

Dr. sc. Paško Bilić
Institut za razvoj i međunarodne odnose

1

Dr. sc. Valentina Vučković
Ekonomski fakultet
Sveučilište u Zagrebu

Dr. sc. Toni Prug
Filozofski fakultet
Sveučilište u Rijeci

Digitalna infrastruktura socio- ekonomskog razvoja: podatkovni centri i *policy* preporuke za razvoj digitalnog suvereniteta Republike Hrvatske

HRZZ DEVELOPER (IP-2022-10-2780)

D2.2. među-izvještaj

Zagreb, prosinac 2025.

I. Uvod¹

2

Digitalna infrastruktura je složeni društveno-tehnički fenomen. Njezinu političko-ekonomsku dimenziju oblikuju globalna tržišta, transnacionalne tehnološke korporacije, regulatorna dinamika Europske unije te aktivna uloga nacionalne države, dok tehnička jezgra obuhvaća mreže podatkovnih centara, usluga u oblaku i specijaliziranog infrastrukturnog rada. Kroz tu jezgru digitalna infrastruktura opskrbljuje resursima javne institucije, privatne organizacije i građane. Glavni poticaji razvoju digitalne infrastrukture dolaze iz nekoliko smjerova: prvo, eksponencijalnog rasta količine digitalno generiranih podataka; drugo, očekivanja od komercijalizacije umjetne inteligencije; treće, geopolitičkih, odnosno sigurnosnih razloga u smislu teritorijalne nadležnosti nad prikupljenim i pohranjenim podacima. U središtu tih previranja nalaze se podatkovni centri, odnosno centralizirani računalni resursi umreženosti, računanja i pohrane podataka. Podatkovni centar je specijalizirani objekt u kojem se smješta velika koncentracija poslužitelja i pripadajuće mrežne infrastrukture. Nastao je iz potrebe da se računalni resursi konsolidiraju na jednoj lokaciji radi ostvarivanja ekonomije razmjera, odnosno dinamike u kojoj prosječni troškovi pružanja usluge padaju kako se opseg proizvodnje povećava, zbog učinkovitijeg korištenja resursa i fiksnih troškova (Greenstein, 2020). Broj velikih podatkovnih centara kojima upravljaju *hyperscale* pružatelji usluga udvostručio se između 2020. i 2024. (na 1136 krajem 2024. godine). Sjedinjene Države čine više od polovice ukupnog svjetskog kapaciteta, mjenog u MW kritičnog IT opterećenja, dok Europa i Kina čine otprilike trećinu ostatka (Synergy Research Group, 2025b). Tvrtke s najširoom prisutnošću podatkovnih centara su vodeći pružatelji usluga u oblaku, odnosno Amazon, Microsoft i Google. Ukupno, te tri tvrtke čine 59% svih *hyperscale* kapaciteta podatkovnih centara (Synergy Research Group, 2025b). Iako se podatkovni centri često promoviraju kao motori gospodarskog razvoja, Američko udruženje za unaprjeđenje znanosti (AAAS) ističe da njihovo dugoročno stvaranje radnih mjesta i fiskalne koristi ostaje ograničeno, dok raste njihov štetan utjecaj na okoliš i javno zdravlje. Stoga se kreatori politika potiču da pažljivo procijene i rizike i koristi, traže održiva dizajnerska rješenja i oslanjaju se na znanstvene dokaze prilikom donošenja odluka o budućem razvoju podatkovnih centara (Henjes, 2025).

U Europskoj uniji najveća je koncentracija podatkovnih centara u Frankfurtu, Amsterdamu, Parizu i Dublinu koji zajedno s Londonom čine tzv. FLAPD tržište. Prema izvještajima Europske udruge podatkovnih centara najveći se rast, s obzirom na zasićenost FLAPD tržišta, predviđa u zemljama južne Europe (Grčka, Italija, Portugal, Španjolska) (EUDCA, 2025). Kroz politiku Digitalnog Desetljeća i prateće *policy* mehanizme, Europska komisija usmjerava se na decentraliziranu infrastrukturu rubnih čvorova.² Do 2030. godine u EU bi trebalo biti raspoređeno najmanje 10 000 klimatski neutralnih visoko sigurnih rubnih čvorova, raspoređenih na način koji jamči pristup podatkovnim uslugama s niskom latencijom (tj. nekoliko milisekundi).³ Istovremeno, Komisija će početkom 2026. godine iznijeti prijedlog Uredbe o razvoju oblaka i umjetne inteligencije⁴ s ciljem da se utrostruči kapacitet podatkovnih centara EU i u potpunosti zadovolji potreba poduzeća i javnih uprava do 2035. godine. Komisija želi pojednostaviti postupke izdavanja dozvola za projekte koji ispunjavaju kriterije održivosti i inovacija, adresirati rastuću potražnju za energijom promicanjem energetske učinkovitosti, usvajanjem inovativnih tehnologija

3

hlađenja i upravljanja energijom te integracijom podatkovnih centara u širi energetske sustav.⁵ Infrastrukturni se razvoj direktno veže uz digitalni suverenitet Europe u sektoru računalstva u oblaku jer se namjerava poticati rast europskih pružatelja usluga u oblaku. U tom je smislu razvoj digitalne infrastrukture složen proces pregovaranja i balansiranja ciljeva otvorenog tržišta, industrijske politike i energetske učinkovitosti u stvaranju privatnih, javnih i društvenih dobara.

II. Kontekst Europske unije

Digitalna javna politika Europske unije obuhvaća pet međusobno povezanih dimenzija (Bilić i sur., 2024). Prvo, razvoj tržišta i kompetitivnost, pri čemu je naglasak na formiranju jedinstvenog podatkovnog tržišta i poticanju inovacija kroz odgovorno sudjelovanje privatnog sektora u pružanju javnih usluga. Drugo, razvoj društvenih procesa koji uključuju digitalne vještine, radna i ljudska prava. Treće, razvoj javnog sektora i univerzalno dostupnih digitalnih usluga, s naglaskom na otvorene podatke, interoperabilnost i učinkovitost javne administracije. Četvrto, europski digitalni suverenitet i strateška autonomija u području infrastrukture, sigurnosti i industrijske politike. Peto, integracija zelene i digitalne tranzicije, koja povezuje održivost, energetske učinkovitost i digitalno praćenje okolišnih procesa. Radi se, dakle, o višedimenzionalnom procesu koji istodobno obuhvaća suprotstavljene strateške ciljeve, ali uz naglašenu potrebu za ravnotežom između inovacija, socijalne osjetljivosti i regulatorne suverenosti. Pritom se očituju tenzije između različitih interesnih sfera, osobito onih koji očekuju korištenje digitalnih podataka za poticanje ekonomskog rasta i onih koji se zalažu za korištenje digitalnih podataka koje jamči pravnu zaštitu ljudskih prava (npr. privatnost).⁶ U širem smislu vidljive su tenzije između poticanja ekonomskog rasta nasuprot ekološkoj osjetljivosti digitalne transformacije.⁷

Tablica 1: top 5 EU članica po ukupnom broju i po broju *hyperscale* centara

Rang po ukupnom broju			Rang po broju izgrađenih <i>hyperscale</i> data centara Amazona, Googlea ili Microsofta		
1.	Njemačka	483	1.	Irska	41
2.	Francuska	318	2.	Nizozemska	12
3.	Italija	205	3.	Švedska	10
4.	Nizozemska	194	4.	Španjolska	8
5.	Španjolska	189	5.	Danska	7

Izvor: Data Centre Map

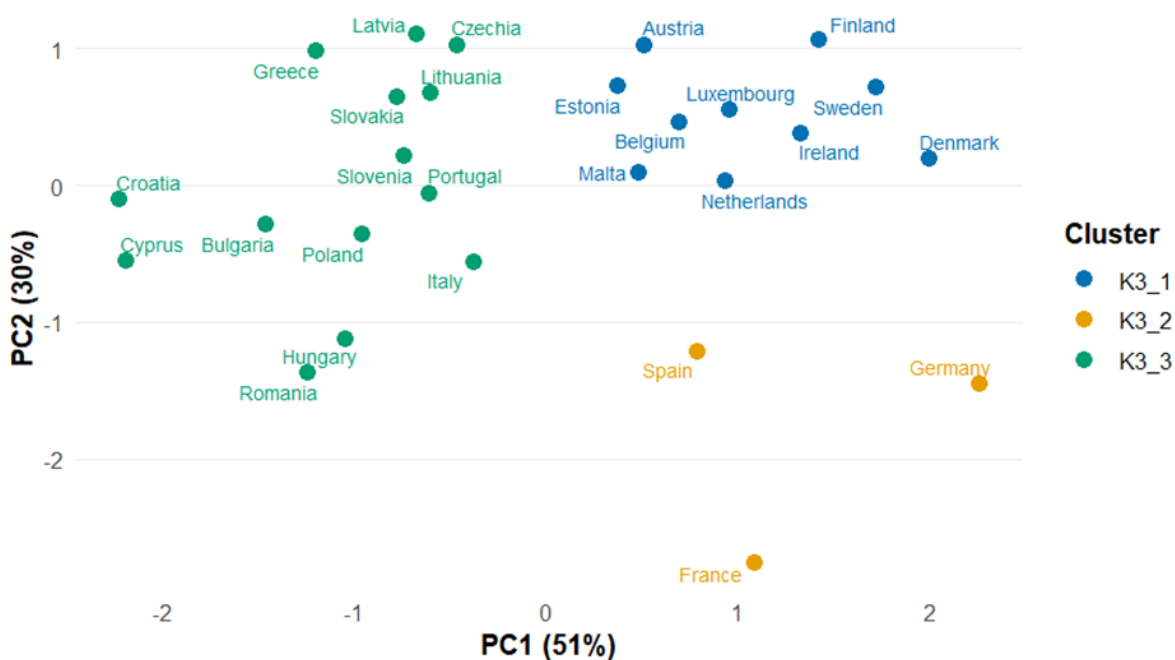
Koncept suvereniteta, iako često neprecizno definiran u akademskim raspravama i javnim politikama,⁸ implicira teritorijalizaciju infrastrukture, odnosno prikupljanje, analizu i pohranu digitalnih podataka na teritoriju Europske unije ili teritoriju država članica. Ukratko, koncept podatkovnog suvereniteta vidljiv je u zakonodavnim mehanizmima zaštite podataka, tržišnog natjecanja i nacionalne sigurnosti (Chander i Sun, 2023: 7). U širem smislu, digitalni suverenitet podrazumijeva i kontrolu infrastrukture koja je u slučaju Europske unije u značajnoj mjeri uvezena u sektorima kao što su *cloud* usluge; istraživanje, razvoj i patentiranje softvera i internetskih tehnologija; dostupnost sirovih materijala (litij, kobalt, nikal, galij); mikročipova; modela umjetne

inteligencije (Bria i dr., 2025). Industrijski podatci pokazuju da je europsko tržište *cloud* usluga doseglo 61 milijardu eura u 2024. godini. Amazon Web Services, Microsoft Azure i Google Cloud pritom drže 70% tržišta. SAP i Deutsche Telekom svaki drže po 2%, a zatim slijedi niz manjih, nacionalnih i regionalnih kompanija (Synergy Research Group, 2025 a).⁹

Međutim, dostupnost ili tržišna dominacija infrastrukture nije dovoljan pokazatelj za procjenu njenih širih socio-ekonomskih učinaka. Na razini EU, zabilježeno je zaostajanje za zacrtanim ciljevima kod većine ključnih pokazatelja uspješnosti (*engl.* key performance indicators - KPI) u okviru Politike Digitalnog Desetljeća do 2030. godine. Fragmentacija u napretku pojedinih zemalja članica ukazuje na to da postoje određeni propusti u implementaciji, a koji proizlaze iz političke volje, institucionalnih kapaciteta i fragmentiranih regulacija na razini država članica (Europska komisija, 2025b). U ovom kontekstu ključno je razumjeti zašto su neke zemlje uspješnije od drugih u kontekstu prelijevanja (*engl.* spillover) razvoja digitalne infrastrukture u šire socioekonomske rezultate. Iako i teorijski okviri i empirijska istraživanja ističu ključnu ulogu digitalne infrastrukture u poticanju socio-ekonomskog razvoja,¹⁰ intermedijarni čimbenici koji povezuju političko-ekonomske uvjete i razvojne ishode ostaju uglavnom neistraženi.

Razlike među državama članicama primjenom klaster analize pokazuju da stupanj razvoja nadilazi standardnu geografsku podjelu zemalja članica EU ili podjelu temeljenu prema godinama pristupanja EU (Vučković i Bilić, 2025).¹¹ Da bismo procijenili odnos institucionalnih uvjeta i razvojnih ishoda izradili smo nekoliko kompozitnih indeksa. Točnije, **indeks infrastrukturne pokrivenosti** obuhvaća podatke za VHCN (very high capacity networks), 1 Gbps, podatkovne centre i edge čvorove; **ekonomski indeks** obuhvaća BDP po stanovniku, potrošnju na internetsko oglašavanje i GERD;¹² dok **institucionalni/politički indeks** obuhvaća razinu egalitarne demokracije,¹³ autonomiju države u definiranju javnih politika i kvalitetu regulacije interneta (V-Dem baza).¹⁴ DESI pokazatelji korišteni su za procjenu infrastrukturnih prelijevanja u područjima digitalne javne uprave (korisnici usluga e-vlade, digitalne javne usluge za građane, digitalne javne usluge za poslovni sektor), poslovnog sektora (mala i srednja poduzeća sa osnovnom razinom digitalnog intenziteta, analiza digitalnih podataka, korištenje oblaka, korištenje UI) te digitalnih vještina (osnovne digitalne vještine, iznadprosječne digitalne vještine, diplomirani stručnjaci u području informacijskih i komunikacijskih tehnologija) koje su sintetizirane u **kompozitni indeks prelijevanja** (*engl.* spillover index) kao *proxy* za potencijalni društveni i ekonomski doprinos digitalne infrastrukture. Uz provođenje svih potrebnih statističkih testova, države članice mogu se svrstati u 3 klastera (slika 1). U prvi (K3_1) su svrstane Austrija, Finska, Estonija, Luxemburg, Švedska, Irska, Danska, Belgija, Malta i Nizozemska. Drugi klaster (K3_2) uključuje Njemačku, Francusku i Španjolsku, a treći klaster (K3_3) Latviju, Češku, Litvu, Grčku, Slovačku, Sloveniju, Portugal, Hrvatsku, Cipar, Bugarsku, Poljsku, Italiju, Mađarsku, i Rumunjsku.

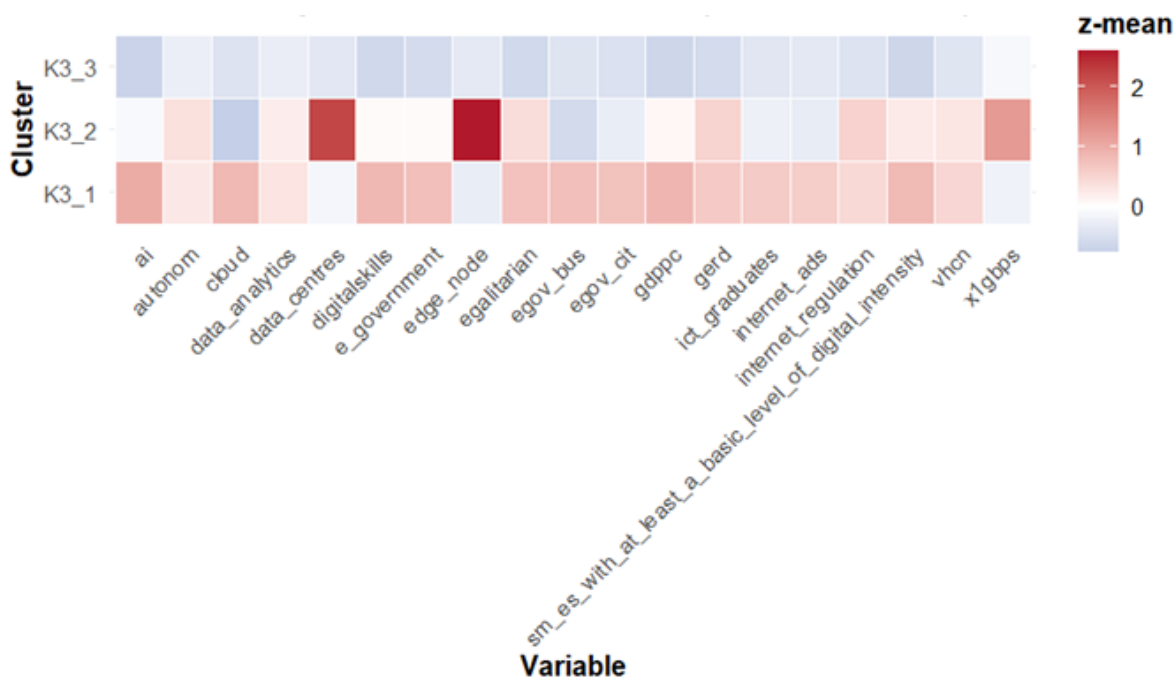
Slika 1: klaster analiza EU27



Izvor: Vučković i Bilić (2025)

Slika 2 prikazuje rezultate klastera u pojedinačnim pokazateljima uključenima u analizu. Crvena boja označava područja u kojima klaster ima rezultate iznad prosjeka EU, dok plava ukazuje na ispod prosječne rezultate. Prvi klaster (K3_1) ima bolje ekonomske pokazatelje, naprednu uporabu tehnologija u poslovnom sektoru i javnoj upravi, visoku razinu digitalnih vještina te široku pokrivenost infrastrukturom. To su, dakle, ekonomije u kojima je digitalni ekosustav već dobro razvijen i u kojima će nova prelijevanja ponajprije ovisiti o sofisticiranijim oblicima digitalne tehnologije. Drugi klaster (K3_2) ističe se visokom institucionalnom kvalitetom, osobito razinom demokracije, ali pokazuje mješovite ishode u drugim područjima. Primjerice, iako se radi o najvećim ekonomijama Europske unije odnosno državama članicama koje služe kao čvorišta u nekim infrastrukturnim segmentima, poput brojnosti podatkovnih centara, digitalne vještine građana bliže su prosjeku EU. Dakle, u ovom slučaju riječ je o zemljama sa solidnom institucionalnom kvalitetom koje bi mogle ostvariti snažnije učinke prelijevanja ako se usmjere na poticanje šire primjene digitalnih alata u poslovnom sektoru. Na kraju, u trećem klasteru (K3_3), većina je pokazatelja ispod prosjeka EU i te države članice zaostaju u svim aspektima. Suočavaju se s raznim izazovima i može se očekivati da će morati istodobno ulagati u infrastrukturu, razvoj vještina i provođenje institucionalnih reformi.

Slika 2: Profil klastera između pojedinačnih varijabli



Izvor: Vučković i Bilić (2025)

Gledano u cjelini, rezultati pokazuju da je digitalna infrastruktura nužan, ali ne i dovoljan uvjet za socioekonomski razvoj te da se ne može promatrati isključivo kroz prizmu tržišnog investicijskog ciklusa. Fragmentacija koja je evidentna s aspekta napretka u ostvarivanju ciljeva Digitalnog desetljeća ukazuje na to da su glavni problemi manje u dizajnu ciljeva, a više u kapacitetima državnih uprava, te koordinaciji i koherentnosti politika na nacionalnoj razini (tj. kvaliteti institucija). Stoga bi EU instrumenti trebali biti eksplicitno vezani uz mjerenje *spillovera*, a ne samo uz infrastrukturne inpute. Za Hrvatsku, činjenica da se nalazi u trećem klasteru znači da se strukturno uklapa u širu sliku periferne digitalne Europe, odnosno zemalja koje su investirale u infrastrukturu i osnovne digitalne kapacitete, ali iz toga ne izvlače usporedive društvene i ekonomske koristi. Najnovije izvješće o Digitalnom desetljeću pokazuje da je Hrvatska ostvarila značajan napredak u strateškim tehnološkim sektorima, ali se još uvijek suočava s izazovima u širokoj primjeni naprednih digitalnih tehnologija (Europska komisija, 2025b). Nadalje, izvješće ukazuje da Hrvatska pokazuje visok stupanj ambicije u odnosu na kapacitete, budući da je 77% nacionalnih ciljeva dobro usklađeno s ciljevima EU za 2030. godinu, pri čemu je 63% njih „na dobroj putanji“. Također, činjenica da je Hrvatska adresirala tek polovicu preporuka Europske komisije u području digitalnih politika sugerira potrebu za jačanjem infrastrukturne moći države i njezine sposobnosti da koordinira različite politike, projekte i dionike.

III. Kontekst Republike Hrvatske

7

U 2025. godini u Republici Hrvatskoj doneseni su *Zakon o državnoj informacijskoj infrastrukturi* (NN 72/25)¹⁵ i *Zakon o kritičnoj infrastrukturi* (NN 89/25). Prema članku 4. zakona (NN 72/25), državna informacijska infrastruktura predstavlja skup elektroničkih usluga, zajedničkih komponenti, podatkovnih centara, sklopovske i programske osnove potrebne za rad informacijskih sustava, registara za pohranu podataka i prikladnih informacijskih sustava za njihovu razmjenu. Prema članku 5. zakona (NN 72/25) svrha državne informacijske infrastrukture je osigurati korisnicima digitalizaciju procesa, konsolidaciju i optimizaciju troškova, međusobnu komunikaciju i razmjenu podataka, ujednačiti način pružanja e-usluga i elektroničku komunikaciju te dostavu akata fizičkim i pravnim osobama, omogućiti jedinstveni pristup e-uslugama i njihovo sigurno korištenje te objediniti elektroničku komunikaciju s korisnicima. Zakon (NN 72/25) u članku 27. definira teritorijalnu pohranu registara podataka i to na način da se osobni podatci pohranjuju u podatkovnim centrima koji se nalaze na teritoriju Republike Hrvatske, da se registri koji sadrže isključivo neosobne podatke mogu pohranjivati u podatkovnim centrima u Republici Hrvatskoj ili državi članici Europske unije, pod specifičnim uvjetima. Zakon (NN 89/25) prenosi definicije ključnih komponenti digitalne infrastrukture iz Direktive (EU) 2022/2555.¹⁶ *Usluga računalstva u oblaku* digitalna je usluga koja omogućuje administraciju na zahtjev i širok daljinski pristup nadogradivom i elastičnom skupu djeljivih računalnih resursa, kad su takvi resursi raspoređeni na nekoliko lokacija. *Usluga podatkovnog centra* je usluga koja uključuje strukture ili skupine struktura namijenjenih centraliziranom smještaju, međupovezivanju i radu opreme tehnologije i mreža za usluge pohrane, obrade i prijenosa podataka, uključujući sve objekte i infrastrukturu za distribuciju električne energije i kontrolu okoliša.

Međutim, za sada ne postoje točni, javno dostupni, pokazatelji broja lokalnih podatkovnih centara i njihovih ekonomskih i energetskih performansi. Prema prvom tehničkom izvještaju Europske komisije (2025) o energetskim performansama i održivosti podatkovnih centara iznad praga instalirane snage od 500 kW, procjenjuje se postojanje 19 takvih centara u Republici Hrvatskoj.¹⁷ Različiti javno dostupni podatci iznose brojku od 16¹⁸ do 18 centara (uključujući državne i javne) ukupne snage 22 MW.¹⁹ Ne postoje, međutim, javno dostupni podatci o omjeru ukupne potrošnje energije podatkovnog centra i potrošnje energije IT opreme (*engl.* power usage efficiency - PUE). Prema podacima industrije (EUDCA, 2025) u RH se u 2025. procjenjuje postojanje 17 MW instalirane IT snage privatnih podatkovnih centara. Kombiniranjem različitih izvora koji uključuju javno dostupne informacije, industrijske izvještaje, vijesti u poslovnim tjednicima i na portalima, informacije FINA-e o poslovnim subjektima i informacije na službenim javnim stranicama poslovnih subjekata izradili smo tipologiju najmanje 18 podatkovnih centara različitih pravnih subjekata (tablica 2).²⁰

Tablica 2: tipologija podatkovnih centara u RH

	JAVNI	DRŽAVNI	PRIVATNI
Tip vlasništva	Javna ustanova financirana državnim budžetom	Tvrtka u državnom vlasništvu	Privatne kompanije: od fiksnih i mobilnih operatera, telekom integratora do globalnih REIT (Real Estate Investment Trust) kompanija
Pravni subjekti	Sveučilišni računski centar (Srce)	Ministarstvo pravosuđa, uprave i digitalne transformacije, APIS IT d.o.o.	Npr. A1 Hrvatska d.o.o., InterXion Hrvatska d.o.o (Digital Realty), DATABOX d.o.o. itd.
Podatkovni centri, računalni i cloud resursi	Šest podatkovnih centara / HPC Vrančić i Supek / European Open Science Cloud (EOSC)	Dva podatkovna centra (DC Jaska i Zagreb) / Centar dijeljenih usluga (CDU)	Deset privatnih podatkovnih centara, npr. A1 podatkovni centar, HT podatkovni centar, ZAG1 data centar (Digital Realty) / Exoscale, ²¹ itd.
Korisnici	Akadska zajednica, mali i srednji poduzetnici pod određenim uvjetima (EDIH)	Zakonom definirana tijela javne vlasti, državne institucije, javni sektor	Interni IT sustav za kompanije, iznajmljivanje prostora, infrastrukture, opreme i računalnih kapaciteta zainteresiranim klijentima

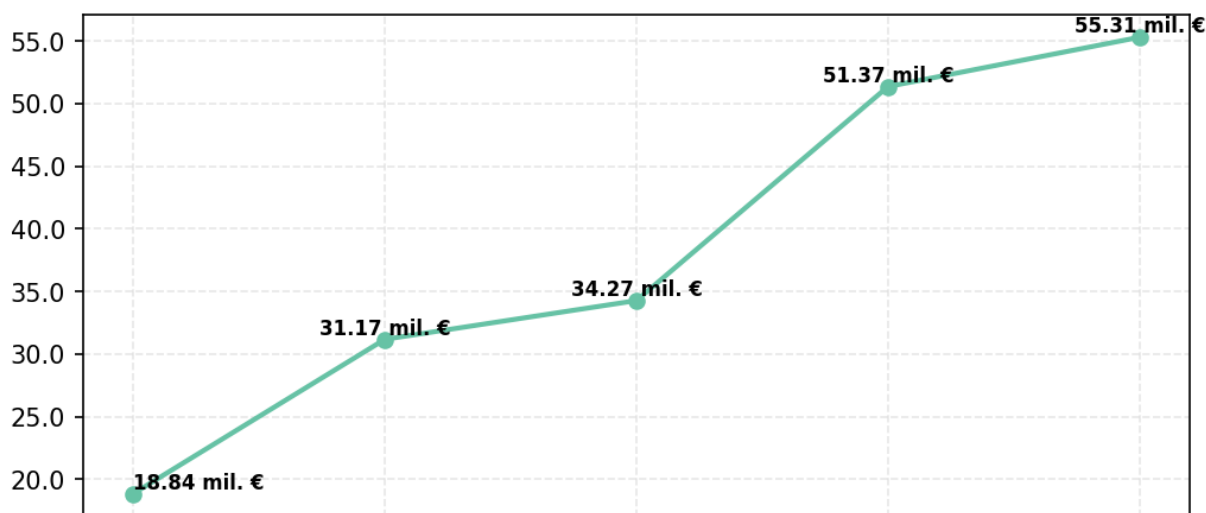
Izvor: analiza autora

Sveučilišni računski centar (Srce) upravlja mrežom od šest podatkovnih centara (Zagreb, Rijeka, Osijek, Split) od kojih je najveći na Znanstveno-učilišnom kampusu Borongaj (1.1 MW). Srce je javna ustanova u sastavu Sveučilišta u Zagrebu. Prema Statutu (2024),²² središnje je čvorište e-infrastrukture sustava znanosti i obrazovanja u Republici Hrvatskoj te središte za podršku i obrazovanje u primjeni informacijskih i komunikacijskih tehnologija. Jedna je od uloga Srca administrativna, organizacijska i tehnička potpora razvoju nacionalnog oblaka za otvorenu znanost. Srce djeluje kao središnja institucija koja koordinira dionike, razvija i održava digitalne usluge te osigurava infrastrukturne preduvjete za pohranu, obradu i dijeljenje istraživačkih podataka. Time Srce omogućuje da se hrvatske usluge i resursi učinkovito uključe u europski ekosustav otvorene znanosti, posebno u *European Open Science Cloud* (EOSC). Srce također sudjeluje kao partner u EDIH projektu CROBOHUB++ koji uspostavlja europsko inovacijsko središte za poticaj inovacijama poduzeća i javnog sektora u Hrvatskoj kroz usluge iz područja umjetne inteligencije, kibernetičke sigurnosti i računarstva visokih performansi. Ključna je uloga Srca pružanje stručne i tehnološke podrške, uključujući pristup znanjima i resursima Hrvatskog centra kompetencija za *high-performance computing* (HPC).

Ministarstvo pravosuđa, uprave i digitalne transformacije (MPUDT)²³ upravlja razvojem, standardizacijom i sigurnošću državne informacijske infrastrukture, povezuje informacijske sustave javne uprave te osigurava njihovu interoperabilnost i učinkovitu razmjenu podataka.

Također obavlja administrativne i tehničke poslove za Centar dijeljenih usluga (CDU), razvija sustav e-Građani, uspostavlja zajednička aplikativna rješenja te sudjeluje u europskim i međunarodnim koordinacijama u području informacijske tehnologije. MPUDT, dakle, ima ulogu nadležnog tijela koje upravlja politikama digitalne transformacije i odgovorno je za razvoj, sigurnost i upravljanje CDU-om. APIS IT d.o.o. djeluje kao operativni i tehnički izvođač koji za MPUDT održava Centar dijeljenih usluga (CDU) i pruža stručnu podršku u njegovu razvoju i svakodnevnom funkcioniranju, prvenstveno kroz vlasništvo nad podatkovnim centrom DC Jaska.²⁴ Prema Zakonu o državnoj informacijskoj infrastrukturi (NN 72/25) CDU usluga pruža državno-informatičku infrastrukturu i zajedničke IT-usluge (poput smještaja opreme, zajedničkih aplikacija i podrške) za tijela javne uprave, lokalne samouprave i druge javne institucije, čime racionalizira i standardizira informatičke procese.

Slika 3: Ukupni prihodi (DC8) između 2020. i 2024.

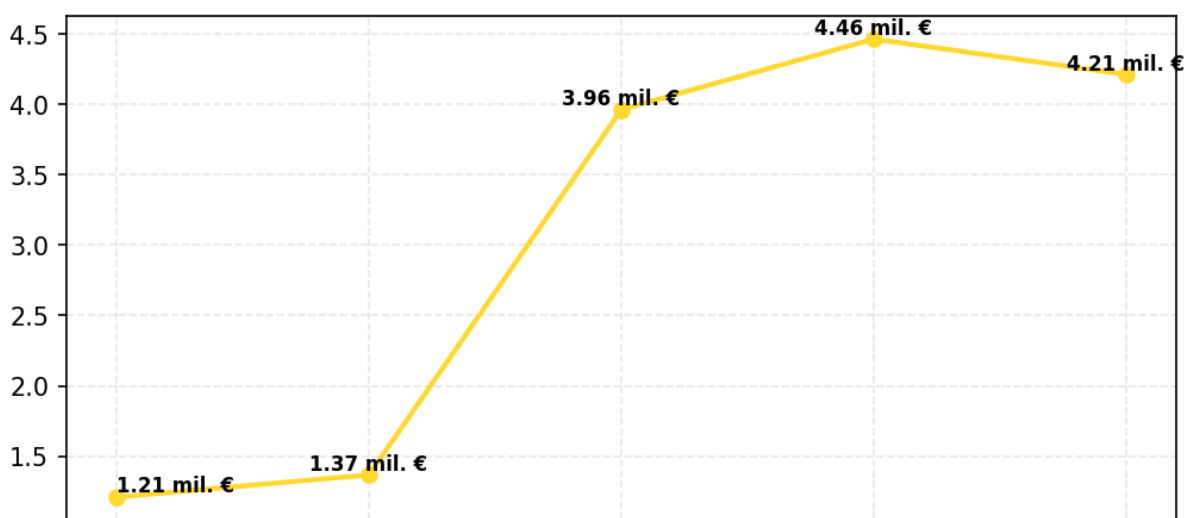


Izvor: analiza autora

U analizu privatnih podatkovnih centara uključeno je osam pružatelja usluge podatkovnog centra.²⁵ U analizu nisu uključeni prihodi podatkovnih centara kojima upravljaju HT d.d. i A1 Hrvatska d.o.o. s obzirom da se u financijskim izvještajima (FINA) tih kompanija ne mogu pronaći odvojeni i zasebni podatci koji se odnose na poslovanje njihovih podatkovnih centara. Prihodi su analiziranih osam podatkovnih centara u 2024. godini iznosili €55.31 milijuna.²⁶ Poslovni su modeli vrlo heterogeni, a glavni klijenti su telekom operateri, bankovni i financijski sektor. Od 2020. do 2024. sektor domaćih podatkovnih centara obilježava snažan rast prihoda, ali i slabost proporcionalne akumulacije kapitala. Prihodi su se utrostručili (slika 3), što potvrđuje eksplozivan rast potražnje (osobito u 2021. COVID-19 godini), no profitabilnost pada s vrhunca od 14,3% u 2021. na 4,8% u 2024. godini. Ključni ograničavajući čimbenik jest struktura operativnih troškova, ponajprije energija, čiji su izdaci od 2020. porasli 3,5 puta (slika 4). Moglo bi se zaključiti da energetska dinamika, a ne tržišna dinamika, postaje glavna odrednica akumulacijskog kapaciteta sektora, stvarajući trajnu ovisnost o volatilnosti cijena električne energije. Istodobno, rast broja

zaposlenih od 55% povećava strukturni trošak rada, pri čemu bi se moglo zaključiti da dodatna radna snaga služi ponajprije održavanju kapaciteta, a ne nužno tehnološkoj ili inovacijskoj ekspanziji. Godina 2024. obilježena je i rekordnim bruto investicijama od 9,11 milijuna eura. U cjelini, akumulacija zaostaje zbog energetske troškova, obveza konstantnih investicija u novu IT opremu te sustave hlađenja, napajanja, licenci, certifikata i amortizacije, što dovodi do kompresije profitnih marži.²⁷

Slika 4: Ukupni troškovi energije (DC8) između 2020. i 2024.



Izvor: analiza autora

U širem kontekstu pozicioniranja digitalne infrastrukture RH u usporedbi sa EU, kombinacija niskih infrastrukturnih prelijevanja uz skromnije institucionalne i ekonomske kapacitete, sugerira da je glavni problem slab kapacitet konverzije infrastrukture u društvenu i ekonomsku vrijednost. Ako želi napredovati iz perifernog EU klastera, RH bi trebala slijediti integrirani razvojni program koji kombinira ciljanu industrijsku politiku za digitalnu transformaciju malih i srednjih poduzeća, sustavno ulaganje u napredne digitalne vještine i ICT kadrove te jačanje državne infrastrukturne moći. Drugim riječima, ključno je „otključati“ *spillovere* kroz institucije, vještine i oblikovanje društvene (ne samo potrošačke) potražnje, jer će u suprotnom Hrvatska i dalje ostajati u klasteru zemalja koje više sudjeluju kao tržišta za uvoz tehnologije nego kao su-kreatori socio-ekonomskog razvoja. Također, potrebno je sustavno raditi na jačanju transparentnosti javnog, državnog i privatnog sektora podatkovnih centara kako bi se mogle donositi odluke kojima se izbjegavaju mogući negativni učinci vidljivi u zemljama sa razvijenijom digitalnom infrastrukturom.

Policy preporuke

11

- ✓ Predlažemo MPUDT redovne evaluacije učinkovitosti digitalnih politika uz primjenu dvostrukog evaluacijskog okvira koji bi obuhvatio izračun *coverage index* (fizička i mrežna dostupnost infrastrukture), a s druge strane *spillover index* (društveni i ekonomski povrat). Navedeno bi omogućilo i praćenje promjena u institucionalnoj kvaliteti i reformama na distribuciju društvene koristi digitalne transformacije.
- ✓ Predlažemo MPDUT da se ojača digitalna suverenost kroz regulaciju i kontrolu podatkovnih tokova u skladu sa relevantnim zakonima i inicijativama Europske unije. Potrebno je ograničiti *vendor lock-in* i osigurati interoperabilnost u strateškim područjima, razviti suverene *cloud zone* za podatke koji moraju ostati u RH. Primjer CDU-a proširiti na najširi spektar usluga javnog sektora.
- ✓ Predlažemo MPDUT da se zadrže najviši standardi zaštite osobnih podataka, a da se podatke javnog sektora tretira kao *res communis*. Osobito je važno jasno definirati raspodjelu rizika i nagrada u slučaju javno-privatnih partnerstava kako se rizici komercijalizacije ne bi prelijevali na društvo i javni sektor. Primjer Srca kao javnog i otvorenog upravljanja podacima i EDIH-a kao suradnje javnog i privatnog sektora.
- ✓ Predlažemo MPUDT i Ministarstvu gospodarstva redovite analize tržišta podatkovnih centara (npr. broj, energetska učinkovitost, poslovanje). Također je potrebno provesti analizu udjela hyperscale *cloud* providera (AWS, Azure, GC) u Republici Hrvatskoj.²⁸ S obzirom na dominantni tržišni položaj u Europi za očekivati je da se slični tržišni udjeli prelijevaju i na periferne zemlje. U tom kontekstu treba razviti industrijske politike kojima će se ekonomska vrijednost digitalne transformacije zadržavati u RH i EU.
- ✓ Predlažemo MPUDT i Ministarstvu gospodarstva razvoj integrirane energetske i digitalne politike. Potrebno je uvesti regulaciju koja omogućuje dugoročne ugovore o obnovljivoj energiji, fiskalne olakšice za energetska učinkovitost podatkovnih centara, korištenje obnovljivih izvora energije te procedure energetske uštede i zaštite okoliša.
- ✓ Potrebno je pozicionirati RH kao regionalni digitalni čvor za istočnu i jugoistočnu Europu korištenjem komparativnih prednosti EU regulacije i standarda. Aktivnija integracija u europske digitalne inicijative (npr. *Common European Data Spaces*, *European Digital Infrastructure Consortia*, *Important Projects of Common European Interest*).

¹ Ovaj izvještaj temelji se na prikupljenim i analiziranim sekundarnim podacima tijekom druge projektne godine. Tijekom prve projektne godine (1.1.2024. – 31.12.2024.) provedeno je 27 intervjua sa zaposlenicima Europske komisije, tijela javne vlasti u RH, gospodarskih udruženja, akademske zajednice, civilnog društva, novinarima, odvjetnicima i konzultantima. Tijekom druge projektne godine (1.1.2025. – 31.12.2025.) provedeno je ukupno 40 intervjua sa upraviteljima infrastrukture (članovi upravnih odbora, ravnatelji, voditelji projekata), stručnim djelatnicima (sistemski programeri, podatkovni znanstvenici, marketinški stručnjaci), zaposlenicima održavanja (osobe zadužene za automatizirano i rutinizirano održavanje), dobavljačima i proizvođačima komponenti (predstavnicima tvrtki koje isporučuju ili razvijaju tehničke, hardverske i softverske komponente za podatkovne centre i prateću infrastrukturu), društvenim korisnicima infrastrukture (zaposlenici u zdravstvu, znanosti, tijelima javne vlasti i kreativnim industrijama), društvenim korisnicima automatiziranih poslova, odnosno radnicima platformi i osobama čiji rad regulira digitalna infrastruktura.

² Rubni čvorovi su računalni uređaji ili poslužitelji smješteni na periferiji mreže, blizu izvora podataka ili krajnjih korisnika, koji obrađuju, analiziraju i pohranjuju podatke lokalno prije nego što ih pošalje u središnji podatkovni centar ili oblak.

³ U 2024. godini u EU je raspoređeno 2 257 rubnih čvorova.

⁴ Dostupno na <https://www.eu-cloud-ai-act.com/> (pristupljeno 5. prosinca 2025.)

⁵ Dostupno na <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/cloud-computing> (pristupljeno 5. prosinca 2025.)

⁶ Dostupno na <https://edri.org/our-work/commissions-digital-omnibus-is-a-major-rollback-of-eu-digital-protections/> (pristupljeno 5. prosinca 2025.)

⁷ Dostupno na https://algorithmwatch.org/en/germany-data-center-boom/?utm_campaign=NL%20Community%20EN%3A%20Data%20centers%20in%20Germany%20Journalism%20Story&utm_medium=email&utm_source=Mailjet (pristupljeno 5. prosinca 2025.)

⁸ Za različite definicije vidi Amoore, 2018; Bellanova i dr., 2022; Bria i dr. 2025; Farrand & Carrapico, 2022; Irion, 2012; Pohle & Thiel, 2020; Rikap i dr., 2024.

⁹ U ovom trenutku ne postoje nacionalne procjene vrijednosti cloud tržišta u državama članicama.

¹⁰ Na primjer Foster et al., 2023; Kirschning & Mrożewski, 2024; Labhard, Lehtimäki & Baccianti, 2025; Yoshino, Siregar & Azhgaliyeva, 2022; Heidebrecht, 2025; Yang, Chen & Gu, 2023.

¹¹ Ova se analiza temelji na izlaganju Vučković i Bilića pod nazivom *Digital Infrastructure Spillovers: State Capacities and Inequalities in the EU* na konferenciji *Understanding and Addressing Digital Inequalities*, Robert Schuman Centre for Advanced Studies, European University Institute, Firenca, 20./21. studeni 2025. Vučković i Bilić istraživali su u kojoj mjeri digitalna infrastruktura, pod utjecajem različitih institucionalnih, ekonomskih i političkih faktora, rezultira većim ili manjim ekonomskim i društvenim prelijevanjima. Za procjenu razvoja digitalne infrastrukture korišteni su ključni pokazatelji uspješnosti iz baza podataka DESI 2025, Data Centre Map, Eurostat i Varieties of Democracy. Triangulacijom različitih dimenzija, istraživali su se uvjeti pod kojima pokrivenost digitalnom infrastrukturom (*coverage*), doprinosi socioekonomskom razvoju putem usvajanja (uporabe) digitalnih tehnologija (*uptake*).

¹² Gross economic expenditure on research and development.

¹³ Prema Varieties of Democracy bazi, egalitarni princip demokracije podrazumijeva da materijalne i nematerijalne nejednakosti sprječavaju ostvarivanje formalnih prava i sloboda te smanjuju sposobnost sudjelovanja građana iz svih društvenih skupina. Egalitarna demokracija postiže se kada (1) su prava i slobode pojedinaca jednako zaštićene u svim društvenim skupinama; (2) resursi su jednako raspoređeni među svim društvenim skupinama; (3) skupine i pojedinci uživaju jednak pristup moći.

¹⁴ Dostupno na <https://www.v-dem.net/> (pristupljeno 5. prosinca 2025.)

¹⁵ Dostupno na https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2025_04_72_934.html (pristupljeno 5. prosinca 2025.).

¹⁶ Dostupno na https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2025_06_89_1232.html (pristupljeno 5. prosinca 2025.).

- ¹⁷ Samo je HT podatkovni centar podnio izvještaj o svojim energetske performansi i održivosti.
- ¹⁸ Dostupno na <https://www.datacentermap.com/croatia/> (pristupljeno 5. prosinca 2025.).
- ¹⁹ Dostupno na <https://baxtel.com/data-center/croatia> (pristupljeno 5. prosinca 2025.).
- ²⁰ Stvarna brojka bi mogla biti bliža viša s obzirom na indikacije da neke tvrtke poput mobilnog operatera Telemach, tvrtke Ericsson Nikola Tesla ili Končar Digital također upravljaju vlastitim podatkovnim centrima. Vidi, na primjer <https://lidermedia.hr/zeleno-i-digitalno/hrvatski-podatkovni-centri-hvataju-korak-s-rastucom-potraznjom-161568/> (pristupljeno 5. prosinca 2025.) Međutim, iz javno dostupnih izvora koje smo ranije naveli nije moguće utvrditi detalje o osnovnim tehničkim karakteristikama tih podatkovnih centara. Za pretpostaviti je da služe primarno kao tzv. *enterprise* podatkovni centri za interne IT potrebe tih tvrtki. U ovom istraživanju, mi smo zainteresirani za podatkovne centre koji nude usluge *kolokacije* odnosno najma prostora i/ili opreme za vanjske klijente.
- ²¹ Dostupno na <https://www.a1.hr/poslovni/ict-rjesenja/datacenter-usluge/a1-exoscale> (pristupljeno 5. prosinca 2025.)
- ²² Dostupno na <https://www.srce.unizg.hr/dokumenti> (pristupljeno 5. prosinca 2025.).
- ²³ Dostupno na <https://mpudt.gov.hr/o-ministarstvu/nadleznost-ministarstva-pravosudja-uprave-i-digitalne-transformacije/6366> (pristupljeno 5. prosinca 2025.).
- ²⁴ Podatkovni centar u Jastrebarskom prodan je 2020. godine od strane Podatkovnog centra Križ d.o.o. državnoj IT agenciji APIS IT d.o.o. Nakon akvizicije od strane APIS IT-a, podatkovni centar u Jastrebarskom posluje pod novim vlasnikom i zove se DC Jaska.
- ²⁵ Akton d.o.o., Control engineering d.o.o., Cratis d.o.o., DataBox d.o.o., Data Target d.o.o., InterXion Hrvatska d.o.o., Podatkovni Centar Križ d.o.o. i Setcor d.o.o.
- ²⁶ U taj iznos nisu uključeni prihodi podatkovnih centara kojima upravljaju HT d.d. i A1 Hrvatska d.o.o. s obzirom da se u financijskim izvještajima (FINA) tih kompanija ne mogu pronaći odvojeni i zasebni podatci koji se odnose na poslovanje njihovih podatkovnih centara.
- ²⁷ Upravljanje je podatkovnim centrima obilježeno različitim investicijskim ciklusima: okvirno dvadeset godina za građevine u kojima se nalazi oprema te dvije do pet godina za zamjenu IT opreme (Newcombe, 2021: 90).
- ²⁸ Prema nekim procjenama, tržište javnih cloud usluga u RH je u 2025. iznosilo okvirno €400 milijuna. Prema <https://www.statista.com/outlook/tmo/public-cloud/croatia?srsrtid=AfmBOoopl3UIfaqjL25ScTg1sVG-p-HeofYkOeL8WK9teVvLY-Fvi26G#key-players> (pristupljeno 5. prosinca 2025.)

Literatura

- Amoore L (2018). Cloud Geographies: Computing, Data, Sovereignty. *Progress in Human Geography*, 42(1), 4-24. <https://doi.org/10.1177/0309132516662147>
- Bellanova, R., Carrapico, H., & Duez, D. (2022). Digital/sovereignty and European security integration: An introduction. *European Security*, 31(3), 337–355. <https://doi.org/10.1080/09662839.2022.2101887>
- Bilić, P., Prug, T., Vučković, V., Nenadić, I., Petričušić, A. i Žitko, M. (2025). Digitalni podaci i socioekonomski razvoj. HRZZ DEVELOPER projektni izvještaj. Dostupno na <https://repositorij.irmo.hr/object/irmo:15> (pristupljeno 5. prosinca 2025.)
- Bria, F., Timmers, P. and Gernone, F. (2025). *EuroStack – A European Alternative for Digital Sovereignty*. Bertelsmann Stiftung. Gütersloh.

Chander, A. i Sun, H. (2023). Introduction: Sovereignty 2.0. U: Chander, A. i Sun, H. (ur.) *Data sovereignty: from the silk road to the return of the state*. Oxford University Press, str. 1-31.

EUDCA (2025). *State of European Data Centres 2025*. Dostupno na <https://www.eudca.org/state-of-european-data-centres-2025> (pristupljeno 5. prosinca 2025.)

Europska komisija (2025a). Assessment of the energy performance and sustainability of data centres in EU. Technical report, July 2025. Dostupno na <https://op.europa.eu/o/opportal-service/download-handler?identifier=83be4c3e-5c79-11f0-a9d0-01aa75ed71a1&format=PDF&language=en&productionSystem=cellar> (pristupljeno 5. prosinca 2025.)

Europska komisija (2025b). State of the Digital Decade 2025: Keep building the EU's sovereignty and digital future, <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/state-digital-decade-2025-report>

Farrand, B., & Carrapico, H. (2022). Digital sovereignty and taking back control: From regulatory capitalism to regulatory mercantilism in EU cybersecurity. *European Security*, 31(3), 435–453. <https://doi.org/10.1080/09662839.2022.2102896>

Foster, V., Gorgulu, N., Straub, S. & Vagliasindi, M. (2023). *The Impact of Infrastructure on Development Outcomes: A qualitative review of four decades of literature*. Policy Research Working Paper. World Bank Group: Infrastructure Chief Economist Office.

Greenstein, S. (2020). The Basic Economics of Internet Infrastructure. *Journal of Economic Perspectives* 34 (2): 192–214.

Heidebrecht, S. (2025). Digital Policy as a Driver of Integration: Spillover Effects and European Commission Empowerment. *Politics and Governance*, 13

Henjes, K. (2025). The growing demand for data centres in the U.S. Dostupno na <https://www.aas.org/news/growing-demand-data-centers-us> (pristupljeno 5. prosinca 2025.)

Irion, K. (2012). Government Cloud Computing and National Data Sovereignty. *POI*, 4: 40-71. <https://doi.org/10.1002/poi3.10>

Kirschning, R., & Mrożewski, M. (2024). Revisiting the knowledge spillover paradox: the impact of infrastructure. *Small Business Economics*, 63(1), 1-20. <https://doi.org/10.1007/s11187-023-00833-8>

Labhard, V., Lehtimäki, J., & Baccianti, C. (2025). Digitalisation, institutions and governance, and diffusion: mechanisms and evidence. *Economics of Innovation and New Technology*, 1-33.

Newcombe, L. (2021). Data centre financial analysis, ROI, and TCO. U: Hwayu Geng, P.E. (ur.) *Data centre handbook: plan, design, build, and operations of smart data centre*. Hoboken, NJ: Wiley, str. 89-126.

Pohle, J. & Thiel, T. (2020). Digital sovereignty. *Internet Policy Review*, 9(4).
<https://doi.org/10.14763/2020.4.1532>

Rikap C., Durand, C., Paraná, E., Gerbaudo, P. & Marx, P. (2024). *Reclaiming digital sovereignty: A roadmap to build a digital stack for people and the planet*. Available at:
<https://www.ucl.ac.uk/bartlett/public-purpose/Reclaiming-Digital-Sovereignty>

Synergy Research Group (2025a). European Cloud Providers' Local Market Share Now Holds Steady at 15%. Dostupno na <https://www.srgresearch.com/articles/european-cloud-providers-local-market-share-now-holds-steady-at-15#:~:text=European%20cloud%20providers'%20market%20share,70%25%20of%20the%20regional%20market> (pristupljeno 5. prosinca 2025.)

Synergy Research Group (2025b). Hyperscale Data Center Count Hits 1,136; Average Size Increases; US Accounts for 54% of Total Capacity. Dostupno na <https://www.srgresearch.com/articles/hyperscale-data-center-count-hits-1136-average-size-increases-us-accounts-for-54-of-total-capacity> (pristupljeno 5. prosinca 2025.)

Vučković, V. i Bilić, P. (2025). Digital infrastructure spillovers: State capacities and inequalities in the EU. *Robert Schuman Centre for Advanced Studies Working Paper Series* (RSC working papers). (u pripremi).

Yang, Y., Chen, W., & Gu, R. (2023). How does digital infrastructure affect industrial eco-efficiency? Considering the threshold effect of regional collaborative innovation. *Journal of Cleaner Production*, 427, 139248

Yoshino, N., Siregar, T. H., & Azhgaliyeva, D. (2022). Spillover Effects of Digital Infrastructure and Financing. *Journal of Infrastructure Policy and Management (JIPM)*, 5(1), 31-37