

KOMPJUTERI, ČOVEK I ŽIVOTNA SREDINA**THE COMPUTERS, MAN AND ENVIRONMENT****Gojko Grubor⁸**

Univerzitet Singidunum, Danijelova 32, Beograd

ggrubor@singidunum.ac.rsMilena Grubor², Maca Kastratović³, Jasmina Raonić⁴**APSTRAKT**

Problemi u životnoj sredini su u dvostrukoj korelaciji sa radom kompjutera. Velika potrošnja energije i visoko toksične komponente su važne svojstvene karakteristike kompjutera, koje čine da njihova proizvodnja, upotreba i definitivno odlaganje u životnu sredinu nisu ekološki prihvatljivi. Nažalost, zbog njihove ogromne količine u svetu, i njihove ekspanzije u produkciji, sa vekom trajanja do 3 godine, i problemi koji su u korelaciji sa ovim karakteristikama su toliko veliki, čak i alarmantni. Institucije i organizacije širom sveta već preduzimaju razne mere da smanje potrošnju energije, povećaju energetske efikasnost, a sve u cilju smanjenja negativnog uticaja na životnu sredinu. „ENERGY STAR“ je sertifikovana tehnologija, koja se koristi za automatsko redukovanje energije, neophodne za održavanje PCs sistemi i ostale kancelarijske opreme kada su na „on“, a nisu u aktivnoj funkciji. Najpoznatije „ENERGY STAR“ tehnologije koje se danas koriste su: *NightWatchman*, „*Sleep Mode*“, „*Userful Desktop*“, *Verdiem* i druge. Konzervacija energije kroz povećanje efikasnosti uređaja, je glavna komponenta internacionalnih napora da se smanji globalno zagrevanje i spreče katastrofalne klimatske promene, izazvane povećanjem emisije CO₂ u atmosferu.

Ključne reči: Potrošnja energije; Kompjuteri; Redukcija energije; „ENERGY STAR“ tehnologije; CO2 nivo; Klimatske promene.

ABSTRACT

The environmental problems associated with computers are two-fold. High energy consumption and highly toxic component materials are currently inherent characteristics of computers, thus making their production, use and disposal ecologically unsound. Unfortunately, due to their sheer global quantities and current product life of roughly three years, the problems associated with such characteristics become greatly enhanced at an alarming rate. Institutions and organizations worldwide have begun to take measures to reduce energy consumption and increase energy efficiency in an attempt to lessen their environmental impact. „ENERGY STAR“ as certified technology allows computers to automatically switch to standby mode when inactive for a certain amount of time, and thus allowing for energy savings. The most famous „ENERGY STAR“ technologies are: *NightWatchman*, „*Sleep Mode*“, „*Userful Desktop*“, *Verdiem*, etc.. Energy conservation through equipment efficiency is an essential component of international efforts to slow global warming and prevent the potentially catastrophic effects of

¹Univerzitet Singidunum, Beograd; ^{2,3,4}Klinički centar Srbije

carbon dioxide levels to the climate change. The main greenhouse gas is, of course, carbon dioxide, and it is the gas on which most effort can, and must, be focused.

Key words: Energy consumption; Computers; Energy reduction; „ENERGY STAR“ technologies; CO₂ level; Climate change.

1. UVOD

Prvi kompjuteri, nisu bili tehnološki kompleksni, kao što su danas. Mnogi naučnici, istraživači i inovatori su utrošili mnogo rada, entuzijazma, energije i novca da bi kompjuteri dobili današnju formu.

Savremeni „elektronski mozgovi“ - kompjuteri imaju veliki uticaj na društvene zajednice; promenili su svet i čine „nemoguće-mogućim“. Bez kompjutera, današnji napredak čovečanstva ne bi bio moguć! Kompjuteri šire informacije o problemima u životnoj sredini, ali i sami uzrokuju mnoge probleme u životnoj sredini. Zagađenje izazvano proizvodnjom i radom kompjuterskog hardvera, kao i sredstava za čišćenje kompjutera, i njihovim radom predstavlja veliku opasnost za životnu sredinu i ljude.

Proizvodnja kompjutera, korišćenje i odlaganje u životnu sredinu zahteva veliku potrošnju energije. I pored tog saznanja, većina korisnika ostavlja kompjutere neprekidno uključene, što za posledicu ima enormnu potrošnju električne energije koja nastaje sagorevanjem fosilnih goriva. Takođe, troše se ogromne količine papira za štampanje onoga što je elektronski već zapisano. Sve to uzrokuje ekološke, zdravstvene i ekonomske probleme, što zahteva hitnu intervenciju u cilju smanjenja proizvodnje i potrošnje u čitavom svetu.

Koje su posledice koje ostavlja upotreba personalnog kompjutera – PC-a na životnu sredinu? Da li zaista dovoljno razumemo šta nam to upotreba kompjutera čini, da bi smo napravili ozbiljne korake u odgovoru na postavljeno pitanje? Konzervacija energije kroz proizvodnju uređaja i aparata koji će štedeti energiju, je glavni cilj međunarodnom doprinosu smanjenja globalnog zagrevanja planete.

2. KOMPJUTERI I NJIHOV UTICAJ NA GLOBALNO ZAGREVANJE

2.1 Negativni uticaj proizvodnje kompjutera na zdravlje i životnu sredinu

Da li ikada mislimo koliko lično doprinosimo stvaranju gasova, slika 1., koji proizvode efekte staklene bašte dok upotrebljavamo svoj kompjuter?



Slika 1. Ilustracija emisije CO₂ u životnu sredinu

Da li smo ikada razmišljali, koliko proizvodnja kompjutera doprinosi emisiji globalnog zagrevanja, potrošnji opasnih hemikalija, energije i vode? Proizvodnja prvih kompjutera nije bila

veliki potrošač prirodnih resursa, pa nije ni imala neki veći uticaj na zdravlje i životnu sredinu. Proizvodnja savremenog kompjutera zahteva upotrebu velikih količina prirodnih resursa, a iza sebe ostavlja i velike količine opasnog otpada, koji zahteva, da pre definitivnog odlaganja u životnu sredinu bude tretiran, i na ekološki prihvatljiv način odložen [7].

Prema procenama proizvođača, za proizvodnju jednog desktop kompjutera neophodno je utrošiti oko 240 kilograma fosilnog goriva, što je 10 puta veći utrošak od težine samog kompjutera. Ovo je vrlo visoka cifra, u poređenju sa proizvodnjom druge robe: na primer, proizvodnja jednog automobila, ili frižidera, zahteva utrošak skoro iste količine goriva, kolika je i njihova težina. Potrošnja velikih količina fosilnog goriva, ima veoma negativan zbirni uticaj na klimatske promene. Vrlo je važno navesti i potrošnju hemikalija, skoro 22 kg, neophodnih za proizvodnju kompjutera. Ne sme se ni zanemariti negativan uticaj velike potrošnje vode, oko 1500 kg za proizvodnju jednog kompjutera, koja je u mnogim delovima sveta ograničen resurs. Za proizvodnju LCD monitora, neophodno je utrošiti-sagoreti 266 kg fosilnog goriva, što daleko nadmašuje cifru za utrošak energije neophodne za proizvodnju CRT monitora [23].

Kada god sagoreva fosilno gorivo (gas, benzin, drvo, ugalj...) tada se neizbežno stvara ugljen dioksid (CO_2). Velike emisije CO_2 su glavni uzrok globalnog povećanja temperature, što su njegove najveće posledice za životnu sredinu. U CO_2 molekulu, 27% težine čini ugljenik - C.

Na primer: ako je emisija CO_2 100 kg, onda se sa sigurnošću može reći da ste emitovali 27kg C. Emisije gasova koji stvaraju efekat staklene bašte, izračunavaju se prema preporukama standarda ISO 14040 i ISO 14044. Konverzija CO_2 (kg) u C vrši prema relaciji:

$$\text{CO}_2 \text{ (kg)} = n \text{ kg CO}_2 \times 0,27 \text{ [C]}$$

Konverzija C u CO_2 (kg) vrši prema relaciji:

$$\text{C} = n \text{ kg C} \times 3,70 \text{ [CO}_2\text{]},$$

gde je n- 1,2, .. prirodan broj.

Procene su, da je godišnja proizvodnja CO_2 u svetu - 4 tone/glavi stanovnika. Prosečna godišnja proizvodnja CO_2 za sve industrijalizovane zemlje je oko 11 tona/osobi. Primarni i dugoročni ciljevi su dostizanje godišnje emisije od maksimalno dozvoljene 2 tone CO_2 po glavi stanovnika, u proseku u celom svetu. Smatra se da je ova količina CO_2 maksimalno dozvoljena za održivi život na zemlji. Međutim, Međunarodni institut za energiju - IEA (*The International Energy Institute*) predviđa dalje povećanje emisije CO_2 širom sveta preko 55% u sledećih 25 godina, ako se odmah ne učine radikalni koraci da se zaustavi globalno zagrevanje. Rešenja za ogromne količine emisije CO_2 mogu biti, ili ponovno iskorišćavanje, ili izgradnja veštačkih vodenih sistema (kanala, jezera, laguna) koji mogu apsorbovati oko 20-25% atmosferskog CO_2 .

Nedavna istraživanja su pokazala, da će se katastrofalne promene u životnoj sredini dešavati onom brzinom, koja zavisi od toga, kada će se dostići nivo CO_2 u atmosferi od 450ppm. Današnja koncentracija CO_2 u atmosferi je već na nivou od 380ppm i na žalost, povećava se svake godine za 2-3ppm, što znači ako se ovom brzinom bude povećavao nivo CO_2 u atmosferi, kritičan nivo će se dostići već za narednih 25-30 godina [22].

U prošlosti, napredak jedne zemlje je bio u direktnom odnosu sa potrošnjom fosilnih goriva. Zbog toga, mnoge zemlje u svetu ova upozorenja ne uzimaju za ozbiljno. Na Kyoto konferenciji, brojne zemlje u svetu su se obavezale da smanje emisiju CO_2 u atmosferu za 5% do 2012. godine, u odnosu na emisiju iz 1990. godine. Amerika, kao najveći proizvođač i emiter CO_2 u

atmosferu, i neke druge razvijene zemlje, odbile su da potpišu sporazum. Čak, ako bi se potpisao novi sporazum posle 2012. godine, veliko je pitanje da li bi se i taj sporazum poštovao? *Ovaj sporazum bi se razlikovao samo, ako bi predvidio automatsko sprovođenje sankcija protiv zemlje čija bi emisija CO₂ po glavi stanovnika prelazila naznačenu količinu, posle datog tranzicionog perioda.* Može se očekivati da bi u pregovorima svaka zemlja tražila povećanje emisije CO₂, što bi naravno, poništilo i samu namenu novog sporazuma. Dakle, nalazimo se u sredini problema. Globalno zagrevanje je tipičan globalni fenomen, gde uzrok emisije nema trenutne posledice po njega. Uzrok i efekat su odvojeni u vremenu i prostoru [21].

Čim je kompjuter u upotrebi, emituje u oko 1,8 tona CO₂ / godini. Istraživači su pokazali, da kompjuteri emituju oko 35 .000.000 tona CO₂ godišnje u atmosferu. Emisija CO₂ nastala kao rezultat rada kompjutera je oko 2% od svetske emisije ugljen dioksida, skoro jednak emisiji koju generiše avijacija u svetu.

3. KOMPJUTERI I POTROŠNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Danas se u upotrebi nalazi oko 660 miliona kompjutera širom sveta. Da bi ova količina kompjutera bila u funkciji, potrebno je da radi više stotina elektrana za proizvodnju električne energije, koje pri tome generišu bilione tona CO₂. Potrošnja energije značajno varira u zavisnosti od proizvođača i modela kompjutera. Po pravilu, stariji modeli su energetski manje efikasni, pošto ravni ekrani skoro uvek troše manje energije od klasičnih sa katodnom cevi (CRT) [3]. Obično je na svakom električnom uređaju napisana potrošnja/času. Za izračunavanje potrošnje električne energije (P) PC i monitora, koriste se jednačine:

$$P [\text{kWh/danu}] = P\text{-potrošnja energije [W]} \times (\text{broj časova u upotrebi/danu}) : 1000$$

Potrošnja personalnog kompjutera i monitora računa se prema jednačini:

$$P [\text{kWh/danu}] = [(120 \text{ W} + 150 \text{ W}) \times 4 \text{ h/dan}] : 1000.$$

Kompjuteri ostaju uključeni u kolo struje u proseku 12-16 sati dnevno, trošeći energiju, a da pri tome nisu u funkciji, a sve to, zbog navike poslovnih ljudi da ostavljaju uključene kompjutere preko noći. Tipičan CPU koristi 120W električne energije, dok CRT monitor troši još dodatnih 150W [21]. Primenjeno na standardni kancelarijski kompjuter koji je u funkciji 8 sati dnevno, u trajanju od 5 dana, potroši do 561.6 kW energije, koja potiče od sagorevanja fosilnog goriva. Međutim, ova potrošnja bi se utrostručila, ako bi se ostavio kompjuter uključen tokom cele noći, a posebno celog vikenda.

3.1 Fantomsko punjenje

Mnogi uređaji nastavljaju da troše malu količinu energije čak, i kada su stavljeni na „of“-isključeni. Ovo takozvano „fantomsko punjenje“, se dešava kod većine električnih aparata, a među njima su i kompjuteri, televizori, i drugi uređaji u domaćinstvu. „Fantomsko punjenje“ povećava utrošak energije za nekoliko vati/času i može se izbeći, ako se isključe uređaji kompletno iz mreže, ili se isključi prekidač na produžnom kablju.

Primer: „Fantomsku potrošnja“ energije za PC i laptop:

CPU: uključen/isključen *sleep* režim rada = 120/30 ili manje

Monitor: uključen/isključen *sleep* režim rada = 150/30 ili manje

Laptop = 50

Monitori i PC u SAD-u troše oko 40% ukupnog energetskeg bilansa energije koju utroši neka kompanija na rad kancelarijske i telekomunikacione opreme [19]. Ušteda energije pri radu kancelarijske i telekomunikacione opreme postavljanjem *sejvera* za energiju se procenjuje na 23 TWh/godišnje [8]. Treba zapamtiti da: „*Screen savers are not energy savers*“, odnosno *skrin sejveri* ne štede električnu energiju nego ekran. U stvari, može se utrošiti više energije, nego kada se oni ne upotrebljavaju, a sistem za uštedu energije može čak i da se ne uključi, ako je aktiviran *skrin sejver*. Moderni LCD monitori u boji, uopšte ne zahtevaju *skrin sejvere*.

3.2 Isključivanje personalnih kompjutera

Ako se pitate, kada treba da ugasite svoje kompjutere, kako bi ste uštedeli energija, neophodno je da se isključi:

- monitor, ako se ne koristiti u sledećih 20 minuta,
- CPU i monitor ako se ne koriste duže od 2 sata,
- ceo sistem obavezno preko noći i vikenda.

Vrlo mala količina energije se troši kada se pokrene kompjuter, u odnosu na utrošenu količinu energije koja je neophodna da se kompjuter drži duže vreme uključen, a bez funkcije. Ako su uređaji uključeni na uređaj za neprekidno napajanje - UPS (*Uninterruptable Power Supply*), a koji nije duže u upotrebi, onda ga treba isključiti na produžnom kablju ili iz mreže, kada nisu u upotrebi. Ako PC i monitori nemaju ugrađene sisteme za smanjenje utroška energije, ili čak i ako imaju, neophodno je pratiti gore nabrojana uputstva, kada treba isključiti CPU (procesor) i monitor.

Većina PC-a dostigne kraj životnog ciklusa zbog naprednijih tehnologija mnogo ranije, nego od efekata prelaznih pojava uključivanja i isključivanja u strujno kolo, tako da se može reći, da to nema velikog uticaja na njihov vek trajanja. Sigurno je jedno, što je manje kompjuter na „on“, duže će da traje. PCs, takođe, proizvode toplotu, tako da isključeni troše manje struje za hlađenje, pa je i tu finansijska ušteda. Isključivanjem kompjutera, monitora i drugih uređaja koji troše energiju, a nisu u funkciji, produžava im se vek trajanja, posebno CRT monitora.

3.3 Tehnike uštede energije u radu kompjutera

3.3.1 „ENERGY STAR“ sistem

Tehnološki proces (*Energy Saver*), inicijalno razvijen da produži vreme upotrebe portabl kompjutera bez ponovnog punjenja baterije, danas se svakodnevno koristi za automatsko redukovanje energije koju koristi kancelarijska oprema kada je na „on“, a nije u aktivnoj funkciji - održavanje kompjutera u režimu *standby*, *sleep* ili *hibernation*.

Naglo povećanje broja PC-a i monitora krajem prošlog veka, nateralo je Američku EPA (*Environmental Protection Agency*), da pokrene novi program uštede energije, kroz „ENERGY STAR“ projekat iz [4], koji je imao za cilj, da stimuliše proizvođače kompjuterskog hardvera i softvera (operativnih sistema) da u tehnološke procese uvedu neku novu tehnologiju, čija bi

potrošnja bila na nivou potrošnje predviđene projektom „ENERGY STAR“ [21]. Ovaj sistem omogućava, da neaktivni kompjuteri i monitori automatski idu u „sleep mode“ kada nisu u funkciji. Kada su u „sleep mode-u“, kompjuteri troše 15% manje energije, nego kada su u regularnom režimu rada. Kompjuter i monitor lako se pokreću samo pritiskom na dugme na tastaturi, ili pokretanjem miša.



Slika 2. „Energy Star“ simbol

„ENERGY STAR“ je inicijalno fokusiran na kancelarijske uređaje, uključujući PC-e i monitore, i *de facto* je standard za većinu svetske proizvodnje PC-a i perifernih uređaja, posebno za američko tržište, mada se kasnije proširio i na druge oblike korisničkih aparata. Novi standardi su se počeli primenjivati od 2007. godine, a uključuju odvojeno minimalne standarde za *standby* (*off mode*), *sleep* (automatsko smanjenje potrošnje energije) i prazan hod (u upotrebi je, ali ne u aktivnom procesiranju ili reprodukciji podataka) [20]. On je postao standard u menadžmentu proizvodnje *Windows* i *Macintosh* operativnih sistema, a svaki kupac treba da se uveri i prekontrolira, da li je u funkciji prilikom kupovine ovih sistema, slika 2.

Prednost upotrebe „ENERGY STAR“ standarda uključuje, 70% redukcije električne energije, pri čemu kompjuter radi na nižoj temperaturi, pa zbog toga i traje duže, jer sistem ne radi kontinualno punom snagom. Neki korisnici PC-a veruju, da „ENERGY STAR“ nije tako koristan, jer možda čestim uključivanjem i isključivanjem kompjutera skraćuje se njegov životni vek, a dokazano je, da to nije tačno. Moderni kompjuteri su dizajnirani tako, da mogu da podrže 40.000 *on/off* ciklusa, bez tehničkih problema [21]. Druga zablude je, da *screen savers* štede energiju, dok oni samo produžavaju radni vek ekrana. Naprotiv, ugradnja ovog sistema u PCs ne povećava njihovu prodajnu cenu. *Energy Star* je *self*-sertifikacioni proces. Sertifikovani kompjuteri troše manje energije za čitavih 70%, u odnosu na kompjutere koji ga ne poseduju. Ako se ostave neaktivni, *Energy Star* kompjuteri su osposobljeni da uđu u nisku potrošnju energije od 15 W, ili manje.

Tabela 1. Maksimum potrošnje energije na održavanju kompjutera

Maksimum potrošnje	<i>Standby (off mode)</i>	<i>Sleep</i>	<i>Idle state</i>	<i>Idle state</i>	<i>Idle state</i>
Energija			Kategorija A	Kategorija B	Kategorija C
Desktop	2.7W	4.0W	50W	65W	95W
Notebook (laptop)	1.7	1.7W	14W	18 W	n/a

Kategorije A, B, i C bitno zavise od veličine RAM memorije, a najveći broj PC-a pripada danas kategoriji B (preko 128Mb memorije). U kancelarijama, su najčešće Microsoft platforme sa *Windows XP* i 7 operativnim sistemima i LCD/TFT monitorima koji pripadaju grupi C.

Prema procenama utrošena energija na održavanje kompjutera od 1W, kada nisu u funkciji, izgubljena je energija koja društvo košta preko \$1.72 milijardi. U toku radnog veka, uređaji sa *ENERGY STAR* oznakom u jednoj kancelariji (na primer, kompjuter, monitor, printer i fax) mogu da uštede energiju, koja bi bila dovoljna za osvetljavanje jednog domaćinstva, više od 25 godina.

3.3.1.1 „Userful Desktop“ tehnologije

Emisija CO₂, koja se emituje radom kompjutera, može da sruši namere da se redukuje njegova emisija. Iako je ova situacija dobro poznata danas, vrlo je mala mogućnost da se smanji broj kompjutera u svetu, pa se moramo usredsrediti na postizanje smanjenja potrošnje energije od samih kompjutera, pa do pristupa Internetu, mejlu i drugim zajedničkim procesima, kao što je *word-proces* bez CPU, kao moguće rešenje.

Redukcija broja kompjutera u upotrebi je benefit za čitavu zemlju. Upotrebom „*Userful Desktop*“ tehnologije, gde sa 1 kompjutera rade 10 ljudi, redukuje se potrošnja električne energije skoro za 90%, u poređenju sa tradicionalnim radom PCs. Njihovom upotrebom se smanjuje i proizvodnja hardvera i cena njegovog održavanja. Ako bi se samo 1% već postojećeg broja kompjutera prebacio na „*Userful Desktop*“, imalo bi istu vrednost, kao kada bih 26.000.000 automobila se isključilo iz vožnje putevima širom sveta. Kompanije u Indiji, već su se smelo upustile u kućnu kompjuterizaciju, bez posedovanja kompjutera. Sve što korisnik treba da ima, je monitor sa tastaturom i mišom, i konekcijom sa serverom provajdera.

3.3.1.2 Upotreba „Sleep Mode“ (Hibernacija) tehnologije

Mnogi PCs danas imaju sistem za „*power-down*“ ili „*sleep mode*“ alat za CPU i monitore. Kompjuteri koji imaju ENERGY STAR® imaju mogućnost da preko „*sleep mode*“ troše 15W ili manje energije, što je oko 70% manje električne energije, od kompjutera koji je bez ovih uređaja. Ovi monitori imaju sposobnost da smanje potrošnju energije unutar dva neprekidna „*sleep*“ modusa. U prvom, monitor troši energiju koja je manja ili jednaka 15 W, i u drugom, potrošnja energije se smanjuje za 8 W, što je manje za 10 % od potrošnje energije operativnog sistema. Dodatna istraživanja su sprovedena kod primene *sleep mode*, odnosno kada su kompjuteri u hibernaciji, i nađeno je da kod:

- 30% kompjutera se aktivirao hibernacioni model
- 12% kompjutera se nije aktivirao hibernacioni model
- 35% nisu znali da li je hibernacija aktivirana, ili ne.

Prvi nalaz nam sugerise, da samo oko 5-7% desktopova imaju osposobljen menadžer za smanjenje utroška energije, iako se smatra da svi laptopovi moraju ih imati, zato što je neophodno da maksimiziraju trajanje baterije.

3.3.1.3 Ušteda energije korišćenjem NightWatchman tehnologije



1E je vodeći provajder softvera i konsultantskih usluga, fokusiran isključivo na Windows menadžment. 1E je internacionalna organizacija, sa predstavništvima u Evropi, Americi i Australiji. Ključni proizvodi su *NightWatchman®*, *SMSWakeUp™* i *DeskMon®*. Njihovi proizvodi se prodaju širom sveta, a preko 4 miliona kupaca ima licencu za upotrebu njihovih proizvoda, kao što su *Microsoft*, *HSBC*, *British Airways*, *Department for Education and Skills*, *Marks & Spencer* i *SAB Miller* [18].

NightWatchman (Najtvočmen) redukuje potrošnju energije tako, što automatski isključuje PCs na osnovu centralnog-kontrolnog plana. Ovaj sistem šalje izveštaje menadžmentu kompanije, tako da kompanije može da se uveri u sigurnu energetska uštedu, koju ovaj sistem pruža. Upotrebom *NightWatchman*, spašavamo svaki otvoreni dokument na korisničkom desktopu, minimizirajući tako gubitke korisničkih podataka. Kada se kombinuje sa *SMSWakeUp* i

DeskMon, i drugim 1E proizvodima, zaustavlja se infiltracija virusa u mrežu, čime se obezbeđuje operacionalni monitoring, i omogućuje da PCs budu bezbedno uključeni, a i isključeni. Prema procenama od strane 1E, ako je u toku dana jedan kompjuter - PC u upotrebi 10 sati, bez vikenda, sa odmorom od 14 sati, kada su kompjuteri na „*on sleep*“ mode, odnosno to je vreme kada kompjuteri nisu u funkciji, uključujući i vikend, imali bi sledeću potrošnju energije (Tabela 2):

Tabela 2. Ušteda energije isključivanjem kompjutera

	Električni uređaji	Ravni ekrani
Operativna potrošnja	150W	125 W
Neoperativni časovi/ radnom danu /vikend dani	14h/24h	14h/24h
Neoperativni časovi/ sedmici	118h	118h
Tipična gubitak energije/sedmici	17.7 kWh	14.75 kWh
Tipičan gubitak energije/godini	920 kWh	767 kWh
Tipična cena (jednotarifna)	£ 69.03	£57. 53
Nepotrebna emisija CO ₂	395 kg	330 kg

U 1E PC *Energy Report* je objavljeno, da ako bi se samo 10. 000 PCs isključilo preko noći, ušteda bi bila \$ 165.000 godišnje, i 1381 tona CO₂. Ako bi se svi kompjuteri na radnom mestu u Americi isključili preko noći, ušteda u emisiji CO₂ bi bila jednaka ekvivalentu uklanjanja svih kola sa ulica u državi *Maryland* [21].

3.3.1.4 *Verdijem*

Verdijem je pronalazač softvera za uštedu energije za PCs mreže. Njegov SURVEYOR obezbeđuje merenje utroška energije, jednostavno i automatski, čime se onda, lako može i izračunati, koja je to materijalna korist od uštede energije. *Verdijem*, je nagrađen od strane Američkog Ministarstva za energetiku, i postao je partner za energetske efikasnost u građevinarstvu, odnosno priznat je od strane *EPA Energy Star* kao partner.

3.3.2 Poteškoće u primeni tehnologije ENRGY STAR- CPUs i monitori

Kompjuterski sistemi se sastoje od dve glavne komponente za trošenje energije, a to su monitor, i postojeći kompjuterski sistem [5, 16]. U redukciji potrošnje energije koju koriste monitori, neophodno je aktivirati sistem za smanjenu potrošnju energije, a sastavni su deo većine monitora. Ovi sistemi imaju zadatak da, ako monitor nije duže od 10 minuta u funkciji, monitor odlazi automatski na „*sleep mode*“. Aktiviranjem ovog sistema na monitoru, smanjujemo potrošnju energije od 60 do 90 W, i uštedimo po jednom monitoru godišnje i do [21]. Aktivacija sistema za uštedu energije na monitoru ne izaziva nikakve smetnje u mreži [21]. Kada je aktiviran sistem za uštedu energije, nije neophodno uključiti skrin sejver iz dva razloga. Prvo, skrin sejver ne redukuje potrošnju energije koju konzumira kompjuterski sistem. Drugo, ako se aktivira ušteda energije, složene skrin sejver grafike uzimaju dosta energije u radu, što može da uzrokuje skidanje kompjuera sa *sleep* moda [15].

Vrlo je važno zapamtiti, da je neophodno, kada monitor nije dugo u funkciji, posebno preko noći i vikendom, mora biti kompletno isključen iz strujnog kola [17]. Razlog za njihovo isključivanje je, da čak i kada je monitor na „*sleep mode*“, nastavlja da troši energiju, i kada se to sabere za godinu dana, dobije se značajna količina na prazno utrošena energija, za koju treba platiti visoku cenu, jer je struja u čitavom svetu veoma skupa [12].

Svi kompjuterski monitori sa oznakom *Energy Star*, po pravilu moraju trošiti do 85% manje energije u radu, od standardnih modela. Monitori moraju da ispune zahteve koji su označeni sa *Energy Star* kada su na *On*, *Sleep*, i *Off Modes*. Kada su na *On*, maksimalno dozvoljene varijacije utroška energije u radu se baziraju na rezoluciji kompjuterskog monitora; kada su na *Sleep Mode*, moraju trošiti 2 W, ili manje, a kada su na *Off Mode*, kompjuterski monitori moraju trošiti 1W, ili manje.

Još od 1996, otprilike 70% svih kompjuera imaju uređaje za smanjenu potrošnju energije [16]. No, kao i monitori i CPUs u primeni ovog sistema imaju određenih poteškoća. CPU na mreži prima rutinski poruke od servera, koji zahteva da klijent CPU odgovori. Ako je aktiviran sistem za smanjenu potrošnju energije, onda CPU nije u mogućnosti da odgovori serveru, pa mogu tada na nastanu poteškoće u komuniciranju. Ali, noviji CPUs imaju sistem za uštedu energije i u isto vreme smart mrežnu karticu, koja može da pošalje poruku nazad serveru, bez isključivanja celog sistema iz uređaja za smanjenu potrošnju električne energije. Drugo, oni se mogu parcijalno oživeti, preuzeti poruku, i onda ponovo prihvatiti sistem za uštedu energije. Ova opcija sistema za uštedu energije najbolje radi kod *Pentium-a IV*, koji pokreće *Windows 2000 ili XP* i kasnijim procesorima, i administrativna ažuriranja se obnavljaju iz mreže klijentovih mašina.

3.4 Odlaganje neupotrebljivih kompjuera u životnu sredinu

Kompjuteri pored svoje velike koristi za čoveka, u sebi nose veoma toksične supstance opasne po javno zdravlje i životnu sredinu, posebno ako se odlože nebezbedno, slika 3.



Slika 3. Nebezbedno odložen elektronski otpad

Hazardne komponente kompjutera su: katodne cevi - CRT (*Catode Ray Tubes*) monitora, legure, živa u LCD (*Liquid Crystal Displays*), kadmijum u baterijama i otpornicima, plastične komponente i najopasniji brominovani retardanti protiv samozapaljivosti u plastici, i na kraju, polivinil-hlorid-PVC [11]. Otuda, sa sigurnošću se može reći: da su rashodovani kompjuteri opasan otpad, koji se mora definitivno odložiti u životnu sredinu tek, nakon tretmana [6]. Samo u Americi, se godišnje rashoduje oko 100 miliona (100.000.000) kompjutera i monitora, a šta je sa ostalim razvijenim zemljama. Istraživanja su pokazala, da je količina otpada od kompjutera na godišnjem nivou veća čak, tri puta od komunalnog otpada koji stanovništvo stvara [2].

Najgori način, i sa najvećim posledicama po zdravlje i životnu sredinu, je definitivno odlaganje kompjutera na smetlišta, ili „deponije“. To je zato, što odlaganjem na „deponije“, ili smetlišta ima za posledicu curenje toksičnih materija koje su u sastavu kompjutera. Ovo je posebno važno, ako se ima u vidu, da je samo prema podacima UN-Ujedinjenih nacija u 2008. godini, trebalo odložiti u životnu sredinu oko 200 miliona (200. 000 000) kompjutera, i oko 500 miliona (500.000.000) mobilnih telefona.

4. ZDRAVSTVENI ASPEKTI UPOTREBE KOMPJUTERA

Rad na kompjuterima ima zaista negativne uticaje na ljudsko zdravlje [14]. Ne samo što zahteva duga sedenja ispred njih, već njihova upotreba šteti na više načina:

- Ekransko bleštanje se odigrava u veoma velikoj brzini. Mi to ne možemo da vidimo, ali to se upravo dešava kada sedite ispred njega. Ovo konstantno bleštanje u očnu duplju, gde je oko smešteno, ima za posledicu povećanje naklonjenosti ka nastanku konvulzija - grčeva i određenih blokada u organizmu u kasnijem životu.
- Stari CRTs (nije sigurno za ravne ekrane) emituju enormne količine elektromagnetnih polja. Zbog posledica koje ova polja ostavljaju na ljudsko zdravlje, ne preporučuje se duže izlaganje ovim elektromagnetnim poljima.
- Kompjuteri u svom sastavu imaju plastiku, koja u sebi ima materijal poznat kao polibrominovani retardanti, čija je uloga u sprečavanju paljenja, a najpoznatiji su Polibrominovani difenil eter (polybrominated diphenyl ethers (PBDEs), a zbog velikih hazardnih osobina koje ostavlja na ljudsko zdravlje, EU (Evropska Unija) je zabranila njihovu upotrebu od jula 2006. godine [1].



Slika 4. Emisija bromiranih retardanata u formi opasne prašine na ekranima kompjutera

- Poznati naučnik *Mark Jacobson iz Stanford Univerziteta*, sa sigurnošću tvrdi, da svaki stepen zagrevanja atmosfere globalno rezultira u 20.000 umrlih, zbog zagađenja vazduha, koje nastaje kao rezultat povećane emisije CO₂ u atmosferu.

5. DISKUSIJA

Kroz analize u radu možemo zaključiti, da najbolji način za uštedu energije pri korišćenju kompjutera je, da se kompjuteri drže uključeni u strujno kolo samo, kada su u radnoj funkciji!!!! Kada bi svi kompjuteri bili isključeni samo preko noći, energija koja bi se tada uštedela, mogla bi da osvetljava Ajfelovu kulu 24 časa dnevno sledećih 720 godina. Danas se čini mnogo važnih koraka da se odgovori na izazove da se smanji negativan uticaj kompjutera na životnu sredinu, a među njima su: *smanjenje proizvodnje kompjutera, produžiti vek proizvedenim kompjuterima, ugradnja tehnoloških postupaka za uštedu energije, ili obavezno isključivanje kompjuterskih sistema iz strujnog kola* [13].

Na osnovu iznetog u radu, možemo da konstatujemo, da bi proizvođači kompjutera i njihovih delova morali da učine sve da se:

- Smanje toksični materijali
- Da se upotrebljavaju materijali koji se lako recikliraju, i da je njihov sadržaj na bio-osnovi
- Da se poboljšaju osobine proizvoda tako, da im je upotrební vek duži
- Da se energija konzervira
- Da se ugrade mere za ekološku kontrolu proizvodnje
- Da se redukuje pakovanje, i poveća njihov stepen reciklaže, ili ponovne upotrebe
- Korisnici kompjutera i njihovih sistema, radi uštede u potrošnji energije i smanjenju emisije CO₂, moraju da ih isključe iz strujnog kola, kada nisu u funkciji.

Pokazalo se u istraživanjima, da su apatija zaposlenih, i neefikasni poslovni sistemi glavni uzročnici gubljenja enormnih količina energije dobijene sagorevanjem fosilnih goriva.

Vlada mora da preduzme neophodne korake koji će voditi ka ponovnoj upotrebi, bezbednom recikliranju, i definitivnom odlaganju neupotrebljivih komponenata u životnu sredinu na ekološki prihvatljiv način.

6. ZAKLJUČCI

Današnja koncentracija CO₂ u atmosferi je već na nivou od 380 ppm, i na žalost, se povećava svake godine za 2-3ppm, što znači ako se ovom brzinom bude povećavao nivo CO₂ u atmosferi, kritičan nivo će se dostići za već narednih 25-30 godina. Kako bi se

smanjila potrošnja energije, koja se dobija sagorevanjem fosilnih goriva, neophodne za proizvodnju i rad kompjutera i njihovih sistema, i smanjila emisija CO₂ u atmosferu, neophodno je:

U strategiji redukcije energije koju troše kancelarijski i telekomunikacioni sistemi pri radu, povećati efikasnost upotrebe PCs kompjutera, upotrebom i stalnim razvojem „ENERGY STAR“ tehnologija za uštedu energije, ili obavezno isključivanje kompjuterskih sistema iz strujnog kola.

Kada monitor nije dugo u funkciji, i kada je na „sleep mode“, i pored „ENERGY STAR“ sistema, nastavlja da troši energiju, pa zato mora biti kompletno isključen iz strujnog kola, posebno preko noći, i vikendom.

Imajući u vidu, da se za proizvodnju kompjutera i njihovo definitivno odlaganje u životnu sredinu troše velike količine i materijala i energije, a u razvijenim zemljama se upotrebljavaju oko tri godine, a onda odlažu skoro istom brzinom sa kojom su se i proizveli, proizvođači moraju učiniti sve, da se produži životni vek kompjutera, i poveća ponovna upotreba, kroz poboljšanje dizajna, i edukaciju o korisnosti razmene kompjutera između korisnika [9, 10]. Krajnji cilj svih navedenih mera je, smanjenje emisije CO₂ u atmosferu, smanjenje negativnih uticaja CO₂ na zdravlje i globalno povećanje efekata staklene bašte.

LITERATURA

1. Brennan, L.B., Isaac, D.H., and Arnold, J.C. 2002. Recycling of Acrylonitrile-Butadiene-Styrene (ABS) and High-Impact Polystyrene (HIPS) from waste computer equipment. *Journal of Applied Polymer Science*. 86: 572-578.
2. Chezzi, D. 2002. A need for e-cycling-Where do old computers go when they die? [Online] <http://www.rebootcanada.ca/sections/macleans.html> . Accessed March 17, 2005.
3. Climate Protection Partnerships Division, U.S. Environmental Protection Agency. 2003. Change for the Better, ENERGY STAR and Other Voluntary Programs, 2002 Annual Report. (forthcoming)
4. EPA. 1992. *Energy Policy Act of 1992*. Conference Report 102-1018 to accompany H.R. 776. US Government Printing Office. Washington, DC: US House of Representatives. October 5th.
5. Groot, M. I., and P. J. S. Siderius. 2000. *Monitors Statistical Analysis: on-mode power consumption*. Delft, Netherlands: Van Holsteijn en Kemna BV, on behalf of Novem BV. April.
6. Globe and Mail. 2001. Discarded computers hazardous in landfill. [Online] <http://www.hightechrecycling.com> . Accessed March 28, 2005.
7. Gungor, A. and Gupta, S.M. 1999. Issues in environmentally conscious manufacturing and product recovery: a survey. *Computers and Industrial Engineering*. 36: 811-853.
8. Kawamoto, K.; Koomey, J.G.; Nordman, B.; Brown, R.E.; Piette, M.A. 2002. Electricity used by office equipment and network equipment in the US. *Energy*. 27(3): 255-269.
9. Klatt, S. 2003. Recycling Personal Computers. In Kuehr, R. and Williams, E (Eds.). *Computers and the Environment: Understanding and Managing Their Impacts*. London: Kluwer Academic Publishers.
10. Kuehr, R. 2003. Managing PCs through Policy: Review and Ways to Extend Lifespan. In Kuehr, R. and Williams, E (Eds.). *Computers and the Environment: Understanding and Managing Their Impacts*. London: Kluwer Academic Publishers.
11. Lee, C-H.; Chang, C-T.; Fan, K-S.; and Chang, T-C. 2004. An overview of recycling and treatment of scrap computers. *Journal of Hazardous Materials*. B114: 93-100.

12. Lebot, B.; Meier, A.; and Anglade, A. 2000. "Global Implications of Standby Power Use" In The Proceedings of ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings. Lawrence Berkeley National Laboratory Report No. LBNL-46019: June, 2000.
13. Nagel, C. and Meyer, P. 1999. Caught between ecology and economy: end-of-life aspects of environmentally conscious manufacturing. *Computer and Industrial Engineering*. 36: 781- 792.
14. Needleman, H. 2004. Lead poisoning. *Annual Review of Medicine* 55: 209-222.
15. Nordman, Bruce, Mary Ann Piette, and Kris Kinney. 1996. *Measured Energy Savings and Performance of Power-Managed Personal Computers and Monitors*. LBL-38057. Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, CA. Available at: <http://eetd.lbl.gov/EA/Reports/38057/>
16. Nordman, Bruce, Mary Ann Piette, Kris Kinney, and Carrie Webber. 1997. *User Guide to Power Management for PCs and Monitors*. LBNL-39466. Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, CA. Available at: <http://eetd.lbl.gov/EA/Reports/39466/>
17. Nordman, Bruce, A. Meier, and M.A. Piette. 2000. *PC and Monitor Night Status: Power Management Enabling and Manual Turn-off*. LBNL-46099. Lawrence Berkeley National Lab, Berkeley, CA
18. "Report From IE and the Alliance to Save Energy Finds That Organizations Waste Billions of Dollars Running Idle Computers" (Press release). Alliance to Save Energy. 2009-03-25. <http://ase.org/content/news/detail/5487>. Retrieved 2010-01-06.
19. Roth, Kurt, Fred Goldstein, and Jonathan Kleinman. 2002. *Energy Consumption by Office and Telecommunications Equipment in Commercial Buildings--Volume I: Energy Consumption Baseline*. A.D. Little no. 72895-00. Prepared by Arthur D. Little for the U.S. Dept of Energy, Washington, DC. January. Available at: <http://www.eren.doe.gov/buildings/documents>
20. US EPA. 2002a. *Energy Star Labeled Computers and Monitors: Key Product Criteria* [cited 2001]. Available at: http://www.epa.gov/nrgystar/purchasing/6a_c&m.html#specs_cm 27
21. US EPA. 2002b. *US EPA Global Warming Site* [cited 2001]. Available at: <http://www.epa.gov/globalwarming/> United States Environmental Protection Agency (US EPA). 2005. Energy Star Computers. [Online] http://www.energystar.gov/index.cfm?fuseaction=find_a_product.showProductGroup&pgw_code=CO Accessed March 15, 2005.
22. U.S. Environmental Protection Agency, "2006 Annual Report: Energy Star and Other Climate Protection Partnerships.". Retrieved 1 March 2008.
23. Williams, E. 2003. Environmental Impacts in the Production of Personal Computers. In Kuehr, R. and Williams, E (Eds.). *Computers and the Environment: Understanding and Managing Their Impacts*. London: Kluwer Academic Publishers.