

Održiva pohrana digitalnih podataka krajnjih korisnika

Miljak, Zvonimir

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

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:137:010566>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-19**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište Jurja Dobrile u Puli
Fakultet informatike u Puli

ZVONIMIR MILJAK

ODRŽIVA POHRANA DIGITALNIH PODATAKA KRAJNJIH KORISNIKA

Završni rad

Pula, 2024.

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli
Fakultet informatike u Puli

ZVONIMIR MILJAK

ODRŽIVA POHRANA DIGITALNIH PODATAKA KRAJNJIH KORISNIKA

Završni rad

JMBAG: 0303071409

Studijski smjer: Informatika

Predmet: Informacijska tehnologija i društvo

Znanstveno područje: društvene znanosti

Znanstveno polje: informacijske znanosti

Mentor: izv. prof. dr. sc. Snježana Babić

Pula, 2024.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	6
2. OPĆI POJAM POHRANE DIGITALNIH PODATAKA I KARAKTERISTIKE.....	7
2.1. KARAKTERISTIKE SUSTAVA ZA POHRANU DIGITALNIH PODATAKA.....	7
3. TEHNOLOGIJE ZA POHRANU DIGITALNIH PODATAKA	9
3.1. MAGNETSKI DISKOVI (HDD)	9
3.2. SSD (SOLID STATE DRIVE).....	9
3.3. POHRANA U OBLAKU (ENG. CLOUD STORAGE)	10
3.4. INOVACIJE: POHRANA U DNA I KVANTNA MEMORIJA	10
4. ODRŽIVA POHRANA DIGITALNIH PODATAKA	11
4.1. TEHNOLOŠKI ASPEKT	11
4.2. FINANCIJSKI ASPEKT	12
4.3. EKOLOŠKI ASPEKT	12
5. PRIMJERI PRAKSE IZ REALNOG OKRUŽENJA.....	14
5.1. AMAZON WEB SERVICES (AWS).....	14
5.2. SEAGATE TECHNOLOGY	15
5.3. SAMSUNG ELECTRONICS.....	17
6. KORISNIČKE PRAKSE U ODRŽIVOJ POHRANI PODATAKA.....	19
7. ISTRAŽIVANJE KORISNIKA O ODRŽIVOJ POHRANI DIGITALNIH PODATAKA ..	21
7.1. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA.....	21
8. REZULTATI ISTRAŽIVANJA	22
9. ZAKLJUČAK	30
10. LITERATURA	31

1. UVOD

Pohrana podataka odnosi se na procese i tehnologije koje korisnicima omogućavaju spremanje, upravljanje i čuvanje digitalnih informacija. U digitalnom dobu današnjice uočljiv je eksponencijalni rast količine podataka koju korisnici pohranjuju u prostorima za pohranu, time se stvaraju sve veći izazovi za infrastrukturu pohrane podataka. Raspoznajemo različite vrste medija, magnetne diskove, *SSD*-ove, optičke diskove, a svaka od navedenih tehnologija ima svoje prednosti i nedostatke. Zbog toga nam se pojavljuje problem kod podatkovnih centara koji već sada troše značaj udio globalne električne energije, a sudeći po trendu koji raste eksponencijalno, može se predvidjeti dodatno povećanje rastom digitalizacije (Masanet et al, 2020).

Iz tog razloga, za održivu pohranu digitalnih podataka neophodna je primjena tehnologija i tehnika koje mogu smanjiti potrošnju energije i emisiju ugljika. Korištenje obnovljivih izvora energije, povećanje energetske učinkovitosti podatkovnih centara i pojednostavljenje procesa upravljanja i pohrane podataka samo su neki od primjera toga (Coroama, Hilty & Birtel, 2020). Ključan izazov je pronaći način na koji se može zadovoljiti rastuća potreba za pohranom podataka, dok se istovremeno smanjuje utjecaj na okoliš. (Jones, 2018)

Cilj ovog rada je ispitivanje novog razvoja tehnologija i trendova kojima je fokus na održivoj pohrani digitalnih podataka, dok je poseban naglasak na tehnološkoj održivosti kojoj je cilj maksimizacija resursa i smanjivanje potrošnje energije za pohranu podataka. Također će se u obzir uzeti i financijska održivost, odnosno optimizacija troškova i održavanja skladišnog sustava. Rad će razmotriti konkretne primjere iz realnog okruženja i mišljenja korisnika. Krajnji cilj je jamčiti dugoročnu održivost digitalne infrastrukture, s fokusom na tehnološke elemente koji će se baviti promicanjem ekonomske i ekološke učinkovitosti (Koot & Wijnhoven, 2021).

2. OPĆI POJAM POHRANE DIGITALNIH PODATAKA I KARAKTERISTIKE

Pohrana digitalnih podataka obuhvaća sve tehnologije, procese i metode koje korisniku i organizacijama omogućuju spremanje, organizaciju i dugoročno očuvanje podataka u različitim digitalnim formatima. Količina podataka koja se proizvodi od strane korisnika i organizacija je u eksponencijalnom rastu, te moderna rješenja pohrane moraju biti skalabilna i energetske učinkovite, a s fokusom na glavne izazove koji moraju uključiti osiguranje visokog kapaciteta, brzinu pristupa, sigurnost samih podataka i održivost sustava za pohranu (Gousia et al., 2022).

2.1. KARAKTERISTIKE SUSTAVA ZA POHRANU DIGITALNIH PODATAKA

Kapacitet pohrane se odnosi na onu količinu podataka koju određeni sustav može pohraniti. U sustavima današnjice kapacitet se kontinuirano povećava kako bi odgovarao rastućim potrebama digitalnog društva. Tehnologije kao što je pohrana u oblaku mogu omogućiti skoro pa i beskonačno skaliranje kapaciteta, te ju to čini privlačnom opcijom za organizacije koje upravljaju pohranom podataka (Li et al., 2021).

Brzina pristupa podacima je ključan faktor za učinkovito funkcioniranje sustava pohrane, a posebice kod onih aplikacija koje zahtijevaju česte upite korisnika i brzu obradu podataka. *SSD-ovi (Solid State Drives)* u odnosu na *HDD-ove (Hard Disk Drives)* pružaju znatno veće brzine što ih čini pogodnim za sustave koji zahtijevaju brzi pristup velikim količinama podataka (Masanet et al., 2020).

Pouzdanost i sigurnost također su ključni elementi svakog sustava koji se bavi pohranom podataka. Blockchain tehnologija zbog svojih decentraliziranih mehanizama nudi korisniku povećanu sigurnost i otpornost na vanjske manipulacije. Takvi sustavi koji koriste *blockchain* omogućuju transparentno praćenje i upravljanje podacima, bez oslanjanja na centralizirane entitete (Gousia et al., 2022).

Podatkovni centri, a osobito oni koji koriste tradicionalne *HDD-ove* poznati su po visokoj potrošnji energije. Korištenje *SSD-ova*, optimizacija hlađenja i prelazak na obnovljive izvore energije ključne su mjere za smanjenje negativnog utjecaja na okoliš. Empirijska

istraživanja ukazuju na to kako tehnologije pohrane mogu smanjiti emisije ugljika i osigurati bolju održivost podatkovnih centara (Masanet et al., 2020).

Skalabilnost sustava za pohranu podataka odnosi se na njihovu sposobnost proširivanja kapaciteta po potrebi, bez smanjenja performansi. Organizacije uz pomoć pohrane u oblaku u mogućnosti su brzo se prilagoditi promjenama u količini podataka, zbog visokog stupnja fleksibilnosti koje pohrana u oblaku nudi (Nascimento et al., 2022; Bento A.).

3. TEHNOLOGIJE ZA POHRANU DIGITALNIH PODATAKA

Rast količine digitalnih podataka čovjeku je stvorilo potrebu za stalnim inovacijama u tehnologijama pohrane. Tehnologije današnjice razvijaju se kako bi korisniku pružile veći kapacitet, bržu obradu i bolju sigurnost podataka. Obuhvaćamo različite tehnologije pohrane podataka, od onih tradicionalnih magnetskih diskova, *SSD*-ova, *cloud* pohrane pa sve do onih najnovijih kao što je *DNA* pohrana i kvantna memorija (Mellor, 2023).

Nove tehnologije poput *DNA* pohrane mogu ponuditi potencijal za pohranu velikih količina podataka na malom prostoru čime se dugoročna pohrana podataka lako ostvaruje. S druge strane možemo prepoznati kvantnu memoriju koja se temelji na kvantnim bitovima (eng. *qubits*), ona korisniku može omogućiti nevjerojatne brzine i mogućnosti obrade podataka što će uvelike unaprijediti mogućnosti pohrane u budućnosti (Tabatabaei, 2022).

3.1. MAGNETSKI DISKOVI (*HDD*)

Zahvaljujući svojoj pouzdanosti i niskoj cijeni, *HDD*-ovi su dugo bili osnovna tehnologija za pohranu podataka. Međutim, njihova dominacija tržišta značajno je opala sa razvojem novih *SSD* diskova koji korisniku omogućuju veću brzinu i bolju učinkovitost. *HDD*-ovi i dalje imaju svoju svrhu u pohrani podataka, korisniku mogu ponuditi dobar omjer cijene i kapaciteta, a svoju dugoročnu upotrebu mogu pronaći u dana centrima i velikim arhivama (IEEE, 2024).

3.2. *SSD* (*SOLID STATE DRIVE*)

Za razliku od *HDD*-ova, *SSD*-ovi predstavljaju revolucionarnu tehnologiju koja je temeljena na *flash* memoriji i nema pokretnih dijelova kao što je rotirajuća ploča kod *HDD*-ova. Temeljne značajke *SSD*-ova odnose se na brži pristup podacima i manju potrošnju energije. A upravo to ih čini idealnima za sustave koji imaju potrebe za visokim performansama kao što su računalni serveri i osobna računala. Međutim, cijena *SSD*-ova po gigabajtu u usporedbi sa *HDD*-ovima je i dalje znatno veća, ali sa kontinuiranim razvojem, kapacitet i cijena *SSD* diskova postaju sve pristupačniji (Mellor, 2023).

3.3. POHRANA U OBLAKU (ENG. CLOUD STORAGE)

Pohrana u oblaku za razliku od *HDD*-a i *SSD*-a nudi rješenje koje korisniku omogućava spremanje podataka na udaljene servere kojima se može pristupiti preko interneta. Ova tehnologija pruža fleksibilnost i skalabilnost iz razloga što korisniku nudi pristup podacima sa bilo koje lokacije i uređaja. U realnom okruženju imamo primjer velikih tvrtki poput *Amazona*, *Googlea* i *Microsofta* koje pružajući cloud usluge smanjuju potrebu za fizičkom infrastrukturom, no izazovi ostaju u domeni sigurnosti podataka i privatnosti (Hidayah M, 2023).

3.4. INOVACIJE: POHRANA U DNA I KVANTNA MEMORIJA

Kvantna memorija predstavlja važan napredak u budućnosti pohrane podataka, omogućavajući pohranu u kvantne bitove (*qubits*). Za razliku od trenutne klasične memorije koja koristi binarne „0“ i „1“, kvantni bitovi mogu istovremeno biti u superpoziciji tih dvaju stanja, čime dolazi do dramatičnog povećanja kapaciteta i brzine obrade podataka. Ova tehnologija može omogućiti simultano izvođenje više operacija, čineći je idealnom za složene zadatke poput kvantnih računalnih sustava i naprednih komunikacija. Istraživanja ukazuju kako kvantna memorija može u budućnosti igrati ključnu ulogu u kvantnim mrežama pružajući veće brzine prijenosa (Figuroa, 2024)

Kvantne memorije, poput onih razvijenih u dijamantnim strukturama, omogućuju pohranu većeg broja kvantnih informacija čime se otvaraju vrata za kvantni Internet. Takvi sustavi također imaju mogućnost dugoročno čuvati podatke uz minimalan gubitak informacija, što je u takvom slučaju presudno za stabilnost kvantnih mreža (Nature, 2019).

4. ODRŽIVA POHRANA DIGITALNIH PODATAKA

Kada govorimo o održivoj pohrani podataka iz perspektive privatnog korisnika, važno je u obzir uzeti više aspekta, a to su: tehnološki, financijski i ekološki aspekt. Održiva pohrana nam je tada poveznica između dugotrajnosti tehnologije, pristupačnih cijena i minimalnog utjecaja na okoliš. *SSD*-ovi omogućuju veću energetska efikasnost tokom rada ali je važno i razmotriti cijeli životni ciklus uređaja, u to ulazi i proizvodnja i odlaganje uređaja, kako bi se naposljetku smanjio ukupni ekološki otisak. S druge strane, *cloud* tehnologija smanjuje potrebu za fizičkim uređajima te korisniku nudi pristup podacima sa bilo kojeg uređaja i lokacije, međutim podatkovni centri koji te usluge održavaju troše značajne količine energije, posebice za hlađenje i održavanje redundantnih sustava što može utjecati na okoliš (Mersico L., Abroshan H., 2024).

4.1. TEHNOLOŠKI ASPEKT

Tehnološka održivost podrazumijeva korištenje rješenja koja mogu dugoročno zadovoljiti potrebe za pohranom podataka, dok istovremeno osiguravaju efikasnost u potrošnji energije i pouzdanost. Privatni korisnici u današnje vrijeme imaju mogućnost biranja između nekoliko rješenja, uključujući *SSD*-ove, *HDD*-ove i *Cloud* pohranu (Pires F., 2022):

SSD-ovi se često znaju isticati kao energetska efikasnija i dugotrajnija rješenja u usporedbi sa *HDD*-ovima, čineći ih održivim izborom za privatne korisnike kada se gleda sa strane operativne potrošnje energije. Međutim, neka istraživanja sugeriraju da *SSD*-ovi imaju veći ekološki utjecaj tijekom proizvodnje u usporedbi sa *HDD*-ovima zbog složenih proizvodnih procesa. Proizvodnja *SSD*-ova zahtijeva više poluvodičkih komponenti poput *NAND flash* memorije, *DRAM*-a i kontrolera, što rezultira većom potrošnjom energije i emisijom ugljika tijekom proizvodnje (Balde, et al., 2020).

S druge strane *cloud* pohrana korisnicima nudi tehničko održivo rješenje s pristupom podacima sa bilo koje lokacije i uređaja, međutim treba uzeti u obzir velike energetske zahtjeve podatkovnih centara koji stoje iza ovakvih usluga. Tvrtke poput *Googlea* i *Amazona* sve više prelaze na obnovljive izvore energije kako bi se ugljični otisak smanjio, ali individualni korisnici moraju biti svjesni kako *cloud* pohrana može imati značajan ekološki utjecaj unatoč tehničkoj praktičnosti (MIT SERC, 2022).

29.11.2024

Za razliku od *SSD*-ova, magnetski diskovi su energetske manje efikasni i sporiji, međutim još uvijek nude veliki kapacitet po nižoj cijeni što ih još uvijek čini privlačnim za dugoročnu pohranu podataka. S obzirom da *SSD*-ovi brzo napreduju što se tiče tehnologije, lako je zaključiti da *HDD*-ovi polako gube svoju prednost, posebice kada u obzir uzmemo kraću životnu dob i veću stopu kvarova (Pires, 2022).

4.2. FINANCIJSKI ASPEKT

Kada razmatramo održivu pohranu podataka u cijelosti, važno je i uzeti u obzir troškove koji uključuju inicijalne investicije, dugoročne troškove održavanja i energetske učinkovitost. Ključni čimbenici su sljedeći:

Iako je u početku investicija u *SSD*-ove veća, njihova dugoročna održivost opravdava tu cijenu. Prema izvješću „Blackblaze Drive Stats for Q2 2023“, *SSD*-ovi imaju niže stope kvarova u usporedbi s *HDD*-ovima, što ukazuje na njihovu veću pouzdanost i duži životni vijek (Backblaze, 2023).

Za razliku od *SSD*-ova i *HDD*-ova koji su fizička pohrana podataka, *Cloud* pohrane možemo karakterizirati kao model „plaćaj koliko koristiš“, takav model cloud pohranu čini fleksibilnom i atraktivnom za one korisnike koji ne žele ulagati u skupu fizičku opremu. S druge strane, dugoročno, ponavljajući mjesečni troškovi mogu postati znatni, osobito za one korisnike sa velikim količinama podataka. Za korisnike koji svoje podatke žele bolje osigurati i šifrirati, pojavljuju se i dodatni troškovi koji zajedno povećavaju ukupni trošak korištenja *Cloud* usluge (MIT SERC, 2022).

Isplativa varijanta fizičke pohrane podataka su svakako *HDD*-ovi, koji korisnicima pružaju najveći kapacitet po nižoj cijeni po gigabajtu (*GB*), dugoročno gledajući, troškovi mogu biti veći zbog čestih kvarova i potrebe za zamjenom uređaja. Također, zbog svoje osjetljivosti na udarce i pomicanja dok su u radu, imaju višu stopu gubitaka podataka, što dodatno povećava troškove (Pires F., 2022).

4.3. EKOLOŠKI ASPEKT

Ekološka održivost podataka uz tehnološki i financijski aspekt, važan je aspekt pri odabiru rješenja za pohranu podataka s obzirom na energetske potrošnje i otpad elektroničke opreme.

SSD-ovi su energetske efikasniji uređaji koji troše manje električne energije u usporedbi sa svojim prethodnikom, *HDD*-ovima, čime se smanjuje ugljični otisak. Nastavno, njihova dugotrajnost smanjuje potrebu za čestim zamjenama što naposljetku rezultira manjom količinom elektroničkog otpada. Ipak, sama proizvodnja *SSD*-ova uključuje rudarenje rijetkih materijala što ima određeni negativni utjecaj na okoliš (Pires F., 2022).

S druge strane *cloud* pohrana omogućuje korisnicima pristup njihovim podacima putem mobilnih telefona ili računala bez potrebe za fizičkim uređajima za pohranu. Podatkovni centri koji podržavaju *cloud* usluge troše značajne količine energije za hlađenje i održavanje servera. Prema izvješću „Data Centres and Energy – From Global Headlines to Local Headaches“ (International Energy Agency, 2020), podatkovni centri čine oko 1% globalne potrošnje električne energije. Mnogi pružatelji usluga nastoje preći na obnovljive izvore energije kako bi smanjili negativan utjecaj na okoliš. Primjerice, Google je istaknuo svoju predanost korištenja 100% bezugljične energije 24/7 do 2030. godine. (Google, 2024).

U usporedbi sa *SSD*-ovima, troše više energije zbog korištenja mehaničkih dijelova. Prema članku „Energy Consumption and Energy Efficiency of Storage Systems“ (Masanet et al., 2020), *HDD*-ovi imaju veće energetske zahtjeve zbog rotirajućih diskova i pokretnih glava za čitanje/pisanje. Proizvodnja *HDD*-ova zahtijeva korištenje metala i rijetkih zemnih materijala, što rezultira značajnim ekološkim troškovima. Studija „Life cycle assessment of emerging technologies on value recovery from hard disk drives“ (Jin, 2019) pokazuje da proces proizvodnje *HDD*-ova, uključujući ekstrakciju resursa, ima visok ugljični otisak. Recikliranje *HDD*-ova je složenije zbog mehaničkih komponenti, prema izvješću „The Global E-waste Monitor 2020 (Balde, et al., 2020) mehaničke komponente otežavaju proces recikliranja i smanjuju njegovu ekonomsku isplativost u usporedbi s modernim alternativama kao što su *SSD*-ovi.

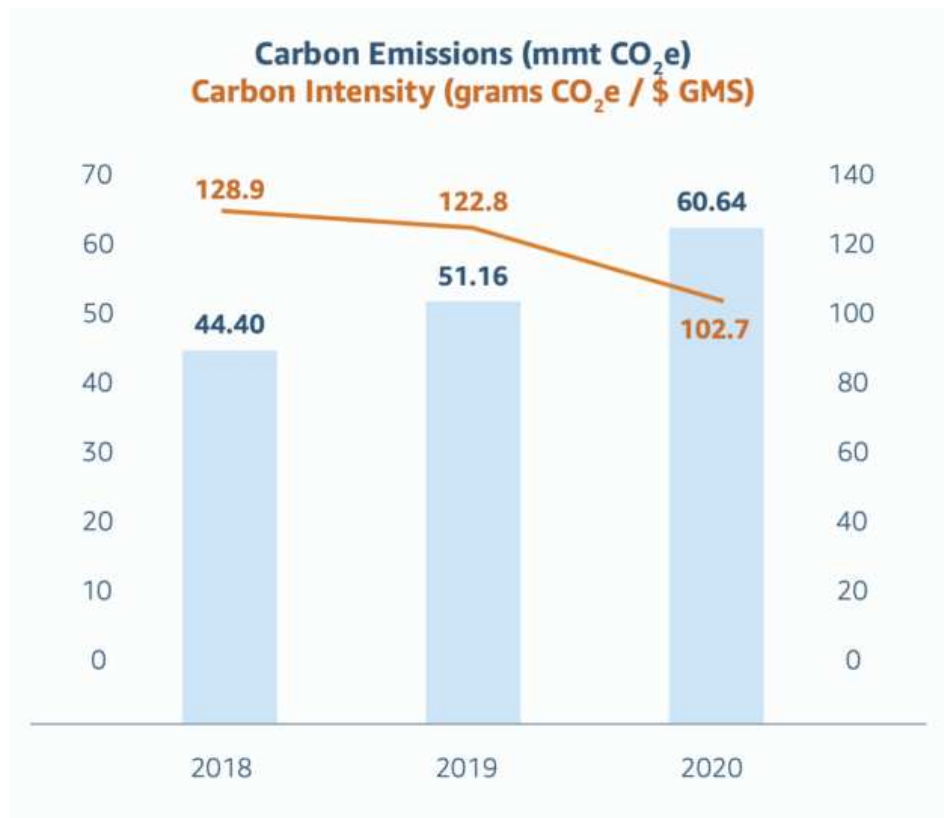
5. PRIMJERI PRAKSE IZ REALNOG OKRUŽENJA

Uvođenje održivih rješenja za pohranu podataka postaje ključni prioritet za mnoge tehnološke kompanije te u nastavku slijedi nekoliko primjera iz realnog okruženja.

5.1. AMAZON WEB SERVICES (AWS)

Što se tiče pružanja *Cloud* usluga privatnim korisnicima, nalazi se na prvom mjestu, a ističe se po svim naporima u smanjenju utjecaja na okoliš i održivosti općenito. *AWS* nudi usluge kao što su **Amazon S3** i **Amazon EC2**, koje korisnicima omogućuju skalabilnu i fleksibilnu pohranu podataka sa optimiziranim energetske učinkom. To smanjuje potrebu za fizičkom infrastrukturom korisnika, dok se u podatkovnim centrima ulažu napori kako bi se emisije stakleničkih plinova smanjile (*AWS Sustainability Report*, 2021).

AWS također koristi i automatizirane sustave hlađenja koji mogu prilagoditi potrošnju energije stvarnim potrebama podataka, a rezultat toga su optimizacija troškova i povećana učinkovitost (*AWS Sustainability Report*, 2021). Kroz ove inicijative, *AWS* pokazuje svoju posvećenost postizanju održivosti kroz inovativne tehnologije, a napori u kombiniranju obnovljivih izvora energije postavljaju visoke standarde u industriji računalstva u oblaku. Takav pristup ima utjecaja na čistu energiju, a to postižu ulaganjem i optimizacijom resursa te korištenjem učinkovitih sustava, na taj način se osigurava dugoročna održivost, smanjenje troškova i smanjivanje puštanja štetnih tvari u okoliš. Slika 1 (*AWS Sustainability Report*, 2021) ilustrira na koji način *AWS* smanjuje CO₂, vidljivo je kako količina emisija po dolaru generirane prodaje zapravo opada, što sugerira poboljšanja u energetske učinkovitosti ili prelazak na čišće izvore energije unatoč rastu ukupne emisije.



Slika 1. Amazonove emisije ugljika i intenzitet ugljika (Izvor: <https://www.geekwire.com/2021/amazon-sustainability-report-carbon-emissions-rose-19-2020-pandemic-drove-record-revenue/>)

5.2. SEAGATE TECHNOLOGY

Seagate technology je globalna kompanija koja je specijalizirana za proizvodnju tvrdih diskova i rješenja za pohranu podataka. Za razliku od AWS-a, *Seagate* je pionir u razvoju *HDD* tehnologije, pružajući usluge koji svoju ulogu pronalaze u osobnim računalima, serverima i podatkovnim centrima širom svijeta.

Također je poznat po svojim inovacijama u kapacitetu pohrane i energetske učinkovitosti. Integrira održivost kroz različite aspekte svog poslovanja, a posebno u proizvodnji *HDD*-ova i *SSD*-ova. Strategija održivosti fokusira se na smanjenje negativnog utjecaja na okoliš, povećanje energetske efikasnosti te usvajanje kružnih ekonomskih praksi kroz recikliranje i ponovnu upotrebu resursa.

Seagate se aktivno zalaže za smanjivanje emisija ugljika unutar svojih proizvodnih procesa i poslovnih operacija. Cilj kompanije je postići 20% smanjenje emisija stakleničkih plinova do 2025. godine kroz energetske efikasne tehnologije i prijelaz na obnovljive izvore energije u njihovim proizvodnim objektima (*Seagate Sustainability 2023*). Na slici 2. (*Seagate Sustainability 2023*) prikazane su ukupne emisije u periodu od 2017. do 2022. godine. Ukupne emisije su varirale dok je intezitet emisija bio u značajnom padu. To odražava *Seagate*-ov napor u postizanju ciljeva smanjenja emisija kroz optimizaciju energetske učinkovitosti i prelazak na održivije poslovne prake.



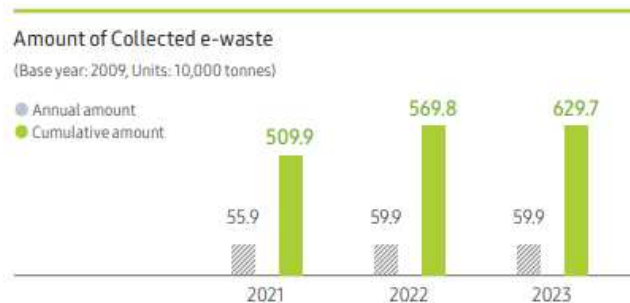
Slika 2. Seagatove ukupne emisije stakleničkih plinova (Izvor: <https://www.seagate.com/content/dam/seagate/assets/esg/resources/files/seagate-fy2023-esg-performance-report.pdf>)

U proizvodnji svojih uređaja nastoji uvelike smanjiti potrebu rijetkih materijala i drugih resursa koji mogu imati negativan utjecaj na okoliš. Suradnja sa dobavljačima osigurava odgovorne izvore koji se koriste u proizvodnji *SSD*-ova i *HDD*-ova (*Storage, 2023*). Kružnom ekonomijom *Seagate* primjenjuje praksu recikliranja svojih proizvoda. Na taj način smanjuje se elektronički otpad, a neki *HDD*-ovi prolaze i proces obnavljanja kako bi im se produljio vijek trajanja (*Seagate, 2024*).

5.3. SAMSUNG ELECTRONICS

Samsung Electronics jedan je od vodećih svjetskih brendova koji u svom portfelju ima širok spektar proizvoda koje nude. *Samsung* je također jedan od vodećih svjetskih proizvođača SSD-ova, a poznat je i po mnogim inovacijama u tehnologiji pohrane podataka. Jedan od takvih inovacija je *NAND* flash memorija koja korisniku može omogućiti značajno brže performanse i veću energetska učinkovitost u usporedbi sa tradicionalnim tvrdim diskovima (StoredBits, 2024).

Što se tiče ekološkog aspekta održivosti, *Samsung* je postavio ambiciozne ciljeve u smanjenju emisije u svim svojim poslovnim sektorima do 2030. godine planiraju smanjiti emisije za čak 70% u usporedbi sa razinama iz 2020. godine, a posebice u proizvodnim pogonima u Južnoj Koreji, Kini i SAD-u. *Samsung* ulaže u projekte koji se fokusiraju na obnovljive energije širom svijeta, uključujući solarne panele i vjetroelektrane, te do 2025. godine planiraju koristiti 100% obnovljivu energiju (Samsung Sustainability, 2024). Slika 3 (Samsung Sustainability, 2024) prikazuje količinu oporavljenog e-otpada u razdoblju od 2009. do 2023. godine, sa planom proširenja sustava oporavka otpadnih proizvoda na sve zemlje u kojima se vrši prodaja proizvoda.



Slika 3. Samsungovo prikupljanje e-otpada (Izvor: https://www.samsung.com/global/sustainability/media/pdf/Samsung_Electronics_Sustainability_Report_2024_ENG.pdf)

Jedan od *Samsungovih* programa pod nazivom *Samsung Recycling Direct* omogućuje svojim korisnicima odgovorno odlaganje starih elektroničkih uređaja. *Samsung* prikuplja stari e-otpad (pametni telefoni, televizori, monitori i drugi elektronički proizvodi) te osigurava da se taj otpad reciklira i pravilno odlaže u cilju smanjivanja količine elektroničkog otpada koji naposljetku završi na odlagalištima. Nakon prikupljanja sav elektronički otpad prolazi kroz proces razgradnje gdje se svi korisni materijali kao što su metali, plastika i rijetki minerali izdvajaju i recikliraju. Korištenjem recikliranih materijala, *Samsung* uvelike smanjuje potrebu za potragom novih sirovina i doprinosi smanjenju ekološkog otiska. Zbog velike količine elektroničkog otpada koji sadrži opasne materijale, *Samsung* materijale pravilno obrađuje kako bi se taj negativan utjecaj minimizirao (Samsung Sustainability, 2024).

6. KORISNIČKE PRAKSE U ODRŽIVOJ POHRANI PODATAKA

Korisnici sve više prepoznaju važnost održivosti u načinu na koji pohranjuju i upravljaju svojim digitalnim podacima. Ova promjena u ponašanju potaknuta je rastućom svijješću o ekološkim pitanjima i utjecaju tehnologije na okoliš (Balde, et al., 2020).

Jedan od primjera takvog ponašanja je prelazak na energetski učinkovitije uređaje za pohranu, poput *SSD*-ova umjesto tradicionalnih *HDD*-ova. Prema istraživanjima, *SSD*-ovi troše manje energije i imaju duži vijek trajanja, što smanjuje potrebu za čestom zamjenom uređaja i rezultira manjim elektroničkim otpadom (Balde et al., 2020).

Korištenje usluga pohrane u oblaku s naglaskom na održivost jedan je od značajnijih trendova. Korisnici biraju pružatelje usluga koji su posvećeni smanjenju emisija stakleničkih plinova i korištenju obnovljivih izvora energije. Primjerice, *Google Cloud Platform* i *Microsoft Azure* javno su se obvezali na postizanje ugljične neutralnosti (Google Sustainability, 2024; Microsoft Sustainability, 2024).

Recikliranje i odgovorno zbrinjavanje elektroničkog otpada također je jedan od prioriteta za mnoge korisnike. Prema izvješću *The Global E-waste Monitor 2020*, svijest o recikliranju elektroničkog otpada raste, što doprinosi smanjenju negativnog utjecaja na okoliš (Balde et al., 2020).

Optimizacija pohrane podataka kroz brisanje nepotrebnih datoteka i korištenje alata za kompresiju još je jedan od primjera održivog ponašanja. Tim načinom korisnici smanjuju količinu podataka koje pohranjuju, što rezultira manjom potrošnjom energije u podatkovnim centrima (Masanet et al., 2020).

Spremnost na plaćanje više za ekološki prihvatljive usluge također odražava promjenu u ponašanju korisnika. Istraživanja pokazuju da sve veći broj korisnika cijeni ekološku odgovornost pružatelja usluga i spreman je podržati takve inicijative (PwC, 2021).

U radu „*The Cloud Is Material: On The Environmental Impacts of Computatuion and Data Storage (2022)*“ autor je analizirao ekološke troškove pohrane podataka i računalnih usluga u *cloudu*. Korištenje podatkovnih centara, iako omogućava fleksibilnost i skalabilnost, ima značajan utjecaj na okoliš zbog velike potrošnje energije za napajanje i hlađenje servera. Rad ističe da su glavni pokretači ekološkog otiska podatkovnih centara

rastuća potražnja za digitalnim uslugama i složenost sustava za pohranu. Autor naglašava kako osviješćivanje korisnika o tim utjecajima i poboljšanje energetske učinkovitosti centara mogu pomoći u smanjenju ukupnog ekološkog opterećenja.

Nastavno, u članku „*Green Data Centers for Energy Optimization and Carbon Footprint Reduction (2023)*“, istraživanje je usmjereno na mjere koje mogu smanjiti ugljični otisak podatkovnih centara kroz optimizaciju energetske učinkovitosti. Rad pruža pregled tehnologija i praksi, kao što su korištenje obnovljivih izvora energije, napredni sustavi hlađenja i sustavi za recikliranje topline, koji sve pridonose smanjenju emisija. Naglašena je potreba za razvojem zelenih tehnologija u podatkovnim centrima, što postaje ključan element strategija održivog ravoja za pružatelje *cloud* usluga.

Što se tiče kružne ekonomije, Nacionalni laboratorij za obnovljive izvore energije (*NREL*) u radu „*In a Circular Economy, Hard Drives Could Have Multiple Lives in the Future (2021)*“ razmatra mogućnosti primjene načela kružne ekonomije u recikliranju i ponovnoj uporabi tvrdih diskova. Istraživanje naglašava kako bi kružni pristup mogao produžiti radni vijek *HDD*-ova, čime bi se smanjila količina elektroničkog otpada i smanjila potražnja za novim sirovinama. Prijelaz na model održive upotrebe, gdje bi *HDD*-ovi prošli kroz proces obnove i ponovne uporabe predstavlja značajan korak prema ublažavanju ekološkog otiska digitalne pohrane podataka.

7. ISTRAŽIVANJE KORISNIKA O ODRŽIVOJ POHRANI DIGITALNIH PODATAKA

Za potrebe pisanja ovog završnog rada, provedeno je istraživanje korisnika o održivoj pohrani podataka i načinu na koji se odnose prema pohrani digitalnih podataka. Ciljevi istraživanja su:

1. Ispitati stavove korisnika o važnosti ekološki prihvatljivih metoda digitalnih podataka
2. Analizirati navike korisnika u vezi s recikliranjem uređaja za pohranu podataka i korištenjem energetski učinkovitih tehnologija

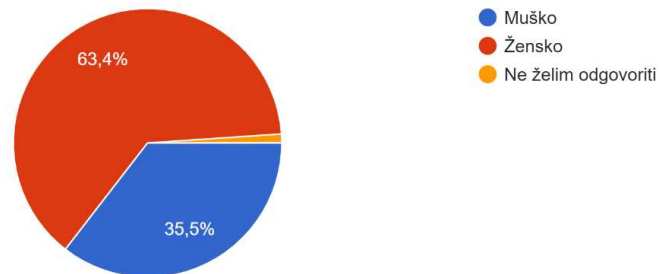
7.1. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Za prikupljanje podataka korišten je anonimni anketni upitnik izrađen putem *Google Obrasca*. Upitnik je podijeljen putem zajedničkih digitalnih platformi, a ciljnu skupinu činili su korisnici različitih dobnih skupina. U anketi je sudjelovalo 186 ispitanika koji su odgovarali na pitanja vezana uz svoje navike pohrane podataka i svijest o ekološkim aspektima takvih tehnologija. Anketa je sadržavala pitanja o vrstama pohranjenih podataka, metodama pohrane, održivosti i sigurnosti pohrane, a provedena je tijekom listopada 2024. godine. Podaci su obrađeni u *Excelu*.

8. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

U istraživanju je ukupno sudjelovalo 186 osoba, od kojih je 118 žena (63,4 %), 66 muškaraca (35,5 %) i 2 koji se nisu izjasnili (1,1 %), a to je vidljivo na *Slici 4*.

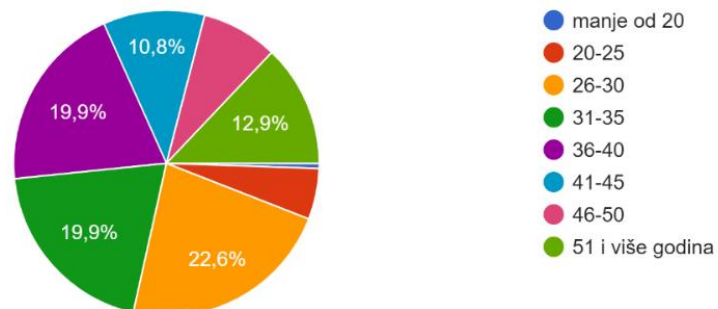
Upišite spol:
186 odgovora



Slika 4. Uzorak ispitanika

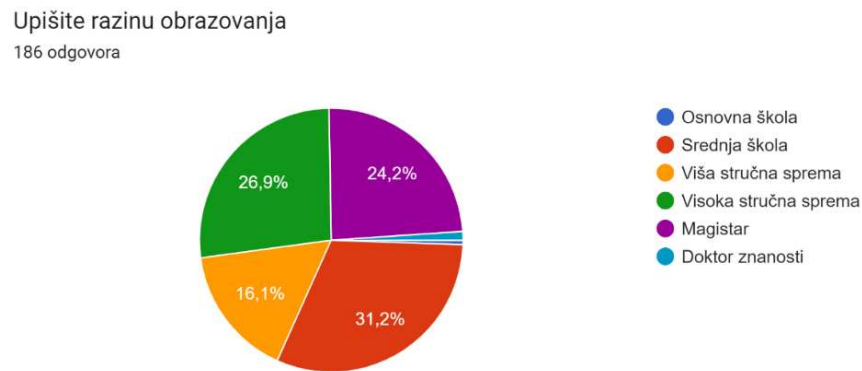
Uzorak ispitanika prema dobi sastojao se od 186 osoba raspoređenih u različite dobne skupine, vidljivo na *Slici 5*. Najveći postotak ispitanika (22,6%) čine osobe u dobi od 26 do 30 godina. Skupine ispitanika u dobi od 31 do 35 godina i 51 i više godina jednako su zastupljene s udjelom od 19,9%. Osobe u dobi od 36 do 40 godina čine 12,9% ispitanika, dok su ispitanici od 46 do 50 godina predstavljeni s 10,8%. Najmanji postotak čine osobe mlađe od 20 godina, s udjelom od 10,8%.

Upišite dob:
186 odgovora



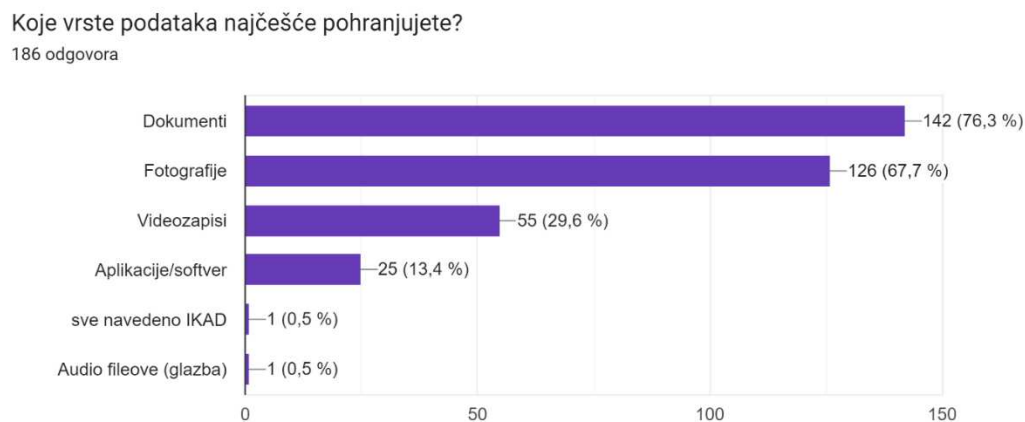
Slika 5. Uzorak ispitanika prema dobi

Grafikon sa *Slike 6.* prikazuje razinu obrazovanja. Srednju školu ima najveći postotak ispitanika (31,2%), dok 26,9% ima visoku stručnu spremu. Slijede ispitanici s titulom magistra koji čine 24,2% uzorka. Višu stručnu spremu ima 16,1% ispitanika. Manji postotak čine oni s osnovnom školom (0,5%) i doktoratom znanosti (1,1%).



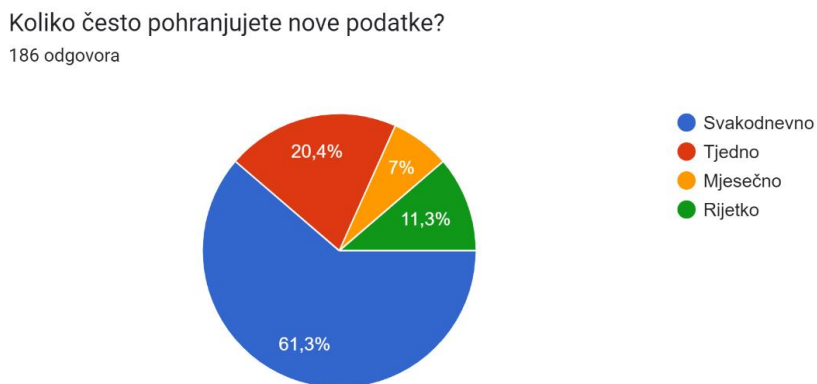
Slika 6. Uzorak ispitanika prema obrazovanju

Odgovore ispitanika na pitanje "Koje vrste podataka najčešće pohranjujete?" prikazuje grafikon na *Slici 7.* Najveći broj ispitanika (76,3 %) naveo je kako pohranjuju dokumente. Fotografije su bile drugi najčešći odgovor s 67,7 %, dok su videozapisi pohranjeni kod 29,6 % ispitanika. Manji postotak ispitanika pohranjuje aplikacije ili softver (13,4 %). Pojedinačni odgovori za "Sve navedeno ikad" i "Audio fileove (glazbu)" iznosili su po 0,5 % sudionika.



Slika 7. Vrste podataka koje ispitanici najčešće pohranjuju

Grafikon na *Slici 8.* prikazuje učestalost pohrane novih podataka, a većina ispitanika (61,3%) pohranjuje nove podatke svakodnevno. Tjedno nove podatke pohranjuje 20,4% ispitanika, dok mjesečno to čini 11,3% sudionika. Najmanji postotak ispitanika (7%) rijetko pohranjuje nove podatke.



Slika 8. Učestalost pohrane novih podataka

Na *Slici 9.* vidljiv je grafikon koji prikazuje raspodjelu metoda pohrane podataka. Najčešće korištena metoda je pohrana u oblaku (*Google Drive, Dropbox*) s 125 ispitanika (67,2%). Lokalne servere koristi 78 ispitanika (41,9%), dok 50 ispitanika (26,9%) koristi vanjske tvrde diskove (*HDD/SSD*). *USB* memorije koristi 33 ispitanika (17,7%), a jedan ispitanik (0,5%) koristi sve moguće medije za pohranu podataka.

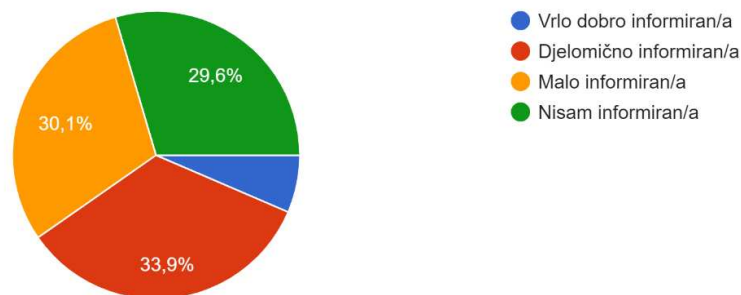


Slika 9. Najčešće metode pohrane koje ispitanici koriste

Razina informiranosti ispitanika o ekološkom utjecaju pohrane digitalnih podataka prikazana je na *Slici 10*. Najveći dio ispitanika, njih 33,9%, je djelomično informiran o ovoj temi. Slijedi 30,1% ispitanika koji su malo informirani, dok 29,6% nije uopće informirano o ekološkim aspektima pohrane podataka. Samo 6,5% ispitanika izjavilo je da su vrlo dobro informirani o ovom pitanju.

Koliko znate o ekološkom utjecaju pohrane digitalnih podataka, poput potrošnje energije cloud sustava i mogućnosti recikliranja uređaja za pohranu?

186 odgovora

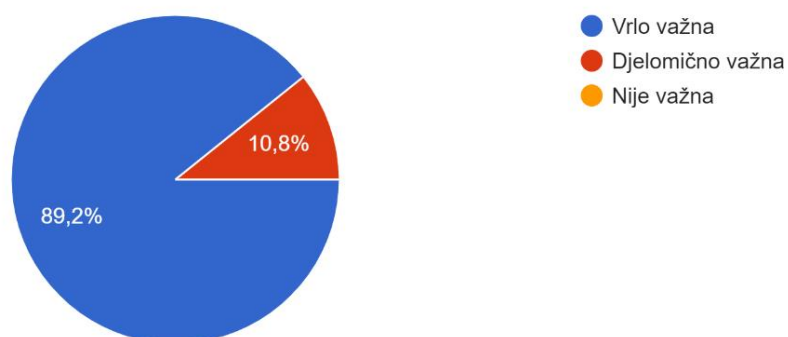


Slika 10. Informiranost o ekološkom utjecaju pohrane podataka

Slika 11. prikazuje grafikon koji prikazuje važnost sigurnosti pohrane podataka za ispitanike. Velika većina ispitanika (89,2%) smatra da je sigurnost pohrane podataka vrlo važna. Djelomično važnom sigurnost smatra 10,8% ispitanika, dok nitko od ispitanika nije naveo da im sigurnost nije važna.

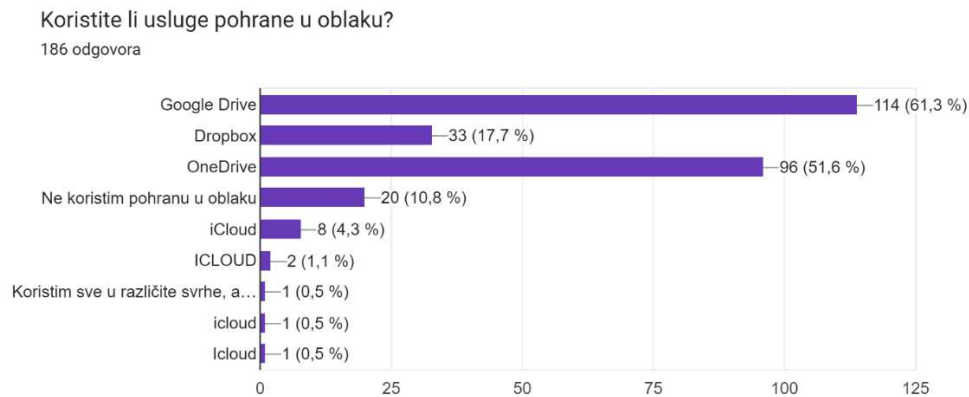
Koliko Vam je važna sigurnost pohrane podataka?

186 odgovora



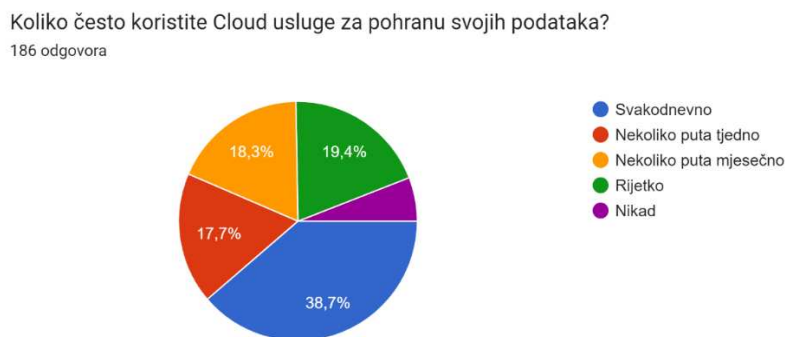
Slika 11. Važnost sigurnosti pohrane podataka među ispitanicima

Na *Slici 12.* je prikazan grafikon koji prikazuje stav ispitanika o korištenju usluga pohrane podataka u oblaku. Kada je riječ o korištenju usluga pohrane u oblaku, većina ispitanika (61,3%) koristi *Google Drive*, dok je *OneDrive* preferiran kod 51,6% sudionika. *Dropbox* koristi 17,7% ispitanika, a *iCloud* koristi manji postotak, njih 6,5%. Zanimljivo je da 10,8% ispitanika uopće ne koristi usluge pohrane u oblaku.



Slika 12. Korištenje usluga pohrane u oblaku

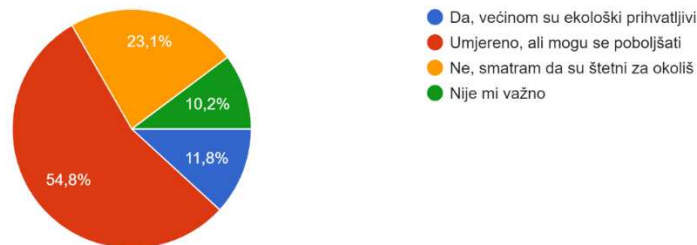
Grafikon prikazuje koje usluge pohrane koriste ispitanici, a ti su rezultati vidjivi na *Slici 13.* Na pitanje o učestalosti korištenja *Cloud* usluga za pohranu podataka, većina ispitanika (38,7%) navela je da svakodnevno koristi takve usluge. Nekoliko puta mjesečno koristi 19,4% ispitanika, dok 18,3% ispitanika pohranjuje podatke nekoliko puta tjedno. Jednaki postotak ispitanika (18,3%) odgovorio je da rijetko koristi *Cloud* usluge, a samo 6% njih navelo je da ih nikad ne koristi.



Slika 13. Učestalost korištenja *Cloud* usluga

Na *Slici 14.* vidljivo je kako temeljem odgovora ispitanika, većina (54,8%) smatra da su uređaji koje koriste za pohranu podataka, poput *USB*-ova, vanjskih diskova i *SSD*-ova, umjereno ekološki prihvatljivi, ali vjeruju da postoji prostor za poboljšanje. Manji postotak ispitanika (23,1%) smatra da su ti uređaji štetni za okoliš. S druge strane, 11,8% ispitanika navelo je da su njihovi uređaji uglavnom ekološki prihvatljivi, dok 10,2% ispitanika nije zabrinuto za ekološki utjecaj i energetska učinkovitost ovih uređaja.

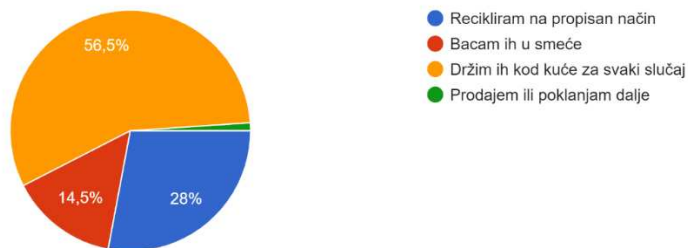
Smatrate li da su uređaji koje koristite za pohranu podataka (npr. *USB*-ovi, vanjski diskovi, *SSD*-ovi) ekološki prihvatljivi i energetska učinkoviti?
186 odgovora



Slika 14. Ekološka prihvatljivost i energetska učinkovitost uređaja za pohranu podataka

Većina ispitanika (56,5%) zadržava uređaje za pohranu podataka kod kuće nakon prestanka korištenja. Manji broj ispitanika, njih 28%, reciklira uređaje na propisan način. Oko 14,5% ispitanika uređaje baca u smeće, dok najmanji postotak od 1% odlučuje prodati ili pokloniti uređaje. Ovaj grafikon na *Slici 15.* prikazuje različite načine na koje ispitanici zbrinjavaju uređaje za pohranu podataka nakon što ih prestanu koristiti.

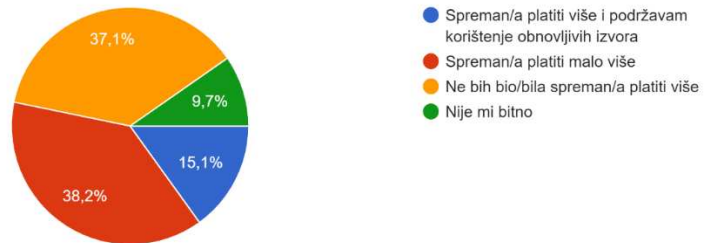
Kada prestanete koristiti uređaje za pohranu podataka (npr. *USB*-ove, vanjske diskove), kako ih obično zbrinjavate?
186 odgovora



Slika 15. Zbrinjavanje uređaja za pohranu podataka

Slika 16. nam prikazuje grafikon koji se odnosi na odgovore korisnika na pitanje zbrinjavanja uređaja za pohranu podataka. Na temelju dobivenih odgovora, 38,2% ispitanika je spremno platiti malo više za digitalne usluge koje koriste ekološki prihvatljive tehnologije. S druge strane, 37,1% nije spremno platiti više i ekološka prihvatljivost im nije bitna. Ispitanici koji su spremni platiti više i podržavaju korištenje obnovljivih izvora čine 15,1% uzorka, dok 9,7% ispitanika smatra da im ekološka prihvatljivost nije važna i nisu voljni dodatno platiti.

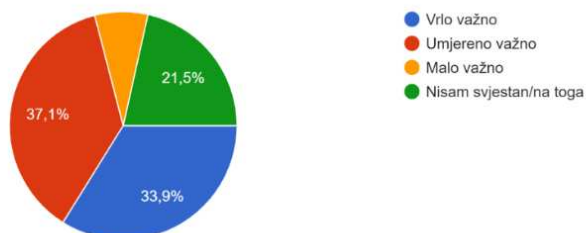
Koliko biste bili spremni platiti više za digitalne usluge koje koriste ekološki prihvatljive tehnologije (npr. obnovljive izvore energije), čak i ako to znači manju brzinu ili dostupnost?
186 odgovora



Slika 16. Plaćanje više za ekološki prihvatljive digitalne usluge

Kada je riječ o važnosti energetske učinkovitosti u pohranjivanju podataka (*Slika 17.*), većina ispitanika (37,1%) smatra da je to umjereno važno. Njih 33,9% vjeruje da je vrlo važno da se podaci pohranjuju na energetski učinkovit način, dok je 21,7% ispitanika reklo da im je to malo važno. Manji broj ispitanika (7,5%) nije bio svjestan činjenice o velikom ugljičnom otisku podatkovnih centara u usporedbi s drugim industrijama.

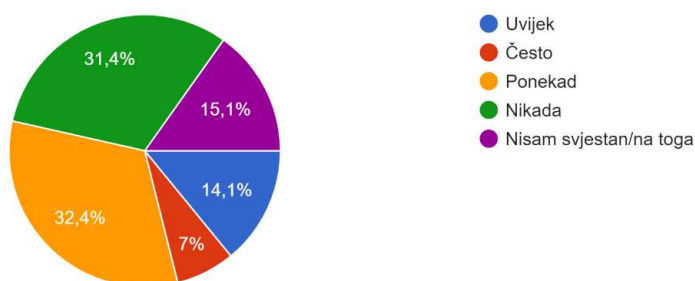
Znate li da podatkovni centri stvaraju veći ugljični otisak od zrakoplovne industrije? Ako da, koliko vam je važno da se vaši podaci pohranjuju na energetski učinkovit način?
186 odgovora



Slika 17. Stavovi ispitanika o važnosti energetske učinkovitosti podatkovnih centara

Na *Slici 18.* se vidi kako ispitanici percipiraju važnost energetske učinkovitosti podatkovnih centara. Većina ispitanika (32,4%) odgovorila je da ponekad reciklira stare uređaje za pohranu podataka poput *HDD*-ova i *SSD*-ova kako bi smanjili njihov negativan utjecaj na okoliš. Njih 31,4% navelo je da nikada ne reciklira takve uređaje. Manji dio ispitanika, njih 15,1%, nije svjestan mogućnosti recikliranja ovih uređaja. Često recikliranje provodi 14,1% ispitanika, dok svega 7% uvijek pazi na reciklažu uređaja za pohranu podataka.

Koliko često reciklirate stare uređaje za pohranu podataka, poput *HDD*-ova i *SSD*-ova, kako biste smanjili njihov negativan utjecaj na okoliš?
185 odgovora



Slika 18. Učestalost recikliranja uređaja za pohranu podataka.

9. ZAKLJUČAK

Održiva pohrana digitalnih podataka postaje ključna u suvremenom svijetu gdje količina podataka eksponencijalno raste, te se naglašava potreba za integracijom tehnoloških, ekoloških i financijskih aspekata u održivoj pohrani digitalnih podataka. Istraživanje provedeno među ispitanicima pokazalo je kako se većina korisnika oslanja na *Cloud* usluge pohrane svojih podataka, pri čemu je *Google Drive* najpopularniji odabir. Međutim, značajan dio korisnika još uvijek ne razmišlja o ekološkom utjecaju pohrane podataka, unatoč tome što 38% korisnika svakodnevno koristi *Cloud* pohranu. Ekološka održivost također postaje sve važnija tema, s posebnim naglaskom na energetske učinkovitost podatkovnih centara i recikliranje uređaja.

Razvoj tehnologija kao što su *SSD* diskovi i *Cloud* pohrana pružaju nove mogućnosti za smanjenje energetske potrošnje, dok inicijative za recikliranje uređaja predstavljaju važan korak prema kružnoj ekonomiji i očuvanju resursa. Unatoč ovim postignućima, izazovi poput energetske otiska podatkovnih centara i ograničene svijesti korisnika o održivom zbrinjavanju elektroničkog otpada ostaju aktualni.

Anketa ukazuje kako se 31% korisnika ponekad odluči na recikliranje uređaja poput *HDD*-ova i *SSD*-ova, dok čak 32% ispitanika nikad ne reciklira, što ukazuje na nužnost podizanja svijesti o održivom zbrinjavanju e-otpada. Također, 54% ispitanika smatra kako su uređaji za pohranu podataka umjereno ekološki prihvatljivi, ali postoji mogućnost za dodatan napredak kako bi se smanjio negativan utjecaj na okoliš.

S obzirom na sve veći volumen podataka i tehnološke inovacije poput *SSD*-ova i pohrane u oblaku, ključan izazov u budućnosti bit će balansiranje između učinkovitosti pohrane podataka, ekonomske isplativosti i smanjenja ekološkog otiska digitalnih rješenja.

10. LITERATURA

1. Masanet, E., Shehabi, A., Lei, N., Smith, S., & Koomey, J. (2020). *Recalibrating global data center energy-use estimates*. [online, vlastiti prijevod] URL: https://datacenters.lbl.gov/sites/default/files/Masanet_et_al_Science_2020.full_.pdf [Pristupljeno 27.09.2024.]
2. Coroama, V. C., Hilty, L. M., & Birtel, M. (2020). *Assessing Internet's energy intensity: A review of methods and results*. Environment, Development and Sustainability [online, vlastiti prijevod] URL: https://publicationslist.org/data/lorenz.hilty/ref-218/2014_Coroama_Hilty_Assessing_Internet_Energy_Intensity_AAM.pdf [Pristupljeno 27.09.2024.]
3. Jones, N. (2018). *How to stop data centres from gobbling up the world's electricity*. [online, vlastiti prijevod] URL: <https://www.nature.com/articles/d41586-018-06610-y> [Pristupljeno 27.09.2024.]
4. Koot, M. R., & Wijnhoven, F. (2021). *Usage impact on data center electricity needs: A system dynamic approach to modeling demand-based internet use*. [online, vlastiti prijevod] URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261921003019> [Pristupljeno 27.09.2024.]
5. MIT SERC (2022). *The Cloud is Material: On the Environmental Impacts of Computation and Data Storage*. [online, vlastiti prijevod URL: <https://mit-serc.pubpub.org/pub/the-cloud-is-material/release/2> [Pristupljeno 28.09.2024.]
6. Gousia, H., Sharma, S., Ibrahim, S., & Ahmad, I. (2022). *Blockchain Technology: Benefits, Challenges, Applications, and Integration of Blockchain Technology with Cloud Computing*. [online, vlastiti prijevod] URL: <https://www.mdpi.com/1999-5903/14/11/341> [Pristupljeno 28.09.2024.]
7. Nascimento, B. et al. (2022). *Availability, Scalability, and Security in the Migration from Container-Based to Cloud-Native Applications*. [online, vlastiti prijevod] URL: <https://www.mdpi.com/2073-431X/13/8/192> [Pristupljeno 30.09.2024.]
8. Bento A. (2023) *Cost-Availability Aware Scaling: Towards Optimal Scaling of Cloud Services*. [online, vlastiti prijevod] URL:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10723-023-09718-2>

[Pristupljeno

30.09.2024.]

9. Google *Sustainability report* (2024). [online, vlastiti prijevod] URL: <https://sustainability.google/reports/> [Pristupljeno 30.09.2024.]
10. Jin H., Frost K., Sousa I., (2019) *Life cycle assessment of emerging technologies on value recovery from hard disk drives*. [online, vlastiti prijevod] URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344920301026> [Pristupljeno 30.09.2024.]
11. International Energy Agency (IEA) (2020) *Data Centres and Energy: From Global Headlines to Local Headaches*. [online, vlastiti prijevod] URL: <https://www.iea.org/commentaries/data-centres-and-energy-from-global-headlines-to-local-headaches> [Pristupljeno 02.10.2024.]
12. PwC (2021) [online, vlastiti prijevod] URL: <https://www.pwc.com/gx/en/industries/consumer-markets/consumer-insights-survey.html> [Pristupljeno 02.10.2024.]
13. Mondal S., (2023) *Green Data Centers for Energy Optimization and Carbon Footprint Reduction*. [online, vlastiti prijevod] URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/21/15249> [Pristupljeno 02.10.2024.]
14. Asif M., Li, (2024) *Environmental Sustainability in BRICS Economies: The Nexus of Technology Innovation, Economic Growth, Financial Development, and Renewable Energy Consumption*. [online, vlastiti prijevod] URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/16/6934> [Pristupljeno 02.10.2024.]
15. Mohanty S., Soubhari T., (2023) *Emerging Research Trends in Green Finance: A Bibliometric Overview*. [online, vlastiti prijevod] URL: <https://www.mdpi.com/1911-8074/16/2/108> [Pristupljeno 08.10.2024.]
16. Jain P., Khare N. (2016) *Big data privacy: a technological perspective and review*. [online, vlastiti prijevod] URL: <https://journalofbigdata.springeropen.com/articles/10.1186/s40537-016-0059-y> [Pristupljeno 08.10.2024.]

17. Mellor, C. (2023). *Seagate arrives at the 22 TB disk capacity level. Block and Files.* [online, vlastiti prijevod] URL: <https://blocksandfiles.com/2023/04/13/seagate-22tb-disk-capacity/> [Pristupljeno 08.10.2024.]
18. Tabatabaei, S. K., Pham, B., Pan, C., et al. (2022). *Expanding the Molecular Alphabet of DNA-Based Data Storage Systems with Neural Network Nanopore Readout Processing.* [online, vlastiti prijevod] URL: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.nanolett.1c04203> [Pristupljeno 08.10.2024.]
19. (IEEE, 2024) *IEEE Roadmap Outlines Development of Mass Digital Storage Technology.* [online, vlastiti prijevod] URL: <https://www.storagenewsletter.com/2024/10/02/ieee-roadmap-outlines-development-of-mass-digital-storage-technology/> [Pristupljeno 11.10.2024.]
20. Hidayah M., (2023) *Data Security and Privacy Issues in Cloud Computing: Challenges and Solutions Review.* [online, vlastiti prijevod] URL: https://www.researchgate.net/publication/376776986_Data_Security_and_Privacy_Issues_in_Cloud_Computing_Challenges_and_Solutions_Review [Pristupljeno 11.10.2024.]
21. Figueroa, E. (2024). *Ready for a quantum internet?* [online, vlastiti prijevod] URL: <https://www.livescience.com/technology/communications/quantum-memory-breakthrough-may-lead-to-a-quantum-internet> [Pristupljeno 11.10.2024.]
22. Nature. (2019). *A diamond's quantum memory sets a glittering record.* [online, vlastiti prijevod] URL: <https://www.nature.com/articles/d41586-019-02766-3> [Pristupljeno 12.10.2024.]
23. APS Physics. (2024). *Realization of a Programmable Multipurpose Photonic Quantum Memory with Over-Thousand Qubit Manipulations.* Physical Review X [online, vlastiti prijevod] URL: <https://journals.aps.org/prx/abstract/10.1103/PhysRevX.14.021018> [Pristupljeno 20.10.2024.]
24. Pires F. (2022). *SSDs Are Worse for the Planet Than HDDs.* [online, vlastiti prijevod] URL: <https://www.tomshardware.com/news/ssds-create-more-carbon-emissions-than-hdds-report> [Pristupljeno 20.10.2024.]

25. *Microsoft Sustainability (2024)* [online, vlastiti prijevod] URL: <https://sustainability.google/reports/google-2024-environmental-report/> [Pristupljeno 21.10.2024.]
26. Mersico L., Abroshan H. (2024) *Challenges and Solutions for Sustainable ICT: The Role of File Storage*. [online, vlastiti prijevod] URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/18/8043> [Pristupljeno 21.10.2024.]
27. Baldé, C.P., Forti, V., Bel G., Kuehr, R. (2020) *The Global E-waste Monitor 2020*. [online, vlastiti prijevod] URL: https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2020/11/GEM_2020_def_july1_low.pdf [Pristupljeno 22.10.2024.]
28. AWS Sustainability Report. (2021). *Corporate Responsibility and Environmental Impact*. [online, vlastiti prijevod] URL: <https://sustainability.aboutamazon.com/products-services/the-cloud> [Pristupljeno 24.10.2024.]
29. Seagate Sustainability (2023). *Sustainable datasphere*. [online, vlastiti prijevod] URL: <https://www.seagate.com/content/dam/seagate/assets/esg/resources/files/seagate-fy2023-esg-performance-report.pdf> [Pristupljeno 24.10.2024.]
30. Storage newsletter (2022) *Seagate Report on Transitions more Operations to Renewable Energy and Ramps Circularity Program*. [online, vlastiti prijevod] URL: <https://www.storagenewsletter.com/2023/05/02/seagate-report-on-transitions-more-operations-to-renewable-energy-and-ramps-circularity-program/> [Pristupljeno 26.10.2024.]
31. Seagate (2024) *Seagate product take back program*. [online, vlastiti prijevod] URL: <https://www.seagate.com/gb/en/support/warranty-and-replacements/take-back-program-terms/> [Pristupljeno 01.11.2024.]
32. *Samsung Sustainability (2024)*. [online, vlastiti prijevod] URL: https://www.samsung.com/global/sustainability/media/pdf/Samsung_Electronics_Sustainability_Report_2024_ENG.pdf [Pristupljeno 01.11.2024.]
33. NREL (2021) *In a Circular Economy, Hard Drives Could Have Multiple Lives in the Future*. [online, vlastiti prijevod] URL: <https://www.nrel.gov/news/program/2021/in-a-circular-economy-hard-drives-could-have-multiple-lives-in-the-future.html> [Pristupljeno 05.11.2024.]

34. POPIS SLIKA

Slika 1. Amazonove emisije ugljika i intenzitet ugljika

Slika 2. Seagatove ukupne emisije stakleničkih plinova

Slika 3. Samsungovo prikupljanje e-otpada

Slika 4. Uzorak ispitanika

Slika 5. Uzorak ispitanika prema dobi

Slika 6. Uzorak ispitanika prema obrazovanju

Slika 7. Vrste podataka koje ispitanici najčešće pohranjuju

Slika 8. Učestalost pohrane novih podataka

Slika 9. Najčešće metode pohrane koje ispitanici koriste

Slika 10. Informiranost o ekološkom utjecaju pohrane podataka

Slika 11. Važnost sigurnosti pohrane podataka među ispitanicima

Slika 12. Korištenje usluga pohrane u oblaku

Slika 13. Učestalost korištenja Cloud usluga

Slika 14. Ekološka prihvatljivost i energetska učinkovitost uređaja za pohranu podataka

Slika 15. Zbrinjavanje uređaja za pohranu podataka

Slika 16. Plaćanje više za ekološki prihvatljive digitalne usluge

Slika 17. Stavovi ispitanika o važnosti energetske učinkovitosti podatkovnih centara

Slika 18. Učestalost recikliranja uređaja za pohranu podataka.

SAŽETAK

Održiva pohrana podataka uključuje tehnologije kao što su magnetski diskovi (HDD), SSD-ovi i pohrana u oblaku. Unatoč postignućima u razvoju održive pohrane podataka i dalje su prisutni izazovi koji se odnose na energetske otisak podatkovnih centara. Uvođenje održivih rješenja za pohranu podataka postaje ključni prioritet za mnoge tehnološke kompanije. U radu se navode *Amazon*, *Seagate* i *Samsung* kao vodeće kompanije koje rade na efikasnom i održivom pružanju *cloud* usluga, proizvodnji tvrdih diskova i SSD-ova.

Provedeno istraživanje ukazuje kako korisnici najčešće koriste *cloud* kao uslugu pohrane podataka. Svijest o ekološkim utjecajima kod ispitanika je i dalje niska. Postoji potreba za energetske učinkovitošću, recikliranjem starih uređaja za pohranu podataka kako bi se u konačnici mogao smanjiti ekološki otisak i kako bi se osigurala dugoročna održivost pohrane digitalnih podataka.

KLJUČNE RIJEČI: održiva pohrana podataka, SSD, HDD, Cloud, recikliranje uređaja

SUMMARY

Sustainable data storage includes technologies such as magnetic disks (HDD), SSDs and cloud storage. Despite the achievements in the development of sustainable data storage, challenges related to the energy footprint of data centers remain. The introduction of sustainable data storage solutions is becoming a key priority for many technology companies. The paper cites Amazon, Seagate and Samsung as leading companies working on the efficient and sustainable provision of cloud services, the production of hard disks and SSDs.

The conducted research indicates that users most often use the cloud as a data storage service. Awareness of environmental impacts among respondents remains low. There is a need for energy efficiency, recycling of old data storage devices in order to ultimately reduce the ecological footprint and ensure the long-term sustainability of digital data storage.

KEYWORDS: sustainable data storage, SSD, HDD, Cloud, device recycling

Anketa korisnika o održivosti pohrane podataka

Ova anketa istražuje koliko su korisnici svjesni ekoloških aspekata digitalne pohrane podataka, uključujući energetske učinkovitost *cloud* sustava i recikliranje uređaja za pohranu. Također se ispituje ponašanje korisnika u vezi s recikliranjem starih uređaja te njihova spremnost da plate više za korištenje ekološki prihvatljivih tehnologija, kao i važnost koju pridaju energetske učinkovitim rješenjima u pohrani podataka. Cilj je razumjeti informiranost i navike korisnika te promicati održive prakse u digitalnom okruženju.

* Označava obavezno pitanje

1. Upišite spol: *

Označite samo jedan oval.

- Muško
- Žensko
- Ne želim odgovoriti

2. Upišite dob: *

Označite samo jedan oval.

- manje od 20
- 20-25
- 26-30
- 31-35
- 36-40
- 41-45
- 46-50
- 51 i više godina

3. Upišite razinu obrazovanja *

Označite samo jedan oval.

- Osnovna škola
- Srednja škola
- Viša stručna sprema
- Visoka stručna sprema
- Magistar
- Doktor znanosti
- Ostalo: _____

4. Koje vrste podataka najčešće pohranjujete? *

Odaberite sve točne odgovore.

- Dokumenti
- Fotografije
- Videozapisi
- Aplikacije/softver
- Ostalo: _____

5. Koliko često pohranjujete nove podatke? *

Označite samo jedan oval.

- Svakodnevno
- Tjedno
- Mjesečno
- Rijetko

6. Koje metode pohrane podataka najčešće koristite? *

Odaberite sve točne odgovore.

- Vanjski tvrdi disk (HDD/SSD)
- USB memorija
- Pohrana u oblaku (npr. Google Drive, Dropbox)
- Lokalni server
- Ostalo: _____

7. Koliko znate o ekološkom utjecaju pohrane digitalnih podataka, poput potrošnje energije *cloud* sustava i mogućnosti recikliranja uređaja za pohranu? *

Označite samo jedan oval.

- Vrlo dobro informiran/a
- Djelomično informiran/a
- Malo informiran/a
- Nisam informiran/a

8. Koliko Vam je važna sigurnost pohrane podataka? *

Označite samo jedan oval.

- Vrlo važna
- Djelomično važna
- Nije važna

9. Koristite li usluge pohrane u oblaku? *

Odaberite sve točne odgovore.

- Google Drive
- Dropbox
- OneDrive
- Ne koristim pohranu u oblaku
- Ostalo: _____

10. Koliko često koristite Cloud usluge za pohranu svojih podataka? *

Označite samo jedan oval.

- Svakodnevno
- Nekoliko puta tjedno
- Nekoliko puta mjesečno
- Rijetko
- Nikad

11. Smatrate li da su uređaji koje koristite za pohranu podataka (npr. USB-ovi, vanjski diskovi, SSD-ovi) ekološki prihvatljivi i energetske učinkoviti? *

Označite samo jedan oval.

- Da, većinom su ekološki prihvatljivi
- Umjereno, ali mogu se poboljšati
- Ne, smatram da su štetni za okoliš
- Nije mi važno

12. Kada prestanete koristiti uređaje za pohranu podataka (npr. USB-ove, vanjske diskove), kako ih obično zbrinjavate? *

Označite samo jedan oval.

- Recikliram na propisan način
- Bacam ih u smeće
- Držim ih kod kuće za svaki slučaj
- Prodajem ili poklanjam dalje

13. Koliko biste bili spremni platiti više za digitalne usluge koje koriste ekološki prihvatljive tehnologije (npr. obnovljive izvore energije), čak i ako to znači manju brzinu ili dostupnost? *

Označite samo jedan oval.

- Spreman/a platiti više i podržavam korištenje obnovljivih izvora
- Spreman/a platiti malo više
- Ne bih bio/bila spreman/a platiti više
- Nije mi bitno

14. Znete li da podatkovni centri stvaraju veći ugljični otisak od zrakoplovne industrije? Ako da, koliko vam je važno da se vaši podaci pohranjuju na energetski učinkovit način? *

Označite samo jedan oval.

- Vrlo važno
- Umjereno važno
- Malo važno
- Nisam svjestan/na toga

15. Koliko često reciklirate stare uređaje za pohranu podataka, poput HDD-ova i SSD-ova, kako biste smanjili njihov negativan utjecaj na okoliš?

Označite samo jedan oval.

- Uvijek
- Često
- Ponekad
- Nikada
- Nisam svjestan/na toga