

# Izazovi zelenih IKT

---

**Popović, Isabella**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Pula / Sveučilište Jurja Dobrile u Puli**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:137:213365>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-20**



*Repository / Repozitorij:*

[Digital Repository Juraj Dobrila University of Pula](#)



Sveučilište Jurja Dobrile u Puli

Fakultet ekonomije i turizma

«Dr. Mijo Mirković»

Isabella Popović

**IZAZOVI ZELENIH IKT (CHALLENGES OF GREEN ICT)**

Završni rad

Pula, 2022.

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli  
Fakultet ekonomije i turizma  
«Dr. Mijo Mirković»

Isabella Popović

## **IZAZOVI ZELENIH IKT (CHALLENGES OF GREEN ICT)**

Završni rad

JMBAG: 0303087484, redoviti student

Studijski smjer: Informatički menadžment

Predmet: Informatika

Znanstveno područje: Društvene znanosti

Znanstveno polje: Ekonomija

Znanstvena grana: Poslovna informatika


Mentor / Mentorica: prof. dr. sc. Vanja Bevanda

Pula, 2022.



## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, dolje potpisana Isabella Popović, kandidat za prvostupnika poslovne ekonomije, smjera informatički menadžment ovime izjavljujem da je ovaj Završni rad rezultat isključivo mogega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na objavljenu literaturu kao što to pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da niti jedan dio Završnog rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz kojega necitiranog rada, te da ikoji dio rada krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za koji drugi rad pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili radnoj ustanovi.

 Student

---

U Puli, 20. rujna, 2022. godine



## IZJAVA o korištenju autorskog djela

Ja, Isabella Popović dajem odobrenje Sveučilištu Jurja Dobrile u Puli, kao nositelju prava iskorištavanja, da moj završni rad pod nazivom Izazovi zelenih IKT (Challenges of Green ICT) koristi na način da gore navedeno autorsko djelo, kao cjeloviti tekst trajno objavi u javnoj internetskoj bazi Sveučilišne knjižnice Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli te kopira u javnu internetsku bazu završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice (stavljanje na raspolaganje javnosti), sve u skladu s Zakonom o autorskom pravu i drugim srodnim pravima i dobrom akademskom praksom, a radi promicanja otvorenoga, slobodnoga pristupa znanstvenim informacijama.

Za korištenje autorskog djela na gore navedeni način ne potražujem naknadu.

U Puli, 20. rujna 2022. (datum)

Potpis

## Sadržaj

1.	Uvod .....	1
2.	Informacijsko komunikacijske tehnologije.....	2
2.1	Povijest IKT-a.....	2
2.2	Komponente sustava IKT-a .....	3
2.3	Utjecaj .....	4
2.3.1	Pozitivan utjecaj.....	5
2.3.2	Negativan utjecaj .....	6
3.	Zelene informacijsko komunikacijske tehnologije .....	8
3.1	Energy Star.....	8
3.2	Ciljevi zelenih IKT .....	11
4.	Pristupi i tehnike zelenih IKT .....	14
4.1	Virtualizacija.....	14
4.2	Rad na daljinu.....	14
4.3	Green Cloud računalstvo i arhitektura .....	15
4.4	Optimizacija implementacije, raspodjela resursa i dugovječnost proizvoda ....	16
4.5	Superračunala, upravljanje energijom i iskoristivost neiskorištenih resursa....	17
4.6	Carbon-free računalstvo.....	18
5.	Izazovi zelenih IKT .....	19
5.1	Izazovi vezani uz tehnike i pristupe .....	19
5.2	Izazovi vezani uz implementaciju .....	27
6.	Ispitivanje navika studentske populacije FET-a o načinu korištenja IKT .....	32
7.	Zelene IKT u Europskoj uniji .....	35
8.	Budućnost zelenih tehnologija .....	37
9.	Zaključak .....	39
	POPIS LITERATURE .....	41
	POPIS PRILOGA.....	45
	SAŽETAK .....	46
	SUMMARY .....	47

## 1. UVOD

Zelene informacijsko komunikacijske tehnologije u današnjemu vremenu ne predstavljaju nikakvu novost, no rast interesa u iste očituje se svakim danom. Područje zelenih IKT sve je dinamičnije te brojni znanstvenici nastoje povećati efikasnost informacijsko komunikacijskih tehnologija, pritom minimizirajući negativan utjecaj istih na okoliš. Naravno, kao i u svakome pokušaju stvaranja univerzalnoga rješenja s odsutnošću negativnih utjecaja, u osmišljanju i provođenju zelenih IKT postoje određeni izazovi. Budući da je područje zelenih IKT relativno novo brojna su istraživanja na tu temu nepotpuna ili nedorečena što povećava izazove vezane uz isto.

U ovome će se završnome radu definirati i pojasniti pojmovi „informacijsko komunikacijske tehnologije“ te „zelene informacijsko komunikacijske tehnologije“. Korištenjem povijesne znanstvene metode, na temelju raznovrsnih materijala, objasniti će se nastanak informacijskih i komunikacijskih tehnologija kao i Energy Star koji predstavlja začetak zelenih IKT. Zatim će se utjecaj informacijsko-komunikacijskih tehnologija metodom generalizacije raščlaniti i objasniti kao pozitivan i negativan. Znanstvenom metodom klasifikacije, kojom se čini sistematska i potpuna podjela općeg pojma na posebne koje taj pojam obuhvaća, objasniti će se tehnike, pristupi i ciljevi zelenoga računalstva. Glavni će se fokus staviti na izazove koje se vezuje uz zelene informacijske i komunikacijske tehnologije te će se svaki od njih pojasniti. Metodom anketiranja nastoji se uočiti navike korisnika modernih tehnologija te jesu li one sukladne ili suprotne načelima zelenih IKT. Temelj ovoga rada jest istraživanje perspektive individualnih korisnika. Zatim će se predstaviti pogled Europske unije na zeleno računalstvo te što ona čini kako bi implementacija spomenutih bila brža i efektivnija. Točnije, spomenuti će se Europski zeleni plan te Europska zelena digitalna koalicija i njezino djelovanje ka zelenijoj digitalnoj sutrašnjici. Ovaj će se završni rad zaokružiti predviđanjima za zeleno računalstvo u budućnosti.

## 2. INFORMACIJSKO KOMUNIKACIJSKE TEHNOLOGIJE

Informacijsko komunikacijske tehnologije, poznate i pod kraticom IKT (eng. ICT), predstavljaju infrastrukturu te skup različitih komponenata koje omogućuju moderno računarstvo. Iako ne postoji univerzalna definicija IKT-a, iste se može približe opisati kao „osnovu za sustavno prikupljanje, pohranjivanje, obradbu, širenje i razmjenu informacija različitih oblika" (Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021.). Dakle, pojam IKT jest općeprihvaćen kao pojam koji obuhvaća sve uređaje, mrežne sustave, aplikacije i sustave koji, kada spojeni u cjelinu, omogućuju korisnicima interakciju u digitalnome svijetu.

### 2.1 Povijest IKT-a

Začetak informacijsko komunikacijskih tehnologija datira u drugu polovicu devetnaestoga stoljeća, a obilježava ga izum telegrafa, telefona, radija i televizije. Navedeni su izumi u potpunosti promijenili način komunikacije između ljudi te se s vremenom taj oblik komunikacije nadograđivao i unaprjeđivao. Izum telegrafa 1837. godine te izum telefona 1876. omogućili su brzu komunikaciju putem žice između ljudi na velikim udaljenostima što je predstavilo značajno unaprjeđenje u odnosu na ranije oblike komunikacije. Zatim, kako bi se otklonilo fizičko ograničenje koje su predstavljale žice i kablovi, izumljeni su bežični telegrafi, 30 godina kasnije kratkovalni radio te visokofrekventni radio. Mikrovalovi korišteni u ovim izumima pružili su komunikacijske kanale većega kapaciteta nego ranije, a isti su služili kako bi prenosili televizijske signale. Također, postavili su i temelje za razvoj satelita i svemirske komunikacije, koja je prvi puta predstavljena 1957. godine. 1970.-ih godina razvijeni su prvi mobilni uređaji, no i prvi oblik tehnologije koji je kasnije omogućio razvitak interneta i www-a. Mobilna i internetska komunikacija brzo su postale najpopularniji oblici komunikacije te su, zaintrigirajući veliki broj ljudi, uspostavile dominaciju te su i danas najbrže rastući oblik komunikacije (Wordpress, 2016.). Upravo radi toga Internet je danas sastavni dio gotovo svih zemalja, a mrežne aplikacije temeljene na softveru se razvijaju i primjenjuju ne samo u informacijskim i komunikacijskim industrijama, već i u gotovo svim ostalim sektorima. Tako je danas gotovo nemoguće zamisliti banke, uslužne djelatnosti i obrazovne institucije koje se ne koriste mrežnim aplikacijama. Osim navedenih, informacijsko komunikacijskim tehnologijama služe se



i maloprodajni sektor, proizvodnja, medicinske djelatnosti kao i državne službe. Kroz vrijeme se kombinacija mikroelektronike, računalne tehnologije i telekomunikacija počela nazivati IT, odnosno informacijska tehnologija, a danas se ista naziva IKT, odnosno informacijska i komunikacijska tehnologija (Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021.).

## **2.2 Komponente sustava IKT-a**

Ovisno o korištenome izvoru podataka, razlikuje se broj komponenti koje čine sustav informacijsko komunikacijskih tehnologija. Postoji šest osnovnih komponenti svakoga sustava IKT-a, a to su: podatci, softver, hardver, informacije, procesi i ljudi.

Podatci su činjenice predočene u formaliziranome obliku te kao takvi mogu biti broj, riječ, slika ili slično. Predstavljaju simbolički i formaliziran prikaz činjenica, pojmova i instrukcija te su pogodni za komunikaciju, interpretaciju i obradu od strane ljudi ili strojeva (Gašpar, 2020.). U kontekstu informacijske i komunikacijske tehnologije podatci jesu sirove činjenice ili simboli; primjerice datumi, tekst ili adrese. Također oni mogu biti skup vrijednosti kao što je četveroznamenkasti pin, dok mogu predstavljati i zapise o transakcijama. Važno je napomenuti kako bez pridodanoga konteksta, podatci nemaju neku težinu, odnosno nemaju korisno značenje.

Hardver jest naziv za sve fizičke komponente sustava IKT-a. Kao što je ranije spomenuto to može biti mobilni uređaj, telefon, tvrdi disk i slično. Nadalje, hardver jest fizička tehnologija u kojoj se obrađuju informacije. Veličina hardvera snažno varira te isti može biti veličine mobilnoga uređaja dok može biti i prostorija, ili čak zgrada, umreženih uređaja. U hardver se također ubrajaju i periferni uređaji koji se koriste uz računala, kao što su primjerice tipkovnica, miš, router i vanjski diskovi. S porastom popularnosti Interneta stvari (Internet of Things), u kojemu će gotovo svi predmeti koji su u svakodnevnoj uporabi; kao što su kućanski aparati i automobili, biti u mogućnosti primati i slati podatke, pojam hardver biti će puno širi no što je danas.

Hardver ne može samostalno funkcionirati, već mu je potreban softver koji će mu govoriti što da čini te na koji način. Softver se može podijeliti na dvije vrste; sistemski i aplikacijski softver. Najvažniji dio sistemskoga softvera jest operativni sustav, primjerice Windows, koji upravlja radom hardvera. S druge strane, dok je

sistemske softver globalnoga, širega karaktera, aplikacijski je softver dizajniran za specifične zadatke primjerice stvaranje dokumenata (Microsoft Word, Microsoft Excell), virtualnu komunikaciju u stvarnome vremenu (Zoom, Skype) i slično.

Informacija označava organizirane podatke kojima je zadan neki kontekst. Prelaskom podatka u informaciju isti dobiva smjer kretanja i svrhu. Nadalje, informacija je rezultat analize i organizacije podataka na način da primatelju informacije daje neko saznanje. Kada je informacija interpretirana, odnosno stavljena u dodatni kontekst ili kada joj je pridodano neko značenje, ona postaje znanje. (de Vries, 2018.)

Procesi predstavljaju niz radnji koje se provode određenim redoslijedom kako bi se osiguralo neometano funkcioniranje sustava. Također, isti omogućavaju kreiranje backupa potrebnoga velikim bazama podataka. Backup istima omogućuje povratak izgubljenih informacija u slučaju greške sustava. Nadalje, procesi, odnosno procedure, uključuju i mogućnost arhiviranja podataka koji nisu potrebni sustavu, no postoji mogućnost da će biti potrebni u budućnosti. Ti se podatci čuvaju u online okruženju, primjerice u Cloudu, te tamo ostaju do trenutka kada se miču iz arhive ili trajno brišu.

Posljednja, i možda čak najvažnija, komponenta informacijsko komunikacijskih sustava jesu ljudi, odnosno korisnici istoga. Za vođenje IKT sustava jesu potrebni ljudi koji slijede procedure kako bi se informacije sačuvane u velikim bazama podataka mogle pretvoriti u znanje, točnije kako bi se iste mogle interpretirati. Naravno, u određenome trenutku svi se podaci uneseni u IK sustav moraju provjeriti od strane čovjeka, dok se outputi istih čitaju i koriste od strane korisnika.

## **2.3 Utjecaj**

Kao što je u prijašnjemu odlomku navedeno, IKT se koriste za interakcije ekonomskoga, društvenoga i međuljudskoga karaktera. Snažan utjecaj na svijet očituje se kroz drastičnu promjenu koju su informacijske i komunikacijske tehnologije donijele svojim rastom. IKT je promijenila način na koji ljudi rade, komuniciraju, uče i u globalu – žive. Štoviše, IKT kroz svoj rast popularnosti nastavlja revolucionirati sve dijelove ljudskih života. Isto čini na način da snosi na sebe brojne zadatke nekoć obavljane od strane ljudi. Primjerice, nekada su računala imala mogućnost tek

preusmjeriti telefonske pozive primatelju kako bi isti na njih mogao i odgovoriti, dok danas pametna računala/roboti mogu odgovoriti na pozive te procesirati i odgovoriti na zahtjeve pozivatelja. Osim spomenutoga, informacijsko komunikacijska tehnologija smatra se zaslužnom za početak nove ere, popularno nazivane Četvrtom industrijskom revolucijom. Zasluga leži u monumentalnoj važnosti IKT-a za gospodarski rast i rast poslovanja.

Naravno, kao i sve ostalo, informacijsko-komunikacijske tehnologije imaju pozitivne i negativne učinke. Isti se mogu razvrstati ovisno o tome na što utječu. Tako informacijsko-komunikacijske tehnologije mogu imati pozitivne i negativne učinke na ljude, organizacije, društvo i slično.

### **2.3.1 Pozitivan utjecaj**

Kada je riječ o pozitivnome utjecaju IKT-a na ljude važno je istaknuti olakšan pristup informacijama, poboljšan pristup obrazovanju te stvaranje novih prilika. Za pojedinca najpozitivniji utjecaj je upravo olakšan pristup informacijama. Na to je najviše utjecao rast Interneta i njegove značajnosti. U prošlosti, ljudi su puno teže dolazili do informacija, put do informacije je bio zahtjevan i dugotrajan, dok je danas svaka informacija udaljena tek „dva pritiska mišem“. Također osim što je danas puno lakše doći do informacije u smislu truda i vremena, također je lakše doći do informacije u smislu novaca. Pristup informacijama danas je gotovo besplatan. Nadalje, korištenje IKT-a za pristup informacijama rezultiralo je, i još uvijek rezultira, povećanjem slobodnoga vremena. To se slobodno vrijeme može iskoristiti za zabavu, uspostavljanje i produbljenje međuljudskih odnosa i slično, što kao rezultat ima porast osobnoga zadovoljstva ljudi u globalu. Poboljšan pristup obrazovanju obuhvaća širok spektar virtualnoga učenja, kao što su virtualne poduke (eng. Tutorials) i učenje na daljinu. COVID-19 pandemija onemogućila je učenicima i studentima diljem svijeta odlazak u obrazovne institucije te da se ista dogodila nekoliko desetljeća unatrag školovanje bi se trebalo staviti na pauzu. Točnije, u to vrijeme nije postajala virtualna alternativa koja bi zamijenila iskustvo učenja kao što to postoji danas (Zoom, Big Blue Button i slično). Nadalje, isto vrijedi i za brojne poslove. Nekada bi COVID-19 pandemija imala puno snažniji utjecaj na gubitak poslova, budući da brojni ljudi ne bi

bili u mogućnosti obavljati svoje poslove. Danas, uz postojanje virtualnih ureda, veliki je broj ljudi uspio jednako učinkovito obavljati svoje poslove i od kuće (Ajahana, 2012.).

Kada govorimo o utjecaju IKT-a na organizacije važno je istaknuti tri područja u kojima se isti najviše očituje; komunikacija, upravljanje informacijama i sigurnost. U smislu komunikacije, IKT za organizacije znače veliko smanjenje troškova; korištenje elektroničke pošte umjesto fizičke, video konferencije koje su djelomično zamijenile službena putovanja radi sastanaka i slično. Također, omogućile su i proširenje poslovanja na svjetska tržišta uz minimalne troškove, naravno putem interneta. Nadalje, važno je istaknuti i poboljšanje odnosa s kupcima budući da kupci od poslovanja mogu dobiti odgovore u kratkom roku; chat polja na web stranicama, privatne poruke, upiti putem e-pošte i sl. Poboljšanje odnosa s kupcima dovodi do bržega razvoja, razvoja novih i poboljšanih proizvoda te povećanja prihoda. Mogućnost upravljanja informacijama predstavlja korist za sve poslovne subjekte. Prikupljanje informacija o korisnicima dovodi do izrade i plasiranja personaliziranih oglasa namijenjenih točno određenim skupinama. Tako će se, ukoliko korisnik pretražuje „iPhone 13“, korisniku sve više početi prikazivati oglasi vezani uz taj proizvod, no i drugi proizvodi proizvođača Apple koji bi mogli utjecati na korisnika i naposljetku navesti ga na kupnju. U smislu sigurnosti, IKT organizacijama nudi mogućnost enkripcije koja štiti povjerljive podatke od ljudi ili uređaja koji nisu autorizirani za pristup istima. Također, postoje i fizički proizvodi koji spadaju pod IKT, a vezani su uz sigurnost. To su primjerice čitač otiska prsta, šarenice oka ili lica (Ajahana, 2012.).

### ***2.3.2 Negativan utjecaj***

Negativan utjecaj IKT-a na ljude vidljiv je kroz gubitak poslova, smanjenje interakcija u stvarnome životu i smanjenje fizičke aktivnosti. Gubitak poslova je ono što najviše zabrinjava ljude kada se govori o tehnološkome napretku. Naravno, ta je briga opravdana budući da povećanje nezaposlenosti ima ekonomske posljedice, do kojih dovodi gubitak primanja, te društvene posljedice, koje su posljedica gubitka društvenoga statusa i opadanje samopouzdanja pojedinaca. IKT mogu dovesti do gubitka poslova kroz automatizaciju rada (nekoć ručno obavljani poslovi zamjenjuju se strojevima), premještanje određenoga poslovnog sektora u zemlje u kojima je

radne snaga jeftinija (npr. Premještanje odjela proizvodnje u Kinu) te kroz zamjenu većeg broja radnika manjim brojem radi tehnološkog unaprjeđenja (otpuštanje radnika koji su ručno unosili količinu i vrstu prodane robe te zaposlenje jednoga radnika koji isto čini putem skenera ili druge tehnologije). Kao što je navedeno u odjeljku pozitivnoga utjecaja, IKT je omogućila velikom broju ljudi da radi od kuće. No iako se isto gleda kao pozitivna strana, ona dovodi do smanjenja interakcije među ljudima. Virtualna interakcija nikada neće moći zamijeniti fizičku, a fizička interakcija je nešto što uvelike utječe na mentalno zdravlje pojedinca; smanjujući osjećaj izoliranosti i nezadovoljstva. Također ista dovodi do smanjenja fizičke aktivnosti budući da promiče, i zahtjeva, sjedilački način života. Sjedilački način života dovodi do značajnih zdravstvenih problema kao što su prekomjerna tjelesna težina, srčane bolesti i slično. Upravo je sve šira primjena IKT-a indirektan uzrok porasta navedenih smetnji (Ajahana, 2012.).

Negativan utjecaj informacijsko-komunikacijske tehnologije na organizacije dijeli se na tri značajna područja; troškovi, konkurencija i, ponovno, sigurnost. Implementacija IKT sustava zahtjeva visoku potrošnju budući da su i hardveri i softveri veoma skupi, ne samo za kupnju, već i za održavanje. Također, potrebno je imati zaposlenike koji će biti zaduženi za održavanje toga sustava te se iste treba redovito educirati kako bi bili u toku s novim tehnologijama. Često se dogodi da s ciljem modernizacije poduzeća, isto izgubi veliku svotu sredstava. Nadalje, za neke organizacije izloženost većoj konkurenciji predstavlja problem. Ukoliko se određeno poduzeće bavi prodajom unikatnoga i kvalitetnoga namještaja i odluči iste oglasiti na online platforme, može biti podvrgnuto provokacijama i uvredama „Internet trolova“ koji nerijetko negativno utječu na prodaju. Također, organizacija može izgubiti potencijalne kupce samo zato što drugo poduzeće nema negativne komentare ili zato što ima niže cijene. Sigurnost podataka je najveća briga modernih organizacija. Budući da se većina organizacija u današnje vrijeme služi IKT-om, iste moraju poduzeti dodatne korake kako bi se zaštitile od curenja podataka, virusa, zlonamjernih softvera i hakera (Ajahana, 2012.).

### 3. ZELENE INFORMACIJSKO KOMUNIKACIJSKE TEHNOLOGIJE

Zelene informacijske i komunikacijske tehnologije predstavljaju smanjenje negativnoga utjecaja istih na okoliš. Istome se teži na način da se smanjuje količina energije koju koriste računala, serveri i baze podataka. Osim negativnoga utjecaja, važno je uzeti u obzir i pozitivan utjecaj koji IKT mogu imati, i imaju, na okoliš. Isto se čini kako bi se dodatno poticao pozitivan utjecaj uz istovremeno smanjenje negativnoga (Hankel, 2022.). Suryawanshi i Narkhede u svome znanstvenome radu na temu zelenih IKT iste definiraju kao „način korištenja IKT-a koji se sastoji od politika i praksa koje se bave održivošću okoliša kroz smanjenje ugljičnoga „otiska“ i IKT otpada te kroz optimizaciju potrošnje energije i očuvanje prirodnih resursa radi novčane isplativosti, održavanja IKT-a i spašavanja planete.“ Kada se govori o zelenim IKT, važno je naglasiti kako se na globalnoj razini sve više javljaju problemi vezani uz okoliš te kako isti postaju sve intenzivniji. Zagađenost, globalno zatopljenje, prenaseljenost, gubitak bioraznolikosti, krčenje šuma i oštećenje Ozonskoga omotača samo su neki od tih problema. Kao što je ranije navedeno, pozitivan utjecaj informacijskih i komunikacijskih tehnologija mora zasjeniti negativan; IKT, osim što imaju ogroman potencijal za povećanje energetske učinkovitosti, mogu djelovati kao pokretači gospodarstva s niskom (ili čak nultom) emisijom ugljika. Rezultat tog djelovanja bila bi pametna gospodarstva, odnosno gospodarstva sastavljena od pametnih gradova, pametnih mreža, vlada, poduzeća, zgrada i slično, što bi rezultiralo puno povoljnijim stanjem okoliša. S rastućom digitalizacijom i sve većim protokom podataka, potreba za mrežnim kapacitetom i računalnom snagom enormno je porasla te to može povećati potražnju za energijom, kao što je to vidljivo u slučaju umjetne inteligencije (European Commission, 2020.).

#### 3.1 Energy Star

Zelene informacijske i komunikacijske tehnologije započele su kao program poznat pod nazivom Energy Star. Taj je program prvi put stvoren 1992. godine. Te je godine Američka agencija za zaštitu okoliša (eng. U.S. Environmental Protection Agency) pokrenula navedeni program koji je zapravo bio dobrovoljni program označavanja osmišljen i dizajniran za promicanje i prepoznavanje energetske

učinkovitosti monitora, opreme za klimatsku kontrolu i opremu, te raznih drugih tehnologija. Energy Star nagrađuje proizvode koji uz normalno funkcioniranje štede energiju. Veoma je brzo program Energy Star primijenjen na sve vrste elektroničkih uređaja, kao što su pisači, skeneri, televizori, hladnjaci i slično. Važan novitet uveden od strane Energy Stara jest stanje mirovanja, odnosno stanje pripravnosti uključenome računalu koje se trenutno ne koristi. Stanje mirovanja doživjelo je široku prihvaćenost od strane potrošača, kao i od strane proizvođača. Istodobno je i švedska organizacija TCO Development pokrenula TCO Certified program za promicanje niskih magnetskih i električnih emisija iz računalnih zaslona temeljenih na CRT-u, odnosno na katodnoj cijevi. Taj je program naknadno proširen kako bi uključio kriterije o potrošnji energije, ergonomiji i korištenju opasnih materijala. Nastavak razvitka Energy Stara rezultirao je šire prihvaćenim nazivom „Zeleno računalstvo“ (Scalzo, 2022.).

U današnje doba, jedan od glavnih izvora onečišćenja jest stvaranje stakleničkih plinova. Prema Energy Staru dvije trećine stakleničkih plinova u SAD-u rezultat su korištenja energije u domovima, drugim građevinama i industriji. Dakle, baš kao i nekada, glavni je cilj Energy Stara smanjenje količine stakleničkih plinova u okolišu te je isto ujedno i glavni kriterij za njihov sustav ocjenjivanja. Taj se sustav ocjenjivanja fokusira na tri glavna područja: proizvode, domove i komercijalne poslove. Ostvarivanje prava na certifikat Energy Stara znači da proizvod zadovoljava određene smjernice u pogledu energetske učinkovitosti. Naravno, smjernice se razlikuju ovisno o proizvodu te neće biti jednake primjerice za hladnjak i za perilicu rublja. Uvidom u godišnju potrošnju izraženu u američkim dolarima za dva kućanska uređaja, perilicu rublja i perilicu suđa, jasno je kako je utjecaj Energy Stara i više nego značajan; ne samo na financijskoj osnovi, već i na energetskej. Slika 1 i slika 2 prikazuju upravo navedeno te se kroz isto navodi razlika kroz određene vremenske periode, odnosno ističe se razlika u potrošnji u periodu od 1980. godine do 2013. godine.

Slika 1: Godišnja potrošnja korištenja perilice suđa u američkim dolarima



Izvor: <https://blog.constellation.com/2016/01/15/what-is-energy-star/>

Slika 2: Godišnja potrošnja korištenja perilice rublja u američkim dolarima



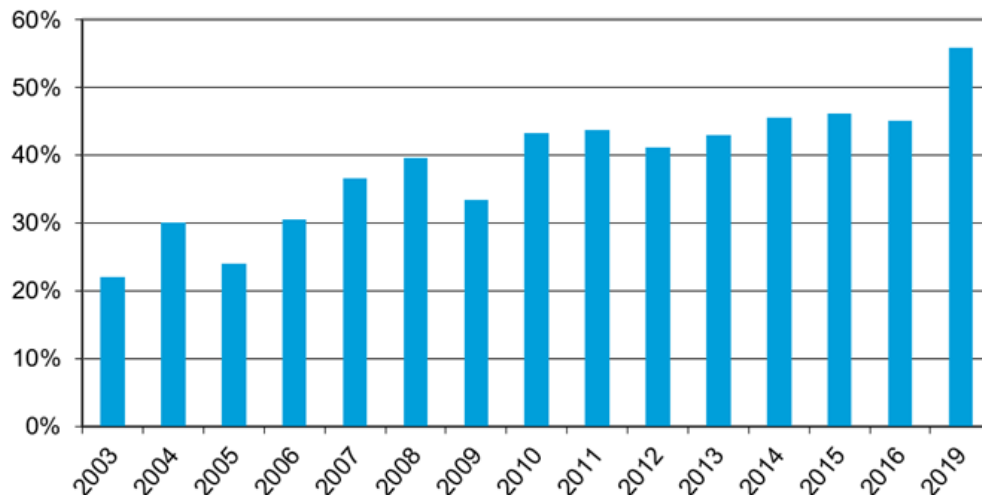
Izvor: <https://blog.constellation.com/2016/01/15/what-is-energy-star/>

Zamjena starije perilice suđa novijim modelom označenim Energy Star certifikatom može po kućanstvu uštedjeti gotovo 60 američkih dolara godišnje. Nadalje, zamjena starije perilice rublja Energy Star certificiranom uštediti će \$160 po kućanstvu. Ukoliko se kućanstvo odluči na zamjenu oba spomenuta uređaja, ušteda



će mu iznositi više od 200 američkih dolara na godišnjoj razini te se taj iznos može samo povećati ukoliko to isto kućanstvo odluči proširiti tu odluku i na ostale kućanske aparate (Constellation., 2022.). Upravo iz toga razloga, zainteresiranost za uređaje certificirane od strane Energy Star raste iz godine u godinu.

Graf 1: Postotak ispitanika koji su svjesno kupili Energy Star proizvod



Izvor: [https://www.energystar.gov/partner\\_resources/awareness](https://www.energystar.gov/partner_resources/awareness)

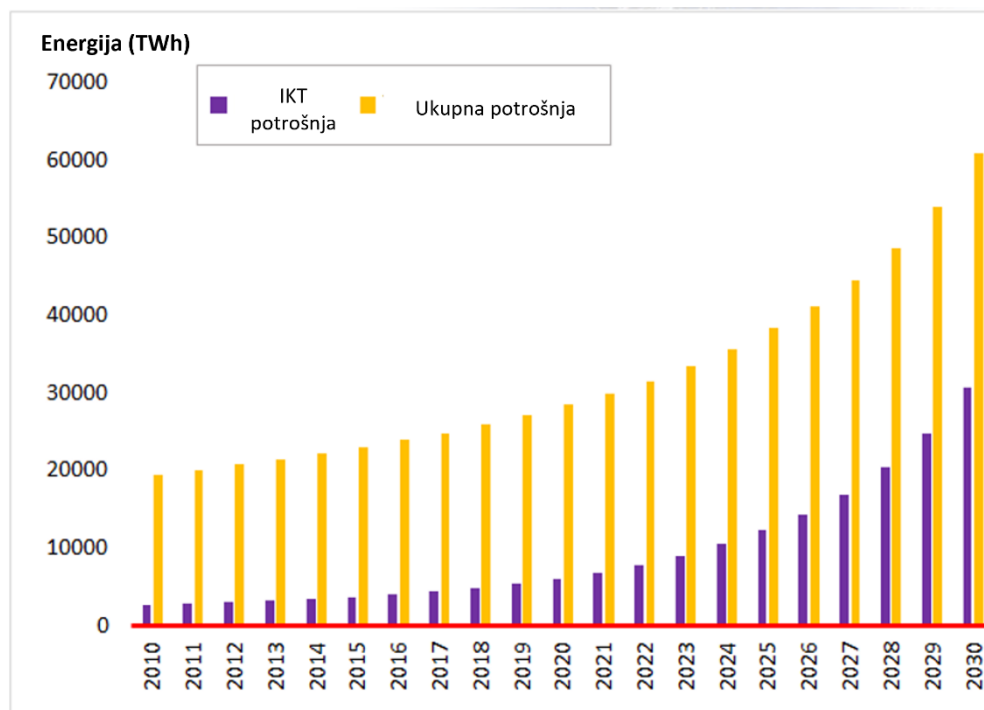
U 2003. godini broj ispitanih koji su svjesno i s namjerom kupili Energy Star proizvod iznosio je tek nešto više od 20%. Šesnaest godina kasnije, 2019. godine, 56% kućanstava u SAD-u izjavilo je da su svjesno i s namjerom kupili barem jedan proizvod s oznakom Energy Star u posljednjih 12 mjeseci što predstavlja značajan porast u odnosu na prethodne godine te se predviđa kako će se trend rasta nastaviti i biti sve značajniji u budućim godinama.

### 3.2 Ciljevi zelenih IKT

Razlikujemo tri glavna cilja, odnosno praksi, koja su u glavnom fokusu zelenih informacijskih i komunikacijskih tehnologija: smanjenje potrošnje energije, odlaganje tehnološke opreme na odgovoran i ekološki prihvatljiv način te prelazak na obnovljive izvore energije.

Kada je riječ o smanjenju potrošnje energije, govori se o ulaganju napora, istraživanjima i ulaganju u poboljšane i isplativije načine proizvodnje računala i drugih tehnoloških proizvoda. Rezultat toga bio bi znatan utjecaj na povećanje energetske učinkovitosti računala i tehnoloških uređaja. Računalni serveri certificirani oznakom Energy Star u prosjeku su 30% energetski učinkovitiji od standardnih poslužitelja (Energy Star). Kako bi dali jasniju sliku o važnosti energetske učinkovitosti, Energy Star je napravio usporedbu u kojoj navode da kada bi svi poslužitelji u SAD-u ispunjavali standarde Energy Star-a, uštedjelo bi se milijardu dolara energije i godišnje bi se izbjegla emisija 8,2 milijuna metričkih tona stakleničkih plinova.

Slika 3: Najgora prognoza IKT potrošnje energije



Preuzeto i modificirano od strane autora: <https://arsalanshahid.info/energy-consumption-of-computing-setting-the-bounds-to-preventing-natural-disorders/>

Odlaganje tehnološke opreme na odgovoran i ekološki prihvatljiv način veoma je važan cilj zelenih informacijskih i komunikacijskih tehnologija. Nadalje, taj se cilj ponajviše odnosi na brigu o smanjenju upotrebe štetnih kemikalija u računalnim uređajima, kao i promicanje ponovne uporabe i pravilnoga recikliranja. Prema UN-ovoj studiji objavljenoj u srpnju 2020. godine; 2019. godine je diljem svijeta stvoreno gotovo 54 milijuna (53.6 mil.) metričkih tona e-otpada i ostale elektroničke opreme od čega je tek 17% pravilno reciklirano. Navedeno predstavlja porast od 21% u odnosu na pet

godina ranije. Također, studija navodi kako se pretpostavlja da će količina e-otpada do 2030. godine iznositi 74 milijuna metričkih tona (United Nations University, 2020.). Potaknute ovom studijom više od 60 zemalja diljem svijeta sudjelovalo je na radionicama o e-otpadu, dok je manjina njih započela prikupljati podatke nacionalne statistike o istome. Kako bi se elektronički otpad počeo bolje zbrinjavati, važno je da se pojedinci drže nekoliko službenih uputa:

1. Minimalizacija i izbjegavanje izlaganja uređaja ekstremno visokim i niskim temperaturama
2. Izbjegavanje brzoga punjenja
3. Izbjegavanje isključenja napajanja baterije prije nego što je to potrebno
4. Poštivanje uputa proizvođača

Ove jednostavne upute postoje kako bi se izbjeglo ubrzano kvarenje uređaja, koje rezultira ubrzanom zamjenom istoga i stvaranjem nepotrebnoga otpada. Naime, ukoliko do kvara ipak dođe potiče se povratak nefunkcionalnoga uređaja njegovome proizvođaču. Tvrtke kao što je Apple potiču povrat staroga uređaja kojim se ostvaruje određeni popust, ovisno o stanju uređaja, prilikom kupovine novoga.

Prelazak na obnovljive izvore energije igra važnu ulogu u smanjenju korištenja fosilnih goriva. Smanjenje upotrebe fosilnih goriva nije samo dugoročna investicija za usporavanje klimatskih promjena, već isto također štiti ljudsko zdravlje te ekosustave (Climate Portal, 2021.). Mogućnost prebacivanja izvora energije svih uređaja, starih i novih, na obnovljivi je najbolji način da zelene IKT ostvare svoje ciljeve (United Nations University, 2020.).

## 4. PRISTUPI I TEHNIKE ZELENIH IKT

Tehnike i pristupi zelenim informacijskim i komunikacijskim tehnologijama zapravo se vezuju uz ciljeve istih. Kao što je ranije spomenuto, glavni ciljevi zelenih IKT jesu smanjenje potrošnje energije, odlaganje tehnološke opreme na odgovoran i ekološki prihvatljiv način te prelazak na obnovljive izvore energije. Kako bi se djelovalo shodno tim ciljevima razvijen je niz tehnika i pristupa koji ujedno čine i trendove trenutnih zelenih IKT.

### 4.1 Virtualizacija

Virtualizacija je pojam koji označava stvaranje virtualne verzije nečega što bi se inače stvorilo u stvarnosti te čineći to na istoj razini apstrakcije. Ona uključuje virtualizaciju hardverske platforme računala, uređaja za pohranu i resursa računalne mreže. Virtualizacija je nastala isključivo radi potrebe za smanjenjem prekomjerne uporabe pojedinih sustava. Virtualno okruženje poznatije je kao virtualni stroj ili skraćeno VM (eng. Virtual Machine). Virtualizacija je omogućila korisnicima pokretanje većeg broja virtualnih strojeva na jednome serveru, odnosno na jednome fizičkome stroju; računalu, gdje svaki virtualni stroj dijeli resurse jednoga fizičkoga poslužitelja (Veenaa Deeve, Vijesh Joe, & Narmantha, 2015.). Kada je riječ o virtualizaciji hardverske platforme računala govori se o stvaranju virtualnoga stroja koji se ponaša kao stvarno računalo s operativnim sustavom. Tako računalo bazirano na iOS operativnome sustavu može koristiti virtualni stroj koji izgleda i djeluje kao računalo bazirano na Windowsu. Nadalje, upravo je to ono što smanjuje nepotrebno korištenje resursa, te isto čini virtualizaciju ekološki prihvatljivom i poželjnom. Istome pridonosi i činjenica da korisnik može kombinirati veći broj fizičkih sustava u jedan integrirani radi čega se izvorni hardver i operativni sustav mogu isključiti, što rezultira smanjenjem potrošnje energije (Fishman, Rapoport, Budilovsky, & Eidus, 2013.)

### 4.2 Rad na daljinu

Rad na daljinu je mogućnost zaposlenika da izvršava radne zadatke izvan tradicionalnog radnog mjesta korištenjem telekomunikacijskih alata kao što su e-pošta, telefon, te aplikacije za „čavrljanje“ i videokomunikaciju. Ovaj način rada omogućen je upravo radi tehnološkoga napretka, posebno u područjima komunikacijskih uređaja i računalnih mrežnih sustava. Radi toga, ljudi danas mogu raditi s udaljenijih lokacija te isto postaje sve izvedljivija opcija za brojna poduzeća. Rad na daljinu osim što povećava fleksibilnost, štedi novac i povećava zadovoljnost zaposlenika pozitivno utječe i na okoliš (Doyle, 2020.). Kako ljudi koji rade na daljinu ne moraju putovati na posao smanjuje se emisija stakleničkih plinova. Istovremeno se povećava i profitna marža radi smanjenja troškova vezanih uz samo radno mjesto; grijanje, hlađenje, rasvjeta i slično. Navedeno utječe i na smanjenu količinu iskorištene energije. Nadalje, radom od kuće smanjuje se količina papira korištena za ispis. Razlog tomu je što ljudi ne obraćaju preveliku pozornost na potrošnju resursa ukoliko ista za njih ne predstavlja nikakvu štetu, dok će radeći od kuće ljudi nastojati uštedjeti u svim segmentima; pa tako i u potrošnji papira. Nastavno na navedeno, ljudi također manje brinu i za opremu koja je u vlasništvu firme, budući da oštećenje ili kvar iste također ne predstavlja za njih štetu ni trošak. S druge strane, ljudi koji rade od kuće više će brinuti o opremi, budući da se radi o njihovome vlasništvu (Digital Nomads, 2013.). Veća briga za resurse i opremu smanjuje višak otpada i tehnološkoga otpada. Upravo radi toga, rad na daljinu predstavlja jednu od tehnika za ubranu implementaciju zelenih informacijsko-komunikacijskih tehnologija.

### **4.3 Green Cloud računalstvo i arhitektura**

Nagli porast širenja korištenja tehnologije oblaka u računalstvu zahtjeva prelazak na zeleno računalstvo koje, kao što je ranije spomenuto, smanjuje potrošnju energije i emisiju CO<sub>2</sub> istovremeno omogućavajući ponovno korištenje već korištene energije. Green cloud računalstvo (GCC) predstavlja korištenje računala i povezanih im resursa na ekološki prihvatljiv način. Energetski učinkovite procesorske jedinice, serveri i periferni uređaji uz smanjenu potrošnju resursa i pravilno odlaganje elektroničkoga otpada primjeri su navedenoga. Prema Gartneru koncept oblaka jest stil računalstva u kojemu se skalabilne i elastične mogućnosti IT-a pružaju kao usluga većem broju korisnika koji se služe internetom. Oblaci spajaju više različitih virtualnih

okruženja, a istovremeno štede energiju, smanjuju potrebu za sustavom hlađenja te štede prostor i novac. Tradicionalni troškovi povezani uz licence, broj korisnika, opremu, rad i popravke zamjenjuju se plaćanjem funkcionalnosti koje koristi poduzeće. Implementacija oblaka omogućuje prilagodbu ponude potražnji eliminirajući nastanak nepotrebnih troškova povezanih s precjenjivanjem ili podcjenjivanjem potreba kupaca (Nesma & Hegazi, 2022.). Osnovne značajke ovoga modela omogućuju određivanje ključnih ekoloških prednosti koje se mogu postići migracijom IT resursa u oblak, a one su: dinamičko pružanje usluga i dijeljenje okruženja, optimalna iskorištenost poslužitelja i energetske učinkoviti uređaji. Dinamično pružanje usluga i dijeljenje okruženja rezultira nižom potrošnjom energije i smanjenjem emisija CO<sub>2</sub> u odnosu na tradicionalni pristup prekomjernog opskrbljivanja. Dok automatska obrada računalnoga okruženja djeluje sukladno potrebama korisnika uz istovremeno oslobađanje instanci od strane oblaka tamo gdje je to prikladno, dinamičko pružanje usluga se vrši automatski na način da podatkovni centri održavaju aktivne servere prema trenutnoj potražnji. Nadalje, mnogi poslužitelji koji se ne koriste cloud tehnologijom ostaju neaktivni oko 90% vremena istovremeno koristeći jednaku količinu energije kao i u aktivnome stanju te je ključna prednost oblaka optimalna iskorištenost poslužitelja. Broj aktivnih poslužitelja se putem virtualizacije smanjuje jer ista omogućuje hosting većeg broja aplikacija putem jednoga poslužitelja te to naposljetku dovodi do smanjenja potrošnje energije (Chitechi, 2020.). Arhitektura zelenoga oblaka jedna je od najnovijih razvojnih ideja zelenih IKT. To je arhitektura kojoj je cilj smanjenje potrošnje energije podatkovnoga centra uz istovremeno pružanje visoke razine podrške za energetske učinkovite servere koji se temelje na oblaku. Prednost ove arhitekture u odnosu na ostale jest ta što uz uštedu ukupne potrošnje energije jamči vrhunske performanse u stvarnome vremenu (Mata-Toledo, 2014.).

#### **4.4 Optimizacija implementacije, raspodjela resursa i dugovječnost proizvoda**

Pravilna uporaba dizajna i razvoja, kao i oni sami, uglavnom beneficira smanjenju troškova energije. Kako tehnološka oprema; kao što su razni alati, računala i drugi uređaji; napreduje i sadrže sve više mogućnosti, tako raste i njihova potreba za energijom te isti zahtijevaju veću snagu. Kako bi spomenuto više težilo ka zelenome računalstvu treba koristiti optimizaciju implementacije. Nadalje, važna tehnika zelenih

IKT je i raspodjela resursa. Raspodjela resursa je proces dodjele i upravljanja imovinom na način koji podržava ciljeve strateškoga planiranja. Ona uključuje upravljanje materijalnom imovinom, primjerice hardverom, kako bi se bolje iskoristili drugi oblici resursa, primjerice ljudski resursi. Budući da korisnici tehnologije troše različite resurse, ukoliko raspodjela istih nije ispravna doći će do značajnoga opterećenja. Najveći doprinos zelenome računalstvu jest produljenje životnoga vijeka tehnoloških proizvoda. Prema istraživanjima, proizvodnja stolnoga računala te sam kraj njegovog životnoga ciklusa ostavljaju najveći ekološki otisak te ukoliko bi se životni vijek korištene opreme produljio zagađenje bi se značajno smanjilo. Nažalost, u današnje je vrijeme česta praksa smanjenje trajanja životnoga ciklusa tehnoloških proizvoda kako bi se povećala prodaja istih te samim time i prihodi proizvođača. Iako ta praksa pozitivno utječe na prihode proizvođača čime oni ostvaruju svoju korist, ista veoma rapidno produbljuje ekološke probleme današnjice.

#### **4.5 Superračunala, upravljanje energijom i iskoristivost neiskorištenih resursa**

Superračunalo je računalo koje svoje performanse vrši na najvišoj, ili približno najvišoj, radnoj brzini. Tradicionalno su se superračunala koristila za znanstvene i inženjerske aplikacije koje moraju rukovati enormnim bazama podataka, obavljati veliku količinu računanja ili oboje (Baylis, 2011.). Ona imaju važnu ulogu u polju računalnih znanosti te se koriste za širok raspon računalno intenzivnih zadataka u raznim područjima kao što su kvantna mehanika, vremenska prognoza, istraživanje klime, nafte i plina i slično. Infrastruktura koja stoji iza superračunala troši velike količine električne energije što pridonosi tekućim troškovima podatkovnih centara te povećava udio ugljičnoga otiska. Kako bi superračunala bila prihvatljivi aspekt zelenoga računalstva naporno se radilo na ideji da se optimizira energetska učinkovitost istih. Tako je GSI Helmholtz Centar razvilo superračunalo pod nazivom L-CSC koje je u studenome 2014. godine postalo energetski najučinkovitije superračunalo na svijetu. Korištenje uglavnom grafičkih procesora za obradu je upravo ono što je L-CSC-u osiguralo tu titulu. Osim toga, njegova je arhitektura optimizirana kako bi pružila najveću moguću energetska učinkovitost. Nadalje, upravljanje energijom se pokazalo kao jednom od najvrjednijih tehnika današnjice za smanjenje

potrošnje energije u bliskoj i dalekoj budućnosti. IT odjeli fokusirani na uštedu energije mogu smanjiti uporabu iste uz pomoć centraliziranoga alata za upravljanje energijom. Sučelje za naprednu konfiguraciju i napajanje služi kao sustav za isključivanje i hibernaciju hardverskih komponenti i praćenje kada te iste komponente nisu u funkcionalnome stanju u određenome dužem vremenskom periodu. Također, još jedna vrlo korisna metoda za kontrolu potrošnje energije i proizvedene topline jest ručno podešavanje dovoda napona u sustav. Automatsko smanjivanje napona također može biti izvedeno od strane procesora ovisno o prisutnom radnome opterećenju. Iskoristivost neiskorištenih računalnih resursa je područje u kojemu zelene IKT mogu dodatno rasti i razvijati se. Neiskorištena računalna energija može se iskoristiti kroz stvaranje ekološki prihvatljivih zamjena za tradicionalno stolno računalo što bi potencijalno moglo smanjiti emisije CO<sub>2</sub> do 15 tona godišnje kao i smanjiti elektronički otpad za čak 80% (Shaukat Dar, Asif, & Arshad Islam, 2015.).

#### **4.6 Carbon-free računalstvo**

Jedna od zamisli tvrtke VIA Technologies bio je smanjiti ugljični otisak korisnika, odnosno količinu proizvedenih stakleničkih plinova mjerenu u jedinicama CO<sub>2</sub>. Carbon-free računalstvo je skup programa i proizvoda dizajniranih da pomognu pojedincima i organizacijama u ostvarenju te zamisli. U okviru te inicijative VIA nudi liniju PC proizvoda certificiranih kao „Carbon free“. Tvrtka VIA navodi kako surađuje sa stručnjacima za zaštitu okoliša kako bi izračunali količinu električne energije koju prosječni „Carbon free“ računalni proizvod potroši tijekom svoga životnoga vijeka, za koji se pretpostavlja da iznosi tri godine. Zatim iz količine potrošene električne energije VIA izračunava koliko će emisija ugljičnoga dioksida biti ispušteno u okoliš. Nadalje, kako bi nadoknadili količinu ispuštenoga CO<sub>2</sub>, VIA surađuje s regionalnim organizacijama te se bavi pošumljavanjem te ulaganjem u alternativne oblike energije i očuvanje istih (Beal, 2021.).



## 5. IZAZOVI ZELENIH IKT

Budući da je pojam „zelene IKT“ relativno nov, ne postoje jasno utvrđeni izazovi s kojima se iste striktno susreću. Shodno tome, broj izazova se sve dubljim istraživanjem povećava što samo shvaćanje navedenoga pojma može činiti kompleksnijim. Ipak, postoji nekoliko izazova koji su općeprihvaćeni od strane znanstvenika te će se isti detaljnije obraditi u ovome poglavlju. Dodatno, spomenuti će se i objasniti neki od izazova s kojima se rjeđe susreće, no to ih ne čini manje važnima. Nadalje, važno je istaknuti i razlike u vrsti izazova koji se vezuju uz pojam zelenih IKT. Tako razlikujemo izazove vezane uz tehnike i pristupe IKT te izazove vezane uz implementaciju zelenih informacijskih i komunikacijskih tehnologija.

### 5.1 Izazovi vezani uz tehnike i pristupe

Izazovi vezani uz tehnike i pristupe u zelenome računalstvu jasnije su definirani nego izazovi vezani uz implementaciju istoga. Kada je riječ o **virtualizaciji**, glavni izazov iste jest sigurnost, odnosno sigurnosni problemi i ograničenje sigurnosnih mogućnosti. Prije nego što sigurnosni problemi krenu imati utjecaj na tehnologije vezane uz virtualne strojeve, kao što je Oblak (eng. Cloud), isti bi se trebali ustanoviti i riješiti. Glavni razlog nesigurnosti virtualizacije jest to što ju primjenjuje veliki broj poduzeća. Naravno, podatci koje poduzeća imaju i spremaju često su na meti hakera (Atumu, 2021.). Trenutno je poznato osam glavnih sigurnosnih problema i rizika vezanih uz virtualizaciju:

- I. Širenje virtualnoga stroja (VM-a)
- II. Napadi zlonamjernih softvera
- III. Konfiguracija mreže
- IV. Kontrola pristupa
- V. Sigurnost izvanmrežnih virtualnih strojeva
- VI. Radna opterećenja s različitim razinama povjerenja
- VII. Hypervisor sigurnosne kontrole
- VIII. API-ji pružatelja usluga u oblaku

Širenje virtualnoga stroja događa se kada administrator više nije u mogućnosti efikasno kontrolirati i upravljati svim virtualnim strojevima na mreži. Ovaj se problem uglavnom javlja s brzorastućim mrežama u kojima je postavljen veći broj virtualnih strojeva u svrhu korištenja istih od strane različitih odjela. Budući da su u spomenutoj situaciji VM-ovi privremenoga karaktera, isti se nakon što posluže svrsi napuštaju. Napuštanje VM-ova može dovesti do kompromitiranja istih što sa sobom donosi rizik curenja osjetljivih podataka iz razloga što se njima aktivno ne upravlja niti im se ažurira zaštićenost (solarwindsoftware, 2020.).

Jasno je kako su svi oblici tehnologije potencijalne mete virusa. Virtualni strojevi ne čine iznimku, dapače značajno su podložni napadima virusa i drugih zlonamjernih softvera. Kako bi se zaštitilo od istih primjenjuju se Sandboxevi koji služe za otkrivanje zlonamjernih softvera. Međutim, napredni zlonamjerni softveri i virusi mogu izbjeći Sandboxeve, neovisno o razvijenosti istih. Oni mogu otkriti jesu li pokrenuti unutar sandboxa te ukoliko utvrde da jesu izbjeći će poduzimanje zlonamjernih radnji te radi toga neće biti otkriveni. Sandbox će tada greškom zlonamjerni virus, odnosno datoteku, označiti benignom te će joj odobriti pristup mreži. Nakon toga, zlonamjerni će softver s lakoćom moći izvršiti zadane mu radnje (Belding, 2020.).

Konfiguracija mreže kao takva ne predstavlja sama po sebi problem u sigurnosti, no ukoliko je ista loše napravljena, odnosno ukoliko se donesu loši konfiguracijski izbori, ona to postaje. Primjer loših konfiguracijskih izbora jest dopuštanje dijeljenja datoteka između virtualnih strojeva, ostavljanje neiskorištenih portova vatrozida (eng. Firewall) otvorenima i slično. Navedeni izbori rezultirati će olakšanim pristupom hakera ili zlonamjernih softvera i virusa virtualnoj infrastrukturi. Nadalje, lošom konfiguracijom mreže povećava se rizik od psishinga, odnosno mrežne krađe identiteta. Psihsing osim krađe identiteta može biti i napad u svrhu krađe novca, osobnih podataka i slično.

Većina sigurnosnih prijetnji i rizika rezultat je neadekvatne i nepravilne kontrole pristupa. Loša kontrola pristupa organizaciju može izložiti neovlaštenome pristupu podacima i programima. Također ona stvara rizik od prijevare i od gašenja računalnih usluga. Haker pristup virtualnoj strukturi može ostvariti putem fizičkoga pristupa, primjerice putem host poslužitelja, ili putem virtualnog, primjerice kroz kompromitirani korisnički račun.

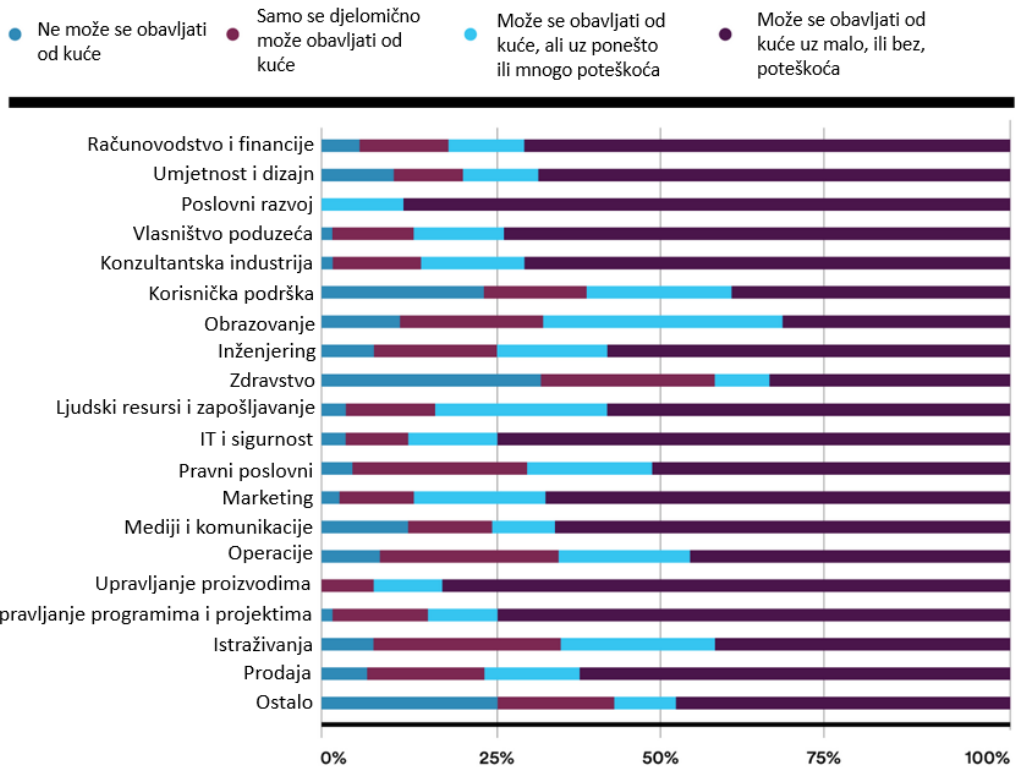
Izvanmrežne sigurnosne kopije pohranjene na VM-ovima igraju ključnu ulogu u oporavku podataka koji su ugroženi, kompromitirani ili obrisani. No kao što je ranije spomenuto, sigurnosne kopije izvan mreže su, baš kao i kod virtualnoga širenja, zanemarene, odnosno ne prolaze kroz dodatna sigurnosna ažuriranja i konfiguracije. Razlog tomu nije što su poslužile svrsi i ne upotrebljavaju se, kao što je slučaj u virtualnome širenju, već je razlog tome nepovezanost s internetom. Dakle, sigurnosna ažuriranja i konfiguracije datiraju na zadnje povezivanje s internetom. Radi neažuriranja, izvanmrežni VM-ovi također predstavljaju veliki sigurnosni rizik.

Hypervisor je platforma koja omogućuje pokretanje virtualnih strojeva. Kao i svakoj drugoj platformi, sigurnost Hypervisora može biti probijena raznim zlonamjernim napadima. Obzirom na vrstu napadača postoje razne vrste potencijalnih napada: napad na arhitekturu klijent-poslužitelj, napadi temeljeni na pregledniku koji uključuju otmicu sesije, „man-in-the-middle“ napad, napad ubacivanjem zlonamjernoga softvera i slično (Arya, Gidwani, & Kumar Gupta, 2013.). Značajnost napada temeljenoga na Hypervisoru očituje se kroz to što hakirani Hypervisor omogućuje hakeru da napadne svaki virtualni stroj na virtualnome poslužitelju.

Izazovi vezani uz **rad na daljinu** mogu se podijeliti u dvije kategorije; izazovi unutar rada na daljinu te izazovi vezani uz širenje implementacije rada na daljinu. Kada je riječ o samoj primjeni rada na daljinu važno je uzeti u obzir ključno pitanje „Može li se ovaj posao obavljati na daljinu?“. Tijekom COVID-19 pandemije, broj poslova koji su se mogli obavljati na daljinu bio je značajan te je premašio sva očekivanja. Nažalost, brojni se poslovi nisu mogli obavljati na daljinu te je veliki broj ljudi izgubio posao. Prema istraživanju provedenom od strane Slack.com u ožujku (23.-27.) u kojoj je sudjelovalo 2877 znanstvenika diljem Sjedinjenih Američkih Država može se uočiti kako je velik broj poslova pogodan za rad na daljinu. Čak 45% anketiranih sudionika aktivno je radilo na daljinu u vremenu istraživanja. Od njih 45%, 66% je od kuće radilo radi zabrinutosti zbog Covid-19.

Slika 4: Prikkladnost posla za rad na daljinu po djelatnostima

### Prikladnost posla za rad na daljinu po djelatnostima



Source: Slack survey of knowledge workers, conducted March 23-27 (n=2,877)

Preuzeto i modificirano od strane autora s:

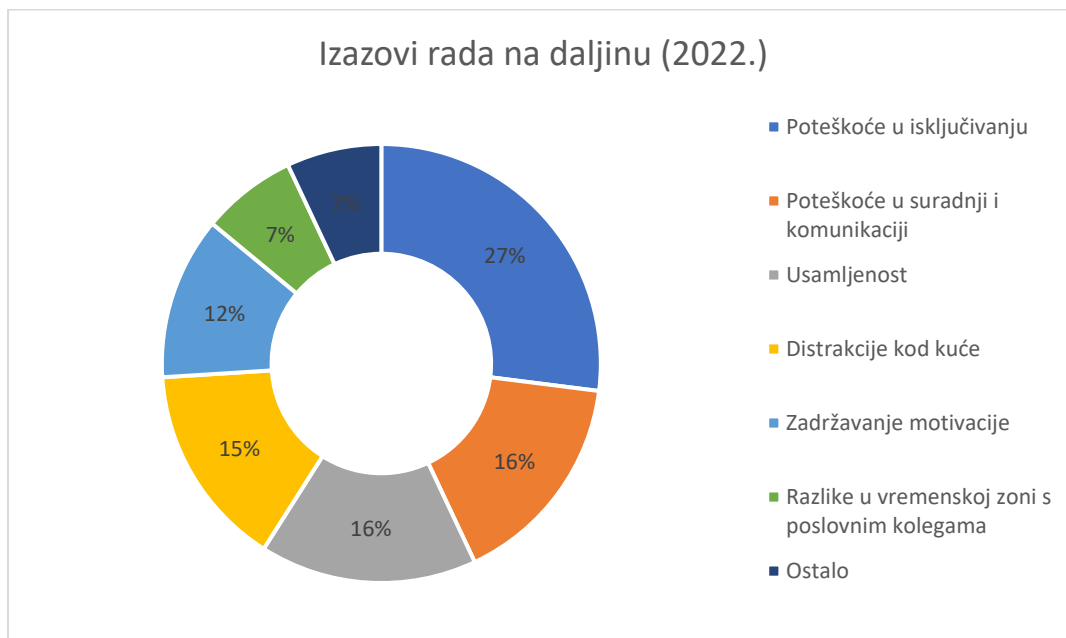
<https://slack.com/blog/collaboration/report-remote-work-during-coronavirus>

Prema podacima dobivenim iz ovoga istraživanja vidljivih u priloženome prikazu, određeni se poslovni ne mogu obavljati na daljinu ili im rad na daljinu predstavlja poteškoću što širu implementaciju istoga čini izazovnom. U prikazu jest prikazan omjer u postotcima koji predstavlja odgovore ispitanika. Tamnijom plavom bojom označen je postotak ispitanika koji smatraju kako se određena djelatnost ne može obavljati od kuće, crvenom su bojom prikazani postotci za djelatnosti koje se mogu samo djelomično obavljati od kuće, svijetloplavom bojom jesu obojani postotci djelatnosti koje se mogu obavljati od kuće no uz određenu količinu poteškoća, a ljubičastom su bojom označeni postotci djelatnosti koji se mogu obavljati od kuće bez ikakvih, ili uz vrlo malo, poteškoća. Tako se prema dobivenim rezultatima može uočiti kako su djelatnosti koje je nemoguće obavljati od kuće isključene iz ovoga upitnika, a to su ugostiteljstvo, turističke djelatnosti i slično. Nadalje, operacije, korisnička

podrška, obrazovanje, inženjerstvo, pravni poslovi i ponajviše medicinske djelatnosti ne mogu se obavljati od kuće ili im je isto veoma otežano. S druge strane, djelatnosti poput financijskih i računovodstvenih djelatnosti, poslovnoga razvoja, IT djelatnosti, projektnog menadžerstva i slično mogu se obavljati od kuće uz nimalo ili vrlo malo poteškoća.

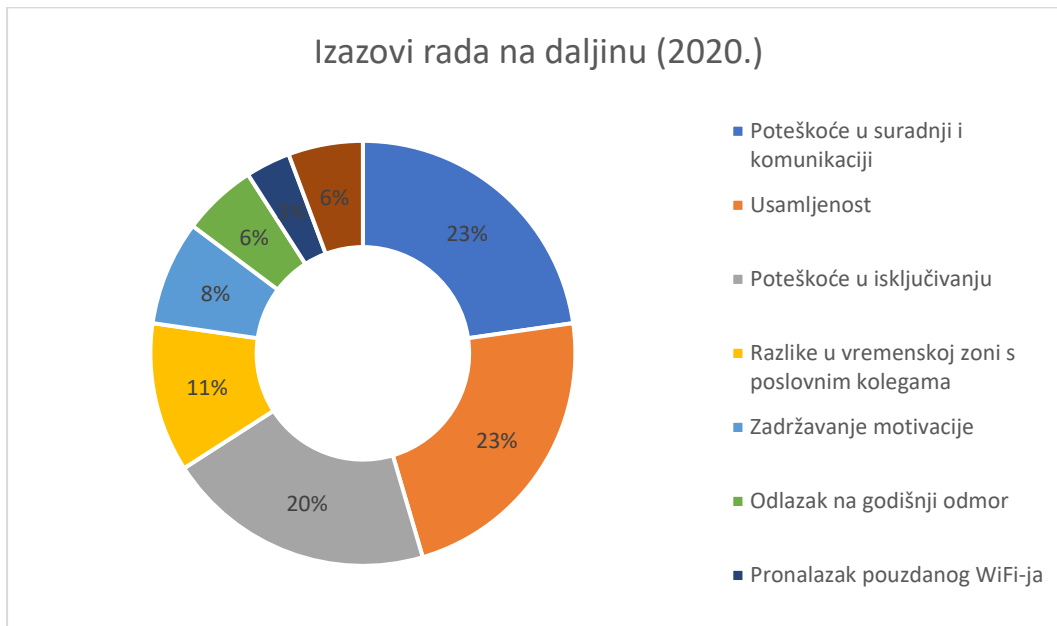
Izazovi unutar rada na daljinu odnose se izazove koji se događaju u već primijenjenom radu na daljinu. To su izazovi s kojima se šefovi i zaposlenici koji sudjeluju u takvome poslovnome okruženju susreću na dnevnoj bazi. Kako bi došli do saznanja o navedenim izazovima stvorena je studija pod nazivom State of Work. State of Work je studija Slacka i GlobalWebIndexa koja se na godišnjoj razini provodi nad 17 000 stručnjaka, menadžera i rukovoditelja o stanju na poslu današnjice. Prema podacima State of Worka za 2020. i 2021. godinu izrađena su dva grafa bazirana na izazovima u radu na daljinu. Cilj uključivanja oba grafa u ovaj završni rad jest promotriti jesu li izazovi podložni promjenama te razlikuju li se iz godine u godinu ili su fiskni. Također, važno je istaknuti statične izazove te one podložne promjenama kako bi se za iste moglo pronaći rješenje.

Graf 2: Izazovi rada na daljinu 2022.



Izvor: samostalna izrada, podatci preuzeti s: <https://www.herohunt.ai/blog/remote-working-and-hiring-statistics-2022>

Graf 3: Izazovi rada na daljinu 2020.



Izvor: samostalna izrada, podaci preuzeti s: <https://www.digitalmarketingcommunity.com/researches/remote-work/>

Rezultati ovoga istraživanja pokazali su kako su izazovi vezani uz rad na daljinu s kojima se ljudi najčešće susreću poteškoće u isključivanju s mreže i isključivanju uređaja te poteškoće u komunikaciji. Nadalje, veliki izazov predstavlja i usamljenost koja je rezultat izoliranja zaposlenika od njihovih kolega te uobičajenoga radnog okruženja. Usamljenost može dovesti i do većih psihičkih posljedica te kao takva ne smije ostati zanemarena. Ukoliko se radi o većoj firmi kojoj zaposlenici žive na različitim dijelovima svijeta javlja se i problem različitosti vremenskih zona u kojima je teško uskladiti vremenske rasporede radi komunikacije, virtualnih sastanaka i slično.

Uz **green cloud** vezuju se dva izazova. Prvi izazov jest taj da su međunarodni propisi usmjereni na sigurnost, odnosno probleme u sigurnosti, clouda. Navedeno predstavlja izazov zato što se međunarodni propisi razlikuju od zemlje do zemlje. Tako će određene zemlje imati veoma stroge propise, primjerice stroga provedba ekoloških restrikcija, dok će druge zemlje po tome pitanju biti opuštenije, odnosno neće imati nikakve propise, neće ih primjenjivati na ispravan način i slično. Drugi izazov jesu troškovi koji uz sebe veže green cloud računalstvo. Uglavnom se trošak korištenja oblaka prenosi na korisnike, odnosno korisnici su ti koji direktno plaćaju uslugu oblaka.

Iz toga razloga, pružatelji usluga clouda će podizati cijene paralelno s porastom potražnje. Osim nabrojana dva izazova, postoji i problem vezan uz korištenje obnovljivih izvora energije. Jasno je kako obnovljiva energija nije u mogućnosti neprestano dosljedno proizvoditi energiju u bilo koje doba dana. Ta se nemogućnost naziva isprekidanošću. Isprekidanost za računalne tvrtke koje se bave cloudom predstavlja prepreku te zahtjeva dodatne troškove, dodatna istraživanja te izgradnju dodatnih podatkovnih centara na lokacijama gdje je dostupnost obnovljive energije osigurana ili će biti osigurana u ranoj budućnosti (Nesma & Hegazi, 2022.).

Prvi izazov koji se javlja u tehnici **raspodjele resursa** jest predviđanje zahtjeva korisnika tehnologije. Kako bi korisnik bio zadovoljan, pružatelj usluga mora u stvarnome vremenu odgovoriti na njegove zahtjeve te kako bi to bilo moguće isti mora biti opskrbljen potrebnim resursima i ispravno ih usmjeravati. Osim navedenoga, fizički bi strojevi trebali biti dovoljno osposobljeni kako bi istovremeno mogli ispunjavati potrebe za resursima svakoga virtualnoga stroja koji na njemu radi te pružati kvalitetne mrežne usluge korisnicima. Generalno gledano, sama energetska učinkovita raspodjela resursa kao tehnika je izazov sam po sebi. Razlog tomu jest konstantno povećanje troškova energije te samim time potrebe za minimalizacijom emisije stakleničkih plinova.

Izazovi koje se da uočiti sve širom primjenom i istraživanjem **superračunala** jesu potrošnja energije, brzina i energija kretanja podataka, tolerancija na kvarove i ekstremni paralelizam. Prema istraživanju ESG-a, odnosno Exascale Study Groupa, iz 2008. godine, glavni je izazov superračunala velika potrošnja energije. Prema rezultatima njihove analize, potrošnja električne energije izazvana superračunalima na godišnjoj bi razini iznosila više od 600 milijuna USD. Nadalje, i sve bi izgradnje optimiziranih sustava trošile velike količine megavata. Danas, 14 godina kasnije potrošnja energije i dalje je jedan od glavnih izazova. Superračunala zahtijevaju masivne vanjske diskove za pohranu te ukoliko ta pohrana ne može pratiti protok podataka, superračunalo neće raditi punim kapacitetom. Osim toga, sustavi superračunala su izgrađeni povezivanjem više procesorskih jedinice te uglavnom zahtijevaju velike prostorije za pohranu. Sukladno tome, ispuštaju veću količinu topline od standardnih računala čime se predstavlja izazov za sustav hlađenja (Allen, 2020.).

Nadalje, uz **upravljanje energijom** vezuje se osam izazova; sakupljanje informacija o uređaju za kvalitetu električne energije, zaštita radnih opterećenja tijekom nestanka struje, praćenje i upravljanje virtualiziranim serverskim okruženjima, održavanje pouzdanosti elektroenergetskog sustava, upravljanje udaljenim podatkovnim centrima, praćenje količine imovine, upravljanje shemama naplate električne energije bazirane na potrošnji i konfiguracija i ažuriranje firmwera. Vezano uz prvi izazov, sakupljanje informacija o uređaju za kvalitetu električne energije, menadžeri podatkovnih centara moraju biti sigurni da svi njihovi sustavi kvalitete električne energije ispravno funkcioniraju te radi istoga su im potrebne upotpunjene informacije u stvarnome vremenu za svaki od uređaja u njihovoj IT infrastrukturi. Postoji nekoliko čimbenika koji navedeno čine kompliciranim. Većina poduzeća koristi jedinice podatkovnog protokola i UPS-ove različitih dobavljača od kojih većina dolazi sa samostalnim rješenjima za upravljanje napajanjem koja je ponekad teško integrirati. Osim toga, mnoga starija rješenja za upravljanje napajanjem nisu u stanju nadzirati kvalitetu električne energije izvan podatkovnoga centra. Krajnji rezultat navedenoga je to da menadžeri podatkovnih centara imaju fragmentiran i nepotpun pregled na njihove energetske infrastrukture. Idući je problem baziran na činjenici da niti jedna električna mreža nije savršena te je gotovo zajamčeno da će doživjeti barem povremene prekide električnih usluga. Minimalizacija utjecaja takvih incidenata čini jednu od najvećih odgovornosti upravitelja centra. UPS-ovi nude mogućnost pružanja rezervnoga napajanja što igra veliku ulogu u hitnim slučajevima, no ukoliko dođe do nestanka struje i ista prekorači vrijeme rada UPS baterija, organizacije moraju odmah isključiti pogođene servere i spriječiti oštećenje softvera i gubitak podataka. U današnje vrijeme mnogi centri taj proces moraju izvršavati ručno što ih stavlja u utrku s vremenom s viskom ulozima. Budući da učinci kvara elektroenergetskoga sustava mogu biti razorni, važno je da organizacija bude osposobljena za uočavanje kvara. Inteligentni proizvodi za upravljanje napajanjem pružaju obavijesti o kvaru u stvarnome vremenu, no oni su nerijetko veoma skupi (Tessier, 2011.).

Najveći izazov neiskorištenosti resursa je sama volatnost istih. U Cloud sustavima korisnici mogu rezervirati, koristiti i otpuštati računalne resurse po volji, odnosno u hodu. Rezervirani resursi nerijetko ostaju neiskorišteni, no budući da su rezervirani ne mogu se pružiti korisniku koji bi ih koristio. Nadalje, opterećenost Clouda vrlo je heterogena te joj intenzitet može značajno varirati ovisno o ponašanju korisnika.



Predviđanje tih varijacija također predstavlja izazov ove tehnike (Dartois, Meriau, Handaoui, & Barais, 2019.).

## 5.2 Izazovi vezani uz implementaciju

Usvajanjem zelenoga računalstva nailazi se na određene izazove prilikom implementacije istoga. U prošlosti su istraživanja bila usmjerena ka računalnoj učinkovitosti koju su obilježavali niski troškovi i visoka dostupnost opreme i infrastrukturnih usluga. Danas, kao rezultat rastućih računalnih potreba, troškova energije i ekološkoga onečišćenja, sama infrastruktura postaje usko grlo IT okruženja. Nagle promjene u IT industriji direktno su povezane s rapidno rastućim klimatskim promjenama te je žestina upravo ono što je stvorilo velik broj izazova u informatičkome sektoru. Kako bi se adekvatno odgovorilo na trenutne i buduće izazove provodi se veliki broj studija s fokusom na sustave hlađenja, napajanje i same podatkovne centre. U nastavku su nabrojani i objašnjeni izazovi vezani uz implementaciju zelenih informacijskih i komunikacijskih tehnologija.

Povrat ulaganja, odnosno ROI (eng. Return on Investment), jest popularna metrika profitabilnosti koja se koristi za procjenu uspješnosti ulaganja. Isti se izražava kao postotak te se izračunava dijeljenjem neto dobiti, odnosno gubitka, ulaganja s njegovim početnim troškom. Kao takav, ROI jest prvi izazov koji se vezuje uz implementaciju zelenih informacijskih i komunikacijskih tehnologija. Faktor koji najviše koči povećanje svijesti i implementaciju zelenih IKT jesu troškovi same implementacije, kao i troškovi održavanja istih. Kao i gotovo svi „Eco-friendly“ proizvodi, ekološki prihvatljiva hardverska oprema je skupa. Radi toga, kupovina ekološki prihvatljive tehnološke opreme će potaknuti brigu investitora. Upravo su investitori i dionici ključni u otklanjanju ovoga izazova budući da je edukacija istih o utjecaju tehnologije na okoliš prilično zahtjevna. Povrat ulaganja u projekt vezan uz ekološki prihvatljive solucije i samo zeleno računalstvo ne može biti očekivan u kratkome vremenskome roku. (Gourav, Kohli, & Ratta, 2018.) Upravo suprotno, povrat takvih ulaganja uglavnom se očekuje nakon duljeg vremenskoga perioda. Neostvarivanje povrata sredstava, mogućnost rizika i neizvjesno čekanje stavke su koje odbijaju investitore, a samim time i poduzeća, u implementaciji zelenih informacijskih i komunikacijskih tehnologija. Točnije, uvjeravanje pouzeta i dionika u

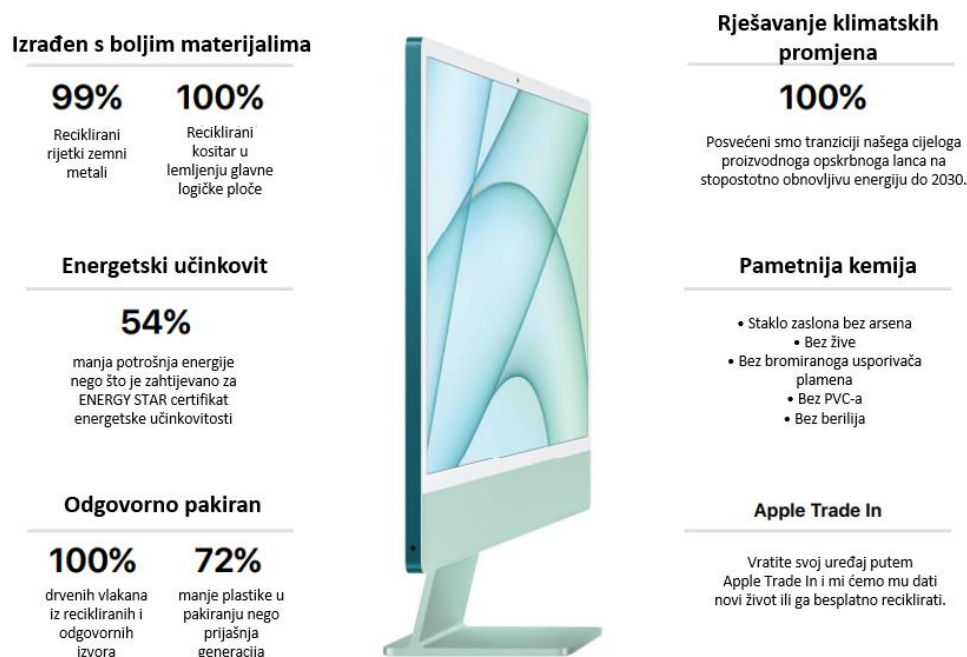
ulaganje u ekološki prihvatljiv oblik računalstva predstavlja izazov jer isti žele vidjeti trenutni učinak, koji zelene IKT ne mogu pružiti.

Elektroničkim otpadom, popularno nazivanog e-otpadom, smatraju se svi tehnološki proizvodi koji se približavaju kraju svoga uporabnoga vijeka, kao i oni koji su isti doživjeli. Odstranjivanje tehnološkoga/elektroničkoga otpada jest drugi izazov implementacije zelenih IKT. Sam elektronički otpad i pokušaj promjene materijala koji su opasni za okoliš, a koji se koriste u proizvodnji računala te u čipovima i teško ih je zbrinjavati, predstavljaju dilemu u uvođenju zelenih IKT. Razlog tomu jest pouzdanost upotrebe „zelenih“ materijala u računalima. Naravno, ekološki prihvatljiv asortiman tehnologije trebao bi biti slobodan od opasnih materijala poput broma, PVC-a, olova i žive, koji se još uvijek uglavnom koriste u proizvodnji računala. Zamjena spomenutih materijala legurama kositra, srebra i bakra trebala bi za rezultat imati pozitivan utjecaj na okoliš. Logično je nakon spomenutoga zapitati se koja li je onda negativna strana zamjene materijala za proizvodnju tehnološke opreme. Negativna strana je upravo neizvjesnost u kvaliteti istih. Naime, spomenuti štetni materijali koriste se već dugi niz godina te je njihova učinkovitost provjerena i sigurna za normalnu funkciju uređaja. S druge strane, ranije spomenuti ekološki prihvatljivi materijali nisu u široj uporabi te je funkcionalnost tehnološke opreme u kojima su isti sadržani upitna. Također, kositar, bakar i srebro zahtijevaju više temperature taljenja, što može direktno utjecati na vijek trajanja čipa i samim time potpunih uređaja. (Gourav, Kohli, & Ratta, 2018.)

Idući se izazov vezuje uz **potrošnju energije**. Jasno je kako je cilj zelenih informacijskih i komunikacijskih tehnologija smanjenje potrošnje energije, no kako tehnologija napreduje tako ista sadrži više mogućnosti i samim time u pravilu zahtijeva veću potrošnju energije. Čelnici u polju zelenoga računalstva nastoje pronaći generaciju integriranih krugova koji imaju visoku učinkovitost i pružaju bolje performanse bez potrošnje prevelikih količina energije. Naravno, to je veoma zahtjevan proces koji zahtijeva ogroman trud, puno vremena, dostupnost novčanih sredstava te visoku razinu kvalifikacije stručnjaka. Danas se u ponudi mogu naći razni oblici stolnih i prijenosnih računala koji troše najmanje energije od svih uređaja do sada, no to i dalje nije niti približno ciljanoj količini utrošene energije. Sa sve većom tehnološkom revolucijom na svijet koji poznajemo povećavaju se i energetski zahtjevi podatkovnih centara što direktno utječe na rastući trošak energije. Nadalje, ovisno o preferencijama, neki se ljudi odlučuju za korištenje snažnih procesora u svojim

računalima. Međutim, udovoljavanje zahtjevima takvih potrošača zahtijeva veću količinu energije nego što je to u realnosti potrebno. Na takve zahtjeve korisnika proizvođači će odgovoriti s većim cijenama uređaja. Primjer takvoga poduzeća jest Apple. Apple proizvodi zelena računala koja imaju jednake specifikacije kao i ona uobičajena, no iMac se ipak smatra iznimno skupim (Gourav, Kohli, & Ratta, 2018.).

Slika 5: Materijali korišteni za proizvodnju Mac računala 2021.



**Prvi Mac sa 100% recikliranim rijetkim zemnim metalima u svim magnetima**

Preuzeto i modificirano od strane autora s:

[https://www.apple.com/environment/pdf/products/desktops/24-inch\\_iMac\\_PER\\_Apr2021.pdf](https://www.apple.com/environment/pdf/products/desktops/24-inch_iMac_PER_Apr2021.pdf)

Kao što je već navedeno, iMac se smatra veoma zelenim računalom što se može uočiti i u izvještaju tvrtke Apple prikazanome u slici 4, a koji se odnosi na generaciju računala predstavljenu u travnju 2021. godine. Apple navodi „Prodajemo milijune proizvoda. Dakle, čak i malene prilagodbe mogu imati značajan utjecaj.“. Sukladno tome, Apple nastoji doprinijeti smanjenju klimatskih promjena izrađujući

energetski učinkovite proizvode izrađene od obnovljivih i/ili recikliranih materijala. Također, proizveli su M1 čip čime su smanjili ugljični otisak 24-inčnog iMaca za otprilike 20 posto u usporedbi s prethodnom generacijom. Kada je riječ o energiji, važno je naglasiti kako ovaj uređaj koristi čak 54% manje energije od količine koju zahtjeva Energy Star. Osim kompanije Apple, Huawei se također smatra kompanijom koja hodi ka zelenome računalstvu. Naime, Huawei je održao Win-Win Huawei Innovation Week na kojemu su predstavnici raznih organizacija imali priliku predstaviti vlastita rješenja za zeleni razvoj. Ta su rješenja bila usmjerena ka uspostavi IKT sustava s nižom emisijom CO<sub>2</sub>, a osim kompanije Huawei navedena su rješenja podržale i brojne druge kineske organizacije, udruženja i obrazovne ustanove. Ryan Ding ističe kako je „(...) poboljšanje energetske učinkovitosti najbolji alat za rješavanje problema između povećanja potrošnje energije i zelenoga razvoja“. (Tomić, 2022.)

Računala i ostali oblici moderne tehnologije zahtijevaju sustave hlađenja kako bi se otklonila toplina stvorena od njihovih komponenti u vrijeme uporabe istih. Osim što prevelika količina otpuštene topline negativno djeluje na okoliš kao takva, ona može i oštetiti hardver; što bi rezultiralo većim elektroničkim otpadom no što je to potrebno. Upravo je zato razvijanje adekvatnoga **sustava hlađenja** izazov u implementaciji zelenoga računalstva. Izazov koji se uglavnom vezuje uz hlađenje jest sama kontrola povećanja zahtjeva za opremom za uklanjanje topline. Naravno uz povećanje potrošnje energije informatičke opreme dolazi i do povećanja topline koju ta ista oprema proizvodi. Sustavi hlađenja su ključni dio infrastrukture podatkovnoga centra te dolaze u raznim oblicima. Velika potražnja izazvana relevantnosti istih dovela je do odgovarajuće ponude. Naravno, što je uređaj/stroj snažniji to zahtjeva više hladnoga zraka kako bi se spriječilo pregrijavanje. Sustavi hlađenja osiguravaju odgovarajuće uvjete rada IT sustava, no istovremeno troše veliku količinu energije (Shefееq & Regis, 2017.). Osim sustava hlađenja na bazi zraka, postoje i sustavi hlađenja na bazi vode te isti predstavljaju zaseban izazov u zelenome računalstvu. Rashladni tornjevi te druge tehnike koje predstavljaju rješenja korištena od strane brojnih podatkovnih centara radi svoje visoke učinkovitosti troše znatnu količinu vode. Prema istraživanju Uptime Instituta, podatkovni centar od jednoga megawata s ovim metodama hlađenja koristi oko 25 milijuna litara vode godišnje. Najveći je problem korištenje pitke vode, koje je sve manje, umjesto reciklirane (Zabeu, 2022.).

**Nedostatak potpore** vodećih vlada diljem svijeta predstavlja veliki izazov za zelene IKT. Iako u većini država postoje propisi vezani uz okolišnu održivost te su isti izdani upravo od strane vlada, oni se razlikuju od države do države. Iako bi se djelovanje sukladno propisima očekivalo upravo od strane onih koji su te propise i izdali, to često nije tako. Razlog toga jest, ponovno, cijena ekološki prihvatljive tehnološke opreme. Vlast se često odlučuje na financijski prihvatljivije solucije, zanemarujući benefite za okoliš koje zelene IKT donose, stavljajući ih tako u drugi plan. S potporom vlade, ne samo u financijskome obliku, nabava zelene IKT i ekološki prihvatljive opreme te naposljetku sama implementacija istih bila bi olakšana. Drugi oblik potpore koja je potrebna jest **edukacijska**. Veoma je važno omogućiti stručnjacima u IT sektoru daljnje i adekvatno obrazovanje na temu zelenoga računalstva jer je upravo **ograničeno razumijevanje i znanje** o konceptu zelenih IKT među akademikima još jedan od izazova implementacije zelenih IKT (Purwaningsih, 2018.).

## 6. ISPITIVANJE NAVIKA STUDENTSKE POPULACIJE FET-A O NAČINU KORIŠTENJA IKT

Korisnici, koji čine većinu u informatičkim sustavima, mogu imati veliki utjecaj na okoliš ukoliko svoju tehnologiju koriste na ekološki prihvatljiv način. Ekološki odgovornim ponašanjem korisnici osim što čine dobro za planetu Zemlju pomažu i u ubrzanju rasprostranjenosti zelenih informacijskih i komunikacijskih tehnologija. Jasno je kako korisnici ne mogu direktno utjecati na ekološku osviještenost korporacija, ne mogu birati materijale od kojih će uređaji biti sastavljeni, ne utječu na odluke vlade i investitora, kao što ni nemaju prevelik utjecaj na sve ranije spomenute izazove s kojima se susreću zelene informacijsko-komunikacijske tehnologije. Ipak, postoji mnoštvo promjena koje korisnici mogu uvesti u svoje rukovanje tehnologijom koje će imati pozitivan utjecaj na okoliš. Iako mnogi možda smatraju kako sitne individualne promjene ne igraju preveliku ulogu, upravo se one, kada se primjene na veći broj ljudi, najviše uočavaju i imaju znatnu težinu. Među studentima Fakulteta ekonomije i turizma „Dr. Mijo Mirković“ u Puli odabran je slučajni uzorak u svrhu ispitivanja navika korisnika informacijskih i komunikacijskih tehnologija, te uviđanje kose li se one s preporukama za zeleno korištenje istih. Ispitani uzorak čini 40 studenata navedenoga fakulteta, od kojih je 24 ženskoga, a 16 muškoga spola. 37 ispitanika pripada dobnoj skupini 20-25 godina, dva ispitanika imaju između 25 i 30 godina, a jedan između 18 i 20 godina. Istraživanje jest provedeno sredinom srpnja 2022. godine te je trajalo pet dana; 12. srpnja 2022. – 17. srpnja 2022. godine. Ovaj se slučajni uzorak smatra relevantnim za područje ispitanе dobne skupine na određenome području, odnosno značajan je za donošenje suda o navikama studenata na području Istarske županije. Kako bi ovaj uzorak bio značajniji istraživanje bi se trebalo provesti na većem broju ispitanika sa širega područja Republike Hrvatske. Ranije provedene ankete na regionalnoj i globalnoj razini vezuju se isključivo uz potrošnju energije u kućanstvima i poduzećima općenito ili uz navike korištenja korisnika tehnologija vezano uz preferencije među aplikacijama, Internet navike i slično. Točnije, ankete koje se vezuju uz potrošnju energije korisnika informacijskih i komunikacijskih tehnologija nisu postojeće ili ih je veoma teško pronaći.

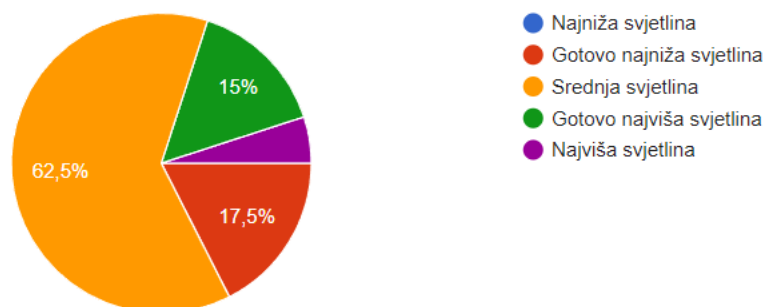
Kako bi korisnici znali što kupovati te kako bi u obzir uzeli energetsку učinkovitost važno ih je upoznati s Energy Starom i svime što on predstavlja. Osim

saznanja o Energy Staru, bilo bi idealno kada bi se korisnici odlučili za Energy Star certificirane proizvode, odnosno kada bi njima dali prednost nad onima koji to nisu. Prema rezultatima provedene ankete 70%, odnosno 27, ispitanika nikada nije ni čulo za Energy Star. Među ispitanicima tek 12,5% njih gleda imaju li uređaji Energy Star certifikat prilikom kupovine istih. Nadalje, iz svega dosad napisanog jasno je kako rad računalnoga zaslona i razina svjetline istoga znatno utječu na zagrijavanje uređaja i naporniji rad sustava hlađenja. Shodno tome, korisnici bi računalne zaslone koje ne koriste u tome trenutku trebali isključiti ili staviti u standby mode, dok bi zaslone koji se trenutno koriste trebali koristiti na postavkama niže ili čak najniže svjetline. 25 od ukupno 40 ispitanika ovoga uzorka svoje računalo ne stavlja u standby mode, dok preostalih 15 (37,5%) to čini.

*Graf 4: Rezultat pitanja ankete vezanog uz svjetlinu zaslona*

Odaberite razinu svjetline na koju su vaši uređaji najčešće podešeni.

40 odgovora



Izvor: samostalna izrada, podatci prikupljeni anketiranjem

U priloženome grafu može se uočiti kako 25 ispitanih studenata svoje uređaje koristi na srednjim postavkama svjetline, sedmero se koristi gotovo najnižom razinom svjetline, šestero studenata odlučuje se za gotovo najvišu svjetlinu, a dvoje za najvišu. Niti jedan ispitanik ne koristi svoje uređaje s podešenom najnižom svjetlinom zaslona.

Osim toga, korisnici bi trebali izbjegavati korištenje čuvara zaslona (eng. Screen Saver) iz razloga što oni troše energiju, a nemaju nikakvu funkcionalnu korist niti su potrebni. Ipak, 65% ispitanih studenata koristi screen saver. Nadalje, pisci su također oblik tehnologije na koji bi se trebalo obratiti pozornost. Idealno bi bilo kada bi se sam ispis u globalu izbjegavao, no to ponekad nije moguće budući da se isti često zahtjeva od strane posla ili obrazovnih institucija. 25 studenata koji su sudjelovali u

ovome istraživanju izjavilo je kako koriste printer, dok preostalih 15 ne koristi. Ukoliko je korištenje pisača ipak nužno, postoje koraci kojih bi se trebalo držati kako bi se ispis učinio „zelenijim“. Osim gašenja pisača koji nije potreban u zadanome trenutku, važno je i provjeriti datoteku prije ispisa. Prilikom pregleda prije ispisa bitno je odabrati i ispisati samo sadržaj koji je zaista potreban. Također, pregledom će se odstraniti mogućnost krivoga ispisa koji dovodi do nepotrebnoga trošenja resursa i stvaranja otpada. Pregled datoteke prije ispisa čini čak 85% studenata ispitanih u ovoj anketi. Obostrani ispis je jedan od načina kojim se smanjuje količina potrošenoga papira te se smanjuje trošenje resursa. Prilikom korištenja pisača, 65% ispitanih studenata odlučuje se za obostrani ispis, a preostalih se 35% odlučuje ipak za varijantu jednostranoga ispisa.



## 7. ZELENE IKT U EUROPSKOJ UNIJI

2020. godine, Europska je unija odobrila Europski zeleni plan (eng. European Green Deal) koji predstavlja plan za postizanje održivosti gospodarstva EU pretvorbom izazova vezanih uz klimatske i ekološke promjene u prilike. Cilj EU Green Deala jest potaknuti učinkovitu uporabu resursa prelaskom na kružno gospodarstvo te zaustaviti klimatske promjene i smanjiti zagađenje. Isti pokriva sve gospodarske sektore, no fokus ipak stavlja na promet, energetiku i IKT. Iako je dogovor sastavljen od više područja, uz informacijske i komunikacijske tehnologije vezuju se prva dva; 1. Plan djelovanja EU ka kružnome gospodarstvu (CEAP II) te 2. Uredba o ekološkom dizajnu održivih proizvoda. CEAP II usvojen je s ciljem jačanja globalne konkurentnosti, poticanja održivog gospodarskog rasta i stvaranja novih radnih mjesta. Mjere plana usmjerene su na cijeli životni ciklus proizvoda, počevši od proizvodnje sve do gospodarenja otpadom. Glavni cilj plana usmjeren na kružnost jest zadržavanje resursa u istome ciklusu što je duže moguće, što predstavlja direktan put ka zelenijim IKT. Uredba o ekološkome dizajnu održivih proizvoda predložena je iz razloga što sam dizajn proizvoda određuje do 80% utjecaja na okoliš tijekom životnoga ciklusa istih (Sztaricskai, 2022.). Ona postavlja zahtjeve koji bi proizvode učinili trajnijima, pouzdanijima, nadogradivima, popravljivima i višekратно upotrebljivima. Također, zahtjevi su i da proizvodi budu lakši za održavanje, obnavljanje i recikliranje no što su isti bili do sada.

Osim EU Green Deala, na području Europske unije djeluje i Europska zelena digitalna koalicija. Europska zelena digitalna koalicija (EGDC) jest skup poduzeća usmjerenih ka podršci zelene i digitalne transformacije EU. Formiralo ju je 26 izvršnih direktora IKT poduzeća koji su potpisali Deklaraciju o podršci zelene i digitalne transformacije EU 2021. godine. Ista se temelji na zaključcima vijeća EU-a iz prosinca 2020. godine o digitalizaciji u korist okoliša. Osim toga, deklaracija prepoznaje IKT sektor kao jedan od najvažnijih čimbenika u borbi protiv klimatskih promjena. Izvršni direktori koji su potpisali deklaraciju, odnosno članovi Europske zelene koalicije, potpisom su se obvezali na ulaganje u razvoj i implementaciju zelenih digitalnih rješenja, razvoj metoda i alata za mjerenje neto utjecaja zelenih digitalnih tehnologija na okoliš i klimu, te zajedničko kreiranje preporuka za digitalnu transformaciju IKT sektora. Glavni cilj ove koalicije jest maksimizacija prednosti digitalizacije u pogledu

održivosti. 20. srpnja 2022. godine koalicija jest objavila prvi skup odabranih studija slučaja za njihovu metodologiju. Taj se skup sastoji od šest studija slučaja; Platforma IBM Flex Utilities (sektor energije), optimizacija voznog (Telefonica) i lučkog (Ericsson) transporta (sektor transporta), Cisco pametne građevine i Schneider Electric napredni sustav za upravljanje građevinama (sektor izgradnje), Vodafone proširena stvarnost u radnome okruženju (sektor proizvodnje) i Liberty Global rješenja za smanjenje herbicida (sektor agrikulture). Te su studije slučaja temeljene na rješenjima predanim od strane članova koalicije. Do kraja 2022. godine pretpostavlja se kako će ukupan broj studija slučaja biti 18, što će biti dovoljno za razvoj i uspostavu metodologije EGDC-a. (European Green Digital Coalition, 2022.) Kim Van Sparrentak, član Europskoga parlamenta u diskusiji održanoj u veljači 2022. godine na temu proširenja zelenih IKT u Europskoj uniji, složio se kako je životni ciklus proizvoda jedan od najvažnijih segmenata u zelenijoj budućnosti. Naime, on tvrdi kako se „mora uzeti u obzir perspektiva globalnog opskrbnog lanca“ te izriče kako bi isticanje točnoga i temeljitoga životnoga ciklusa proizvoda osiguralo transparentnost i potaklo veću inicijativu za promjenom. Nadalje, Gerard de Graaf u istoj je diskusiji naglasio kako se klimatske promjene ne mogu zaustaviti bez masovne primjene IKT-a. Složio se i kako se Europski zeleni plan i digitalna transformacija predugo smatraju odvojenim temama radi čega EGDC planira proširiti mjere ekološkoga dizajna elektroničkih uređaja. Page Motes, voditeljica globalne održivosti za kompaniju Dell, ističe kako bi globalni pristup ozelenjavanju IKT-a značio pozitivan utjecaj na poslovanja. Kao ključne promjene koje bi EU trebala uvesti Van Sparrentak naglašava potrebu za boljim standardima te mjerenje utjecaja tehnologije na okoliš. Osim toga, on navodi kako bi EU u globalu trebala biti znatno kritičnija prema načinu korištenja digitalizacije te kako je IKT inovacija žurno potrebna. De Graaf se nadovezao na Van Sparrentakove sugestije s pozivanjem na nabavu opreme koja podržava i usmjerava ka ozelenjenom računalstvu te isticanjem važnosti javnoga sektora u istome.

## 8. BUDUĆNOST ZELENIH TEHNOLOGIJA

Ulaganja u zelenu tehnologiju svakim su danom sve veća te se zelena tehnologija sve više uzima u obzir od strane velikih i malih poduzeća, inovatora, proizvođača opreme, pružatelja usluga te globalnih proizvodnih divova. Osim od ulaganja, budućnost zelenih IKT uvelike će ovisiti i o načinu na koji će poduzeća i organizacije razvijati nove ideje te na koji će ih način promjenjivati na različite procese i materijale. Upravo je to ono što će igrati veliku ulogu u transformaciji proizvodnje. Već je i u današnjemu svijetu tehnologija omogućila pojedinim tvrtkama i individuama pokretanje velikih promjena u načinu života i načinu rada (Future of Green Technology, 2022.). Jasno je kako će se u budućnosti djelovati u sve većim razmjerima ka ostvarivanju jednoga cilja – očuvanju planeta Zemlje. Pretpostavlja se kako će se u budućnosti korištenje fosilnih goriva kao energenta zamijeniti alternativnim gorivima i izvorima energije. U tome cilju ključnu će ulogu igrati proizvodni sektor kroz proizvodnju energetski učinkovitijih proizvoda. Nadalje, pokretač buduće zelene tehnologije i zelenih tehnoloških rješenja jesu inovacije. Već se danas naporno radi ka razvoju boljih alternativa za vrste tehnologije za koje se pokazalo da predstavljaju opasnost ne samo za okoliš, već i za čovjekovo zdravlje. Veliki se pritisak vrši i na zelenu kemiju i nanotehnologiju iz razloga što sama budućnost zelenih IKT uvelike ovisi o razvoju novih solucija za komponente računalnih sustava te zamjena za one štetne u istima (Smith, 2017.).

Zelene tehnologije za koje se smatra da će ostvariti dominaciju na tržištu i koje će ekološki neprihvatljive oblike tehnologija poslati u zaborav jesu solarna energija, zelene građevine, farme vjetrenjača, biorazgradivi proizvodi i zeleno računalstvo. Industrija solarne energije je veoma brzorastuća te cilja na postizanje dovoljnog solarnog kapaciteta u budućnosti. Budući da je ista jedna od vodećih zelenih tehnologija s implementacijom u cijelome svijetu, svaki se dan pojavljuju mnoge inovacije. Zelene građevine jesu one na kojima se sade krovni vrtovi. One su u opticaju već neko vrijeme, no arhitekti i dizajneri osvježavaju koncepti istih s inovativnijim idejama kako bi se omogućilo ozelenjivanje sve većih površina. Razlog toga jest to što zeleni krovovi osim što pomažu u apsorbiranju topline, kišnice i CO<sub>2</sub>, predstavljaju kvalitetan izolator. Farme vjetrenjača vrlo su vjerojatan dio svakodnevnice u budućnosti. Vjetar je jedan od najdostupnijih oblika energije te se upravo zato teži ka

korištenju iste. Inovacija za koju se pretpostavlja da će biti ključna u ovome segmentu jesu vjetroturbine koje bi u budućnosti trebale imati bolji dizajn, bolju izdržljivost u nepovoljnim vremenskim uvjetima i bolju funkcionalnost u uvjetima slaboga vjetra. Konačno, ekološko održivo računalstvo, koje je detaljno obrađeno u ovome radu, je samo po sebi zelena tehnologija budućnosti (Smith, 2017.).

## 9. ZAKLJUČAK

Od samih razvitaka tehnologije, bilo je jasno kako će ista uspostaviti svjetsku dominaciju i kako će promijeniti živote i poglede na svijet. Informacijske i komunikacijske tehnologije su otkada su izumljene konstantno unaprjeđivane te se neprestano radilo na poboljšavanju istih. Kao i sve, sa sobom su donijele mnoštvo pozitivnih i negativnih utjecaja i posljedica te su komponente istih, u kombinaciji s mnoštvo drugih faktora, ostavile neizbrisiv trag za okoliš. Negativan utjecaj informacijskih i komunikacijskih tehnologija doveo je do neodgodive potrebe za promjenom. Zelene informacijske i komunikacijske tehnologije, koje u fokusu imaju okolišnu održivost i poticanje ekološki prihvatljivih fluktuacija, u današnjemu svijetu predstavljaju tu promjenu. Sveobuhvatni cilj zelenih IKT jest postići ekonomsku održivost i poboljšati način na koji se računalni uređaji koriste. Prakse zelenih IKT uključuju razvoj ekološki održivih proizvodnih praksi, energetske učinkovite računala te poboljšanje u odlaganju i recikliranju tehnološke opreme. Budući da niti jedna promjena i nastojanje poboljšanja nečega nije jednostavno, pogotovo kada isto obuhvaća cijelu planetu, postoje određeni izazovi s kojima se iste susreću. Izazovi zelenih IKT se mogu javiti u obliku tehnika i pristupa, kao što se javljaju vezano uz implementaciju. Istraživanje provedeno u svrhu ovoga rada rezultiralo je skupom svih izazova vezanih uz zeleno računalstvo sadržanog u jednome radu. Rezultati dobiveni u ovome radu zapravo unose pozitivne misli vezane uz budućnost zelenoga računalstva jer je jasno kako će se daljnjim inovacijama u budućnosti lako prijeći preko svih spomenutih izazova. Svijest oko okolišnoga zagađenja sve se više budi u svim ljudima te će upravo ta osviještenost ukloniti neke od izazova kao što su ROI i nedostatak potpore vladajućih. Rješenjem tih izazova, kaskadno će se riješiti i svi navedeni izazovi budući da jedni zavise od drugih. Također, postoje izmjene koje svatko može unijeti u svoj život, a koje ne zahtijevaju nikakav napor dok istovremeno čine okolišnu razliku. Prema rezultatima ankete provedene nad studentima Fakulteta ekonomije i turizma „Dr. Mijo Mirković“ može se zaključiti kako isti svoje uređaje ne koriste na ekološki prihvatljiv način. Gotovo svi odgovori prikupljeni anketiranjem kose se sa preporukama zelenoga korištenja IKT te iznimku čine samo pitanja vezana uz pregled datoteka prije ispisa te varijantu ispisa koju isti koriste. Razlog tomu jest

vjerojatno nedovoljna upućenost u ispravno korištenje IKT te nedovoljna educiranost na temu štetnosti istih za okoliš.

## POPIS LITERATURE

Članci:

- I. Arya, N., Gidwani, M., & Kumar Gupta, S. (2013.). Hypervisor Security - A Major Concern. *International Journal of Information and Computation Technology*, 533-538. Preuzeto iz [https://www.ripublication.com/irph/ijict\\_spl/08\\_ijictv3n6spl.pdf](https://www.ripublication.com/irph/ijict_spl/08_ijictv3n6spl.pdf), datum pristupa: 21. srpnja 2022.
- II. Baylis, S. (2011.). Green Computing. *ECMWF Newsletter No. 126*, str. 28-31. Preuzeto iz <https://www.ecmwf.int/sites/default/files/elibrary/2011/17450-green-computing.pdf>, datum pristupa: 19. srpnja 2022.
- III. Chitech, K. V. (2020.). *Green Computing: Techniques and Challenges in Creating Friendly Computing Environments in Developing Economies*. Webuye: International Journal of Research and Scientific Innovation (IJRSI). Preuzeto iz <https://www.rsisinternational.org/journals/ijrsi/digital-library/volume-7-issue-9/295-302.pdf>, datum pristupa: 10. srpnja 2022.
- IV. Dartois, J.-E., Meriau, I., Handaoui, M. B., & Barais, O. (2019.). *Leveraging cloud unused resources for Big data application while achieving SLA*. Rennes: International Symposium on the Modeling, Analysis, and Simulation of Computer and Telecommunication Systems. Preuzeto iz [https://www.researchgate.net/publication/342460977\\_Leveraging\\_cloud\\_unused\\_resources\\_for\\_Big\\_data\\_application\\_while\\_achieving\\_SLA](https://www.researchgate.net/publication/342460977_Leveraging_cloud_unused_resources_for_Big_data_application_while_achieving_SLA), datum pristupa: 20. srpnja 2022.
- V. de Vries, R. A. (2018.). *The importance of user analysis before the technical design of an instrument, which presents information to users from a different discipline*. Delft: Faculty of TPM, Delft University of Technology. Preuzeto iz <https://repository.tudelft.nl>, datum pristupa: 13. svibnja 2022.
- VI. Fishman, A., Rapoport, M., Budilovsky, E., & Eidus, I. (2013.). *HVX: Virtualizing the Cloud*. Ravello Systems. Preuzeto iz <https://www.usenix.org/conference/hotcloud13/workshop-program/presentations/fishman>, datum pristupa: 24. lipnja 2022.
- VII. Gašpar, B. (2020.). *Prikupljanje, procjena, pohrana, obrada i korištenje podataka i informacija*. Varaždin: University North Digital Repository. Preuzeto iz <https://hrcak.srce.hr/file/287365>, datum pristupa: 20. svibnja 2022.
- VIII. Gourav, K., Kohli, G., & Ratta, P. (2018.). *Green Computing -Trends and Challenges*. Rajouri: International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology. Preuzeto iz [https://www.researchgate.net/publication/342096188\\_Green\\_Computing\\_-\\_Trends\\_and\\_Challenges](https://www.researchgate.net/publication/342096188_Green_Computing_-_Trends_and_Challenges), datum pristupa: 20. srpnja 2022.
- IX. Nesma, A. E.-M., & Hegazi, I. (2022.). *Green Cloud Computing (GCC), Applications, Challenges and Future Research Directions*. Mansoura: Nile

Journal of Communication & Computer Science. Preuzeto iz [https://njccs.journals.ekb.eg/article\\_244471\\_49435e92add750750ab205f8a21566ba.pdf](https://njccs.journals.ekb.eg/article_244471_49435e92add750750ab205f8a21566ba.pdf), datum pristupa: 18. srpnja 2022.

- X. Purwaningsih, M. (2018.). The Challenge of Implementing Green ICT in Computer Colleges: Improving Initiative and Awareness. *International Journal of Contemporary Research and Review*, 20400-20407. Preuzeto iz [https://www.researchgate.net/publication/323380714\\_The\\_Challenge\\_of\\_Implementing\\_Green\\_ICT\\_in\\_Computer\\_Colleges\\_Improving\\_Initiative\\_and\\_Awareness](https://www.researchgate.net/publication/323380714_The_Challenge_of_Implementing_Green_ICT_in_Computer_Colleges_Improving_Initiative_and_Awareness), datum pristupa: 21. srpnja 2022.
- XI. Shaukat Dar, K., Asif, S., & Arshad Islam, M. (2015.). *Power Management and Green Computing: an Operating System Prospective*. Toronto: Canadian International Journal of Social Science and Education. Preuzeto iz [https://www.researchgate.net/publication/338215315\\_POWER\\_MANAGEMENT\\_AND\\_GREEN\\_COMPUTING\\_AN\\_OPERATING\\_SYSTEM\\_PROSPECTIVE](https://www.researchgate.net/publication/338215315_POWER_MANAGEMENT_AND_GREEN_COMPUTING_AN_OPERATING_SYSTEM_PROSPECTIVE), datum pristupa: 27. lipnja 2022.
- XII. Shefeeq, M. H., & Regis, A. (2017.). *Green Computing – Energy Efficient Cooling*. Tirunelveli: International Journal of Advanced Research in Basic Engineering Sciences and Technology (IJARBEST). Preuzeto iz <https://www.ijarbest.com/conference/spcl26/1386>, datum pristupa: 21. srpnja 2022.
- XIII. Tessier, J. (2011.). *Overcoming Eight Common Power Management Challenges*. Dublin: Eaton Corporation. Preuzeto iz [https://www.newark.com/wcsstore/ExtendedSitesCatalogAssetStore/cms/asset/images/americas/common/storefront/eaton\\_cutler\\_hammer/8-Common-Problems.pdf](https://www.newark.com/wcsstore/ExtendedSitesCatalogAssetStore/cms/asset/images/americas/common/storefront/eaton_cutler_hammer/8-Common-Problems.pdf), datum pristupa: 30. lipnja 2022.
- XIV. Veenaa Deeve, N., Vijesh Joe, C., & Narmantha, K. (2015.). *Study on Benefits of Green Computing*. Coimbatore: International Journal of Current Research. Preuzeto iz <https://www.journalcra.com/article/study-benefits-green-computing>, datum pristupa: 21. lipnja 2022.

Internet izvori:

- XV. Ajahana. (27. Srpanj 2012.). *Wordpress*. Preuzeto iz The positive and negative impacts of ICT: <https://ajahana.wordpress.com/2012/06/27/the-positive-and-negative-impacts-of-ict-5/>, datum pristupa: 21. svibnja 2022.
- XVI. Allen, R. (2020.). *The Advantages of a Supercomputer*. Preuzeto iz Techwalla: <https://www.techwalla.com/articles/the-advantages-of-a-supercomputer>, datum pristupa: 20. srpnja 2022.



- XVII. Atumu, M. (15. Prosinca 2021.). *Knowledge Base*. Preuzeto iz Liquid Web: <https://www.liquidweb.com/kb/virtualization-security-issues-and-risks/>, datum pristupa: 21. srpnja 2022.
- XVIII. Beal, V. (24. Svibnja 2021.). *Carbon Free Computing*. Preuzeto iz Webopedia: <https://www.webopedia.com/definitions/carbon-free-computing/>, datum pristupa: 19. srpnja 2022.
- XIX. Belding, G. (11. Ožujka 2020.). *Virtualization-based sandbox malware*. Preuzeto iz INFOSEC: <https://resources.infosecinstitute.com/topic/virtualization-based-sandbox-malware/>, datum pristupa: 21. srpnja 2022.
- XX. *Climate Portal*. (09. Veljače 2021.). Dohvaćeno iz MIT: <https://climate.mit.edu/ask-mit/i-know-if-we-stop-burning-fossil-fuels-it-will-reduce-carbon-emissions-are-there-other>, datum pristupa: 22. lipnja 2022.
- XXI. *Constellation*. (22. Veljače 2022.). Preuzeto iz What Is Energy Star?: <https://blog.constellation.com/2016/01/15/what-is-energy-star/>, datum pristupa: 30. svibnja 2022.
- XXII. *Digital Nomads*. (24. Travnja 2013.). Preuzeto iz PGI Blog: <https://www.pgi.com/blog/2013/04/why-telecommuting-is-a-green-way-to-work/>, datum pristupa: 24. lipnja 2022.
- XXIII. Doyle, A. (03. Srpnja 2020.). *The Balance Careers*. Preuzeto iz The Balance Careers: <https://www.thebalancecareers.com/what-is-telecommuting-2062113>, datum pristupa: 24. lipnja 2022.
- XXIV. *Energy Star*. (n.d.). Dohvaćeno iz Enterprise Servers: [https://www.energystar.gov/products/enterprise\\_servers](https://www.energystar.gov/products/enterprise_servers), datum pristupa: 20. srpnja 2022.
- XXV. *European Commission*. (2020.). Preuzeto iz Greening ICT: <https://ec.europa.eu/assets/rtd/srip/chapter4.3.html>, datum pristupa: 29. svibnja 2022.
- XXVI. *European Green Digital Coalition*. (2022., Siječnja 10). Preuzeto iz Green Digital Coalition: <https://www.greendigitalcoalition.eu/>, datum pristupa: 10. kolovoza 2022.
- XXVII. *Future of Green Technology*. (2022.). Dohvaćeno iz Green Machines: <https://greenmachines.com/future-of-green-technology/>, datum pristupa: 21. srpnja 2022.
- XXVIII. Hankel, A. (09. Svibanj 2022.). *Surf Communities*. Preuzeto iz What is Green ICT?: <https://communities.surf.nl/groene-ict-en-duurzaamheid/artikel/what-is-green-ict>, datum pristupa: 29. svibnja 2022.
- XXIX. Leksikografski zavod Miroslav Krleža. (2021.). *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Preuzeto iz informacijska i komunikacijska tehnologija:

<https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=27406>, datum pristupa: 20. svibnja 2022.

- XXX. Mata-Toledo, R. (2014.). *Green cloud architecture*. Preuzeto iz Access Science: <https://www.accessscience.com/content/green-cloud-architecture/YB140389>, datum pristupa: 10. srpnja 2022.
- XXXI. Scalzo, L. (14. Veljače 2022.). *Weebly*. Preuzeto iz Green Computing: <https://louissp8.weebly.com/history-and-facts.html>, datum pristupa: 29. svibnja 2022.
- XXXII. Smith, E. (05.. Svibanj 2017.). *Sustainable Living*. Dohvaćeno iz Soulful Concepts: <https://soulfulconcepts.com/index.php/2017/05/05/the-future-of-green-technology/>, datum pristupa: 21. srpnja 2022.
- XXXIII. solarwindssoftware. (19. Svibnja 2020.). *Systems*. Preuzeto iz DNSstuff: <https://www.dnsstuff.com/what-is-virtual-machine-server-vm-sprawl>, datum pristupa: 21. srpnja 2022.
- XXXIV. Sztaricskai, T. (2022.). *Switch2green*. Preuzeto iz Switch to Green: [https://www.switchtogreen.eu/the-eu-green-deal-promoting-a-green-notable-circular-economy/?fbclid=IwAR33Y0zcWbnQJ-x3NFE8E3hgAVjYfSw\\_V-Ryr\\_r7eJCJJoEA0ilHwMW3jQQ](https://www.switchtogreen.eu/the-eu-green-deal-promoting-a-green-notable-circular-economy/?fbclid=IwAR33Y0zcWbnQJ-x3NFE8E3hgAVjYfSw_V-Ryr_r7eJCJJoEA0ilHwMW3jQQ), datum pristupa: 10. kolovoza 2022.
- XXXV. Tomić, D. (27. Srpnja 2022.). *ICT Business*. Preuzeto iz ICT Business: <https://www.ictbusiness.info/vijesti/uvodenje-indeksa-zelenih-ict-mreza-je-preduvjet-smanjenja-ugljicnog-otiska-industrije-koja-koristi-sve-vice-podataka>, datum pristupa: 02. kolovoza 2022.
- XXXVI. *United Nations University*. (02. Srpnja 2020.). Preuzeto iz Press Releases: <https://unu.edu/media-relations/releases/global-e-waste-surg-ing-up-21-in-5-years.html>, datum pristupa: 21. lipnja 2022.
- XXXVII. *Wordpress*. (30.. Rujan 2016.). Preuzeto iz History of ICT: <https://historyofict.wordpress.com/2016/09/30/the-history-of-ict/>, datum pristupa: 20. svibnja 2022.
- XXXVIII. Zabeu, S. (06. Siječnja 2022.). *IT Monitoring*. Preuzeto iz Network King: <https://network-king.net/five-areas-of-environmental-impact-in-data-centres/>, datum pristupa: 21. srpnja 2022.

## POPIS PRILOGA

Graf 1: Postotak ispitanika koji su svjesno kupili Energy Star proizvod .....	11
Graf 2: Izazovi rada na daljinu 2022. ....	23
Graf 3: Izazovi rada na daljinu 2020. ....	24
Graf 4: Rezultat pitanja ankete vezanog uz svjetlinu zaslona .....	33
Slika 1: Godišnja potrošnja korištenja perilice suđa u američkim dolarima ....	10
Slika 2: Godišnja potrošnja korištenja perilice rublja u američkim dolarima ...	10
Slika 3: Najgora prognoza IKT potrošnje energije .....	12
Slika 4: Prikladnost posla za rad na daljinu po djelatnostima .....	22
Slika 5: Materijali korišteni za proizvodnju Mac računala 2021. ....	29

## SAŽETAK

U ovome završnome radu analizirana je tematika koja se temelji na izazovima s kojima se susreću zelene informacijske i komunikacijske tehnologije. Cilj je ovoga rada upoznavanje čitatelja s navedenim, promatrajući izazove kroz aspekt implementacije kao i kroz aspekte tehnika i pristupa. Prije upoznavanja čitatelja s izazovima zelenih informacijskih i komunikacijskih tehnologija nužno je iste uvesti u svijet informacijskih i komunikacijskih tehnologija općenito, što one predstavljaju, koja im je povijest i komponente te kakav utjecaj iste imaju, te je isto sadržanome u ovome završnome radu. Informacijsko komunikacijske tehnologije, poznate i pod kraticom IKT (eng. ICT), predstavljaju infrastrukturu te skup različitih komponenata koje omogućuju moderno računarstvo, a začetak im seže u drugu polovicu devetnaestoga stoljeća. Zelene IKT započele su kao program poznat pod nazivom Energy Star 1992. godine, a danas predstavljaju sredstvo za smanjenje negativnoga utjecaja IKT na okoliš čemu se teži na način da se smanjuje količina energije koju koriste računala, serveri i baze podataka.

**Ključne riječi:** informacijsko-komunikacijske tehnologije, zelene IKT, okoliš, zagađenje, izazovi, energija

## SUMMARY

The topic being analyzed in this final paper is based on the challenges faced by green information and communication technologies. The aim of this paper is familiarizing the reader with the forementioned, observing the challenges through the aspect of implementation as well as through the aspects of techniques and approaches. Before introducing the reader to the challenges of green information and communication technologies, it is necessary to introduce them to the world of information and communication technologies in general, what they represent, what their history and their components are, and what kind of influence they have, and the same is contained in this final paper. Information and communication technologies, also known for short as ICT, represent infrastructure and a set of different components that enable modern computing, and their beginning goes back to the second half of the nineteenth century. Green ICT started as a program known as Energy Star in 1992, and today it represents a mean to reduce the negative impact of ICT on the environment, which is aimed at reducing the amount of energy used by computers, servers and databases.

**Keywords:** information and communication technologies, green ICT, environment, pollution, challenges, energy / power