

Vplivi IKT tehnologij na okolje

Gregor Burger, Digitalno inovacijsko stičišče Slovenije

Povzetek — V objavi obravnavamo vpliv informacijsko-komunikacijskih tehnologij (IKT) na okolje. Pričenjamo s pregledom poročil in literature študij primerov vpliva IKT tehnologij na okolje, trendov uporabe IKT tehnologij in posledičnega bodočega vpliva na okolje. V nadaljevanju pa predstavljamo reprezentativne primere vplivov naprav in storitev na emisije CO₂. Objavo zaključujemo s priporočenimi orodji za merjenje vpliva podjetji in organizacij na CO₂ emisije ter tudi socialnih in etičnih vprašanj.

Ključne besede — IKT, okolje, CO₂, energija

Abstract — This publication examines the impact of information and communication technologies (ICT) on the environment. We start by reviewing reports and literature on case studies of the environmental impact of ICT, trends in the use of ICT and the resulting future impact on the environment. We then present representative examples of the impact of devices and services on CO₂ emissions. We conclude the publication with recommended tools for measuring the impact of companies and organisations on CO₂ emissions and social and ethical issues.

Keywords — ICT, Environment, CO₂, Energy

1. UVOD

IKT tehnologije imajo merljiv in občuten vpliv na gospodarstvo in okolje. Tehnološki razvoj skozi zadnja stoletja človeške zgodovine je s seboj prinesel povečano potrebo po energiji. Pred izumom parnega stroja, ki je omogočil industrijsko revolucijo, je bil glavni vir energije človeško delo. Parni stroj je omogočil, da je bilo delo opravljeno hitreje, z večjo standardizacijo in manj človeškega napora. Tega je nadomestilo odkritje elektrike in načinov izkoriščanja električnih in elektromagnetnih pojavov v korist človeka. Tekom dvajsetega stoletja so se električni energiji pridružili še naftni derivati in zemeljski plin. A pogosto podobno kot nuklearna energija v vlogi proizvodnje električne energije. Zagotovo pa ima vsak izmed naštetih načinov pridobivanja in uporabe električne energije neposredni ali posredni vpliv na okolje. Za zmanjševanje negativnih vplivov na okolje se v zadnjih desetletjih izvajajo številne aktivnosti, kako bolj varčno in smotno pridobivati in uporabljati električno energijo. V razvitem svetu nam je samoumevno, da napravo priključimo v električno vtičnico in obmemo stikalo, naprava pa preprosto prične delovati. Pozabljamo pa na vpliv, predvsem na vpliv na okolje, ki ga uporaba naprav povzroča. Pobljže si pogledimo vpliv IKT tehnologij na okolje, saj se tudi z digitalizacijo in aktivnostmi zelenega prehoda povečujejo potrebe po električni energiji. Preučevanje vplivov IKT tehnologij na okolje ni novo, debate o vplivih v strokovnih in laičnih krogih potekajo že dolgo [1], [2], [3]. Zastalo pa ni niti v zadnjem času [4], [5], [6].

2. VPLIV IKT TEHNOLOGIJ NA OKOLJE

Vprašajmo se, kakšen je vpliv informacijsko-komunikacijskih tehnologij (IKT) na okolje. V poročilu Freitag, Charlotte, et al. [7] zasledimo kar nekaj uporabnih podatkov, ki nam bodo orisali bolj pregledno sliko. Po prvih ocenah je vpliv IKT tehnologij večji od pričakovanj, brez odločnega ukrepanja pa se bo pričakovan vpliv še povečeval. Poročilo obravnava tri večje študije ocenjevanja vplivov IKT tehnologij med leti 2015 in 2021. Po njihovih ocenah naj bi v tem obdobju delež emisij toplogrednih plinov na račun IKT znašal 1,8–2,8 %, z upoštevanjem vplivov celotne dobavne verige pa naj bi se ta delež gibal med 2,1 in 3,9 % globalnih emisij. Za oris, v istem obdobju sta ogrevanje in proizvodnja elektrike prispevala približno 25 %, kmetijstvo prav tako okrog 25 % in transport 14 % vseh emisije toplogrednih plinov. Čeprav je delež emisije toplogrednih plinov IKT majhen v primerjavi z vodilnimi proizvajalci, je večji od vpliva letalske industrije, za katero se ocenjuje približno 2 % vpliv. IKT naprave in tehnologije proizvajajo škodljive emisije tekom celotnega svojega življenjskega cikla, od priprave materialov, njihove izdelave, uporabe in tudi reciklaže. Poročilo kritično obravnava predhodno podane številke predvsem zaradi treh razlogov. Prvi razlog opisuje pojav, ko izboljšanje učinkovitosti delovanja naprav oz. tehnologije povzroči povečano uporabo tega produkta, kar realno, kot se je že izkazalo v zgodovini različnih izdelkov, izniči prihranke učinkovitejšega delovanja. Drugi pojav je zmanjševanje pomena trenutnim trendom. Pogosto trenutni trendi zanemarjajo vplive treh izjemno hitro razvijajočih se področij: umetne inteligence (AI), Interneta stvari (IoT) in tehnologij blokovnih verig. Tretji razlog pa je povečanje obsega investicij industrije, prav v domene AI, IoT in blokovnih verig. Poročilo pa izpostavlja še eno pomembno sporočilo. Načini merjenja emisije toplogrednih plinov niso standardizirani in poenoteni. Posledično prihaja do razlik v ocenah izračunov emisij, ki poleg različnega načina izračunavanja pogosto ne upoštevajo celotne dobavne verige in obsega emisij.

Do podobnih spoznaj prihajajo tudi drugi avtorji in strokovnjaki področja. Podjetje Satec and Alvatross [8] prepoznava dve skupini, direktne in indirektno vplive na okolje. Med direktne vplive prištevajo emisije toplogrednih plinov kot posledico virov za napajanje in hlajenje omrežne opreme in podatkovnih centrov ter surovin, ki se uporabljajo za izdelavo naših sodobnih naprav (plastika, kovine, silicij, kositer, nikelj ...). Med indirektno pa prištevajo energijo, ki se uporablja za napajanje naših naprav, fiksnih in mobilnih telekomunikacij. Podatkovni centri kljub svoji učinkovitosti predstavljajo veliko potrebo po električni energiji, ki iz leta v leto eksponentno narašča. Poleg tega infrastrukture IKT zahtevajo obsežne omrežne baterije, vztrajnike, rezervne generatorje in druge funkcije, ki prav tako porabijo velike količine energije. Njihovi predlogi za zmanjšanje direktnih in indirektnih vplivov na okolje predvidevajo uporabo storitev v oblaku in virtualizacijo, uporabo bolj energetske učinkovitih naprav, delo od doma v kombinaciji z bolj okolju prijaznim življenjskim slogom, kjer ITK tehnologije nadomeščajo potrebo po uporabi prevoznih sredstev in posledično nižjo proizvodnjo toplogrednih plinov.

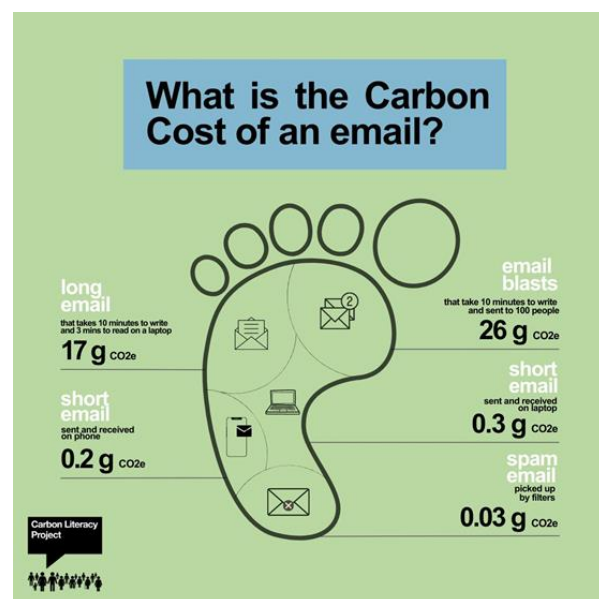


Slika 1: Naslovnica poročila Behind the Figures [9]

Še eno zanimivo poročilo je plod dela GreenIT.fr [9], z izvirnim naslovom Behind the figures: understanding the environmental impacts of ICT and taking action. V poročilu je obravnavanih 5 ključnih področij IKT tehnologij z velikim vplivom na okolje. To so internet stvari, umetna inteligenca, oblčne storitve, 5G omrežja in samovozeča vozila. V poročilu so obravnavane tudi študije »Rebound« efekta, surovih materialov, e-odpadki in krožno gospodarstvo. Ključna področja vsebujejo predstavitev ključnih podatkov, študijo primera, definicije poglobitvenih konceptov, obravnavo okoljskih problemov študije primera in zaključek s povzetkom ugotovitev. Podrobnejši opisi študij

primerov presega okvire te objave in bi si zaslužili samostojno objavo. Bralcem pa toplo priporočamo branje poročila na povezavi: <https://www.apl-datacenter.com/wp-content/uploads/2021/12/Case-studies-Environmental-impacts-of-ICT-and-Digital-technologies-7-dec-2021.pdf>.

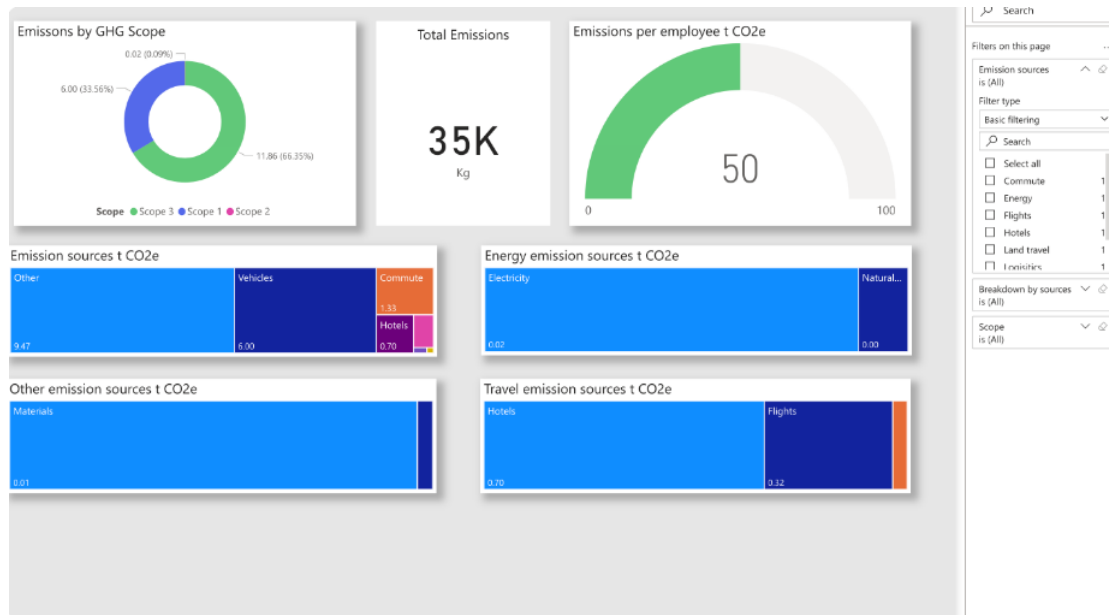
Ali se zavedamo, koliko energije porabijo naprave in storitve, ki jih pogosto uporabljamo oz. kakšen je njihov vpliv na okolje? Po pridobljenih podatkih [10] Univerze Oxford naj bi klasičen računalnik z zaslonom za delo v pisarni med 8-urnim delavnikom prispeval okrog 70 g CO₂. Pri njihovi oceni vplivov na okolje upoštevajo vplive proizvodnje, uporabe in reciklaže. Povprečna uporaba večjega števila merjenih računalnikov z zasloni pomeni letno vrednost 778 kg emisij CO₂. Pri čemer se kar 85 % emisij nanaša na proizvodnjo in transport, le 15 % pa na porabo električne energije. Presenetljiva je ugotovitev, da imajo prenosni računalniki signifikantno večji vpliv na emisije okolja kot pa stacionarni računalniki, gledamo celovito od proizvodnje do reciklaže. Razlog se skriva v dejstvu, da prenosne računalnike uporabniki načeloma zamenjajo z novjšimi hitreje kot pa stacionarne računalnike. Ker izhajajo poglobitveni vplivi iz proizvodnje in transporta, je posledično logično tudi njihov vpliv večji. Prenosni računalnik naj bi v primerjavi s stacionarnim prinesel 11-odstotno povišanje emisij CO₂. Stacionarni računalnik z dvema zaslonoma pomeni približno 45-odstotno povišanje emisij CO₂. Kombinacija stacionarnega računalnika z zaslonom in prenosnikom pa celo 66-odstotno povišanje emisij CO₂.



Slika 2: Predstavitev izpustov CO₂ za storitve elektronske pošte [11]

Poglejmo si se številke na primeru pošiljanja elektronske pošte [11]. Kratko sporočilo elektronske pošte, poslano in prejeto prek pametnega telefona, je ocenjeno na 0,2 g CO₂. V primeru pošiljanja in branja sporočila se vrednost emisij CO₂ poveča na 0,3 g. Pisanje in branje daljšega elektronskega sporočila nam prinese 17 g emisij CO₂. Če pa bi

kratico ESG, ki pomeni v izvorniku Environmental, Social and Governance oz. prevedeno okoljevarstvo, sociala in upravljanje. Orodja so v pomoč podjetjem pri pripravi na izzive digitalizacije, zelenega prehoda in vedno bolj pomembnega upravljanja z energijo.



Slika 3: Primer nadzorne plošče orodja ESG

želeli takšno sporočilo poslati sto ljudem, bi to pomenilo 26 g emisij CO₂.

V zadnjem času praktično ne moremo mimo ChatGPT-ja [12]. Izračuni predstavljajo dobro učene približke, ki so bili opravljeni na podlagi znanih podatkov o delovanju ChatGPT-ja. Dnevni odtis Chat GPT-ja naj bi bil 23,04 kg CO₂. Za primerjavo si vzemimo podatke prebivalca Danske, ki letno proizvede okrog 11 ton CO₂. ChatGPT torej na dnevni ravni prispeva 0,2 % letnih emisij prebivalca Danske, na letni ravni pa okrog 76 % letnega odtisa CO₂.

Čeprav je domena kripto valut in NFT žetonov v zadnjih mesecih v zatonu, je imelo njeno delovanje v preteklosti znaten vpliv [13], [14]. Med največjimi porabniki energije je bil Bitcoin z več kot 60 % vse porabljene energije v kripto domeni. Ethereumov delež pa je bil med nad 20 %. Na globalni letni ravni porabe energije v kripto domeni je ta znašala približno 0,3 % globalne porabe energije oz. prevedeno 140 milijonov toplogrednih plinov.

Številni projekti [13] in podjetja [14], [15] se trudijo izdelati orodja za oceno ekoloških vplivov, delujejo pa tudi širše na področju trajnostnega razvoja in obstoja podjetij. Takšna orodja poleg ekološke note naslavlja še etična in socialna vprašanja. V tuji literaturi se orodja označujejo s

3. ZAKLJUČEK

Posamezniki, podjetja in družba na splošno se vedno bolj zavedamo skrbi za okolje in negativnega vpliva, ki ga imamo na okolje. Naš vpliv se ne meri le v času uporabe naprave ali storitve, upoštevati moramo tudi njeno izdelavo in reciklažo. Čeprav vrednosti emisij toplogrednih plinov ne dosegajo vodilnih onesnaževalcev, kot sta promet in kmetijstvo, je treba paziti tudi na vplive IKT tehnologij. Z vedno bolj digitalnim svetom se povečuje poraba in uporaba IKT naprav in tehnologij, posledično pa tudi emisij toplogrednih plinov.

LITERATURA

- [1] A. Plepys / Environmental Impact Assessment Review 22 (2002) 509–523
- [2] Jitsuzumi, T., Mitomo, H. and Oniki, H. (2001), "ICTs and sustainability: the managerial and environmental impact in Japan", Foresight, Vol. 3 No. 2, pp. 103-112. <https://doi.org/10.1108/14636680110803030>
- [3] Andreas Köhler & Lorenz Erdmann (2004) Expected Environmental Impacts of Pervasive Computing, Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal, 10:5, 831-852, DOI: 10.1080/10807030490513856

- [4] Santarius, T.; Pohl, J.; Lange, S. Digitalization and the Decoupling Debate: Can ICT Help to Reduce Environmental Impacts While the Economy Keeps Growing? *Sustainability* 2020, 12, 7496. <https://doi.org/10.3390/su12187496>
- [5] Batool, Z.; Ali, S.; Rehman, A. Environmental Impact of ICT on Disaggregated Energy Consumption in China: A Threshold Regression Analysis. *Sustainability* 2022, 14, 15600. <https://doi.org/10.3390/su142315600>
- [6] Hankel, A.; Heimeriks, G.; Lago, P. A Systematic Literature Review of the Factors of Influence on the Environmental Impact of ICT. *Technologies* 2018, 6, 85. <https://doi.org/10.3390/technologies6030085>
- [7] Freitag, Charlotte, et al. "The Real Climate and Transformative Impact of ICT: A Critique of Estimates, Trends, and Regulations." *Patterns*, vol. 2, no. 9, 2021, p. 100340., doi:10.1016/j.patter.2021.100340
- [8] <https://www.alvatross.io/the-ict-sector-and-its-environmental-impact-towards-a-greener-society/> (Prvi dostop 28. 3. 2023)
- [9] Bordage, F., de Montenay, L., Benqassem, S., DelmasOrgelet, J., Domon, F., Prunel, D., Vateau, C. et Lees Perasso, E. GreenIT.fr. 2021. Behind the figures: understanding the environmental impacts of ICT and taking action <https://www.apl-datacenter.com/wp-content/uploads/2021/12/Case-studies-Environnemental-impacts-of-ICT-and-Digital-technologies-7-dec-2021.pdf> (Prvi dostop 28. 3. 2023)
- [10] <https://www.it.ox.ac.uk/article/environment-and-it> (Prvi dostop 28. 3. 2023)
- [11] https://www.linkedin.com/posts/luisgerardocarvajal_carbonfootprint-decarbonization-activity-7019287883966529536-KWxd/ (Prvi dostop 30. 3. 2023)
- [12] <https://towardsdatascience.com/the-carbon-footprint-of-chatgpt-66932314627d> (Prvi dostop 30. 3. 2023)
- [13] <https://www.investopedia.com/crypto-s-climate-impact-6544631> (Prvi dostop 30. 3. 2023)
- [14] <https://www.whitehouse.gov/ostp/news-updates/2022/09/08/fact-sheet-climate-and-energy-implications-of-crypto-assets-in-the-united-states/>(Prvi dostop 30. 3. 2023)
- [15] <https://ictfootprint.eu/> (Prvi dostop 30. 3. 2023)
- [16] <https://www.supplyshift.net/> (Prvi dostop 30. 3. 2023)
- [17] <https://theimpactinvestor.com/best-esg-analysis-tools/> (Prvi dostop 30. 3. 2023)