na primer sežiganje na odprtem zraku, lahko povzroči tudi negativne vplive na okolico in ljudi, ki so posredno ali neposredno v bližini sežigališča ali del tega okolja.
- Da bi upočasnili naraščajočo stopnjo nastajanja e-odpadkov, je postalo glavno načelo upravljanja z e-odpadki naslednje.
 - ❖ **Zmanjšati število naprav:** Manj izdelkov na trgu in obstoječe vzdrževati.
 - ❖ **Ponovna uporaba naprav:** Z donacijo ali prodajo damo napravo v ponovno rabo.
 - ❖ **Recikliranje:** Izdelke, ki niso več funkcionalni in uporabni.

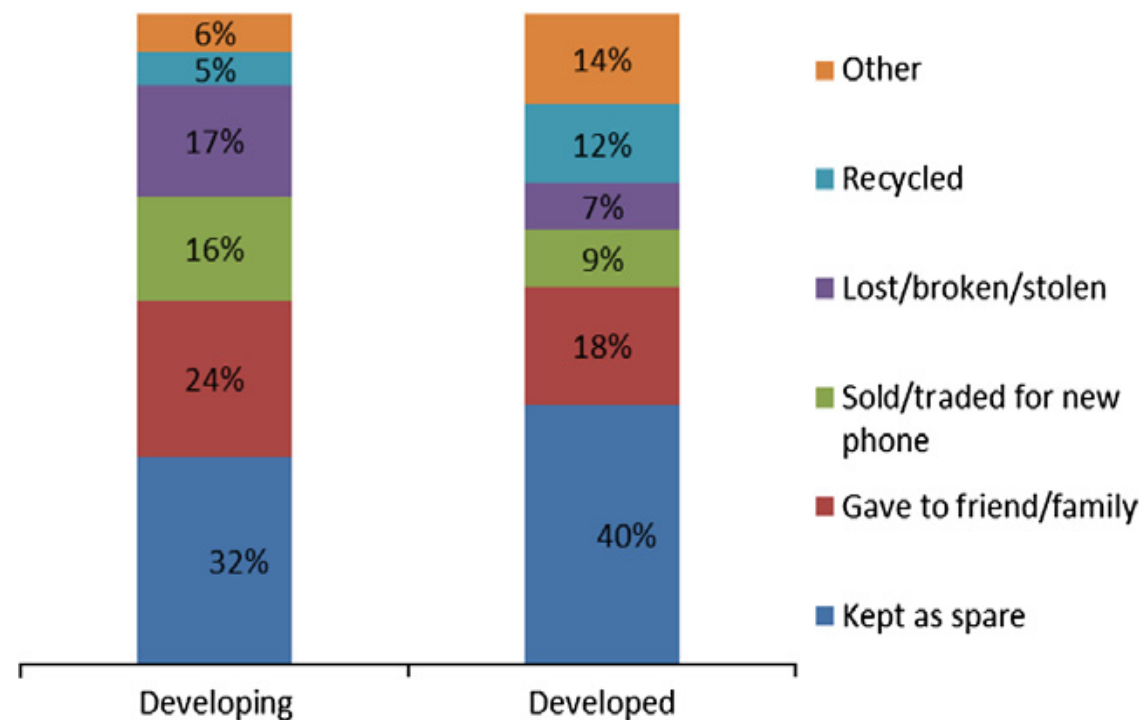
Recikliranje elektronskih naprav

- Slika prikazuje različne možnosti življenjskega cikla tipične elektronske opreme, ko so dosegli konec svojega življenjskega cikla. Na primer recikliranje na koncu življenjske dobe je lahko izvedeno pravilno ali nepravilno. Tekom življenjske dobe izdelka le ta lahko ima več uporabnikov. Izdelek je v življenjskem ciklu lahko šel skozi fazo nadgradnje ali popravila. Izdelek je lahko prodan direktno uporabnik k uporabniku ali preko različnih posrednikov. Z današnjo hitro rastočo tehnologijo, elektronski izdelki hitro izgubljajo svojo vrednost.



Recikliranje elektronskih naprav

- Na sliki so prikazani zadnje študije, kje ostanejo elektronske naprave, ko jih ljudje zavržejo.
- Študija obskega manjše elektronske naprave, kot so telefoni, tablični računalniki predvajalniki glasbe itd..
- V razvitih državah skoraj 40% zavrženih naprav ostane doma in le 12% gre v proces reciklaže. Razmerje med recikliranimi in ohranjenimi napravi doma je pokazatelj splošnega zavedanja potrošnikov o recikliranju in pomeni le tega.



Politika upravljanja z elektronskimi odpadki

- Splošni cilj pri načrtovanju nacionalne politike ravnanja z e-odpadki je oblikovanje trajnostne družbe za recikliranje. To vključuje vzpostavitev zanesljivih modelov in infrastrukture za zbiranje in recikliranje ter prizadevanja za ozaveščanje in spreminjanje vedenja potrošnikov. Vse nove prakse bodo potrebovale čas za razvoj.
- Pomembni koraki v smeri trajnostnega razvoja ter skrbi za okolje in zdravje ljudi, so bili narejeni z omejitvijo uporabe nevarnih snovi v elektronskih napravah. Omejitev nevarnih snovi je predpisana z direktivo 2002/95/EC ter RoHS.
- Prav tako so bile sprejete direktiv, ki so se posebej dotikale postopkov recikliranja 2002/96/EC.

Politika upravljanja z elektronskimi odpadki

- Shema zbiranja e-odpadkov je bila prvič vzpostavljena v Evropi. Shema temelji na načelu, da uporabniki kadar želi brez dodatnega plačila odda napravo v postopek recikliranja. Cilje sheme je bil povečati ozaveščenost uporabnikov ter promovirati višanje reciklirnih kapacitet.
- Direktiva RoHS zahteva, da se v elektronskih izdelkih težke kovine, kot so; svinec, živo srebro, kadmij, heksavalentni krom ter zaviralci gorenja, kot so polibromirani bifenili ali polibromirani difenil eter nadomestijo z manj nevarnimi surovinami.
- Da bi dosegli višjo učinkovitost in s tem povezane prihranke pri stroških, so bile ustanovljene organizacije PROs ('Producer responsibility organization'), ki so posebej upravljale in spoštovale naložene odgovornosti glede ravnanja z odsluženimi napravami v imenu večih proizvajalcev elektronske opreme.



Politika upravljanja z elektronskimi odpadki

- Za učinkovitejšo rešitev problema ravnanja z e-odpadki so v zadnjem desetletju številne države sprejele predpise o razširjeni odgovornosti proizvajalcev EPR ('Extended producer responsibility').
- EPR zahteva, da proizvajalci električne in elektronske opreme vzamejo nazaj in reciklirajo svoje izdelke, ko so ti dosegli konec svojega življenjskega cikla.
- EPR sloni na domnevi, da bo odgovornost proizvajalca k reciklaži lastnih produktov, prisilila in vzpodbudila proizvajalce, da bodo ti nove naprave snovali na način, da bodo čim nižji stroški recikliranja ter odstranjevanja.
- Pomemben vidik EPR-ja je tudi, da bo stopnja povrnjenih surovin čim višja, kar bi posledično znižalo okoljski vpliv ter pocenilo proizvodnjo elektronskih naprav.



Politika upravljanja z elektronskimi odpadki

- Trenutno se v Evropski uniji uporabljajo različni modeli kvot za financiranje določenih stroškov v verigi recikliranja. Modeli kvot se med seboj ločijo glede na to, kaj se bo financiralo in kako oceniti stroške za različne kategorije izdelkov ter njihovo zbiranje.
- Stroški ocenitve različnih kategorij izdelkov ter zbiranje temelji na proizvajalcih, ki so v isti shemi ter proizvajajo različne elektronske naprave.
- Običajno je vzpostavitev sistemov zbiranja e-odpadkov najučinkovitejša, če je organizirana na kolektivni način, kar pomeni, da si mnogi proizvajalci skupaj delijo isti sistem zbiranja in s tem povezane stroške. To je v Evropi doseženo z vzpostavitvijo PRO-jev.

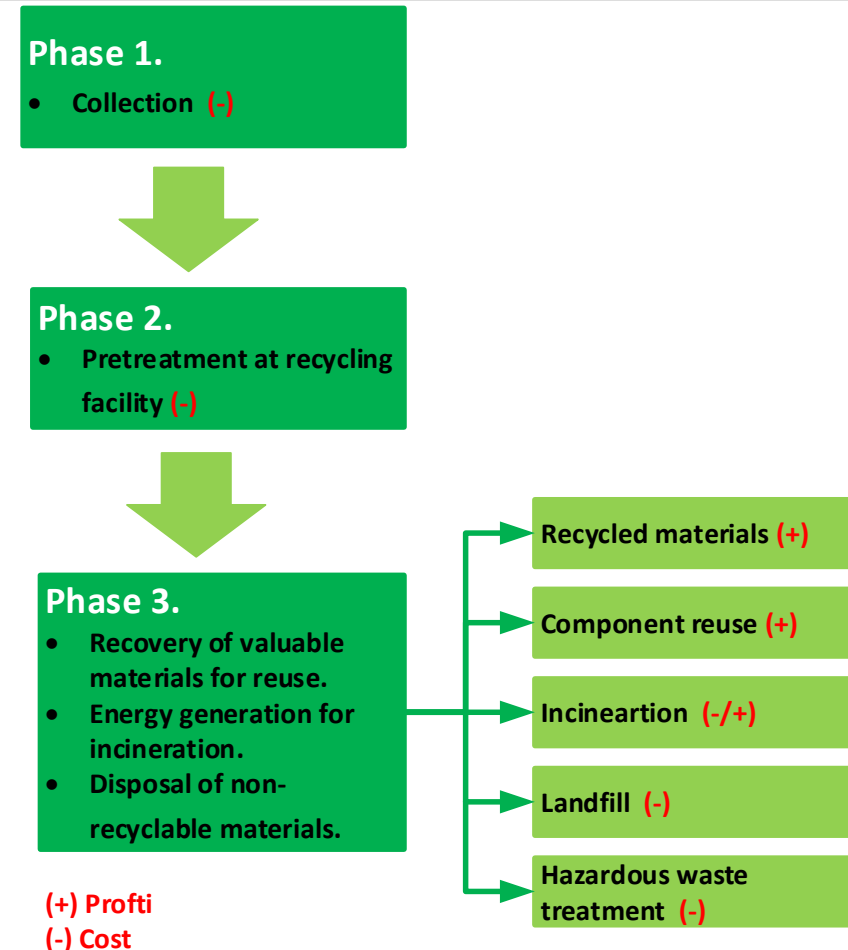
Recikliranje elektronskih komponent

- Konec življenjskega cikla izdelka lahko razdelimo na več podprocesov, katerih namen je povrnitev uporabljenih materialov in energije. Optimizacija celotne verige reciklrnih procesov je ključna za doseganje najboljšega rezultata recikliranja, tako za okolje, kot tudi za gospodarstvo.
- Učinkovitost recikliranja e-odpadkov ni samo odvisna od tehničnih zmogljivostih, ampak tudi od drugih dejavnikov.
- Obstajajo izzivi, ki so povezani s politiko, zakonodajo, ekonomijo ter z družbo in kulturo.
- Ena od glavnih ovir pri recikliranju je še vedno pomanjkanje ozaveščenosti potrošnikov o možnosti recikliranja elektronskih odpadkov in njenem ugodnem vplivu na okolje ter ustvarjanju družbe, ki je usmerjena v trajnostni razvoj.



Recikliranje elektronskih komponent

- Na koncu življenjskega cikla izdelka lahko proces recikliranja razdelimo v tri različne faze, ki potrebujejo različne metode vodenja in različni tehnični pristop.
 - ❖ **Prvi korak:** Prvi korak je zbiranje in konsolidacija odpadkov, tako imenovani 'vzemi nazaj'. To je predvsem logistični izziv in zahteva visoko raven ozaveščenosti in pripravljenosti potrošnika za vračanje zastarelih elektronskih naprav za recikliranje.
 - ❖ **Drugi korak:** V drugem koraku pred obdelavo elektronskih odpadkov, odpadke prevzamejo specializirana podjetja za recikliranje. Ta izvedejo sortiranje naprave, glede na tip naprave in materiale .
 - ❖ **Tertji korak:** Postopki recikliranja.



Zbiran mesta in infrastruktura

- Zbiranje in prevoz elektronskih odpadkov predstavlja glavni strošek celotnega procesa recikliranja. Stroški zbiranja se lahko enormno dvignejo, če se v strošek zbiranja vključijo tudi stroški za osveščanje uporabnikov preko različnih javnih medijev.
- Optimizacija procesa zbiranja, skupaj z vzpostavitvijo stroškovno učinkovitih načinov za komunikacijo in osveščanje uporabnikov o obstoječih programih za recikliranja, so zato ključnega pomena za učinkovito recikliranje WEEE.
- Mnoge zbirateljske sheme, ki potrošniku omogočajo, da kadar koli vrnejo svojo zastarelo elektronsko opremo, povzročijo kopičenje elektronskih odpadkov, kar zahteva veliko dragega dodatnega razvrščanja.

Zbiran mesta in infrastruktura

- Uvedba programa recikliranja in izgradnja potrebne infrastrukture sta prva koraka v vzpostavitvi zbiralnega omrežja za e-odpadke.
- V državah Evropske unije so proizvajalci oblikovali PRO-se ('Producer responsibility organisations'), ki so v imenu proizvajalcev vzpostavili stalno zbirno infrastrukturo za e-odpadke. Tako so izpolnili zahteve, ki jih določa Evropska direktiva WEEE.
- Vidna zbirna mesta, ki hkrati zelo učinkovito sporočajo uporabniku sporočilo o možnosti recikliranja naprave, so lociran pri raznih kioskih in drugih zbirnih mestih.



Zbiran mesta in infrastruktura

- Za potrošnika je eden od najlažjih načinov za vrnitev majhne zastarele elektronske naprave za recikliranje uporaba poštnih storitev.
- S predplačniškim okencem za poštni nabiralnik, lahko napravo spustite v najbližji nabiralnik in ga pošljete na ustrezno recikliranje.
- Predplačniške poštno pošiljke in naslove je mogoče prenesti in natisniti z interneta, medtem, ko so ovojnice lahko po naročilu poslane neposredno potrošnikom, razdeljenim v maloprodajnih trgovinah ali v prodajnem paketu novega izdelka. Ovojnice zagotavljajo enostaven postopek vračanja, vendar so dragi glede povratne logistike.



Proces recikliranja elektronskih odpadkov

- Recikliranje množice različnih kovin, na primer črne zlitine, aluminija ima dolgo zgodovino v metalno predelovalni industriji. Tehnologija recikliranja je dobro razvita in je zelo učinkovita. Nasprotno pa ima tehnologija recikliranja elektronskih odpadkov in s tem predelavo kovin, kot vir sekundarnih surovin.
- Postopki ima precej kratko zgodovini in imajo precej manj uveljavljenih tehnologij. Elektronski izdelki imajo zapleteno zgradbo in vsebujejo različne materiale. Različni materiali so med seboj integrirani drug v drugega. Ponavadi so prisotni v majhnih količinah in so pogosto vgrajeni v tanke plasti.
- Razločevanje materialov na različne skupine precej otežuje postopek recikliranja. Prav tako obstaja množica različnih električnih naprav, ki imajo različno strukturo in različne komponente.
- Večina podjetij za recikliranje veliko pozornosti namenijo procesu pred predelavo. To pomeni, da e-odpadke sortirajo na ločene materiale, ki jih pripravijo za končno predelavo. Predelane materiale vrnejo na tržiške, nekatere sežgejo ostale odstranijo na deponijah.



Proces recikliranja elektronskih odpadkov

- Tako se postopki recikliranja razlikujejo od naprave do naprave. Tako lahko navedemo nekaj poglobitnih korakov procesa recikliranja elektronskih naprav:
 - ❖ Sortiranje po komponentah.
 - ❖ Razgraditev in demontaža. Odstranitev nevarnih elementov in baterij.
 - ❖ Priprava materiala za nadaljnjo predelavo. Metalurški ali mehanski procesi.
 - ❖ Recikliranje. Povrnitev materialov v ponovno uporabo.
 - ❖ Sežig. Uporaba energije.
 - ❖ Odstranitev materialov, ki jih ni moč reciklirati.

Proces recikliranja elektronskih odpadkov

- V fazi pred obdelave se uporabljajo različni tehnološki postopki za ločevanje materialov v izdelku. Tako se lahko različne frakcije materialov usmerijo v ustrezne postopke recikliranja. Postopek ločevanja je prikazan na sliki.
- Demontaža kompleksne elektronske opreme se izvaja samo, če naprava vsebuje dragocene dele. Teh delov po navadi ne smemo razredčiti z manj dragocenimi.
- Pri ločevanju poznamo tri tehnološke pristope ločevanja, ki temeljijo na uporabi magnetnega polja za magnetne kovine, vrtilnih tokov za nemagnetne in prevodne kovine in princip ločevanja gostote za nekovine.

