



PONOVNA UPOTREBA ELEKTRONSKIH PROIZVODA I PROJEKTOVANJE ZA PONOVNU UPOTREBU

Jelena Milojković, Vančo Litovski
Elektronski Fakultet Niš,

Abstract: *U ovom radu će, najpre, biti razmotreni mogući pozitivni efekti ponovne upotrebe elektronskih proizvoda koji su po nekom kriterijumu došli na kraj životnog veka. Zatim će biti ustanovljene osnovne prepreke sa kojim se suočavaju koncepti ponovne upotrebe. Pažnja će biti posvećena i konceptima sakupljanja elektronskih proizvoda na kraju životnog veka. Tehnologijama reproizvodnje koje omogućavaju ponovnu upotrebu biće posvećena naročita pažnja i biće prikazan primer mogućeg pogona za reproizvodnju. Najzad, biće razmotreni koncepti održivog projektovanja pri čemu će biti obuhvaćeni i koncepti projektovanja za produženje životnog veka kao i projektovanja olakšanja operacija koje se koriste u reproizvodnji kao što su rastavljanje, osvežavanje i sl.*

Ključne reči: *Ponovna upotreba, reproizvodnja, održivo projektovanje*

1. UVOD

Tokom poslednjih nekoliko dekada rasla je svest o ugroženosti prirodne okoline. Tako je još 1987 god. World Commission on Environment and Development (WCED) postavila koncept održivog razvoja kao "razvoj koji ide u susret potrebama sadašnjih generacija, a da ne ugrožava sposobnost budućih generacija da zadovolje svoje potrebe". Pri tome, sa eksponencijalnim razvojem elektronike i ICT tehnologija kao i sa opštim porastom broja stanovništva i standarda istog, elektronika i elektronski uređaji na kraju životnog veka postali su jedna od ozbiljnih briga [1], [2], [3].

Prema podacima Američkog saveta za bezbednost za period 1992-2007 broj zastarelih računara se ekstremno povećava i iznosi oko 500 miliona. To je, u stvari, oko 9 milijardi kilograma računara ili 7,5 miliona tona potencijalnog otpada koji proizvede industrija i stanovništvo u Americi. Prema našoj studiji [4] očekivani broj zastarelih računara u 2008 god. u Srbiji biće preko pola miliona. Količina, po sebi, nije najveći problem. Elektronski proizvodi sadrže značajan postotak opasnih materija koje mogu da ugroze okolinu ako se deponuju na neodgovarajući način. Ustanovljeno je da, mada elektronski otpad čini samo 1% - 3% deponovanog otpada, on donosi između 50% i 70% teških metala na deponiju.

Jedan od načina smanjenja količine elektronskog otpada jeste primena koncepta ponovne upotrebe [5], [6].

Ponovna upotreba, međutim, doprinosi i drugim aspektima kraja životnog veka proizvoda. Naime, poredeći troškove ponovne proizvodnje i proizvodnje novog uređaja, često, dolazimo do zaključka da se ponovna proizvodnja isplati. Pored toga, troškovi koji se odnose na energiju potrebnu za proizvodnju novog uređaja i pripremu ponovne upotrebe starog, mogu da budu drastično različiti. S druge strane postoji niz razloga zbog kojih ponovna proizvodnja može biti neprihvatljiva. Svi ovi aspekti biće razmotreni u naredna tri odeljka ovog rada. Zatim će biti dati kriterijumi za projektovanje za ponovnu proizvodnju što se odnosi i na fazu projektovanja novog uređaja kao i na tehnologiju reproizvodnje.

2. DEFINICIJE

Radi sagledavanja kompletnog životnog toka jednog uređaja, a da se pri tome vodi računa i o ponovnoj upotrebi na Sl. 1 su raščlanjene aktivnosti vezane za jedan proizvod. Kao što se vidi postoji četiri nivoa ponovne upotrebe. Najpre, posle prestanka rada uređaja pristupa se održavanju (popravci) na mestu upotrebe. U ovoj situaciji korisnik ne otuđuje opremu. Kada se međutim korisnik iz nekih svojih razloga (najčešće nekompatibilnost sa novom tehnologijom rada ali i neispravnost uređaja) odrekne proizvoda, on ga dostavlja centru za sakupljanje odakle se proizvod prosleđuje ili na osvežavanje, dakle, ponovnu upotrebu celog proizvoda ili na reciklažu. Osveženi proizvod se stavlja na tržište, i preko prodavca, obično, nalazi novog korisnika.

Ukoliko se pritupi reciklaži, u prvom koraku, izdvajaju se podsklopovi, odnosno komponente koje se kao takve osvežavaju i ponovno ugrađuju u uređaje koji sada opet idu na tržište. Deo rastavljenog uređaja koji nije već vraćen u proizvodnju ima status materijala (plastika, metali i sl.) i kao takav bude upotrebljen za proizvodnju. Pri tome, komponente i materijali, koji su dobijeni posle rastavljanja odnosno recikliranja mogu ali ne moraju da budu upotrebljeni za proizvodnju izvornog uređaja.

Imajući u vidu da je ponovna upotreba najmanje zakonski regulisana, njeno stvarno značenje zaslužuje da dobije definiciju koja će na najbolji način da je prikaže. Da bi došli do takve definicije najpre ćemo razmotriti evropska iskustva [7].

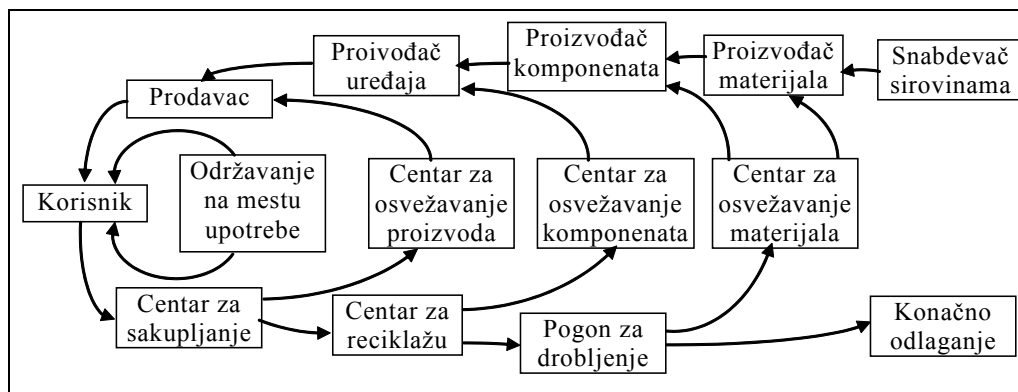
Zavisno od vrste otpada u različitim evropskim direk-

tivama pojam "ponovna upotreba" se definiše na različite načine.

Tako, u Direktivi 2000/53/EC o kraju životnog veka vozila, kaže se: "Ponovna upotreba" označava bilo koju radnju koja omogućava da se komponente vozila koriste za istu namenu za koju su primarno bile namenjene.

S druge strane, u Direktivi 94/62/EC o pakovanju i

otpadu od pakovanja stoji, "ponovna upotreba" treba da označava svaku radnju pomoću koje pakovanje (koje je bilo zamišljeno i projektovano da radi zadovoljavajuće sa minimalnim brojem prenosa i rotacija) se ponovo koristi za istu namenu za koju je bilo zamišljeno, uz ili bez podrške drugih postojećih proizvoda na tržištu.



Sl. 1. Životni vek proizvoda i nivoi prerade za ponovnu upotrebu

U Directive 2002/ ... /EC of the European Parliament and of the Council of ... on Waste Electrical and Electronic Equipment, Common Position (EC) No 20/2002, Art. 3(d) stoji: "Ponovna upotreba" znači svaku operaciju koja WEEE koristi za istu namenu za koju je zamišljen uključujući produženu upotrebu WEEE kao kompletan uređaj ili kao komponenta koja je vraćena centrima za sakupljanje, distributerima, reciklerima ili proizvođačima.

U OECD/Eurostat Joint Questionnaire on waste stoji "Ponovna upotreba" treba da znači da je to svaka operacija koja proizvod ili njegove komponente sa kraja životnog veka koristi za istu svrhu za koju su bile zamišljene.

Mi ćemo ovde prihvatiti definiciju OECDa za ponovnu upotrebu s obzirom da je pravljenje razlike da li je uređaj korišćen kao celina ili su korišćene njegove komponente ili čak subkomponente, je veoma teško u svakidašnjem životu.

U upotrebi su i neku drugi termini. Tako se pod "modifikovanom upotrebom" u VDI 2243 podrazumeva ponovna upotreba proizvoda ali za drugu namenu, neku koja nije bila planirana pri prvoj upotrebi. Ovakva ponovna upotreba mogla je biti zamišljena prilikom prvog projektovanja uređaja.

Reproizvodnja ili Remanufactura, saglasno VDI 2243, znači tretman za ponovnu upotrebu, a obavlja se obično u proizvodnim pogonima. Remanufactura je industrijski proces u kome su proizvodi koji se smatraju nekom vrstom jezgra vraćaju u upotrebljivo stanje. Tokom ovog procesa jezgra prolaze kroz niz koraka prerade: provera, rastavljanje, zamena delova, čišćenje, ponovno sastavljanje i testiranje, kako bi se dokazalo da se zadovoljavaju postavljene standardi.

Saglasno DIN 31051, **popravka** znači preduzimanje mera za ponovno uspostavljanje postavljenih zahteva tehničke komponente ili sistema, odnosno svaka operacija pomoću koje se omogućava da neispravni uređaj ili sistem bude vraćen osnovnoj upotrebi.

U okviru prve petlje koja je razmotrena na Sl. 1 moguća aktivnost je i **osavremenjavanje**. "Osavreme-

njavanje" znači unapređenje performansi uređaja u odnosu na performanse originalnog proizvoda.

Ponovna prodaja odnosno marketiranje može proizvod da posmatra na dva načina:

- da pokuša da ga smesti na tržište kao originalan proizvod odnosno sa osnovnim funkcijama i sa osnovnim marketinškim karakteristikama ili
- da preuzme aktivnosti kako bi se proizvod prikazao kao unapređen odnosno sa novim marketinškim karakteristikama.

3. MOTIVACIJA

Ponovnom upotrebom se pre svega produžava životni vek proizvoda. Ovaj koncept naročito postaje važan posle uvođenja principa "produžene odgovornosti proizvođača" s obzirom da reafirmiše projektovanje kao aktivnost od suštinskog značaja za ceo životni vek proizvoda pa i njegov kraj. Stvaraju se, naime, uslovi za promenu filozofije projektovanja imajući u vidu da je projektant odgovoran ne samo za performanse istog i njegovu interakciju sa okolinom tokom životnog veka, već i za kraj životnog veka.

Naravno, produženje životnog veka po sebi znači smanjenje otpada čime se postiže jedan od osnovnih ciljeva održivog projektovanja – sprečavanje nastajanja otpada.

Jedan drugi aspekt vezan za značaj ponovne upotrebe odnosi se na potrošnju energije. Saglasno direktivi "The Energy Using Products" Evropske Komisije ako se održivo projektovanje električnih uređaja sprovede tako da pored stimulacije energijske efikasnosti proizvoda bude stimulirana i efikasna popravka, ponovna upotreba i reciklaža onda

- u mnogim slučajevima biće potrebno manje energije za ponovnu upotrebu u odnosu na proizvodnju novog proizvoda,
- redukcija potrošnje energije praćena je redukcijom emisije gasova staklene bašte pa samim tim ponovna upotreba može da se posmatra i u kontekstu zagađenja vazduha,

- c) neće biti potrebno korišćenje skoro nikakvih novih materijala za ponovnu upotrebu u odnosu na proizvodnju novog uređaja,
- d) produženje životnog veka proizvoda omogućava da se energija i materijali koji su potrebni za proizvodnju računaju na duži period čime se snižava cena eksploatacije proizvoda,
- e) redukuje se konačna količina otpada i zagađenje izazvano spaljivanjem ostataka.

Prema jednoj studiji, zahvaljujući ponovnoj upotrebi 1045 tona računara uštedeno je oko 300 MWh energije. Pored uštede energije, ne treba zaboraviti izbegnutu emisiju CO₂ pri proizvodnji energije [8].

Jedna od privilegija koje proizvođač stiče kada preuzima svoje proizvode radi prerade na kraju životnog veka jeste obezbeđenje rezervnih delova za proizvode koji se proizvode u malim serijama ili koji polako prestaju da se proizvode.

4. PREPREKE

Postoji veliki broj barijera za primenu koncepta ponovne upotrebe. Među najvažnijima su:

- a) brzi razvoj tehnologija, brza promena mode i zahteva u pogledu funkcionalnosti proizvoda,
- b) nemogućnost dovođenja starog proizvoda na moderni nivo zbog nedostatka predprojektovanih svojstava,
- c) cena popravke neispravnih proizvoda koja može da prevaziđe cenu novog modernog proizvoda,
- d) reluktantnost vezana za kratkoću životnog veka novog proizvoda koji živi kraće od starog,
- e) nedostatak marketinških alata i organizacije za promociju upotrebljivanih proizvoda.

Naravno, za ponovnu upotrebu treba da se suočimo još i sa potrebom da se obezbedi:

- a) Garantni rok
- b) Sortiranje
- c) Efikasno rastavljanje prilikom popravke
- d) Kompatibilnost sa novim tehnologijama kada se radi o osvežavanju.

Poseban aspekt jeste oporezivanje. [9] Naime, sistem oporezivanja uglavnom diskriminira ponovnu upotrebu, računara na primer, i tako onemogućava produženje životnog veka proizvoda. Po našem mišljenju, od velike je važnosti smanjiti PDV na proizvode koji ulaze u ponovnu upotrebu. Posebno je pitanje ponovne upotrebe, koja se uspostavlja donacijom i izbegavanja poreza na poklon, što bi takođe podstaklo produženje životnog veka ICT opreme. Jedan od procesa sakupljanja koji je počeo kod nas i koji omogućava delimično smanjenje PDV-a, jeste zamena mobilnih telefona po principu staro za novo. Ovaj koncept vodi ka postepenom uvođenju odgovornosti proizvođača (uvoznika) i kod nas.

Neki proizvođači ne žele da privode svoje stare proizvode ponovnoj upotrebi iz razloga što na taj način stvaraju konkurenciju svojim novim proizvodima. Time destimulišu svoj razvoj i otežavaju povraćaj investicije u istraživanje.

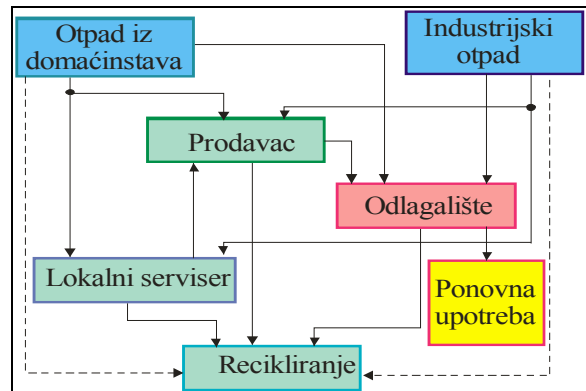
Posebni problemi nastaju u velikim kompanijama gde različite službe koje su u osnovi nadležne za održivo projektovanje, ne ostvaruju potpunu saradnju.

5. POSTUPCI SAKUPLJANJA I PRERADE ZA PONOVNUPOTREBU

Sakupljanje proizvoda na kraju životnog veka postaje od ključne važnosti za primenu koncepta ponovne upotrebe. Sem u slučajevima kada se proizvodi koriste preko lizinga, uvek nastaje potreba da se korisnik odluči kada je njegov uređaj dostigao kraj životnog veka i da pristupi otuđivanju odnosno omogućiti sakupljanje.

Postoje različiti modeli sakupljanja elektronskog otpada [10] i ovde ćemo ukratko opisati samo jedan [11]. Na Sl. 2 prikazan je jedan način organizacije sakupljanja i prerade elektronskog otpada. Mi smatramo da je prikazani koncept optimalan zbog toga što je graf kretanja materijala, mada razgranat, acikličan. Na taj način on obezbeđuje linearno praćenje kretanja materijala. U isto vreme on uspostavlja hijerarhiju odgovornosti u kojoj se lako snalazimo.

U ovom konceptu dva su polazišta koja se odnose na nastajanja elektronskog otpada: domaćinstva i privreda, pri čemu se, zbog sličnog tretmana otpada, pod privredom mogu da podvedu još i društvene i državne institucije. Kao što se vidi, odluka o tome da li je proizvod na kraju životnog veka može da pripada vlasniku ali i lokalnom serviseru. I jedni i drugi, posle odluke, prosleđuju proizvod na odlagalište. Naravno, stari proizvod može se najpre prepustiti nekom trgovcu (prodavac) koji će ili da proizvod stavi u ponovnu upotrebu ili će ga proslediti odlagalištu.



Sl.2. Mogući sistem sakupljanja elektronskog otpada

Ukoliko se očekuje ponovna upotreba ili neki oblik reciklaže, postojanje odlagališta je potpuno opravdano. Zato je odlagalište centralni deo sistema u koje se direktno odlaže i otpad iz domaćinstava i industrijski otpad.

Najzad, kada se kaže ponovna upotreba treba imati u vidu da postoje tri vrste učesnika u ovom procesu. Najpre to je proizvođač originalnog proizvoda, zatim to može biti ugovoreni prerađivač i, vrlo često, to je nezavisni recikler koji se istovremeno bavi i reproizvodnjom. Ovo poslednje je naročito prisutno u industriji reproizvodnje tonera za štampače. U opštem slučaju, ostaje nerešeno pitanje vlasništva i prava na prodaju reproizvedenih proizvoda ako reproizvodnju ne obavlja originalni proizvođač.

Važno je imati na umu da je uvođenjem koncepta odgovornosti proizvođača u centar rešavanja problema kraja životnog veka doveden izvorni proizvođač. U uslovima kada je dominantan broj elektronskih uređaja uvezen, a ne proizveden u zemlji, međutim, nastaje suštinsko pitanje: Ko treba da igra ulogu proizvođača?

Naše je mišljenje da ulogu najodgovornijeg, u ovom slučaju proizvođača, treba da preuzme uvoznik ili onaj koji je uvozu dozvolu izdao, dakle, država. Naime, nosilac profita u zemlji odnosno poreza na dodatu vrednost jesu dva subjekta koji su pomenuti. Sasvim je razumljivo da oni i nose odgovornost za kraj životnog veka i aktivnosti u vezi sa njim. Pored toga, uvoznik i davalac dozvole za uvoz imaju direktnu vezu sa stvarnim proizvođačem i u stanju su da u fazi prve kupovine pregovaraju o sudbini kupljenog proizvoda na kraju životnog veka.

6. PROJEKTOVANJE ZA PONOVMU UPOTREBU

Saglasno sa [12] najefikasniji način da se uspostavi i unapredi ponovna upotreba jeste primena integrisanog koncepta projektovanja proizvoda i procesa. Ovakav pristup često se naziva paralelno inženjerstvo (PI) pri čemu se angažuju projektanti različitih profila na jednom projektu. Pri tome se kao projektantski zahtevi postavljaju: poboljšanje kvaliteta, sniženje cene, skraćivanje vremena za realizaciju pojedinih ciklusa u preproizvodnji, povećanje fleksibilnosti, povećanje produktivnosti i efikasnosti i sl. Uobičajeno je da se alati za projektovanje koji će omogućiti postizanje ovih ciljeva odnosno postizanje PI nazivaju zajedničkim imenom DfX što dolazi od Design for X. X je zamena za niz reči koje označavaju aspekt ka kome se specifični projektant orijentiše pri razvoju novog proizvoda. U upotrebi su termini projektovanje za prirodnu okolinu (E=environment), reciklažu (R), montažu (A=assembly), rastavljanje (D=disassembly), proizvodnju (M=manufacturing), reproizvodnju (RM=remanufacturing) i sl. Razumljivo je da ponekad različiti koncepti DfX mogu da postavljaju kontradiktorne zahteve u pogledu različitih ciljeva koji se postavljaju pred projektantom. Tako DfRM može da zahteva drugačije oblikovanje proizvoda od DfR ili DfA. S obzirom na ograničenje prostora ovde nećemo da zalazimo u detalje ove problematike. Naše osnovno zanimanje na dalje biće okrenuto ka DfRM.

DfRM može da se posmatra kao deo koncepta DfE. U okviru DfRM treba da se sagleda veliki broj aspekata reproizvodnje kao što su rastavljanje, sortiranje, čišćenje, osvežavanje, ponovno sastavljanje i testiranje.

Proizvođači treba da obezbede da se preduzmu svi potrebni koraci koji će na tržište dovesti proizvod koji

zadovoljava zahteve u pogledu praktičnosti i sigurnosti, a da u isto vreme ne sprečava

- da se na kraju životnog veka stavi u ponovnu upotrebu (ceo ili njegovi delovi),
- bude korišćen sa komponentama koje su ponovo upotrebne ili ponovo upotrebne i
- može da bude u potpunosti recikliran.

Glavni cilj DfRM bi trebao da bude olakšanje ponovne upotrebe proizvoda. Naravno, moguće je reproizvesti proizvode koji nisu bili projektovani po nekim principima DfRM ali je poželjno da se DfRM primenjuje.

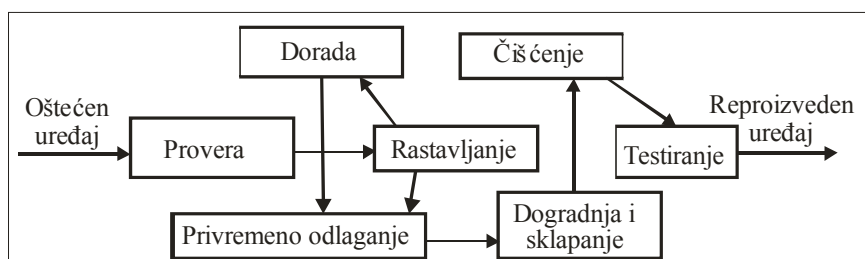
Jedan od načina produženja životnog veka jednog proizvoda primenom DfRM je dogradnja na kraju životnog veka. Pri tome se često ide u susret zahtevima korisnika ispravnog uređaja koji polako prestaje da bude funkcionalan. Za realizaciju ovog koncepta od primarnog je značaja primena modularnog projektovanja.

U okviru ovih razmatranja treba imati na umu i potrebu za projektovanjem uređaja kod kojih će delovi (koji se menjaju zbog neispravnosti ili zamenjuju naprednijim) biti fizički lako dostupni pri reproizvodnji.

Posebno je zanimljivo mišljenje da ako ne planiramo da proizvod privedemo ponovnoj upotrebi, ne treba da se primenjuju koncepti DfRM. To ne mora da bude uvek ispravno mišljenje s obzirom da zakonodavstvo u pogledu održivosti proizvoda postaje sve strožije i strožije, a naročito u pogledu odgovornosti proizvođača. Može se pokazati da, ako se na vreme vodilo računa, biće lakše i jeftinije da se ispune zahtevi zakonodavca koji su nastali posle nastajanja proizvoda koji je predmet rasprave.

7. POSTUPCI U OKVIRU PROCESA REPROIZVODNJE

Kao što je već rečeno osnovne operacije u okviru reproizvodnje koja omogućava ponovnu upotrebu jednog proizvoda bili bi [13]: sakupljanje, provera zastarelog (oštećenog) proizvoda [14], rastavljanje, dorada, sklapanje, čišćenje, testiranje (merenje) [15], [16] i isporuka. Naravno, redosled operacija u okviru jednog pogona za reproizvodnju, biće različit u zavisnosti od proizvoda koji se reproizvodi kao i od samog proizvođača i njegovog statusa u odnosu na proizvod (originalni, ugovoreni ili nezavisni proizvođač).



Sl. 3. Jedan od mogućih tokova materijala i procesa pri reproizvodnji električnih aparata [17]

Na Sl. 3 je prikazan jedan mogući scenario tehnološkog procesa reproizvodnje. Kao što se vidi, za samu industrijsku realizaciju biće potrebna najmanje tri skladišta i to na samom početku (nije ucrtan), u toku reproizvodnje kao i na samom kraju pre isporuke (takođe, nije ucrtan). U svakom slučaju, pošto je ulazni

materijal električni i elektronski otpad koji je klasifikovan kao opasan otpad, prilikom reproizvodnje moraju da se poštuju uputstva i uredbe koje regulišu ovu problematiku kako u fazi transporta tako i u fazi reproizvodnje.

8. ZAKLJUČAK

Ponovna upotreba elektronskih proizvoda koji su dostigli kraj životnog veka od velike je važnosti za stanovništva smanjenja količina elektronskog otpada. Razmotrili smo prednosti koje donosi ponovna upotreba kao i probleme koje treba rešiti kako bi ona postala opštedruštveno i pojedinačno prihvatljiva. Razmotreni su koncepti sakupljanja zastarele opreme kao i procesi i tokovi u okviru jednog pogona za ponovnu proizvodnju. Posebna pažnja posvećena je projektovanju za ponovnu upotrebu i date su smernice u pogledu primene ovog koncepta za projektovanje u elektronici i ICT.

9. LITERATURA

- [1] Milojković, J. B., and Litovski, V. B., "Eco-Design In Electronics - The State Of The Art", Facta Universitatis, Series: Working and Living Environmental Protection, Vol. 2, No 2, 2002, pp. 87 – 100, UDC 504.06
- [2] Smit, E., et all. "Revision of the weee directive [1]", Proc. of the Sixth Int. Symp. and Exhib.: Going Green, CARE INNOVATION 2006, November 13 - 16, 2006, Vienna, Austria.
- [3] Yamasue, E., et all., "Estimation of the dissipated amounts of rare metals in discarded home electric appliances in Japan", Proc. of the Sixth Int. Symp. and Exhib.: Going Green, CARE INNOVATION 2006, November 13 - 16, 2006, Vienna, Austria
- [4] Litovski, V. B. i ini, "Program uspostavljanja sistema reciklaže otpadne elektronske opreme od kompjutera", Agencija za Reciklažu Republike Srbije, Beograd, 2006.
- [5] Moussiopoulos, N., et all. "Decision making on the alternatives for the end of life management of electrical and electronic equipment", Proc. of the Sixth Int. Symp. and Exhib.: Going Green, CARE INNOVATION 2006, November 13 - 16, 2006, Vienna, Austria
- [6] Jung, Y.-D., and Kang, H.-Y., "Evaluation Method to aid DfR (Design for Remanufacturing)", Proc. of the Sixth Int. Symp. and Exhib.: Going Green, CARE INNOVATION 2006, November 13 - 16, 2006, Vienna, Austria.
- [7] Scheidt, L.-G., "ITC Reuse and Refurbishment/ Remanufacturing in the Context of WEEE Implementation, Do we need Targets or other Framework Conditions?", Proc. of the Sixth Int. Symp. and Exhib.: Going Green, CARE INNOVATION 2006, November 13 - 16, 2006, Vienna, Austria.
- [8] Remolador, M. A., "Used Electronics Market Study Survey Analysis", Northeast Recycling Council, Inc. (NERC) August 2003, http://www.nerc.org/adobe/Used_Electronics_Market_Study8-22-03.pdf
- [9] Bröhl-Kerner, H., "Promoting reuse – legal and technical constraints", Proc. of the Sixth Int. Symp. and Exhib.: Going Green, CARE INNOVATION 2006, November 13 - 16, 2006, Vienna, Austria
- [10] Milojković, J. B., and Litovski, V. B., "Concepts Of Computer Take-Back For Sustainable End-Of-Life", Facta Universitatis Series: Working and Living Environmental Protection, Vol. 2, No 5, 2005, pp. 363 – 372, UDC 681.31:002.8
- [11] Milojković, J.: "Optimizacija postupaka sakupljanja i odlaganja računarske opreme na kraju životnog veka", Magistarska teza, Elektronski Fakultet, Niš, 2005
- [12] Bras B. and Hammond R. (1996) *Design for Remanufacturing metrics*, Proceedings of First International Working Seminar on Reuse, Eindhoven, The Netherlands, pp 35-51.]
- [13] Takata, S., et all, "Maintenance: Changing Role in Life Cycle Management," Annals CIRP, Vol. 53, No. 2, 2004, pp. 643-655.
- [14] Hickey, S. and Fitzpatrick, C., "An On-board Diagnostics System for PC Re-Use Analysis", Proc. of the Sixth Int. Symp. and Exhib.: Going Green, CARE INNOVATION 2006, November 13 - 16, 2006, Vienna, Austria.
- [15] Radulov, G., i Trapov, G., "Sapostavljane nelinejnost na tipični strukturi na izmeritelni uređi", Godišnik na Minno-geološki universitet "Sv. Ivan Rilski", tom. 48, svitak III, str. 99-104. (na bugarskom).
- [16] Radulov, G., "Izledovanie vlijanieto na nelinejnost na preobrazovatelite pri izmeritelnite uređi sas statičesko uravnesie", Godišnik na Minno-geološki universitet "Sv. Ivan Rilski", tom. 48, svitak III, str. 105-108. (na bugarskom).
- [17] Erik Sundin, "Product and Process Design for Successful Remanufacturing", Linköping Studies in Science and Technology, Dissertation No. 906, ISSN: 0345-7524, ISBN: 91-85295-73-6, 2004, Production Systems Department of Mechanical Engineering Linköpings Universitet, SE-581 83 Linköping, Sweden.

REUSE OF ELECTRONIC PRODUCTS AND DESIGN FOR REUSE

Abstract: We will first here discuss the possible positive effects arising from reuse of electrical and electronic product that came to the end-of-life. Than the obstacles met by the implementators of the concepts of reuse will be discussed. Attention will be paid to the collection of electrical and electronic equipment that reached end of life. We will pay special attention to the remanufacturing technology and a „feasible“ remanufacturing plant will be described. Finally, the concepts of sustainable design will be discussed enabliung prolongation of the product's life and facilitating the operation implemented during remanufacturing such as dismantling, refurbishing etc.

Key Words: Reuse, remanufacturing, sustainable design