



RECIKLAŽA ELEKTRONSKOG OTPADA (Eko Proekt)



www.electrolux.org.mk



UVOD	3
1. POVRATNA LOGISTIKA	4
2. OTPAD	5
2.1. Klasifikacija otpada	5
2.2. Principi upravljanja otpadom	6
3. RECIKLAŽA	7
3.1. Šta se sve može reciklirati?	9
3.1.1. Limenke	9
3.1.2. Čelik	10
3.1.3. Aluminijum	10
3.1.4. Drvo	11
3.1.5. Staklo	11
3.1.6. Plastika	12
3.1.7. Otpadne gume	13
3.1.8. Papir i karton	14
4. ELEKTRONSKI OTPAD	15
4.1. Opasne supstance u elektronskom otpadu	15
4.2. Kako se stvara elektronski otpad?	16
4.3. Koliko ima elektronskog otpada?	17
4.4. Gde završava elektronski otpad?	17
4.5. Izvoz- najlakše rešenje	18
4.5.1. Bazelska konvencija i Direktive Evropske unije	18
4.6. Gradovi - deponije	19
5. RECIKLAŽA ELEKTRONSKOG OTPADA	22
5.1. Postupak reciklaže elektronskog otpada	22
5.2. "Zeleni" - svesni proizvođači	24
5.2.1. "Siemens"	25
5.2.2. "Hewlett Packard" - HP	28
5.3. Reciklaža elektronskog otpada u Srbiji	30
6. METODE ZA UTVRĐIVANJE KOLIČINE ELEKTRONSKOG OTPADA	31
6.1. Vremenska postupna metoda	31
6.2. Metoda ponude tržišta	32
6.3. Carnegi-Mellon metoda	33
6.4. Aproksimativna metoda I	34
6.5. Aproksimativna metoda II	34
7. KOLIČINA ELEKTRONSKOG OTPADA U SRBIJI	36
7.1. Vremenska postupna metoda	36
7.2. Metoda ponude tržišta	37
7.3. Carnegi-Mellon metoda	37
7.4. Aproksimativna metoda I	38
7.5. Aproksimativna metoda II	38
ZAKLJUČAK	40
LITERATURA	42



UVOD

Do ekspanzije razvoja logistike došlo je uporedo sa ispoljavanjem trenda globalizacije i decentralizacije proizvodnje, čije funkcionisanje značajno zavisi od kvaliteta logističkih aktivnosti, sa jedne strane, a sa druge, takav razvoj je, između ostalog omogućen revolucionarnim razvojem komunikacionih i informacionih tehnologija. Naime, do intenzivnijeg razvoja logistike u preduzećima došlo je u drugoj polovini 20.veka, da bi danas logistika bila prisutna u svim oblastima društva.

Takođe, protekli period karakteriše porast ekološke svesti, jer su se problemi zaštite životne sredine značajno popeli na listi prioriternih problema. Svest o uništavanju i teškom oporavljanju životne sredine dovela je do novih rešenja u očuvanju okoline. Jedno od tih rešenja je i povratna logistika. Prvi deo rada govori o ovoj oblasti logistike koja zahteva multidisciplinarni pristup rešavanju problema, koji obuhvata znanja iz saobraćaja, logistike, ekologije, ekonomije, tehnologije i srodnih nauka.

Povratna logistika je opšti pojam. U najširem smislu, povratna logistika se odnosi na sve operacije vezane za ponovnu upotrebu proizvoda i materijala. Da bi tokovi otpadnih materijala bili što jasnije definisani izvršena je klasifikacija otpada. Druga tačka ovog rada upravo govori o klasifikaciji otpada, principima upravljanja otpadom, sa posebnim isticanjem principa hijerarhije u upravljanju otpadom.

U trećoj tački rada objašnjen je pojam reciklaže, koja predstavlja jednu od opcija upravljanja otpadom. Istaknute su njene pozitivne osobine, kao i svrha eko označavanja. Takođe, navedeni su materijali koji se mogu reciklirati i obrazložene navedene prednosti reciklaže za svaki materijal ponaosob.

Kako se tema ovog rada tiče elektronskog otpada, potrebno je da se pre ulaska u razmatranje ovog problema kaže nešto i o opasnim materijama koje vrebaju iz računara i uopšte elektronske opreme. Zbog štetnih supstanci, između ostalog ova vrsta otpada se smatra opasnim, pa se jedan odbačeni računar slobodno može nazvati i hemijskom bombom! Dalje su razmatrana pitanja nastanka otpada, ko su njegovi najveći proizvođači, gde on završava i zašto najrazvijenije zemlje izvoze ovaj popularno nazvan e-otpad. Sve ove teme obrađene su u četvrtoj tački.

Peta tačka bavi se opisom tehnologije reciklaže i govori o svesnim proizvođačima elektronske opreme koji brinu o svojim proizvodima i nakon završetka njihovog radnog veka. Takvi proizvođači su „Siemens“ i „Hewlett Packard“. U ovom poglavlju ima reči i o fabrikama koje predstavljaju pionire u procesu reciklaže elektronske opreme u Srbiji.

U šestoj tački rada predstavljene su i detaljno objašnjene metode za utvrđivanje količine elektronskog otpada, predložene od strane Evropske agencije za zaštitu životne sredine, što je ujedno i tema ovog rada.

Prezentovane i proučene metode najbolje je primeniti praktično. Zbog toga se sedma tačka rada bavi proračunom količine elektronskog otpada u Srbiji. Iako ne postoji kvalitetna baza podataka potrebnih za ovaj proračun, ipak se došlo do rezultata da će u Srbiji na kraju 2008. godine oko milion računara biti zastarelo.

U poslednjem delu rada dati su kratak pregled i zaključna razmatranja svega onoga o čemu je bilo reči u radu.



1. POVRATNA LOGISTIKA

Problem današnjice, pored sve veće zagađenosti vazduha, vode i zemljišta, je i ogroman porast količine otpadnog materijala. Sa sve većim brojem stanovnika, porastom industrijske proizvodnje i potrošnje, stvara se sve veća količina otpada, koji dovodi do sve veće zagađenosti životne sredine. Heterogeni sastav otpadnog materijala utiče na to da su načini prerade i ponovne upotrebe raznovrsniji i složeniji. Upravo ovim pitanjem-ponovne upotrebe proizvoda (gde se nešto od utrošenog može vratiti) bavi se povratna logistika.

Evropska Radna Grupa za Povratnu Logistiku, RevLog (1998), uzima sledeću definiciju Dekker et al., (2003):

„Proces planiranja, implementiranja i kontrole toka sirovina, procesnih zaliha, finalnih proizvoda, od proizvodne, distribucione ili tačke korišćenja do tačke obnavljanja ili pravilnog deponovanja.”

Povratna logistika je nauka koja „misli” i na budući naraštaj, pa se ona može posmatrati i kao deo stalnog razvoja. Tako je, u izveštaju Evropskoj Uniji Brunland definiše kao:

„Ispuniti potrebe sadašnjosti bez sputavanja budućih generacija u ispunjavanju svojih potreba.”

Povratna logistika se odnosi na sve logističke aktivnosti vezane za sakupljanje, rastavljanje i obradu korišćenih proizvoda, delova proizvoda i/ili materijala u cilju osiguravanja održive (ekološki prihvatljive) obnove.

Povratna logistika se bavi sledećim pitanjima:

- 1) Koje su alternative za oporavak proizvoda, delova proizvoda i materijala?
- 2) Ko bi trebalo da izvršava spektar operacija vezanih za obnavljanje?
- 3) Kako bi ove operacije trebalo izvršavati?
- 4) Da li je moguće da se aktivnosti tipične za povratnu logistiku integrišu u produkcione i distributivne sisteme?
- 5) Koji su troškovi, a koje su koristi povratne logistike, gledano kako iz ekonomskog, tako i iz ekološkog ugla?

Osnovni razlozi zbog kojih se povratnoj logistici posvećuje sve veća pažnja su:

1. Zakoni vezani za životnu sredinu koji primoravaju firme da primaju nazad svoje proizvode i da se staraju o daljem postupanju sa njima
2. Ekonomska korist od korišćenja vraćenih proizvoda u proizvodnom procesu umesto izmirivanja velikih troškova deponovanja
3. Rastuća svest korisnika o životnoj sredini

2. OTPAD

Svaki proizvod na tržištu ima svoju vrednost i upotrebnu vrednost. Vrednost proizvoda je, ustvari, njegova cena na tržištu, a upotrebna vrednost robe ogleda se u njenoj mogućnosti da zadovolji neku ljudsku potrebu. Nakon toga, iskorišćena roba se baca i tako se započinje proces stvaranja otpada. Koliko je otpad štetan pokazuje i vreme potrebno za razgradnju pojedinih vrsta otpada:

- o Organski otpad - 3 do 12 meseci
- o Aluminijske limenke- 10 do 100 godina



- o Plastične kese- 100 do 1000 godina
- o Staklene boce- 4000 godina
- o Stiropor- nikada!!!

2.1. Klasifikacija otpada

Generalno, otpad možemo posmatrati kao:

- Kontrolisani koji obuhvata kućni, komercijalni, medicinski i industrijski otpad
- Nekontrolisani u koji se ubraja poljoprivredni otpad i otpad iz rudarstva i kamenoloma

Tradicionalno, proizvođači se nisu osećali odgovornim za svoje proizvode nakon njihove upotrebe. Danas, korisnici i vlasti očekuju od proizvođača da smanje otpad koji prave njihovi proizvodi. Zbog toga se sve više obraća pažnja na upravljanje otpadom.

U skladu sa politikom upravljanja otpadom Evropske unije, posebno se izdvajaju sledeći tokovi otpada:

- 1) Kućni, komercijalni i neopasni industrijski otpad
- 2) Otpad od ambalaže
- 3) Korišćeni akumulatori i baterije
- 4) Neupotrebljiva vozila
- 5) Stare gume
- 6) Otpadna ulja
- 7) PCB otpad-ulja iz trafostanica
- 8) Opasni otpad
- 9) Elektronska oprema
- 10) Mulj iz postrojenja za tretman otpadnih voda

2.2. Principi upravljanja otpadom

Principi upravljanja otpadom definisani u „Nacionalnoj strategiji za upravljanje otpadom“ su sledeći:

- > Princip održivog razvoja
- > Princip blizine i regionalni pristup upravljanju otpadom
- > Princip predostrožnosti
- > Princip „zagađivač plaća“
- > Princip hijerarhije u upravljanju otpadom
- > Princip primene najpraktičnijih opcija za životnu sredinu
- > Princip odgovornosti proizvođača

Hijerarhija upravljanja otpadom predstavlja redosled prioriteta u praksi upravljanja otpadom:

- Prevenција stvaranja otpada i redukcija - minimizacija korišćenja resursa i smanjenje količine i/ili opasnih karakteristika generisanog otpada
- Ponovna upotreba - ponovno korišćenje proizvoda za istu ili drugu namenu
- Reciklaža - ponovni tretman otpada radi korišćenja sirovine u proizvodnji istog ili različitog proizvoda
- Iskorišćenje vrednosti otpada - kroz kompostiranje, proizvodnju/povrat energije i druge tehnologije



- Odlaganje otpada - ukoliko ne postoji drugo odgovarajuće rešenje, odlaganje otpada deponovanjem ili spaljivanjem bez iskorišćenja energije.

Ovi prioriteti predstavljaju opcije upravljanja otpadom.

3. RECIKLAŽA

Pod reciklažom se podrazumeva ponovni tretman otpada radi korišćenja kao sirovine u proizvodnji istog ili različitog proizvoda. Ona uključuje sakupljanje, izdvajanje, preradu, pri čemu je vrlo važno najpre izdvojiti otpad prema vrstama.

Reciklaža nije samo sredstvo očuvanja životne sredine, već i značajna grana i delatnost koja može bitno generisati trajne ekonomske koristi, jer čak 70% otpada ima upotrebnu vrednost, što znači da se može reciklirati. Razvijene zemlje reciklažom ostvaruju promet od čak 160 miliona dolara godišnje, i pri tome zapošljavaju 1,5 miliona ljudi širom planete. Pored ovih, važno je pomenuti i sledeće pozitivne osobine reciklaže:

- S Dovodi do manjeg korišćenja sirovina, čime se štite neobnovljivi ili teško obnovljivi prirodni resursi od nekontrolisane potrošnje
- S Smanjuje uticaj otpada na zagađenje
- S Čini životnu sredinu lepšom i čistijom
- S Štedi prostor u prirodi koji bi bio uništen za deponije otpada
- S Štedi novac
- S Smanjuje količinu energije koja bi se potrošila pri proizvodnji novog proizvoda

Kako su danas reciklirani proizvodi sve više prisutni, a isto tako i materijali koji su pogodni za reciklažu, javila se potreba za identifikacijom, odnosno obeležavanjem takvih proizvoda.

Potrošači i dobavljači, posebno u industrijskim zemljama, sada donose odluke o kupovini proizvoda zasnovane ne samo na ključnim faktorima kvaliteta, cene i raspoloživosti, već i na ekološkim aspektima. To uključuje ekološke uticaje koji se mogu dogoditi pre, za vreme i nakon proizvodnje nekog proizvoda tj. tokom celokupnog životnog veka proizvoda. Ekološki sertifikat ili „eko-označavanje“, kako se uglavnom naziva, je pronalaženje načina za smanjenje uništavanja okoline koje nastaje na svim područjima ljudske aktivnosti. Te aktivnosti uključuju proizvodnju, marketing, potrošnju, korišćenje i odlaganje proizvoda.

Šeme za „eko-označavanje“ razvijene su u mnogim delovima sveta kako bi služile kao vodič ekološki svesnim građanima u izboru proizvoda. Iako su šeme još uvek dobrovoljne, omogućavaju jake marketinške uticaje: proizvodi sa eko-etiketom imaju neospornu prednost na tržištu. Preferiranjem takvih proizvoda na tržištu podstiču se i ostali proizvođači na redizajniranje svojih proizvoda, ambalaže i procesa, kako bi ekološki bili što prihvatljiviji i tako konkurisali za eko-etikete.

Na slici 1. je prikazan originalni simbol za reciklažu koji je 1970.godine dizajnirao Gary Anderson, sa univerziteta u Los Angelesu. Simbol inače predstavlja Mobiusovu petlju koja sadrži tri strelice u obliku trougla sa zaobljenim uglovima. Svaka strelica je povratno presavijena i sve tri se nadovezuju jedna na drugu, što uslovno predstavlja ciklus reciklaže.



Slika 1. Simbol za reciklažu

Smanjiti, ponovo upotrebiti, reciklirati je rešenje koje se zasniva na kompletnom upravljanju otpadom. Tri zelene strelice su simbol za reciklažu, a značenje svake od njih pojedinačno povezano je sa „3R“ sloganom:

- > **Reduce**- nastojanje da se izbegne nastanak otpada odnosno da se njegove količine smanje
- > **Reuse**- da se otpad ponovo iskoristi
- > **Recycling**- da se otpad reciklira i obradi, dajući nove upotrebne proizvode, I tek na kraju ono što je neupotrebljivo će se odložiti na način koji neće biti štetan po okolinu i zdravlje ljudi.

Kako se ovaj rad odnosi na elektronski otpad, simbol koji se obavezno sreće na električnim i elektronskim proizvodima prikazan je na slici 2.

Slika 2. Simbol za zabranu bacanja proizvoda u kante za otpatke

Simbol precrtane kante za otpatke na električnim i elektronskim uređajima znači da se ovaj proizvod na kraju svog životnog veka mora odneti na posebno mesto za prikupljanje ovakve vrste otpada.

3.1. Šta se sve može reciklirati?

3.1.1. Limenke

Upotrebene limenke za piće od aluminijuma i čelika mogu da se recikliraju u potpunosti, neograničeni broj puta, bez gubitka u kvalitetu limenke.

Životni ciklus limenke

Ambalaže

Slika 3. Životni ciklus limenke



Reciklirana limenka za piće vraća se na police prodavnica kao nova limenka za samo 60 dana. Reciklaža, kako aluminijumskih, tako i čeličnih limenki je višestruko korisna za zaštitnu životne sredine.

U poređenju sa proizvodnjom od primarnog aluminijuma iz boksita, putem reciklaže moguće je da se uštedi 95% potrebne energije, da se smanji ispuštanje CO₂ (gas efekta staklene bašte) za 95% i da se uštedi 97% vode. Reciklaža aluminijumskih limenki za piće, takođe, značajno smanjuje potrebu za osnovnom sirovinom, boksitom. Svaka tona reciklirane čelične ambalaže umanjuje količinu čvrstog otpada za 1,28 tona, i uštedi 40% vode i 85% energije koji su potrebni za proizvodnju nove čelične ambalaže. Reciklaža čeličnih limenki umanjuje i izduvne gasove za 86% i zagađenje voda za 76%.

3.1.2. Čelik

Dva često korišćena prirodna resursa, ruda gvožđa i ugalj, se koriste za proizvodnju čelika.

Čelik je najviše recikliran materijal za proizvodnju ambalaže u Evropi i svetu.

Mešanjem strugotine i izvornog čelika može se redukovati potrošena energija za više od 50%. Čelična industrija beleži dugu istoriju recikliranja iako se recikliranje čeličnih limenki tek nedavno razvilo. Recikliranje limenki takođe nije tako poželjno kao recikliranje čeličnih strugotina iz drugih izvora jer je materijal korišćenih limenki često zagađen limenim ili hromiranim slojem. Magnetska svojstva čelika olakšavaju njegovo odvajanje od ostatka otpada, posebno od aluminijumskih limenki iz industrije pića. Recikliranje čeličnih limenki sada rapidno raste jer je unapređena infrastruktura za njihovo sakupljanje. Glavni nedostatak čelika je, kao i kod stakla, njegova težina. Recikliranje čeličnih limenki nije finansijski isplativo kao, na primer, recikliranje aluminijuma.

3.1.3. Aluminijum

Posle čelika, aluminijum je najkorišćeniji metal širom sveta i trenutno jedna trećina ovog materijala potiče iz reciklaže.

Godine 1972. reciklirano je 24 hiljada tona upotrebljenih limenki za piće. Do 2005. količina je porasla na preko 879 hiljada tona - skoro 37 puta više.

Težina aluminijumskih limenki je smanjena za 65% u poslednjih 30 godina, što je dovelo do manje potrošnje goriva i smanjilo izduvne gasove usled transporta.

Proizvodnja novih limenki za piće od recikliranog aluminijuma zahteva samo 5% energije i ispušta se samo 5% CO₂ gasova u poređenju sa proizvodnjom iz primarnog aluminijuma. Boksit uopšte nije potreban.

Proizvodnja aluminijuma iz njegove rude (boksita) je energetska vrlo zahtevna. Kako bilo, zbog svoje visoke vrednosti, aluminijum je vrlo pogodan za recikliranje. Reciklaža aluminijuma omogućuje znatnu uštedu energije koja je potrebna za njegovu proizvodnju, pa je moguća ušteda i do 95%. Za razliku od papira i plastike, aluminijumske limenke, zajedno s drugim metalima i staklom, mogu biti reciklirane bez gubitaka svojstava; reciklirani aluminijum ne može se razlikovati od izvornoga. Limenke iz industrije pića su stoga najčešće reciklirana ambalaža u SAD.

Činjenica da recikliranje ne menja svojstva aluminijuma upućuje na to da nova aluminijumska ambalaža može biti načinjena od 100% recikliranog materijala. To omogućuje stvaranje praktički zatvorenog lanca u kojem se korišćena ambalaža neprestano reciklira u



novu. Aluminijum je jedan od retkih ambalažnih materijala koji ima tu mogućnost. Stoga nije čudno što aluminijumska ambalaža, barem u Americi, ima najrazvijeniju infrastrukturu. Recikliranje aluminijuma je "samofinansirajuće" i stoga ne zahteva vladine ili neke druge subvencije.

3.1.4. Drvo

Drvo je obnovljiva sirovina, a proizvodnja drvene ambalaže zahteva manje energije nego ostali materijali. Drvena ambalaža može se više puta koristiti, iako se njene osobine mogu vremenom pogoršati. Na kraju životnog ciklusa može biti spaljena. S ekološkog gledišta, drvo je stoga relativno prihvatljiv materijal. Zbog zapremine i težine, otežano je sakupljanje drvene ambalaže; zbog ovih razloga smanjeno je njeno korišćenje, a primenjuju se alternativna rešenja, najčešće karton.

3.1.5. Staklo

Staklo se zasniva na sirovini koje u prirodnim izvorima ima u izobilju. Njegova proizvodnja ipak zahteva znatno ulaganje energije koja je i najbitniji faktor u proceni ekološke prihvatljivosti proizvodnje staklene ambalaže. Drugi nedostatak stakla je njegova težina koja povećava negativan uticaj na okolinu, a tu su još i transport i korišćenje. Industrija se intenzivno bavila tim problemima i kao rezultat je postignuto smanjenje težine staklenki za 31% tokom jedne decenije. Prosečna težina boce od pola litre bila je smanjena s 255g na 177g. Smanjenje težine, osim uticaja na okolinu, takođe omogućava proporcionalnu redukciju energije u proizvodnji staklene ambalaže.

Svojim svojstvima staklo postaje idealno za ponovnu upotrebu. Stoga ono i dalje ostaje dominantni ambalažni materijal u industriji pića. Ipak, s vremenom bi reciklabilna ambalaža poput PET boca i aluminijumskih i čeličnih limenki, mogla postupno zameniti staklene boce. Sakupljanje i recikliranje korišćene staklene ambalaže zahteva vreme duže nego kod bilo koje druge vrste ambalaže. Staklena industrija time je osigurala dobar ekološki imidž iz potrošačke perspektive. Ukoliko se sakupljanje staklene ambalaže ispravno organizuje, moguća je reciklaža u zatvorenom lancu. Glavna briga vezana za staklo je sakupljanje i sortiranje staklene ambalaže za reciklažu i rizik od zaraze. Sakupljanje otpadnog stakla je skupo i u ekološkom i u novčanom sistemu, posebno u ruralnim područjima i onima s malom gustinom stanovnika gde je efikasnost sakupljanja niska. Sa gledišta ekonomičnosti recikliranja, trenutno postoji više otpadnog stakla nego što se može iskoristiti za ponovnu proizvodnju. Iz tog je razloga ono postalo sirovina u sektorima kao što je građevinska industrija.

3.1.6. Plastika

Prednosti koje nudi plastika kao ambalažni materijal su njena relativno mala težina i brojne mogućnosti oblikovanja. To značajno doprinosi smanjivanju opterećenja koja nastaju prilikom transporta i manipulacije, a takođe redukuje i iskorišćavanje prirodnih izvora. Povrh svega, plastika među ostalim ambalažnim materijalima ima najveće mogućnosti korišćenja, a istovremeno je prihvatljiva od strane okoline. Do nedavno, recikliranje otpadne plastike gotovo i nije postojalo, pa je većina završavala na deponijama. To se kosi s činjenicom da je većina plastične ambalaže proizvedena od termoplastičnih materijala koji mogu biti topljeni i ponovo oblikovani.



Tri su glavna razloga zašto reciklaža plastičnog otpada nije doživela puni zamah kao drugi materijali:

- Plastika sadrži različite polimere koji su obično međusobno inkompatibilni i zato se moraju razdvajati pre ponovnog korištenja. Proces odvajanja zahteva sofisticirane tehnike da bi se postigli čisti, potpuno odvojeni polimeri, što je relativno skupo.
- Zbog male težine, plastični otpad je teško sakupljati u isplativim količinama.
- Plastični otpad, kao i ostali otpadi, sklon je zagađenju. Mnogi polimeri apsorbiraju zagađivače pa je često vrlo teško ponovo uspostaviti njihovo prvobitno stanje. Stoga se obnovljeni plastični otpad izbegava koristiti u aplikacijama za prehrambene proizvode.

Mnogi proizvođači aktivno su uključeni u uspostavljanje centara za recikliranje i u proizvodnju raznih vrsta plastike od recikliranih polimera. U isto vreme, na tržištu se beleži porast novih aplikacija prerađenih plastičnih materijala. Iako plastika nije idealan materijal za recikliranje, ona, kao organski hidrokarbon, poseduje značajnu prednost kod ponovne upotrebe.

Eastman Chemical Company, firma u SAD-u, razvila je tehnologiju recikliranja koja je u mogućnosti ekonomično prerađivati korišćenu PET ambalažu. Ta tehnologija uključuje depolimerizaciju PET materijala bez obzira na boju, lakove i mešavine barijernih materijala. Materijal se raščlanjuje na temeljne sastojke, odvajajući neželjene supstance i zagađivače te se proizvodi materijal koji može biti korišćen za proizvodnju nove PET ambalaže, pogodne za prehrambenu industriju i industriju pića.

3.1.7. Otpadne gume

Prema Direktivi Evropske unije odlaganje celih automobilskih guma u prirodu od 2003.godine više nije dozvoljeno, a od 2006. godine nije dopušteno ni odlaganje izrezanih auto guma. Godine 1992. u 12 država EU 65% upotrebljenih guma odlagalo se na deponije, a samo 35% zbrinjavalo se na drugi način. Deset godina kasnije, u 2002.godini situacija se potpuno izmenila. U tadašnjih 15 država EU 65% upotrebljenih guma se zbrinjavalo protektiranjem (obnovom guma), reciklažom, upotrebom za energetske svrhe ili izvozom za ponovnu upotrebu, a manje od 35% je završavalo na deponijama.

Slika 4. Postupak sortiranja PET boca u procesu reciklaže

Slika 5. Deponija starih guma

Reciklaža guma spada u delatnosti održivog razvoja jer od upotrebljenih proizvoda stvara proizvode s novom vrednošću. Proizvodi dobijeni reciklažom korišćenih guma mogu se koristiti u proizvodnji velikog broja novih proizvoda. Važno je napomenuti da se korišćene gume mogu u potpunosti reciklirati, a njihove hemijske i fizičke osobine čine ih vrednim sirovinama. Mnoge prednosti koje gume imaju tokom upotrebe ostaju važeće i kod primene korišćenih guma u sekundarnoj fazi njihove obrade kada se guma koristi kao materijal za izradu drugih vrsta proizvoda. U svakom obliku guma zadržava svoje inherentne



karakteristike uključujući usporen razvoj bakterija, otpornost na pritisak, toplotu i vlagu, sunčanu svetlost i UV zračenje, kao i na razne vrste mineralnih ulja, većinu razređivača, kiselina ili drugih hemikalija. Fizičke osobine korišćenih guma imaju veliku vrednost jer nisu toksične, nisu bio-razgrađive, njihov oblik, težina i elastičnost čine ih u potpunosti upotrebljivim za veliki broj raznih proizvoda, u obliku celih guma, komada, granulata ili u obliku prašine. Postupkom mehaničke reciklaže gume se seku na komade te postupnim usitnjavanjem prolaze proces separacije u kojem se zasebno odvajaju gumeni delovi, čelik i tekstil, što su osnovne komponente sastava svake gume. U postupku takve reciklaže ne stvara se nikakva dalja otpadna supstanca, sve je "upotrebljivo", a izuzetno je važno da nema nikakvih propratnih "emisija u okolinu" - u vazduh, vodu ili zemljište! Istraživanja su pokazala da je mehanički postupak reciklaže otpadnih guma daleko povoljniji za okolinu i prirodu od spaljivanja u energetske svrhe. Upravo reciklažom kroz gumeni granulnat koji ulazi u ponovni ciklus upotrebe, čuvaju se prirodni resursi.

3.1.8. Papir i karton

Glavne prednosti papira i kartona su te što su načinjeni od obnovljivih i dobro upravljanih izvora sirovina. Za industriju proizvodnje papira danas se mora poseći više drveća nego ikada pre. Proizvodi od papira i kartona su vrlo lagani i zato zahtevaju malo energije za transport. Pogodni su za recikliranje i ponovno korišćenje, a budući da su biorazgrađivi, takođe se mogu i kompostirati.

Njihovi glavni nedostaci su što je proizvodnja papira energetski zahtevna i zahteva velike količine vode. Poslednji napretci u proizvodnom procesu ipak omogućavaju znatne uštede vode. Iako se otpadna papirna i kartonska ambalaža može reciklirati, a korišćenje recikliranih vlakana zahteva manje energije nego vlakna sirovine, recikliranje u praksi postavlja mnoge tehničke izazove. Dodaci kao što su tinta ili lakovi, koji se koriste kako bi unapredili funkcionalna svojstva papira, stvaraju poteškoće u ponovnoj obradi. Primera radi, gotovo je nemoguće reciklirati valoviti karton koji je bio premazan voskom ili plastičnim slojem. Naravno, papir i papirni proizvodi ne mogu se uzastopno reciklirati jer se vlakna uništavaju i skraćuju u svakom ciklusu. To uzrokuje slabljenje kvaliteta papirnih proizvoda proizvedenih od recikliranih vlakana. Takva ambalaža može, na primer, zahtevati više materijala kako bi postigla veću čvrstoću prilikom transporta nego ona koja je proizvedena od izvornog materijala. Lepljive trake i nalepnice koje se često koriste kod takve ambalaže, mogu blokirati opremu za recikliranje.

4. ELEKTRONSKI OTPAD

Elektronski otpad sastoji se od širokog i rastućeg spektra elektronskih aparata i opreme. Tu spadaju aparati iz domaćinstva kao što su frižideri, klima uređaji, mobilni telefoni, hi-fi uređaji, televizori, računari i slično.

Elektronski otpad je postao problem velikih razmera zbog dve glavne karakteristike:

- 1) Elektronski otpad je **opasan**-sadrži preko hiljadu različitih supstanci, od kojih su mnoge otrovne i stvaraju ozbiljno zagađenje prilikom odlaganja
- 2) Elektronski otpad se stvara u **alarmantnim količinama-zbog** brzog zastarevanja proizvoda

4.1. Opasne supstance u elektronskom otpadu



Kada se govori o opasnosti koja "vreba" iz bačenog računara, misli se, pre svega, na toksičnost supstanci koje se nalaze u njemu. Opasne supstance su:

- **Olovo** - uzrokuje oštećenje centralnog i perifernog nervnog sistema, kardiovaskularnog sistema, bubrega i reproduktivnih organa. Nalazi se u monitorima (1,5 - 4,0 kg po monitoru) i matičnim pločama.

- **Kadmijum** - uzrokuje nepovratne posledice na ljudsko telo, jer se taloži na bubrezima. Može se naći u raznim čipovima, a takođe je i stabilizator za plastiku.

- **Živa** - može uzrokovati oštećenja raznih organa uključujući mozak i bubrege, kao i fetus. Najopasnije je zagađenje vode živom koja se lako taloži u živim organizmima kroz lanac ishrane, najčešće preko ribe. Procenjuje se da se 22% svetske potrošnje žive koristi u elektronskoj opremi. Koristi se u termostatima, senzorima, relejima, mobilnim uređajima, baterijama i LCD ekranima.

- **Heksovalentni hrom** - koristi se u zaštiti od korozije i kao ukras ili učvršćivač kućišta. Lako se apsorbira u ćelijama i može uzrokovati oštećenja DNK.

- **Plastika uključujući PVC** - u prosečnom računaru je ima oko 7 kg. Najviše korišćeni oblik plastike je PVC (poli-vinil-hlorid). Prilikom gorenja može stvarati ugljen-dioksid.

- **Bromirani inhibitori gorenja (BFR)** - koriste se u plastičnim kućištima radi sprečavanja zapaljivosti.

- **Barijum** - je mekani srebrno-beli metal koji se koristi u CRT monitorima da bi zaštitio korisnike od zračenja. Studije su pokazale da kratka izloženost barijumu uzrokuje oticanje mozga, slabljenje mišića, oštećenje srca, jetre i slezine.

- **Berilijum** - je vrlo lagani metal, tvrd i nemagnetičan. Zbog ovih svojstava koristi se u matičnim pločama. Nedavno je klasifikovan kao kancerogen jer uzrokuje rak pluća.

- **Toneri** - Glavni sastojak crnog tonera je pigment. Udisanje je primarni način izlaganja što može dovesti do iritacije disajnih puteva. Klasifikovan je kao kancerogen.

- **Fosfor** - se koristi kao premaz na CRT monitorima radi rezolucije slike. Otrovan je, pa nakon dolaska u dodir sa njim trebalo bi potražiti lekarsku pomoć.

Brz razvoj tehnologije doprineo je da potrošači retko kad odnose neispravne aparate na popravku, već ih jednostavno zamenjuju novim, jer je to jednostavnije i vrlo često jeftinije. Prosečni životni vek računara se smanjio sa šest godina na samo dve. Većina korisnika mobilnih telefona kupuje nove aparate svake dve godine. Pri tome veliki broj starih aparata završi kao otpad, a čak 90% mase materijala može se iskoristiti i ponovo upotrebiti. Takođe, baterije koje predstavljaju 15-30% mase telefona mogu značajno naškoditi životnoj sredini. Posledice su dvostruke: bacanje mobilnog telefona znači i bacanje vrednih metala (paladijuma i zlata), a ovakav otpad zagađuje okolinu, jer se oslobađaju pomenute toksične materije.

Slika 6. Odbačeni elektronski uređaji

4.2. Kako se stvara elektronski otpad?



Elektronski otpad stvaraju tri glavne grupe:

- domaćinstva i mala preduzeća
- velika preduzeća, institucije i vlade
- proizvođači originalne opreme

Domaćinstva i mala preduzeća rešavaju se elektronske opreme, a posebno računara, ne iz razloga što je oprema pokvarena nego jednostavno zato što je napretkom tehnologije postala zastarela. Zbog trenutnog zakona domaćinstvima i malim preduzećima je dozvoljeno odlaganje e-otpada u kante za smeće zajedno sa ostalim kućnim otpadom.

Velika preduzeća, institucije i vlade - veliki korisnici, redovno svojim zaposlenima menjaju opremu, tj. zamenjuju staru novom. Microsoft, na primer, sa preko 500 hiljada zaposlenih (od kojih neki imaju i više od jednog računara), zamenjuje svaki računar svake tri godine.

Proizvođači originalne opreme stvaraju elektronski otpad kada proizvodi koji silaze sa proizvodne trake nisu odgovarajućeg kvaliteta i moraju biti bačeni. Neki proizvođači imaju ugovor sa preduzećima za reciklažu, dok drugi, kao što su Siemens, Hewlett Packard i IBM, imaju vlastite pogone za reciklažu.

4.3. Koliko ima elektronskog otpada?

Još 1994. godine procenjeno je da je 20 miliona računara u svetu zastarelo, a ukupna količina elektronskog otpada procenjena je na 7 miliona tona. Ta brojka se 2004. godine popela na 100 miliona računara.

Brojke su danas znatno veće i ubrzano rastu. Evropske studije pokazuju da količina elektronskog otpada raste 3-5 % godišnje, što je četiri puta brže nego otpad iz domaćinstava. Od ukupne količine svetskog otpada ovaj otpad čini 5%, a stopa rasta se svake godine povećava. Dovoljno govori i podatak da prosečan građanin Engleske u toku svog života odbaci čak 3 tone elektronskog otpada.

Sjedinjene Američke Države, statistički, stvaraju najviše tehničkog otpada u svetu. Samo u 2005. godini odbačeno je oko 4,6 miliona tona popularno nazvanog e-otpada. Iste godine, u Americi, bačeno je oko 130 miliona mobilnih telefona, što na gomili čini približno 65 hiljada tona opasnog otpada. Na ove brojke treba dodati i veliki broj televizora, bele tehnike, faks uređaja, video rekordera i slično.

Danas se u svetu godišnje stvara oko 50 miliona tona elektronskog otpada, pri čemu najveći deo, što je pak problem posebne vrste, završi u zemljama u razvoju. Vodeći kontinent u godišnjoj proizvodnji ovog opasnog otpada je Severna Amerika sa oko 20 miliona tona, zatim slede Evropa i Azija sa po oko 14 miliona tona, a ostali kontinenti su na nivou oko 5 miliona tona.

Problem elektronskog otpada će se još pogoršati, jer Agencije za otpad očekuju veliki porast u količini računara i televizora koji će biti bačeni u narednih pet godina. Kako će CRT monitori biti zamenjeni LCD-ovima doći će i do masovnog odbacivanja CRT monitora.

4.4. Gde završava elektronski otpad?

Trenutno, najveći deo elektronskog otpada završava na deponijama ili u spalionicama. Postoji inicijativa da se pređe sa spalionica na recikliranje, ali reciklaža često



predstavlja nešto sasvim drugo- rastavljanje, drobljenje, paljenje, izvoz i slično. To je u većini slučajeva nekontrolisano i stvara dodatnu opasnost.

Deponije- u Sjedinjenim Američkim Državama je 1997.godine 3,2 miliona tona elektronskog otpada završilo na deponijama. Ovom načinu rešavanja otpada najčešće se okreću domaćinstva i mala preduzeća. Oko 70% teških metala (uključujući živu i kadmijum) koji se mogu pronaći na deponijama potiču od elektronske opreme.

Spalionice- problem spalionica je u tome što su one najveći izvor dioksida, a bakar, koji je vrlo čest u elektronskom otpadu, je katalizator u formaciji dioksida.

Ponovna upotreba (re-use)- samo oko 3 % od svih zastarelih računara.

Reciklaža- trenutno u razvoju.

Izvoz- postoje tri glavna razloga zašto je izvoz otpada u Azijske zemlje u stalnom porastu:

- 1) Niska cena rada (npr. 1,5 dolara po danu , u Kini)
- 2) Zakoni o životnoj sredini nisu dobro definisani u azijskim zemljama
- 3) U Sjedinjenim Američkim Državama je izvoz ovog otpada dozvoljen

4.5. Izvoz- najlakše rešenje

Bogate industrijske zemlje koriste mogućnost izvoza elektronskog otpada u Azijske zemlje u razvoju. Većina opasnog otpada stvara se u industrijskim tržišnim ekonomijama. Izvoz tog otpada u manje razvijene zemlje je, kroz istoriju, bio jedan od načina na koji je razvijen svet izbegavao suočavanje sa skupim rešavanjem otpada kod kuće.

Kao i većina trgovine otpadom, tako i izvoz elektronskog otpada u zemlje u razvoju je u potpunosti motivisan nemilosrdnom globalnom ekonomijom. Slobodna trgovina otrovnim otpadima ostavlja siromašnim zemljama težak izbor: *siromaštvo* ili *otrov*-izbor koji niko nikada ne bi trebalo da donosi.

U izveštaju jedne američke ekološke organizacije (Basel Action Network), iz Sijetla, tvrdi se da se od 50-80% elektronskog otpada koji se u SAD prikupi i rasklopi radi reciklaže, ustvari, prerađuje u Kini, Indiji i Pakistanu, i drugim zemljama u razvoju, i to u uslovima koji nisu regulisani nikakvim propisima.

4.5.1. Bazelska konvencija i Direktive Evropske unije

Napori da se stane na put slobodnoj trgovini otrovnim otpadom urodili su delimično plodom- međunarodnim sporazumom Ujedinjenih Nacija o ograničenju trgovine toksičnim otpadom, znanim kao Bazelska konvencija. Delimično, jer su Sjedinjene Američke Države jedina razvijena država koja nije ratifikovala niti originalnu Bazelsku konvenciju, niti Bazelski amandman o zabrani izvoza.

Bazelska konvencija je međunarodni multilateralni ugovor, sačinjen u Bazelu (Švajcarska), marta 1989.godine, kojim se regulišu norme postupanja, odnosno, kriterijumi za upravljanje otpadom na način usaglašen sa zahtevima zaštite i unapređenja životne sredine, i postupci kod prekograničnog kretanja opasnih i drugih otpada.

Prema Bazelskoj konvenciji, upravljanje otpadom postavljeno je na bazi integralnog pristupa koji podrazumeva kontrolu stvaranja opasnog i drugog otpada, skladištenje, transport, tretman, ponovno korišćenje, reciklažu, obnavljanje i finalno odlaganje (deponovanje).

Bazelskim amandmanom je od 1995.godine zabranjen izvoz opasnog otpada u zemlje koje nemaju odobrene kapacitete za postupanje sa ovom vrstom otpada, tj. u zemlje van Evropske unije. Srbija je potpisala Bazelsku konvenciju 1989. godine, a ratifikovala je i postala član 2000.godine.

Pored ovoga, postoje i direktive koje se tiču električnog i elektronskog otpada.

Direktiva 2002/96 o otpadu od električne i elektronske opreme (WEEE-Waste from Electrical and Electronic Equipment) ima za cilj da promoviše ponovno korišćenje, reciklažu i druge forme povraćaja električnog i elektronskog otpada, kako bi se redukovala količina ovog otpada i poboljšale performanse životne sredine.

Direktiva 2002/95 o opasnim supstancama u električnoj i elektronskoj opremi (RoHS-Restriction of Hazardous Substances) propisuje restriktivno korišćenje pojedinih štetnih supstanci u električnoj i elektronskoj opremi. Prema ovoj direktivi, prodaja uređaja u kojima sadržaj pojedinih supstanci kao što su olovo, živa, kadmijum, nije u propisanim granicama, strogo je zabranjena nakon 1. jula 2006. godine.

4.6. Gradovi - deponije

Guiyu, čija se lokacija može videti na slici 7., je grad u **Kini** koji je 1995.godine bio siromašna i ruralna zajednica, a danas predstavlja ogroman prerađivački centar elektronskog otpada. Prema saznanjima kineske štampe ukupan broj zaposlenih u sektoru elektronskog otpada, u Guiyu prelazi brojku od 100 hiljada. Mali privatni preduzetnici u ovoj zemlji, koristeći razne zakonske propuste, uvoze velike količine starih, neupotrebljivih računara.

Slika 7. Lokacija grada - deponije Guiyu

Kada stignu na svoje poslednje odredište, veliki broj siromašnih, a često i dečijih ruku, odvaja pojedine delove, sortira ih i obrađuje. Ovaj posao je veoma opasan po zdravlje, zbog oslobađanja već pomenutih toksičnih materija, a ova deca to rade bez ikakve zaštite, što se i može videti na slici 8.



Slika 8. "Dokaz" da i deca učestvuju u sortiranju opasnog elektronskog otpada



U područjima gde se nalaze ove radionice mnogi stanovnici imaju zdravstvene tegobe, iako nisu zaposleni u pomenutim računarskim stratištima. Podatak da stanovnici tih predela moraju da dovoze vodu za piće sa izvorišta udaljenih najmanje trideset kilometara, govori dovoljno o zagađenosti podzemnih voda.

Grad **Sher Shah u Pakistanu** je jedna od glavnih "pijaca" za otpadne materijale i robu iz "druge ruke". Tamo se mogu naći sve vrste elektronske i električne opreme, rezervnih delova i prokrijumčarenih dobara koja dolaze morskim putevima i zatim distribuiraju dalje, u druge gradove Pakistana. Sher Shah predstavlja neformalnu "pijacu" bez ikakve zakonodavne kontrole.

Države iz kojih dolazi elektronski otpad su: SAD, Australija, Japan, Engleska, Kuvajt, Saudijska Arabija, Singapur, Dubai i Ujedinjeni Arapski Emirati.

Trgovina elektronskim otpadom u **Indiji**, tačnije u **New Delhiju**, je u procvatu. Indijski trgovci aukcijom prodaju otpad najboljem ponuđaču koji ga kasnije sortira i preprodaje. Nedavno je u Indiji objavljeno da čak 25 hiljada radnika "na crno", samo u New Delhiju, svakodnevno rastavlja između 10 i 20 hiljada tona elektronskog otpada. Otpad u ovaj grad stiže, naravno, svake godine, da bi iz njega izdvojili male količine bakra, zlata i drugog korisnog metala za prosečnu platu od 75 dolara.

Indija trenutno proizvodi 150 tona elektronskog otpada godišnje i isto toliko ilegalno uvozi sa Zapada. Danas, Indija ima samo 22 računara na 1000 stanovnika, ali predviđa se da će se taj broj povećati na 120 u narednih pet godina, a odlaganje elektronskog otpada još nije regulisano od strane države.

Slika 9. "Zlatar" u procesu koji se zove "adda" topi zlatne delove nakon što je koristeći kiselinu došao do njih

U Nigerijsku luku Lagos svakog meseca pristiže 500 kontenera polovne elektronske opreme ili oko 400 hiljada kompjutera, budući da svaki kontener prosečno nosi oko 800 ovih uređaja. Čak 75% ove opreme je neupotrebljivo, nepopravljivo i ne može se prodati.

Slika 10. Kućišta kompjutera biće rastopljena da bi se dobila plastika vrlo lošeg kvaliteta

Razvijene zemlje, koje su i najveći proizvođači ove vrste otpada, oslobađaju se ovog toksičnog otpada tako što ga poklanjaju u vidu donacija, ili ga prodaju zemljama u razvoju, što predstavlja način da se izbegnu troškovi kvalitetnog recikliranja. Tako su na račun sopstvene komforčnosti svesno ugrozile živote i zdravlje drugih ljudi. Kakav je to poklon- lako se može zaključiti!

5. RECIKLAŽA ELEKTRONSKOG OTPADA

Brz razvoj tehnologija reciklaže utemeljen je u ekološkoj i ekonomskoj opravdanosti ovog načina zbrinjavanja otpada. Sve veći pritisak javnosti u pogledu zaštite okoline uticao je



na povećanje troškova zbrinjavanja otpada, podstičući na taj način i razvoj tehnologija reciklaže. Tome je pogodovalo i saznanje o konačnim zalihama neobnovljivih sirovina i potrebi njihove racionalne potrošnje.

Prvi sistem za reciklažu elektronskog otpada primenjen je u Švajcarskoj, još 1991. godine. Započet je prikupljanjem odbačenih frižidera, da bi vremenom, tom sistemu bili dodavani i drugi električni uređaji. Danas se, pod pojmom elektronski otpad podrazumevaju kompjuteri, televizori, elektronika koja služi za zabavu i mobilni telefoni.

5.1. Postupak reciklaže elektronskog otpada

Vremenom je zbrinjavanje dotrajalih proizvoda prihvaćeno kao sastavni deo životnog ciklusa proizvoda. To je otklonilo svako dvoumljenje o perspektivi reciklaže, nakon čega je težište njenog razvoja pomaknuto na snižavanje troškova i proširenje primene.

Postupak reciklaže započinje trajnim i pouzdanim brisanjem podataka kako bi se na najbolji mogući način zaštitio interes korisnika.

U pogonu za reciklažu, u jednoj od fabrika u Srbiji (Slika 12.) se prvo obavlja pregled i rasklapanje računara na komponente. Rasklapanje je deo posla koji je najmanje automatizovan i nijedna mašina nije u tome dobra kao čovek. Naravno, ovaj proces nije štetan po zdravlje radnika.

Slika 12. Deo pogona za reciklažu u fabrici "S.E. Trade"

Zatim, ovako raskopljeni delovi idu na trakasti transporter gde se vrši sortiranje. Sortiranjem se reciklabilne komponente odvajaju od nerekiclabilnih.

Reciklabilne komponente, kao što su plastika, metal, kablovi i staklo, (Slika 13.), imaju upotrebnu vrednost i nemaju svojstva opasnog otpada. Drugim rečima, u reciklabilne komponente spadaju komponente koje imaju karakter sekundarnih sirovina i koje se mogu dalje prerađivati.



Slika 13. Sortirane reciklabilne komponente elektronskog otpada

Nereciklabilne komponente su one koje nemaju karakter sekundarnih sirovina i koje se privremeno skladište u ekološko prihvatljivim i bezbednim uslovima.

Pri rasklapanju kompjutera na sastavne delove maseni udeo reciklabilnih komponenata se kreće od 70% do 80%. U reciklabilnom delu plastika je zastupljena sa oko 4%, a metalni delovi sa oko 96% mase. Maseni udeo reciklabilnih komponenata kod CRT monitora je oko 30%, pri čemu je odnos plastike i metala u ovom delu 50:50.

Nakon sortiranja veći deo dalje obrade obavlja se uz pomoć mašina koje sprečavaju širenje štetnih hemikalija koje mogu biti oslobođene u ovom procesu.

Metal, plastika i staklo razvrstavaju se na dalje podvrste tako što prolaze ispod infracrvene lampe. Različite vrste materijala reflektuju različite spektre svetlosti i na osnovu toga se prepoznaju, a metalni delovi se mogu izdvojiti i pomoću magneta.

Ovako razvrstani materijali se dalje melju u specijalnim mlinovima i tako pretvaraju u sekundarne sirovine koje su spremne za proizvodnju u različitim granama industrije.

Ono što je važno naglasiti jeste da pogoni za reciklažu, prema strogim propisima moraju da filtriraju izduvne gasove i prečišćavaju otpadne vode i da na svaki način spreče ugrožavanje životne sredine.

5.2. "Zeleni" - svesni proizvođači

U zemljama koje poseduju razvijene sisteme za reciklažu, na berzi se već nekoliko godina prodaje "sortirano đubre". Začuđujuće je da otpad vredi sve više iz godine u godinu, a među najvrednijim otpacima su upravo elektronske komponente. Čipovi, kondenzatori, otpornici ili integralna kola, se po razvrstavanju u postupku reciklaže prodaju na sve unosnijoj svetskoj berzi polovnih elemenata, gde ih različiti proizvođači kupuju i kasnije ugrađuju u svoje proizvode-od novih kompjutera do muzičkih stubova.

Zbog toga, sve veći broj velikih proizvođača želi da proizvodi jeftinije proizvode korišćenjem recikliranih materijala.

Troškovi recikliranja postali su sastavni delovi cene novih televizora, kompjutera i mobilnih telefona. Proizvođači, poput "HP"-a "Siemens"-a i "Dell"-a, otvorili su besplatne



centre za recikliranje elektronskog otpada u kojima se na pravilan način, sa minimumom ugrožavanja zdravlja radnika vrši reciklaža. Tehnologija i oprema za ovaj zadatak su vrlo skupe i složene i većina manje bogatih zemalja ih nema. O tome da je reciklaža skup proces govori i činjenica da je reciklaža katodnih cevi iz računarskih monitora deset puta skuplja od njihovog otpremanja na drugi kraj sveta.

Ipak, svaka kompanija koja je počela da se bavi ovom idejom došla je do sledećeg zaključka: reciklaža počinje mnogo pre nego što odbačeni kompjuter dođe u postrojenje za rastavljanje- reciklaža počinje prilikom dizajna delova za taj kompjuter. Rešenje se nalazi u upotrebi takvih komponenti i dizajnu proizvoda koji bi omogućili lako recikliranje. Tako se javio trend da se zavrtnji sve više zamenjuju plastičnim spojevima i da se metalne površine više ne lakiraju, već se obrađuju specijalnim praškom. Na ovaj način se vreme reciklaže ovih komponenata skraćuje, a povećava se procenat materijala koji se može ponovo primeniti.

Međunarodna ekološka grupa "Greenpeace" objavila je izveštaj pod imenom "Vaš vodič kroz zelenu elektroniku", u kome je saopštila rezultate procena koliko koji proizvođač mobilnih telefona i kompjutera brine o zaštiti prirode i zdravlju ljudi.

Na ovoj bodovnoj skali od 0 do 10, proizvođači su svrstani uglavnom po tome da li u svojim proizvodima koriste opasne PVC i BFR materijale. Tako su "Nokia" i "Dell" osvojili po 7 poena, dok su se "Apple" i "Motorola" našli na samom dnu lestvice. "Nokia" je proglašena liderom u eliminisanju toksičnih hemikalija, jer svi njeni novi modeli ne sadrže ni PVC, a ni BFR supstance. Za kompanijama "Nokia" i "Dell" slede "Hewlett Packard" (HP), "Sony Ericsson", "Samsung", "Sony", "LG Electronics", "Panasonic", "Toshiba", "Fujitsu Siemens Computers", "Apple Computer" i "Motorola".

5.2.1. "Siemens"

Kao primer praktične primene reciklaže elektro-otpada može poslužiti iskustvo poznate firme "Siemens", koja već niz godina usavršava i primenjuje reciklažu svojih proizvoda. Tako je kompanija "Siemens Nixdorf" u 2007. godini reciklirala 5 700 tona svojih starih komponenata, pri čemu je uštedela oko 30 miliona evra. Razlog za ovoliku uštedu je i to što "Siemens" pravi proizvode u kojima je 88% komponenti ponovo upotrebljivo, a svake godine pokušavaju da povećaju ovaj procenat.

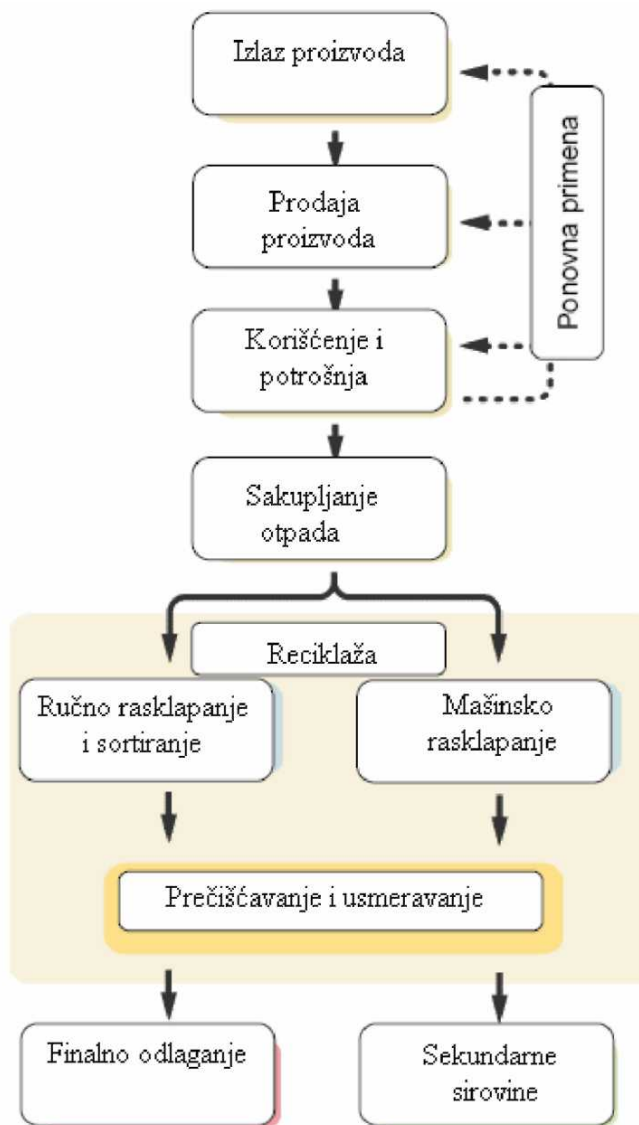
Slika 14. Rastavljanje dotrajalih elektronskih uređaja u reciklažnom pogonu firme Siemens

„Siemens" nudi svim kupcima preuzimanje dotrajalih uređaja i aparata. Na slici 15. može se videti kompletan tok Siemensovih proizvoda- od trenutka prodaje do finalnog odlaganja nastalog otpada.

Kod preuzetih uređaja prvo se proverava mogućnost ponovnog korišćenja. Na taj se način jedan deo uređaja nakon obnavljanja (regeneracije) vraća u dalju upotrebu. Kod većine uređaja to nije izvodljivo i oni se prepuštaju reciklažnom centru u kojem se izdvajaju delimično dotrajali i ispravni delovi koji se prodaju za dalju upotrebu. Preostali potpuno dotrajali uređaji i delovi se u Siemensovim pogonima rastavljaju i recikliraju.

Prva faza je ručno rasklapanje i razvrstavanje u 8 grupa i 30 podgrupa (metali, čisti termoplasti, mešana plastika, elektronski sitni otpad, kablovi, kondenzatori, ekrani, ambalaža, opasni otpad itd.).

Dalju preradu pojedinih grupa preuzimaju specijalizovani pogoni za reciklažu. Najveći udeo u otpadu pripada metalima (40 do 70%). Kablovi i vodovi se, bez spaljivanja, razdvajaju na metal i plastiku. Elektronski sitni otpad, koji učestvuje u ukupnoj masi uređaja od 15 do 30%, sadrži u proseku 30% metala i 70% plastike. Prerada ove vrste otpada obavlja se automatizovanim postupkom mehaničkog usitnjavanja, a zatim razdvajanja pojedinih vrsta materijala (magnetski, elektrostatički, indukcijski, vazдушnom strujom, prosejavanjem, ispiranjem itd.).



Slika 15. Dijagram toka Siemensovih proizvoda

Metalni granulat čistoće do 98% služi za ponovno dobijanje metala (paljenjem, elektrolizom, hemijskim ili elektrohemijskim postupcima). Recikličnost metalnih materijala



je dobra i danas se uspešno prerađuju gvožđe, bakar, aluminijum, cink, kositar, plemeniti metali, hrom, kobalt, selen, telur, galijum, germanijum, indijum, silicijum i drugi.

Materijalno recikliranje plastičnih materijala zahteva izdvojenost po vrstama, pri čemu se javlja problem razvrstavanje i identifikacija plastike. Rešenje se nazire primenom propisa o označavanju vrste polimera na delovima. Dodatni problem stvara oko 2000 raznih dodataka u polimerima (punila, omekšivači, boje i pigmenti, stabilizatori), zatim ojačala (npr. staklena vlakna kod elektroploča), ali i opasnih supstanci (npr. halogena sredstva otporna na vatru). Od plastičnih materijala najviše se recikliraju kućišta.

Za recikliranje su posebno neprikladni vezani (složeni, kompozitni) materijali, čija izmešanost nekada dostiže i mikroskopske razmere, što onemogućava izdvajanje komponenti.

Kod malih električnih uređaja ne odvajaju se pojedinačno delovi nego se celi uređaji drobe i usitnjavaju. Nakon odvajanja metalnih frakcija preostala mešavina plastičnih materijala može se iskoristiti samo hemijskim (npr. hidriranjem) ili energetskim recikliranjem.

Važan zadatak zbrinjavanja otpada je i izdvajanje opasnih supstanci. To su npr. polihlorirani bifenil (PCB) koji se koristi(o) kao dielektrik u kondenzatorima, hlorofluorouglojovodonik (CFC) u toplotnoj izolaciji ili kao rashladno sredstvo, teški metali u baterijama (živa, kadmijum, mangan, nikal, olovo i dr.), delovi tečnih kristala (LCD), opasne supstance u premazima ekranskih cevi i drugi. Kod prerade otpada naročito je važno izdvajanje elemenata koji sadrže opasne supstance i njihovo zbrinjavanje na propisani način.

Pri zbrinjavanju starih frižidera, dobija se prah od tvrde poliuretanske pene koji se presovanjem prerađuje u građevinske ploče.

U nekoliko poslednjih godina sve je jači pritisak na proizvođače da povećaju prikladnost recikliranju (recikličnost) svojih proizvoda odgovarajućim izborom materijala, konstrukcijom proizvoda i tehnologijom izrade, a kompanija "Siemens" upravo to i čini.

5.2.2 "Hewlett Packard" - HP

U Evropi će počev od ove godine biti mnogo manje elektronskog otpada. Elektronski otpad, kao što je već pomenuto, čine mašine za pranje veša, televizori, mikrotalasne pećnice, usisivači, mobilni telefoni, i naravno, računari.

HP je učestvovao u svim fazama zakonodavnog postupka za pokretanje nove direktive Evropske unije pod nazivom WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment) koja reguliše prikupljanje i reciklažu elektronskog otpada.

WEEE direktiva koristi jasan princip koji se zasniva na odgovornosti svakog pojedinačnog proizvođača, tzv. IPR (Individual Producer Responsibility) princip. Svaki proizvođač biće odgovoran za svoje proizvode isporučene posle avgusta 2005.

„Očuvanje životne sredine je ključni element HP-ove trajne opredeljenosti za ideju globalnih građana i osnova našeg poslovnog uspeha na duge staze", rekao je Klaus Hijeronimi, generalni direktor u organizaciji za životnu sredinu, HP EMEA.

HP-ovi centri za reciklažu širom sveta već sada obrade oko 1,8 miliona kilograma računarskog hardvera svakog meseca. HP je sebi postavio za cilj da do 2007.godine reciklira pola milijarde kilograma elektronskih proizvoda i opreme za štampanje i taj cilj je, naravno, ostvaren.



Slika 16. Elektronska oprema "čeka" da bude reciklirana

U saradnji sa lokalnim vlastima i industrijskim udruženjima, HP se stara da se WEEE direktiva primenjuje i u praksi. To znači stvaranje nove industrije za reciklažu bilo na nivou država bilo na evropskom nivou u kojoj vladaju zakoni konkurencije kako bi se postigli najmanji mogući troškovi.

Pilot projekti koje je započeo HP poslužili su kao proba za uvođenje WEEE zakona. U Rojtlingu u Nemačkoj, projekat koji su vodili HP i lokalne vlasti pokazao je da su ljudi veoma zainteresovani za recikliranje IT opreme kada im se za to pruži prilika.

Udruživanjem snaga sa kompanijama Sony Europe, Braun i Electrolux, HP je već stvorio evropsku platformu za reciklažu (ERP) — zajedničku platformu za recikliranje električnog i elektronskog otpada na nivou cele Evrope. ERP platforma je formirana sa ciljem da se aktiviranjem mehanizma konkurencije obezbedi poboljšanje kvaliteta postupka recikliranja i smanji cena koju plaćaju potrošači.

Sada i druge kompanije kao što su Samsung, Logitech i Remington nastoje da problem elektronskog otpada rešavaju na evropskom, umesto na državnom nivou.

Svaki HP-ov klijent dobiće svoju ulogu u zaštiti životne sredine. Potrošači će jednostavno moći da odlože HP-ovu opremu na za to određena mesta u svojim opštinama i ona će biti isporučena postrojenjima koji omogućavaju ponovnu upotrebu, rekonstrukciju i reciklažu. Kompanije poput HP-a moraju da finansiraju tu reciklažu, čime se teret odgovornosti za kraj životnog veka proizvoda u najvećoj meri prebacuje na samog proizvođača.

HP će komercijalnim klijentima obezbediti besplatnu reciklažu za svu elektronsku opremu nakon što oni tu opremu vrate na određena mesta za prikupljanje HP opreme. HP predviđa da će zahtevi koji se odnose na vraćanje proizvođaču i reciklažu predstavljati sastavni deo budućih komercijalnih poslovnih odnosa.

HP veruje da je IPR princip najbolji način da se promoviše ekološko projektovanje proizvoda. HP-ov program „Projektovanje za očuvanje životne sredine“ smanjuje ekološku štetnost HP-ovih proizvoda u svim fazama projektovanja, proizvodnje, upotrebe i na kraju životnog veka.

Svaka nova linija HP-ovih računarskih proizvoda i proizvoda za obradu slika projektovana je tako da nudi bolje performanse od prethodnih modela, tako da troši manje energije i koristi manji broj materijala, na primer, dve vrste plastike, umesto petnaest.

Umesto upotrebe lepkova i vezivnih materijala, HP svoje proizvode dizajnira tako da se spajaju mehanički, a u nekim HP skenerima lampe sa živom zamenjene su senzorima izrađenim u novoj tehnologiji za detektovanje kontakta sa slikom.

HP je razvio komponentu za HP Scanjet skener izrađenu 25% od reciklirane plastike koja se koristi u kertridžima za štampače i 75% od recikliranih plastičnih boca, a koja zadovoljava sve specifikacije i zahteve za taj proizvod.

HP i dalje u svojim kertridžima za štampanje i ambalaži smanjuje upotrebu materijala koji se ne mogu reciklirati. Od 1992. godine HP je smanjio prosečan broj delova koji se koriste u jednobojnim kertridžima za laserske štampače iz serije LaserJet za 25% i tako povećao mogućnost njihove reciklaže.

5.3. Reciklaža elektronskog otpada u Srbiji



U Srbiji 2004.godine reciklažom se bavilo oko 60 firmi, i to uglavnom recikliranjem metalnog otpada, papira i PET ambalaže. Danas, u Srbiji postoji oko 280 firmi koje na različitim tehnološkim nivoima obrađuju sekundarne sirovine.

Među ovim preduzećima nalaze se i tri fabrike za reciklažu električnog i elektronskog otpada. Te fabrike su : „BiS- reciklažni centar" u Omoljici kod Pančeva, „S.E. Trade" u Višnjičkoj banji u Beogradu i „Eko-metal" u opštini Vrdnik u blizini Novog Sada.

Iako je u svaku od ovih fabrika uloženo preko milion evra, to nije dovoljno da bi se u ovim fabrikama vršila kompletna reciklaža. Reciklaža nerekiclabilnih materijala zahteva velika finansijska ulaganja, specijalnu infrastrukturu i sofisticiranu tehnologiju čija vrednost dostiže nekoliko stotina miliona evra.

Ono što je zajedničko za sve tri fabrike jeste da one vrše reciklažu reciklabilnih elemenata u uređajima kao što su plastika, metal i staklo. Reciklažom jednog računara od 30 kilograma, u proizvodnju se vraća 25 kilograma kvalitetnog materijala. Otpad druge i treće kategorije čini 4,7 kilograma i ostaje 0,3 kilograma materijala koji se ne može recikirati u našoj zemlji. Nerekiclabilne komponente, kao što su matične ploče, katodne cevi, procesori i hard diskovi, skladište u posebnim kontenerima i na kraju ih izvoze u inostranstvo, jer finalno recikiranje obavlja mali broj reciklažnih kompanija u svetu. Primera radi, ovakve komponente nemačke kompanije odkupljuju od reciklažnih centara po ceni od 0,2 evra po toni, dok reciklažni centri iz Srbije plaćaju prevoz do tih centara u inostranstvu. To dokazuje da elektronski otpad na svetskoj berzi ima određenu cenu.

Cilj svake od ovih kompanija u Srbiji je da nađu pravog i krajnjeg korisnika sirovina dobijenih reciklažom elektronskog otpada, kako bi postigli što bolju cenu na tržištu. Najbolja prodajna cena sekundarnih sirovina se postiže samo ukoliko kompanije u Srbiji mogu garantovati njihov obiman i konstantan priliv na mesečnom nivou. Za poslovanje na berzi sekundarnih sirovina, minimalna ponuda se kreće oko 200 tona mesečno, što je za fabrike u Srbiji još uvek neostvarljivo. Razlog tome je i što stanovništvo nije upoznato šta bi trebalo da radi sa dotrajalom računarskom opremom, pa ova oprema umesto da bude u nekom od ovih reciklažnih centara stoji u podrumima i garažama.

Sve dok se svest građana o značaju reciklaže i zaštiti životne sredine ne dovede na zavidan nivo, i dok ne budu doneti zakonski propisi o odlaganju otpada, reciklaža u Srbiji neće imati svetliju budućnost.

U „BiS - reciklažnom centru" samo u prva tri meseca 2008.godine količina predatog elektronskog otpada u odnosu na isti period prethodne godine povećana je za 100 %. Ovaj podatak govori da se svest građana po pitanju zaštite životne sredine u Srbiji lagano menja. U prilog tome govori i zanimljivost da je korisnik iz Valjeva svoj dotrajali računar poslao poštom u jedan od ovih reciklažnih centara, kako bi bio recikliran.

6. METODE ZA UTVRĐIVANJE KOLIČINE ELEKTRONSKOG OTPADA

Za procenu potencijalne količine elektronskog otpada mogu se koristiti različiti pristupi tj. metode, u zavisnosti od dostupnosti potrebnih podataka. Te metode su:

- 1) Vremenska postupna metoda
- 2) Metoda ponude tržišta
- 3) Carnegi-Mellon metoda
- 4) Aproksimativna metoda I



5) Aproksimativna metoda II

Izbor pogodne metode za izračunavanje potencijalne količine otpada zavisi od nekoliko faktora:

0 Da li je tržište zasićeno ili dinamičko i da li se javljaju radikalne promene i rast u prodaji ili ne? 0 Koja vrsta ponašanja prevladava kod korisnika nakon prve upotrebe

(ponovna upotreba, skladištenje, reciklaža, bacanje) ? 0 Do kog stepena su podaci o proizvodu koji se analizira dostupni i kakav je kvalitet tih podataka? Primenom bilo koje od metoda dobri rezultati se mogu jedino postići sa veoma kvalitetnom bazom podataka. To je veoma bitno za izuzetno dugotrajne proračune u vremenski postupnoj i Carengi-Mellon metodi, koje za razliku od drugih zahtevaju opširniju bazu podataka.

Ukoliko postoje nesigurnosti koje se tiču procena u vezi sa tržištem ili kvalitetom baze podataka, ono što bi trebalo uraditi je paralelno implementirati nekoliko mogućih metoda, a zatim uporediti rezultate.

6.1. Vremenska postupna metoda

Ova metoda, još nazvana i vremenska metoda po koracima, bazira se na podacima o zalihama tj. količini elektronske opreme, kako u domaćinstvima tako i u industrijskom sektoru i na podacima o broju prodatih uređaja.

Potencijalna količina elektronskog otpada u posmatranom vremenskom periodu dobija se kao zbir količine ovih uređaja u domaćinstvima i industriji, prodatih uređaja u tom periodu, umanjen za broj neupotrebljivih uređaja koji su praktično već postali otpad u posmatranom periodu.

To se može prikazati sledećom formulom:

$$P O = Q_{dom.} + Q_{ind.} + P - O$$

Gde je:

P.O - potencijalna količina otpada u posmatranom periodu, **Q_{dom.}**- količina elektronske opreme u domaćinstvima, **Q_{ind.}**- količina elektronske opreme u industrijskom sektoru **P** - količina prodane opreme u posmatranom vremenskom periodu **O** - broj uređaja koji se već smatraju otpadom u posmatranom periodu

Količina elektronske opreme u domaćinstvima (**Q_{dom.}**) može se dobiti tako što se broj domaćinstava pomnoži sa koeficijentom opremljenosti, ili da se veličina populacije podeli sa prosečnim brojem članova u domaćinstvu, pa se tako dobijeni broj pomnoži sa koeficijentom opremljenosti. Količina elektronske opreme praktično predstavlja procenat domaćinstava koje poseduju određeni uređaj.

Koeficijent zastupljenosti tj. opremljenosti, praktično predstavlja broj električnih uređaja u domaćinstvu ili industriji. Kako vrednost ovog koeficijenta varira s toga je najbolje računati potencijalnu količinu otpada za svaku vrstu uređaja posebno. Na primer, u jednom domaćinstvu koje ima računar ovaj broj ima vrednost 1; broj televizora je obično veći, dok je broj mobilnih telefona obično jednak broju članova tog domaćinstva, pa ovaj koeficijent tada može imati vrednost 4, 5..



Na osnovu objašnjenog, i uz adekvatne podatke lako se može doći do (Q_{donJ} tj. količine elektronske opreme u domaćinstvima.

Međutim, podaci o broju elektronske opreme po industrijskim granama tj. van domaćinstava su praktično nedostupni, stoga se ovaj broj može samo pretpostaviti.

Podaci o broju prodatih uređaja, za ovaj proračun, mogu biti izvedeni iz statističkih podataka o proizvodnji i uvozu tj. izvozu ovih uređaja. Tačnije, broj prodatih uređaja predstavlja sumu proizvodnje (ako ona naravno postoji) i uvoza, s tim što bi od tog broja trebalo oduzeti broj izvezenih uređaja.

Ova metoda pogodna je za izračunavanje potencijalne količine neupotrebljivih kompjutera i televizora, naravno ako su svi podaci potrebni za proračun dostupni.

6.2. Metoda ponude tržišta

U ovom pristupu predviđena količina otpada dobija se pomoću podataka o broju prodatih elektronskih uređaja, kako novih tako i polovnih, u određenom vremenskom periodu, s tim što se u ovom proračunu koristi i prosečni vek trajanja ovih uređaja.

Potencijalna količina otpada se izračunava na sledeći način:

$$P.O = P_n(t-dn) + P_p(t-dp)$$

Gde je:

P.O - potencijalna količina otpada u posmatranom periodu, **P_n** - broj prodatih novih uređaja u posmatranom periodu (**$t-dn$**), **P_p** - broj prodatih polovnih uređaja u posmatranom periodu (**$t-dp$**), **dn** - prosečan radni vek novog proizvoda, **dp** - prosečni radni vek polovnog proizvoda

Podaci o broju prodatih uređaja, za ovaj proračun kao i za prethodni, mogu biti izvedeni iz statističkih podataka o proizvodnji i uvozu tj. izvozu ovih uređaja.

Postoje velika odstupanja u određivanju prosečnog životnog veka proizvoda. Procena prosečnog životnog veka proizvoda je do određenog stepena subjektivna, jer elektronska oprema može biti zamenjena tj. odbačena i pre nego što doživi kraj svog tehničkog radnog veka. Uzrok toga je rapidan napredak nauke i tehnologije, pa se oprema koja je praktično još uvek u funkciji „skladišti“ u garažama i podrumima.

Radi pojednostavljenja, pretpostavlja se kao pravilo da će svi uređaji proizvedeni u istoj godini biti na redu za povlačenje iz upotrebe tačno nakon isteka prosečnog radnog veka. Tačnije, za radni vek proizvoda može se reći da ima normalnu raspodelu sa parametrima prosečnog radnog veka proizvoda uz izvesna odstupanja.

Međutim, pretpostavljeni vek trajanja proizvoda može biti problem u izračunavanju količine otpada. Pretpostavka da proizvod ima fiksni radni vek ili period upotrebe tokom dužeg vremenskog perioda pretpostavlja konstantno ponašanje korisnika tokom ovog perioda. Promene u tehnologiji mogu rezultirati privremenim porastom (ili padom) količine odbačene opreme, što ukazuje da se promenilo i ponašanje korisnika. Na primer, u godinama velikog porasta prodaje, kompjuteri postaju zastareli pre isteka njihovog pretpostavljenog prosečnog radnog veka zbog toga što su zamenjeni novim. Ipak, u ovom slučaju, metoda ponude tržišta



ne predviđa nikakav porast u povećanju otpada za posmatranu godinu, već za X godina kasnije, gde je X prosečan radni vek.

Odavde se može analogno zaključiti da određivanje količine otpada u godinama koje pokazuju slabu prodaju u odnosu na produženu upotrebu tj. smanjenje stvaranja otpada, nije moguće proceniti korišćenjem ove metode.

Metoda ponude tržišta pretpostavlja da prosečni radni vek elektronske opreme ne varira mnogo, dok u stvarnosti „rok trajanja“ elektronike može postati i kraći u budućnosti. Ovo znači da ova metoda nije naročito korisna u kalkulacijama količine otpada za dinamičko tržište, kao što je tržište kompjutera, gde je sve promenljivo shodno potrebama savremenog društva. Ipak, metoda ponude tržišta daje dobre rezultate u vezi sa zasićenim tržištima bez nekih ekstremnih promena u količini prodaje, kao što je na primer, tržište fotokopir aparata.

6.3. Carnegi-Mellon metoda

Ova metoda kao ulazne podatke koristi podatke o prodaji, pretpostavku o tipičnom tj. prosečnom radnom veku proizvoda, kao i informacije o skladištenju i reciklaži elektronske opreme.

Ovaj model predstavlja varijaciju na gore pomenutu metodu ponude tržišta. Model pokušava da dodatno ispita i uzme u obzir ponašanje korisnika prilikom odlaganja elektronskih uređaja nakon završenog radnog veka. Carnegi-Mellon metoda definiše prelazni put kompjutera (ili drugog uređaja) od momenta kupovine do kraja radnog veka. Novi kompjuter nakon kupovine i upotrebe, vremenom postaje zastareo. U tom momentu postoje četiri opcije dostupne korisniku:

1. Ponovna upotreba: moguća prodaja ili dodeljivanje novom vlasniku bez velikih modifikacija
2. Skladištenje-nekorišćenje
3. Reciklaža: rastavljanje proizvoda na delove i prodaja posebnih materijala ili podsklopova u vidu otpada
4. Bacanje

Carnegi-Mellon metoda predstavlja poboljšanje metode ponude tržišta putem izvršenja vešte provere ukupnog radnog veka proizvoda. Za moguće opcije (ponovna upotreba, skladištenje, reciklaža i bacanje) koje su predviđene za proizvod na kraju njegovog prvog radnog veka postoje dodatne pretpostavke koje je moguće stvoriti ako se zna verovatnoća korišćenja svake od opcija. Ove pretpostavke se odnose i na proizvod i na zemlju i zbog toga zahtevaju dobro poznavanje ponašanja potrošača i mogućnost reciklaže u određenoj zemlji. Ova metoda je pre svega idealna za obimniju proveru različitih grupa proizvoda ponaosob.

6.4. Aproksimativna metoda I

Ova metoda, drugačije nazvana-metoda potrošnje i upotrebe, za proračun potencijalne količine elektronskog otpada zasniva se na podacima o broju elektronske opreme i njihovom prosečnom radnom veku. Metoda se može predstaviti sledećom jednačinom:

$$P.O = (Q_{dom.} + Q_{ind.})/d$$

Gde je:

P.O - potencijalna količina otpada u posmatranom periodu,

Q_{dom.} - količina elektronske opreme u domaćinstvima **Q_{ind.}** -

količina elektronske opreme u industrijskom sektoru, **d** -

prosečni radni vek proizvoda

Slično metodi ponude tržišta, ova metoda kalkulacije bazirana je na pretpostavci konstantnog prosečnog radnog veka proizvoda i iz tog razloga pogodna je za primenu na široko zasićenim tržištima, gde se ne očekuju nikakve devijacije od prosečnog radnog veka proizvoda.

6.5. Aproksimativna metoda II

U ovom pristupu proračuna potencijalne količine otpada važi pretpostavka da sa prodajom novih uređaja stari uređaji moraju biti bačeni. Ova metoda predstavljena je vrlo jednostavnom jednačinom:

$$P.O = P(t)$$

Gde je:

P.O - potencijalna količina otpada u posmatranom periodu, **P(t)** - broj prodatih uređaja u posmatranom vremenskom periodu. Ovde se kao jedine ulazne vrednosti koriste podaci o broju prodatih uređaja. Ova metoda se manje koristi u dinamičnim tržištima, obzirom da na ovom tržištu najveći deo prodaje služi da se povećaju zalihe tj. količine opreme, a ne da se prvenstveno doprinese povećanju otpada.

Dodatno, ova metoda ne bi trebalo da se koristi ukoliko privremena skladišta ili druga upotreba polovne opreme igra značajnu ulogu u ponašanju potrošača obzirom da to vodi do vremenskog odlaganja u hitnosti uklanjanja otpada.

Jedna od prednosti ove metode je ograničen spektar ulaznih podataka koji su potrebni. Suprotno metodi ponude tržišta-nisu potrebni istorijski podaci, već samo cifre o prodaji za određeni vremenski period. Zbog toga je ova metoda pogodna-jer ne zahteva mnoštvo podataka ili vremena za proračun.

7. KOLIČINA ELEKTRONSKOG OTPADA U SRBIJI

Sadašnje stanje u Srbiji po pitanju otpada je veoma teško proceniti. Osnovni razlog je nedostatak podataka o kvalitativnoj i kvantitativnoj analizi otpada, tačnije vođenja evidencije o količinama, utvrđivanje karakteristika, naročito sastava i sprovođenje kategorizacije otpada. Ove informacije su neophodne u cilju planiranja i sprovođenja strategije upravljanja otpadom. Treba takođe napomenuti da se pouzdani podaci o utvrđivanju karakteristika otpada utvrđuju na osnovu višegodišnjeg ispitivanja po utvrđenoj metodologiji uz primenu određenih standarda.

U Srbiji do sada nije bilo ozbiljnih istraživanja vezanih za određivanje količine elektronskog otpada. Mora se reći, sasvim neopravdano, s obzirom na činjenicu da je proces



kompjuterizacije u Srbiji počeo pre više od 20 godina i da je uvezena velika količina novih i polovnih kompjutera. Imajući u vidu tu činjenicu, kao i da se prosečni radni vek računara sve više smanjuje, realno je izvesti pretpostavku da je količina elektronskog tj. računarskog otpada na teritoriji Srbije velika.

U nastavku će biti prikazan proračun potencijalne količine računarskog otpada u Srbiji prema navedenim metodama, isključujući Carnegi-Mellon metodu, za koju su potrebni podaci izvedeni na osnovu dugotrajnog istraživanja po pitanju ponašanja korisnika, a koje u Srbiji nikada nije sprovedeno. Proračun će biti sproveden na osnovu dostupnih podataka u periodu od pet godina, tačnije od 2003. do 2008. godine.

7.1. Vremenska postupna metoda

U Srbiji ima oko 7 478 820 stanovnika. Kada se ovaj broj podeli sa prosečnim brojem članova domaćinstva (3), dobija se da u Srbiji ukupno ima oko 2 492 940 domaćinstava. Odavde i preko određenih procenata zastupljenosti računara u domaćinstvima, mogla bi se odrediti količina računarskog otpada ($Q_{dom.}$).

Međutim, ono što predstavlja problem za ovaj način proračuna je to što ne postoje nikakvi podaci o broju računara van domaćinstava tj. u industrijskom sektoru.

Jedino što je poznato je pretpostavka da je u Srbiji na kraju 2005. godine bilo ukupno milion računara. Zato će se ovaj broj uzeti kao zbirna vrednost količine računara u domaćinstvima i u industriji, tj. ($Q_{dom.} + Q_{ind.}$).

Poznato je još i da u Srbiji trenutno postoji 500 000 računara koji su stariji od pet godina, odnosno ovaj broj predstavlja kompjutere koji su van upotrebe, a ovaj podatak je takođe potreban za proračun.

Podaci iz tabele 1. predstavljaju broj prodatih računara kako novih tako i polovnih na teritoriji Srbije u periodu od 2003. do 2008. godine.

Tabela 1. Broj prodatih računara na teritoriji Srbije

Godina	Novi računari	Polovni računari
2003.	150 000	300 000
2004.	182 000	255 000
2005.	140 000	210 000
2006.	148 000	165 000
2007.	368 000	120 000
Ukupno	988 000	1 050 000

Broj prodatih računara (P) u 2006. i 2007. godini jednak je broju 801 000, gde 516 000 čine novi računari, a 285 000 polovni. Ako je:

$$\begin{aligned} Q_{dom.} + Q_{ind.} &= 1\,000\,000, P = \\ &801\,000, i \\ O &= 500\,000, \text{ na osnovu formule:} \end{aligned}$$

$$P.O = Q_{dom.} + Q_{ind.} + P - O$$

Dobija se da će u Srbiji, na kraju 2008. godine biti **1 301 000 računara** koji će se smatrati elektronskim otpadom.



7.2. Metoda ponude tržišta

Iako je u opisu ove metode navedeno da ona baš i nije pogodna za dinamično tržište, za tržište kompjutera u Srbiji ne može se reći da je izrazito dinamično. Naime, sa prikazane tabele 1. može se videti da se do 2007. godine u Srbiji godišnje prodavalo oko 150 hiljada kompjutera. Razlog velikog skoka prodaje u 2007. godini, kada se svakog dana prodavalo oko 1000 kompjutera, jeste činjenica da je smanjen porez na računare sa 18% na 8%, pa je računar bio dostupniji većem broju građana.

Iz tabele 1. se još može videti da uvoz tj. prodaja polovnih računara opada, a od 2008. godine zabranjen je uvoz polovne tehničke robe i guma u Srbiju.

Prosečan radni vek računara se iz godine u godinu smanjuje. Dotrajali kompjuteri kao i oni koji ne mogu da podrže moćnije softvere zamenjuju se novim. To za posledicu ima generisanje velike količine računarskog otpada. Podsećanja radi, 1994. godine radni vek kompjutera bio je 6 godina, dok je 2002. godine smanjen na samo 2 godine. Za ovaj proračun usvojiće se da je prosečni radni vek novog kompjutera (d_n) 3 godine, a kako u Srbiju stižu polovni kompjuteri stari obično dve godine, to će se za prosečni vek polovnog kompjutera (d_p) uzeti 1 godina.

Kako je posmatrani period $t = 5$ godina i $d_n = 3$ godine, to je $P_n(t-d_n) = 332\ 000$ računara, a $P_p(t-d_p) = 930\ 000$ i na osnovu formule:

$$P.O = p_n(t-d_n) + p_p(t-d_p)$$

Dobija se da će potencijalna količina otpada u Srbiji na kraju 2008. godine iznositi **1 262 000 računara.**

7.3. Carnegi-Mellon metoda

Kao što je već pomenuto, ovu metodu je trenutno nemoguće sprovesti jer još nije praćeno ponašanje korisnika nakon završetka životnog veka njihovog računara.

U Srbiji su se tek od 2006. godine otvorile 3 firme koje se bave reciklažom elektronskog otpada, ali postavlja se pitanje koliko je stanovništvo upućeno u sve to i koliko je razvijena svest o zaštiti životne sredine. Raduje činjenica da se svest o mogućnosti upotrebe otpada polako menja.

Ipak, u Srbiji mnogi korisnici čuvaju svoje rashodovane računare u podrumima i garažama, a nije nemoguće videti kompjutere i na deponijama.

7.4. Aproksimativna metoda I

Kao što je već navedeno u Srbiji je na kraju 2005. godine bilo ukupno milion računara. Na ovaj broj se mora naravno dodati i broj prodatih računara u 2006. i 2007. godini kako bi se dobila ukupna količina računara u Srbiji za posmatrani period od pet godina. Ovde se usvaja da je prosečni radni vek računara (ili novog ili polovnog) $d = 2$ godine, i prema jednačini:

$$P.O = (Q_{dom.} + Q_{ind.})/d$$

Dobija se da potencijalni računarski otpad iznosi: **900 500 računara.**

7.5. Aproksimativna metoda II

Na kraju, dolazi se do najjednostavnije i možda najlogičnije metode za proračun potencijalne količine računarskog otpada. Kada se proizvod proda i nakon određenog vremena upotrebe sigurno je da će jednog dana postati otpad.

Iako je napomenuto da se posmatra period od pet godina, ovde to nije moguće, jer imajući u vidu prosečni životni vek računara od dve godine, ne može se reći da će računar koji je kupljen 2007.godine biti zastareo na kraju 2008.godine. Zato se ovde računa broj prodatih računara do 2007. godine, jer se smatra da će računar kupljen 2006. godine biti otpad na kraju 2008. godine.

Prema tabeli 1. i prosto jednačini:

$$P.O = P(t)$$

Dobija se da će potencijalni elektronski otpad na kraju 2008. godine iznositi: **1 550 000 računara.**

Potencijalna količina računarskog otpada u Srbiji



Slika 17. Grafički prikaz dobijene potencijalne količine računarskog otpada prema različitim metodama

Sa slike 17. se može videti da količina potencijalnog računarskog otpada varira od 900 hiljada do 1,5 miliona računara. Ovo odstupanje bi verovatno bilo manje kada bi u Srbiji postojale dostupne i precizne informacije o ukupnom broju računara. Samo sa kvalitetnom i detaljnom bazom podataka proračun potencijalne količine računarskog, i uopšte elektronskog otpada bi bio ako ne tačan, onda bar približan

Kao što je već rečeno, u Srbiji trenutno ima 500 hiljada računara koji su van upotrebe i oko 900 hiljada računara koji su stari do pet godina.

Ono što se sa sigurnošću može tvrditi je da će na kraju 2008. godine u Srbiji oko milion računara postati otpad. U prilog tome govori i činjenica da je samo u prva tri meseca ove godine u Srbiji prodato oko 100 hiljada računara, a procenjuje se da će na kraju godine taj broj dostići i 455 hiljada računara. Prodaja računara generiše stvaranje nove količine računarskog otpada.

Prikazane procene računarskog otpada u Srbiji dobijene su preko metoda koje su predložene od strane Evropske agencije za zaštitu životne sredine (European Environment Agency). Da računarskog otpada ima i više nego što je dobijeno prethodnim proračunima, govori i projekat „Razvoj sistema za reciklažu elektronske i elektrotehničke opreme“ finansiran od strane Ministarstva nauke i zaštite životne sredine Republike Srbije. Naime, u ovom projektu je vršen izbor reprezentativnog uzorka u svakoj od 194 opštine u Srbiji. Svi subjekti su razvrstani u tri grupe na preduzeća koja obavljaju neproizvodnu delatnost, preduzeća koja obavljaju proizvodnu delatnost i fizička lica različite stručne spreme. Nakon prikupljanja podataka (putem interneta, pošte, telefona i direktnim kontaktom) i statističkom obradom podataka došlo se do rezultata da u Srbiji trenutno ima 1,7 miliona računara koji predstavljaju latentni elektronski otpad.

ZAKLJUČAK

Zbog sve većih količina i štetnosti po zdravlje, otpad se smatra jednim od najznačajnijih ekoloških problema savremenog sveta. Čovek je, svojim aktivnostima, odlučujući činilac u menjanju okoline. Zagađenjem životne sredine i trošenjem prirodnih resursa čovek narušava prirodnu ravnotežu i ne shvata da time šteti sam sebi. Otpad je bumerang - kada je bačen vraća se kroz zagađenu vodu, vazduh i zemljište, a time se narušava i zdravlje ljudi. Zbog toga je bitno shvatiti problem otpada i načine njegovog tretiranja, tj. smanjenja, počev od samih proizvođača pa do krajnjih korisnika.

Upravo je smanjenje svih vrsta otpada zadatak povratne logistike. Povratna logistika se bavi problemom otpada kroz koncept integralnog upravljanja otpadom. Pojam integralnog upravljanja otpadom uključuje, između ostalog, integraciju svih tehnologija upravljanja otpadom u svrhu dostizanja optimalnog rešenja. Integralno upravljanje otpadom podrazumeva komplementarnu upotrebu različitih postupaka u cilju bezbednog i efektivnog rukovanja otpadom, od momenta sakupljanja, transporta, izdvajanja korisnih komponenti, reciklaže do konačnog odlaganja.

Upravo je reciklaža prioritet u hijerarhiji upravljanja otpadom. To je ekološki i ekonomski efikasna mera koja ima pozitivan efekat ne samo na životnu sredinu već i na društvo u celini.

Ovaj rad se upravo bavio reciklažom, kao jednom od opcija smanjivanja otpada. Ako se otpad tretira samo kao takav, on predstavlja samo trošak, a reciklaža otpada može doneti značajnu dobit.

Cilj ovog rada bio je da se ukaže na problem elektronskog otpada, kako u svetu, tako i u Srbiji, jer je to ekološki opasan otpad kome se mora od momenta prikupljanja do konačnog zbrinjavanja pristupiti na veoma ozbiljan način, sa ciljem što pravilnijeg korišćenja sekundarnih sirovina, kako bi se štetan uticaj na okolinu sveo na minimum.

Računar sa svim opasnim supstancama koje se nalaze u njemu predstavlja, ustvari, hemijsku bombu. Opasni učinci olova i žive na zdravlje su već dobro poznati. Naime, samo 1/70 male kašičice žive može zagađiti jezero površne 12 hektara u tolikoj meri da ribe u njemu postanu nejedive.

I pored ovih saznanja, neke razvijene zemlje, koje su ujedno i najveći proizvođači elektronskog otpada, ne poštuju Bazelsku konvenciju, kojom se ograničava slobodna trgovina ovom vrstom otpada, već ga izvoze u zemlje poput Kine, Indije, Pakistana.

Ipak, suprotno njima, postoje proizvođači elektronske opreme koji poštuju direktive Evropske unije RoHS (Restriction of Hazardous Substances) i WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment), kojima se ograničava upotreba određenih opasnih supstanci u električnim i elektronskim proizvodima i reguliše prikupljanje i reciklaža elektronskog otpada. Ovi svesni proizvođači, kompenzovanjem opasnih materija nekim drugim materijalima i recikliranjem svojih proizvoda na kraju njihovog radnog veka, stavljaju svoje proizvode na listu zelenih i poželjnih za kupovinu.

Upravo je reciklaža posao u kome svako dobija: proizvođači štede na sirovinama, potrošači dobijaju jeftiniju elektroniku, a i odbačeni kompjuteri više ne bi završavali na deponijama zagađujući okolinu. Primera radi, Japan reciklira 86% otpada, zemlje Evropske unije 60%, a Srbija reciklira tek nekih 10% otpada koji napravi.

Zbog svega toga, potreban je sistemski pristup tretmanu elektronskog otpada u Srbiji. Jedno od prvih pitanja u ovakvom pristupu je: Koliko toga ima? Zato je ovim radom pokušano da se kroz različite pristupe, tj. metode, dođe do količine računara u Srbiji koji se tretiraju kao otpad, i da se ukaže na to da je iz godine u godinu količina ovog otpada u Srbiji sve veća i da, ako se takav trend nastavi, kapaciteti samo tri fabrike za reciklažu elektronskog otpada (koliko ih trenutno ima u Srbiji) uskoro neće moći da apsorbuju novonastale količine.

Doduše, postoje ograničavajući faktori za prikupljanje elektronskog otpada, kao što su nerazvijena sakupljačka mreža, loši trenutni zakonski propisi o odlaganju otpada i problem ne primenjivanja takvih zakona.

Ono što je Srbiji potrebno jeste bolja informisanost stanovništva kako i zašto razdvajati otpad, i razviti svest kod građana o značaju reciklaže. Ipak, ne bi sve trebalo prepustiti svesti građana, već su potrebni i zakoni. Ono što je urađeno od strane države je donošenje Nacionalne strategije upravljanja otpadom 2003.godine, međutim, još uvek se čekaju zakoni koji će regulisati upravljanje pojedinačnim vrstama otpada. Zakonska regulativa je neophodna za dalja sistemska rešenja, uključujući i podizanje reciklažnih centara, čija su izgradnja i upravljanje u svetu prvenstveno bazirani na privatnoj inicijativi. Zato niko neće investirati u takva postrojenja, niti će ona biti profitabilna, ukoliko adekvatni zakoni kod kojih je glavna filozofija „zagađivač plaća“ ne budu naterali generatore otpada da sa njim postupaju na propisan način. Rok za donošenje ovih zakona je kraj 2008. godine, a da li će stvarno tako i biti ostaje da se vidi.

Da se ipak nešto radi i misli unapred po pitanju prevencije nastajanja otpada, govori i to da je od 19. aprila ove godine zabranjen uvoz polovne tehničke robe u koju se, naravno, ubraja i elektronska oprema. Cilj ove zabrane nije samo zaštita domaće privrede, već i zaštita zdravlja sadašnjih i budućih generacija. Ostaje nada da Srbija neće jednog dana postati skladište polovne elektronske opreme.

Dakle, rešenje po pitanju problema elektronskog otpada u Srbiji postoji. Kako po pitanju određivanja njegove količine, tako i po pitanju njegovog zbrinjavanja tj. reciklaže, jer su koristi od reciklaže višestruke. Pitanje je samo da li stvarno svi žele da voda, vazduh i zemljište budu čistiji?

LITERATURA

1. Vidović, M.,: Predavanja iz predmeta Logistika otpadnih materijala i povratnih sredstava, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2006

2. Dušan Regodić, Logistika, Univerzitet Singidunum, Beograd, 2010
3. Radenović, M., Živić, D., Zarić, J., : Seminarski rad : Reciklaža elektronskog otpada, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2007
4. Mihajlov, A. et al.,: „Englesko-srpski rečnik terminologije u oblasti upravljanja otpadom", OEBS, Beograd, 2004
5. Crowe, M. et al.,: „Waste from electrical and electronic equipment", European Environment Agency, Copenhagen, 2003
6. www.cqm.rs
7. www.pcpres.rs
8. www.sk.rs
9. www.omoljcanin.net
10. www.danas.rs
11. www.b92.net
12. www.mku.rs
13. www.reciklaza.rs
14. www.sekopak.com
15. www.it-recycling.biz
16. www.vjesnik.hr

