

MOGUĆNOSTI EVALUACIJE DOPRINOSA INFORMACIONO – KOMUNIKACIONIH TEHNOLOGIJA SMANJENJU KARBONSKIH EMISIJA *

Nataša Bojković, Marijana Petrović
Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet

Sadržaj: *Smanjenje karbonskih emisija, kao jedan od vodećih principa održivog razvoja celokupnog društva, je pitanje i odgovornost kreatora politike različitih sektora. Informaciono komunikacione tehnologije (IKT) se sve više prepoznaju kao resurs velikog potencijala za povećanje energetske efikasnosti i sprečavanje klimatskih promena. Da bi mogućnosti IKT bile optimalno iskorišćene neophodno je da postoji jasna metodologija za procenu doprinosa informaciono komunikacionih tehnologija smanjenju karbonskih emisija. U radu su najpre sistematizovani pravci primene IKT u ovom kontekstu, a zatim diskutovana kritična pitanja evaluacije sa posebnim osvrtom na domen telekomutiranja.*

Ključne reči: *IKT, karbonske emisije, evaluacija uticaja, telekomutiranje*

1. Uvod

Uz revolucionarni razvoj informaciono komunikacionih tehnologija (u daljem tekstu IKT) i mnoštvo ekoloških i energetskih promena sa kojima se suočava današnje društvo, odnos između IKT i životne sredine postaje pitanje koje sve više zaokuplja pažnju naučne i stručne javnosti, relevantnih ekonomskih sektora i kreatora ekološke politike.

Uloga IKT u smanjenju karbonskih emisija i u borbi protiv klimatskih promena je višestruka i kompleksna. Kao prvo, IKT je sektor koji i sam značajno doprinosi globalnim emisijama CO₂-njegovo učešće se procenjuje na oko 2% ukupnih emisija [1]. Polazeći od toga, jedan od potencijalnih resursa za smanjenje emisija je poboljšanje sopstvene tehnologije kroz uvođenje efikasnijih sistema ili efikasnijih mreža i servisa. Sledeća prepoznatljiva uloga IKT odnosi se na mogućnosti praćenja i predviđanja posledica klimatskih promena i ublažavanja efekata. Najzad, primena novih rešenja baziranih na IKT za povećanje energetske efikasnosti u drugim sektorima (transport, industrija, energetika i građevinarstvo), koja je u fokusu ovog rada, bi mogla imati i najveći efekat. Prema grubim procenama, daljim razvojem „pametnih tehnologija“ (eng.

* Ovaj tekst je rezultat rada na projektu 36022: "Upravljanje kritičnom infrastrukturom za održivi razvoj u poštanskom, komunikacionom i železničkom sektoru Republike Srbije", koji se realizuje uz finansijsku podršku Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

smart technologies) i stvaranjem mogućnosti za supstituciju putovanja elektronskim komunikacijama, moglo bi se do 2020. godine, ostvariti čak 15% smanjenja karbonskih emisija i to u “*business as usual* - BAU”² scenariju [2].

Izučavanjem uticaja i potencijala IKT za očuvanje životne sredine bavi se značajan broj međunarodnih organizacija i ekonomskih i političkih udruženja kao što su: *Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)*, *European Commission (EC)*, *International Telecommunication Union (ITU)*, *The World Economic Forum (WEF)*, *The Global Information Infrastructure Commission (GIIC)*, *International Institute for Sustainable Development (IISD)*, *Global e-Sustainability Initiative (GeSI)*, *World Wide Fund for Nature (WWF)*. U okviru OECD izveštaja, [3, p.5] sistematizovani su pravci istraživanja pomenutih institucija.

Različite inicijative ovih organizacija imaju u suštini zajedničku „misiju”- istraživanje potencijala za smanjenje karbonskih emisija, koje nude IKT proizvodi i servisi. Bolje razumevanje ovih interakcija je neophodno za pospešivanje razvoja i praktične primene ovih tehnologija.

U tom smislu, potrebni su pouzdani načini procene efektivnosti i efikasnosti IKT rešenja. Drugim rečima, razvoj standardne metodologije za evaluaciju učinka postaje nužan uslov za dalju dinamiku ulaganja u IK tehnologije sa svrhom borbe protiv klimatskih promena.

U cilju prikaza dostignuća u kvantifikaciji uticaja, u radu je najpre data sistematizacija uticaja IKT na životnu sredinu (posebno na karbonske emisije), a zatim su kroz posebna poglavlja analizirana metodološka pitanja evaluacije ovih uticaja sa posebnim fokusom na ICT-EM metodologiju (eng. *ICT Enablement Methodology*) i njenu primenu u domenu telekomuniciranja.

2. Tri domena uticaja IKT na životnu sredinu sa osvrtom na uticaj IKT na karbonske emisije

Informaciono komunikacione tehnologiju mogu imati i pozitivan i negativan uticaj na životnu sredinu, a ključni izazov je da se sagleda i oceni krajnji bilans ovih uticaja. U okviru inicijative „zelene i pametne IKT” (eng. *green and smart ICT*)³ OECD definiše tri tipa uticaja IKT na životnu sredinu: direktni uticaj, posredan uticaj i sistemski uticaj (Slika 1) [4, p. 7-11]. Ovi uticaji su sumirani na Slici 1.

Direktni uticaji ili efekti prvog reda (eng. *first order effects*) se odnose na uticaje koje proizvođači i krajnji proizvođači industrije IKT zajedno sa korisnicima tih proizvoda imaju na životnu sredinu. Glavni nosilac ovih uticaja je tehnologija.

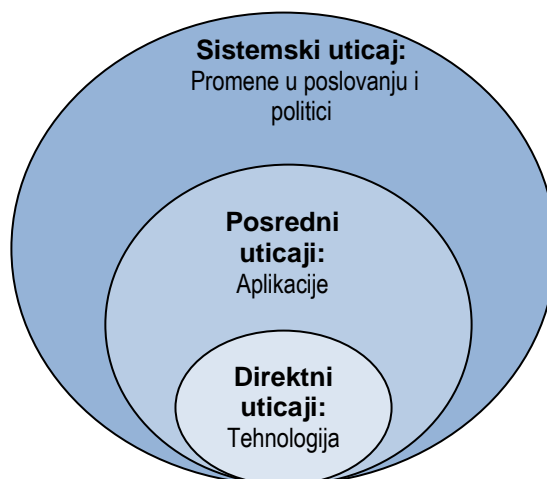
Posredni uticaji ili efekti drugog reda odnose se na rešenja IKT koje se koriste u ekonomskim i društvenim aktivnostima, a koje smanjuju uticaj na životnu sredinu. U osnovi ovog uticaja je činjenica da IKT učestvuju u proizvodnji i potrošnji većine proizvoda. Iako je ovaj uticaj u osnovi pozitivan, jer omogućava racionalnije korišćenje resursa, njegovu procenu treba sprovoditi oprezno. Razlog je što često sistemi bazirani na IKT podrazumevaju veću potrošnju energije (iako manju potrošnju radne snage) u odnosu na konvencionalne (neautomatizovane) sisteme. OECD definiše tri pravca delovanja IKT na ekonomske procese: optimizacija (primena različitih rešenja za

² odnosi se na komponente postojećih mehaničkih ili fizičkih procesa na koje utiču IKT

³ Pun naziv inicijative je eng. *ICTs, the Environment and Climate Change*.

Više na: http://www.oecd.org/document/30/0,3746,en_2649_34223_42906974_1_1_1_1.00.html

povećanje energetske efikasnosti, na primer u automobilskoj industriji); dematerijalizacija i supstitucija (zamena procesa i proizvoda digitalnim formama – telekonferencija umesto sastanaka uživo); podsticaj (IKT mogu povećati potražnju za određenim proizvodima na primer štampačima što će povećati potražnju za papirom) i degradacija (IKT rešenja mogu otežati proces upravljanja otpadom – na primer tagovi ugrađeni u gume automobila).



Slika 1. Tri tipa uticaja IKT na životnu sredinu [3, p.8]

Sistemske uticaji ili efekti trećeg reda se odnose na faktore koji nisu tehnološki već organizacioni i upravljački. Glavni uticaj IKT u ovom kontekstu je u širenju informacija koji će uticati da proizvođači i korisnici svoje ponašanje promene u pravcu boljeg odnosa prema životnoj sredini. Međutim, i u ovom domenu treba biti oprezan pri proceni uticaja. Promene na mikro nivou često ne rezultuju proporcionalnim koristima na makro nivou. Veća energetska efikasnost nekog proizvoda (na primer automobila) može smanjiti potrošnju energije za pojedinačnog korisnika, ali istovremeno zbog dostupnosti za širi krug potrošača, dovesti do veće ukupne potrošnje na nivou regiona ili države [5].

Uticaj IKT na karbonske emisije

Kada su karbonske emisije u pitanju, uticaj IKT može biti sagledan u okviru sve tri grupe uticaja.

U domenu direktnih uticaja tj efekata prvog reda odnosi se na emisije koje potiču od same industrije IKT.

U okviru posrednih uticaja IKT utiču na transport, energiju, potrošnju dobara i upravljanje otpadom [4, p. 29]. Kada je transport u pitanju procena je da IKT mogu doprineti ublažavanju oko 13% globalne emisije GHG⁴ od transporta uključujući i vazdušni saobraćaj [6]. Delovanje IKT je vezano za smanjenje potreba za prevozom kroz, promenu ponašanja vozača i karakteristika vozila, povećanje efikasnosti prevoza (kroz veću popunjenost vozila) i efikasnosti transportnih mreža kroz različita rešenja pre svega

⁴ eng. *Greenhouse gasses* – gasovi koji izazivaju efekat staklene bašte.

uređaje za navigaciju i signalizaciju. Koncept koji je dugo bio „onaj koji najviše obećava“ je supstitucija prevoza odnosno fizičkog kretanja elektronskim komunikacijama - koncept poznat kao telekomutiranje o kome će kasnije biti više reči.

IKT su veliki potrošač električne energije, pa se i u tom domenu očekuje delovanje industrije IKT u pravcu odgovornijeg ponašanja i energetske efikasnosti. Primer inicijative u ovom pravcu je „Smart Grid“ – koncept koji podrazumeva specijalno dizajniranu mrežu električne energije koja zahvaljujući IKT rešenjima može da se prilagodi zahtevima korisnika odnosno da prati njihovo ponašanje u potrošnji energije i deluje u pravcu racionalizacije.

U domenu potrošnje dobara IKT mogu doprineti da se smanji 14% GHG emisija koje potiču iz ovog domena kroz zamenu dobara digitalnim sadržajima – na primer digitalni muzički zapis umesto CD-a. Time bi se ostvarile uštede jer je proizvodnja omota za CD-ove zaslužna za trećinu karbonskog otiska muzičke industrije [7].

U domenu upravljanja otpadom IKT doprinose kroz poboljšanje efikasnosti procesa transporta primenom RFID⁵ i GPS uređaja, kao i senzorskih mreža. Problem je što jednom instalirani sistemi, pre svega RFID, ostaju i po prestanku upotrebe (tzv eng. „*passive RFID-based systems*“) kojih u Nemačkoj npr ima preko 90 miliona što je više od jednog po glavi stanovnika [8].

U domenu sistemskih uticaja doprinos IKT je vezan za politike različitih sektora koje treba da osiguraju delovanje u pravcu smanjenja karbonskih emisija. Procena je da kroz ovakve zajedničke napore IKT mogu doprineti smanjenju negativnih efekata uključujući i GHG emisije i to za 30% do 2020 godine. Osnovno pitanje i problem je koliko će nacionalne politike, i to pre svega zemalja u razvoju, biti u stanju da odgovore na ono što je definisano kao globalni cilj. Postojeće digitalne podele, odnosno razlike između onih koji imaju i koriste IKT i onih koji nisu u prilici za to, mogu biti prepreka iskorišćenju potencijala IKT za smanjenje karbonskih emisija.

Podela na direktne, posredne i sistemske uticaje predstavlja potreban, ali ne i dovoljan okvir za delovanje u pravcu ostvarenja koristi od IKT i smanjenja negativnih uticaja ovih tehnologija na životnu sredinu. U osnovi je nedovoljno rasvetljena priroda tih uticaja, odnosno činjenica da veze između IKT i životne sredine mogu biti direktne i/indirektne, pozitivne i negativne, jednosmerne i dvosmerne, itd. Upravo zbog toga je i glavni izazov da se definiše konkretan metodološki postupak koji će omogućiti da se ovi uticaji kvantifikuju, prate i kontrolišu.

3. Metodološki postupak ocene efekata implementacije IKT na smanjenje karbonskih emisija

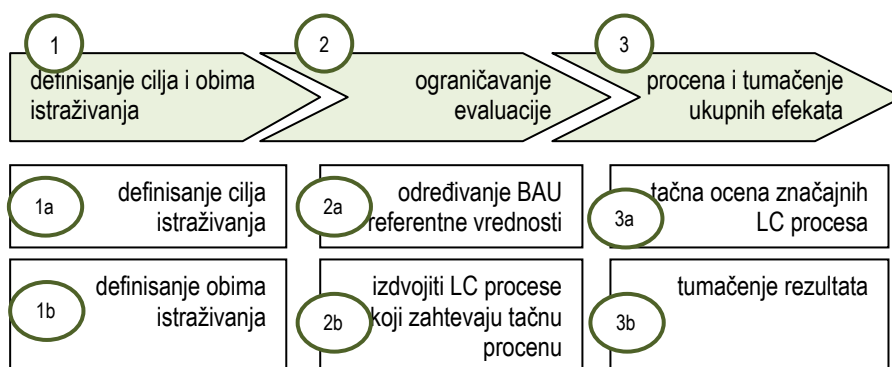
Metodologije za evaluaciju obuhvataju dva domena: prvi se odnosi na procenu emisija koje IKT direktno izazivaju (u procesima proizvodnje i funkcionisanja), a drugi na kvantifikaciju efekata smanjenja emisija koje nastaju primenom IKT rešenja. Oba efekta se moraju uzeti u obzir da bi se procenila ukupna korisnost primene IKT.

⁵ eng. *Radio Frequency Identification* – Identifikacija putem radio frekvencija

Metodološki postupak procene se u oba pomenuta domena, zasniva na korišćenju LCA⁶ (eng. *Life Cycle Assessment*) pristupa. Postojeći LCA standard iz serije ISO 14040, jeste osnova za razvijanje specifične metodologije namenjene IKT.

Metodologija pod nazivom *ICT Enablement Methodology* (u nastavku ICT-EM) koja je prikazana u narednom delu, razvijena je pod okriljem međunarodnog strateškog partnerstva IKT kompanija i udruženja-GeSI⁷[1]. Radi se zapravo o specifičnom uputstvu o načinima identifikacije i evaluacije efekata primene IKT rešenja. Ono je nastalo kao izraz potrebe da se standardizuju procedure kvantifikacije efekata koji nastaju primenom IKT rešenja. Sa fokusom na pojednostavljivanje evaluacije, preko opšte-primenljivog pristupa, različiti subjekti IKT industrije, privrede i kreatori politike, dobijaju praktičan vodič za postupke procene.

ICT-EM je zasnovana na LCA pristupu za procenu promena koje nastaju u sistemu BAU, a koje su rezultat usvajanja različitih IKT rešenja. Sastoji se iz tri glavna koraka: (1) definisanje cilja i obima istraživanja, (2) ograničavanje/redukovanje evaluacije (3) procena i tumačenje ukupnih efekata. Ovi koraci su prikazani na slici 2 i ukratko objašnjeni.



Slika 2. Koraci ICT – EM evaluacije [1]

Korak 1 - Definisane cilja i obima istraživanja

Prvi korak zahteva razmatranje celokupnog potencijala primene IKT sistema uključujući i prateće negativne efekte.⁸ Pri tome, treba uzeti u obzir sve individualne komponente samog IKT sistema, koje su potrebne za njegovo funkcionisanje.

U prvoj fazi (1a) se definiše cilj istraživanja, koji zahteva dokumentaciju o samoj svrsi istraživanja (na primer da li se odnosi na ocenu ekoloških efekata konkretnog proizvoda ili je potrebno da se predvide potencijali IKT rešenja za smanjenje karbonskih emisija širom zemlje), i o korisnicima kojima su namenjena IKT rešenja. Definisane

⁶ ISO ovaj pristup definiše kao 'prikupljanje i procenu ulaza, izlaza i potencijalnih uticaja na životnu sredinu proizvodnog sistema tokom njegovog životnog ciklusa'.

⁷ GeSI (www.gesi.org) je međunarodno strateško partnerstvo IKT kompanija i udruženja koje saraduje sa UNEP (*United Nations Environment Programme*) i ITU (*International Telecommunications Union*).

⁸ Eng. *Rebound effects* – povećanje potražnje koje anulira uštede u potrošnji energije. U suštini se odnosi na efekte koji prevazilaze koristi od upotrebe IKT.

vrste korisnika je od značaja za ocenu mogućnosti šire upotrebe određenog rešenja, a samim tim i merljivije ocene efekata.

U drugoj fazi (1b), određuje se obim istraživanja, što uključuje identifikaciju IKT sistema, BAU sistema i svih potencijalnih pozitivnih i pratećih negativnih efekata. U ove efekte spadaju: direktne IKT emisije, primarni i sekundarni pozitivni efekti, i primarni i sekundarni prateći negativni efekti (slika 3).

Pozitivni <i>Smanjenje emisija</i>	<u>Primarni pozitivni</u> neposredno smanjenje emisija BAU sistema zbog uvođenja IKT	<u>Sekundarni pozitivni</u> posredno smanjenje emisija BAU sistema zbog uvođenja IKT; dešava se kasnije, sa širom implementacijom IKT
Direktne emisije IKT <i>Povećanje emisija</i>	<u>Primarni, direktne emisije IKT</u> emisije koje se generišu u toku životnog ciklusa sistema IKT	Ne postoje sekundarne direktne emisije IKT
Negativni <i>Smanjenje emisija</i>	<u>Primarni negativni</u> neposredno povećanje emisija sistema IKT ili BAU, zbog uvođenja IKT, često kao posledica povećanja aktivnosti	<u>Sekundarni negativni</u> posredno povećanje emisija sistema IKT ili BAU, zbog uvođenja IKT, često kao posledica povećanja aktivnosti

Slika 3. Potencijalni efekti uvođenja IKT [1]

Primarni pozitivni efekti javljaju se neposredno kao rezultat uvođenja IKT i odnose se na smanjenje energetske potrošnje i potrošnje materijala ili smanjenje broja putovanja. Za razliku od njih, sekundarni pozitivni efekti se javljaju nakon dužeg vremenskog perioda i obično su rezultat proširenja kruga korisnika. Primarni negativni preteći efekti odnose se na porast emisija koji je obično posledica dodatnih aktivnosti/promena u ponašanju, što umanjuje pozitivne efekte. Primarni negativni prateći efekti se javljaju odmah i rezultat su implementacije IKT. Sekundarni efekti se javljaju kasnije i često su rezultat kumulativnih uticaja.

Korak 2: Ograničavanje evaluacije

Cilj ovog koraka je da se ograniči procena relevantnih efekata, tj. da se za komponente BAU i IKT sistema izdvoje samo oni procesi u okviru životnog ciklusa proizvoda koji značajno utiču na karbonske emisije. U suštini, svrha ovog koraka je da se isključe procesi za koje se procenjuje da neće značajno izmeniti zaključne ocene.

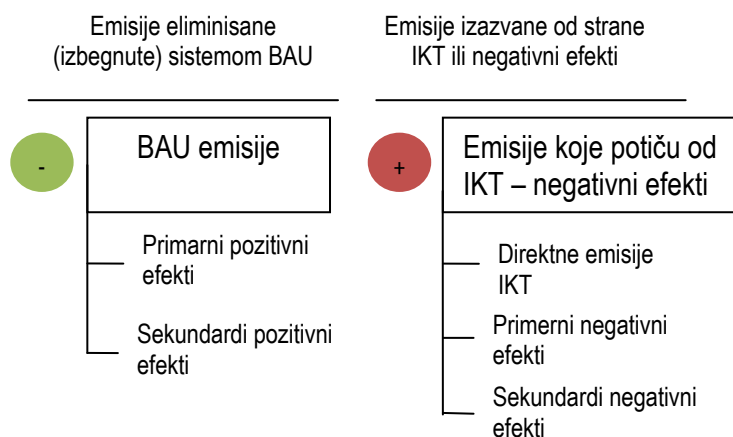
U prvoj fazi (2a) određuje se tzv. BAU referentna vrednost koja treba da bude osnova za poređenje pojedinačnih doprinosa procesa BAU sistema. Ova vrednost predstavlja promenu količine emisija u životnom ciklusu onog BAU procesa, za koji se pretpostavlja da je glavni pokretač smanjenja emisija. BAU referentna vrednost može biti u obliku numeričke vrednosti, numeričkog opsega ili reda veličine.

U drugoj fazi (2b) se za svaki LC proces (*eng. Lyfe cycle*) određuje očekivana promena emisija. Kao i za određivanje referentne vrednosti, kvantifikacija uticaja je kompleksan problem, koji se može rešavati na različite načine-koristeći već postojeće LCA procene za komponente ICT i BAU sistema, ili prikupljanjem podataka i

korišćenjem rezultata manjih pilot studija. Na kraju ove faze, izdvajaju se procesi koji nisu od uticaja, pri čemu je izbor granične vrednosti stvar donosioca odluke (na primer, donosilac odluke može da odredi da se isključuju svi LC procesi čiji je uticaj manji od 1% od referentne vrednosti).

Korak 3- Procena i tumačenje efekata

Poslednji korak ICT-EM se takođe sastoji iz dve faze. Najpre se vrši tačnija procena relevantnih efekata i procesa identifikovanih u koracima 1 i 2, a zatim i njihova agregacija (3a). Za razliku od prethodnog koraka, evaluacija emisija za LC procese koji su odabrani kao relevantni, u ovoj fazi zahteva pouzdanije podatke. Ukoliko se na primer, procena nivoa obima implementacije, ne može odrediti dovoljno pouzdano, potrebno je da se razmotre različiti scenariji. Najzad, u finalnoj fazi se tumače rezultati u kontekstu svih pretpostavki i u uslovima potencijalnih neizvesnosti (3b). Na slici 4 je prikazan koncept ukupnog uticaja IKT na emisije koji predstavlja zbirni efekat smanjenja emisija BAU sistema i povećanja emisija IKT sistema.



Slika 4. *Obračun ukupnih pozitivnih efekata [1]*

Za ilustraciju primene ICT-EM u nastavku rada će biti diskutovan domen korišćenja IKT, koji se, uz „pametne tehnologije“, prepoznaje kao jedan od resursa sa najvećim potencijalom za smanjenje karbonskih emisija-telekomutiranje.

4. Evaluacija uticaja telekomutiranja na smanjenje karbonskih emisija

Telekomutiranje se može definisati kao praksa obavljanja redovnog posla od kuće ili sa lokacije blizu kuće, umesto putovanja na posao [9]. Odsustvo fizičke prisutnosti na radnom mestu omogućeno je korišćenjem IKT. U literaturi se za ovakav „rad na daljinu“ koriste i termin tele-rad ili e-rad (*eng. teleworking* ili *e-working*)⁹ [3]. Telekomutiranje u funkciji smanjenja broja putovanja je kao ideja nastala 70-tih godina [10], ali je porast ovog vida poslovanja od tada do danas tekao relativno sporo.

⁹ Tele-rad je rad na daljinu uz korišćenje IKT, i obuhvata šire značenje od telekomutiranja, tj. uključuje i telekomutiranje i video konferencije [3]

Iako se procenjuje da će, bez obzira na razvoj IKT, šira implementacija telekomutiranja i dalje biti spor proces, smanjenje broja putovanja na posao se smatra pojavom koja će doneti društvene koristi, kao jedan od načina rešavanja problema zagušenja i redukovanja emisija [11]. Metodologija koja je opisana u prethodnom poglavlju jeste dobra osnova za bolje i sveobuhvatnije razumevanje pozitivnih i negativnih efekata telekomutiranja i stvarnih mogućnosti njegove šire primene.

U prvom koraku ICT-EM potrebno je definisati cilj, a u slučaju telekomutiranja on bi se mogao iskazati kao istraživanje mogućnosti IKT sektora za smanjenje emisija u sektoru transporta, a imajući u vidu povećanu potrošnju energije u domaćinstvu. Analiza se obavlja na nivou kompanije, odnosno zaposlenih radnika.

Obim istraživanja podrazumeva definisanje komponenti sistema. IKT sistem sadrži PC, štampač i potrebnu infrastrukturu kao što su serveri i mreže. Komponente BAU sistema jesu vozila, kuća i poslovna zgrada (Tabela 1)

Sistem	Opis	Komponente sistema	
IKT	Telekomutiranje	1. Kompjuter	4. Serveri
		2. Štampač	5. Mreža
		3. Računarski centar	
BAU	Komutiranje (posao-kuća)	1. Privatno vozilo	3. Kuća
		2. Javni prevoz	5. Kancelarija

Tabela 1. Komponente sistema IKT i BAU

U sledećem koraku ICT-EM, trebalo bi da se sagledaju svi pozitivni i negativni efekti a zatim izdvoje samo oni za koje se procenjuje da imaju značajniji uticaj. U slučaju komutiranja to bi bili efekti dati u tabeli 2.

Kategorija	Identifikovani efekti
Direktne emisije IKT	Emisije od opreme IKT potrebne za telekomutiranje
Primarni pozitivni uticaji	Smanjenje upotrebe privatnih vozila
Sekundarni pozitivni uticaji	Smanjena upotreba vozila javnog prevoza
	Smanjena upotreba objekata
	Smanjena izgradnja objekata
	Smanjena izgradnja putne infrastrukture i zagušenja
Primarni negativni uticaji	Povećana potrošnja energije u kući
Sekundarni negativni uticaji	Širenje gradova u prostoru
	Povećanje putovanja mimo komutiranja

Tabela 2. Potencijalni efekti komutiranja i pokazatelji u analizi

Ukoliko se izaberu efekti koji se iskazuju u relativno kratkom vremenu i pri relativno malom obimu implementacije (na nivou kompanije), konačna lista procesa koji zahtevaju evaluaciju se smanjuje Referentna BAU vrednost određuje se, u ovom slučaju, na osnovu potencijalno najvećeg efekta koji može da se ostvari. To znači da je potrebno izračunati nivo emisija koji se emituje korišćenjem putničkih automobila u vlasništvu

zaposlenih i to na putu na posao. Pri tome se, razume se mogu koristiti postojeće procene i vršiti ekstrapolacija za broj zaposlenih u kompaniji. Promene u emisijama samih IKT komponenti se smatraju zanemarljivim, a rad nekih komponenata sistema kao servera i računarskih centara takođe nisu od uticaja jer rade nezavisno od toga gde se nalaze zaposleni. Takođe se pretpostavlja da zaposleni već poseduju potrebnu opremu (računare i štampače) kod kuće, pa nabavka nove opreme zbog telekomutiranja nije od uticaja. U ovom slučaju, kao značajni su identifikovani sledeći efekti: smanjenje broja putovanja, povećanje energetske potrošnje u domaćinstvu i smanjenje korišćenja opreme i energije u poslovnim zgradama. Svi oni predstavljaju procese koje treba kvantifikovati samo u fazi korišćenja (ne kompletan LC proces).

Za dalja izračunavanja potrebno je utvrditi srednje vrednosti rastojanja do posla, zatim utvrditi procenat zaposlenih koji koriste putničke automobile i onih koji koriste javni prevoz i koristiti postojeće emisione faktore za finalni obračun. Ostvareni efekat (A) se izražava u količini (kt) CO₂ emisija. U istim jedinicama se izražava i emisija CO₂ koja je smanjena zbog uštede energenata u poslovnim zgradama/kancelarijama (B), kao i emisije nastale zbog dodatne potrošnje energije u domaćinstvima (C). Ukupan efekat (A+B-C) daje kvantitativnu vrednost odnosno odgovor na pitanje potencijalne korisnosti telekomutiranja na smanjenje karbonskih emisija.

5. Zaključak

U radu su sumirani glavni uticaji IKT na smanjenje karbonskih emisija. Predstavljena je nova metodologija za identifikaciju i kvantifikaciju efekata primene rešenja IKT za smanjenje karbonskih emisija. Metoda je primenjena na domen telekomutiranja, pri čemu je definisan skup efekata koje treba kvantifikovati.

Najveći izazovi u evaluaciji efekata IKT u domenu telekomutiranja se odnose na:

- 1) Prikupljanje detaljnih podataka o vozilima (godina proizvodnje, tip vozila, popunjenost) i o putovanjima (relacija, način prevoza, tj. korišćenje javnog gradskog prevoza)
- 2) Sagledavanje šireg konteksta odnosno posledica telekomutiranja. Širenje gradova i povećanje ostalih dnevnih putovanja (osim komutiranja).

Ove i druge bihejviorističke pojave/promene je teško pratiti i kvantifikovati. Primer koji je u ovom radu prikazan, pokazuje da je moguće na bazi dnevnika putovanja sagledavati ove pojave na nivou pojedinačnih kompanija. Međutim, za ocenu opšteg doprinosa telekomutiranja i IKT u celini, smanjenju karbonskih emisija, potrebno je sprovesti redovna terenska istraživanje na nivou cele populacije .

Literatura

- [1] GeSI, *Evaluating the carbon-reducing impacts of ICT - An assessment methodology*, Global e-Sustainability Initiative Report, September 2010, Available: <http://www.gesi.org/ReportsPublications/AssessmentMethodology.aspx>
- [2] ITU (International Telecommunications Union), *Using ICTs to tackle climate change*, ITU and GeSI Report, February 2011. Available: http://www.itu.int/dms_pub/itu-oth/4B/01/T4B010000010001PDFE.pdf
- [3] OECD, *Measuring the Relationship between ICT and the Environment*, OECD Report, July, 2009, Available: <http://www.oecd.org/dataoecd/32/50/43539507.pdf>

- [4] OECD, *Greener and Smarter ICTs, the Environment and Climate Change*, OECD Document, September, 2010,
Available: <http://www.oecd.org/dataoecd/27/12/45983022.pdf>
- [5] S. Sorrell, J. Dimitropoulos and M. Sommerville (2009), "Empirical Estimates of the Direct Rebound Effect: A Review", *Energy Policy*, 37(4), pp. 1356-1371.
- [6] IPCC (International Panel on Climate Change), *Climate Change 2007. Synthesis Report. 2007, Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, R.K. Pachauri and A. Reisinger (eds.), 2007, IPCC, Geneva. Available:
http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_synthesis_report.htm
- [7] Greater London Authority "Green music. Taking action on climate change", Report, 2009, Available: www.london.gov.uk/archive/mayor/publications/2009/docs/green-music-guide.pdf.
- [8] L. Erdmann, and L. Hilty, "Einfluss von RFID-Tags auf die Abfallentsorgung, Umweltbundesamt," Dessau-Roßlau. 2009
- [9] L. Patricia Mokhtarian, (1991). „Defining Telecommuting“ *Transportation Research Record* 1305, pp.273-281
- [10] J. Nilles, F. Carlson, P. Grey, G. Hanneman, (1976) „The Telecommunications-Transportation Tradeoff,“ Wiley, New York,
- [11] P. Nelson, Safirova, and M. Wells (2007). "Telecommuting and environmental policy: Lessons from the ecommute program. *Transportation Research D* 12, pp. 195-207.

Abstract: *Reducing carbon emissions as one of the guiding principles of sustainable development of the society, is the responsibility of policy-makers from different sectors. Information and Communication Technologies (ICT) are increasingly recognized as a resource with great potential for improving energy efficiency and abating climate change. To optimally exploit the potentials of ICT, a clear methodology to assess their impact more precisely is needed. In this paper we first systematize contributions of ICT in this context, and then we discuss critical evaluation issues with special reference to the telecommuting.*

Keywords: *ICT, carbon emissions, impact evaluation, telecommuting.*

POSSIBILITIES FOR EVALUATION THE IMPACT OF INFORMATION AND COMMUNICATIONS TECHNOLOGIES ON CARBON EMISSIONS REDUCTION

Nataša Bojković, Marijana Petrović