

## EKO-PROJEKTOVANJE RAČUNARSKE OPREME U SKLADU SA DIREKTIVOM EC 32 2005

Jelena Milojković, Vančo Litovski  
*Elektronski fakultet u Nišu*

**Sadržaj** – Razmotreni su osnovni problemi i koncepti vezani za eko-projektovanje u svetlu nove Direktive EC 32 2005. Najpre dati su podaci kako bi se potvrdilo da interakcija elektronike i električnih uređaja sa prirodnom okolinom nije više nevažan društveni problem. Zatim su razmotreni životni ciklus i kraj životnog veka električnih i elektronskih proizvoda kako bi se kreirale definicije osnovnih koncepata vezanih za eko-projektovanje i održivo projektovanje. Najzad, ukratko su predstavljeni rezultati Komisije broj 3, koja je kroz osam celina obuhvatila analizu računarske opreme, tj. računara i monitora, sa posebnim osvrtom na njen uticaj na prirodnu okolinu i potrošnju električne energije.

### 1. UVOD

Personalni računari i monitori predstavljaju potpuno nov društveni proizvod. Prvi put su plasirani na tržište osamdesetih godina dvadesetog veka. Od tada do danas oni su doživeli ogroman razvoj.

Iz perspektive eko-projektovanja, ovaj brzi razvoj ima prednosti i velike mogućnosti sa jedne strane, ali i određenu vrstu opasnosti, sa druge strane. Veliki napredak u računarskoj industriji napravljen je u veoma kratkom roku, korisnici su sve više željni novih, modernijih rešenja, tako da posledice ovog ubrzanog razvoja možda nisu dovoljno pažljivo proučene. Ipak, velika je prednost što se novi proizvodi ne vezuju previše za prethodne modele, što projektantima daje sve više odlučujuću ulogu kada su u pitanju funkcionalnost i primena. Danas se funkcija računara uveliko kombinuje sa korišćenjem mobilnih telefona, kućnih medijacentara kao i sa različitim drugim IT proizvodima. Takođe, monitori se mogu koristiti i kao televizijski ekrani ili možda u budućnosti kao stalno promenljiv tapet na zidu. Imajući sve ovo u vidu Evropska Komisija donela je direktivu EC 32 2005 koja obuhvata koncepte eko-projektovanja elektronskih uređaja. Primena ove direktive organizovana je kroz 14 studija koje obuhvataju po jednu podgrupu proizvoda.

U ovom tekstu najveću pažnju posvećujemo jednoj od 14 obrađenih studija, studiji broj 3, koja analizira personalni računar i monitore kroz 8 karakterističnih celina.

### 2. INTERAKCIJA E.E. PROIZVODA SA PRIRODNOM OKOLINOM

Proizvodnja električnih i elektronskih (e.e.) proizvoda je jedna od privrednih grana sa najbržim rastom [1]. Elektronika kao ljudska delatnost postaje sve uticajnija. Čini se da ne postoji ni jedan domen života gde se ne koriste e.e. proizvodi. Pri tome mislimo na aparate za domaćinstvo, zabavu, telekomunikacije, industrijske, automobilske, medicinske, vojne, kosmičke i druge primene. Broj komada i težina e.e. uređaja koji su u upotrebi postaje tako velika da može da se poredi sa proizvodima znatno "težih" industrija. Prema jednoj našoj studiji u 2008. god. samo od zastarelih računara u Srbiji se očekuje oko 50 hiljada tona otpada [2]. Smatra se da će 2010. god. oko 20% gradskog otpada biti povezan sa otpadom od e.e. uređaja.

Pored toga, rast proizvodnje e.e. uređaja direktno je povezan sa upotrebom svežih sirovina čime se prirodi oduzima mogućnost da regeneriše ovu vrstu resursa. Ovo se naročito odnosi na retke elemente koji se koriste pri gradnji modernih komponenata.

Najzad, e.e. uređaji koriste energiju za svoj rad. Većina aparata za domaćinstvo su u "isključenom" stanju, spremne da odmah prorade. Količina energije koja se troši u e.e. uređajima je enormna. Smatra se da će do 2020 god. preko 40% ukupne energije da se troši u domaćinstvima, a oko 40% od toga u e.e. uređajima. Zato svaka optimizacija rada e.e. uređaja odnosno smanjenje potrošnje energije dovodi do znatnih ušteda. Ne treba zaboraviti da se e.e. uređaji proizvode u vrlo velikim serijama tako da svaka, i najmanja ušteda, vodi ka velikoj dobiti.

Mi smo o konceptima projektovanja za prirodnu okolinu, održivog projektovanja ili eko-projektovanja pisali u [3]. Ovde je od posebnog interesa aspekt projektovanja koji se odnosi na potrošnju energije u fazi proizvodnje, eksploatacije i kraja životnog veka e.e. proizvoda. Njime se bavi Direktiva EC 32 2005 [4-7] koja je stupila na snagu avgusta 2007. god.

### 3. EKO-PROJEKTOVANJE U SMISLU EUP DIREKTIVE

Smatra se da će primena direktive "Ecodesign of Energy Using Products" (EuP) u nacionalnom zakonodavstvu, zahtevati znatno veće promene u svakidašnjem radu proizvođača e.e. proizvoda nego što su to zahtevale direktive o otpadu od e.e. uređaja (WEEE) [1] i o nekim opasnim materijalima (RoHS). Naravno, u isto vreme, njena primena će uspešnim da poveća prostor na tržištu.

Motiv ovog rada je da u našoj stručnoj javnosti pokrene aktivnosti za primenu koncepata ove direktive. Važno je da svi u lancu proizvodnje (radnici, inženjeri, projektanti i industrijalci), trgovine (unutrašnja i spoljna) i državne uprave, budu dobro informisani o osnovnim sadržajima ove direktive i da shvate šta ona znači za njihov svakidašnji život. Imajući u vidu da će primena EuP direktive da utiče na celokupni životni vek, eko-projektovanje je neophodno sredstvo za one koji se pripremaju da je primenjuju. Korišćenje adekvatnih alata za projektovanje koji obuhvataju principe eko-projektovanja, može u znatnoj meri da smanji ukupni napor.

Praktično u svakom koraku životnog veka proizvoda susrećemo se sa potrošnjom energije. Minimizacija njene potrošnje vodi ka smanjenju ukupne društvene cene proizvoda što podrazumeva sve troškove životnog veka proizvoda od iskopavanja sirovina do odlaganja na deponiju sa naročitim naglaskom na troškove eksploatacije. Zato je postalo suštinski važno da se koncepti štednje energije i energetske efikasnosti primenjuju pri projektovanju svakog e.e. proizvoda. Zahvaljujući sagledavanjima i pritisku stručne javnosti svest o značaju ovog problema razvila se do te mere da je dovela do prve zakonodavne aktivnosti koja je iskazana EuP direktivom.

Postavljeni su i dosta strogi vremenski okviri što važi i za sam proces donošenja direktive. Predlog teksta EuP bio je po prvi put objavljen 2003. god. da bi bio usvojen u julu 2005. god. Pri tome, od nacionalnih zakonodavstava se zahtevalo da bude ugrađen do avgusta 2007. god. U ovom trenutku postupak eko-projektovanja po EuP direktivi se primenjuje u okviru 14 istraživačkih projekata kako bi se ustanovilo koje sve mere mogu da se propišu za različite grupe proizvoda, Tabela 1. Ovi pripremni projekti – studije – će obezbediti informacije, koje su nastale iz istraživanja u eko-projektovanju, i na taj način definisati relevantne kriterijume sa stanovišta ekologije za svaku od 14 grupa proizvoda. Prvi rezultati rada na ovim projektima su uglavnom dobijeni (krajem 2007. god.).

Tabela 1. 14 grupa proizvoda prema EuP

	Studije koje su obradile Komisije EuP-a
1.	bojleri, kombinovani bojleri
2.	grejači vode(gas/nafta/struja)
3.	personalni računari (desktop, laptop) i monitori
4.	računarska oprema: kopir aparati, faksovi, štampači, skeneri, multifunkcionalni uređaji
5.	potrošačka elektronika: televizori
6.	gubici u standby i isključenom režimu rada, u skladu sa EuP
7.	baterije i spoljašnja napajanja
8.	osvetljenje u poslovnim prostorijama
9.	javno ulično osvetljenje
10.	uređaji za klimatizaciju domaćinstava (provetranje i hlađenje)
11.	električni motori 1-150 kW, vodene pumpe (poslovne zgrade, voda za piće, hrana, poljoprivreda), ventilatori
12.	zamrzivači, frižideri, rashladni uređaji, prodajni uređaji koji se koriste u komercijalne svrhe
13.	frižideri i zamrzivači u domaćinstvu
14.	mašine za pranje posuđa i veša u domaćinstvu

#### 4. STUDIJA BROJ 3

Kada se radi o Studiji br. 3 [8], koja se odnosi na računare i monitore, završni izveštaj se u velikoj meri zasniva na VHK metodi (Van Holsteijn en Kemna BV). To je jedna od metoda za ocenu studije koja se u svojoj analizi najviše zadržava na definiciji proizvoda, analizi tržišta i ponašanju potrošača, kao i na analizi tehničkih informacija koje se tiču proizvoda. Takođe, VHK metod uzima u obzir i unapređenja proizvoda u smislu zaštite životne okoline.

Informacije, sadržane u konačnom izveštaju, su uglavnom dobijene od samih proizvođača, ali i iz drugih izvora, na primer, prodavaca na malo.

Sama studija je predstavljena kroz 8 obrađenih celina:

1. Definicija proizvoda
2. Ekonomska i tržišna analiza
3. Karakteristike potrošačkog društva i lokalna infrastruktura
4. Tehnička analiza postojećih proizvoda

5. Definicija osnovnog slučaja
6. Tehnička analiza trenutno najbolje tehnologije (BAT - Best available technology)
7. Moguća unapređenja
8. Analize nekih od budućih scenarija

##### 4.1. Definicija proizvoda

Kroz prvi zadatak ove studije izvršena je kategorizacija i definisanje računara i monitora, oslanjajući se na tržišne statistike, relevantne standarde i postojeću zakonsku regulativu. Izabrana definicija proizvoda se uglavnom bazira na Energy Star postulatima, (firma koja propisuje zahteve u vezi sa obeležavanjem-etiketiranjem grupe proizvoda) i uključuje desktop računare, integrisane računare, laptop računare, i monitore računara. Iz ove studije iz razmatranja su isključeni sledeći uređaji: radne stanice, doradivani desktop računari, serveri, konzole za zabavne igre, prenosni računari i PDA.

Prema zahtevima Energy Star Program-a (verzija 4.0, osnovni slučaj), definicije računara i monitora su iskazane na sledeći način:

*Računar* je uređaj koji obavlja logičke operacije i obrađuje podatke. Sastoji se, minimum, od: (1) centralne procesorske jedinice (CPU) koja obavlja operacije; (2) ulaznih uređaja kao što su tastatura, miš, džojstik i sl.; i (3) monitora za prikazivanje izlaznih informacija.

*Monitor* je komercijalno prihvatljiv, elektronski proizvod sa ekranom i odgovarajućim elektronskim komponentama, smešten u kućište, i na taj način osposobljen za prikazivanje izlaznih informacija iz računara.

##### 4.2 Ekonomska i tržišna analiza

Glavni zadatak ovog dela izveštaja bio je da se napravi ekonomska i tržišna analiza oslanjajući se na rezultate ostalih zadataka u studiji. Prikupljeno je dosta podataka koji su uglavnom dobijani od Eurostat-a, EITO (agencije koje se bave statistikom) i od strane proizvođača koji su sprovedili interna istraživanja tokom 2006. godine. Naime, podaci pokazuju da je u 2005. godini EU-25 (zemlje Evropske Unije) približno instalirano: 146 miliona desktop računara, 60 miliona laptop računara, 81 milion CRT i 68 miliona LCD monitora.

##### 4.3 Karakteristike potrošačkog društva i lokalna infrastruktura

Ponašanje potrošača i lokalna infrastruktura, pokazuju da je način korišćenja od velikog značaja za ovu vrstu proizvoda. Razlika u načinu korišćenja postoji prevashodno kada je u pitanju poslovno ili pak kućno okruženje, ali zavisi i od drugih stvari, na primer starosti računara, većeg ili manjeg broja pristupa Internetu i slično. Prosečna šema upotrebe, koja je predložena za izračunavanje u ovoj studiji, za desktop računare u kancelarijama iznosi 37% vremena u off modu, 36% vremena u sleep modu, i 26% vremena u aktivnom modu. Dalja istraživanja načina upotrebe računara mogu znatno poboljšati preciznost postojeće procene. Svaki podatak koji je dobijen od strane proizvođača, iz razumljivih razloga koji se tiču poverljivosti, je samo podatak dat kao prosečna vrednost. Na taj način, međutim, dobijamo i reprezentativne podatke koji će pokazati prosečnu situaciju u Evropi. Ovi podaci pokrivaju tržište najprodavanijih proizvoda računarske industrije. Prvobitno su bila identifikovana šest različitih tipa proizvoda. Međutim, zbog nedostatka dostupnih podataka, prikazani su prosečni podaci

za četiri tipa proizvoda (koji u stvari predstavljaju osnovni slučaj, osnovnu konfiguraciju proizvoda koji se analizira):

- **Desktop PC**, sa procesorom od 3GHz, sa ugrađenom grafičkom karticom, 512 MB RAM-a i 80 GB HDD.
- **Laptop**, sa mobilnim procesorom od 1.7 GHz, dobrim trodimenzionalnim grafičkim karakteristikama, ekranom od 15 inch-a, 512 MB RAM-a i 60 GB HDD.
- **LCD monitor**, od 17 inch-a, sa rezolucijom 1280 x 1024.
- **CRT monitor**, od 17 inch-a.

#### 4.4 Tehnička analiza postojećih proizvoda

Tehnička analiza postojećih proizvoda nam daje glavne tehničke karakteristike, kao što je na primer: spisak materijala koji je propisan za izabrani proizvod, broj i prosečna težina instaliranih uređaja (Tabela 2) i slično. Ova celina je potpuno posvećena proizvodima koji su nabrojani u četvrtom delu studije.

Tabela 2. Primer podataka dobijenih tehničkom analizom

Vrsta proračuna/ Osnovni slučaj	Instalirane jedinice u 2005 u EU 25 (mil.)	Prosečna težina (kg)	Min – Max težina (kg)
Desktop (posao)	620	163	117
Desktop (kuća)	520	119	117
Laptop (posao)	1242	70	117
Laptop (kuća)	990	43	117
LCD, 17'' (posao)	201	73	0
LCD, 17'' (kuća)	201	39	0
CRT, 17'' (posao)	73	159	0
CRT, 17'' (kuća)	73	85	0

#### 4.5 Definicija osnovnog slučaja

Izračunavanja vezana za osnovni slučaj imaju dvostruku svrhu: jedna je da se proceni celokupna potrošnja energije kao i uticaj računara i monitora na prirodnu okolinu (istraživanja se odnose na 2005. godinu), a druga je da se korišćenjem postojećih i novih tehnologija i informacija dođe do najpovoljnijeg projektantskog rešenja kako bi se smanjio uticaj na okolinu sa akcentom na potrošnju energije.

U tabeli 3 su prikazani osnovni slučajevi, koji se baziraju na tipovima proizvoda predstavljenim u Zadatku broj 4. Na taj način, uticaj svakog proizvoda na okolinu je obračunat koristeći dve šeme upotrebe (kućnu i poslovnu upotrebu) dajući ukupno 8 različitih osnovnih slučajeva.

Tabela 3. Proračuni osnovnog slučaja (za četiri tipa proizvoda)

Vrsta proračuna/ Osnovni slučaj	Cena proizvoda (Euro)	Potrošnja električne energije (Euro)	Održavanje i popravka (Euro)	LCC* (Euro)
Desktop (posao)	620	163	117	900
Desktop (kuća)	520	119	117	756
Laptop (posao)	1242	70	117	1430
Laptop (kuća)	990	43	117	1151
LCD (posao)	201	73	0	274
LCD (kuća)	201	39	0	240
CRT (posao)	73	159	0	232
CRT (kuća)	73	85	0	158

\*Life Cycle Cost- Alat za analizu proizvoda u smislu stvarnih troškova tokom životnog ciklusa

#### 4.6 Tehnička analiza trenutno najbolje tehnologije (BAT - Best available technology)

Glavni zadatak ovog dela izveštaja je da se opišu najbolje dostupne tehnologije, BAT, koje se odnose na računare i monitore. Pod pojmom BAT ovde podrazumevamo tehnologije koje su na osnovu otkrića u zadatku 5 najpogodnije za okolinu i energijsku produktivnost.

Na osnovu istraživanja sprovedenih tokom izrade Zadatka br. 5, određene su najvažnije oblasti za karakterizaciju:

*desktop računara (i poslovnih i kućnih):*

- upotreba energije u toku korišćenja
- u proizvodnoj fazi, posebna pažnja se pridaje eko-projektovanju matične ploče koja uključuje procesor, napajanje i kućište od čelika.

*laptop računare (i poslovne i kućne):*

- upotreba energije u toku korišćenja
- u proizvodnoj fazi, matična ploča koja uključuje procesor i bateriju, je glavni cilj eko-projektovanja.

*LCD monitore (i poslovne i kućne):*

- upotreba energije u toku korišćenja
- u toku proizvodne faze najuticajnije kategorije su integrisana kola, plastika i galvanizovani čelik

*CRT monitore (i poslovne i kućne):*

- upotreba energije u toku korišćenja
- u ovom slučaju, u toku proizvodne faze, od najvećeg interesa je projektovanje integrisanih kola, a sa stanovišta prirodne okoline, CRT monitor i plastika.

Postoje nekoliko opcija za poboljšanje današnjih računara i što se tiče potrošnje energije i što se tiče drugih uticaja koje računari i monitori imaju na okolinu. Proizvođači su već uveli veliki broj poboljšanja kod ovih proizvoda, dok su neka druga još uvek na čekanju. Mogu se predvideti niz poboljšanja u bliskoj budućnosti. Poboljšanja se kreću od hardverskih promena do pojednostavljivanja sistema koji će učiniti da korisnici prihvate i usvoje različite opcije, već dostupne danas, za drugačiju upotrebu energije. Računar sutrašnjice će se u nekim slučajevima pomaknuti od prethodnog koncepta kada su korišćeni samo kao multimedijalne stanice za različite svakodnevne zadatke i postati deo nameštaja u dnevnoj sobi.

#### 4.7 Moguća unapređenja

Kao što je istaknuto u Zadatku 6, problem korišćenja energije je u tome da je veoma mali broj korisnika koristi na adekvatan način. Ideja je jednostavna, računar treba da koristi energiju samo onda kada je potrebno. Mnogi računari se danas isporučuju sa ugrađenim delom koji reguliše korišćenje energije, ali mnogi korisnici isključe taj deo iz različitih razloga opisanih u Zadatku 6. Poboljšanja u korišćenju energije se tiču sva četiri osnovna slučaja definisanih u Zadatku 5.

Procene moguće uštede zbog kontrolisanog korišćenja energije se veoma razlikuju. Prema proračunima se uzima da postoji 50% uštede energije u stanju praznog hoda (prema uslovima predloženim u Zadatku 6) tj. prazan hod se smanjuje za 50% a sleep time se povećava za odgovarajući broj sati. Ovo dovodi do odgovarajućeg smanjenja potrošnje električne energije.

Iako je korišćenje energije uglavnom pitanje stava korisnika, postoje i problemi vezani za hardver. Neki periferni uređaji gube kontakt sa mrežom kada se računar "uspava", brzina buđenja iz sleep moda može biti skraćena tehnologijom kao što je fleš memorija itd. Međutim, pošto su ovo indirektni efekti, ne uzima se u obzir bilo kakva promena liste ugrađenih komponenti.

#### 4.8 Analize nekih od budućih scenarija

U ovom poglavlju studije, prikazan je scenario sa unapređenim aktivnostima koje se tiču zaštite okoline i redukovane potrošnje energije računara i monitora. Zadatak je prilično komplikovan, naročito zbog veoma brzog napretka kako tehnologije tako i mogućih promena u upotrebi računara. Scenario bi trebalo da traje čak do 2020 što upućuje na neizvesnost, ne samo zbog tehnologije već i zbog razvoja tržišta.

Prema prethodnom zadatku (zadatak 7), glavni uticaj na okolinu ima energija koja se troši prilikom upotrebe. Upotreba energije zavisi od struje i vremena, tako da se uzimaju u obzir različite opcije za smanjenje ili struje u različitim modovima rada ili vremena u modovima velikog utroška struje. Alternativna strategija se usredsređuje na "nepotrebnu potrošnju" kada nije potrebna struja i kada se javlja neproduktivnost pri promeni napajanja. Da bi se uzela u obzir struja u on-modu, razmatra se scenario koji upućuje na eko-projektovanje zahteva za modove niske struje. S druge strane, za monitore računara, on-mod se posmatra kao scenario koji dovodi u vezu potrošnju struje u on-modu sa rezolucijom (pristup koji se trenutno sprovodi u Energy Star-u), i/ili sa veličinom ekrana.

### 5. ZAKLJUČAK

Stupanjem na snagu Direktive EC 32 2005, eko-projektovanje električnih i elektronskih uređaja postaje zakonska obaveza proizvođača u Evropskoj Uniji. Da bi se ona

ispunila na efikasan način, Evropska komisija je naručila 14 studija koje će preporučiti postupke eko-projektovanja pojedinih podgrupa e.e. proizvoda.

Svrha ovog rada bila je da se i kod nas promoviše pomenuta direktiva i da se na primeru jedne grupe proizvoda opišu naponi koji se čine radi ostvarivanja uslova za praktičnu realizaciju zahteva pomenute direktive.

### 6. LITERATURA

- [1] -, "Proposal for Directive of the European Parliament and of the Council on Waste Electrical and Electronic Equipment", Explanatory memorandum, Brussels, 13.06.2000.
- [2] Litovski, V. B. i ini, "Program uspostavljanja sistema reciklaže otpadne elektronske opreme od kompjutera", Agencija za Reciklažu Republike Srbije, Beograd, 2006.
- [3] Milojković, J., 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.
- [4] -, "Directive 2005/32/ec of the european parliament and of the council of 6 july 2005", 22.7.2005 EN Official Journal of the European Union L 191/29.
- [5] Sjögren, J., Herman, V., and Jönbrink, A. K., "Future visions of the european electronics industry (ei): roads towards a sustainable 2020", Proc. of the Going Green CARE INNOVATION 2006, November 13 - 16, Vienna, Na disku.
- [6] Herrmann, C., Keulenaer, H. de, and Dome, B., "Eco-design toolbox for energy using products in the system 'house'", Proc. of the Going Green CARE INNOVATION 2006, November 13 - 16, Vienna, Na disku.
- [7] Herrmann, C., Melzer, K., and Held, M., "The ecodesign of eup directive theory and practical examples", Proc. of the Going Green CARE INNOVATION 2006, November 13 - 16, Vienna, Na disku.
- [8] -, "Personal Computers (desktops and laptops) and Computer Monitors Final Report (Task 1-8)", European Commission DG TREN Preparatory studies for Eco-design Requirements of EuPs, August 27, 2007

**Abstract** – A short review of the Directive EC 32 2005 on eco-design of electrical and electronic product consuming energy is given first. Then, in order to exemplify the effort made for enabling the implementation of this directive, a group of products was studied in the view of the Directive.

### ECO DESIGN OF COMPUTER EQUIPMENT ACCORDING TO THE DIRECTIVE EC 32 2005

Jelena Milojković, Vančo Litovski