

PLATFORMA O OCENI KONCEPCIJA PRIKUPLJANJA RAČUNARA NA KRAJU ŽIVOTNOG VEKA

Jelena Milojković, Stojan Stojilković,
Elektronski fakultet u Nišu

Sadržaj – Recikliranje materijala i komponenti, koji ulaze u sastav nefunkcionalnih ili zastarelih jedinica u računaru, predstavlja najbezbedniju i najjeftiniju strategiju rešavanja problema odlaganja računara. Jer, prikupljanje računara na kraju životnog veka, kao i otklanjanje i/ili smanjenje štetnih komponenti, pomaže da se očuvaju sirovine, smanji štetan uticaj na okolinu i zaštiti zdravlje radnika koji rade na tim poslovima. A istovremeno se i značajno umanjuju veliki troškovi skladištenja i odlaganja štetnog otpada u za to predviđenim objektima. U ovom radu je data paralela onoga šta se radi u svetu po pitanju odlaganja zastarelih računara, ko je odgovoran za sprovođenje odgovarajuće koncepcije, koliko to košta i onoga šta se u našoj zemlji uradilo u tom pravcu.

1. UVOD

Odbačeni računari predstavljaju veoma rizičan otpad, po prirodnu okolinu i ljudsko zdravlje, kad se izbace na deponiju ili se nepravilno recikliraju. Katodne cevi u monitorima, i drugi video uređaji sadrže značajnu količinu olova i ostalih teških metala. Evropska Unija (EU) i njene članice izražavaju stalnu zabrinutost povodom odlaganja čvrstog otpada čije količine prevazilaze prostor predviđen za odlagališta.

Evropska Komisija je usvojila 1999-e godine direktivu koja će se primenjivati od 2015. godine. Ona ograničava količinu otpada iz domaćinstava koji se odlaze, na samo 35% od količine, odlagane u 1995-oj godini [1]. Ova pravila treba da pospeše postupke odlaganja koji smanjuju masu i zapreminu otpada. Da bi se sagledala ozbiljnost problema navedeni su najvažniji podaci vezani za ovu oblast.

Svaki računar sa monitorom, na primer, sadrži u proseku 1–2 kg olova (20% ukupne težine stakla monitora odlazi na olovo). Otuda, po podacima za SAD, od 315 miliona računara, koji su dostigli kraj životnog veka u periodu od 1997. do 2004. godine, izdvojilo bi se više od 540 miliona kilograma olova [2]. Ako se takve komponente bace na deponiju, olovo zagađuje prirodu, ostavljajući sadašnjim i budućim generacijama zastrašujuće nasleđe. Oko 40 % olova koje je pronađeno u zemljištu, potiče od električnih uređaja. Čak 70% teških metala (uključujući živu i kadmijum), pronađenih u zemlji, potiče od odbačene elektronske opreme. Tabela 1 sadrži pregled materijala koji sačinjavaju današnji prosečni računar.

Efikasno sakupljanje računara, recikliranje, ponovna upotreba materijala i uklanjanje štetnih hemikalija omogućuje da se oslobodimo istih. Očuvamo zemljište i vode, kao i vazduh, i sprečiti ugrožavanje životinja i ljudi sada i u budućnosti. Još uvek, na kraju životnog veka, računari pre odlaze na otpad nego u preradu.

2. PRIKUPLJANJE RAČUNARA

Prvi, najvažniji korak, koji vodi ka početku definisanja, a samim tim i odgovarajućem rešavanju ovog problema, jeste prihvatanje državnih organa da su elektronski otpad i zastareli računari štetni po životnu okolonu. A, kao takvi, da se ne odlažu na mesta koja za to nisu predviđena.

2.1 Ko treba da se bavi problemom

Evropska Zajednica (EZ) smatra da je *elektronska industrija* odgovorna za pružanje pomoći u rešavanju ovog pitanja, na nekoliko nivoa. Osnovano, EZ zahteva da industrija pronađe bolje, manje toksične, načine da se proizvede njihova oprema i tako smanji budući rizik za sredinu. A to bi potpunu finansijsku odgovornost svalilo na proizvođače. Jer bi oni trebalo da uspostave sisteme sakupljanja, recikliranja i odlaganja koji će sadržati efikasne i izvodljive ciljeve recikliranja. Cena koštanja, po ovom zakonu, povećala bi trošak samo za dodatnih 1 do 3% [3] od maloprodajnih cena električnih i elektronskih proizvoda, ako se oni bace na otpad.

2.2 Koliko to košta

Računari, televizori i drugi elektronski otpad (E-otpad) sadrže vredne materijale i komponente koje je tehnički moguće reciklirati. Ali, kao veliki problem javlja se nedostatak sredstava za prikupljanje (veliki su troškovi prikupljanja), infrastrukturu recikliranja (koja se tek pojavila), rukovanja i obrađivanja materijala.

Procenjeni trošak recikliranja računara se kreće od 10\$ do 60\$ po jedinici. On je manji od procenjenog za odlaganje otpadnog materijala koji se kreće od 25\$ do 50\$ po jedinici proizvoda, a ipak neko mora da plati te troškove. I, kao što znamo iz iskustva, vezana za rešavanja drugih pitanja štetnog otpada, troškovi čišćenja toksične kontaminacije zbog loše obrade E-otpada će naravno biti mnogo veći. A podaci, zasnovani na sveobuhvatnim procenama najboljih slučajeva ukazuju da će minimalni troškovi recikliranja i adekvatnog odlaganja E-otpada u SAD-u dostići negde oko 10.8\$ milijardi dolara između 2006. i 2015. godine [2]. Ako troškovi recikliranja pređu najnižu procenu najboljih slučajeva od 10\$, ukupna cena, po je dinici proizvoda, će se takođe povećati. Jasno je da potrošači i lokalne vlade nemaju ni tehničke mogućnosti ni finansijske izvore da se sami pozabave ovim problemom.

Jedan od boljih pristupa za proizvođače je da se troškovi adekvatnog postupanja sa otpadom uračunaju u cenu elektronskih proizvoda u vreme kupovine. Ali, zahtev da potrošači plaćaju troškove recikliranja i/ili odlaganja pokazao se kao kratkovidan i neefikasan. Oslanjanje na krajnju naplatu odlaganja otpada (sistem naplate koji se trenutno pri-

menjuje za upotrebljene gume u mnogim državama SAD-a) umanjuje sredstva za adekvatno recikliranje i ohrabruje "aljkavo" recikliranje. Često se onda kao krajnji rezultat javlja neadekvatno i nelegalno odlaganje otpada, nakon čega je neophodno izvršiti čišćenje što stvara dodatne troškove.

2.3 Produžena odgovornost proizvođača u evropskoj zajednici

Jedan od najbržih tokova rasta otpada u industrijalizovanom svetu, je otpad u vidu zastarele elektronske opreme, zbog rastuće prodaje i brzog zastarevanja ovih proizvoda. Elektronska oprema je takođe jedan od najpoznatijih izvora teških metala (na primer, olova, Sl.1) i organskih zagađivača na mestima za odlaganje otpada. Kampanja povlačenja računara podržava vodeći princip **produžene odgovornosti proizvođača** (Extended Producer Responsibility (EPR)) za elektronski otpad nakon korišćenja od strane potrošača. Cilj EPR-a je da proizvođači i distributeri budu odgovorni za svoje proizvode kada oni budu na kraju životnog veka.

Parlament Evropske Zajednice je uvideo veličinu i urgentnost problema E-otpada, i nedavno je odobrio dve direktive koje se tiču ovog bitnog pitanja. Dva njena glavna dela su:

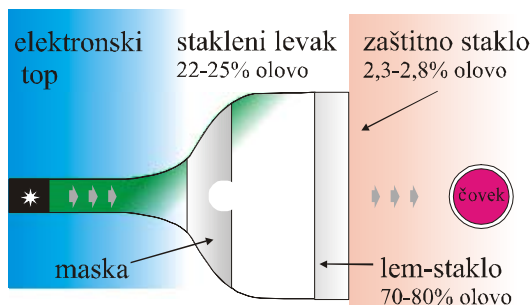
1) WEEE Direktiva: "Waste from Electrical and Electronic Equipment" ("Otpad iz električne i elektronske opreme") i

2) ROHS Direktiva: "A Directive on the Restrictions on the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronics Equipment" ("Direktiva kojom se ograničava upotreba određenih štetnih supstanci u električnim i elektronskim opremama").

Ove direktive pokazuju da Evropska Zajednica shvata koliki su troškovi čišćenja već postojećeg otpada, ali i praviljenja tekućeg programa E-otpada.

WEEE Direktiva zahteva od proizvođača da obezbede sisteme rešavanja E-otpada. Ciljevi direktive su:

- Srpečiti E-otpad
- Pospešiti ponovnu upotrebu, recikliranje i druge oblike odlaganja kako bi se smanjio E-otpad
- Poboljšati učinak na okolinu svih ekonomskih operatera koji su uključeni u vek trajanja električne i elektronske opreme.



Sl.1. Sadržaj olova u tipičnom računaru ili TV monitoru

Direktiva zahteva da se identifikuju različite komponente i materijali, u okviru tih komponenti, i naznači da se radi o E-otpadu.

ROHS sprovođi dalju prevenciju, izbacivanjem upotrebe štetnih supstanci u proizvodnji električne i elektronske

opreme do 2006. godine. Olovo je glavna meta ovog zakona zbog štetnog uticaja na ljudsko zdravlje i okolinu.

3. KAMPANJA PRIKUPLJANJA RAČUNARA

Konačni ciljevi ove kampanje su: sprečavanje zagađenja i izbegavanje otpada preko hijerarhijskog delovanja, uključujući smanjenje korišćenja sirovina iz prirode, recikliranje kao i ponovnu upotrebu recikliranih materijala i komponenti.

Trenutno, troškove sakupljanja i recikliranja odbačenih elektronskih komponenti – uključujući i sakupljanje štetnih otpada iz domaćinstava i čišćenje mesta gde se nalaze štetni otpadi – u SAD snose organi vlade. Oni se finansiraju od poreza, pre svega, na lokalnom nivou. Podrška se pruža proizvođačima i distributerima, koji preuzimaju odgovornost za ove troškove, tako što ih uključuju u cenu proizvoda. Ona predstavlja pomoć proizvođačima elektronskih proizvoda, smanjuje troškove projektovanjem onih proizvoda koji su čisti, bezbedni, trajni, ponovno upotrebljivi, popravljivi, koji se mogu poboljšati i lako rastaviti i reciklirati. A kompanije koje brzo sprovode inovacije imaju, pri tom, i značajnu prednost u odnosu na kompanije koje zaostaju. Otuda, mnoge kompanije u zemljama Evrope i Azije već uveliko primenjuju EPR programe kao odgovor javnom pritisku i regulativama koje postavlja vlada. Da bi se dostigla vizija EPR za proizvođače elektronske opreme, usvojena je sledeća platforma:

3.1 Vraćanje računara proizvođaču

Proizvođači i distributeri elektronske opreme moraju preuzeti finansijsku odgovornost i pokazati spremnost da preuzmu svoje proizvode u toku celokupnog životnog veka, a posebno za ona nakon kraja radnog veka. Ova odgovornost obavezno uključuje:

- Smanjenu upotrebu štetnih materijala u proizvodnji;
- Sakupljanje, razdvajanje, ponovnu upotrebu i recikliranje odbačene kompjuterske opreme do najvišeg praktičnog stepena; i
- Pridržavanje zahtevima za izvršenje recikliranja na način koji odgovara sredini.

Razvoj infrastrukture

- EPR će ubrzati razvoj efikasne, održive i, za okolinu, pogodne infrastrukture za sakupljanje, ponovnu upotrebu, ponovnu proizvodnju i recikliranje elektronske opreme.

Obustavljanje izvoza štetnih sastojaka

- Država bi trebalo da zabrani izvoz štetnih materijala iz odbačenih elektronskih otpadnih oprema.

Ponovno investiranje zajednice

- Infrastruktura recikliranja, razvijena preko sistema "povraćaja" elektronskih proizvoda, trebalo bi da podrži lokalni ekonomski razvoj u domaćoj ponovnoj upotrebi, ponovnoj proizvodnji i sistemima recikliranja.

Uključivanje troškova

- EPR uključuje troškove delovanja na kraju životnog veka u okviru cene elektronske opreme. A, pri tom, teret se pomera sa konačnog potrošača na industriju, pa oni koji imaju efikasne programe povraćaja i recikliranja računara nisu na gubitku.

Tabela 1. Sastav tipičnog računara [1]

Naziv	Sadržaj (u % totalne težine)	Težina materijala u računaru (kg)	Efikasnost recikliranja (trenutna reciklabilnost)	Upotrebljenost/ Lokacija u računaru
Aluminijum	14.1723	3.85	80%	Sastavni delovi, provodnici /kućište, katodna cev (CRT), štampane ploče (PWB), konektori
Antimon	0.0094	<0.05	0%	Diode/kućište, CRT, PWB
Arsen	0.0013	<0.05	0%	Agens za dopiranje u tranzistorima/ PWB
Barijum	0.0315	<0.05	0%	U vakuum cevima/CRT
Berilijum	0.0157	<0.05	0%	Termički provodnici/PWB, konektori
Bizmut	0.0063	<0.05	0%	Sredstva za olakšavanje kvašenja u debeloslojnoj tehnologiji/PWB
Kadmijum	0.0094	<0.05	0%	Za baterije, kao emitor fosfora/ kućište, PWB, CRT
Hrom	0.0063	<0.05	0%	Dekoratívni delovi, učvršćivač/kućište
Kobalt	0.0157	<0.05	85%	Strukturni delovi, magnetne osobine/kućište, CRT, PWB
Bakar	6.9287	1.90	90%	Provodnost/CRT, PWB, konektori
Evropijum	0.0002	<0.05	0%	Aktivator zelenog fosfora/PWB
Galijum	0.0013	<0.05	0%	Poluprovodnik/PWB
Germanijum	0.0016	<0.05	0%	Poluprovodnik/PWB
Zlato	0.0016	<0.05	99%	Za povezivanje,provodnost/PWB, konektori
Indijum	0.0016	<0.05	60%	Tranzistori, ispravljači/PWB
Gvožđe	20.4712	5.57	80%	Strukturni delovi, magnetne osobine/kućište, CRT, PWB
Olovo	6.2988	1.72	5%	Metalni spoj, zaštita od zračenja/CRT, PWB
Živa	0.0022	<0.05	0%	U baterijama, prekidači/kućište, PWB
Mangan	0.0315	<0.05	0%	Strukturni delovi, magnetne osobine/kućište, CRT, PWB
Nikal	0.8503	0.23	80%	Strukturni delovi, magnetne osobine/kućište, CRT, PWB
Niobijum	0.0002	<0.05	0%	Omogućava zavarivanje/kućište
Paladijum	0.0003	<0.05	95%	Za povezivanje, provodnost/PWB, konektori
Plastika	22.9907	6.25	20%	Uključuje organske materije, sve okside osim silicijuma
Platina	0		95%	Provodnici za debeloslojne tehnologije/PWB
Rodijum	0		50%	Provodnici za debeloslojne tehnologije/PWB
Rutenijum	0.0016	<0.05	80%	Otporna kola/PWB
Selen	0.0016	0.00043	70%	Ispravljači/PWB
Silicijum	24.8803	6.79	0%	Staklo, Poluprovodničke komponente /CRT, PWB
Srebro	0.0189	<0.05	98%	Provodnost/PWB, konektori
Tantal	0.0157	<0.05	0%	Kondenzatori/PWB, izvori napajanja
Terbijum	0	0	0%	Aktivator zelenog fosfora, agens za dopiranje/CRT, PWB
Kalaj	1.0078	0.27	70%	Metalni spoj/CRT, PWB
Titanijum	0.0157	<0.05	0%	Dodatak za boju, agens za legiranje/kućište
Vanadijum	0.0002	<0.05	0%	Emiter crvenog fosfora/CRT
Itrijum	0.0002	<0.05	0%	Emiter crvenog fosfora/CRT
Cink	2.2046	0.7	60%	Za baterije, emiter fosfora/CRT, PWB

Uključivanje troškova

- EPR uključuje troškove delovanja na kraju životnog veka u okviru cene elektronske opreme pri čemu se teret

pomera sa konačnog potrošača na industriju, tako da oni koji imaju efikasne programe povraćaja i recikliranja računara nisu na gubitku.

Ciljevi recikliranja

- Elektronska industrija treba da odgovori ciljevima recikliranja i primeni metode praćenja i reklamiranja uspeha.

3.2 Čista proizvodnja

Usvojiti princip predostrožnosti

- Tamo gde postoji opasnost po zdravlje i okolinu, mere predostrožnosti podrazumevaju preventivno delovanje čak i pre nego što se naučno dokaže da ima štetnog dejstva. *Država* treba da razvije i primeni stroge protokole za testiranje hemikalija i smesa pre nego što se uvedu na tržište.

Izbacivanje opasnih materijala

- Proizvođači elektronske opreme i računara bi trebalo da obustave upotrebu hemikalija koje su štetne za zdravlje ili okolinu (uključujući olovo, živu, kadmijum, inhibitore bromiranog plamena, hlorovane solvente i druge opasne materijale).

Adekvatno rukovanje opasnim materijalima

- Obaveza proizvođača elektronskih proizvoda je da zaštite radnike, javnost i okolinu od opasnih materijala dok ne budu razvijene i korišćene bezbednije zamene.

Održivo projektovanje

- Proizvođači elektronskih proizvoda bi trebalo da razviju i koriste sigurnije i manje toksične materijale;
- Potrebno je projektovati proizvode na takav način, da se proizvod može poboljšati ili pak rastaviti na reciklabilne delove; izbegavati pravljenje "odlažućih" proizvoda; i
- Smanjiti uzimanje neobnovljivih sirovina iz prirode prilikom projektovanja i izrade proizvoda.

Recikliranje u zatvorenom krugu

- Industrija elektronske i računarske opreme treba da osmisli proizvode koji se mogu lako popraviti i dograditi kako bi se produžio njihov vek trajanja;
- Ugrađivanje reciklirajućeg sadržaja i ponovo proizvedenih komponenti u nove proizvode; i
- Razvijanje primene zatvorenih ciklusa materijala.

Nulti otpad

- Cilj je da se zabrani odlaganje odbačene elektronske opreme u poljima ili u pećima za spaljivanje otpada i da se zaustavi loša praksa recikliranja koje šteti okolini.

4. TRENUTNO STANJE U NAŠOJ ZEMLJI

Enormni uvoz elektronskog i električnog otpada (veoma često i u formi polovne robe namenjene daljoj prodaji), koji je uočen tokom godinu dana izdavanja dozvola, inicirao je da se **uvede zabrana uvoza one vrste otpada** za koje nema reciklažnih kapaciteta u našoj zemlji. Zabrana je stupila na snagu 19. aprila. 2004. godine [4]. Ovo je, za sada, jedini način da se smanji E-otpada, jer mi nemamo uslova da se pridržavamo EPR-a. Još uvek se naš "proizvođač", na našem tržištu, identifikuje kao trgovac koji uvozi računare i isporučuje krajnjem potrošaču. Odgovornost za prodati proizvod se automatski prenosi na državu koja još uvek nema adekvatnu infrastrukturu koja bi se bavila tim problemom.

Trenutno, državni organi [4], planiraju sledeće aktivnosti:

- 1) Donošenje akcionog plana za upravljanje otpadom u saglasnosti sa principima EU;
- 2) Sprečavanje stvaranja otpada, posebno implementacijom čistih proizvodnji, smanjenjem opasnih osobina otpada i uvođenjem standarda EU za sadržaj opasnih supstanci (npr. teških metala) u proizvodima, podsticanjem reciklaže, uvođenjem sistema snimanja stanja životne sredine i procena životnog veka proizvoda;
- 3) Uspostavljanje celovitog sistema za upravljanje otpadom od nastajanja do odlaganja;
- 4) Uspostavljanje informacionog sistema o otpadu;
- 5) Razvoj i sprovođenje implementacije ekonomskih instrumenata (plaćanja, takse, subvencije itd) za sprečavanje stvaranja otpada i stimulisanje vraćanja recikliranog otpada u proizvodni proces.

5. ZAKLJUČAK

Analiziran je računar na kraju životnog veka sa stanovišta zagađenja prirodne okoline i ukazano je na postojeće koncepte rukovanja računarima na kraju životnog veka u svetu. Naglašen je značaj održivog projektovanja. Jednovremeno je istaknut i problem odgovornosti, koji je kod nas specifičan, jer se kod nas računari ne proizvode, već samo uvoze.

LITERATURA

- [1] M. Pennock, "Creating an electronics equipment takeback program in light of current European Union directives and possible U. S. legislation", A Research Paper submitted in partial fulfillment of the requirements for the MSc, University of Wisconsin-Stout, May, 2003.
- [2] Silicon Valley Toxics Coalition, videti stranicu na sajtu: <http://www.svtc.org/>
- [3] Eco-design subgroup, "Environmentally improved product design case studies of the European electrical and electronics industry", ECOLIFE Thematic Network, July, 2002
- [4] Nacionalna strategija upravljanja otpadom sa programom približavanja EU, videti stranicu na sajtu: <http://www.ekoserb.sr.gov.yu/dokumenti/index.php>

Abstract – The end-of-life management of the computer is considered. The impact to the environment together with methods of take-back are considered. Comparison is given of what happens in the state in Europe and what is the situation in our country. These considerations are expected to be similarly applicable to other electronic products. Based on these and other research we intend to propose a computer take-back scheme for our country.

A PLATFORM FOR EVALUATION OF CONCEPTS OF TAKE-BACK OF COMPUTER

Jelena Milojković and Stojan Stojilković