



5G Observatory Report 2025

Sažetak izvješća i preporuke za Republiku Hrvatsku

Ožujak 2026.

Sadržaj

1. DIO - ANALITIČKI PREGLED RAZVOJA 5G MREŽA U EUROPSKOJ UNIJI	3
1.1. Uvod: strateški značaj 5G tehnologije u EU	3
1.2. 5G Observatory – svrha, opseg i metodološki okvir	3
1.2.1. Ciljevi 5G Observatoryja.....	3
1.2.2. Metodologija prikupljanja podataka	4
1.3. Razvoj 5G mreža u EU: pokrivenost i dostupnost	4
1.3.1. Opći trendovi pokrivenosti.....	4
1.3.2. Razlika između nominalne i stvarne dostupnosti	5
1.4. 5G Standalone (SA) – ključni izazov sljedeće faze.....	5
1.4.1. Stanje implementacije 5G SA u EU	5
1.4.2. Posljedice ograničene SA implementacije	5
1.5. Radiofrekvencijski spektar – stanje i izazovi	6
1.5.1. Dodjela ključnih frekvencijskih pojaseva	6
1.5.2. Razlozi ograničene uporabe mmWave spektra	6
1.6. Regulatorni okvir i nadolazeće promjene	6
1.6.1. Digital Networks Act (DNA)	6
1.6.2. Utjecaj na nacionalne politike	7
1.7. Prijelaz s pokrivenosti na stvarnu vrijednost 5G-a	7
2. DIO - TRŽIŠNA DINAMIKA, INVESTICIJE I PRIMJENA 5G TEHNOLOGIJE U EU	7
2.1. Investicije u 5G infrastrukturu u Europskoj uniji.....	7
2.1.1. Opći trendovi ulaganja	7
2.1.2. Pritisak na profitabilnost operatora	7
2.2. Tržišna struktura i poslovni modeli.....	8
2.2.1. Konsolidacija i suradnja.....	8
2.2.2. Promjena uloge operatora	8
2.3. Vertikalni use-caseovi i industrijska primjena 5G-a.....	8
2.3.1. Industrijska automatizacija i proizvodnja	8
2.3.2. Logistika, luke i promet.....	9
2.4. Pametni gradovi i javne usluge	9
2.4.1. Uloga 5G-a u razvoju pametnih gradova	9
2.4.2. Izazovi implementacije	9
2.5. Zdravstvo i javna sigurnost.....	10
2.6. Privatne 5G mreže	10
2.6.1. Razvoj privatnih mreža u EU	10
2.6.2. Regulatorni aspekti privatnih mreža	10
2.7. Prelazak s pilot-projekata na komercijalnu primjenu.....	10
3. DIO - REPUBLIKA HRVATSKA – STANJE, IZAZOVI I PREPORUKE ZA RAZVOJ 5G MREŽA	11

3.1.	Hrvatska u kontekstu razvoja 5G mreža u Europskoj uniji	11
3.1.1.	Opći pregled stanja	11
3.2.	Regulatorni i institucionalni okvir u Hrvatskoj	11
3.2.1.	Uloga regulatornih tijela	11
3.3.	Lokalna razina i prostorno planiranje	11
3.4.	Tržište operatora i investicijski kapacitet.....	12
3.4.1.	Struktura tržišta	12
3.4.2.	Investicije i povrat ulaganja	12
3.5.	Primjena 5G tehnologije u hrvatskom gospodarstvu	12
3.5.1.	Industrija i proizvodnja	12
3.5.2.	Privatne 5G mreže.....	13
3.6.	Javna uprava, pametni gradovi i javne usluge.....	13
3.6.1.	Potencijal 5G-a u javnom sektoru.....	13
3.6.2.	Izazovi provedbe	13
3.7.	Preporuke za razvoj 5G tržišta u Hrvatskoj	13
3.7.1.	Kratkoročne preporuke (2026.–2027.)	13
3.7.2.	Srednjoročne preporuke (2028.–2032.).....	14
4.	Zaključak	14

1. DIO - ANALITIČKI PREGLED RAZVOJA 5G MREŽA U EUROPSKOJ UNIJI

1.1. Uvod: strateški značaj 5G tehnologije u EU

Peta generacija mobilnih komunikacijskih mreža (5G) predstavlja jednu od ključnih infrastrukturnih tehnologija za digitalnu transformaciju europskog gospodarstva i društva. Za razliku od prethodnih generacija mobilnih mreža, 5G nije zamišljen isključivo kao tehnologija za povećanje brzina pristupa internetu za krajnje korisnike, već kao **horizontalna platforma** koja omogućuje digitalizaciju industrije, javnih usluga i kritične infrastrukture.

Europska unija prepoznala je 5G kao temelj ostvarivanja ciljeva Digitalnog desetljeća do 2030. godine, uključujući:

- digitalnu transformaciju industrije,
- razvoj pametnih gradova i prometnih sustava,
- jačanje digitalnog suvereniteta,
- pripremu za buduće 6G tehnologije.

U tom kontekstu, *5G Observatory* služi kao ključni alat za praćenje stvarnog napretka država članica, identifikaciju izazova i usmjeravanje regulatornih i investicijskih politika.

1.2. 5G Observatory – svrha, opseg i metodološki okvir

5G Observatory je inicijativa Europske komisije pokrenuta s ciljem sustavnog i usporedivog praćenja razvoja 5G mreža u svim državama članicama EU. Izvješće za 2025. godinu obuhvaća stanje razvoja do kraja 2024. godine te predstavlja jedno od najopsežnijih i najrelevantnijih analitičkih izvora o implementaciji 5G tehnologije u Europi.

1.2.1. Ciljevi 5G Observatoryja

Glavni ciljevi Observatoryja uključuju:

- praćenje pokrivenosti i dostupnosti 5G mreža,
- analizu dodjele i korištenja radiofrekvencijskog spektra,
- praćenje investicija i tržišne dinamike,
- evaluaciju regulatornih okvira,
- identifikaciju primjene 5G tehnologije u vertikalnim sektorima.

Izvješće ne analizira samo tehničke aspekte, već i **ekonomske, regulatorne i strateške dimenzije** razvoja 5G mreža.

1.2.2. Metodologija prikupljanja podataka

Podaci korišteni u izvješću prikupljeni su iz više izvora:

- nacionalnih regulatornih tijela,
- operatora elektroničkih komunikacija,
- javno dostupnih baza podataka,
- tržišnih i industrijskih analiza.

Takav višeslojni pristup omogućuje visoku razinu pouzdanosti podataka, ali istovremeno zahtijeva oprez u interpretaciji, budući da razlike u nacionalnim metodologijama i definicijama mogu utjecati na usporedivost pojedinih pokazatelja.

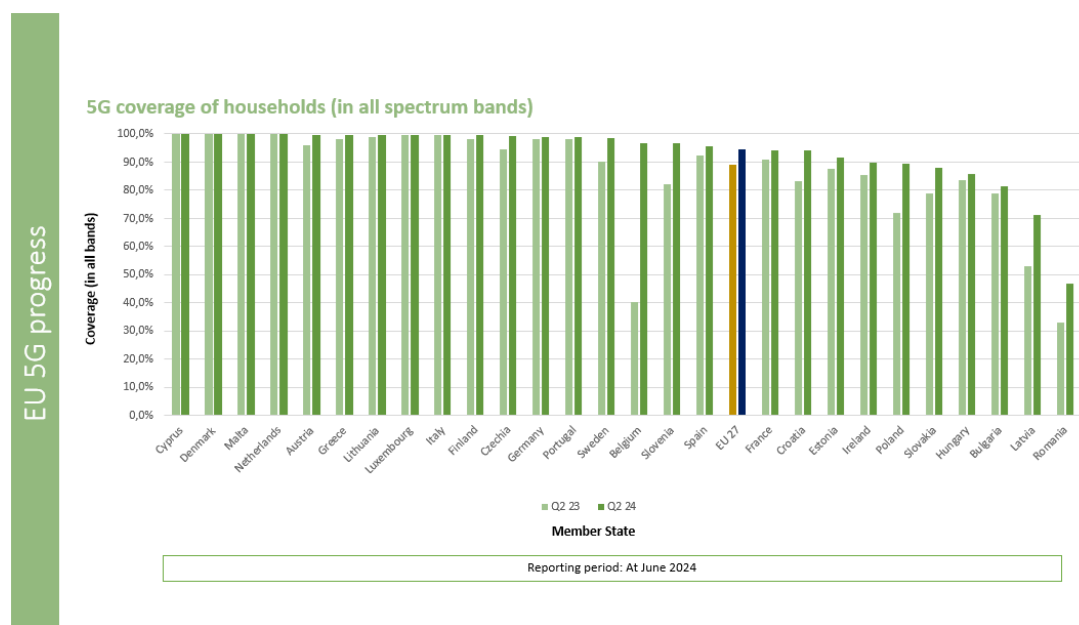
1.3. Razvoj 5G mreža u EU: pokrivenost i dostupnost

1.3.1. Opći trendovi pokrivenosti

Prema 5G Observatory Reportu 2025, Europska unija je do kraja 2024. godine ostvarila značajan napredak u pogledu 5G pokrivenosti: prosječna pokrivenost kućanstava iznosila je **94,3 %**, čime se EU približila cilju potpune 5G dostupnosti do 2025. godine.

Napredak je osobito vidljiv u državama koje su:

- pravovremeno dodijelile ključne frekvencijske pojaseve,
- omogućile regulatornu fleksibilnost,
- poticale ulaganja kroz nacionalne i EU fondove.



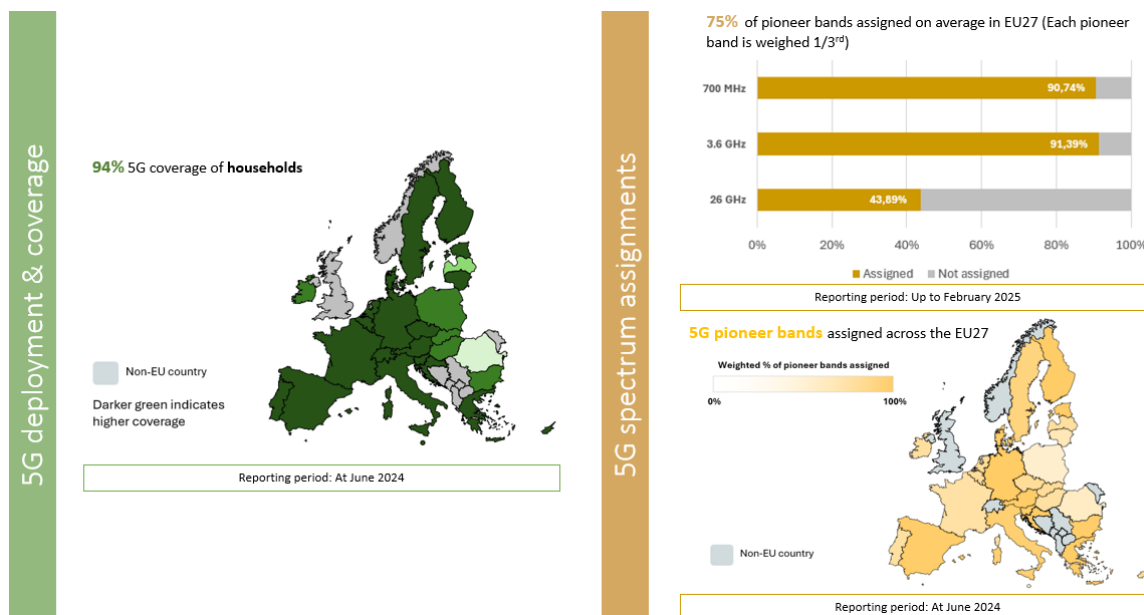
Graf 1: 5G pokrivenost kućanstava u zemljama EU. Izvor: 5G Observatory Report 2025.

1.3.2. Razlika između nominalne i stvarne dostupnosti

Izvešće naglašava važnu distinkciju između:

- nominalne pokrivenosti signalom,
- stvarne funkcionalne dostupnosti 5G usluga.

U praksi, velik dio 5G pokrivenosti i dalje se oslanja na 5G Non-Standalone (NSA) arhitekturu, koja koristi 4G jezgru. To znači da iako se korisnici nalaze u području pokrivenom 5G signalom, mnoge napredne funkcionalnosti 5G tehnologije još nisu dostupne.



Slika 1: EU 5G pokrivenost i EU 5G spektar. Izvor: 5G Observatory Report 2025.

1.4. 5G Standalone (SA) – ključni izazov sljedeće faze

1.4.1. Stanje implementacije 5G SA u EU

Jedan od najvažnijih nalaza izvješća odnosi se na spor napredak u implementaciji 5G SA mreža. Iako je tehnička infrastruktura u mnogim državama djelomično pripremljena, komercijalna dostupnost SA mreža i dalje je ograničena.

Do kraja 2024. godine:

- samo manji broj država članica imao je široko dostupne 5G SA usluge,
- većina operatora još uvijek je testirala 5G SA funkcionalnosti ili provodila pilot projekte.

1.4.2. Posljedice ograničene SA implementacije

Ograničena primjena 5G SA arhitekture ima značajne posljedice:

- onemogućava punu implementaciju network slicing tehnologije,
- ograničava ultra-nisku latenciju,
- smanjuje mogućnosti za industrijske aplikacije i aplikacije za krizne komunikacije (mission critical).

Europska komisija u izvješću jasno navodi da bez ubrzanja implementacije 5G SA mreža postoji rizik da 5G ostane primarno „poboljšani mobilni broadband“, umjesto platforme za industrijsku transformaciju.

1.5. Radiofrekvencijski spektar – stanje i izazovi

1.5.1. Dodjela ključnih frekvencijskih pojaseva

Sve države članice Europske unije do kraja 2024. godine dodijelile su:

- pojas 700 MHz (low-band),
- pojas 3,4–3,8 GHz (mid-band).

Ovi pojasevi predstavljaju temelj za široku 5G pokrivenost i kapacitet. Međutim, treći ključni pojas – 26 GHz (mmWave) – i dalje je slabo iskorišten.

1.5.2. Razlozi ograničene uporabe mmWave spektra

Izvješće identificira nekoliko ključnih razloga:

- visoki troškovi izgradnje mreže,
- ograničen domet signala,
- nedovoljno razvijeni poslovni modeli,
- slaba potražnja izvan specifičnih industrijskih okruženja.

1.6. Regulatorni okvir i nadolazeće promjene

1.6.1. Digital Networks Act (DNA)

Očekuje se važnost nadolazećeg **Digital Networks Acta**, za ostvarenje sljedećih ciljeva:

- poticanje ulaganja u digitalnu infrastrukturu,
- harmonizacija regulatornog okvira među državama članicama,
- jačanje sigurnosti i otpornosti mreža.

DNA bi trebao adresirati dugogodišnje izazove fragmentacije tržišta i neujednačenih regulatornih praksi.

1.6.2. Utjecaj na nacionalne politike

Za države članice, uključujući Hrvatsku, to znači:

- potrebu za pravovremenim usklađivanjem nacionalne regulative,
- aktivno sudjelovanje u oblikovanju provedbenih mehanizama,
- jačanje suradnje između regulatora, operatora i industrije.

1.7. Prijelaz s pokrivenosti na stvarnu vrijednost 5G-a

Izvešće 5G Observatory Report 2025 jasno pokazuje da se Europska unija nalazi u **prijelaznoj fazi** razvoja 5G tehnologije. Iako su ciljevi pokrivenosti u velikoj mjeri ostvareni, sljedeći izazov leži u:

- povećanju funkcionalne zrelosti mreža,
- razvoju 5G SA infrastrukture,
- stvaranju održivih poslovnih modela.

Upravo će uspješnost u ovoj fazi odrediti hoće li 5G u EU postati temelj industrijske transformacije ili ostati prvenstveno tehnologija za krajnje korisnike.

2. DIO - TRŽIŠNA DINAMIKA, INVESTICIJE I PRIMJENA 5G TEHNOLOGIJE U EU

2.1. Investicije u 5G infrastrukturu u Europskoj uniji

2.1.1. Opći trendovi ulaganja

Prema 5G Observatory Reportu 2025, ulaganja u 5G infrastrukturu u Europskoj uniji nastavila su rasti i tijekom 2023. i 2024. godine, s posebnim fokusom na nadogradnju radio-pristupnih mreža (RAN) i modernizaciju jezgrene mreže. Međutim, tempo ulaganja značajno varira među državama članicama, ovisno o veličini tržišta, regulatornom okviru i financijskom kapacitetu operatora.

Iako su početne faze 5G implementacije bile obilježene snažnim kapitalnim izdacima, izvješće pokazuje da se u novijem razdoblju sve više pažnje posvećuje optimizaciji postojećih mreža i selektivnim ulaganjima u područjima s najvećim potencijalom povrata.

2.1.2. Pritisak na profitabilnost operatora

Unatoč rastu investicija, izvješće upozorava na kontinuirani pritisak na profitabilnost operatora elektroničkih komunikacija. Razlozi uključuju:

- visoke troškove spektra,

- rast cijena energije i opreme,
- snažnu tržišnu konkurenciju,
- ograničenu spremnost krajnjih korisnika na plaćanje viših cijena.

Ovakvo okruženje dodatno naglašava potrebu za razvojem novih izvora prihoda koji nadilaze tradicionalne usluge mobilnog širokopojsnog pristupa.

2.2. Tržišna struktura i poslovni modeli

2.2.1. Konsolidacija i suradnja

5G Observatory Report 2025 bilježi rastući trend suradnje među operatorima, uključujući:

- dijeljenje pasivne i aktivne infrastrukture,
- zajedničke investicije u ruralnim područjima,
- suradnju s pružateljima usluga u oblaku i industrijskim partnerima.

Ovi modeli suradnje percipiraju se kao ključni za smanjenje troškova i ubrzanje implementacije 5G mreža, osobito u manje profitabilnim područjima.

2.2.2. Promjena uloge operatora

Izvešće naglašava da se uloga operatora postupno mijenja – od isključivih pružatelja povezivosti prema **digitalnim partnerima** koji nude integrirana rješenja. To uključuje:

- usluge temeljene na edge computingu,
- upravljanje privatnim mrežama,
- sigurnosna i analitička rješenja.

Ovakva transformacija zahtijeva nove kompetencije, drugačije organizacijske strukture i jaču suradnju s vertikalnim sektorima.

2.3. Vertikalni use-caseovi i industrijska primjena 5G-a

2.3.1. Industrijska automatizacija i proizvodnja

Industrijska automatizacija jedan je od najčešće spominjanih use-caseova u 5G Observatory Reportu 2025. 5G tehnologija omogućuje:

- bežično povezivanje proizvodne opreme,
- fleksibilnije proizvodne linije,

- smanjenje latencije i povećanje pouzdanosti komunikacija.

Privatne 5G mreže posebno su istaknute kao rješenje za industrijska okruženja u kojima su sigurnost i kontrola podataka ključni zahtjevi.

2.3.2. Logistika, luke i promet

U sektoru logistike i prometa 5G omogućuje:

- automatizirano upravljanje skladištima,
- praćenje vozila i tereta u stvarnom vremenu,
- podršku autonomnim i poluautonomnim sustavima.

Izvješće navodi brojne pilot-projekte u europskim lukama i prometnim koridorima, koji služe kao testna okruženja za buduću široku primjenu.

2.4. Pametni gradovi i javne usluge

2.4.1. Uloga 5G-a u razvoju pametnih gradova

5G tehnologija prepoznata je kao ključni pokretač pametnih gradova, osobito u kombinaciji s IoT-jem i analitikom velikih podataka. Primjene uključuju:

- pametnu rasvjetu,
- upravljanje prometom,
- nadzor okoliša,
- pametne javne usluge.

Izvješće naglašava da uspjeh ovih projekata ovisi o suradnji između lokalnih vlasti, operatora i tehnoloških partnera.

2.4.2. Izazovi implementacije

Unatoč velikom potencijalu, implementacija 5G rješenja u pametnim gradovima suočava se s brojnim izazovima:

- fragmentacija projekata,
- ograničeni proračuni lokalnih vlasti,
- potreba za interoperabilnošću sustava.

2.5. Zdravstvo i javna sigurnost

U sektoru zdravstva 5G tehnologija otvara mogućnosti za:

- telemedicinu,
- udaljeni nadzor pacijenata,
- podršku naprednim medicinskim postupcima.

Međutim, izvješće ističe da su regulatorni zahtjevi, sigurnost podataka i odgovornost ključni faktori koji usporavaju širu primjenu.

2.6. Privatne 5G mreže

2.6.1. Razvoj privatnih mreža u EU

Privatne 5G mreže predstavljaju jedan od najdinamičnijih segmenata tržišta. One omogućuju:

- potpunu kontrolu nad mrežom,
- visoku razinu sigurnosti,
- prilagodbu specifičnim potrebama korisnika.

5G Observatory Report 2025 bilježi rast interesa za privatne mreže u industriji, logistici i energetici.

2.6.2. Regulatorni aspekti privatnih mreža

Različiti nacionalni pristupi dodjeli spektra za privatne mreže rezultiraju neujednačenim razvojem tržišta. Izvješće preporučuje daljnju harmonizaciju regulatornih rješenja na razini EU.

2.7. Prelazak s pilot-projekata na komercijalnu primjenu

Jedan od ključnih izazova identificiranih u izvješću jest prijelaz s pilot-projekata na skalabilna, komercijalno održiva rješenja. Mnogi projekti ostaju ograničeni na testne faze zbog:

- nejasnih poslovnih modela,
- nedostatka dugoročnog financiranja,
- ograničene uključenosti krajnjih korisnika.

Izvješće naglašava potrebu za sustavnim pristupom koji uključuje regulatornu podršku, financijske poticaje i aktivnu uključenost industrije.

3. DIO - REPUBLIKA HRVATSKA – STANJE, IZAZOVI I PREPORUKE ZA RAZVOJ 5G MREŽA

3.1. Hrvatska u kontekstu razvoja 5G mreža u Europskoj uniji

3.1.1. Opći pregled stanja

Republika Hrvatska se prema pokazateljima 5G Observatory Reporta 2025 nalazi u skupini država članica koje su u relativno kratkom vremenu ostvarile visoku razinu osnovne 5G pokrivenosti stanovništva. To je rezultat kombinacije pravovremene dodjele ključnih frekvencijskih pojaseva, investicija operatora te regulatornog okvira koji je omogućio relativno brzu izgradnju mrežne infrastrukture.

Međutim, kao i u većini drugih država članica, visoka razina pokrivenosti ne znači automatski i visoku razinu funkcionalne zrelosti 5G mreža. Hrvatsko tržište u ovom se trenutku i dalje u velikoj mjeri oslanja na 5G NSA arhitekturu, dok su 5G SA funkcionalnosti uglavnom ograničene na testiranja i pilot-projekte.

3.2. Regulatorni i institucionalni okvir u Hrvatskoj

3.2.1. Uloga regulatornih tijela

Hrvatski regulatorni okvir za elektroničke komunikacije u velikoj je mjeri usklađen s europskim zakonodavstvom. HAKOM ima ključnu ulogu u:

- upravljanju radiofrekvencijskim spektrom,
- osiguravanju tržišnog natjecanja,
- poticanju investicija u mrežnu infrastrukturu.

Iz perspektive 5G Observatoryja, Hrvatska se ne izdvaja po regulatornim barijerama, ali postoji prostor za dodatno pojednostavljenje procedura, osobito na lokalnoj razini.

3.3. Lokalna razina i prostorno planiranje

Jedan od izazova koji se ponavlja i u hrvatskom kontekstu odnosi se na:

- izdavanje dozvola,
- prostorno planiranje,
- prihvaćanje infrastrukturnih zahvata na lokalnoj razini.

Ovi faktori mogu značajno utjecati na brzinu i troškove implementacije naprednih 5G mreža, osobito u gusto naseljenim urbanim područjima.

3.4. Tržište operatora i investicijski kapacitet

3.4.1. Struktura tržišta

Hrvatsko tržište elektroničkih komunikacija karakterizira:

- ograničen broj velikih operatora,
- relativno mala veličina tržišta u usporedbi s većim državama članicama,
- visoka razina konkurencije u segmentu krajnjih korisnika.

Ovakva struktura tržišta utječe na investicijski kapacitet operatora, osobito u kontekstu skupih nadogradnji potrebnih za 5G SA mreže.

3.4.2. Investicije i povrat ulaganja

U usporedbi s većim tržištima Europske unije, gdje operatori raspolažu većim bazama korisnika i ekonomijama razmjera, hrvatski operatori suočeni su s izraženijim izazovima ostvarivanja povrata ulaganja u napredne 5G funkcionalnosti. To dodatno naglašava važnost:

- ciljanog korištenja EU fondova,
- selektivnih oblika suradnje javnog i privatnog sektora u pilot-projektima,
- zajedničkih projekata s industrijom.

3.5. Primjena 5G tehnologije u hrvatskom gospodarstvu

3.5.1. Industrija i proizvodnja

Industrijska primjena 5G tehnologije u Hrvatskoj još je u ranoj fazi. Iako postoje pojedinačni pilot-projekti, sustavna integracija 5G-a u industrijske procese još nije zaživjela. Razlozi uključuju:

- ograničenu svijest industrijskih korisnika,
- nedostatak tehničkog znanja,
- nejasne poslovne modele.

Međutim, postoje sektori s velikim potencijalom, uključujući:

- proizvodnju,
- energetiku,
- logistiku,
- luke i prometne koridore.

3.5.2. Privatne 5G mreže

Privatne 5G mreže predstavljaju značajnu priliku za hrvatsko tržište, osobito u industrijskim zonama i infrastrukturnim objektima. Njihov razvoj zahtijeva:

- fleksibilne modele dodjele spektra,
- jasno definirane regulatorne uvjete,
- blisku suradnju između operatora i krajnjih korisnika.

3.6. Javna uprava, pametni gradovi i javne usluge

3.6.1. Potencijal 5G-a u javnom sektoru

Hrvatska ima značajan potencijal za primjenu 5G tehnologije u projektima pametnih gradova, digitalne javne uprave i upravljanja infrastrukturom. 5G može omogućiti:

- učinkovitije upravljanje prometom,
- pametne sustave rasvjete i energetike,
- napredne sustave nadzora i javne sigurnosti.

3.6.2. Izazovi provedbe

Izazovi uključuju:

- fragmentiranost projekata,
- ograničene lokalne proračune,
- potrebu za međusektorskom koordinacijom.

Za uspješnu provedbu nužan je strateški pristup na nacionalnoj razini, uz jasne prioritete i koordinaciju dionika.

3.7. Preporuke za razvoj 5G tržišta u Hrvatskoj

Sljedeće preporuke temelje se na analizi nalaza 5G Observatory Reporta 2025 i razmatranja s radionice BCO mreže, uz njihovu prilagodbu specifičnostima hrvatskog tržišta elektroničkih komunikacija.

3.7.1. Kratkoročne preporuke (2026.–2027.)

- Potaknuti komercijalnu implementaciju 5G SA mreža kroz pilot-projekte i regulatorne poticaje
- Pojednostavniti lokalne administrativne procedure za izgradnju mrežne infrastrukture
- Ciljano koristiti EU fondove za projekte s jasnim industrijskim i društvenim učinkom

- Povećati informiranost poslovnih korisnika o mogućnostima 5G tehnologije

3.7.2. Srednjoročne preporuke (2028.–2032.)

- Integrirati 5G tehnologiju u nacionalne industrijske i digitalne strategije
- Razviti nacionalne kompetencijske centre za 5G i buduće 6G tehnologije
- Potaknuti razvoj privatnih 5G mreža u industriji i javnom sektoru
- Jačati suradnju između operatora, industrije, akademske zajednice i javne uprave

4. Zaključak

5G Observatory Report 2025 pokazuje da se Europska unija nalazi u završnoj fazi postizanja osnovnih ciljeva pokrivenosti 5G mrežama, ali tek na početku faze u kojoj 5G treba ostvariti puni društveno-gospodarski potencijal. Hrvatska u tom kontekstu ima dobru početnu poziciju, ali i jasne izazove koji se odnose na funkcionalnu zrelost mreža, industrijsku primjenu i održivost investicija.

Bez strateškog fokusa na 5G SA, razvoj privatnih mreža i integraciju 5G-a u ključne sektore gospodarstva i javne uprave, postoji rizik da se prednosti 5G tehnologije u Hrvatskoj ne iskoriste u punom opsegu. S druge strane, pravovremenim i koordiniranim djelovanjem Hrvatska može iskoristiti 5G kao temelj za dugoročnu digitalnu i gospodarsku transformaciju.

Aktivnosti vezane uz privatne 5G mreže već su pokrenute od strane HAKOM-a kroz dodjelu spektra, planove za otvaranje novih frekvencijskih pojaseva za ove primjene i suradnju s operatorima i industrijom. Uvođenje 5G SA mreža potiče se kroz rad 5G radne skupine, ali tržište u Hrvatskoj još nije spremno za komercijalno uvođenje 5G SA mreža koje zahtijeva znatna ulaganja. Operatori kroz pilot-projekte uz testiranje različitih primjena pokušavaju potaknuti interes potencijalnih korisnika za rješenjima koja su dostupna isključivo uz korištenje 5G SA.