

INDIKATORI KLJUČNIH PERFORMANSI ZA BENCĀMARKING EKOLOŠKE ODRŽIVOSTI U SEKTORU INFORMACIONO- KOMUNIKACIONIH TEHNOLOGIJA*

Nataša Bojković, Marijana Petrović, Tanja Parezanović
Saobraćajni fakultet u Beogradu

Sadržaj: *Poslovanje u skladu sa globalnim zahtevima ekološke održivosti je jedno od glavnih strateških prioriteta organizacija koje posluju u sektoru informaciono-komunikacionih tehnologija (IKT). Za praćenje ekoloških efekata i uticaja na životnu sredinu preporučen je veliki broj indikatora, pri čemu postoji globalna inicijativa da se postigne konzistentnost metodologije kvantifikacije i time stvori okvir za primenu različitih modela ekološkog menadžmenta. U radu su najpre prikazani i analizirani indikatori ključnih performansi (KPI) namenjeni IKT sektoru, a zatim i iskustva primene ovih indikatora u procesu benčmarkinga u domenu energetske efikasnosti IKT operatora.*

Ključne reči: *indikatori ključnih performansi (KPI), benčmarking, IKT, ekološki menadžment.*

1. Uvod

Činjenica da je sektor informaciono-komunikacionih tehnologija (IKT) odgovoran za čak 2% svetskih karbonskih emisija sa godišnjim rastom od 6% [1] čini da je ekološka održivost jedan od ključnih elemenata poslovanja i razvoja operatora IKT. Nove tehnologije i servisi sa jedne strane doprinose energetske efikasnosti drugih sektora (kao što su na primer ITS¹ rešenja u transportu), ali u isto vreme povećavaju „teret“ karbonskih emisija samog sektora IKT i stvaraju dodatni pritisak na same operatore. Na primer, kada kompanije uvode *cloud-based* sisteme umesto aplikacija koje koriste njihove hardverske i energetske resurse, provajderu IKT servisa pripadaju dodatne negativne emisije i troškovi. Može se reći da sektor IKT u suštini preuzima odgovornost za negativne ekološke uticaje od drugih sektora.

Uzimajući u obzir navedeno nameće se potreba da operatori koji posluju u oblasti IKT sektora utvrde kako da poboljšaju svoje ekološke performanse. Postojeće metodologije praćenja/kvantifikacije uticaja nisu zadovoljavajuće jer ne postoje konzistentni indikatori ključnih performansi (KPI) među operatorima kao ni jasan okvir njihovog korišćenja u procesu odlučivanja. Ovo pitanje zaokuplja pažnju različitih organizacija i udruženja kako u okviru samog sektora IKT tako i šire (globalne organizacije koje prepoznaju značaj IKT u kontekstu ekološke održivosti). Njihov zajednički cilj je stvaranje dobre informacione osnove za evaluaciju ekoloških uticaja operatora sektora IKT (u smislu utvrđivanja odgovarajućeg

*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 prosvete i nauke Republike Srbije.

¹ eng. *Intelligent Transportation Systems* – Inteligentni transportni sistemi

skupa KPI), ali i sistematične metodologije koja će omogućiti komparativnu analizu i utvrđivanje nosioca dobre prakse. U tu svrhu pokrenuto je nekoliko benčmarking inicijativa. Polazeći od činjenice da je osnovna svrha benčmarkinga unapređenje sopstvenih performansi učenjem od drugih /boljih, utisak je da postojeće inicijative, iako daju dobar okvir za relativnu evaluaciju učinka ne govore dovoljno o načinu na koji operatori sa lošijim ekološkim performansama mogu identifikovati svoje „uzore“.

U ovom radu će najpre biti predstavljeni skupovi ekoloških KPI koje nude različite organizacije iz oblasti IKT, kao i kriterijumi njihovog odabira. U posebnom delu rada su predstavljene i kritički analizirane dve benčmarking studije (u domenu fiksnih i mobilnih mreža) i predložene su preporuke za njihovo unapređenje.

2. Institucionalni okvir ekoloških indikatora ključnih performansi u sektoru IKT

Ekološki indikatori ključnih performansi koji se uobičajeno koriste u IKT kompanijama se odnose na potrošnju energije, vode, emisije CO₂ i stvaranje otpada. U okviru ovih grupa definisani su podindikator koji se periodično mere i kvantitativno izražavaju.

Skupovi ekoloških KPI namenjenih IKT sektoru se mogu naći na nivou globalnih organizacija i inicijativa i u okviru samog sektora. Na globalnom nivou prisutne su organizacije koje daju okvir i uputstvo za izveštavanje o ekološkom učinku koje su namenjene svim tipovima kompanija sa posebnom specifikacijom za IKT kompanije. Primeri takvih organizacija su Global Reporting Initiative (GRI) i Carbon Disclosure Project (CDP). Ove organizacije su kreirale specifične upitnike sa detaljnom listom indikatora i metodologijom proračuna, što omogućava kompanijama konzistentno praćenje stanja i trendova. Sa istim ciljem razvijeni su i standardi sa preporučenim alatima za kvantifikaciju kao što je GHG Protocol corporate standard i ISO 14064-1 (obuhvataju samo GHG emisije) i ISO 14031 koji obuhvata više grupa ekoloških uticaja (potrošnja energije, vode, otpad). [2]

Pored globalnih organizacija i inicijativa, postoje i skupovi ekoloških KPI koje potiču iz organizacija i različitih oblika udruženja u oblasti IKT. Među njima su:

European Telecommunications Standards Institute (ETSI). ETSI je kreirao univerzalne standarde za IKT uključujući fiksne, mobilne, radio, širokopojasne, Internet komunikacije. Razvio je tehničku specifikaciju IKT standarda u domenu metoda merenja energetske efikasnosti i to za žični i bežični pristup. U zavisnosti od područja merenja predviđena su dva tipa indikatora energetske efikasnosti bežičnog pristupa. Za vangerska područja indikator je definisan tako da uzima u obzir pokrivenost mreže, dok su za gradska područja uključeni podaci o saobraćaju i predviđene dve metrike – za GSMA i WCDMA/LTE/WIMAX tehnologiju.

European Telecommunications Network Operators' Association (ETNO). Članovi Udruženja operatora evropske telekomunikacione mreže u obavezi su da dostavljaju godišnje izveštaje o tri grupe KPI koje obuhvataju potrošnju energije, emisije GHG i potrošne materijale. U oblasti energije nije predviđen indikator energetske efikasnosti već veći broj indikatora energetske potrošnje.

Groupes Speciale Mobile Association (GSMA). Za ocenu ekoloških uticaja mobilnih mreža, Udruženje operatora mobilne telefonije je razvilo posebnu metodologiju koja uključuje nekoliko indikatora energetske efikasnosti i potrošnje. Predviđa se praćenje energetske potrošnje po konekciji, jedinici saobraćaja, ćeliji i po jediničnom prihodu kompanije.

International Telecommunication Union – Study Group 5 (ITU-T SG 5). Međunarodna unija za telekomunikacije (ITU) i njen Sektor za standardizaciju telekomunikacija (ITU-T) bave se izradom metodologija za procenu uticaja IKT sektora na

životnu sredinu. Ovaj cilj se sprovodi od strane ITU-T Studijske grupe (SG 5) koja je, između ostalog, odgovorna za kreiranje metodologija za evaluaciju uticaja IKT sektora na klimatske promene. Takođe, ova studijska grupa je definisala nekoliko KPI koji se odnose na upravljanje životnom sredinom ali se mogu primeniti na ceo IKT sektor, a tiču se energije, GHG emisija, vode, otpada i ostalih uticaja.

International Electrotechnical Commission (IEC). Međunarodna elektrotehnička komisija (IEC) je neprofitna, nevladina organizacija koja se bavi izradom međunarodnih standarda za sve električne, elektronske i druge srodne tehnologije. U svom dokumentu o pametnoj elektrifikaciji², IEC predlaže sledeće KPI za efikasnu proizvodnju električne energije: efikasnost proizvodne, efikasnost prenosa i emisije CO₂.

3. Procedura izbora KPI u okviru ekološkog menadžmenta

Polazište i prvi korak u definisanju KPI jeste određivanje kako univerzalnih tako i specifičnih ekoloških ciljeva IKT kompanije. Na osnovu ovih ciljeva formira se lista potencijalnih indikatora, a konačan skup se može definisati prema opštim kriterijumima izbora. Jedan od principa izbora indikatora koji se smatra dobrim okvirom za donosiocel odluka ne samo u IKT kompanijama, je sadržan u akronimu SMART (Specific - Measurable - Achievable - Relevant - Time phased). Suština SMART koncepta je da KPI treba da zadovolje sledeća pravila:

- Specifičnost - jasna definisanost indikatora kako bi se izbegle različite interpretacije;
- Merljivost - mogućnost vrednosnog iskazivanja na način da se vrednosti mogu međusobno porediti i/ili porediti sa normiranim vrednostima;
- Ostvarljivost - mogućnost dostizanja standardnih ili ciljnih vrednosti;
- Relevantnost - podrazumeva da KPI mere učinak koji je deo strateškog opredeljenja kompanije;
- Vremenska određenost - indikatori treba da obuhvate i vremensku dimenziju u okviru koje je određen učinak/vrednost realizovan.

Pored opštih kriterijuma, treba uzeti u obzir i nekoliko specifičnosti u definisanju KPI za proces evaluacije učinka IKT kompanija na bazi poznate metode strateškog menadžmenta - benčmarkinga. Kao prvo, potrebno je razgraničiti KPI koji se odnose na efekte prvog i drugog reda. Efekti prvog reda se odnose na negativne ekološke uticaje koji nastaju fizičkim postojanjem IKT i njihovih radnih procesa. Efekti drugog reda obuhvataju pozitivne ekološke uticaje koje omogućava korišćenje IKT. [3]

Kao drugo, značajan je način iskazivanja KPI u smislu korišćenja apsolutnih ili relativnih vrednosti. Za potrebe uporedne analize kompanija preporučuje se korišćenje relativnih vrednosti pri čemu su uobičajeni denominatori za svođenje broj zaposlenih, prihod ili proizvodna jedinica. U slučaju agregacije odnosno korišćenja više KPI za dobijanje jedinstvene indeksne vrednosti ekoloških performansi kompanije, potrebno je razviti posebne algoritme koji uzimaju u obzir preklapanje indikatora (energetska potrošnja i emisije CO₂).

Treće, za sastavljanje izveštaja u skladu sa zahtevima ISO ili GHG Protocol standarda, potrebno je razgraničenje između KPI koji se odnose na direktne (resursi koje troši sama kompanija) i indirektne (resursi koje troše druge kompanije u okviru zajedničkog poslovanja) uticaje. Konačno, ekološki KPI bi trebalo da budu adaptibilni prema različitim tehnologijama odnosno da se iste metrike mogu koristiti za različite tehnologije (GSM, CDMA, 3G i sl.). [4]

² Coping with the Energy Challenge The IEC's role from 2010 to 2030: Smart electrification.

4. Benčmarketing kao alat ekološkog menadžmenta u sektoru IKT

Benčmarketing je menadžment metoda koja je našla široku primenu u oblasti telekomunikacija i celokupnog sektora IKT. Postoji veliki broj definicija benčmarketinga ali u osnovi svih njih je sistematično i relativno poređenje sa ciljem da se utvrdi sopstvena pozicija u odnosu na druge (konkurente), ali i identifikuje nosilac najbolje prakse koji će služiti kao „uzor“ u procesu unapređenja sopstvenih performansi. [5]

Kao alat ekološkog menadžmenta, a u okviru IKT sektora, benčmarketing je primenjen u oblasti analize energetske efikasnosti. Racionalna potrošnja energije je nesumnjivo jedan od strateških prioriteta IKT kompanija kako zbog smanjenja troškova poslovanja tako i zbog smanjenja karbonskog otiska. U narednom delu rada dat je sažet prikaz dve međunarodne benčmarketing studije koje predstavljaju svojevrsne pilot projekte koji imaju za cilj da obezbede teoretski okvir za dalju primenu benčmarketinga energetske efikasnosti u sektoru IKT.

4.1. Benčmarketing energetske efikasnosti mobilnih operatora

Asocijacija mobilnih operatora GSMA pokrenula je benčmarketing inicijativu u koju je uključeno 25 operatora i preko 170 mreža. [6] Izvršen je benčmarketing mobilnih mreža po zemljama, korišćenjem četiri KPI, i to:

1. Energetska potrošnja mobilne mreže po konekciji;
2. Energetska potrošnja mobilne mreže po jedinici saobraćaja;
3. Energetska potrošnja mobilne mreže po ćeliji;
4. Energetska potrošnja mobilne mreže po jedinici prihoda.

Konzistentna evaluacija i uporedna analiza, što je i osnov benčmarketinga, zahteva da se uzmu u obzir varijable koje utiču na KPI, a ne spadaju u domen uticaja menadžmenta kompanije za energetske sektor. To znači da su potrebna izvesna podešavanja ili «normalizacija» parametara tako da se uzmu u obzir tehnološki, geografski ili tržišni faktori kako bi se obezbedila startna «ravnopravnost» učesnika u evaluaciji. U konkretnom primeru su uzeta u obzir sva tri eksterna uticaja kroz sledeće korektivne faktore: gustina naseljenosti, bruto nacionalni dohodak po stanovniku, razgraničenje gradskog i vangradskog stanovništva, broj dana koji zahtevaju dodatna hlađenja (samim tim i dodatnu potrošnju energije) normalizovanih prema broju stanovnika, nivo elektrifikacije, pokrivenost mreže u odnosu na teritoriju i u odnosu na stanovništvo, udeo na tržištu, zastupljenost 2G u odnosu na 3G mrežu, potrošnja dizel goriva u odnosu na potrošnju električne energije.

Imajući u vidu veći broj varijabli, za određivanje vrednosti KPI koristi se multivarijantna regresiona analiza, pri čemu su zavisne promenljive KPI, a nezavisne se definišu u zavisnosti od tipa KPI. Na primer:

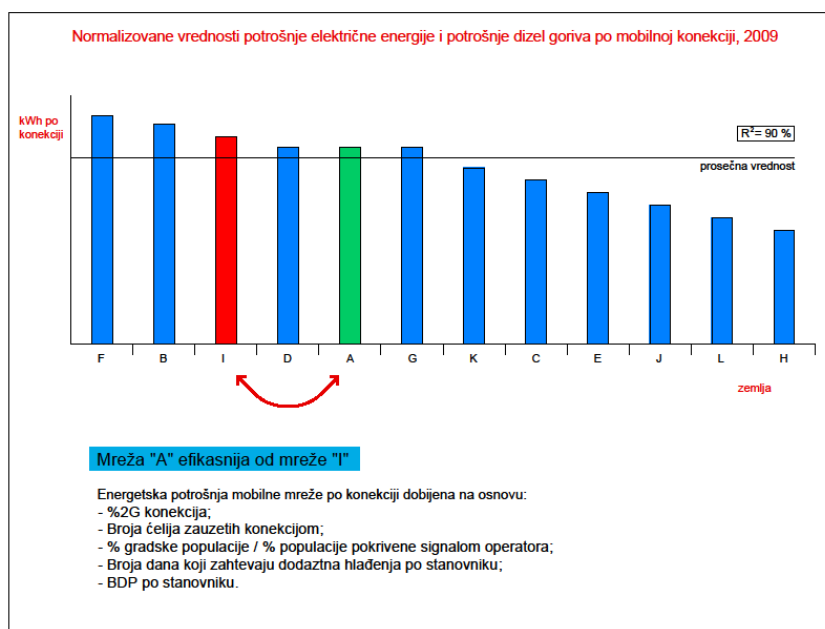
- za «Energetsku potrošnju po konekciji», nezavisne promenljive su % 2G konekcija, % gradske populacije/ % populacije pokrivene signalom operatora/ BDP po stanovniku / broj ćelija zauzetih konekcijom i broj dana koji zahtevaju dodatna hlađenja (po stanovniku);
- za «Energetsku potrošnju po jedinici saobraćaja»: broj ćelija po jedinici ostvarenog saobraćaja/ % govornog saobraćaja/ broj dana koji zahtevaju dodatna hlađenja (po stanovniku)/ BDP po stanovniku;
- za «Energetsku potrošnju mobilne mreže po ćeliji»: % 2G konekcija/ broj konekcija po ćeliji/geografska pokrivenost operatora po ćeliji i broj dana koji zahtevaju dodatna hlađenja (po stanovniku).

Uzimajući u obzir navedene faktore, KPI „Energetska potrošnja mobilne mreže po konekciji“, računata se prema sledećoj formuli [6]:

$$\frac{\text{Energija}}{\text{Konekcija}} \approx a * \frac{\% \text{ gradske populacije}}{\% \text{ populacije pokrivena signalom}} + b * \frac{\% \text{ površine pokrivenosti}}{\text{ukupne konekcije}} + c * \frac{\% \text{ 2G konekcija}}{\text{ukupne konekcije}} + d * (\% \text{ broja dana koji zahtevaju dodatno hlađenje}) + e * (\text{BDP po stanovniku}) \quad (1)$$

gde su a , b , c , d i e konstante vezane za određeno tržište.

Unošenjem podataka i primenom multivarijantne regresione analize, operatori mobilne mreže se rangiraju jedni u odnosu na druge za svaki indikator energetske efikasnosti posebno. Izlazni rezultati benčmarkinga detektuju mobilne operatore i zemlje koje imaju bolji, odnosno lošiji učinak, a takođe i veličinu odstupanja od prosečne vrednosti KPI. Primer je dat na slici 1.



Slika 1. Rangiranje operatora mobilne mreže po indikatorima energetske efikasnosti [6]

4.2. Benčmarking energetske efikasnosti fiksnih operatora

Druga inicijativa u ovoj oblasti sprovedena je za benčmarking energetske efikasnosti operatora fiksne mreže. [7] Studiju je sprovedla Radna grupa za energetska efikasnost pod pokroviteljstvom Globalne Inicijative za e-Održivost (GeSI - Global e-Sustainability Initiative³).

³ Radi se o strateškom partnerstvu IKT sektora i organizacija koje su posvećene podsticanju održivog razvoja

Definisana su tri KPI energetske efikasnosti i to: (1) Energetska potrošnja po pristupnoj liniji, (2) Energetska potrošnja po ostvarenom prihodu i (3) Energetska potrošnja po ostvarenom saobraćaju.

Energetska potrošnja obuhvata opremu za fiksne telefonske i širokopolasne usluge, kao i centre podataka vezane za fiksnu mrežu. Ostvareni saobraćaj obuhvata govorni saobraćaj i prenos podataka, dok se u okviru pristupne mreže računaju maloprodajni i veleprodajni fiksni telefonski i širokopolasni servisi. Za potrebe benčmarkinga, potrebno je, kao i u prethodnoj studiji, neutralisati tržišne i tehnološke faktore.

Ovaj proces „normalizacije“ obezbeđuje realniju sliku rezultata vidljivu kroz suženje raspona vrednosti KPI. Studija benčmarkinga koja je sprovedena ima značajan praktičan doprinos jer je regresiona analiza pokazala da u slučaju malog broja učesnika (svega 5 operatora fiksne mreže) rezultati ne mogu imati statistički značaj. Takođe, proces normalizacije ne može imati očekivani efekat ukoliko se u regresionu analizu uključi samo jedna nezavisna promenljiva (uzeta je u obzir samo prosečna temperatura).

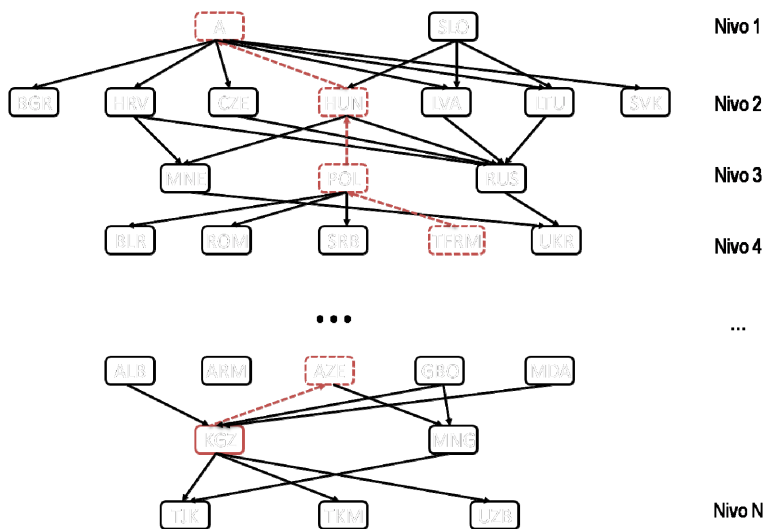
4.3. Nedostaci postojećih inicijativa i preporuke za unapređenje benčmarkinga energetske efikasnosti u sektoru IKT

Preporučene procedure za benčmarking energetske efikasnosti u sektoru IKT predstavljaju odličnu polaznu osnovu za razvoj konzistentne i jasne metodologije za sagledavanje negativnih efekata sa krajnim ciljem da se utvrde pravci daljih unapređenja. Međutim, kako se i u samim izveštajima ovih studija navodi, postoje brojni nedostaci koje je u narednim fazama istraživanja treba otkloniti. Dva su pravca potrebnih unapređenja.

Prvi se odnosi na samu informacionu osnovu benčmarking procesa, kako u kontekstu izbora KPI koji će biti uključeni tako i u smislu obima statističkih podataka. Veći broj učesnika u benčmarking procesu i samim tim veći set podataka će obezbediti veći statistički značaj, veći broj varijabli koje će biti uključene u dalju analizu i posledično bolji uvid u učinak benčmarking partnera.

Drugi pravac je vezan za samu suštinu benčmarkinga, a to je učenje od drugih (boljih). U samim izveštajima se navodi da je način da se postignu uštede u potrošnji energije prenos znanja i iskustava od boljih ka manje ekološki efikasnim operatorima. Međutim, ono što zahteva dalju analizu i podleže kritici je način izbora odgovarajućeg benčmarka odnosno nosioca dobre prakse. Postojeće inicijative predlažu klasičan „učenje od najboljeg“ („learning from the best“) pristup sa ciljem postizanja njegovih ili prosečnih (u odnosu na sve benčmarking partnere) performansi. Ovakav pristup može biti neefikasan i nerealan za operatore sa slabijim učinkom i voditi ka neracionalnom trošenju sredstava i vremena. [5] Rešenje može biti pristup zasnovan na konceptu odgovarajućeg benčmarka („corresponding benchmark“) odnosno nosioca relevantne prakse i postepenih – „korak po korak“ unapređenja (koncept „stepwise benchmarking“ – SBM). U osnovi je ideja da se umesto izbora jednog – najboljeg uzora, identifikuje set odgovarajućih nosioca dobre prakse. [5] Na taj način svaki operator sa lošijim učinkom može da definiše evolutivni razvojni put/strategiju (koncept „evolutionary development path“ [8]) koja će u odgovarajućoj dinamici njegov učinak dovesti do najboljeg. Operacionalizacija ovog pristupa zahteva i inovativne analitičke alate koji će omogućiti donosiocima odluka da na jednostavan način utvrde set odgovarajućih benčmarka. Jedan od takvih alata je SBM procedura bazirana na varijanti metode višekriterijumskog odlučivanja ELECTRE MLO (ELimination Et Choix Traduisant la REalité; Elimination and Choice Corresponding to Reality –Multi Level Outranking). [9] Metoda je dovoljno fleksibilna da prihvati već definisane KPI (uz njihovu transformaciju u ocene) i uz

minimalan broj parametara koje donosilac odluka treba da definiše (za razliku od drugih varijanti ELECTRE).



Slika 2. Drvo relacija kao izlazni rezultat metode ELECTRE MLO [9]

Izlaz ove metode je tzv. drvo relacija („relation tree“, slika 2) koje omogućava donosiocu odluka da na jednostavan način identifikuje hijerarhijski nivo kome analizirana BM jedinica pripada kao i njen razvojni put (set odgovarajućih benčmarka) prateći relacije dominacije (isprekidane linije na slici 2).

5. Zaključak

Pitanje ekološke održivosti je jedno od ključnih za uspešno poslovanje u sektoru IKT, a postojanje konzistentnog skupa ekoloških KPI i njihova evaluacija u procesu odlučivanja je u fokusu ekološkog menadžmenta operatora IKT.

Udruženi naponi različitih zainteresovanih strana imali su za rezultat specifične skupove KPI, benčmarking procedura, ali su sa druge strane, identifikovani i brojni metodološki nedostaci koje je potrebno otkloniti. Pored izazova usaglašavanja KPI u smislu njihovog definisanja, kvantifikacije i normalizacije (neutralizovanje eksternih specifičnosti), posebno su važni izazovi koji se odnose na sam proces benčmarkinga: uključivanje većeg broja benčmarking partnera, dinamički okvir analize, uključivanje i drugih zainteresovanih strana (koji saraduju sa samim operatorima), ali i primena inovativnih analitičkih alata. U ovom radu je kao pravac unapređenja predložen koncept postepenog tj. „korak po korak“ benčmarkinga (i njegova operacionalizacija na bazi metode ELECTRE MLO) kao alternativa klasičnom pristupu „učenje od najboljeg.“

U osnovi je ideja da se utvrdi „evolutivni razvojni put“ za svaku manje uspešnu benčmarking jedinicu koja će „učeći od svojih odgovarajućih nosioca dobre prakse“ dostići željene performanse. Prepreka u primeni ovog pristupa i pravac daljeg istraživanja je definisanje adekvatne procedure normalizacije vrednosti KPI kako bi se postigla odgovarajuća forma ulaznih podataka.

Literatura

- [1] ITU (International Telecommunications Union), *Toolkit on Environmental Sustainability for the ICT sector*, September 2012, Available: <http://www.itu.int/ITU-T/climatechange/ess/>
- [2] Petrović, M., Bojković, N., „Pravci standardizacije postupaka ocene ekoloških uticaja informaciono-komunikacionih tehnologija“, Zbornik radova „Postel 2012“, Beograd, pp.69-78, 2012.
- [3] Bojković, N., Petrović, M., „Mogućnosti evaluacije doprinosa Informaciono – komunikacionih tehnologija smanjenju karbonskih emisija“, Zbornik radova „Postel 2011“, Beograd, pp. 78-86, 2011.
- [4] ITU (International Telecommunications Union), *General Specifications and KPIs*, ITU Toolkit on Environmental Sustainability for the ICT sector, September 2012, Available: <http://www.itu.int/ITU-T/climatechange/ess/>
- [5] Petrović, M., Tarle, S. P., Gospić, N., Benčmarking i politika telekomunikacija, Univerzitet u Beogradu Saobraćajni fakultet, Beograd 2013.
- [6] GSMA, *Mobile Energy Efficiency: An Energy Efficiency Benchmarking Service for Mobile Network Operators*, June 2011, Available: <http://www.gsma.com/newsroom/technical-documents/>
- [7] GeSI, *Fixed Network Operators Energy Efficiency Benchmark*, Global e-Sustainability Initiative Report, Oktober 2012, Available: <http://gesi.org/portfolio/report/23>
- [8] Petrović, M., Bojković, N., Anić, I., & Petrović, D. (2012). Benchmarking the digital divide using a multi-level outranking framework: Evidence from EBRD countries of operation. *Government Information Quarterly*, 29(4), 597-607.
- [9] Petrović, M., Bojković, N., Anić, I., Stamenković, M., & Tarle, S. P. (2014). An ELECTRE-based decision aid tool for stepwise benchmarking: An application over EU Digital Agenda targets. *Decision Support Systems*, 59, 230-241.

Abstract: *Business operations in accordance with the requirements of the global environmental sustainability are among the top strategic priorities of organizations operating in the sector of information and communications technology (ICT). There is a large number of recommended indicators for monitoring ecological effects and impacts, whereat there is a global initiative to achieve a consistent methodology for quantification and thus create a framework for the implementation of different models of environmental management. The paper first presents and analyzes the key performance indicators (KPI) designed for ICT sector, and then the evidence in their application for benchmarking energy efficiency of ICT operators.*

Keywords: *Key Performance Indicators (KPI), benchmarking, ICT, environmental management*

KEY PERFORMANCE INDICATORS FOR BENCHMARKING ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY IN THE INFORMATION AND COMMUNICATIONS TECHNOLOGY SECTOR

Nataša Bojković, Marijana Petrović, Tanja Parezanović