

INFORMACIONO KOMUNIKACIONE TEHNOLOGIJE I EKOLOŠKA ODRŽIVOST INFORMATION AND COMMUNICATIONS TECHNOLOGIES AND ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY

Milica Grujić

Univerzitet u Beogradu – Fakultet organizacionih nauka

REZIME: Informacione i komunikacione tehnologije (IKT) razvijaju i doprinose ekonomskom rastu i utiču na životni stil društava, baš kao i što imaju potencijalnu i značajnu ulogu u održivom razvoju. Ova potencijalna uloga IKT-a u održivom razvoju se sastoji od kako direktnih i indirektnih efekata, tako i od efekata sa povratnim dejstvom. Može se zaključiti da pravilno ocenjivanje ekoloških uticaja IKT-a, mora da se odnosi i na ove različite vrste efekata. Posledično, autor rada razmatra različite vrste IKT rešenja i njihove potencijalne pozitivne i negativne ekološke uticaje, radi boljeg razumevanja ovih uticaja IKT-a na životnu sredinu. Takođe, u radu se razmatra primena ocenjivanja životnog ciklusa (LCA) radi obezbeđivanja novih znanja o izazovima upotrebe LCA za ocenjivanje ekološke održivosti IKT rešenja.

KLJUČNE REČI: Informacione i komunikacione tehnologije (IKT), uticaji na životnu sredinu, ekološka održivost, ocenjivanje životnog ciklusa (LCA)

ABSTRACT: Information and communication technologies (ICTs) are developing and contributing to economic growth and affecting the lifestyles of societies, as well as they having a potential and significant role in sustainable development. This potential role of ICT in sustainable development consists of direct and indirect effects, but also rebound effects. It can be concluded that the proper assessing of the environmental impacts of ICT, must address these different types of effects, too. Consequently, the author of the paper considered various kinds of ICT solutions and their potential positive and negative environmental impacts, in order to have a better understanding of these impacts of ICT on the environment. Also, this paper deals with the application of Life Cycle Assessment (LCA) in order to provide a new knowledge on the challenges of using LCA for assessments of environmental sustainability of ICT solutions.

KEY WORDS: Information and communication technology (ICT), environmental impacts, environmental sustainability, Life Cycle Assessment (LCA)

1. UVOD

Ekološki problemi (Bonnett, 2007; Mert, 2006; Robert, Flod, & Carson, 1993) su dostigli svoju kritičnu tačku u 21. veku i nastavljaju rapidno da rastu ogledajući se u: globalnom zagrevanju, pogoršanju uslova života, narušavanju ozonskog omotača, uticaju konzervacije, porastu čvrstog otpada, nuklearnom zagađenju, destrukciji šuma, izumiranju biljnih i životinjskih vrsta... (Petrović, 2012; Petrović, 2013). Paralelno, porast svetske populacije doveo je do porasta neefikasne potrošnje prirodnih resursa (Symth, 2004). Ove promene u životnoj sredini, a pre svega promene koje označavaju njenu degradaciju, dovode do ekoloških kriza koje civilizacijskim razvojem postaju sve izraženije i sve drastičnije, tako da u mnogim zemljama, pod uticajem snažnog razvoja proizvodnih snaga koji pored ostalog, iskazuje i porast moći čoveka u odnosu na prirodu, dolazi do niza ekoloških promena koje su se pokazale kao destruktivni faktori koji dovode do zagađenja životne sredine, prouzrokujući razvoj „globalne ekološke svesti“ čovečanstva o neophodnosti promena dosadašnjih odnosa civilizacija, posebno industrijske u odnosu na prirodu i prirodno okruženje. Posledično, neophodna pažnja, kako naučnih istraživanja, tako i prakse mora da bude usmerena na jednu od savremenih tehnologija, sa neosporno značajnim negativnim ali i pozitivnim uticajem na životnu sredinu - informacione i komunikacione tehnologije (IKT) (Zwolinski, Brissaud, Llerena, & Millet, 2007).

Neophodno je naglasiti da IKT imaju značajnu ulogu u modernom društvu, doprinoseći ne samo ekonomskom rastu, već i pozitivnom uticaju na društvo i poslovni i životni stil ljudi. Stoga je razumljivo što postoje visoka očekivanja od IKT-a u njihovom doprinosu održivom razvoju i ekološkoj održivosti. Kada su u pitanju ove tehnologije, takođe treba istaći da njihovi negativni uticaji na životnu sredinu nastaju usled proizvodnje, upotrebe i odlaganja IKT proizvoda, dok se pozitivni

uticaji ogledaju u zameni drugih proizvoda IKT proizvodima i uslugama sa posledičnim pozitivnim ekološkim efektima kao što je npr. novčana ušteda, smanjenje emisije klima gasova i povećanje energetske efikasnosti (Rivera, Håkansson, Svenfelt, & Finnveden, 2014). Ovi uticaji su proučavani u okviru različitih naučnih disciplina, a ovaj rad ima svrhu da da ne samo pregled postojeće literature i debata iz ove oblasti već i diskusiju vezanu kako za negativne uticaje IKT-a na životnu sredinu, tako i za njihove pozitivne uticaje predstavljene kroz „zeleno“ informacione sisteme i tehnologije koje omogućavaju ekološki održive poslovne procese i proizvode ovih procesa, imajući u vidu da IKT predstavljaju značajan alat u kreiranju održivih izbora u održivim društvima (GeSI, 2012; Sui & Rejeski, 2002).

U radu će biti predstavljen uporedni pregled relevantne literature iz oblasti IKT-a i njihove uloge u zaštiti životne sredine. Cilj rada je da pruži pregled naučnih i stručnih radova koji se bave problematikom povezivanja IKT-a sa zaštitom životne sredine sa posebnim osvrtom na ekološki održivo upravljanje ovim tehnologijama. Dodatno biće dat sistematičan prikaz mogućnosti razvoja zelenih IKT-a, uz detaljnu analizu različitih uticaja IKT-a na životnu sredinu, odnosno njihovih uticaja prvog reda - proizvodnja, korišćenje i odlaganje IKT opreme; prikaz pozitivnih efekata zelenih informacionih sistema koje čine tzv. uticaji drugog reda - „ozelenjavanje“ poslovnih i proizvodnih procesa; kao i uticaja trećeg reda - smanjenje potrošnje resursa, smanjenje otpada i emisija štetnih gasova tokom životnog ciklusa krajnjeg proizvoda ili usluge IKT-a.

2. UTICAJ INFORMACIONO KOMUNIKACIONIH TEHNOLOGIJA NA ŽIVOTNU SREDINU

Informaciono komunikacione tehnologije (IKT) imaju određene pozitivne i negativne uticaje na životnu sredinu. Sveobu-

hvatna definicija održivosti je: „Razvoj koji zadovoljava potrebe današnjice, bez ugrožavanja mogućnosti budućih generacija da zadovolje svoje potrebe” (Melville, 2010). Veliki deo istraživanja u centar pažnje stavlja uticaje koji su nastali postojanjem IKT-a. Ovo uključuje projektovanje, proizvodnju, rad i odlaganje IKT-a. Neki od najznačajnijih uticaja dolaze kao posledica primene ovih tehnologija. Dakle, postoji mnogo više uticaja na životnu sredinu od samih direktnih uticaja (Madden & Weissbrod, 2008). Osim neposrednih negativnih uticaja na životnu sredinu zbog proizvodnje, upotrebe i odlaganja IKT proizvoda i mogućih pozitivnih uticaja kao što je zamena nekog proizvoda odgovarajućim IKT proizvodom, mogu postojati drugi dugoročni i dalekosežni sistemski efekti uvođenja novih tehnologija.

Uticaji prvog reda su direktna posledica određene aktivnosti i za ove uticaje se koristi i naziv direktni efekti. Uticaji prvog reda se definišu kao negativni uticaji IKT-a na životnu sredinu koji proizilaze iz proizvodnje, korišćenja i odlaganja IKT proizvoda (Rivera, Håkansson, Svenfelt, & Finnveden, 2014). Proizvodnja hardvera dovodi do iscrpljivanja retkih resursa, a na kraju životnog ciklusa IKT proizvoda, hardver se često ilegalno odlazi i onda se izvozi manje razvijene zemlje, gde štetne materije ozbiljno ugrožavaju zdravlje ljudi. Takođe, ove aktivnosti dovode do velikih količina e-otpada. Pored toga, računari, mreže i centri podataka troše velike količine električne struje. Kao rezultat toga, IKT su odgovorne za 2% emisije CO₂ u svetu (Loeser, 2013). Proizvođači IKT utiču na životnu sredinu tokom proizvodnje IKT proizvoda ali i kroz ostale operacije (npr. procesi infrastrukture, logistike). Sve ove faze mogu imati veći ili manji uticaj na životnu sredinu. Sa druge strane potrošači i korisnici utiču direktno na životnu sredinu putem kupovine, upotrebe i potrošnje IKT proizvoda. Potrošači mogu izabrati energetski efikasniju i „zelenu” IKT opremu. Na kraju životnog veka IKT proizvoda potrošači mogu da recikliraju IKT opremu čime se smanjuje negativan uticaj na životnu sredinu koji se odnosi na stvaranje deponija, spaljivanje ili nekontrolisano odlaganje IKT otpada u manje razvijene zemlje (Marino & Rosas, 2011).

Uticaji drugog reda ogledaju se u zameni drugih proizvoda IKT proizvodima i uslugama sa posledičnim pozitivnim ekološkim efektima. Uticaji drugog reda se zovu i indirektni efekti. Dalje, razvoj, proizvodnja i distribucija proizvoda i usluga zahteva sve kompleksnije procese u kojima IKT igraju sve značajniju ulogu. IKT se koriste na razne načine da bi doprinele optimizaciji potrošnje prirodnih resursa, ali i resursa kompanije. Glavna uloga IKT-a je smanjenje troškova kompanije kroz unapređenje poslovnih procesa, ali IKT na ovaj način doprinose i zaštiti životne sredine. To znači da efikasniji procesi doprinose smanjenju negativnih uticaja na životnu sredinu. Pozitivni uticaji se ogledaju u unapređenju procesa proizvodnje kroz korišćenje automatizovanih proizvodnih pogona i preciznim kontrolama u toku procesa proizvodnje upotrebom različitih softvera. Unapređenje samih proizvoda ili usluga se ostvaruje upotrebom kompjuterskih simulacija čime se kreira proizvod koji koristi manje štetnih materijala pri izradi. Proces logistike i distribucije takođe se unapređuju korišćenjem softvera koji doprinose efikasnosti i fleksibilnosti ovih procesa (Berkhout & Hertin, 2001).

Uticaji trećeg reda (efekti sa povratnim dejstvom) se odnose na uticaje i mogućnosti stvorene od strane ukupnih efekata velikog broja ljudi koji koriste IKT na srednji ili duži rok. Drugim rečima, uticaji trećeg reda se odnose na smanjenje potrošnje resursa, smanjenje otpada i emisija štetnih gasova tokom životnog

ciklusa krajnjeg proizvoda ili usluge IKT-a i oni su ukorenjeni u ponašanje i promene u ponašanju (Yi & Thomas, 2007). Oni se ostvaruju kroz stimulaciju veće potrošnje i ekonomskog rasta putem IKT i kroz uticaj na sistem vrednosti i životni stil (Berkhout & Hertin, 2001). U suštini oni predstavljaju uticaj IKT proizvoda i usluga na druge tehnologije. Pozitivni sistemski izlazi zelenih IKT rešenja u velikoj meri zavise od krajnjih korisnika i promena u celokupnom društvenom ponašanju. Uticaji trećeg reda IKT na životnu sredinu su relativno neistražena oblast, uglavnom zbog kompleksnosti procene tehnoloških promena, proizvodnje i upotrebe IKT na srednji ili duži rok. Treba naglasiti da je ocenjivanje životnog ciklusa proizvoda važan instrument koji daje uvid u uticaj IKT-a na promene ponašanja i uticaj tih promena na IKT (Vickery, 2012).

2.1. Zeleni informacijski sistemi i tehnologije

Za unapređenje ekološke održivosti u kompanijama, definisana su tri cilja koja kompanija treba da ispuni:

- 1) Sprečavanje zagađenja smanjenjem količine otpada i smanjenom emisijom štetnih materija;
- 2) Upravljanje proizvodima, uzimajući u obzir zahteve zainteresovanih strana i optimizaciju životnog ciklusa proizvoda;
- 3) Održivi razvoj, ostvaren kroz smanjenje uticaja kompanije na životnu sredinu i kroz predanost viziji dugoročne održivosti.

Za ostvarenje ova tri cilja, informacione tehnologije (IT) i informacioni sistemi (IS) su od velikog značaja.

Kao što je rečeno, IKT mogu imati negativan uticaj na životnu sredinu koji proizilaze iz proizvodnje, korišćenja i odlaganja IKT proizvoda, ali istovremeno IKT proizvodi se smatraju ključnim za unapređenje ekonomije i celokupnog društva u smislu ekološke održivosti. Postoji više oblasti poslovanja gde IT i IS mogu da smanje negativan uticaj na životnu sredinu, kroz npr. reinženjering poslovnih i proizvodnih procesa ili automatizaciju procesa. Pored povećanja efikasnosti internih procesa, IS za monitoring i sistemi za upravljanje životnom sredinom omogućuju merenje ekoloških ciljeva kompanije (Loeser, 2013).

Termin „zelene“ odnosi se na tehnologije i procese koji doprinose ekološkoj održivosti, tj. koji imaju manji negativan uticaj na životnu sredinu od konvencionalnih informacionih sistema i tehnologija. Uticaj zelenih IT se odnosi na uticaj IT na životnu sredinu tokom njihovog životnog ciklusa, dok se uticaj zelenih procesa odnosi na procese koji doprinose smanjenoj potrošnji određenih resursa, smanjenju zagađenja i ponovnoj upotrebi materijala (reciklaža). Tradicionalno, zelene IT se fokusiraju na smanjenje potrošnje energije, jer je ozelenjavanje IT zasnovano na implementaciji zelenih IT i ne odnosi se samo na primenu ovih tehnologija, već predstavlja proces koji transformiše čitavo društvo. Kao što je rečeno, IT mogu imati direktan negativan uticaj na životnu sredinu, ali tako mogu imati i pozitivan uticaj na životnu sredinu npr. upotreba zelenih IT utiče na smanjenje globalne emisije CO₂ za 15%. Uticaj zelenih IT se odnosi na uticaje koji direktno smanjuju negativne efekte IT na životnu sredinu i indirektno koji su ostvareni upotrebom IT za podršku drugih poslovnih procesa za smanjenje njihovih negativnih uticaja na životnu sredinu.

Zelene IT koriste hardver i softvere koji imaju direktan pozitivan uticaj na životnu sredinu. Primeri za to su poboljšanje energetske efikasnosti hardvera, konsolidovanje servera koristeći softvere za virtuelizaciju i smanjenje otpada nastalog kao posledica zastarele opreme.

IS obuhvataju tehnološke komponente i ljudske aktivnosti koje se odnose na tehnološke procese unutar organizacije. Koncept IS pokriva različite aspekte: obuhvata IT (fizički serveri, kompjuteri i mrežni uređaji), zajedničke usluge (baze podataka), poslovne aplikacije (ERP sistemi) i IS za kreiranje procesa u organizaciji i poslovne transformacije.

Zeleni IS omogućuju:

- 1) Reinženjering poslovnih i proizvodnih procesa;
- 2) Implementaciju IS za upravljanje zaštitom životne sredine (EMS);
- 3) Inovacije IT za unapređenje proizvoda i usluga što će doprineti zadovoljstvu klijenata kompanije;
- 4) Praćenje potrošnje resursa i analiza životnog ciklusa proizvoda (Loeser, 2013; Petrović, Drakulić, Vujin, Drakulić, & Jeremić, 2011).

U ovom kontekstu, navodi se da se zeleni IS odnose na negativne uticaje prvog reda (proizvodnja, upotreba i odlaganje IKT proizvoda), dok koncept zelenih IS obuhvata pozitivne uticaje drugog reda (ozelenjavanje poslovnih i proizvodnih procesa) i uticaje trećeg reda (smanjenje potrošnje resursa, otpada i emisije štetnih gasova tokom životnog ciklusa krajnjih proizvoda i usluga) tj. zeleni IS se uvode u cilju smanjenja negativnog uticaja IS i poslovnih procesa na životnu sredinu (Molla & Abareshi, 2011).

3. OCENJIVANJE ŽIVOTNOG CIKLUSA (LCA)

Ocenjivanje životnog ciklusa (LCA) proizvoda je tehnika za procenu uticaja svih faza životnog ciklusa proizvoda (od odabira sirovih materijala za upotrebu, obrade materijala, proizvodnje, distribucije, korišćenja, popravke i održavanja do odlaganja i reciklaže proizvoda) na životnu sredinu. Ocenjivanje životnog ciklusa proizvoda naziva se još i pristup „od kreveta pa do groba” (engl. "cradle-to-grave"). To znači da LCA ima za cilj da opisuje posledice fizičkih uticaja karakterističnih za životni ciklus proizvoda na životnu sredinu (Bonvoisin, Lelah, Mathieux, & Brissaud, 2014).

Kako bi se bolje razumeo uticaj potencijalnih pozitivnih i negativnih uticaja IKT na životnu sredinu potrebno je više istraživanja u ovoj oblasti. Metode koje se primenjuju za procenu uticaja na životnu sredinu takođe trebaju da budu analizirane kako bi se identifikovali potencijalni problemi pri proceni, kao i polazne informacije potrebne za kvalitetnu procenu (Arushanyan, 2013). Princip LCA metode zasniva se na uzimanju u obzir čitavog niza uticaja koje određeni proizvod može da ima na životnu sredinu i to na način što će sve ulazne i izlazne veličine i njihovi međusobni odnosi biti izraženi u brojevima. Na osnovu brojčanih vrednosti definiše se formula po kojoj se određuje celokupan uticaj određenog proizvoda na životnu sredinu, počevši od prvih koraka proizvodnje, pa sve do njegovog recikliranja. Rezultati koji se dobiju koriste se u svrhu unapređivanja procesa proizvodnje i upotrebe određenog proizvoda.

Postoje dve osnovne vrste LCA. Atributivni LCA teži da uspostavi opterećenja koja karakterišu proces proizvodnje ili upotrebe nekog proizvoda u jednom određenom momentu.

Posledični LCA teži da odredi uticaje na životnu sredinu koje ima posmatrani sistem, što podrazumeva da se uzimaju u obzir i ekonomski i marketinški faktori. Trenutno se razvija socijalni LCA koji bi trebalo da razmatra socijalni aspekt i uticaje tokom životnog veka nekog proizvoda. Ovaj LCA bi pratio posledični LCA koji se bavi uticajem određenog proizvoda na životnu sredinu (Bonvoisin et al., 2014).

LCA predstavlja sistematičan pristup koji se sastoji od četiri komponente i odvija se u fazama:

- 1) Cilj i obim (engl. Goal and Scope Definition) - definisanje proizvoda ili usluge koji će se ocenjivati, definisanje konteksta u kome će se izvršiti određena procena, postavljanje granice i utvrđivanja uticaja koji će biti ispitani ovom procenom;
- 2) Faza popisivanja i analiziranja podataka (engl. Inventory analysis) - pregled energije i sirovina koje se koriste, kao i emisija u atmosferu, vodu i zemljište;
- 3) Procena uticaja na životnu sredinu (engl. Impact assessment) - procena potencijalnih ljudskih i ekoloških učinaka na upotrebu energije, vode i materijala, kao i uticaja na životnu sredinu, definisanih u prethodnom koraku;
- 4) Interpretacija (engl. Interpretation) - vrednovanje rezultata iz prethodna dva koraka i uticaj na izbor proizvoda, procesa ili usluga koji će imati manje štetan uticaj na životnu sredinu.

Metodologija LCA ima brz razvoj u poslednjih nekoliko decenija. Međutim, metodološki izbori su ostavljeni onima koji se bave ovom oblasti u praksi.

Od posebnog značaja za metodologiju LCA su granice sistema, funkcionalne jedinice i alokacija:

- 1) Granice sistema mogu biti postavljene geografski i vremenski i obuhvataju sve procese sistema. Važno je uzeti u obzir geografske granice pri proceni IKT proizvoda jer se različite faze životnog ciklusa mogu javiti u različitim regijama (npr. proizvodnja električne energije, transport itd.). Osetljivost životne sredine na zagađivače varira u zavisnosti od geografskog područja utičući na rezultate procene, što je važno pri proceni IKT proizvoda čija se proizvodnja i upotreba vezuje za različite delove sveta. Kod procene uticaja deponija (uključujući i deponije rudarskih basena) treba uzeti u obzir i vremensku dimenziju. Emisije štetnih materija iz deponija mogu se javiti u toku vremenskog razdoblja i do hiljadu godina. Ovo su razlozi zbog kojih uključivanje dugoročnih emisija štetnih materija u procenu može da da drugačije rezultate od onih koji se dobijaju pri proceni samo kratkoročnih emisija. Ovo se rešava odvojenim izračunavanjem dugoročnih i kratkoročnih emisija. Problem dugoročnih emisija je značajan kada se u sistem uključuje rudarstvo tj. ostaci rudarskog delovanja koji mogu biti toksični za čoveka i/ili životnu sredinu. Ovo je slučaj pri proceni IKT proizvoda u proizvodnji zlata koje se dalje koristi u proizvodnji integrisanih kola za IKT proizvode.
- 2) Funkcionalna jedinica predstavlja meru za funkcionalne izlaze sistema određenog proizvoda i definiše se tako da bude u skladu sa zahtevima definisanog cilja i predmeta procene. Osnovna namena funkcionalne jedinice je da omogućiti nivo za normalizaciju ulaznih i izlaznih podataka u cilju daljeg poređenja rezultata LCA studije koje se

sprovode za proizvode ili usluge. Zbog toga funkcionalna jedinica treba da je jasno definisana i merljiva jer predstavlja osnovu procene. Faze i procesi vezani za funkcionalnu jedinicu predstavljaju sistem proizvoda. Funkcionalna jedinica se često izražava po količini proizvoda (npr. kg ili l) i treba da bude povezana sa funkcijom usluge proizvoda, po ekvivalentu/meri upotrebe. Funkcionalna jedinica predstavlja bitnu problematiku za mnoge IKT procene, zato što IKT proizvodi postaju sve multifunkcionalniji. To je takođe problem kada se IKT rešenja porede sa svojim odgovarajućim tradicionalnim rešenjima jer njihove funkcije možda neće biti potpuno iste.

- 3) Alokacija predstavlja jedan od većih problema u LCA analizi. Postoji mnogo slučajeva kada ulazne veličine u neki proizvodni sistem potiču iz drugog proizvodnog sistema (ili više njih), kao i kada izlazne veličine iz proizvodnog sistema prelaze u drugi proizvodni sistem (ili više njih), što znači da neki procesi prolaze kroz više proizvodnih sistema, pa se uticaj tih procesa na životnu sredinu treba podeliti između usluga koje pružaju proizvodi iz tih sistema. U suštini postoje dva načina na koji proces može doprineti nastanku više od jedne usluge: u slučaju da više proizvoda nastaje iz istog procesa i u slučaju odlaganja materijala ili delova proizvoda. Kad god je to moguće, treba izbeći alokaciju. Trebalo bi podeliti sporne procese na više podprocesa, ili prilagoditi granice sistema kako bi se ona izbegla. Kada je nemoguće izbeći alokaciju, a proizvodi nastali iz zajedničkih procesa se mogu okarakterisati istom funkcionalnom jedinicom, uticaj treba podeliti prema proizvodnoj funkcionalnoj jedinici. Ako se proizvodi ne mogu definisati zajedničkom funkcionalnom jedinicom, trebalo bi pronaći neki drugi kriterijum za raspodelu - npr. masa proizvoda ili ekonomska vrednost. U slučaju procene IKT proizvoda, alokacija uticaja se često obavlja zbog multifunkcionalnosti IKT proizvoda npr. upotreba računara u različite svrhe ili korišćenje interneta za različite usluge. U ovim slučajevima alokacija može biti sprovedena na različite načine npr. može biti zasnovana na vremenu koje je utošeno na aktivno korišćenje računara i količine podataka prenetih putem interneta (Arushanyan, 2013).

Pri uvođenju LCA za IKT proizvode procenjuje se više uticaja na životnu sredinu. Izbor kategorije uticaja zavisi od odabira metoda. Veliki broj studija iz ove oblasti odnosi se samo na potencijalne uticaje na klimatske promene i/ili upotrebu energije. Kao razloge za odabir ovih kategorija uticaja autori su navodili značaj za savremeno društvo, relativno dobru dostupnost podataka i stoga veću sigurnost pri objavljenim rezultatima. Prema nekim studijama, relativni udeo emisije CO₂ od IKT-a u globalnoj emisiji CO₂ u rasponu je između 1,5% i 2%.

Pri pokušaju da se definišu uzroci uticaja IKT proizvoda na životnu sredinu javlja se pitanje: Gde se u životnom ciklusu IKT proizvoda ti uticaji javljaju? Mnogi autori vode polemiku da li je faza proizvodnje ili faza upotrebe IKT proizvoda važnija u smislu uticaja na životnu sredinu. Faza upotrebe IKT proizvoda je dominantna u smislu potrošnje energije i potencijalnog doprinosa globalnom zagrevanju za mnoge IKT proizvode, posebno energetske efikasne proizvode sa malom težinom. Za neke IKT proizvode kao što su npr. mobilni telefoni faza proizvodnje ima najveći uticaj na životnu sredinu, dok je faza upotrebe značajna

za servere i centre podataka. Za IKT proizvode, kao što su računari, nema podataka. Može se zaključiti da značaj uticaja jedne ili druge faze životnog ciklusa IKT proizvoda na životnu sredinu zavisi od više parametara i od pretpostavki procena uticaja na životnu sredinu - lokacije, profila korisnika (ukupna upotreba uređaja, životnog veka uređaja itd.) i granica sistema (uključiti ili isključiti ekran iz procene uticaja za PC). Bez obzira na to da li faza upotrebe ili faza proizvodnje ima veći uticaj na životnu sredinu, obe faze zaslužuju pažnju u pokušajima da se umanjí uticaj IKT proizvoda na životnu sredinu.

Ako se posmatraju ostale faze životnog ciklusa, uočava se da transport ima prilično mali uticaj na životnu sredinu, osim kod proizvoda sa malom težinom kao što su mobilni telefoni. Međutim neke studije navode da je transport u životnom ciklusu IKT proizvoda nepouzdan kao podatak i stoga se može potceniti. Faza kada IKT proizvod dođe do kraja životnog veka je takođe veoma neizvesna. Mnoge studije ističu potencijalno poboljšanje stanja životne sredine kao posledicu recikliranja. Sa druge strane u ovom slučaju postoji nedostatak podataka o realnim tokovima otpada IKT proizvoda i stoga može doći do izostavljanja uticaja ove faze na životnu sredinu.

Prema nekim autorima, kao proces koji ima najveći uticaj na životnu sredinu navodi se proces proizvodnje IKT proizvoda. Proizvodnja matične ploče, odnosno integrisanih kola najviše utiče na životnu sredinu, što je navedeno u većem broju studija na ovu temu. Za proizvodnju displeja, staklo za CRT cev i LCD modul predstavljaju glavni uzrok uticaja na životnu sredinu. Proizvodnja delova za napajanje (za PC računare) i punjača za mobilne telefone prema većini studija su glavni izvor uticaja na životnu sredinu. Takođe, zaključeno je da je uticaj proizvodnje zlata važan kada je reč o uticaju mobilnih telefona i računara na životnu sredinu.

Dalje, dostupnost, kvalitet i tip podataka koji se koriste u proceni su od velikog značaja. Pošto je IKT sektor prilično nova naučna oblast i procena uticaja IKT proizvoda na životnu sredinu još uvek nema dugu tradiciju izučavanja, javlja se problem sa dostupnosti i izborom podataka koji je veoma značajan. Tehnološki razvoj i potreba za čistim hemikalijama i materijalima čine dostupne podatke manje relevantnim i dovodi do neizvesnosti. Takođe, do povećanog rizika od grešaka dovodi to što mnoge studije koriste iste podatke i to otežava identifikaciju nastalih grešaka. Tip podataka koji se koristi pri proceni (opšti ili posebni podaci) je od velikog značaja. I opšti i posebni podaci mogu biti dobar izbor što zavisi od tipa IKT proizvoda koji se ocenjuje i od kvaliteta dostupnih podataka. Međutim, oba tipa podataka imaju određene mane. Posebni podaci daju bolju sliku određenih procesa ili proizvoda, ali su manje obimni (npr. ne uključuju sve procese ili sve emisije). U slučaju IKT, postoji nedostatak opštih i posebnih podataka tako da je potrebno istraživanje sa ciljem prikupljanja podataka da bi se obezbedila dobra osnova za poboljšanje procene uticaja (Arushanyan, Ekener-Petersen, & Finnveden, 2014; Arushanyan, 2013).

4. ZAKLJUČAK

Ekološka održivost je jedan od najvećih globalnih izazova 21. veka (Melville, 2010). IKT imaju značajan uticaj na društvo, a njihova proizvodnja i upotreba imaju velike posledice na razvoj ekonomskih, socijalnih i ekoloških naučnih oblasti i praksi. Pitanje u kojoj meri IKT utiču na ekološku održivost još uvek je

pod znakom pitanja. Međutim, postoje brojni dokazi da sve veća upotreba IKT-a značajno utiče na ekološku održivost (Erdmann, Hilty, Goodman, & Arnfalk, 2004). Da bi se poboljšala trenutna znanja o uticaju IKT-a na ekološku održivost i doprinelo boljem razumevanju izazova u proceni IKT uticaja, definisani su direktni i indirektni efekti, kao i efekti sa povratnim dejstvom. Može se zaključiti da IKT rešenja imaju uticaj na ekološku održivost na različitim nivoima: uticaji prvog reda kao što je povećanje elektronskog otpada, uticaji drugog reda kao što su uštede energije ozelenjavanjem poslovnih procesa i uticaji trećeg reda koji dovode do smanjenja upotrebe određenih resursa. Za unapređene ekološke održivosti u kompanijama, od velikog značaja su IS i IT. Uticaj zelenih IT se odnosi na uticaj IT na životnu sredinu tokom njihovog životnog ciklusa, dok se uticaj zelenih procesa odnosi na procese koji doprinose smanjenoj potrošnji određenih resursa, smanjenju zagađenja i ponovnoj upotrebi materijala (reciklaža). Na osnovu ocene životnog ciklusa (LCA) može se pratiti uticaj faza životnog ciklusa IKT proizvoda na ekološku održivost. Takođe, sa aspekta održivosti, od velikog značaja su faza upotrebe proizvoda i faza proizvodnje.

Prvo ograničenje istraživanja se odnosi na samo bliže određivanje svih potencijala IKT koje se ogleda u smanjenju negativnih uticaja na životnu sredinu, a koje iziskuje i analizu IKT rešenja u poređenju sa drugim dostupnim alternativama. Takođe, sledeće ograničenje se odnosi na činjenicu da ovakav pristup iziskuje više istraživanja koja se odnose na različite vrste uticaja (primarni, sekundarni itd.) u različitim kategorijama uticaja na životnu sredinu (npr. klimatske promene, razaranje ozona, eutrofikacija, ekotoksikologija...). Na kraju kao treće, no možda i najveće ograničenje istraživanja, nameće se ograničenje koje se odnosi na činjenicu da oblast IKT predstavlja oblast koja je relativno nova i stoga nedovoljno istražena, te takođe oblast koja se brzo razvija. Zato IKT zahtevaju metode procene koje na prvom mestu moraju da budu kritičke u kontekstu identifikovanja izazova i razvoja neophodnih za visoko kvalitetno ocenjivanje i procenu njihove ekološke održivosti.

Praktična primena istraživanja se odnosi ne samo na sistematizaciju znanja iz ove značajne oblasti kako za naredni razvoj ekološki održivih IKT, tako i na doprinos u davanju pregleda znanja koja se odnose na smanjenje uticaja IKT-a na životnu sredinu, te na razvoj zelenih IKT-a, koje mogu da nađu značajno mesto ne samo u teoriji, već i u praksi korišćenja ovih tehnologija u Republici Srbiji. Takođe, ovaj rad ima za cilj da doprinese koru znanja o uticajima životnog ciklusa IKT-a i da istraži i analizira izazove primene ocenjivanja životnog ciklusa - LCA kao mogućeg alata za ekološko ocenjivanje IKT rešenja.

LITERATURA

- [1] Arushanyan, Y. (2013). *LCA of ICT solutions: Environmental impacts and challenges of assessment*. KTH, Royal Institute of Technology.
- [2] Arushanyan, Y., Ekener-Petersen, E., & Finnveden, G. (2014). Lessons learned—Review of LCAs for ICT products and services. *Computers in Industry*, 65(2), 211-234.
- [3] Berhout, F., & Hertin, J. (2001). *Impacts of Information and Communication technologies on environmental sustainability: speculations and evidence*. Report to the OECD.
- [4] Bonnett, M. (2007). Environmental Education And The Issue Of Nature. *Journal of Curriculum Studies*, 39(6), 707-721.
- [5] Bonvoisin, J., Lelah, A., Mathieux, F., & Brissaud, D. (2014). An integrated method for environmental assessment and ecodesign of ICT-based optimization services. *Journal of Cleaner Production*, 68, 144-154.
- [6] Erdmann, L., Hilty, L., Goodman, J., & Arnfalk, P. (2004). *The future impact of ICTs on environmental sustainability*. Institute for Prospective Technological Studies.
- [7] GeSI, 2012. SMARTer 2020: the Role of ICT in Driving a Sustainable Future. Global e-Sustainability Initiative aisbl and The Boston Consulting Group, Inc.
- [8] Loeser, F. (2013). *Green IT and Green IS: Definition of constructs and overview of current practices*.
- [9] Madden P., & Weissbrod I. (2008). *Connected- ICT and sustainable development*.
- [10] Marino, O., & Rosas, E. (2011). *ICTs and environmental sustainability: Mapping national policy contexts—Mexico baseline study*.
- [11] Melville, N.P. (2010). Information systems innovation for environmental sustainability. *MIS quarterly*, 34(1), 1-21.
- [12] Mert, M. (2006). *Determination of consciousness level of high school students on the environmental training and solid wastes topics: master of education*. Hacettepe University, 2006.
- [13] Molla, A., & Abaresi, A. (2011, July). Green IT Adoption: A Motivational Perspective. In *PACIS* (p. 137).
- [14] Petrović, N. *Ekološki menadžment – drugo izdanje*. Fakultet organizacionih nauka, Beograd, 2012.
- [15] Petrović, N. *Upravljanje ekološkom podobnošću proizvoda: monografija*. Zadužbina Andrejević, Beograd, 2013.
- [16] Petrović, N., Drakulić, M., Vujin, V., Drakulić, R., & Jeremić, V. (2011). Climate Changes and Green Information Technologies. *Management (1820-0222)*, (59).
- [17] Rivera, M. B., Håkansson, C., Svenfelt, Å., & Finnveden, G. (2014). Including second order effects in environmental assessments of ICT. *Environmental Modelling & Software*, 56, 105-115.
- [18] Robert, L., Flood, E., & Carson, R. *Dealing with complexity*. Plenum, 1993.
- [19] Sui, D.Z., & Rejeski, D.W. (2002). Environmental impacts of the emerging digital economy: the e-for-environment e-commerce? *Environ. Manage.*, 29(2), 155-163.
- [20] Symth, J. (2004). Environment and education: A view of a changing scene. *Environmental Education Research*, 12(4), 247-264.
- [21] Vickery, G. (2012). *Smarter and Greener? Information Technology and the Environment: Positive or negative impacts?* International Institute for Sustainable Development.
- [22] Yi, L., & Hywel, R.T. (2007). *A review of research on the environmental impact of e-business and ICT*. Cardiff University.
- [23] [Zwolinski, P., Brissaud, D., Llerena, D., & Millet, D. (2007). "Sustainable" products? Necessity for an overall design approach. *Int. J. Environ. Conscious Des. Manuf.*, 13, 1-14.



Milica Grujić, studentkinja doktorskih studija Fakulteta organizacionih nauka.
Kontakt: milicadjukic555@yahoo.com
Oblasti interesovanja: zaštita životne sredine, održivi razvoj

CIP – Katalogizacija u publikaciji Narodna biblioteka Srbije, Beograd 659.25

INFO M : časopis za informacionu tehnologiju i multimedijalne sisteme = journal of information technology and multimedia systems / glavni i odgovorni urednik Dejan Simić.

– Štampano izd. – God. 1, br. 1 (2002) – . – Beograd : Fakultet organizacionih nauka, 2002 – (Stara Pazova : SAVPO). – 30 cm

Tromesečno. – Je nastavak: Info Science = ISSN 1450-6254. – Drugo izdanje na drugom medijumu: Info M (CD-ROM izd.) = ISSN 1451-4435

ISSN 1451-4397 = Info M (Štampano izd.) COBISS.SR-ID 105690636