

Studija

**Ekonomski
učinci
razvoja 5G
infrastrukture
u Republici
Hrvatskoj**

Ekonomski institut, Zagreb

Studija

Ekonomski učinci razvoja 5G infrastrukture u Republici Hrvatskoj

Zagreb, prosinac 2021.

O AUTORIMA

Ekonomski institut, Zagreb

Ekonomski institut, Zagreb (EIZ) javni je znanstveni institut na kojem se više od 80 godina provode znanstvena i razvojna istraživanja u polju ekonomije. Osnovan je 1939. godine, a danas uživa reputaciju vodećeg instituta za ekonomska istraživanja u Hrvatskoj. EIZ istraživanja provodi u četiri šira područja: makroekonomija i međunarodna ekonomija, poslovna ekonomija i ekonomski sektori, regionalni razvoj te socijalna politika i tržište rada. U sklopu istraživačkog područja poslovna ekonomija i ekonomski sektori, EIZ pokriva i teme vezane za digitalnu transformaciju i digitalnu infrastrukturu u sklopu kojih je do sada sudjelovao u više istraživačkih projekata za Hrvatsku udrugu poslodavaca, Deutsche Telekom, SAP, Ernst & Young, Hrvatski Telekom i Europsku komisiju.

Na izradi studije sudjelovali su dr. sc. Maruška Vizek kao voditeljica istraživanja, dr. sc. Tajana Barbić, dr. sc. Davor Mikulić i izv. prof. dr. sc. Nebojša Stojčić sa Sveučilišta u Dubrovniku u svojstvu članova istraživačkog tima. Studije slučaja je izradila Dragana Radusinović Tafra.

.....
Više podataka o Ekonomskom
institutu, Zagreb potražite na:
www.eizg.hr

Izvršni sažetak	5	
	15	1. Uvod
	21	2. Osnovne odrednice 5G
	23	2.1. Tehničke karakteristike 5G
	23	Što je 5G
	24	Povijesni razvoj 1G–2G–3G–4G–5G
	26	2.2. Tri stupa 5G
	27	2.3. Zahtjevi vezani za spektar
	30	2.4. Strateški dokumenti o 5G Europske unije i Republike Hrvatske
	30	Kako EU oblikuje i provodi 5G viziju?
	32	2.5. 5G u Hrvatskoj
	33	5G klasteri i slučajevi korištenja
Studija slučaja • Dubrovnik	36	
	38	2.6. Procjena učinaka na produktivnost i rast određenih sektora gospodarstva
	38	Prerađivačka industrija
	39	Informacijsko-komunikacijske djelatnosti (ICT)
	39	Sektor javnih usluga
	41	Trgovina na veliko i malo
	41	Financije i osiguranje
	42	Transport i skladištenje
	43	Hoteli i restorani
	44	
Studija slučaja • FER	48	3. Ekonomski učinci razvoja 5G infrastrukture
	51	3.1. Učinci razvoja 5G infrastrukture na poslovanje poduzetnika
	60	
Studija slučaja • Kutjevo	62	3.2. Ekonomski učinci razvoja 5G infrastrukture u pojedinim klasterima i korisničkim slučajevima
	93	4. Zaključak
Reference	99	

Izvršni sažetak

Cilj ove studije je ocijeniti ekonomske učinke razvoja 5G infrastrukture u Republici Hrvatskoj. U tu svrhu su provedene dvije komplementarne analize očekivanih koristi od razvoja 5G mreže. Oslanjajući se na metodologiju i osnovne rezultate prikazane u Analysys Mason (2020.) u ovoj studiji prikazujemo procjene kapitalnih rashoda razvoja 5G infrastrukture za četiri ekonomska klastera: Pametna proizvodnja i logistika, Pametno selo, Pametan grad i Pametna javna uprava za sve hrvatske županije. Klaster Pametna proizvodnja i logistika uključuje prerađivačku industriju, luke, aerodrome, rudarstvo i turizam kao specifične slučajeve korištenja 5G infrastrukture. Klaster Pametno selo uključuje poljoprivredu i fiksni pristup na mobilnoj mreži (engl. fixed wireless access – FWA) kao slučajeve korištenja, dok klaster Pametni grad podrazumijeva građevinarstvo i hotspotove). Dobivene procjene kapitalnih troškova za razvoj 5G infrastrukture zatim uspoređujemo s procijenjenim diskontiranim ekonomskim koristima od razvoja 5G infrastrukture za razdoblje do 2040. godine za navedena četiri klastera po županijama kako bismo izračunali odnos koristi i troškova od uvođenja 5G mreže i na takav način ocijenili isplativost ulaganja u 5G infrastrukturu u pojedinim klasterima i hrvatskim regijama. S obzirom da primjenjujemo istu metodologiju kao i Analysys Mason (2020.), u mogućnosti smo rezultate dobivene za Hrvatsku usporediti s drugim zemljama Europske unije. Rezultati provedene analize upućuju na sljedeće zaključke:

↗ Ukupne koristi od ulaganja u 5G mrežu iskazane u terminima neto sadašnje vrijednosti u ukupnom hrvatskom gospodarstvu procijenjene su na 1,33 milijarde EUR, što je tri puta više od troškova ulaganja koji bi trebali iznositi oko 445 milijuna EUR. Prosječni omjer koristi i troškova od ulaganja u 5G infrastrukturu u Europskoj uniji je 4,3, a Hrvatska se sa omjerom od 3,0 nalazi na 19. mjestu u Europskoj uniji i može se svrstati u skupinu zemalja koja uključuje Estoniju, Latviju, Grčku i Bugarsku koje bilježe nešto niži omjer od Hrvatske.

↗ Godišnja neto korist po stanovniku od ulaganja u 5G infrastrukturu iznosi 14,5 EUR po stanovniku, odnosno 1,72 posto BDP-a.

↗ Najveći troškovi ulaganja u razvoj 5G infrastrukture u apsolutnom iznosu se očekuju u Gradu Zagrebu gdje oni iznose 60,2 milijuna EUR. Slijedi zatim Primorsko-goranska županija

(47,9 milijuna EUR), Splitsko-dalmatinska županija (42,9 milijuna EUR) te Istarska županija sa očekivanih 36,6 milijuna EUR ulaganja. Međutim u terminima BDP-a, Grad Zagreb bilježi najmanji trošak ulaganja u 5G infrastrukturu (svega 0,3 posto BDP-a), dok se najveći relativni trošak ulaganja očekuje u Ličko-senjskoj županiji (čak 3,6 posto BDP-a), zatim u Dubrovačko-neretvanskoj (1,5 posto), Istarskoj (1,2 posto BDP-a) i Primorsko-goranskoj županiji (1,1 posto BDP-a).

 Najveći iznos koristi uz najpovoljniji omjer troškova i koristi očekuje se u klasteru Pametno selo, gdje se na svaki EUR ulaganja očekuje 4,3 puta veći iznos koristi.

 Neto koristi od 5G infrastrukture u klasteru Pametno selo su najveće u Bjelovarsko-bilogorskoj (3,7 posto BDP-a), Koprivničko-križevačkoj (2,7 posto BDP-a) te Vukovarsko-srijemskoj i Virovitičko-podravskoj županiji (2,5 posto BDP-a).

 U klasteru Pametna proizvodnja i logistika očekuju se koristi u iznosu od 507 milijuna EUR, uz istovremeno najviši iznos potrebnih ulaganja u infrastrukturu koji dosežu 228 milijuna EUR. To znači da dugogodišnje zaostajanje u brzini prihvaćanja suvremenih tehnoloških procesa u prerađivačkoj industriji u odnosu na naprednije europske zemlje rezultira relativno niskim omjerom koristi i troškova od 2,2 u ovom klasteru, a što je niže u odnosu na ostala tri klastera.

 Najveći omjer koristi i troškova od ulaganja u 5G infrastrukturu u klasteru Pametna proizvodnja i logistika se očekuje u Istarskoj županiji gdje taj omjer iznosi 4,5, a iznad nacionalnog prosjeka se nalaze još i Grad Zagreb i Dubrovačko-neretvanska županija s omjerima troškova i koristi od 3,5 te Splitsko-dalmatinska županija s omjerom koristi i troškova od 2,5. Istarska županija ujedno ostvaruje i najveću korist od ulaganja u 5G u klasteru Pametna proizvodnja koja iznosi 2,0 posto BDP-a.

 Najveće koristi od ulaganja u 5G infrastrukturu u klasteru Pametna proizvodnja i logistika se očekuju za prerađivačku industriju (256 milijuna EUR), turizam (222 milijuna EUR), dok su koristi za zračne luke i vodene luke procijenjene na 19 i 10 milijuna EUR.

 Relativno visoki omjer koristi i troškova očekuje se i u klasteru Pametna javna uprava, gdje iznos ulaganja od 10 milijuna EUR može generirati 3,5 puta viši iznos koristi.

 Najveći omjer koristi i troškova od ulaganja u 5G infrastrukturu u klasteru Pametna javna uprava mogu se očekivati u Gradu Zagrebu gdje taj omjer iznosi čak 7,7, zatim u Osječko-baranjskoj i Vukovarsko-srijemskoj županiji (4,5 i 3,8). Najmanji omjer očekuje se u Ličko-senjskoj županiji.

 Potencijal za ostvarenje koristi od 5G mreže može biti i značajniji, posebice u klasterima Pametna proizvodnja i logistika u slučaju uspješnije transformacije industrije i ostalih poduzeća, te u klasteru Pametna javna uprava ukoliko javne institucije u većoj mjeri prilagode aktivnosti novim mogućnostima.

 Omjer koristi i troškova od 2,7 može se očekivati u klasteru Pametni grad, gdje su troškovi ulaganja u infrastrukturu procijenjeni na 65 milijuna EUR, a koristi koje su vezane za upotrebu urbanih hotspot mreža i mogućnosti za optimizaciju određenih urbanih sustava na 178 milijuna EUR. Najveće neto koristi u terminima BDP-a od ulaganja u 5G u ovom klasteru očekuju se u Gradu Zagrebu i one iznose 0,3 posto BDP-a.

 Omjer koristi i troškova od ulaganja u 5G infrastrukturu se značajno razlikuju po županijama uslijed razlika u njihovoj gospodarskoj strukturi koja određuje potencijal za ostvarivanja koristi te uslijed razlika u njihovim demografskim i geografskim obilježjima. Omjere koristi i troškova koji su viši od nacionalnog prosjeka (3,0) bilježe Grad Zagreb (4,5), Bjelovarsko-bilogorska (4,2), Koprivničko-križevačka (4,1), Međimurska (3,8), Osječko-baranjska (3,7), Istarska (3,4), Vukovarsko-srijemska (3,2) i Virovitičko-podravska županija (3,1). Najmanje omjere koristi i troškova bilježe Ličko-senjska (1,7), Krapinsko-zagorska i Primorsko-goranska županija (2,0). Jedina županija u Hrvatskoj u kojoj je omjer koristi i troškova od 5G infrastrukture veći od europskog prosjeka je Grad Zagreb.

 Najveću neto korist od ulaganja u 5G infrastrukturu izraženu kao postotak BDP-a ima Bjelovarsko-bilogorska županija (3,8 posto BDP-a), a slijede ju Koprivničko-križevačka, Istarska i Dubrovačko-neretvanska sa 3,6, 2,8 i 2,7 posto BDP-a. Najmanju neto korist od ulaganja u 5G imaju Primorsko-goranska županija (1,1 posto BDP-a) te Grad Zagreb koji iako ima visoki omjer koristi i troškova ima i visoku ostvarenu razinu ukupnog BDP-a, što njegovu neto korist od 5G mreže mjerenu BDP-om čini u relativnom iznosu nižom.

 Najveću neto korist od ulaganja u 5G infrastrukturu po stanovniku godišnje ima Istarska županija (27,8 EUR), zatim Dubrovačko-neretvanska županija (23,3 EUR), Bjelovarsko-bilogorska (22,5 EUR) i Koprivničko-križevačka županija (22 EUR). Ove četiri županije su ujedno i jedine županije u kojima je neto korist po stanovniku veća od europskog prosjeka koji iznosi 21 EUR. Najnižu neto korist po stanovniku godišnje imaju Krapinsko-zagorska (7,3 EUR), Šibensko-kninska (8,7 EUR) i Zagrebačka županija (8,9 EUR).

 Vremenska dinamika rasprostiranja učinaka razvoja 5G infrastrukture nije ujednačena. Nakon što je 5G infrastruktura instalirana i spremna za rad, potrebno je da prođe određeno vrijeme nužno za prilagodbu i industrijsku transformaciju, nakon čega dolazi do ubrzanog rasta koristi od korištenja infrastrukture, sve do trenutka kad su tehnologija koje koriste 5G infrastrukturu široko rasprostranjene u gospodarstvu i svakodnevnom životu. Dosezanjem zrelosti korištenja 5G tehnologija, sve je manji prostor za daljnji ubrzani rast koristi, pa krivulju očekivanih koristi karakterizira s-oblik.

Osim analize koristi i troškova ulaganja u 5G infrastrukturu, provedena je i procjena učinka povećanja mobilnih brzina do donjeg praga vrijednosti 5G brzine na poslovanje poduzetnika iz pojedinih industrija i županija. Pri tome je naglasak stavljen na poduzetnike iz prerađivačke industrije, turizma, ICT, prijevoza, zdravstva i poljoprivrede jer te industrije predstavljaju ili slučajeve korištenja u kojima se očekuje najveća transformacija poslovanja uslijed primjene 5G tehnologija ili je riječ o slučaju korištenja (turizam) kojeg je potrebno uključiti u analizu zbog njegove iznimne važnosti za ukupnu hrvatsku ekonomiju. Cilj analize je procijeniti potencijalni učinak povećanja brzine korisničkog pristupa mreži na nastanak novih poduzeća,

izvoznost sofisticiranost poduzeća, troškove njihova poslovanja, njihove prihode od prodaje, izvoz i zaposlenost za navedene industrije za sve županije u Republici Hrvatskoj. Rezultati te analize upućuju na sljedeće zaključke:

 Povećanje mobilne brzine do razine koja se može pripisati 5G mreži ima najveći učinak na povećanje udjela novih poslovnih subjekata u ICT sektoru i turizmu. U odnosu na prosjek promatranog razdoblja, uvođenje 5G mreže ima potencijal povećati udio novih poslovnih subjekata u ukupnoj populaciji poduzeća za 25 posto u Gradu Zagrebu do čak 250 posto u slučaju Brodsko-posavske županije. Općenito gledajući, snažniji pozitivni učinci uvođenja 5G mreže na osnivanje novih poduzeća se očekuju u slabije razvijenim područjima i područjima udaljenima od glavnih urbanih središta.

 Uvođenje 5G mreže kojeg prati povećanje mobilnih brzina ima i statistički značajne učinke na povećanje tehnološke usloženosti izvoznih proizvoda i usluga. Tako bi se pri brzinama koje se mogu smatrati donjim pragom 5G mreže izvozna sofisticiranost u sektoru prijevoza trebala povećati za 5 posto, u ICT-u 7 posto, u prerađivačkoj industriji 19 posto, dok bi se u sektoru poljoprivrede ona trebala povećati za 25 posto. Virovitičko-podravska, Karlovačka, Bjelovarsko-bilogorska i Požeško-slavonska županija imaju najveći potencijal za tehnološko usložnjavanje izvoznih proizvoda uslijed uvođenja 5G mreže, dok županije koja imaju veliki potencijal za privlačenje novih poduzeća i povećanje udjela novih poduzeća u pravilu će bilježiti smanjenje tehnološke usloženosti. U sektoru turizma i zdravstva uvođenje 5G pogoduje nastanku manje sofisticiranih (u pravilu cjenovno konkurentnih) proizvoda i usluga.

 Očekuje se da će povećanje mobilne brzine u sklopu uvođenja 5G mreže rezultirati smanjenjem troškova poslovanja u sektorima ICT, poljoprivrede i prijevoza gdje se očekivana smanjenja udjela troškova poslovanja u ukupnim prihodima kreću u rasponu od 20 posto u sektorima ICT i prijevoza do 30 posto u sektoru poljoprivrede. Smanjenje troškova poslovanja se može očekivati u svim županijama osim Karlovačke, Sisačko-moslavačke, Vukovarsko-srijemske i Bjelovarsko-bilogorske. Najveće očekivano smanjenje troškova očekuje se u Požeško-slavonskoj (29 posto), Ličko-senjskoj (25 posto) i Istarskoj županiji (21 posto).



U svim sektorima očekuje se porast prihoda prodaje uvođenjem 5G mreže. Prihodi bi se tako u prerađivačkoj industriji trebali povećati za 20 posto, a u turizmu i ICT-u za 50 posto. Grad Zagreb i Zagrebačka županija prednjače po očekivanom povećanju prihoda od prodaje pri čemu je učinak u slučaju Zagreba gotovo dvostruko veći u odnosu na sve ostale županije. Prihodi bi se u Gradu Zagrebu uslijed uvođenja 5G mreže tako trebali povećati za 107 posto. Veliko povećanje prihoda se očekuje i u Primorsko-goranskoj (31 posto) i Splitsko-dalmatinskoj županiji (25 posto), odnosno u županijama u kojim se nalazi drugi i treći najveći hrvatski grad.

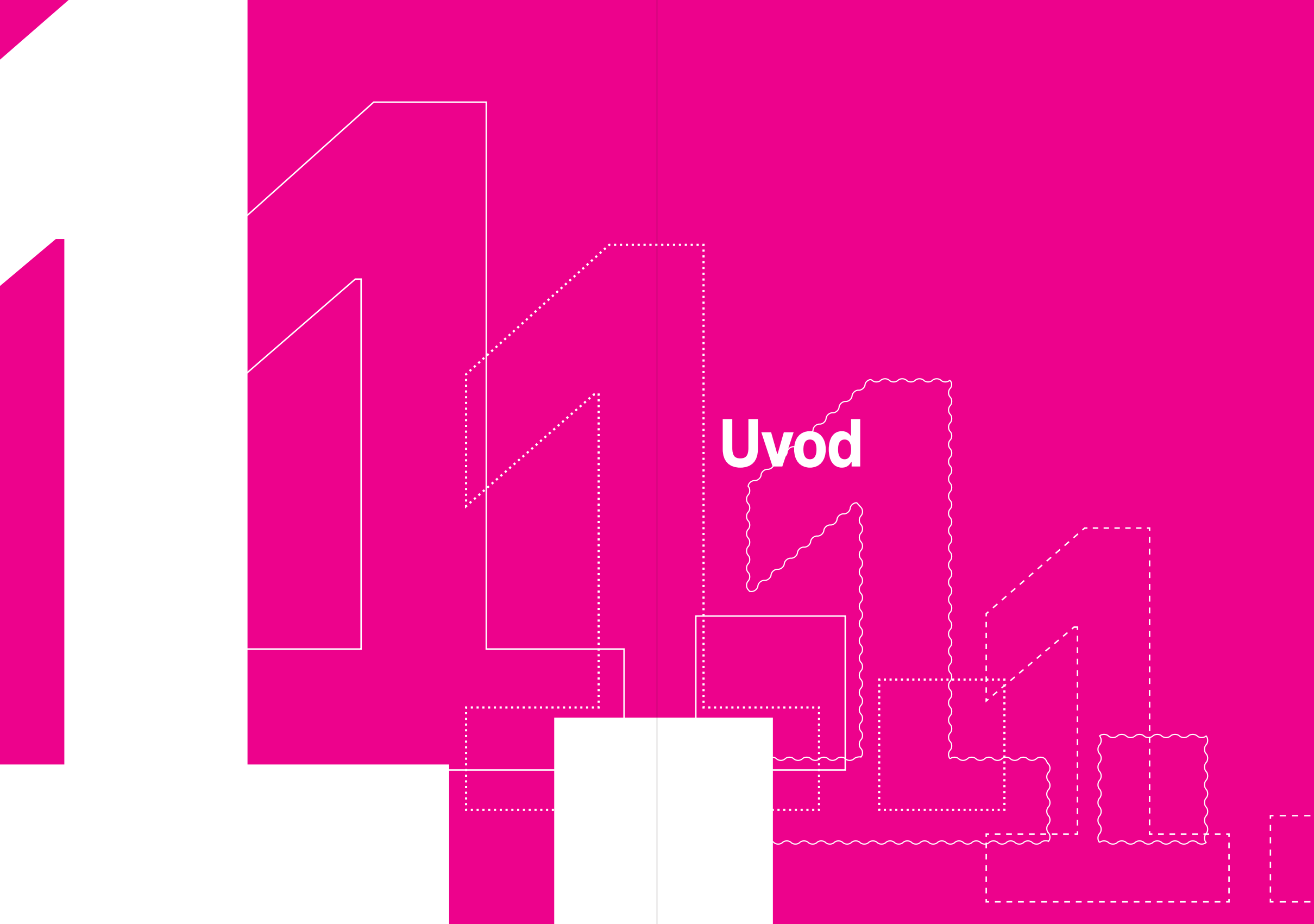


Uvođenjem 5G mreže i posljedičnim povećanjem mobilnih brzina nastat će koristi u vidu povećanja zaposlenosti u svim analiziranim sektorima. Raspon procijenjenog povećanja zaposlenosti se kreće od 46 posto u ICT-u, 43 posto u turizmu, do 8 posto u prerađivačkoj industriji. Na županijskoj razini najveći intenzitet pozitivnog učinka povećanja brzina na zaposlenost zabilježen je u Gradu Zagrebu, iza kojeg slijede Zagrebačka, Splitsko-dalmatinska, Primorsko-goranska i Istarska županija u kojima se povećanje zaposlenosti procjenjuje na između 16 i 24 posto.



Procjene za ukupno gospodarstvo Republike Hrvatske sugeriraju da kako bi se uvođenjem 5G mreže moglo ostvariti povećanje izvozne sofisticiranosti od 10 posto, smanjenje troškova poslovanja za 10 posto te bi se otvorio potencijal za do tri puta veći udio novih poduzeća u ukupnoj populaciji poslovnih subjekata. Ove procjene nisu konačne i mogu se smatrati relativno konzervativnima jer se one temelje na podacima koji se mogu interpretirati tek kao donja granica budućih brzina 5G mreže i jer one ne uzimaju u obzir i buduću učinak masovnog Interneta stvari te mission-critical sposobnosti koje uz veće brzine predstavljaju osnovne karakteristike 5G mreže.



The background is a vibrant magenta color. It features several overlapping geometric shapes and lines. On the left, there are solid magenta shapes, including a large triangle and a rectangle. A thin white line runs vertically down the center of the page. To the right of this line, there are various outlined shapes: some with solid white borders, some with dotted white borders, and some with wavy white borders. These shapes are arranged in a way that they appear to be layered or nested. The word "Uvod" is written in a bold, white, sans-serif font, positioned in the upper right quadrant of the page, overlapping some of the outlined shapes.

Uvod

Ako analiziramo povijest razvoja ljudske civilizacije, lako je ustanoviti da su nove tehnologije opće namjene poput kotača, tiskarskog i parnog stroja, električne energije, telegrafa, računala i Interneta predstavljale velike prekretnice u načinu života i poslovanja. Otkrića i široka primjena navedenih tehnologija opće namjene su, svaka u razdoblju u kojem su se odvijala, drastično promijenila društvenu i ekonomsku strukturu i procese. Ona su redefinirala društvene odnose, radne procese i iznova ispislala pravila komparativnih ekonomskih prednosti, te su polučila pozitivne učinke na proizvodnost rada i fizičkog kapitala te životnog standarda ljudi. Instalacija, razvoj i široka primjena mobilnih digitalnih tehnologija zasnovanih na 5G infrastrukturi se u tom smislu može promatrati kao sljedeća tehnologija opće namjene koja će biti katalizator novih promjena u načinu života i poslovanja.

Nakon što završi razdoblje inkubacije pa mobilne digitalne tehnologije koje su bazirane na 5G infrastrukturi uđu u masovniju uporabu, možemo očekivati da će mnogi ekonomski sektori te ekonomija u cjelini proći kroz cikluse transformativnih te ponekada i vrlo disruptivnih promjena. Mobilne digitalne tehnologije su i do sada napredovale od povezivanja ljudi do razmjene i korištenja podataka o kojima ljudi ovise kako u njihovim osobnim, tako i u profesionalnim životima. No kako digitalne tehnologije zasnovane na 5G infrastrukturi postanu u široj mjeri ugrađene u uređaje, mašine i procese, bežična povezivost će postati osnovica funkcioniranja mnogih industrija, što će dovesti do kontinuiranog unaprjeđenja poslovanja tih industrija, značajnog povećanja njihove proizvodnosti, pojave novih inovacija i u konačnici, do redefiniranja ekonomske konkurentnosti industrija i nacionalnih ekonomija.

Standardne karakteristike 5G mreže u vidu poboljšane mobilne brzine prijenosa podataka, masovnog Interneta stvari i mission-critical sposobnosti podrazumijevaju da će se ista 5G infrastruktura moći primijeniti u mnogim industrijama i slučajevima korištenja kao što su naprimjer autonomna vožnja, telezdravstvo i automatizirana proizvodnja. S vremenom će se difuzija mobilnih tehnologija zasnovanih na 5G infrastrukturi proširiti i produbiti te će te tehnologije ući u širu primjenu i u industrije u kojima je u ovom trenutku njihova primjena vrlo ograničena. To će dovesti do toga da će mobilne bežične tehnologije moći ostvariti vrlo duboki i održivi učinak na širok spektar ekonomskih aktivnosti i industrija, te će

u mnogome odrediti buduću putanju kako nacionalnih ekonomija tako i globalnih ekonomskih procesa.

Kako bi tehnologije zasnovane na 5G infrastrukturi zaživjele i ostvarile svoj prožimajući utjecaj na živote ljudi i poslovanje industrija kroz različite slučajeve korištenja, potrebno je prvo da se 5G infrastruktura razvije, odnosno da se ona fizički instalira. S obzirom da trošak instaliranja 5G mreže nije beznačajan, te s obzirom da je privatni interes za instaliranje te infrastrukture u mnogome ograničen samo na ona područja i slučajeve korištenja u kojima postoji komercijalna isplativost takvih kapitalnih investicija, od posebne je važnosti procijeniti potencijalne buduće koristi od razvoja 5G infrastrukture i usporediti te koristi s troškovima instalacije 5G infrastrukture kako bi se kvantificirao ekonomski povrat na ulaganje u 5G infrastrukturu, a samim time dobio i osjećaj za važnost kako privatnog, tako i javnog ulaganja u 5G infrastrukturu.

Cilj ove studije je stoga procijeniti buduće ekonomske koristi od razvoja 5G infrastrukture i usporediti ih s očekivanim troškovima ulaganja u razvoj te infrastrukture. U drugom poglavlju studije se daje kratki pregled osnovnih karakteristika 5G infrastrukture, dok se u trećem poglavlju opisuje temeljne očekivane koristi koje će pojedine industrije i slučajevi korištenja imati od razvoja te infrastrukture i digitalnih mobilnih tehnologija koje će biti na njima zasnovane.

U četvrtom poglavlju se daje prikaz analize rezultata ekonomskih učinaka razvoja 5G infrastrukture u Republici Hrvatskoj koja je podijeljena na dva dijela. U prvom dijelu poglavlja analiziramo učinke povećanja mobilnih brzina, koja je samo jedna od tri glavne karakteristike 5G mreže, na poslovanje poduzetnika iz pojedinih industrija i županija. Pri tome se usredotočujemo na poduzetnike iz prerađivačke industrije, turizma, ICT, prijevoza, zdravstva i poljoprivrede jer te industrije predstavljaju ili slučajeve korištenja u kojima se očekuje najveća transformacija poslovanja uslijed primjene 5G tehnologija ili je riječ o slučaju korištenja (turizam) kojeg je potrebno uključiti u analizu zbog njegove iznimne važnosti za ukupnu hrvatsku ekonomiju. U ovom dijelu analize procjenjujemo potencijalni učinak povećanja brzine korisničkog pristupa mreži na nastanak novih poduzeća, izvozu sofisticiranost poduzeća, troškove njihova poslovanja, njihove prihode od prodaje, izvoz i zaposlenost za navedene industrije za sve županije u Republici Hrvatskoj.

U drugom dijelu poglavlja predstavljamo rezultate procjene troškova razvoja 5G mreže za četiri ekonomska klastera: Pametna proizvodnja, Pametno selo, Pametan grad i Pametna javna uprava za sve županije te ih uspoređujemo s procijenjenim koristima od razvoja 5G mreže. Cilj ove analize je utvrditi ukupnu isplativost i ekonomsku opravdanost ulaganja u razvoj 5G infrastrukture, te ustanoviti u kojim klasterima i slučajevima korištenja postoje najveći ekonomski potencijali te gdje se nalaze najveća ograničenja ostvarivanju većih koristi od razvoja 5G. U drugom dijelu četvrtog poglavlja prezentiramo i usporedbu ocijenjenih koristi od razvoja 5G mreže za Republiku Hrvatsku u odnosu na druge zemlje članice Europske unije, kako bismo ocijenili položaj naše zemlje unutar šire ekonomske zajednice kojoj ona pripada. Valja napomenuti da su obje analize opisane u četvrtom poglavlju provedene koristeći prilično konzervativne početne pretpostavke, što znači da procjene dobivenih koristi predstavljaju donju granicu očekivanih budućih ekonomskih koristi od razvoja 5G mreže.

U zadnjem poglavlju prikazujemo temeljne rezultate analize i predlažemo smjernice za buduće javne politike vezane za razvoj 5G infrastrukturu i primjenu 5G tehnologija u životu i poslovanju.

The background is a vibrant magenta color. It features several abstract geometric elements: a large white circle on the left, a large white square at the bottom center, and various dashed and dotted white lines forming shapes like rectangles and circles. A thin white vertical line runs down the center of the page.

Osnovne odrednice 5G

2.1. Tehničke karakteristike 5G

Što je 5G?

5G je peta generacija mreža pokretnih komunikacija koja predstavlja novi standard u globalnim mrežama pokretnih komunikacija. 5G se temelji na metodi OFDM (engl. Orthogonal frequency-division multiplexing) koja modulira digitalni signal preko nekoliko različitih kanala kako si se smanjile smetnje. 5G mreža koristi NR zračno sučelje uz OFDM principe, te širokopojasnu tehnologiju poput sub-6 GHz i mm-vala. Riječ je o mreži koja predstavlja razvojni slijed mreža 1G, 2G, 3G i 4G. Prema podacima GSA od listopada 2021., 469 operatera u 140 zemalja/teritorija ulažu u 5G, uključujući probne verzije, licence, planiranje, implementaciju mreže i aktivaciju.

5G

Veća efikasnosti i energetska štedljivost

5G troši manje energije na uređajima. Veći kapacitet mreže će omogućiti IoT s puno većim brojem uređaja – 5G povećava trajanje baterije IoT uređaja za 10 puta.

5G je inovacijska platforma

5G mijenja igru i za industriju i društvo u cjelini. 5G ima potencijal omogućiti milijardama povezanih uređaja dijeljenje informacija u realnom vremenu, transformirajući način na koji se živi i posluje.

Veća pouzdanost

Korisnici bi trebali imati maksimalno 10 milisekunde između trenutka obavljanja aktivnosti i dobivanja odgovora mreže (tzv. kašnjenje), što je značajno manje u usporedbi s 30 – 40 milisekundi karakterističnih za 4G.

Rast brzine

5G će povećati brzinu preuzimanja do 10 GB po sekundi (4G je 1 GB po sekundi).

5G omogućava Industriju 4.0

Mogućnost brzog i sigurnog povezivanja je ključna u razvoju nove generacije aplikacija i usluga. 5G pruža osnovu za primjenu koncepata pametnih tvornica, pametnog obrazovanja, pametnog grada, pametnih vozila.

Unaprijeđeni procesi proizvodnje u velikoj mjeri ovise o sustavu trenutnog prijenosa podataka velikim brzinama.

Povijesni razvoj 1G – 2G – 3G – 4G – 5G

Svako desetljeće pojavljuje se nova mrežna tehnologija (skraćeno G) koja predstavlja dramatičan napredak u terminima poboljšanog korisničkog iskustva, smanjenog kašnjenja (engl. latency), šireg mobilnog širokopojasnog pristupa u odnosu na prethodnu (Tablica 1). Poznavanje povijesnog razvoja mreža pokretnih komunikacija važan je preduvjet razumijevanja važnosti i utjecaja 5G mreže na poslovanje i život u cjelini.

Tablica 1 Povijesni razvoj mreža pokretnih komunikacija

Mreža	1G	2G	3G	4G	5G
Tehnologija	Povezuje ljude			Povezuje ljude i uređaje	Povezuje svijet
Pokrenuta	1979.	1991.	2002.	2009.	2019.
Kašnjenje			300ms	30 – 40ms	<10ms
Brzine	0,0024 Mbit/s	0,064 Mbit/s	42 Mbit/s	1,000 Mbit/s	10,000 Mbit/s
Doseg			Milijuni uređaja	Milijarde uređaja	Bilijuni uređaja

Izvor: Accenture (2021); IHS (2019); Siemens.

Prva generacija 1G povezuje se s pojavom prve komercijalne mobilne mreže u Tokiju – Nippon Telegraph and Telephone (NTT). Do 1984. godine, NTT je pokrio cijeli Japan s 1G mrežom. 1G mreža svodila se na analogni prijenos glasa te je imala brojne nedostatke poput loše kvalitete zvuka, nepostojanja roaming podrške između različitih operatera, pozivi nisu bili enkriptirani te je postojala nekompatibilnost između različitih sustava.

Prva komercijalna 2G mreža je pokrenuta u skladu s GSM standardom u Finskoj 1991. godine. 2G mreža omogućila je digitalni prijenos glasa, slanje SMS i MMS poruka i poboljšanje sigurnost uslijed mogućnosti digitalne enkripcije. Unatoč malim brzinama, 2G mreža je po prvi puta omogućila promjenu u poslovnom okruženju i omogućila mali doprinos samoj industriji, koji je izostao u slučaju 1G mreže.

Razvojem 3G mreže Internet se dovodi s desktopa u naše telefone. Prva komercijalna 3G mreža pokrenuta je u Južnoj Koreji 2002. godine. U usporedbi s 2G, nova generacija 3G povećala je sposobnost prijenosa

podataka za 4 puta te omogućila nove usluge poput video konferencija, video streaminga i glasa preko IP-a.

Prva komercijalna 4G mreža pokrenuta je u Švedskoj i Norveškoj 2009. godine u skladu s Long Term Evolution (LTE) standardom. 4G mreža dovela je u mobitele ne samo Internet, nego i glazbu i video sadržaj. 4G je ponudio brzi mobilni pristup Internetu koji olakšava usluge igranja video igara, HD videa i HQ video konferencija. Specifičnost razvoja 4G mreže je bila što je uvođenje iste podrazumijevalo dizajniranje mobilnih uređaja koji podržavaju takvu tehnologiju. Riječ o standardu koji trenutno prednjači u većem dijelu svijeta.

Prva komercijalna 5G mreža pokrenuta je u Južnoj Koreji 2019. godine. Riječ je o mreži koja je brža i pouzdanija od svih prijašnjih generacija te osim značajno bržeg Interneta, nudi i podršku za masovni Internet stvari (engl. Internet of Things – IoT) i mission-critical komunikaciju. Riječ je o inovacijskoj platformi koja omogućuje da se podaci procesiraju bliže lokaciji na kojoj se koriste. 5G mreža omogućava značajno brži pristup Internetu u odnosu na 4G, odlikuje je veći kapacitet i manje kašnjenje te veća pouzdanost i sigurnost. Dok je 4G mreža uglavnom dizajnirana za mobitele, 5G mreža je dizajnirana za fleksibilniju upotrebu i može funkcionirati kao više zasebnih mreža u isto vrijeme (engl. network slicing).

Svaki napredak u pokretnim mrežama donio je promjenu nabolje korisnicima, ali što je s industrijom? S iznimkom 1G generacije kod koje je doprinos industriji izostao, sve ostale generacije donijele su promjene industriji. Tekstualne poruke koje je omogućila 2G mreža olakšale su daljinsku kontrolu strojeva. 3G mreža omogućila je polu-uživo telekontrolu i daljinski pristup strojevima, dok je 4G omogućila puni i uživo daljinski pristup. Dok je promjena kod ostalih bila inkrementalna, promjena s 4G na 5G je značajna. U skladu s tim, 5G ima najznačajniju ulogu za četvrtu industrijsku revoluciju jer unapređuje mobilni širokopojasni pristup, omogućuje veće brzine, smanjeno kašnjenje i veću pouzdanost u komunikaciji. Mogućnost brzog i sigurnog povezivanja je ključna u razvoju nove generacije aplikacija i usluga, te 5G pruža osnovu za primjenu koncepata pametnih tvornica, pametnog obrazovanja, pametnog grada i pametnih vozila. Unaprijeđeni procesi proizvodnje u velikoj mjeri ovise o sustavu trenutnog prijenosa podataka velikim brzinama, te je 5G mre-

ža koja to omogućuje okosnica Industrije 4.0. Digitalizacija proizvodnje ima potencijal za uvođenje značajnih poboljšanja u industrijske procese temeljene na pametnim i autonomnim sustavima koji su sposobni u kratkom vremenu analizirati velike količine podataka, te adekvatnoj programskoj podršci koja omogućuje strojno učenje (machine learning, ML) i odgovarajuću reakciju sukladno obrađenim podacima. Ključni faktor u četvrtoj industrijskoj revoluciji je mogućnost kvalitetne komunikacije između računala i sposobnost prebacivanja dijela aktivnosti na strojeve bez potrebe za sudjelovanjem ljudi u takvim aktivnostima. Takva revolucionarna promjena podrazumijeva kombinaciju ciber fizičkih sustava, IoT i Interneta sustava (IoS). IHS (2019.) ističe da će 5G mreža biti platforma koja će poticati stvaranje novih poslovnih modela i transformaciju industrija i gospodarstva diljem svijeta.

2.2. Tri stupa 5G

Tri stupa 5G su:

 Poboljšana mobilna brzina prijenosa podataka (engl. Enhanced Mobile Broadband) eMBB – riječ je o jednostavnom cilju 5G mreže da osigura optimalnu brzinu prijenosa podataka kako bi se ponudila visoka razina usluge svugdje (kućanstvima, poslovnim zgradama, šoping centrima) s poboljšanim kapacitetom koji bi omogućio spajanje značajnog većeg broja uređaja. Ovakav napredak je važan jer optimizira mrežu za primjene u industriji, posebno kroz uporabu video nadzora uživo, proširene stvarnosti (AR) i virtualne stvarnosti (VR). Iako će eMBB slučajevi korištenja imati značajan učinak na ekonomsku aktivnost, s obzirom da je riječ o poboljšanju postojećih usluga, neto ekonomski učinak ovog stupa 5G mreže bit će manje transformativan od učinka MIoT i MSC slučajeva korištenja.

 Masovni IoT (MIoT) – 5G dizajnira čitav sustav na način da podržava velike machine-to machine i IoT mreže koje djeluju uz nizak utrošak energije u licenciranim i nelicenciranim spektrima. Uz pomoć masovnog IoT-a omogućit će se aplikacije u praćenju imovine, pametnoj poljoprivredi, pametnim domovima i pametnim gradovima (IHS, 2019.).



Mission-critical usluge (MSC) – Arhitektura i karakteristike 5G mreže omogućavaju da se pruži odgovarajuća podrška aplikacijama kojima je jako važno minimalno kašnjenje u obradi mrežnih podataka. Na primjer, za autonomna vozila, dronove, industrijsku automatizaciju, telemedicinu (udaljeno praćenje stanja pacijenta) i pametne mreže kašnjenje u obradi podataka mora biti što je moguće manje. Telemedicina na temelju 5G mreže omogućit će da uređaji koji prate stanje pacijenta u njegovom domu šalju kontinuirani slijed podataka pružatelju usluge na temelju kojih je moguće trenutno reagirati ako dođe do pogoršanja stanja pacijenta. Ove sposobnosti se smatraju ključnima za pružanje podrške novim prilikama na tržištu kroz omogućavanje visoko pouzdanih veza 5G-a, ultra niskih kašnjenja i snažne sigurnosti i dostupnosti.

Pred 5G mreže su postavljena dva temeljna zahtjeva – masovnost komunikacija (engl. Massive Machine Type Communication), te niska razina komunikacijskog kašnjenja (engl. Ultra Reliable Low Latency Communications). Predstoji nam masovno povezivanje IoT uređaja, koje je moguće samo s pomoću 5G mreže. Specifične primjene zahtijevaju komunikaciju uređaja uz iznimno malo kašnjenje, na primjer, robotika u industrijskim postrojenjima ili u kirurgiji, i slično. Upravo je 5G mreža temelj za Industriju 4.0, odnosno komunikaciju uređaja i strojeva, odnosno, stvari.

2.3. Zahtjevi vezani za spektar

Ne postoji jedinstven spektar koji može zadovoljiti sve zahtjeve 5G i omogućiti ostvarivanje svih mogućnosti koje nudi ta mreža. IHS (2019.) navodi različite razine spektra (nisko, srednje i široko pojasni) od kojih svaka ima fizičke osobine koje najbolje odgovaraju različitim tipovima implementacije 5G slučaja korištenja. Niskopojasni (700 MHz) odgovara pokrivanju većih površina, uključujući vanjske površine u urbanim, sub-urbanim i ruralnim područjima. Srednji pojas (3,6 GHz) odgovara upotrebi u urbanim područjima te ima dobru kombinaciju prednosti vezanih za pokrivenost i kapacitet. Većina komercijalnih 5G mreža se oslanjaju na spektar u

rasponu 3,5 – 4,2 GHz, što je signal regulatorima da dodijele najviše 5G spektra u ovom rasponu (GSMA, 2021.). Visoki pojas (26 GHz) predstavlja milimetarski val (engl. mmWave) za multi-giga bitove podataka, ultra niske razine kašnjenja i puno više kapaciteta (IHS, 2019.). GSMA (2021.) navodi da će u dugom roku biti potrebno više spektra kako bi se održala kvaliteta usluga koje omogućava 5G mreža i kako bi se zadovoljila rastuća potražnja, što podrazumijeva kombinaciju različitih frekvencijskih područja kao što su 700 MHz, 2,1 GHz, 3,6 GHz, 6 GHz, 26 GHz.

Europska unija je dala prioritet pojasu od 700 MHz za niski pojas, dok brojne zemlje u svijetu podržavaju spektar od 600 MHz, uključujući Sjedinjene Američke Države (GSMA, 2021.). 5G može iskoristiti licencirani i nelicencirani spektar, a moguće je i dijeljenje spektra s 4G tehnologijom (engl. Dynamic Spectrum Sharing).

Također, GSMA (2021.) predlaže da regulatori mogu dozvoliti operaterima dobrovoljno dijeljenje spektra i mreže među sobom kako bi se podržao razvoj ultra brzih 5G usluga, efikasnija upotreba spektra i povećale koristi od dijeljenja mreže. Dodatno, predlaže se da vlade donesu nacionalne politike dodijele spektra koje potiču dugoročne investicije u 5G mreže, a odnose se na:

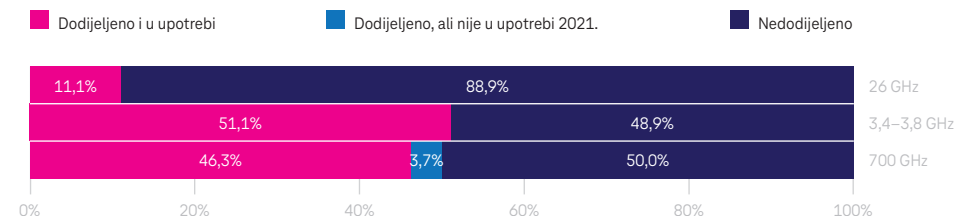
- podržavanje ekskluzivnih, dugoročnih licenci koje pokrivaju šira područja s predvidljivim kriterijima obnove licenci
- donošenje nacionalnih širokopojsnih planova koji uključuju 5G
- objavu mape 5G spektra
- osiguranje da su sve mobilne licence tehnološki neutralne kako bi se ubrzala široka primjena 5G i ohrabrilо unaprjeđenje efikasnosti spektra.

Većina regulatora spektar dodjeljuje na konvencionalne načine (dražbe na nacionalnoj razini, ekskluzivne 5G licence), dok su se neki regulatori odlučili za odvajanje dijela spektra u prioritetnim 5G pojasevima za lokalne kompanije kako bi mogli izgraditi svoje privatne 5G mreže (GSMA, 2021.).

Europska komisija je kao temeljne frekvencijske pojaseve za implementaciju 5G tehnologije odredila 700 MHz, 3,6 GHz i 26 GHz. Gigabitni 5G u ovoj će fazi biti baziran na tri frekvencijska pojasa: 700 MHz omogućava

rasprostranjenost širokopojsnog pristupa Internetu, 3,6 GHz omogućava gigabitne brzine i mobilnost, a 26 GHz omogućava velike kapacitete i više, gigabitne brzine za stacionarne primjene. U 2021. u EU-27 je dodijeljeno i u upotrebi je bilo 51,1 posto frekvencijskog pojasa 3,4 – 3,8 GHz (slika 1).

Slika 1 5G spektar u EU-27 u 2021.



Izvor: 5G Scoreboard, EU-27 Scoreboard (siječanj 2021.); 5G Observatory.

Kako do spektra u Hrvatskoj?

5G mreža funkcionira na način da bazna postaja odašilje radiofrekvencijski signal i komunicira s mobilnim uređajem, isto kao i prethodne generacije pokretnih mreža. U Hrvatskoj se uglavnom za 5G tehnologiju koriste frekvencijski pojasevi razine 700 MHz, 3,6 GHz i 26 GHz. Omogućeno je da se 5G implementira i u frekvencijskim pojasevima koji se trenutno koriste za pružanje usluga putem prethodnih generacija pokretnih mreža (2G, 3G i 4G), a što je već u primjeni u frekvencijskim pojasevima koji se koriste za 4G tehnologiju gdje je omogućena istovremena dostupnost i 5G tehnologije korištenjem dinamičkog dijeljenja spektra.

Tako je HT, 29. listopada 2020. putem DSS-a uveo prvu komercijalnu 5G mrežu u Hrvatskoj. U budućnosti će se dodjeljivati dodatni novi frekvencijski pojasevi.

Tijekom srpnja i kolovoza 2021. nacionalni regulator – HAKOM je proveo javnu dražbu za dodjelu radiofrekvencijskih pojaseva na 700 MHz, 3,6 GHz i 26 GHz na nacionalnoj razini te 3,6 GHz na regionalnoj (županijskoj) razini. Na nacionalnoj razini spektar je dodijeljen A1 Hrvatska, Hrvatskom Telekomu i Telemachu Hrvatska, koji su počeli s pružanjem komercijalnih usluga putem 5G mreže. Dozvolu za korištenje pojasa 26 GHz dobio je i EOLO.

Dozvole za uporabu radiofrekvencijskog spektra dodijeljene su na razdoblje od 15 godina, s mogućnošću produljenja 5 godina. HAKOM planira za razdoblje 2022. – 2023. godine provesti novi postupak javne dražbe za dodjelu prava uporabe za frekvencijske pojaseve 800 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 2100 MHz i 2600 MHz, s obzirom na to da postojeće dozvole istječu 2024. Ovisno o razvoju tehnologije, HAKOM će razmatrati i dodjelu novih radiofrekvencijskih pojaseva.

2.4. Strateški dokumenti o 5G Europske unije i Republike Hrvatske

Kako EU oblikuje i provodi 5G viziju?

EU 5G strateški dokumenti

2013.	5G mreža je prepoznata kao generator prilika za društvo i poslovanje od strane Europske komisije (EK) te se počelo s poticanjem javno privatnih partnerstva kako bi se ubrzao R&D u 5G tehnologiju. Samo preko programa Horizon 2020 osigurano je više od 700 milijuna eura kako bi se podržala ova aktivnost.
	Donesen 5G Akcijski plan (engl. 5G Action Plan)
	Rano pokretanje 5G mreže u odabranim područjima – do 2018.
	Donošenje European Electronic Communication Code (EECC) koji potiče investicije – do 2018.
2016.	Komercijalno pokretanje 5G usluga u najmanje jednog gradu svake zemlje članice – do 2020.
	5G u svom urbanim područjima i duž glavnih transportnih pravaca – do 2025.
	European 5G Observatory - Nadzire napredak 5G Akcijskog plana
	5G spektar – plan za dodjelu kombinacije 5G spektra različitih karakteristika.
2016.	EU Gigabitno društvo (engl. Gigabit Society - EGS) – cilj neprekidna pokrivenost 5G mrežom za sva urbana područja i glavne transportne pravce do 2025.
	EU Digitalno desetljeće (engl. EU Digital Decade)
	Prikazuje viziju digitalne transformacije u EU do 2030.
2021.	Okosnicu digitalnog kompasa čine 4 ključna područja: ICT vještine, poslovna transformacija, sigurna i održiva infrastruktura i digitalizacija javnih usluga.
	5G je ključ uspjeha – cilj je pokrivenost svih naseljenih područja 5G mrežom do 2030.
2021.	Plan oporavka i otpornosti (engl. Recovery and Resilience Facility – RRF) – 5G infrastruktura je prepoznata kao ključno područje ulaganja za zeleni i digitalni oporavak – značajan dio budžeta od 150 milijardi eura trebao bi se iskoristiti na ulaganja u 5G mrežnu infrastrukturu.
	Komplementaran s Connecting Europe Facility i Digital Europe programom.

U skladu s 5G akcijskim planom EU-a, Vlada je 23. siječnja 2020. odabrala Osijek za prvi hrvatski 5G grad u kojem je bilo planirano do kraja 2020. ostvariti pokrivanje 5G signalom i komercijalno pružanje usluga. Odlukom Ministarstva pomorstva, prometa i infrastrukture u listopadu

2015. osnovano je Povjerenstvo za izradu prijedloga Strategije prelaska digitalne zemaljske televizije na sustav DVB-T2 i dodjele frekvencijskog pojasa od 700 MHz. U okviru HAKOM-a 2017. godine započela je s radom 5G radna skupina s ciljem Identificiranja otvorenih pitanja i izazova vezanih uz 5G mreže pokretnih komunikacija u cilju što bržeg i lakšeg uvođenja 5G tehnologija u RH.

U RH je na snazi Nacionalni plan razvoja širokopojasnog pristupa u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2021. do 2027. godine, kojim se prepoznaju sve prepreke zbog kojih Hrvatska zaostaje po razvijenosti širokopojasnog pristupa. Treći i četvrti cilj Plana odnosno se na 5G – Uvođenje 5G mreža u urbana područja i uzduž glavnih kopnenih prometnih pravaca i Uvođenje 5G mreža u ruralna područja. Jedna od mjera ovog dokumenta odnosi se na poticanje uvođenja 5G mreža, u sklopu koje se planira osiguranje potrebnog radiofrekvencijskog spektra za uvođenje 5G mreža. Dodatna aktivnost u sklopu ove mjere odnosi se na provođenje postupaka dodjele radiofrekvencijskog spektra za potrebe 5G mreža, koji će biti poticajni za ulaganja operatora u razvoj povećavanje dostupnosti 5G mreža do kraja 2021. u skladu s trećim i četvrtim ciljem Nacionalnog plana. U skladu sa navedenom mjerom, 12. kolovoza 2021. HAKOM je, nakon provedene javne dražbe, donio odluke o dodjeli radiofrekvencijskih pojaseva na 700 MHz, 3,6 GHz i 26 GHz na nacionalnoj razini te 3,6 GHz na regionalnoj (županijskoj) razini. Dozvole za uporabu RF spektra su dodijeljene na razdoblje od 15 godina (osim u slučaju dozvola izdanih na regionalnoj razini na području Međimurske i Varaždinske županije, gdje već postoje izdane dozvole u dijelu spektra koje vrijede do 2023. te su za ta područja nove dozvole iznimno izdane na 13 godina), uz mogućnost produljenja za narednih 5 godina.

U zadnjem izvješću o DESI indeksu za Hrvatsku za 2020. godinu navodi se da Okvirni nacionalni program za razvoj infrastrukture širokopojasnog pristupa, koji sufinancira EU, planira omogućiti da do kraja 2023. svjetlovodnom mrežom bude pokriveno 240.000 kućanstava. Također se navodi plan da se javnim financiranjem nadopuniti privatna ulaganja te da se još 210.000 kućanstava i poduzeća pokrije svjetlovodnom mrežom. HAKOM navodi manjak ulaganja od 778 milijuna EUR za 740.000 kućanstava, većinom u ruralnim područjima, da bi se postigla potpuna pokrivenost mrežom vrlo velikog kapaciteta (European Commission, 2021.).

Hrvatski plan oporavka i otpornosti predviđa ulaganje od 106 milijuna EUR za unapređenje povezivosti u skladu s ciljem EU-a o gigabitnim vezama do 2025. na način da se ulaže u usluge s brzinama od najmanje 100 Mbit/s za 100.000 hrvatskih kućanstava u 20 projekata u 20 JLS te u usluge s brzinama od najmanje 1 Gbit za sve glavne socioekonomske pokretače kao što su škole, sveučilišta, istraživački centri, prometna čvorišta, bolnice, tijela državne uprave i poduzeća. Otprilike 20 milijuna eura planira se uložiti u izgradnju pasivne elektroničke komunikacijske infrastrukture za pristup mrežama vrlo velikog kapaciteta i 5G mrežama u ruralnim i rijetko naseljenim područjima u kojima nema tržišnih uvjeta koji bi privukli privatna ulaganja te u pokrivenost 5G mrežom u urbanim područjima i na glavnim kopnenim prometnim pravcima (5G koridori) (European Commission, 2021.).

2.5. 5G u Hrvatskoj

Vodeći domaći operater Hrvatski Telekom (HT) lider je u razvoju 5G mreže i usluga te ulaganju u 5G mrežu. HT sa 600 5G baznih stanica na 2,1 GHz DSS i 150 baznih stanica na 3,6 GHz, s 5G mrežom koja je krajem 2021. godine pokrivala 76 gradova i mjesta te dva milijuna stanovnika. HT je prvi pružatelj usluga koji je u rad pustio komercijalnu 5G mrežu 29. listopada 2020. godine u Hrvatskoj, kada je pokrio šest gradova 5G mrežom – Zagreb, Split, Rijeka, Osijek, Samobor i Sveta Nedelja. HT je omogućio dostupnost 5G mreže u 17 hrvatskih gradova do kraja 2020. Komercijalna 5G mreža u 2020. bila je bazirana na tehnologiji dinamičkog dijeljenja spektra – DSS. 5G DSS tehnologija je do kraja 2020. godine implementirana na 323 baznih stanica.

Na javnoj dražbi održanoj u kolovozu 2021., HT je uložio 130 milijuna kuna te osvojio najviše radiofrekvencijskog spektra – u frekvencijskom pojasu 700 MHz dodijeljen je blok od 2x10 MHz, u frekvencijskom pojasu od 3,6 GHz 12 blokova od 10 MHz (ukupno 120 MHz), a u frekvencijskom pojasu 26 GHz 2 bloka od 200 MHz (ukupno 400 MHz). S novim radiofrekvencijama, HT zadržava poziciju vodećeg operatera i ulagača u 5G mrežu. HT se obvezao pokriti i određena nenaseljena ili slabo naseljena područja te izgraditi mreže u dinamici koju je HAKOM propisao.

Planovi HT uključuju korištenje fiksnoga pristup na mobilnoj mreži (engl. fixed wireless access – FWA) temeljenog na 5G tehnologiji. Ovaj pristup važan je za sub-urbana i ruralna područja na kojima nije dostupna optička infrastruktura, a postoji potreba za brzim Internetom.

5G klasteri i slučajevi korištenja

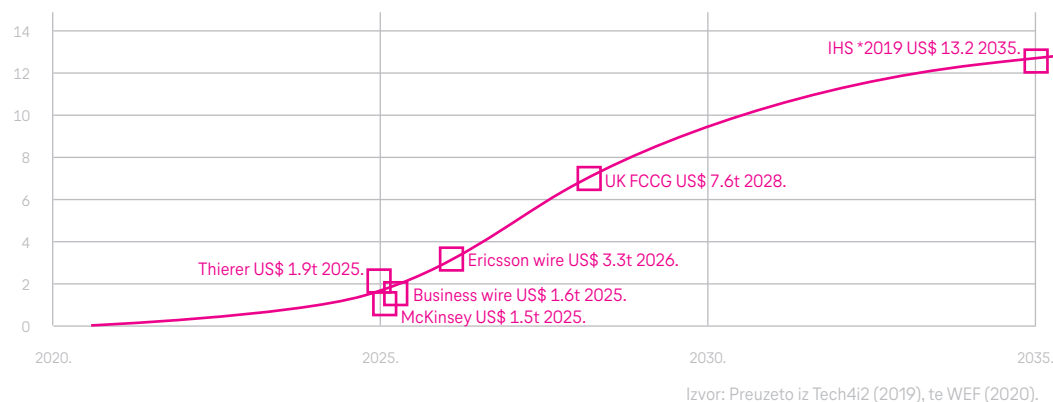
Izgradnja 5G mreže stvara preduvjete za industrijsku revoluciju budući je takva tehnologija nužna za mogućnost digitalne transformacije gospodarstva i primjenu IoT i drugih suvremenih tehnologija. Jedno od prvih obuhvatnih istraživanja koje identificira ključne buduće društveno-ekonomske koristi uvođenja 5G mreža za gospodarstvo EU je prikazano u Europska komisija (2017.). Procjene u ovom istraživanju temelje se na doprinosu više od 150 stručnjaka te rezultatima ranijih istraživanja. Razmatrani su različiti scenariji, a prema zaključku autora prikazane procjene mogu se smatrati konzervativnima. Učinci 5G mreže ograničeni su na četiri područja: automobili, zdravstvo, transport i komunalne usluge. Ukupni troškovi uvođenja 5G u EU procijenjeni su na 56,6 milijardi EUR. Procjena troškova polazi od uvida u troškove uvođenja ranijih 2G, 3G i 4G tehnologija pri čemu je uočeno da svaka sljedeća generacija zahtijeva veći iznos jediničnih ulaganja u odnosu na raniju. Ukupno je procijenjeno da korištenje 5G mreža može generirati na godišnjoj razini 113,1 milijardu EUR ekonomskih koristi, a koje se mogu podijeliti na primarne (62,5 milijardi EUR) i sekundarne koristi (50,6 milijardi EUR). Primarne ekonomske koristi obuhvaćaju izravne koristi koje ostvaruju proizvođači dobara i usluga u gore navedene četiri vertikale pri čemu je najveći učinak očekivan za proizvodnju automobila (42,2 mlrd EUR). Nešto manje od dvije trećine koristi očekuje se u poslovnom sektoru (63 posto), dok se ostatak odnosi na koristi koje ostvaruju potrošači i društvo u cjelini. Sekundarne koristi podijeljene su na četiri bloka: radno mjesto, pametni grad, pametna kuća i ruralna područja, a najveći iznos koristi ostvarivao bi se na području radna mjesta (30,6 od ukupno 50,6 mlrd. EUR) gdje IoT tehnologija i brzi pristup širokom skupu informaciju omogućuju značajan rast proizvodnosti.

5G campus mreže

Buduća ulaganja odnosit će se na privatne 5G mreže za poslovne korisnike tzv. campus mreže koje pružaju nisku latenciju, dedikirani bandwidth i omogućuju povezivanje strojeva te su poligoni za revoluciju u razvoju poslovnih procesa i rješenja temeljenih na senzoricima, automatizaciji, robotici i primjeni umjetne inteligencije. HT je postavio testnu campus mrežu na FER-u baš za potrebe razvoja novih aplikacija i načina upotrebe 5G-a u prosincu 2020.

Ostale relevantne procjene kumulativnih ekonomskih učinaka izgradnje 5G mreže prikazane su na Slici 2.

Slika 2 Kumulativni ekonomski učinci izgradnje 5G mreže na globalnoj razini, u bilijunima USD



Analysys Mason (2020.) prepoznaje 5G kao inovacijsku platformu koja može podržati niz inovacija u različitim tržištima i industrijskim sektorima. Slučajeve korištenja ova studije grupira u 4 klastera – Pametna proizvodnja i logistika, Pametno selo, Pametni grad i Pametna javna uprava. Istraživanje analizira društvene, okolišne i ekonomske koristi na razini pojedinih slučajeva korištenja, odnosno klastera te kvantificira procjene ekonomskih koristi.

Analysys Mason (2020.) zaključuje da razvoj 5G mreže u Europi u terminima neto sadašnje vrijednosti može donijeti 210 milijardi eura koristi po cijeni od oko 46 milijardi eura (što odgovara omjeru koristi i troškova od 4,5). Najveći apsolutni iznos neto koristi od 70 milijardi eura predviđen je za klaster pametna proizvodnja, iza čega slijedi pametno selo s neto koristi od 55 milijardi eura. Učinci u klasterima pametni grad i pametna javna uprava po apsolutnom iznosu su relativno niski, ali je očekivana korist po jedinici ulaganja veća u odnosu na klastere poljoprivrede i industrije. Tablica 2. prikazuje pregled koristi i troškova vezanih uz potencijal otvorene inovacijske platforme koji se može ostvariti eksploatacijom 5G mreže.

Procjena troškova i koristi raspoloživa je i za hrvatsko gospodarstvo, te se očekuje da bi u razdoblju do 2035. godine ukupna korist svedena na neto sadašnju vrijednost mogla iznositi 658 milijuna EUR, odnosno prosječno 11 EUR po stanovniku godišnje.

Tablica 2 Pregled koristi na razini europskog gospodarstva (EU, Velika Britanija, Švicarska i Norveška) vezanih uz 5G otvorenu inovacijsku platformu

Klaster	Slučajevi upotrebe	Koristi		
		Ekonomske (korist/trošak)		Okolišne
		mlrd EUR	Omjer	
Pametna proizvodnja i logistika	Pametne tvornice	70/12	6	Nadzor uživo vidi smanjenju utroška energije i materijala; Smanjena potreba za zamjenom opreme
	Rudarstvo	14/9	2	Rast kvalitete zraka
	Luke	2/0	7	Smanjenje emisija CO ₂
	Aerodromi	5/1	8	Smanjenje gužvi
	Transport i logistika	--		Just-in-time lanci opskrbe
	Energija i komunalije	--		Poboljšanje upravljanja potrošnjom energije
	Klaster ukupno	90/21	4	
Pametno selo	FWA pristup u ruralnim područjima	28/10	3	Kraća putovanja
	Poljoprivreda	45/8	5	Rast efikasnosti; Manja potreba za pašnjacima kod uzgoja stoke
	Klaster ukupno	73/18	4	
Pametni grad	Građevinarstvo	31/3	9	Poboljšanje upotrebe energije; zeleno građevinarstvo
	Urbani hotspot	2/0	10	Smanjene emisije štetnih plinova; Pametne zgrade; Efikasniji prijevoz
	Stadioni	--		Podrška za zelene inicijative na stadionima
	Pametni automobili	--		Rast energetske efikasnosti i smanjenje emisije štetnih plinova
	Klaster ukupno	33/4	8	
Pametna javna uprava	Zdravstvena skrb	--		Kraća putovanja, Više preventivne skrbi, uz manji pritisak na bolnice
	Javne zgrade	12/1	9	Kraća putovanja
	Obrazovanje			Zelene škole
	Turizam			Koristi od zaštite kulturnih dobara
Klaster ukupno		12/2	5	
Ukupni učinci 5G		208/46	4,5	

Izvor: Analysys Mason (2020).

STUDIJA SLUČAJA

Dubrovnik

Mreža nove generacije za otporan grad

Grad Dubrovnik će zahvaljujući 5G mreži svojim građanima i posjetiteljima nuditi višestruko kvalitetniju uslugu u prometu, školstvu, zdravlju, mobilnosti, transparentnosti i drugome, gradeći dugoročnu održivost i otpornost na tehnološkim i komunikacijskim dostignućima.

Osnovne informacije

Usvajanjem Strategije pametnog grada u srpnju 2015. godine Dubrovnik je otpočeo putovanje prema budućnosti na kojem su do sada ostvareni brojni primjetni rezultati. Među njima je i priznanje za najbolji grad u kategoriji Pametnog grada 2019. godine koji je Dubrovnik zaslužio brojnim projektima zasnovanim na strateškoj primjeni najmodernijih tehnoloških rješenja s ciljem povećanja kvalitete života za 42.000 građana te osiguranje najboljeg doživljaja destinacije mnogobrojnim posjetiteljima.

Projekti

Grad Dubrovnik je među prvima prepoznao vrijednost novih tehnologija i mogućnosti koje pružaju te je zahvaljujući dosadašnjim ulaganjima i ostvarenim projektima spreman iskusiti koristi koje građanima i poslovnim subjektima može donijeti 5G mreža koja će dati brži i sigurniji okvir za daljnji razvoj.

U posljednjih sedam godina u Dubrovniku su implementirana brojna rješenja kao dio infrastrukture pametnog grada, a neka su i globalno prepoznatljiva. Dubrovnik je prvi u svijetu realizirao najveći projekt pametnog parkinga na NBloT mreži. Na području cijelog grada, ugrađeno je više od 1.900 parkirnih senzora, koji pokrivaju sav gradski prostor za parkiranje.

Dubrovačka luka, škole i vrtići, opremljeni su sensorima za mjerenje kvalitete zraka, a grad je zahvaljujući financiranju iz fondova EU, te domišljatim dijeljenjem infrastrukturnih resursa svih svojih povezanih društava,

uspostavio besplatnu gradsku Wi-Fi mrežu. Implementirana je oprema za uspostavu zone zagušenja prometa kao i brojni moduli za uspostavu centralnog gradskog informacijskog sustava. Prvi hibridni centar tehnološke podrške dobile su eŠkole, a gradska je uprava transparentnija jer građani imaju pristup svim računima i troškovima grada putem internet-ske platforme. Implementiran je i sustav VOX POPULI koji prvi u Hrvatskoj, putem digitalne platforme, omogućava građanima aktivno sudjelovanje u upravljanju gradom kroz participativno budžetiranje.

Otok Lokrum je dobio optičku infrastrukturu kao i senzore koji mjere kvalitetu zraka, kvalitetu mora i okolišne uvjete te detektiraju dim u svrhu ranog otkrivanja požara.

Budućnost

Nova 5G mreža postojećim će projektima, ali i onima koji će postati dio jedinstvene dubrovačke priče proširiti mogućnosti razvoja. Omogućit će integraciju IoT, odnosno gradske senzorske infrastrukture (IoT) u svakodnevni život građana i modele upravljanja gradom čineći je tehnološkom osnovicom za novi razvoj. Građani i gradska uprava imat će uvid u brojne podatke i informacije iz okruženja u realnom vremenu zahvaljujući 5G mreži čija je latencija iznimno mala, a brzina prijenosa podataka iznimno velika.

Promjena se vidi u usluzi pametnog parkiranja. Promjena statusa parkirnog mjesta od slobodnog do zauzetog na mobilnoj aplikaciji na 5G mreži vidljiva je u milisekundama.

Grad Dubrovnik je, potaknut pandemijom COVID-a, kako bi jačao svoju otpornost, odlučio disperzirati gospodarske djelatnosti do sada utemeljene većinom na turizmu te se usmjeriti na poticanje poduzetništva i razvoja IT sektora. Nova 5G mreža, predstavlja ključan infrastrukturni preduvjet za gospodarski zaokret Dubrovnika i priliku za razvoj novog oblika održivog turizma, temeljenog na digitalnom nomadstvu i opredijeljenju Grada da postane centar digitalnog nomadskog turizma u Hrvatskoj.

“Grad Dubrovnik sustavno koristi i potiče nove digitalne tehnologije i Smart City koncepte kako bi povećali kvalitetu života građana, ali i osigurali najbolji doživljaj destinacije za posjetitelje. Posebno smo orijentirani na maksimalnu otvorenost prema građanima i njihovim potrebama, a projekti participativnog budžetiranja i sustav Otvoreni grad zorno pokazuju našu posvećenost ovom cilju. Implementacijom sustava Otvoreni grad postigli smo to da su građani detaljno informirani o financijskom poslovanju Grada, olakšano im je poslovanje Gradom i upravnim tijelima, a omogućeno im je i sudjelovanje u upravljanju i donošenju odluka. Digitalna transformacija gradske uprave, koju smo pokrenuli 2017. godine, povećala je našu učinkovitost i produktivnost. Dubrovnik se sve više nameće i kao lider u pametnom upravljanju destinacijom, a odjeci tog pristupa prepoznati su i u međunarodnoj stručnoj javnosti.”

.....
Mato Franković, gradonačelnik Dubrovnika

2.6. Procjena učinaka na produktivnost i rast određenih sektora gospodarstva

Uvođenje novih tehnologija neće na isti način utjecati na transformaciju i porast proizvodnosti različitih sektora nacionalnog gospodarstva. Dok se u nekim sektorima može očekivati potpuna transformacija načina na koji se odvijaju proizvodne aktivnosti i razvoj potpuno novih proizvoda i tehnologija, u nekim drugim, pretežno tradicionalno uslužnim djelatnostima, dostupnost 5G mreže neće imati toliko velik učinak. U nastavku se, temeljem raspoložive literature, identificiraju sektori nacionalnog gospodarstva kod kojih bi učinak 5G mreže mogao biti značajan.

Prerađivačka industrija

Pametne tvornice će 5G tehnologiju koristiti za razna područja, a najčešće se navode automatizacija, umjetna inteligencija i IoT. Tehnologija 5G ima potencijal za povećanje ekonomije obujma (velike količine proizvoda se učinkovito izrađuju optimizacijom sustava) i ekonomiju obuhvata (varijante unutar proizvoda i/ili između proizvoda prilagođavaju se korištenjem fleksibilnih, računalno upravljanih sustava). Povećanje produktivnosti moći će se ostvariti oslanjanjem na fleksibilne sustave kojima upravlja računalo, a veza između proizvodnih procesa koji se odvijaju na različitim lokacijama unaprijedit će se mogućnošću transporta proizvodnih inputa i gotovih proizvoda putem koordiniranih i povezanih logističkih sustava. Većina studija koja procjenjuje ekonomske učinke korištenja 5G tehnologije na sektorskoj razini očekuje da će najveći dio koristi ostvariti upravo prerađivačka industrija. U ukupnim koristima, očekuje se da će udio prerađivačke industrije biti na globalnoj razini između 19 posto (Eri-sson, 2017.) i 27 posto (IHS, 2017.). Dostupnost 5G tehnologije sama po sebi ne jamči automatski porast proizvodnosti, već transformacija prera-

đivačke industrije zahtijeva značajna ulaganja u proizvodne i ljudske kapacitete. Proizvođači koji će na vrijeme prepoznati potrebu, ali i priliku da transformacijom proizvodnje povećaju vlastitu konkurentnost, povećat će i udio na tržištu. Prema raznim istraživanjima, hrvatska prerađivačka industrija u pogledu postojeće tehnološke razine prerađivačke industrije, razini investicija i inovativnosti zaostaje u usporedbi s ostalim članicama EU, te će vjerojatno u određenoj mjeri zaostajati s transformacijom proizvodnih procesa i ostvarivati ispodprosječnu korist od mogućnosti koje pruža 5G tehnologija. Ipak, u posljednjem razdoblju javljaju se pozitivni primjeri uspješnog razvitka proizvodnje u tehnološki naprednim sektorima u Hrvatskoj, a vrijeme će pokazati jesu li takvi slučajevi iznimke ili će u budućnosti broj takvih poduhvata rasti.

Informacijsko-komunikacijske djelatnosti (ICT)

ICT sektor proizvodi dobra i usluge koje su neophodne za digitalizaciju prerađivačke industrije u budućem razdoblju, te će transformacija industrije zasigurno doprinijeti i gospodarskom rastu ovog sektora. Osim u proizvodnji uređaja i programske podrške za suvremena postrojenja, razvoj 5G tehnologije omogućit će i značajno proširenje usluga za krajnje potrošače. Unaprjeđenja u mobilnom širokopojasnom pristupu kroz 5G tehnologiju podržavat će brzi transfer velike količine podataka što omogućuje isporuku HD video zapisa, razvoj igara i iskustvo proširene i virtualne stvarnosti. Globalno tržište proširene stvarnosti raste po visokim stopama, a rast će se zasigurno i ubrzati u budućem razdoblju zahvaljujući upravo 5G tehnologiji.

Sektor javnih usluga

Veće brzine i kapacitet 5G mreža omogućit će transformaciju i povećanje produktivnosti određenih javnih usluga. U skupu javnih usluga najčešće se kao jedna od najvećih prednosti 5G navodi poboljšanje u sustavu gospodarenja otpadom. Primjenom IoT tehnologije, uz kante za smeće opremljene senzorima, omogućuje se optimizacija puta za kamione koji odvoze otpad, sprječavanje da kante budu prepune ili da se odvoze poluprazne, te općenito kvalitetnije upravljanje cijelim sustavom. Primjena

5G mreže moguća je i na području javne sigurnosti. Umjesto rizika za radnu snagu, u uvjetima opasnosti, poput razminiranja ili gašenja požara mogu se koristiti strojevi kojima se u realnom vremenu upravlja iz daljine. Super brza internetska veza, napredna programska podrška i izgrađen sustav za analizu podataka omogućavaju izuzetno brzu reakciju u situacijama koje zahtijevaju hitnu reakciju. Analitički sustav koji bi se temeljio na pravovremenim informacijama prikupljenim putem 5G mreže mogu omogućiti i predviđanje lokacije i vremena, a time i prevenciju negativnih učinaka prirodnih katastrofa (poplave, tajfuni i slično). Ostale javne usluge također mogu unaprijediti učinkovitost. Primjer je sustav pametne javne rasvjete koji može osigurati optimalnu razinu osvjetljenja, ovisno o prometu na pojedinim lokacijama, uz smanjenje troškova energije i zagađenja okoliša. DESI indeks za 2020. pokazuje da je Hrvatska na samom začelju po pitanju digitalnih javnih usluga (24. mjesto). Hrvatska zaostaje značajno po pitanju korištenja e-uprave, dok je prema pokazatelju količine podataka koji su unaprijed popunjeni u internetskim obrascima javnih usluga daleko ispod prosjeka EU-a (ima rezultat 43 posto, a prosjek EU-a je 63 posto). Slično je i s dostupnosti digitalnih internetskih usluga, bez obzira na to je li riječ o uslugama za građane (60 posto, a prosjek EU-a je 75 posto) ili za poduzeća (73 posto u usporedbi s prosjekom EU-a od 84 posto).

Mogućnost trenutnog prenošenja velike količine podataka može unaprijediti i kvalitetu zdravstvenih usluga, kako u javnom, tako i u privatnom sektoru. U ranijoj fazi očekuje se razvoj aplikacija namijenjenih unapređenju zdravstvenih usluga, poput kontinuiranog praćenja stanja pacijenata i određivanja tretmana sukladno opažanjima na pacijentu, dok se u kasnijoj fazi može očekivati i sve šira primjena liječenja na daljinu. Hrvatska je rano počela ulagati u digitalizaciju zdravstva kroz primjenu usluge e-recepti (trenutno se manje od 2 posto svih recepata izdaje u tiskanom obliku). Hrvatska i Portugal jedine su države članice EU-a koje sudjeluju u infrastrukturi digitalnih usluga e-zdravstva (eHDSI) sa sve četiri usluge, a hrvatski liječnici mogu primati sažetke medicinskih podataka o pacijentima iz drugih država članica (European Commission, 2021). Nacionalni plan oporavka i otpornosti navodi značajna ulaganja u telemedicinu, pri čemu je najveći iznos namijenjen digitalizaciji Nacionalne onkološke mreže i nacionalne baze onkoloških podataka, a planiraju se ulaganja u područjima e-skrbi, teletransfuzije i robotske kirurgije.

Trgovina na veliko i malo

Korištenje aplikacija proširene i virtualne stvarnosti primjena kojih će biti omogućena razvojem 5G mreže može značajno unaprijediti zadovoljstvo korisnika i poduprijeti razvitak online i klasične trgovine a time i povećati promet. U posljednjem razdoblju sve je brži rast online prodaje, a taj se trend dodatno intenzivirao u uvjetima ograničenja ljudskih kontakata uslijed COVID-19 krize. U budućem razdoblju valja očekivati nastavak tog trenda, uz proširenje opcija koje kupcu omogućuju nabavku personaliziranih proizvoda. Dostupnost 5G tehnologije podupire razvoj različitih aplikacija namijenjenih potrošačima. Primjer su interaktivna virtualna ogledala putem kojih se može isprobati određena odjeća, a uz odgovarajuću programsku podršku, takva aplikacija može kupcima predlagati i druge odjevne predmete koji stilom, bojom i veličinom odgovaraju odabranom artiklu. Aplikacije temeljene na virtualnoj stvarnosti mogu koristiti i prodavačima za upoznavanje s novim artiklima koji dolaze u prodaju, bez da su takvi artikli fizički dostupni. Povećanje udjela online trgovine mijenja i strukturu troškova trgovaca budući se smanjuje potreba za prostorom u samim maloprodajnim jedinicama, a povećavaju zahtjevi za prostorom u kojem se skladišti roba.

Financije i osiguranje

U dosadašnjem razdoblju financijska industrija se pokazala kao sektor koji vrlo brzo uvodi nove digitalne tehnologije u redovno poslovanje. Nedavni primjeri takvih inovacija su online i mobilno bankarstvo, usluge koje su do prije 10-tak godina bile gotovo nepoznate, a danas su aplikacije dostupne svim korisnicima. Veće brzine i sigurnost koje pruža 5G mreža zasigurno će doprinijeti unapređenju financijskih usluga u budućem razdoblju.

Nova tehnologija omogućit će korištenje šireg skupa podataka, upotrebu algoritama koje mogu detektirati potencijalne nepravilnosti, ali segmentirati potrošače prema specifičnim karakteristikama. Veća dostupnost podataka u realnom vremenu o ranijim transakcijama pojedinih korisnika usluga omogućuje analizu njihovih navika i preferencija, te kreiranje posebno kreiranih usluga koje odgovaraju korisniku. Primjena umjetne in-

teligencije omogućavati će razvitak aplikacija koje će pružati financijske savjete korisnicima na temelju analize podataka o njihovom financijskom stanju i ponašanju u ranijem razdoblju. Takve aplikacije osim uloge osobnog bankara, posebice bi bile primjenjive za korisnike koji traže savjet o odgovarajućem tipu financijskih ulaganja, a temeljem njihovog financijskog statusa i sklonosti riziku. Primjena IoT tehnologije uz podršku 5G mreže može poduprijeti razvitak sustava plaćanja putem pametnih satova ili drugih naprava koje korisnici svakodnevno koriste, te na taj način smanje potreba za nošenjem novca ili kreditnih kartica. Imajući u vidu brzinu 5G mreže, različite financijske transakcije bi se provodile trenutno. Dostupnost informacija o nujenim cijenama i količinama i brzina transakcija, posebno je važna za trgovanje dionicama i drugim vrijednosnim papirima, te se očekuje da će brokerska poduzeća biti među prvima koje će uvesti ovu tehnologiju u svakodnevno poslovanje. Osiguravajuća poduzeća također će proširenjem dostupnosti šireg skupa pravovremenih informacija moći bolje odrediti rizičnost određenog klijenta. Povezano s trendovima u transportu u kojima se očekuje sve veća primjena različitih senzora i aplikacija u automobilima, dostupnost 5G mreže može koristiti i za lakše utvrđivanje okolnosti prometnih nezgoda, kao i prijavu šteta na vozilima.

Transport i skladištenje

Autori raznih istraživanja vide značajne potencijalne koristi 5G mreže za poduzetnike u sektoru transporta i skladištenja u pogledu unapređenja proizvodnosti, inovativnosti i konkurentnosti. Mogućnost povezivanja i „komuniciranja“ između različitih transportnih sredstava ima potencijal za transformaciju ovog sektora. Uvođenje potpuno autonomnih vozila bi zahtijevalo značajna ulaganja ne samo u automobilske industrije već i u telekomunikacijsku i satelitsku infrastrukturu, te je još uvijek neizvjesno kojom dinamikom će se odvijati taj proces. Čak i bez šire primjene potpuno autonomnih vozila, 5G infrastruktura može unaprijediti produktivnost ovog sektora budući podržava brz transfer velike količine podataka u realnom vremenu čime se pruža mogućnost optimiziranja transportnih ruta, smanjenja prometnih gužvi i štetnih učinaka na okoliš. Korištenje tehnologije IoT temeljene na korištenju 5G mreže omogućuje praćenje pošiljki, imovine i osoba u realnom vremenu kroz cijeli logistički lanac do-

dane vrijednosti, od skladišta, transporta na veće udaljenosti do dostave finalnim kupcima. Nužan preduvjet za praćenje pošiljki u realnom vremenu jest instalacija senzora na transportnim sredstvima i samoj transportiranoj robi. Na taj način prijevoznika poduzeća, ali i pošiljatelji, odnosno primatelji robe mogli bi u realnom vremenu vidjeti trenutnu lokaciju pošiljke, ali i očitavati druge bitne karakteristike, poput temperature, vlage i druga obilježja koja bi mogla utjecati na kvalitetu transportirane robe. Dostupnost informacija u realnom vremenu omogućuje i bolje povezivanje između transportnih poduzeća i mreže kupaca i dobavljača na koji način se može minimizirati udaljenost koju transportna sredstva prelaze bez tereta.

Hoteli i restorani

Mogućnosti koje pruža 5G mreža mogu povećati učinkovitost i proizvodnost u sektoru hotela i restorana. Popularizaciji turističkih odredišta može pridonijeti upotreba tehnologija virtualne i proširene stvarnosti podržana 5G mrežom. Hotelska poduzeća moći će smanjiti troškove i povećati učinkovitost kroz mogućnosti koje pruža analizu velikog skupa podataka. IoT senzori mogu kontrolirati različite aspekte aktivnosti, od reguliranja sobne temperature do dostave hrane u sobu na zahtjev gosta. Mogućnost analize šireg skupa podataka otvara mogućnost formuliranja personaliziranih usluga prilagođenih željama korisnika. Hoteli mogu proširiti kvalitetu i sadržaj usluge koju pružaju gostima. Nove tehnologije proširuju mogućnosti zabave za goste dostupnošću brojnih aplikacija kojima mogu upravljati telefonom ili glasovnim naredbama. Veće brzine i mogućnost downloada velikih datoteka omogućuje gostu korištenje različitih TV programa i video sadržaja na zahtjev. Gostima se mogu ponuditi i nove hotelske usluge, kao što su virtualni strojevi za veslanje ili različiti tečajevi kojima bi gosti imali pristup na zahtjev.

STUDIJA SLUČAJA

Fakultet elektrotehnike i računarstva (FER)

Nadzor i analiza prometnih tokova na javnim cestama pomoću bespilotnih letjelica u stvarnom vremenu

Fakultet elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu, vodeća hrvatska visokoškolska i istraživačka ustanova u području elektrotehnike, računarstva te informacijske i komunikacijske tehnologije za Hrvatski Telekom provodi istraživački projekt nadzora i analize prometnih tokova na javnim cestama u stvarnom vremenu kako bi omogućili točnije i brže informiranje sudionika u prometu, bolje planiranje i vođenje prometa, smanjivanje gužvi i zastoja, povećanju sigurnosti, brže odazivanje i bolju pripremljenost interventnih službi.

Temeljni koraci

U prvoj od ukupno četiri faze projekta na osnovu razrađene metodologije odabrana je bespilotna letjelica s odgovarajućom opremom za letačke misije što je važno jer izbor letjelice direktno utječe na mogućnosti i performanse sustava čija arhitektura uz tu letjelicu uključuje mobilnu komunikacijsku infrastrukturu, aplikacijski server, baze podataka, softverski

middleware za prikupljanje podataka GUI sučelja operativnog i nadzornog centra za upravljanje i nadzor te integracijskog softvera za integriranje sustava s uslugama lokacije i žurnih poziva mobilne komunikacijske mreže. Važan dio cijelog predloženog sustava je prijenos visokokvalitetnog HD videosignala putem mobilnih mreža novije generacije (4G i 5G).

Svrha i ciljevi

Ophodnja prometnica. Usporedimo li je sa standardnim oblicima ophodnje prometnica bespilotna letjelica ima brojne prednosti u brzini intervencije i u lakoći pristupa svakom tipu prometnica koje može nadzirati i u slučaju loših vremenskih uvjeta pa i kad su pokrivene snijegom. Brzo i precizno mogu uočiti iznenadne izvore opasnosti te nadzirati prohodnost.

Sustav ranog dojavljivanja. Bespilotne letjelice uz cjelokupni sustav nadzora omogućuju brzo detektiranje mjesta nesreće na prometnicama o čemu mogu izvijestiti u gotovo realnom vremenu te prenijeti informacije o procjeni stanja, alarmirati potrebne službe, identificirati najbrži put kojim te službe mogu doći do mjesta nesreće s obzirom na trenutačno stanje na cestama.

Nadzor količine prometa i identifikacija zagušenja. Svaka prometnica ima svoju propusnu moć, odnosno maksimalnu količinu vozila koju u određenim uvjetima može propustiti tijekom jednog sata u jednom ili dva smjera ako je dvotračnim i trotračnim cestama. Brze i precizne informacije o količini prometa i detektiranje zagušenja važne su raznim službama za planiranje svojih radnji, ali i svim sudionicima u prometu radi planiranja putovanja.

Matematičko modeliranje kompleksnih raskrižja. Iako se u ovom području rade detaljna istraživanja i prikupljaju se podaci protoku vozila kroz raskrižja, o brzini i gustoći prometa, vremenu koje vozila provode u raskrižju, o prostornom razmaku između dva uzastopna vozila u prometnom toku i drugih još uvijek nije riješen izazov prikupljanja podataka o problematičnim raskrižjima tijekom cijele godine što sustav nadzora s bespilotnim letjelicama omogućuje. Podatke kasnije obrađuje simulacijski alat.

Nadzor prometnih prekršaja. Prema Biltenu o sigurnosti prometa na cestama Ministarstva unutarnjih poslova u 2018. godini nadzorom je utvr-

deno čak 722.095 prekršaja, a najveći udio, čak 283.044 slučaja odnosi se na prekoračenje propisane brzine kretanja vozila. Nadzor brzine kretanja vozila vrši se kamerama na fiksnim lokacijama pa je moguće zaključiti da je stvarni broj prekršaja znatno veći, a bespilotne letjelice omogućile bi nadzor brzine kretanja vozila na proizvoljnim lokacijama. Bespilotne letjelice mogu detektirati i druge učestale prekršaje poput nepoštivanja crvenog svjetla na semaforu, nepropisno pretjecanje i obilaženje, ne ustupanje prednosti pješacima i drugo.

Pametni grad. Riječ je o urbanom području na kojem se uporabom elektronskih metoda i senzora prikupljaju podaci potrebni za upravljanje imovinom, resursima i uslugama te poboljšanje operacija u gradu. Sustav za nadzor prometnica uporabom bespilotnih letjelica može se izravno primijeniti u svim područjima interesa pametnih gradova koji se protežu od analize prometnih gužvi i provjere raspoloživih parkirnih mjesta preko detektiranja zagušenosti prometnica i analize opterećenosti javnog prijevoza ili čekanja pješaka na prijelaz ceste do uočavanja prometnih nesreća i reagiranja na njih i nadzora prometnih prekršaja.

Integracija 5G modula

U drugoj i trećoj fazi projekta planira se koristiti privatna 5G mobilna mreža, dok se u očekivanoj projektnoj fazi 4 planira korištenje javne 5G mobilne mreže radi testiranja razvijenih koncepata u stvarnim uvjetima rada. Odabir 5G modula za mrežu nove generacije predstavljao je izazov budući da su komercijalni moduli koji podržavaju spajanje bespilotne letjelice na 5G mobilnu radijsku mrežu većinom tek u razvoju i teško su dostupni na tržištu.

Bespilotna letjelica i zemaljska postaja sustava moraju biti opremljene međusobno kompatibilnom 4G i 5G tehnologijom kako bi cijeli sustav mogao privremeno pohranjivati podatke (video strujanje) tijekom prekapčanja između 5G i ostalih tehnologija bez gubitka podataka uslijed mogućih zastoja ili prekida podatkovne veze.

“Ideja je napraviti integralni nadzorni sustav koji se sastoji od jedne (ili više) bespilotnih letjelica i računalnog sustava na zemlji, a koji su međusobno povezani preko 5G mreže. Takav bi sustav u stvarnom vremenu mogao primati video zapis s drona, obrađivati ga, prepoznavati vozila i ljude, te donositi zaključke korištenjem raznih algoritama strojnog učenja.”

.....
dr. sc. Marko Jurčević, izvanredni profesor, Fakultet elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu





Ekonomski učinci razvoja 5G infrastrukture

3.1. Učinci razvoja 5G infrastrukture na poslovanje poduzetnika

Razlike učinaka koje uvođenje i unaprjeđenje 5G infrastrukture može proizvesti na poslovanje poduzetnika na sektorskoj ili regionalnoj razini do sada nisu bili predmet značajnijeg broja istraživanja (Jung i Lopez-Bazo, 2020.). Kulturološke, institucionalne, regulatorne i razvojne razlike čine neke regije pogodnijim od drugih za ostvarivanje učinaka instalacije 5G mreže i razvoja i primjena tehnologija zasnovanih na toj mreži. Na sličan način, među-sektorske razlike u poslovnim modelima, kulturi, strukturi i tržišnoj orijentaciji poduzetnika imaju bitnu ulogu u spremnosti za prihvaćanje, implementaciju i iskorištavanje novih tehnoloških prilika poput onih koje pruža 5G mreža. Međutim, akademska i stručna javnost još nije postigla suglasje o pitanjima poput učinaka 5G mreže u slabije odnosno bolje razvijenim regijama ili unutar pojedinih sektora gospodarstva. Također, zaključci postojećih istraživanja pretežito se temelje na procjenama učinaka dostupnosti 5G mreže dok se učinci povećanja brzine korištenja mreže uglavnom ne analiziraju.

Među brojnim potencijalnim učincima unaprjeđenja Internet infrastrukture u postojećim studijama kao dominantni se izdvajaju (uz unaprjeđenje rasta i proizvodnosti), tehnološko usložnjavanje i inovativnost proizvoda i usluga (Katz i Avila, 2010.), učinkovitost poslovanja (Castaldo i dr., 2018.) i osnivanje i privlačenje novih poslovnih subjekata, posebice u znanjem intenzivnim djelatnostima, kroz stvaranje novih poslovnih prilika (Mack i Rey, 2014.; Ford, 2018.). Procjenom navedenih učinaka moguće je doći do spoznaja o tržišnom dinamizmu, izvoznoj sofisticiranosti ili troškovnoj konkurentnosti koji su u literaturi prepoznati kao poveznice između unaprjeđenja 5G infrastrukture i poboljšanja rasta i proizvodnosti (Katz i Avila, 2010.).

Ovo poglavlje ima za cilj procijeniti učinak povećanja brzine korisničkog pristupa mreži na nastanak novih poduzeća, izvoznu sofisticiranost, troš-

kove poslovanja, prihodi od prodaje, izvoz i zaposlenost. Kao referentno uzeto je razdoblje od 2016. do 2019. tijekom kojeg je došlo do znatnog povećanja korisničkih brzina u Republici Hrvatskoj. Prosječna korisnička brzina tijekom promatranog razdoblja u hrvatskim gradovima i općinama iznosila je 60 Mbit/s dok su u nizu gradova i općina korisničke brzine premašivale i vrijednosti od 140 i 160 Mbit/s. Prema Forbesu (2020.) korisničke brzine od 60 i više Mbit/s premašuju gornju granicu mogućnosti 4G mreže.

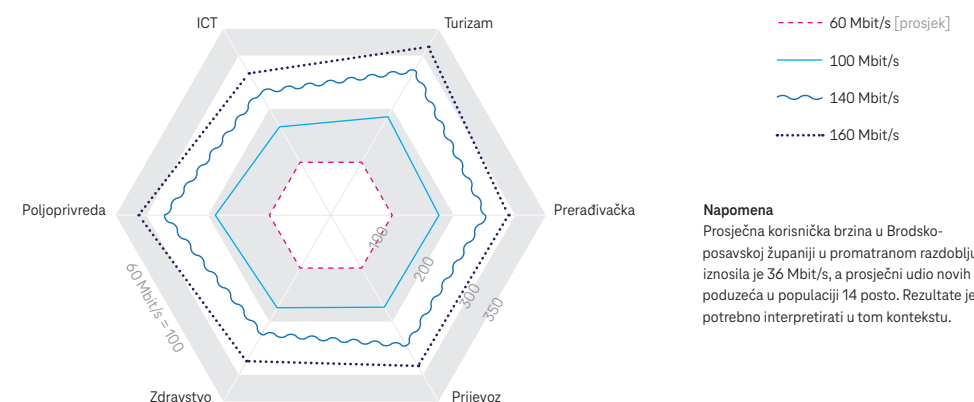
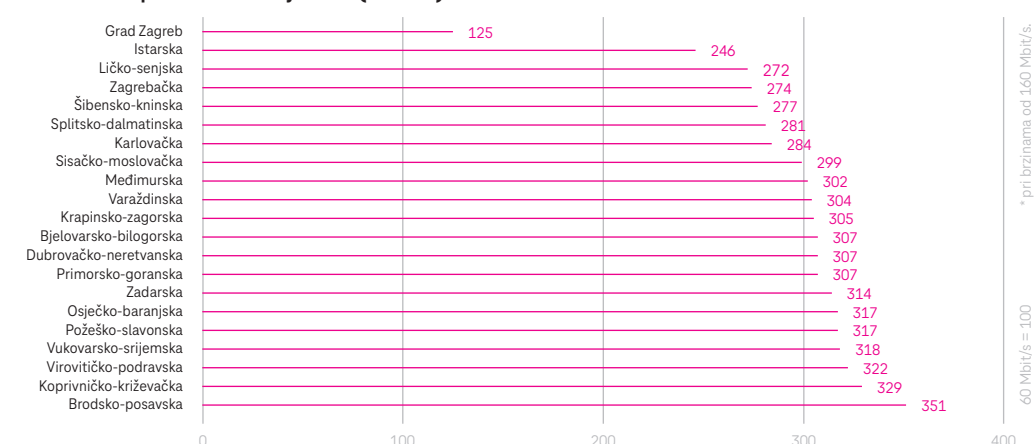
U analizi je kao polazišna vrijednost uzeta prosječna dostupna brzina korisnicima Interneta u promatranom razdoblju od 60 Mbit/s te su procijenjeni učinci pri brzinama od 100 Mbit/s koje obuhvaćaju 99 posto hrvatskih korisnika te pri maksimalnim dostupnim korisničkim brzinama od 140 Mbit/s i 160 Mbit/s. Analizirani učinci brzine mreže ne odražavaju potpuni potencijal 5G mreže, ali se mogu smatrati njenom donjom granicom (Forbes, 2020.). Naime, iako će eMBB (poboljšana mobilna brzina prijenosa podataka) i slučajevi korištenja zasnovani na njoj imati značajan učinak na ekonomsku aktivnost, s obzirom da je riječ o poboljšanju već postojeće usluge, neto ekonomski učinak ovog stupa 5G mreže bit će manje intenzivan i transformativan od učinka MIIOT i MSC slučajeva korištenja. Ujedno, to su najviše dostupne korisničke brzine u Hrvatskoj te se procijenjeni rezultati mogu smatrati donjom granicom potencijalnih učinaka 5G mreže.

Analiza je obuhvatila sve hrvatske gradove i općine odnosno sve aktivne poslovne subjekte u Republici Hrvatskoj u promatranom razdoblju. Kako bi se omogućila usporedivost s procjenama provedenim za druga gospodarstva (npr. Accenture, 2020.) i regije odabrani su sektori prerađivačka industrija, poljoprivreda, zdravstvo, prijevoz i ICT kojima je zbog značaja za hrvatsko gospodarstvo pridodan i sektor turizma.

Učinci razvoja 5G infrastrukture na poslovanje poduzetnika – Nastanak novih poduzeća

- Zbog preglednosti procijenjeni učinci pri različitim mrežnim brzinama iskazani su u obliku indeksa pri čemu je kao inicijalna vrijednost uzeta prosječna brzina mreže dostupna hrvatskim korisnicima u promatranom razdoblju.
- Učinak povećanja brzine na razine koje se mogu pripisati 5G na povećanje udjela novih poslovnih subjekata u populaciji poduzeća kreće se u rasponu od 2,7 u zdravstvu i ICT sektoru do 3,2 puta u sektoru turizma.
- Raščlamba učinaka po hrvatskim županijama otkriva neravnomjernu distribuciju i znatno snažnije učinke u slabije razvijenim županijama. U odnosu na prosjek promatranog razdoblja uvođenje 5G mreže ima potencijal povećati udio novih poslovnih subjekata od 1,25 puta u Gradu Zagrebu do 3,5 puta u slučaju Brodsko-posavske županije.
- Nalazi su u skladu s očekivanjima o snažnijim pozitivnim učincima uvođenja 5G mreže na slabije razvijena područja i ona udaljena od glavnih urbanih središta.

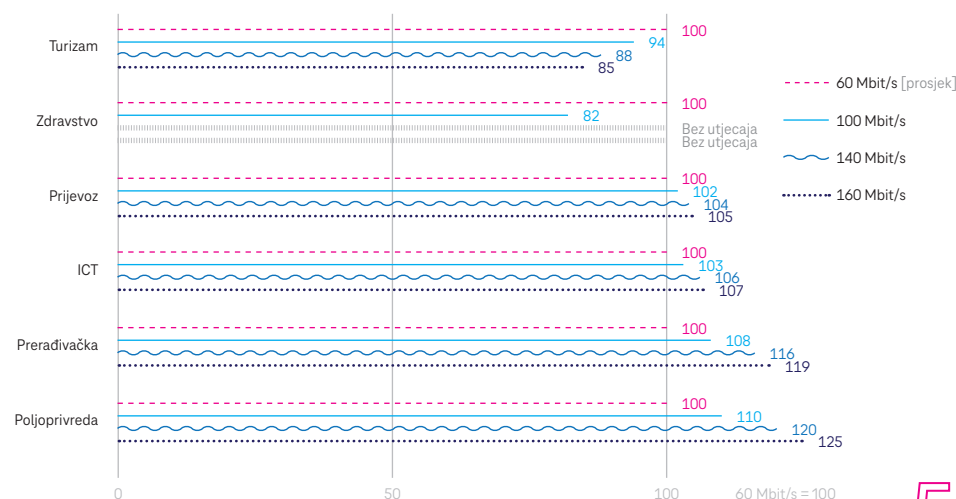
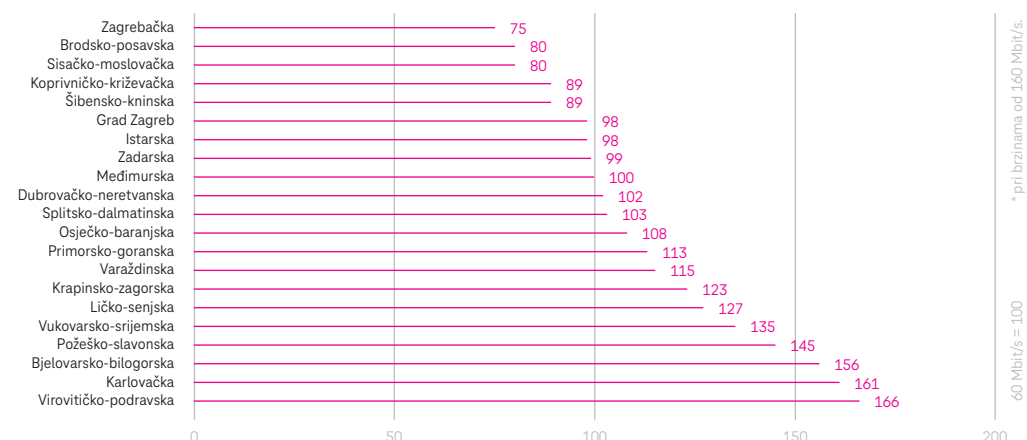
Udio novih poslovnih subjekata (indeks)



Učinci razvoja 5G infrastrukture na poslovanje poduzetnika – Tehnološko usložnjavanje i izvozna sofisticiranost

- Indeks troškova poslovanja izračunat je iz procjene učinka na udio troškova poslovanja u ukupnim prihodima poslovanja.
- Koristi u vidu smanjenja troškova poslovanja mogu se očekivati u sektorima ICT, poljoprivrede i prijevoza gdje se očekivana smanjenja udjela troškova poslovanja kreću u rasponu od 0,2 u sektorima ICT i prijevoza do 0,3 u sektoru poljoprivrede.
- U prerađivačkoj industriji i turizmu uvođenjem 5G mreže može se očekivati blagi porast troškova poslovanja što se može pripisati većoj potrebi prilagodbe novim tehnološkim trendovima u ovim sektorima.
- Poslovni subjekti većine županija trebali bi uvođenjem 5G mreže unaprijediti troškovnu konkurentnost. Iznimka su Karlovačka, Sisačko-moslavačka, Vukovarsko-srijemska i Bjelovarsko-bilogorska županija. Ranije predstavljene procjene za ove županije navode visoki potencijal privlačenja novih poduzeća i unaprjeđenja izvozne sofisticiranosti pa nalaze očekivanog porasta troškova poslovanja treba promatrati u tom kontekstu.

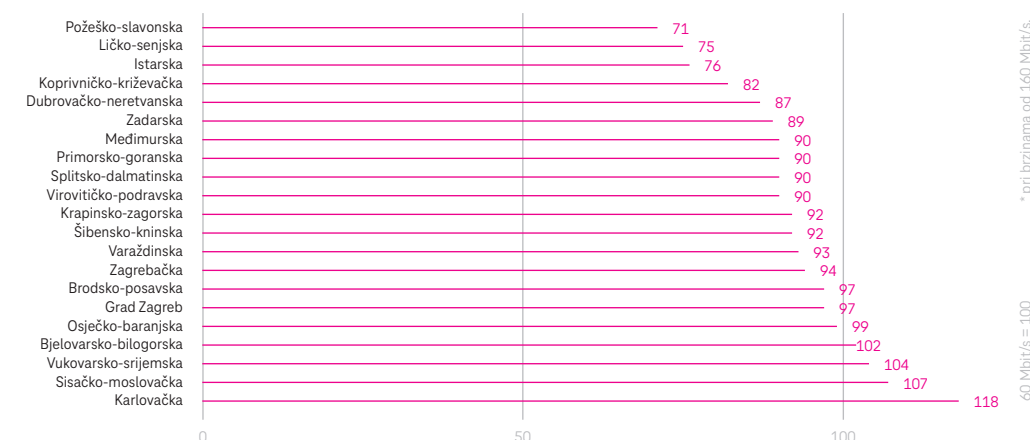
Sofisticiranost izvoza (indeks)



Učinci razvoja 5G infrastrukture na poslovanje poduzetnika – Troškovi poslovanja

- Indeks troškova poslovanja izračunat je iz procjene učinka na udio troškova poslovanja u ukupnim prihodima poslovanja.
- Koristi u vidu smanjenja troškova poslovanja mogu se očekivati u sektorima ICT, poljoprivrede i prijevoza gdje se očekivana smanjenja udjela troškova poslovanja kreću u rasponu od 0,2 u sektorima ICT i prijevoza do 0,3 u sektoru poljoprivrede.
- U prerađivačkoj industriji i turizmu uvođenjem 5G mreže može se očekivati blagi porast troškova poslovanja što se može pripisati većoj potrebi prilagodbe novim tehnološkim trendovima u ovim sektorima.
- Poslovni subjekti većine županija trebali bi uvođenjem 5G mreže unaprijediti troškovnu konkurentnost. Iznimka su Karlovačka, Sisačko-moslavačka, Vukovarsko-srijemska i Bjelovarsko-bilogorska županija. Ranije predstavljene procjene za ove županije navode visoki potencijal privlačenja novih poduzeća i unaprjeđenja izvozne sofisticiranosti pa nalaze očekivanog porasta troškova poslovanja treba promatrati u tom kontekstu.

Troškovi poslovanja (indeks)

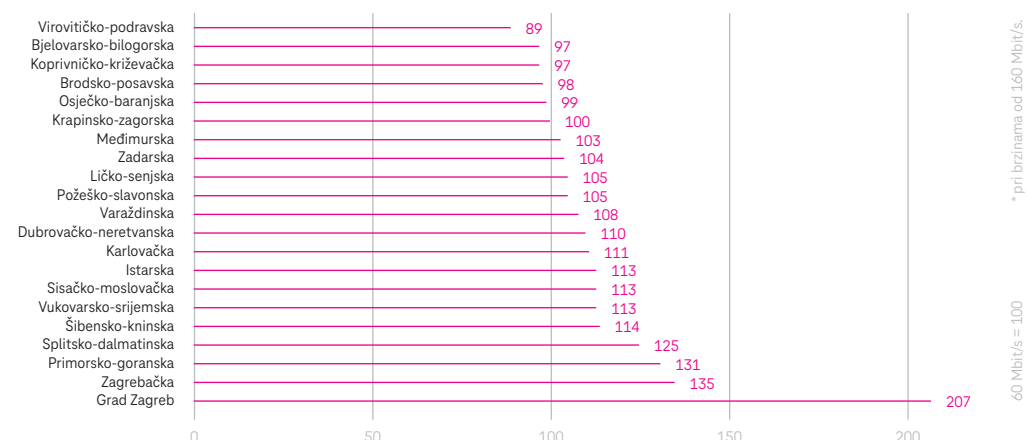


Procjene za sektor zdravstva pri brzinama 140 Mbit/s i 160 Mbit/s nisu statistički značajne.

Učinci razvoja 5G infrastrukture na poslovanje poduzetnika – Prihodi prodaje

- Prihodi prodaje iskazani su u milijunima kuna.
- U svim sektorima očekuje se porast prihoda prodaje uvođenjem 5G mreže u rasponu od 1,2 puta u prerađivačkoj industriji i sektoru prijevoza do 1,5 puta u sektorima turizma i ICT.
- Grad Zagreb i Zagrebačka županija prednjače prema očekivanom povećanju prihoda prodaje pri čemu je učinak u slučaju Zagreba gotovo dvostruko veći u odnosu na sve ostale županije.
- Najveći porast prihoda sveukupno se očekuje u Gradu Zagrebu i Zagrebačkoj županiji, Primorsko-goranskoj i Splitsko-Dalmatinskoj županiji odnosno županijama u kojim se nalaze tri najveća urbana središta u zemlji.
- Očekivanja blagog pada prihoda prodaje utvrđena su u županijama u kojim je ranije utvrđen visok potencijal privlačenja novih poduzeća, unaprijeđenja izvozne sofisticiranosti te troškovne učinkovitosti što sugerira da bi u ovim regijama uvođenjem 5G mreže moglo doći do strukturnog preslagivanja.

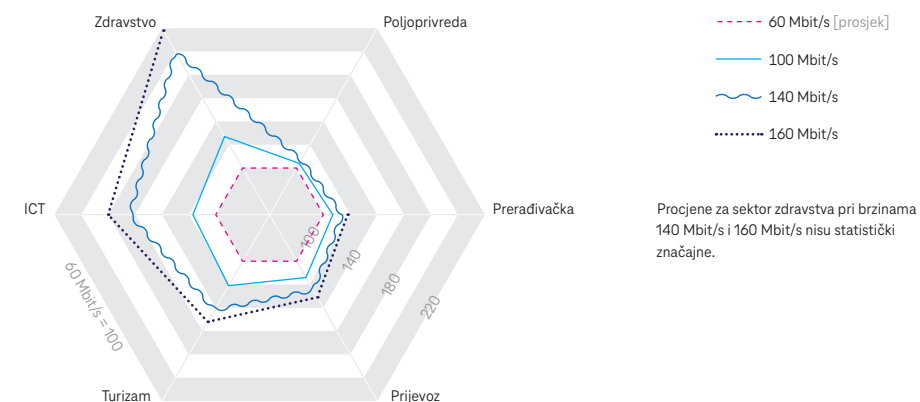
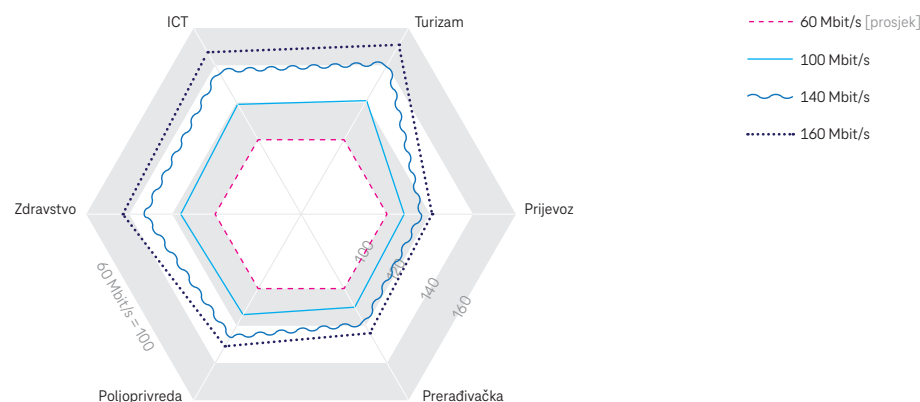
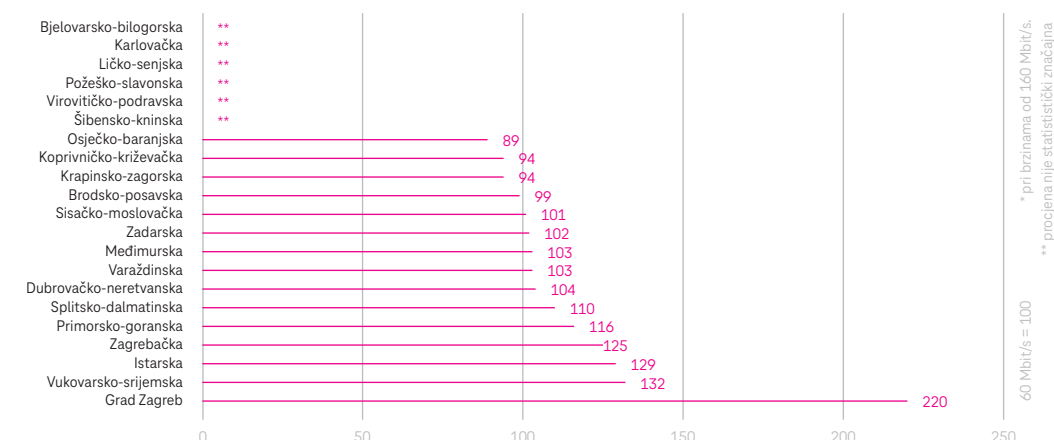
Prihodi prodaje (indeks)



Učinci razvoja 5G infrastrukture na poslovanje poduzetnika – Izvozni prihodi

- Pozitivan utjecaj uvođenja 5G mreže procijenjen je u svim sektorima osim poljoprivrede. Raspon očekivanog povećanja izvoznih prihoda kreće se od 20 posto u prerađivačkoj industriji do 80 posto u ICT sektoru te 120 posto u zdravstvenim uslugama.
- U nizu županija nisu pronađeni statistički značajni učinci 5G mreže, ali u većini ostalih očekuje se povećanje izvoznih prihoda. I ovdje prednjači Grad Zagreb s dvostruko većim očekivanim učincima od ostatka regija.
- Očekivana povećanja izvoznih prihoda u ostalim regijama kreću se od 1,01 puta do 1,3 puta. U nekoliko regija zabilježeni su rezultati koji upućuju na potencijalno smanjenje izvoznih prihoda. I ovdje se radi o regijama u kojim je ranije utvrđen visok potencijal privlačenja novih poduzeća, unaprijeđenja izvozne sofisticiranosti te troškovne učinkovitosti što sugerira da bi u ovim regijama uvođenjem 5G mreže moglo doći do strukturnog preslagivanja.

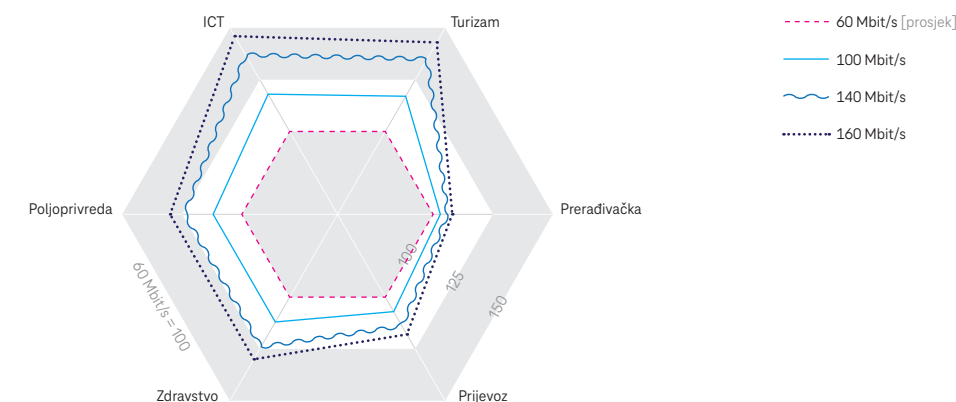
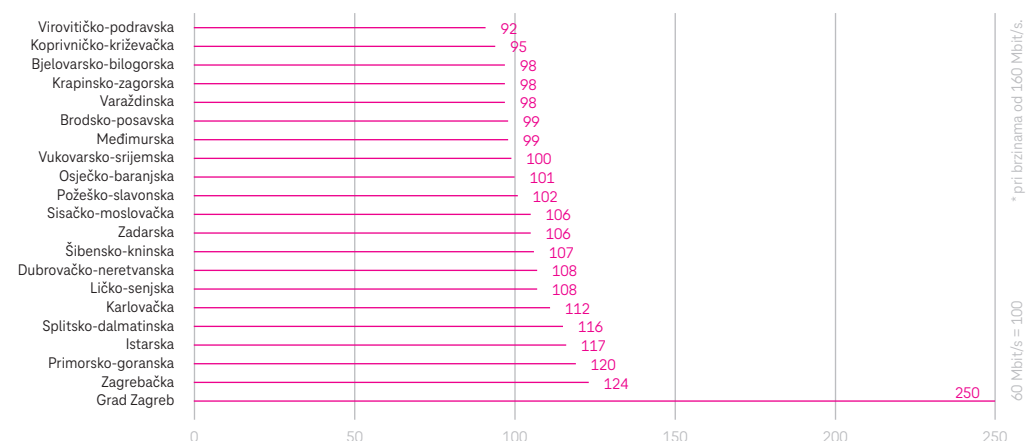
Izvozni prihodi (indeks)



Učinci razvoja 5G infrastrukture na poslovanje poduzetnika – Zaposlenost

- Uvođenjem 5G mreže nastat će koristi u vidu povećanja zaposlenosti u svim analiziranim sektorima. Raspon procijenjenih koristi kreće se od 8 posto povećanja u prerađivačkoj industriji do visokih 43 posto u turizmu i 46 posto u ICT sektoru.
- Na županijskoj razini kao i u prethodnim procjenama najveći intenzitet učinka zabilježen je u Gradu Zagrebu kojeg slijedi skupina visoko razvijenih županija u kojim se učinci povećanja kreću od 1,16 do 1,24 puta.
- I u procjenama učinka na zaposlenost prisutni su negativni učinci na županije u kojim je utvrđen visoki potencijal strukturne promjene.

Broj zaposlenih (indeks)



Učinci razvoja 5G infrastrukture na poslovanje poduzetnika – Usporedba s međunarodnim analizama i procjenama 5G učinaka na nacionalnoj razini

- Rezultati analize ukazuju na postojanje sektorskih i regionalnih koristi unaprijeđenja postojeće infrastrukture na 5G razine korisničke dostupnosti u nizu elemenata prepoznatih kao ključnih u ostvarivanju ciljeva rasta i proizvodnosti.
- Uvođenjem 5G mreže otvara se značajan poduzetnički potencijal koji do izražaja dolazi prvenstveno u slabije razvijenijim hrvatskim regijama i onim udaljenim od glavnih urbanih središta te u sektorima poljoprivrede i turizma. Ovakvi nalazi u suglasju su s spoznajama nedavno objavljene studije analitičke kuće Analysys Mason (2021.) prema kojim se najveće ekonomske koristi uvođenja 5G mreže mogu očekivati u sektoru poljoprivrede i u udaljenim i slabije razvijenim područjima.
- Kroz svoj potencijal umrežavanja ljudi i strojeva i stvaranja digitalnih otvorenih poslovnih i inovacijskih platformi 5G mreža ima potencijal unaprijediti tehnološku sofisticiranost i na njoj utemeljenu izvoznu konkurentnost. Naši nalazi i ovdje su u suglasju s studijom Analysis Mason (2020.) i ukazuju na najveće koristi u sektorima poljoprivrede, prerađivačke industrije te u većini županija u kojim je prethodno identificiran visok potencijal osnivanja i privlačenja novih poslovnih subjekata. Ipak, potrebno je istaknuti kako uvođenje 5G mreže vodi i redistributivnim prostornim učincima. U nizu regija utvrđen je potencijal smanjenja izvozne sofisticiranosti što sugerira premještanje k nisko tehnološki intenzivnim djelatnostima.
- Automatizacijom i eliminiranjem standardiziranih radno intenzivnih aktivnosti 5G mreža ima potencijal unaprijeđenja troškovne konkurentnosti u gotovo svim županijama. Najveći potencijal povećanja troškovne učinkovitosti poslovanja utvrđen je u sektorima ICT, poljoprivrede i prijevoza (do 30 posto) što je u skladu s procjenama Accenture (2021.) za europsko gospodarstvo. S druge strane, čini se da će 5G mreža iziskivati dodatne izdatke u sektorima prerađivačke industrije i turizma. Ovi sektori u Hrvatskoj su tradicionalno cjenovno konkurentni što umanjuje njihov potencijal iskorištavanja mogućnosti 5G mreže i zahtijeva prilagodbe poslovnih modela, tržišne orijentacije i strukture.
- Procjene na nacionalnoj razini govore kako bi se sveukupno uvođenjem 5G mreže moglo ostvariti povećanje izvozne sofisticiranosti od 10 posto, smanjenje troškova poslovanja od 10 posto, te bi se otvorio potencijal za do tri puta veći udio novih poduzeća u ukupnoj populaciji poslovnih subjekata. Ove procjene nisu konačne i mogu se smatrati relativno konzervativnim budući se temelje na podacima koji se mogu interpretirati kao donja granica korisničke dostupnosti 5G mreže. Naime, iako će eMBB imati značajan učinak na ekonomsku aktivnost, s obzirom da je riječ o poboljšanju postojeće usluge, njegov ekonomski učinak bit će manje intenzivan od učinka MIoT i MSC slučajeva korištenja koji nisu procjenjivani u ovoj analizi.
- Učinke uvođenja 5G mreže možemo razlikovati i s obzirom na razvijenost pojedinih regija. U razvijenim regijama uvođenje 5G mreže ima potencijal povećati zaposlenost, prodajne i izvozne prihode. Takvi nalazi odgovaraju postojećoj strukturi tih regija. U slabije razvijenim regijama potencijalni učinci uvođenja 5G mreže ogledat će se prvenstveno u strukturnom preslagivanju kao preduvjetu za ostvarivanje učinaka poput onih identificiranih u razvijenim regijama.
- Sveukupno, uvođenje 5G mreže ima potencijal povećati tržišni dinamizam, unaprijediti troškovnu konkurentnost i sofisticiranost domaćeg gospodarstva te dovesti do redistributivnih učinaka ekonomske aktivnosti među hrvatskim regijama.

STUDIJA SLUČAJA

Kutjevo

Dronovi i digitalne tehnologije unapređuju vinogradarstvo

Kutjevo d.d. jedan je od najvećih hrvatskih proizvođača vina s gotovo 800 godina dugom tradicijom podrumarenja i proizvodnje vina. Obrađujući 420 hektara vlastitih nasada, prednjači u modernizaciji poslovanja, implementirajući pilot projekt upotrebe drona u praćenju vinogradarske proizvodnje kako bi što efikasnije, uz niže troškove, kontrolirali varijabilnosti koje utječu na samu kvalitetu grožđa. Kutjevu d.d. pilot projekt kojim će unaprijediti kontrolu vinograda, omogućiti će brojne benefite koje nudi 5G mreža.

Osnovne informacije

Pod vodstvom konzultantske tvrtke za pametnu poljoprivredu Alti Agro u suradnji s TIS Grupom, specijaliziranom za razvoj sustava umjetne inteligencije, i osječkom tehnološkom tvrtkom Orqa specijaliziranom za razvoj proizvoda i opreme za dronove uz mrežnu podršku Hrvatskog Telekom, Kutjevo d.d. implementira pilot projekt kroz koji prikuplja podatke o bujnosti i varijabilnosti vinograda putem snimaka multi spektralnim kamerama na dronovima.

Multi spektralne snimke obrađuju se odgovarajućim alatima s ciljem potpore odlučivanju u vinogradarskoj proizvodnji. Na taj način moguće je utvrditi postojanje potencijalnih problema poput moguće pojave bolesti i/ili štetnika, nedostatka gnojiva ili potrebe za navodnjavanjem.

“Implementacija dronova i digitalnih tehnologija te uvidi u dobivene i obrađene podatke nesumnjivo utječu na bolju procjenu prinosa tokom praćenja različitih faza vegetacije, a posebno je važna prilikom prepoznavanja bolesti vinove loze te pravovremenog detektiranja štetnika. Zahvaljujući korištenju spomenute tehnologije te brzini prijenosa podataka koju omogućuje 5G mreža, poboljšavamo upravljanje vlastitim vinogradima, što naposljetku utječe i na proizvodnju vrhunskih, nagrađivanih vina po kojima smo prepoznatljivi.”

Mirela Križanović, Direktorica
PJ Vinogradarstvo i vinarstvo
Kutjevo d.d.

Koristi i prednosti

Snimke se koriste i za kreiranje mapa vinograda koje su preduvjet za buduću ciljanu provedbu agrotehničkih i ampelotehničkih mjera u samom vinogradu, a odnose se na ciljanu upotrebu zaštitnih sredstava, gnojiva, navodnjavanja, ali i selektivne berbe grožđa prema utvrđenim kvalitativnim zonama unutar vinograda. Ovim postupcima moguće je smanjenje troškova u proizvodnji, povećanje i reguliranje prinosa i kvalitete grožđa te praćenje cjelokupne vinogradarske proizvodnje koja omogućuje kvalitetnije planiranje i procjenu budućih potreba, ali i prihoda.

Snimke će se koristiti i za razvoj i treniranje neuronskih mreža sustava umjetne inteligencije koji će u konačnici moći zamijeniti neke vremenski i troškovno zahtjevne operacije pri upravljanju proizvodnjom. Cilj digitalizacije je prikupljanje relevantnih podataka za donošenje kvalitetnijih odluka u vinogradarskoj proizvodnji.

Radio-vezom na terenu upravljamo letom drona i snimamo vinograd prema unaprijed dogovorenoj putanji. Za sudjelovanje u ovom projektu, kao kompanija iz dron industrije, odlučili smo se sa ciljem da pokažemo kako dronovi mogu doprinijeti povećanju efikasnosti poljoprivredne, odnosno vinogradarske proizvodnje i da se upotrebom novih tehnologija proizvodnja može unaprijediti. Korištenjem nove 5G mreže u budućnosti prijenos snimki s drona će biti brži i efikasniji jer će se moći obaviti preko mreže, a preko 5G mreže moći će se i udaljeno upravljati letom drona.

Potencijal i izazovi budućnosti

Mobilne mreže nove generacije, poput 5G mreže u budućnosti će omogućiti prikupljanje i znatno više podataka te njihovo praćenje čak u relanom vremenu. Vinogradima će se moći upravljati iz jednog kontrolnog centra, a letom dronova moći će se upravljati na daljinu što će omogućiti kvalitetnije određivanje putanje leta važne za kvalitetu snimaka vinograda.

“Korištenje novih dostupnih tehnologija u vinogradarskoj proizvodnji i njihova prilagodba potrebama pojedinačnih korisnika, budućnost je moderne vinogradarske proizvodnje. Digitalizacija i prikupljanje podataka daje bolji uvid u samu vinogradarsku proizvodnju te služi kao osnova za unapređenje proizvodnje. Učinak će se maksimizirati korištenjem 5G mreže i bržim prijenosom prikupljenih i obrađenih podataka.”

Ivana Rendulić Jelušić,
Alti Agro, voditeljica projekta

“Našim znanjem i iskustvom izgrađenim u TISu želimo stvarajući AI rješenja želimo omogućiti prisutnost i dostupnost naprednih digitalnih tehnologija u različitim područjima gospodarstva. Ovaj projekt je upravo jedan takav primjer gdje primjenom bespilotnih letjelica, a pogotovo umjetne inteligencije u vinogradarstvu te 5G mreže želimo omogućiti novu jednostavniju i napredniju uslugu samim vinogradarima.”

Tomislav Strgar, TIS Grupa,
AI voditelj projekta

3.2. Ekonomski učinci razvoja 5G infrastrukture u pojedinim klasterima i korisničkim slučajevima

Dosadašnja istraživanja o ekonomskim koristima 5G mreže razlikuju se po primijenjenom metodološkom pristupu, pretpostavkama, načinu iskazivanja rezultata i ostalim specifičnostima, te postoji širok raspon procjena učinaka. Ranija istraživanja koriste različite metodološke pristupe, a najčešće su primjenjivane ankete stručnjaka odgovarajućih profila, ekonometrijsko modeliranje, input-output modela ili kombinacija različitih metoda procjene. Sve više novijih istraživanja koristi tzv. metodu triangulacije, odnosno tehniku koja kombinira rezultate procijenjenih učinaka iz više raspoloživih istraživanja i izvora, te koristi prosjek rezultata ranijih procjena kako bi se minimiziralo odstupanje u odnosu na ranije studije.

U dosadašnjim istraživanjima, osim samog ICT sektora, najintenzivniji učinci 5G mreže na rast produktivnosti očekuju se u sektorima prerađivačke industrije, financija, javnoj upravi, transportu, graditeljstvu, komunalnim uslugama i poljoprivredi. Očekivani učinak na ostale sektore poput poslovanja nekretninama, trgovinu, umjetnost i zabavu i dalje je pozitivan, ali nižeg intenziteta. Tablica 3. prikazuje raspoložive procjene učinaka 5G mreže na razini različitih djelatnosti. Procjene učinaka 5G mreže u IHS (2017.) i Tech4i2 (2019.) relativno su optimistične te se očekivane stope bržeg rasta zahvaljujući većoj produktivnosti koja proizlazi iz karakteristika 5G mreže kreću u rasponu od 1 posto (umjetnost i zabava) do čak 11,5 posto (ICT sektor u studiji IHS, 2017.). Redosljed sektora po intenzitetu učinaka u te dvije studije ne odstupa značajno.

Nešto konzervativnije procjene dane su u novijim istraživanjima STL Partners (2019.) i Analysys Mason (2020.) gdje su očekivani učinci u stopama rasta vezanim uz 5G mrežu značajno niži u odnosu na ranije studije. Tako je primjerice za prerađivačku industriju u Analysys Mason (2020.)

očekivan učinak na ubrzanje rasta ekonomske aktivnosti od samo 1 posto za razliku od ranije procjene u rasponu od 3 do 4,3 posto. Nadalje, Analysys Mason (2020.) ne primjenjuje automatski očekivani učinak u postotnom rastu na ukupnu aktivnost sektora, već samo na procijenjeni udio jedinica kojima će 5G mreža biti dostupna, odnosno veća poduzeća u odgovarajućim podsektorima koje imaju potencijal rasta produktivnosti uslijed primjene 5G mreže. Analysys Mason (2020.) procjenjuje učinak na ostale gospodarske sektore na način da primjenjuje linearni porast ekonomske aktivnosti od 1 posto za sve jedinice kojima će biti dostupan FWA ili urbani hotspot, a što ovisi o pokrivenosti teritorija 5G mrežom.

Potencijalni učinci razvoja 5G infrastrukture u Hrvatskoj, zbog harmoniziranog institucionalnog okvira, strateških ciljeva, dostupnosti strukturnih fondova i djelovanja zajedničkog tržišta, u velikoj mjeri ovisit će o kretanjima u EU. Rezultati prikazani u nastavku za učinke na razini hrvatskih regija i industrija, u velikoj se mjeri baziraju na metodologiji i pretpostavkama iz recentnog istraživanja koje obuhvaća zemlje EU (Analysys Mason 2020.). Razlog za odabir ovog istraživanja kao osnove za procjenu učinaka jest u primjeni konzervativnog pristupa u odnosu na druga istraživanja, te se prikazani rezultati mogu smatrati kao donja granica dugoročnih učinaka. Primjena iste metodologije omogućava i usporedivost procjena s drugim članicama EU, te mogućnost međunarodne usporedbe pozicije hrvatskih županija u koristima od 5G mreže. U procjenama valja voditi računa o određenim specifičnostima hrvatskog gospodarstva. Naime, zbog važnosti turizma za hrvatsko gospodarstvo, u studiju je uz već postojeće pretpostavke rasta sektore uslijed učinaka razvoja 5G mreže prikazane u Analysys Mason (2020.) uvedena i pretpostavka o pozitivnim učincima i za turistički sektor, s tim da su ti učinci nešto nižeg intenziteta od onog kojeg bilježi prerađivačka industrija (rast 0,8 posto). Cilj ovog dijela studije je procijeniti distribuciju troškova i koristi, koje su preuzete iz gore navedenog istraživanja, na razini hrvatskih županija. U tu svrhu korišteni su službeni podaci Državnog zavoda za statistiku (DZS), te podaci iz godišnjih izvješća o poslovanju poduzetnika Financijske agencije. Na razini županija DZS-a objavljuje o regionalnoj strukturi bruto dodane vrijednosti, ostvarenom prometu putnika i prijevozu tereta u zračnim i drugim lukama, podatke iz skupa strukturnih poslovnih statistika, prinosima poljoprivredne proizvodnje i druge regionalne statistike. Kako se koristi za pojedine djelatnosti očekuju samo u određenim kategorijama

poduzetnika, a koje zbog svoje veličine i aktivnosti kojom se bave imaju veći potencijal za unapređenje produktivnosti temeljem upotrebe 5G mreže, dodatno su uz službene podatke korišteni i podaci o poslovanju poduzetnika.

Tablica 3 Procijenjeni učinci dostupnosti 5G mreže na rast pojedinih ekonomskih sektora, u %

	Tech4i2 (2019.)	IHS (2017.)	STL Partners (2019.)	Analysys Mason (2020.)
Poljoprivreda	3,6	6,4	1,0	2,6
Rudarstvo	2,2	4,1	4,7	1,8
Prerađivačka industrija	3	4,2	4,3	1,0 (korigirano za udio većih poduzeća u odgovarajućem sektoru)
Komunalne usluge	3,6	4,5	4,7	
Graditeljstvo	3,3	4,7	0,8	2,4 (umanjeno u skladu s ocjenom dostupnosti 5G)
Trgovina	2,1	3,4	1,6	
Transport i skladištenje	4,1	5,6	3,5	3,0 (luke i aerodromi)
Hoteli i restorani	2,9	4,8		
ICT	8,1	11,5		
Financije	3,6	4,6		
Nekretnine	1,7	2,4		
Profesionalne usluge, znanost	3,7	3,7		
Javna uprava	4,2	6,5		1,0
Obrazovanje	2	3,5		
Zdravstvo	2,3	2,3	1,1	
Umjetnost i zabava	1	3,5	4	
Linearni učinak na ostale djelatnosti				1,0 (rast ukupnog BDP-a za jedinice kojima je dostupan FWA i urbani hotspot)

Izvor: Tech4i2 (2019.), IHS (2017.), STL Partners (2019.), Analysys Mason (2020.).

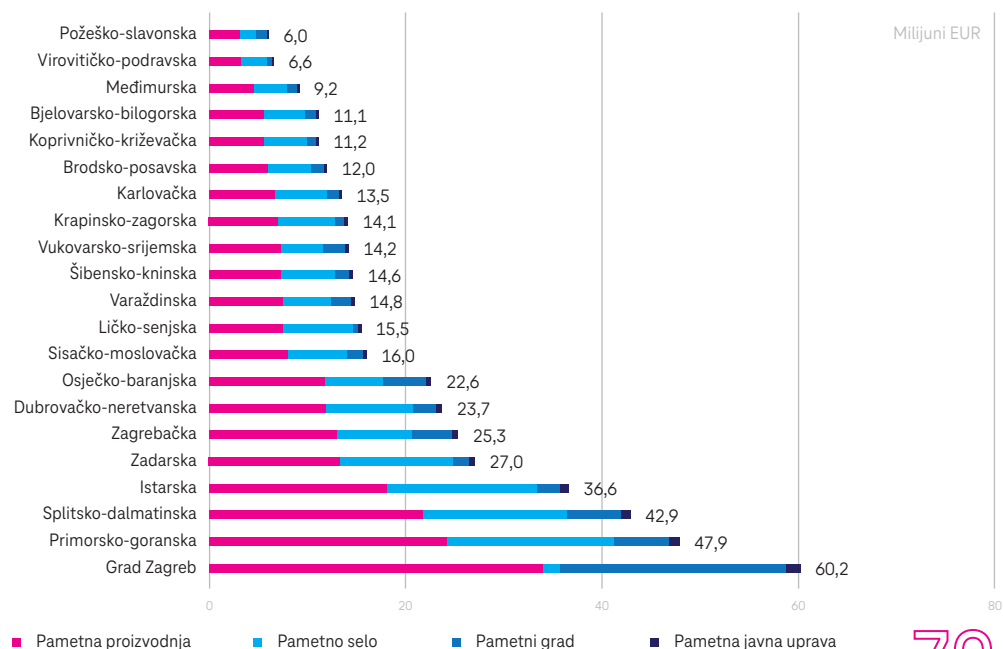
U dugoročnim procjenama uvijek postoji širok raspon neizvjesnosti, pogotovo kad je riječ o manjim teritorijalnim jedinicama, a što valja imati na umu prilikom interpretacije rezultata procjene. Ulazak ili izlazak samo jednog velikog poduzeća iz određene regije može značajno utjecati na ukupnu bruto dodanu vrijednost i zaposlenost pojedine županije. U dosadašnjem razdoblju, hrvatsko gospodarstvo je kasnilo za naprednijim članicama EU u pogledu tehnološkog napretka i brzini transformacije gospodarstva, te bi nastavak takvih trendova rezultirao i manje intenzivnim gospodarskim učincima korištenja 5G mreže. Stvarni učinci, kako za globalno, tako i za hrvatsko gospodarstvo mogu se značajno razlikovati od procjena, ovisno o brojnim tehnološkim, društvenim i drugim procesima koji će se odvijati u budućem razdoblju. Oni ovise o brojnim faktorima i uspješnosti nositelja ekonomske politike i uprava poduzeća da pravovremenim reakcijama omoguće kvalitetnu digitalnu transformaciju gospodarstva i ostvarenje što veće razine ekonomskih koristi.

Vremenska dinamika rasprostiranja učinaka također može biti različita. Usporedba raspoloživih rezultata procjene ekonomskih učinaka izgradnje 5G mreže u dosadašnjim istraživanjima upućuje na zaključak o potrebi određenog početnog razdoblja za prilagodbu i industrijsku transformaciju, nakon čega dolazi do ubrzanog rasta koristi sve do trenutka kad je tehnologija široko rasprostranjena. Dosezanjem zrelosti, sve je manji prostor za daljnji ubrzani rast učinaka, te krivulja očekivanih koristi ima s-oblik.

Metodologija procjene – troškovi

- Procjena ukupnih troškova ulaganja u 5G mrežu u Hrvatskoj procijenjena je u rasponu od 445 (Mason, 2020.) do 500 milijuna EUR (EU, 2017.).
- U ovom radu koristi se procjena Mason (2020.) koja osim ukupnih ulaganja u 5G mrežu sadrži i detaljniju raščlambu troškova na četiri osnovna klastera (Pametna proizvodnja i logistika, Pametno selo, Pametan grad i Pametna javna uprava).
- Model korišten za procjenu troškova uvođenja 5G mreže detaljno je opisan u Mason (2020.), a temelji se na brojnim parametrima: cijeni potrebnih komponenti, geografskim karakteristikama i drugim inputima.
- Raščlamba strukture troškova po hrvatskim županijama procijenio je Hrvatski Telekom. Za svaki klaster procijenjena je struktura potrebnih ulaganja po županijama imajući u vidu demografska, geografska i socioekonomska obilježja.
- Iako su u apsolutnom iznosu najveća ulaganja procijenjena za Grad Zagreb, u terminima ulaganja po stanovniku i kao postotak BDP-a ulaganja će biti najintenzivnija u slabo naseljenim područjima, poput Ličko-senjske županije i županije uz Jadransko more sa slabo naseljenim zaleđem i otocima.

Procjena ukupnih ulaganja u 5G mrežu



Tablica 4 Ulaganja u 5G mrežu u Hrvatskoj, relativni pokazatelji

Županija	Ulaganja po stanovniku	Ulaganja kao % BDP
Ličko-senjska	351,7	3,6
Dubrovačko-neretvanska	193,3	1,5
Istarska	174,2	1,2
Primorsko-goranska	170,3	1,1
Zadarska	161,1	1,5
Šibensko-kninska	148,4	1,4
Karlovačka	118,0	1,3
Krapinsko-zagorska	114,0	1,4
Sisačko-moslavačka	111,7	1,2
Bjelovarsko-bilogorska	106,1	1,2
Koprivničko-križevačka	106,0	1,1
Splitsko-dalmatinska	95,8	1,0
Vukovarsko-srijemska	95,6	1,2
Požeško-slavonska	92,7	1,2
Virovitičko-podravska	91,0	1,2
Varaždinska	89,7	0,8
Brodsko-posavska	88,3	1,2
Međimurska	84,2	0,8
Osječko-baranjska	84,0	0,9
Zagrebačka županija	81,8	0,8
Grad Zagreb	74,3	0,3

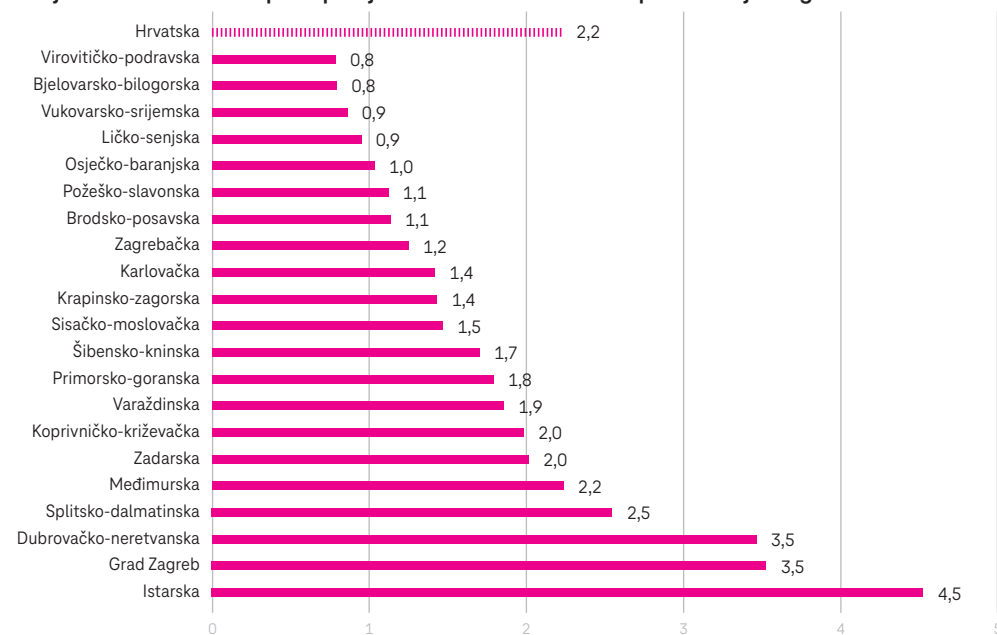
Metodologija procjene – koristi

- Koristi za hrvatsko gospodarstvo i županije se temelje na metodologiji Analysys Mason (2020.) kojom se kvantificiraju ekonomski učinci ostvarenja ciljeva iz postojećeg Akcijskog plana za uvođenje 5G u Europi (5GAP), a kojima se nastoji osigurati dostupnost 5G mreže u svim urbanim područjima i glavnim transportnim pravcima do 2025. godine.
- Cost-benefit analiza obuhvaća ostvarenje ažuriranih ciljeva iz područja 5G mreže, uvažavajući iskustva iz pilot 5G projekata i potencijala za tehnološki razvoj i rast produktivnosti temeljen na upotrebi 5G mreže.
- Osnovna projekcija rasta BDP-a RH do 2025. temelji se na podacima IMF's World Economic Outlook Database, dok je za kasnija razdoblja (2025. – 2040.) korištena prosječna očekivana stopa rasta za razdoblje 2018. – 2025. koja u slučaju Hrvatske iznosi 1,8 posto.
- Pretpostavljeno je da će struktura gospodarstva Hrvatske i županija neće značajnije mijenjati u projiciranom razdoblju.
- Za svaku djelatnost potencijal za ostvarenje koristi od 5G mreže izračunat je primjenom postotnog porasta bruto dodane vrijednosti iz Tablice 3 (posljednja kolona) koja prikazuje pretpostavke iz Analysys Mason (2020.) uz dodatno uključivanje koristi u turističkom sektoru (djelatnost hoteli i restorani) uz očekivani rast produktivnosti od 0,8 posto za razdoblje od 2030. do kraja projiciranog razdoblja.
- U skladu sa zaključcima ranijih istraživanja u razdoblju od 2025. – 2030. pretpostavljeno je razdoblje prilagodbe u kojima koristi postupno rastu od nule do punog potencijala nakon 2030. godine.
- Troškovi i koristi budućih razdoblja su svedeni na neto sadašnju vrijednost 2020. godine primjenom diskontne stope od 6%. Korist u terminima neto sadašnje vrijednosti iz kasnijih godina za svaku procijenjenu komponentu dijeli se faktorom $(1+0,06)^n$, pri čemu je n broj godina od 2020. do ciljne godine. S odmakom vremena, budući je riječ o dugoročnom razdoblju, diskontni faktor značajno smanjuje neto sadašnju vrijednost, te je faktor korekcije za 2040. godinu veći od 3.
- Radi usporedivosti sa rezultatima drugih zemalja, određene razlike u odnosu na baznu procjenu prikazanu u Analysys Mason (2020.) za sve komponente osim učinaka u hotelima i restoranima svedene su vrijednosti procijenjene tim istraživanjem. Osnovni cilj ovog istraživanja je da vrijednosti iz navedene studije raspodijeli na hrvatske županije temeljem strukturnih karakteristika pojedinih županija prema podacima o poslovanju poduzetnika i strukture BDV prema podacima DZS.
- Koristi i troškovi su zbrojeni u sljedeća četiri klastera:
 - Pametna proizvodnja i logistika (industrija, luke, aerodromi, rudarstvo, turizam)
 - Pametno selo (poljoprivreda, FWA)
 - Pametan grad (građevinarstvo, hotpotovi)
 - Pametna javna uprava.

Troškovi ulaganja i koristi u klasteru Pametna proizvodnja i logistika

- Omjer koristi i troškova od primjene 5G tehnologije najpovoljniji je za Istarsku županiju koja osim razvijenog turizma ima i razvijenu prerađivačku industriju.
- Najviša razina neto koristi iskazana po stanovniku očekuje se u Istri, Dubrovačko-neretvanskoj županiji i Gradu Zagrebu.
- Značajni pozitivni učinci načelno slabije razvijenijih županija, a posebice onih u kojima je iznos potrebnih ulaganja viši, poput Ličko-senjske, Vukovarsko-srijemske, Bjelovarsko-bilogorske i Virovitičko-podravске županije u okviru klastera Pametna proizvodnja izostati će i neće ostvariti dovoljnu razinu koristi u ovom klasteru, bez komplementarnih mjera regionalne i industrijske politike, a koje mogu u bitnoj mjeri unaprijediti tehnološku razinu gospodarstva takvih regija.
- Županije uz Jadransko more najznačajniji iznos koristi u okviru ovog klastera mogu ostvariti od povećanja produktivnosti u turizmu i korištenja novih mogućnosti promoviranja i sofisticiranih usluga.

Omjer koristi i troškova po županijama u klasteru Pametna proizvodnja i logistika



Tablica 5 Troškovi ulaganja i koristi u klasteru Pametna proizvodnja i logistika

	Troškovi, mil. EUR	Koristi, mil. EUR	Omjer	Neto korist po stanovniku, EUR, godišnje	Neto korist, % BDP-a 2021.
Istarska	18,1	81,9	4,5	20,2	2,0
Grad Zagreb	33,9	119,6	3,5	7,1	0,5
Dubrovačko-neretvanska	11,9	41,2	3,5	15,9	1,8
Splitsko-dalmatinska	21,8	55,4	2,5	5,0	0,8
Međimurska	4,6	10,3	2,2	3,5	0,5
Zadarska	13,3	26,8	2,0	5,4	0,8
Koprivničko-križevačka	5,6	11,0	2,0	3,5	0,6
Varaždinska	7,6	14,1	1,9	2,6	0,3
Primorsko-goranska	24,2	43,3	1,8	4,5	0,4
Šibensko-kninska	7,3	12,4	1,7	3,5	0,5
Sisačko-moslavačka	8,1	11,8	1,5	1,7	0,3
Krapinsko-zagorska	7,0	10,0	1,4	1,6	0,3
Karlovačka	6,7	9,6	1,4	1,6	0,3
Zagrebačka	13,0	16,3	1,2	0,7	0,1
Brodsko-posavska	6,0	6,8	1,1	0,4	0,1
Požeško-slavonska	3,1	3,5	1,1	0,4	0,1
Osječko-baranjska	11,8	12,2	1,0	0,1	0,0
Ličko-senjska	7,6	7,2	0,9	-0,6	-0,1
Vukovarsko-srijemska	7,3	6,3	0,9	-0,5	-0,1
Bjelovarsko-bilogorska	5,6	4,4	0,8	-0,7	-0,1
Virovitičko-podravska	3,3	2,6	0,8	-0,7	-0,1
Hrvatska	228,0	506,8	2,2	4,6	0,54

- Najznačajnije koristi unutar klastera Pametna proizvodnja i logistika očekuju se u porastu bruto dodane vrijednosti prerađivačke industrije.
- Koristi prerađivačke industrije najveće su u razvijenijim županijama koje imaju veći udio većih poduzeća u tehnološki naprednijim sektorima prerađivačke industrije gdje je potencijal za razvoj produktivnosti temeljem korištenja IoT veći.
- Potencijalne koristi za luke i zračne luke nisu značajne po iznosu i ograničene su na nekoliko lokacija specijaliziranih za takve aktivnosti.
- Značaj rudarstva za hrvatsko gospodarstvo nije izražen i ne očekuju se veće koristi od ovog segmenta
- Potencijal za ostvarenje koristi od pružanja novih turističkih usluga i unapređenja marketinških aktivnosti najveća je za županije Jadranske Hrvatske.
- U svim županijama uz Jadransko more očekuje se viša razina koristi od mogućnosti koje 5G pruža za porast turizma nego od unapređenja produktivnosti prerađivačke industrije.
- Očekivane koristi unutar klastera Pametna proizvodnja i logistika najniže su za slavonske i ostale kontinentalne županije u kojima je udio prerađivačke industrije i turizma u bruto dodanoj vrijednosti nizak.
- U usporedbi s drugim europskim zemljama (procjena dana u Mason, 2020.) može se uočiti da je omjer koristi i troškova u Hrvatskoj pozitivan, ali relativno nizak. Razlog tome je nepovoljna gospodarska struktura sa nižim udjelom proizvodnje proizvoda visoke tehnologije i sporije prihvatanje tehnološkog napretka u odnosu na naprednije zemlje EU.

Tablica 6 Struktura koristi u klasteru Pametna proizvodnja po županijama, milijuni EUR

	Prerađivačka industrija	Luke	Zračne luke	Rudarstvo	Turizam	Ukupno
Bjelovarsko-bilogorska	4	0	0	0,000	1	5
Brodsko-posavska	6	0	0	0,000	0	7
Dubrovačko-neretvanska	7	0	5	0,001	29	41
Grad Zagreb	78	0	6	0,010	36	120
Istarska	14	0	1	0,000	66	82
Karlovačka	8	0	0	0,000	2	10
Koprivničko-križevačka	10	0	0	0,000	1	11
Krapinsko-zagorska	9	0	0	0,001	1	10
Ličko-senjska	4	0	0	0,001	3	7
Međimurska	9	0	0	0,000	2	10
Osječko-baranjska	10	0	0	0,000	2	12
Požeško-slavonska	3	0	0	0,000	0	4
Primorsko-goranska	16	3	0	0,000	23	43
Sisačko-moslavačka	11	0	0	0,000	1	12
Splitsko-dalmatinska	18	2	6	0,001	30	55
Šibensko-kninska	5	0	0	0,000	7	12
Varaždinska	12	0	0	0,001	2	14
Virovitičko-podravski	2	0	0	0,000	0	3
Vukovarsko-srijemski	6	0	0	0,000	1	6
Zadarska	9	4	1	0,000	12	27
Zagrebačka	14	0	0	0,001	3	16
Hrvatska	256	10	19	0,017	222	507

*Zbog zaokruživanja zbroj sastavnica nije nužno jednak ukupnom iznosu prikazanom u tablici

Troškovi ulaganja i koristi u klasteru Pametno selo

- Koristi u klasteru Pametno selo obuhvaćaju dodatnu bruto dodanu vrijednost koja se potencijalno može ostvariti porastom produktivnosti u poljoprivredi, te upotrebi 5G FWA tehnologije koja pruža mogućnost rasta gospodarske aktivnosti u mnogim djelatnostima i područjima.
- Očekivano, omjer koristi i troškova u ovom klasteru je najpovoljniji za županije sa većim udjelom ruralnog stanovništva, dok se najmanje koristi potencijalno mogu ostvariti u najrazvijenijim županijama. Na taj način ulaganja u ovom klasteru doprinose ravnomjernijem razvitku i osiguravaju visoku društvenu korist.
- Prema ranijim istraživanjima, zbog relativno male gustoće naseljenosti na ruralnim područjima, komercijalna isplativost izgradnje 5G mreže sa stajališta privatnih telekomunikacijskih kompanija najčešće je neizvjesna, te bi radi osiguranja društvene koristi određeni udio u troškovima izgradnje mreže trebao biti financiran javnim sredstvima.

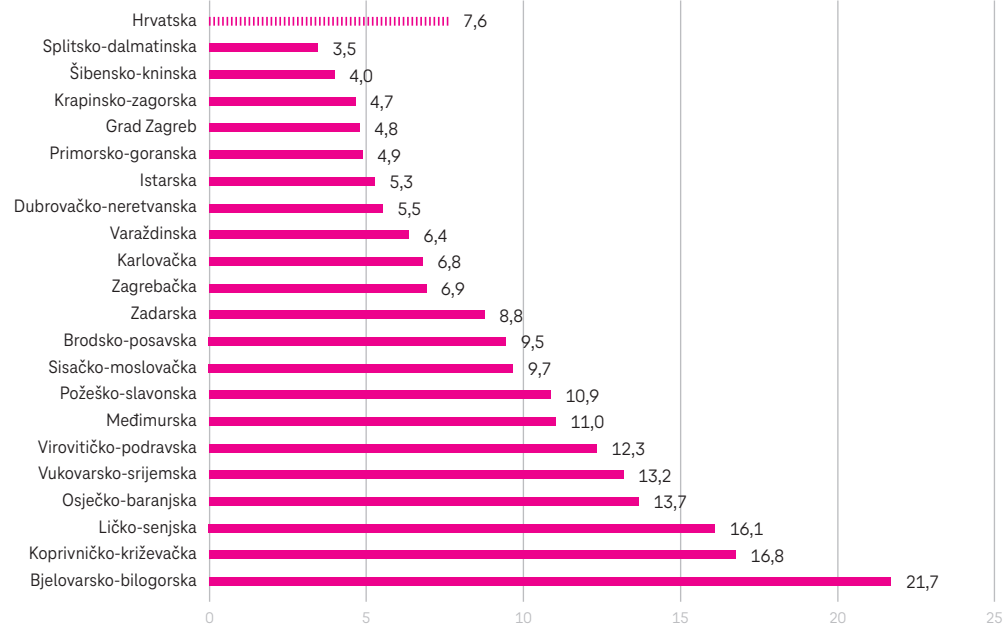
Neto korist po županijama iskazana kao % sadašnje razine BDP-a u klasteru Pametno selo



Tablica 7 Troškovi ulaganja i koristi u klasteru Pametno selo

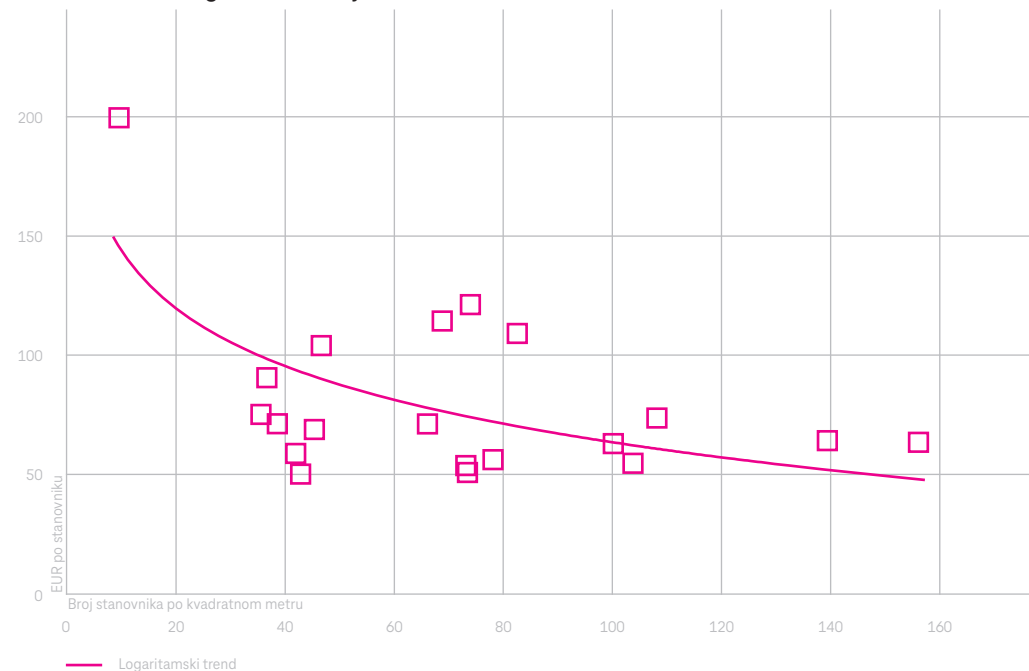
	Troškovi, mil. EUR	Koristi, mil. EUR	Omjer	Neto korist po stanovniku, EUR, godišnje	Neto korist, % BDP-a 2021.
Bjelovarsko-bilogorska	4,3	38,4	9,0	21,7	3,7
Koprivničko-križevačka	4,4	30,9	7,1	16,8	2,7
Vukovarsko-srijemska	4,3	33,6	7,9	13,2	2,5
Virovitičko-podravska	2,5	15,9	6,3	12,3	2,5
Ličko-senjska	7,1	17,7	2,5	16,1	2,4
Osječko-baranjska	5,8	61,1	10,5	13,7	2,1
Požeško-slavonska	1,7	12,3	7,3	10,9	2,1
Brodsko-posavska	4,4	23,6	5,4	9,5	1,9
Sisačko-moslavačka	6,0	26,9	4,5	9,7	1,6
Međimurska	3,3	21,4	6,4	11,0	1,6
Zadarska	11,5	33,6	2,9	8,8	1,2
Karlovačka	5,2	16,9	3,2	6,8	1,1
Zagrebačka	7,6	39,7	5,2	6,9	1,1
Krapinsko-zagorska	5,8	14,5	2,5	4,7	0,8
Varaždinska	4,8	20,6	4,3	6,4	0,8
Dubrovačko-neretvanska	8,8	19,0	2,2	5,5	0,6
Šibensko-kninska	5,6	11,5	2,1	4,0	0,6
Splitsko-dalmatinska	14,7	37,9	2,6	3,5	0,5
Istarska	15,3	31,9	2,1	5,3	0,5
Primorsko-goranska	17,1	37,7	2,2	4,9	0,5
Grad Zagreb	1,8	60,0	33,1	4,8	0,3
Hrvatska	142,0	605,0	4,3	7,6	0,9

Godišnja neto korist po stanovniku u EUR procijenjena za klaster Pametno selo



- Potencijalna neto korist po stanovniku u ovom klasteru najveća je za Bjelovarsko-bilogorsku i Koprivničko-križevačku županiju, dok se najmanja korist očekuje u jadranskim županijama i Gradu Zagrebu.
- Iako gustoća naseljenosti nije jedini faktor koji utječe na troškove i koristi izgradnje FWA mreže, može se uočiti da relativno veću korist od ove tehnologije ostvaruju županije koje su u kojoj je gustoća naseljenosti manja, te su troškovi isključivo fiksne mreže koje osigurava brzi Internet relativno visoki. Bez razvoja FWA infrastrukture takve regije ne bi mogle u punom opsegu koristiti potencijal 5G mreže.

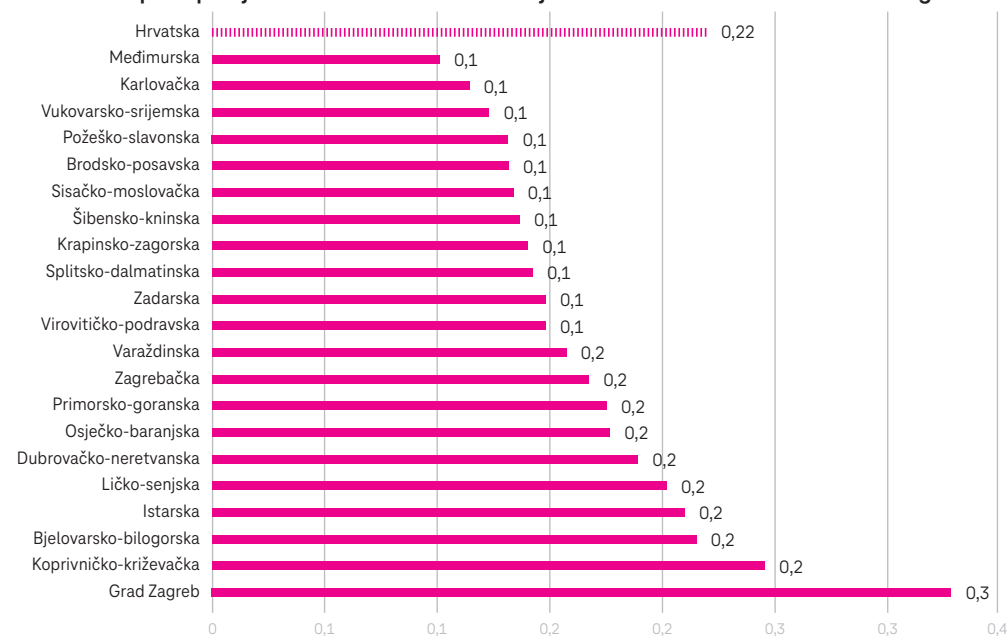
Veza između gustoće naseljenosti i koristi od FWA



Troškovi ulaganja i koristi u klasteru Pametan grad

- Omjer ulaganja i koristi u klasteru Pametan grad povoljniji je u odnosu na klaster Pametna proizvodnja, ali niži od istog pokazatelja u klasteru Pametno selo.
- Očekivana neto korist po stanovniku najveća je za Grad Zagreb u kojem je procijenjena na prosječno 4,8 EUR na godišnjoj razini. Grad Zagreb također prednjači i u koristima mjerenim postotnim udjelom BDP-a iako je raspon koristi prema tom pokazatelju relativno uzak.
- Očekuju se nešto veće neto koristi u županijama u kojima je veći udio urbanog stanovništva.
- U ruralnim sredinama, pokazatelj odnosa ulaganja i koristi unutar ovog klastera manji je od prosjeka, budući su koristi ograničene su na manja urbana središta unutar tih regija.

Neto korist po županijama iskazana kao % sadašnje razine BDP-a u klasteru Pametan grad



Tablica 8 Troškovi ulaganja i koristi u klasteru Pametan grad

	Troškovi, mil. EUR	Koristi, mil. EUR	Omjer	Neto korist po stanovniku, EUR, godišnje	Neto korist, % BDP-a 2021.
Bjelovarsko-bilogorska	1	3	2,9	1,3	0,2
Brodsko-posavska	1	3	2,0	0,7	0,1
Dubrovačko-neretvanska	2	5	2,2	1,6	0,2
Grad Zagreb	23	81	3,5	4,8	0,3
Istarska	2	9	3,7	2,1	0,2
Karlovačka	1	2	2,0	0,7	0,1
Koprivničko-križevačka	1	3	3,5	1,5	0,2
Krapinsko-zagorska	1	2	2,4	0,8	0,1
Ličko-senjska	1	1	2,7	1,3	0,2
Međimurska	1	2	2,2	0,7	0,1
Osječko-baranjska	4	9	2,0	1,1	0,2
Požeško-slavonska	1	2	1,6	0,7	0,1
Primorsko-goranska	6	13	2,4	1,8	0,2
Sisačko-moslavačka	2	3	2,1	0,8	0,1
Splitsko-dalmatinska	5	12	2,1	0,9	0,1
Šibensko-kninska	1	3	2,0	1,0	0,1
Varaždinska	2	5	2,4	1,2	0,2
Virovitičko-podravska	1	1	2,3	0,7	0,1
Vukovarsko-srijemska	2	4	1,6	0,6	0,1
Zadarska	2	4	2,7	1,1	0,1
Zagrebačka	4	9	2,2	1,1	0,2
Hrvatska	65	178	2,7	1,9	0,2

Troškovi ulaganja i koristi u klasteru Pametna javna uprava

- U skladu s primijenjenom konzervativnom metodologijom, u usporedbi s ostalim klasterima, ulaganja i koristi unutar klastera Pametna javna uprava su manjeg intenziteta. Potencijal primjene 5G tehnologije u nekim javnim uslugama, poput zdravstva ili obrazovanja, mogao bi biti višestruko veći uz punu digitalnu transformaciju javne uprave, te će stvarne koristi ovisiti o brojnim faktorima koje je u ovom trenutku teško procijeniti.
- Distribucija koristi unutar klastera Pametna javna uprava odražava udio javnog sektora u pojedinim županijama, te je neto korist ponovno najveća za Grad Zagreb u kojem su koncentrirane brojne javne institucije.
- Koristi u odnosu na troškove u ovom klasteru su relativno visoke, te se osmišljavanjem šireg skupa mjera korištenja 5G mreže u javnom sektoru mogu osigurati veće koristi u budućem razdoblju.

Omjer koristi i troškova u klasteru Pametna javna uprava



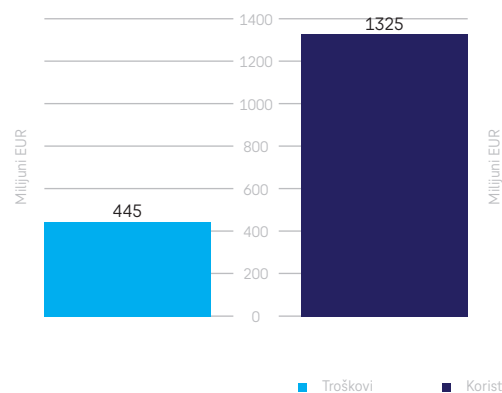
Tablica 9 Troškovi ulaganja i koristi u klasteru Pametna javna uprava

	Troškovi, mil. EUR	Koristi, mil. EUR	Omjer	Neto korist po stanovniku, EUR, godišnje	Neto korist, % BDP-a 2021.
Bjelovarsko-bilogorska	0	1	3,0	0,3	0,1
Brodsko-posavska	0	1	3,3	0,3	0,1
Dubrovačko-neretvanska	1	1	1,9	0,2	0,0
Grad Zagreb	1	11	7,7	0,8	0,1
Istarska	1	1	1,9	0,2	0,0
Karlovačka	0	1	3,2	0,4	0,1
Koprivničko-križevačka	0	1	2,7	0,3	0,0
Krapinsko-zagorska	0	1	2,5	0,2	0,0
Ličko-senjska	0	0	1,2	0,1	0,0
Međimurska	0	1	2,9	0,2	0,0
Osječko-baranjska	1	2	4,5	0,5	0,1
Požeško-slavonska	0	0	3,5	0,4	0,1
Primorsko-goranska	1	2	2,2	0,3	0,0
Sisačko-moslavačka	0	1	3,3	0,4	0,1
Splitsko-dalmatinska	1	3	3,5	0,4	0,1
Šibensko-kninska	0	1	2,4	0,3	0,0
Varaždinska	0	1	3,6	0,3	0,0
Virovitičko-podravska	0	0	3,2	0,3	0,1
Vukovarsko-srijemska	0	1	3,8	0,4	0,1
Zadarska	1	1	2,3	0,3	0,0
Zagrebačka	1	2	2,8	0,2	0,0
Hrvatska	10	35	3,5	0,4	0,0

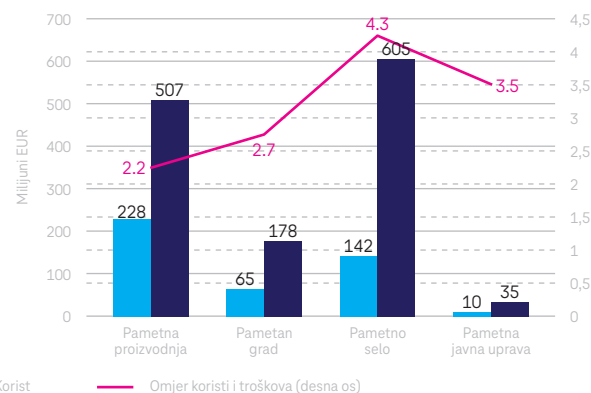
Ukupni troškovi ulaganja i koristi od upotrebe 5G mreže

- Ukupni troškovi i koristi temeljeni su na konzervativnoj procjeni (Mason, 2020.), uz uključivanje koristi vezanih uz specifičnu gospodarsku strukturu Hrvatske u kojoj značajnu ulogu ima turizam, a u kojem se prema dostupnoj literaturi i rezultatima ekonometrijskog modeliranja također mogu očekivati određene ekonomske koristi vezane za upotrebu 5G mreže.
- Ukupne koristi od ulaganja u 5G mrežu iskazane u terminima neto sadašnje vrijednosti u ukupnom hrvatskom gospodarstvu procijenjene su na 1,33 milijarde EUR, što je tri puta više od troškova ulaganja koji će iznositi oko 445 milijuna EUR.
- Najveći iznos koristi uz najpovoljniji omjer troškova i koristi očekuje se u klasteru Pametno selo, gdje se na svaki EUR ulaganja procjenjuje 4,3 puta veći iznos koristi.

Troškovi ulaganja i koristi od upotrebe 5G mreže



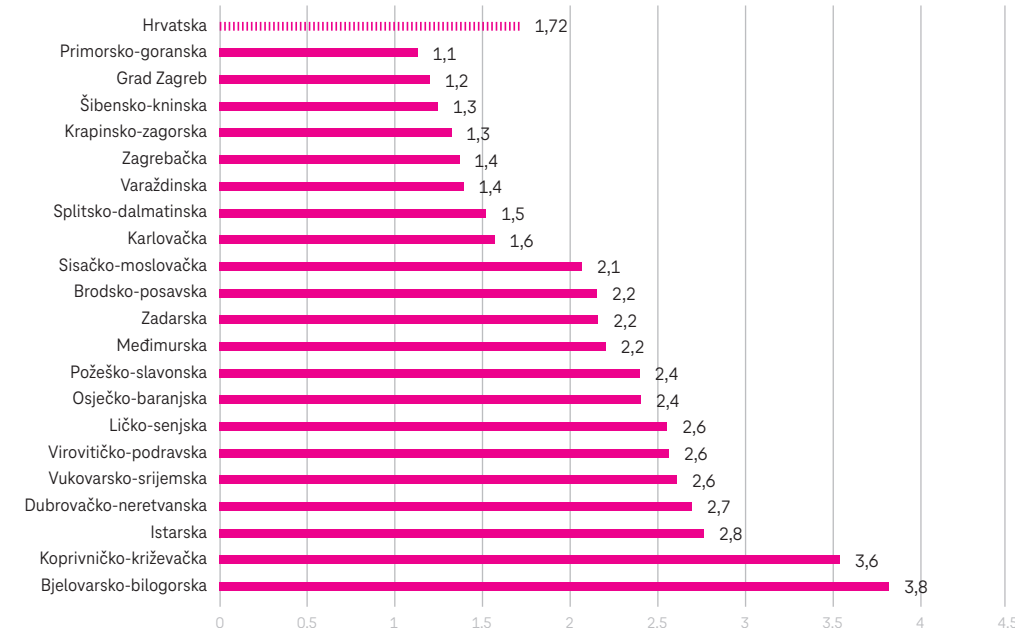
Troškovi i koristi po klasterima



- Neto korist od upotrebe 5G mreže značajno se razlikuje po županijama, imajući u vidu zatečenu gospodarsku strukturu koja predstavlja potencijal za ostvarenje koristi, ali i demografske i geografske karakteristike, poput gustoće naseljenosti, reljef i druga prirodna obilježja koja određuju razinu troškova.
- Najviša razina neto koristi iskazana po stanovniku i kao udio u BDP-u očekuje se u Koprivničko-križevačkoj i Bjelovarsko-bilogorskoj županiji, koje osim visokog udjela poljoprivrede imaju i određen broj industrijskih poduzeća koja mogu ostvariti korist povećanjem produktivnosti.

- Ulaganja u 5G mrežu mogla bi rezultirati i smanjenjem regionalnih nejednakosti uz očekivane veće pozitivne učinke u slabije razvijenim ruralnim područjima u odnosu na razvijenije regije. U terminima BDP-a razvijenije županije poput Grada Zagreba i Primorsko-goranske županije ostvarit će nešto manju korist u odnosu na slabije razvijene slavonske županije.

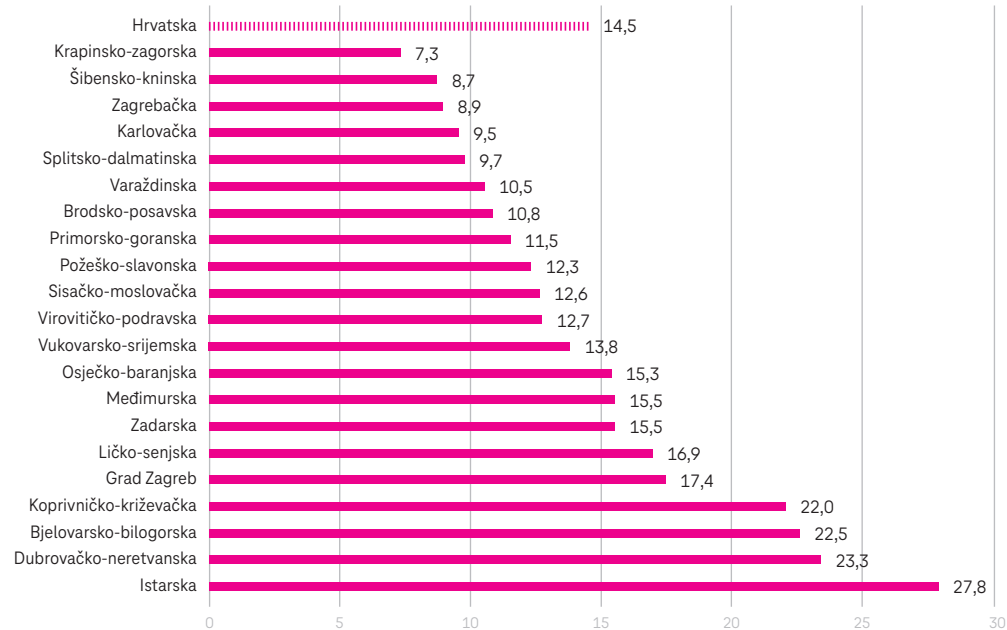
Neto korist po županijama iskazana kao % sadašnje razine BDP-a



Tablica 10 Ukupni troškovi ulaganja i koristi od upotrebe 5G mreže

	Troškovi, mil. EUR	Koristi, mil. EUR	Omjer	Neto korist po stanovniku, EUR, godišnje	Neto korist, % BDP-a 2021.
Bjelovarsko-bilogorska	11,1	46,6	4,2	22,5	3,8
Koprivničko-križevačka	11,2	45,9	4,1	22,0	3,6
Istarska	36,6	124,3	3,4	27,8	2,8
Dubrovačko-neretvanska	23,7	66,6	2,8	23,3	2,7
Vukovarsko-srijemska	14,2	44,8	3,2	13,8	2,6
Virovitičko-podravska	6,6	20,4	3,1	12,7	2,6
Ličko-senjska	15,5	26,7	1,7	16,9	2,6
Osječko-baranjska	22,6	84,7	3,7	15,3	2,4
Požeško-slavonska	6,0	18,0	3,0	12,3	2,4
Međimurska	9,2	34,4	3,8	15,5	2,2
Zadarska	27,0	66,0	2,4	15,5	2,2
Brodsko-posavska	12,0	33,9	2,8	10,8	2,2
Sisačko-moslavačka	16,0	43,2	2,7	12,6	2,1
Karlovačka	13,5	29,8	2,2	9,5	1,6
Splitsko-dalmatinska	42,9	108,2	2,5	9,7	1,5
Varaždinska	14,8	40,9	2,8	10,5	1,4
Zagrebačka	25,3	66,7	2,6	8,9	1,4
Krapinsko-zagorska	14,1	27,7	2,0	7,3	1,3
Šibensko-kninska	14,6	27,5	1,9	8,7	1,3
Grad Zagreb	60,2	271,7	4,5	17,4	1,2
Primorsko-goranska	47,9	96,3	2,0	11,5	1,1
Hrvatska	445,0	1324,6	3,0	14,5	1,72

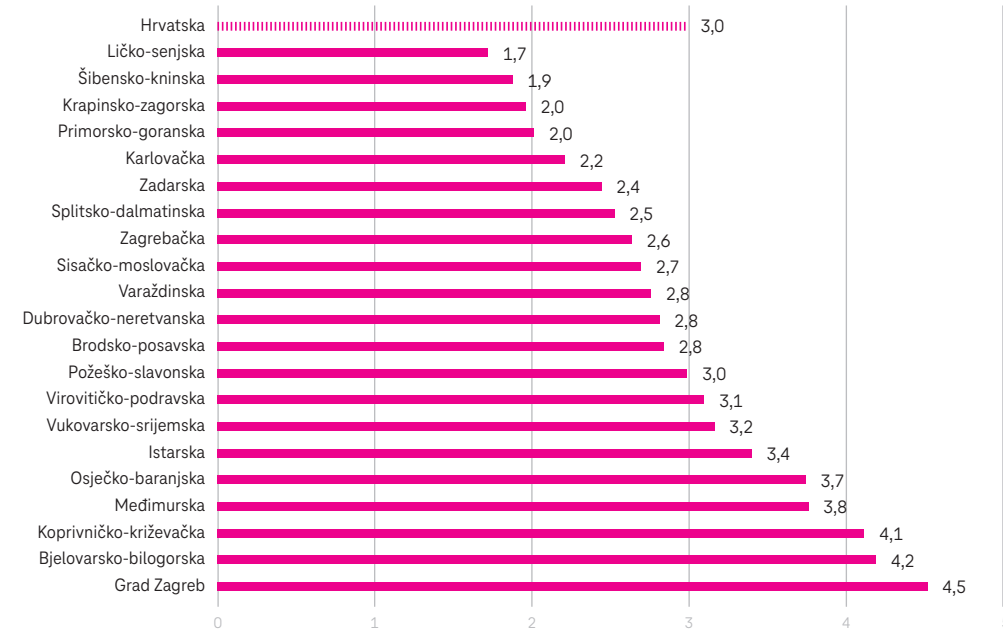
Neto korist po stanovniku, godišnje EUR po županijama



➤ U terminima godišnje neto koristi po stanovniku, najveću korist od izgradnje 5G mreže imat će Istarska županija sa 27,8 EUR, dok bi Krapinsko-zagorska županija prema zatečenoj gospodarskoj strukturi mogla ostvariti samo 7,3 EUR po stanovniku godišnje koristi što je gotovo četiri puta manje od Istarske županije.

➤ Visoki troškovi ulaganja zbog veličine i slabe naseljenosti u Ličko-senjskoj županiji uz nepovoljnu gospodarsku strukturu razlog su procijenjenog najnižeg omjera koristi i troškova. S druge strane, Grad Zagreb kao gusto naseljeno područje, relativno razvijenu prerađivačku industriju i centraliziranu javnu upravu mogao bi ostvariti najpovoljniji omjer koristi i troškova.

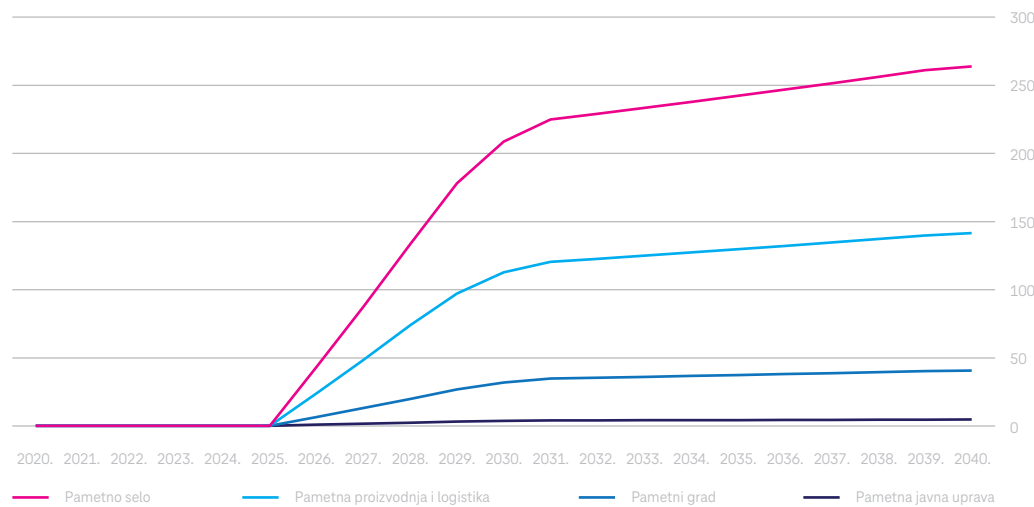
Omjer ukupnih koristi i troškova po županijama



- U skladu s ranijim istraživanjima pretpostavljen je postupni rast koristi u razdoblju prilagodbe gospodarstva novim mogućnostima koje pruža 5G mreža (2025. – 2030.) do ostvarenja punog potencijala nakon čega se koristi ostvaruju proporcionalno rastu ukupne gospodarske aktivnosti.
- Stvarna krivulja prihvaćanja novih tehnoloških mogućnosti u različitim klasterima vjerojatno će biti drugačijeg oblika: sektori koji brzo prihvaćaju suvremene tehnologije u proizvodnim procesima ostvarit će pun potencijal brže u odnosu na tradicionalne sektore u kojima je uobičajeno tehnološki napredak spor.

- Kašnjenje u izgradnji 5G infrastrukture može odgoditi ostvarenje koristi za buduće razdoblje. Kako ranija istraživanja sugeriraju određeni klasteri poput Pametne javne uprave i Pametnog sela u određenoj mjeri zahtijevat će sufinanciranje iz javnih sredstava, budući zbog manje gustoće stanovništva i manjeg broja poduzetnika, takve investicije, usprkos potencijalu za ostvarenje društvene koristi, neće na nekim područjima ostvarivati dovoljno prihoda za telekomunikacijska poduzeća za pokriće ulaganja.
- Kako su u procjeni primijenjene relativno konzervativne procjene, potencijal za ostvarenje koristi od 5G mreže može biti i intenzivniji posebice u klasterima Pametna proizvodnja i logistika u slučaju uspješnije transformacije industrije i ostalih poduzeća i Pametna javna uprava ukoliko javne institucije u većoj mjeri prilagode aktivnosti novim mogućnostima.

Neto korist po stanovniku, godišnje EUR po županijama

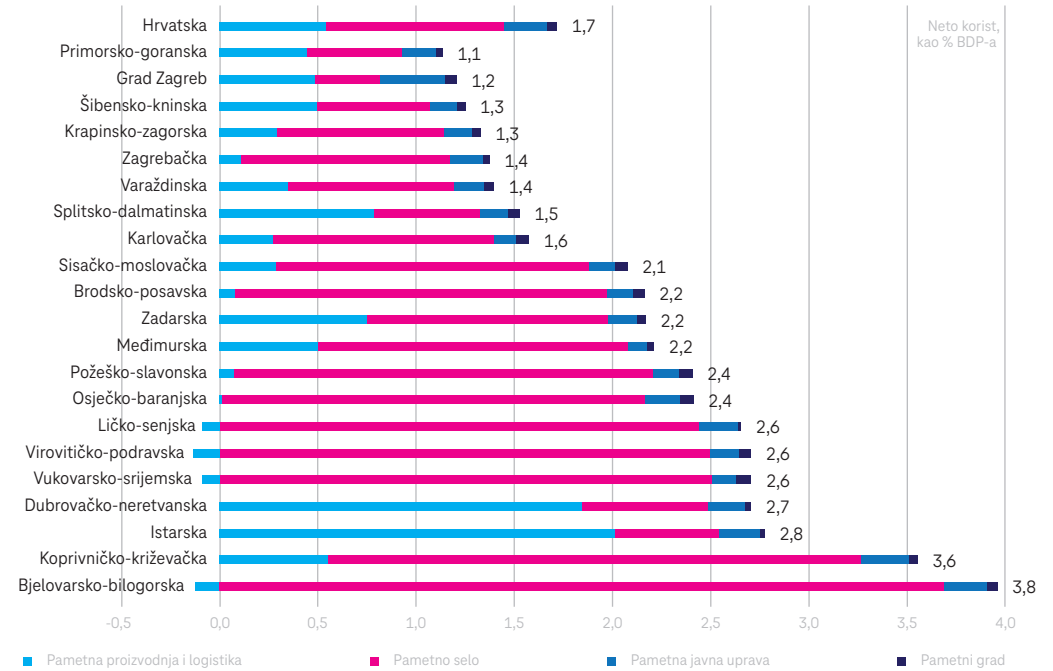


- Struktura očekivanih neto koristi značajno se razlikuje po hrvatskim županijama. Industrijski razvijenije županije i regije uz Jadransko more relativno veći udio neto koristi ostvarit će rastom proizvodnosti u klasteru Pametna proizvodnja i logistika.
- Slabije razvijena ruralna područja gospodarsku korist od 5G mreže ostvarit će dominantno porastom produktivnosti unutar klastera Pametno selo.

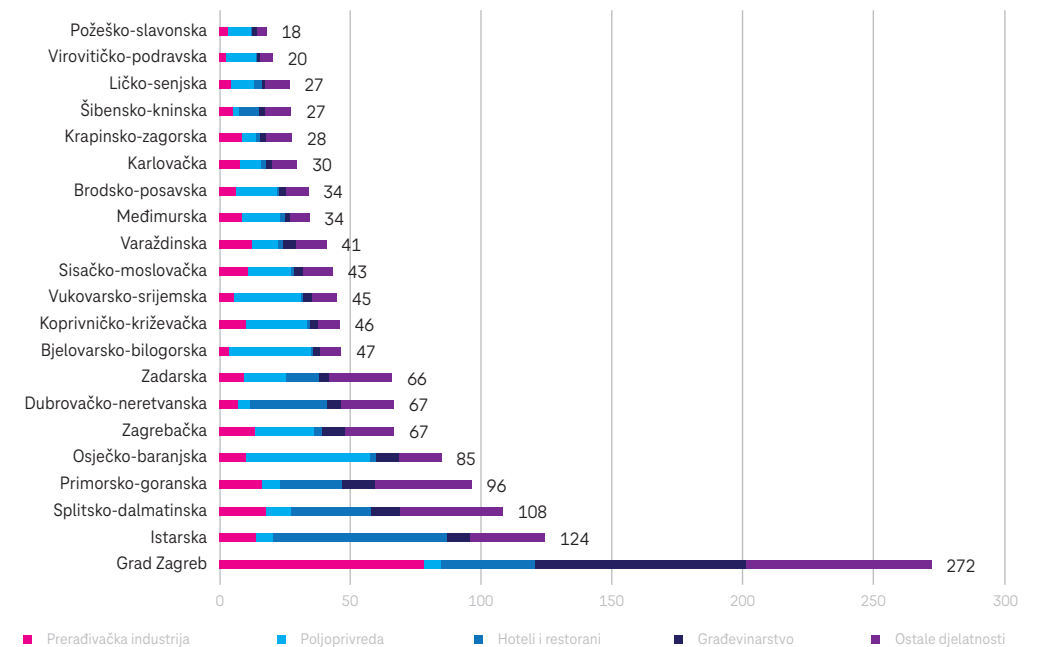
- Raspodjela neto koristi u klasterima Pametan grad i Pametna javna uprava pokazuje mnogo ujednačeniju strukturu neto koristi u odnosu na ostala dva klastera, ali su učinci trenutno niži.
- Troškovi izgradnje 5G infrastrukture unutar klastera Pametna proizvodnja i logistika veći su od koristi u slabo industrijski i tehnološki razvijenim županijama poput Ličko-senjske, Virovitičko-podravске i Vukovarsko-srijemske županije.



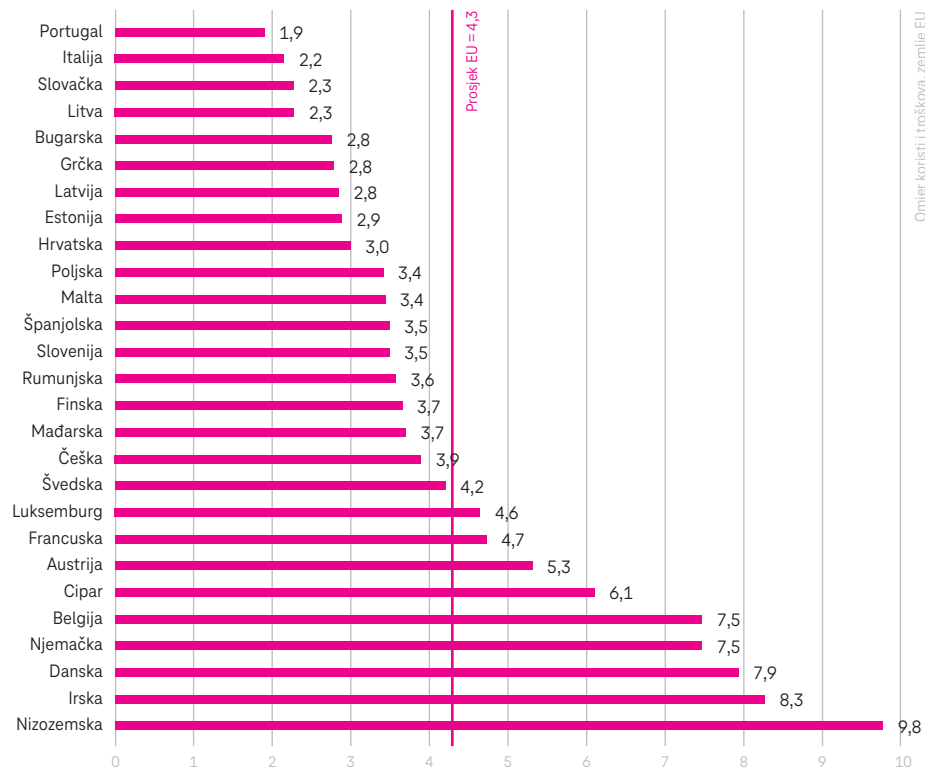
Struktura koristi po klasterima i županijama



Struktura ukupnih koristi po djelatnostima i županijama, milijuni EUR rasta bruto dodane vrijednosti u razdoblju do 2040. godine u svedeni na neto sadašnju vrijednosti



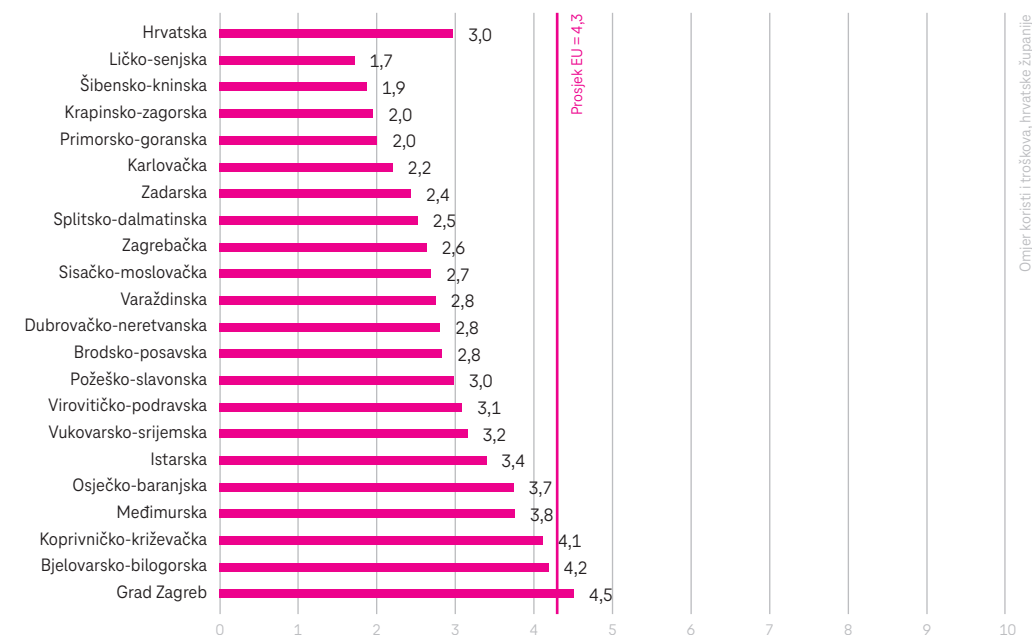
Međunarodna usporedba omjera koristi i troškova



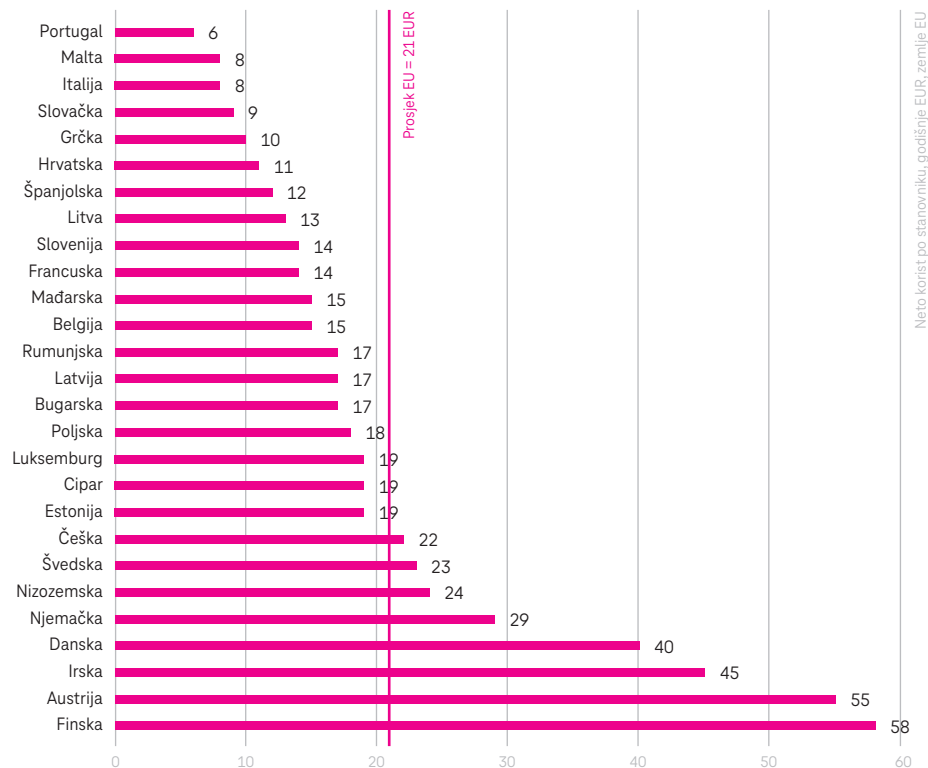
➤ Hrvatska je pozicionirana u skupinu zemalja za koju se očekuje manja efikasnost u korištenju mogućnosti koje pruža 5G mreža, te se samo za Grad Zagreb očekuje omjer koristi i troškova iznad prosjeka EU, dok je u svim ostalim županijama taj pokazatelj lošiji.

➤ Visoki troškovi ulaganja zbog veličine i slabe naseljenosti u Ličko-senjskoj županiji uz nepovoljnu gospodarsku strukturu razlog su procijenjenog najnižeg omjera koristi i troškova. S druge strane, Grad Zagreb kao gusto naseljeno područje, relativno razvijenu prerađivačku industriju i centraliziranu javnu upravu mogao bi ostvariti najpovoljniji omjer koristi i troškova.

Međunarodna usporedba, pozicija hrvatskih županija, omjer koristi i troškova



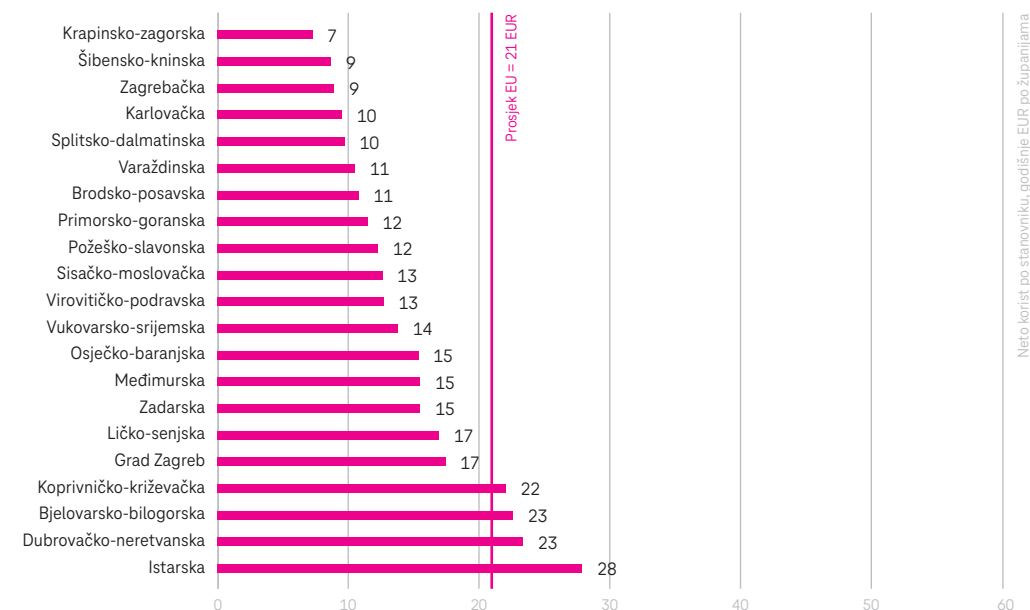
Međunarodna usporedba neto koristi po stanovniku



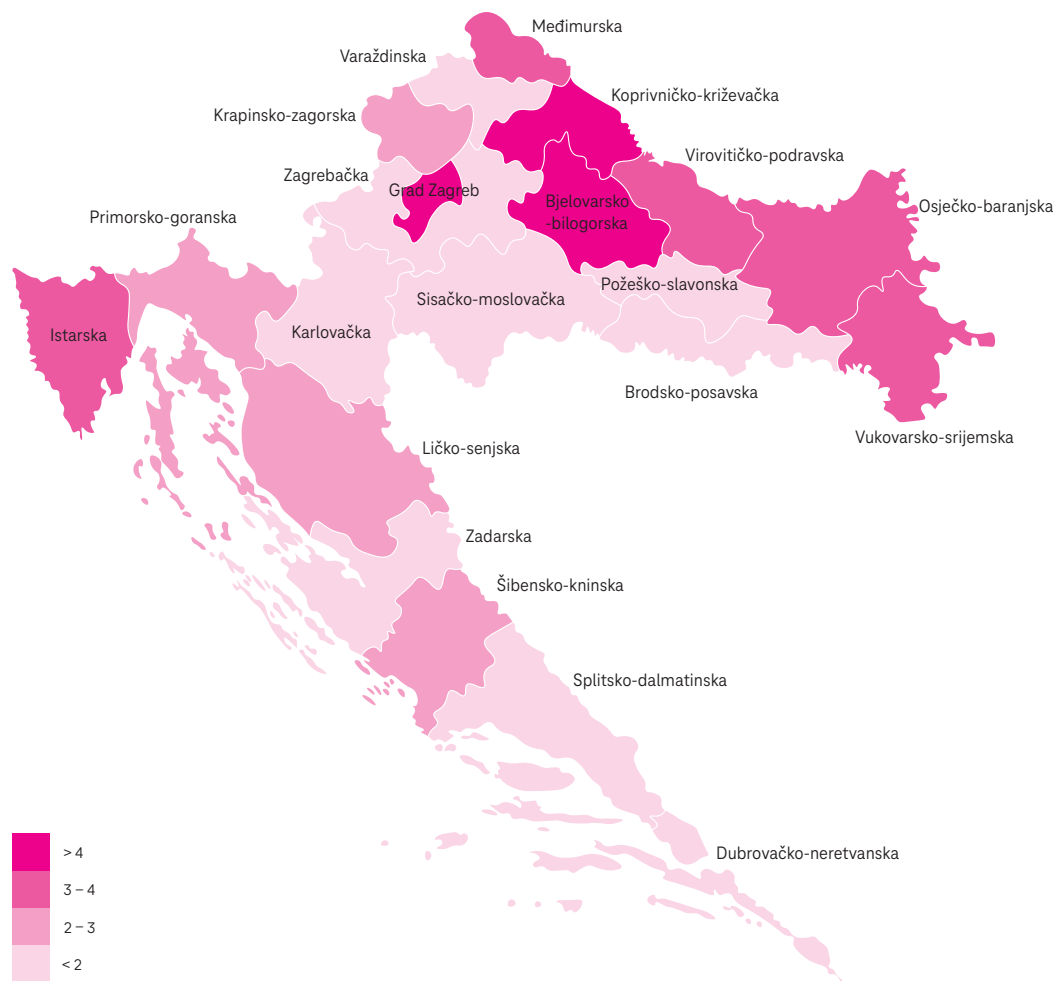
- U terminima očekivanih neto koristi po stanovniku, Istarska županija mogla bi ostvariti godišnju korist od 28 EUR što je iznad prosjeka za zemlje EU i svrstava je u rang razvijenijih zemalja, poput primjerice Njemačke.
- Iznad prosjeka EU prema očekivanoj neto koristi po stanovniku, još su samo Dubrovačko-neretvanska, Bjelovarsko-bilogorska i Koprivničko-križevačka županija.
- Prema ovom pokazatelju na začelju su ponovno Šibensko-kninska i Krapinsko-zagorska županija sa očekivanim koristima koje su otprilike slične zemljama EU kod kojih se očekuje najmanji potencijal u pogledu rasta produktivnosti temeljem primjene 5G infrastrukture.

- Kod zemalja EU u skupini najmanje uspješnih zemalja nalaze se Španjolska, Grčka, Italija, Malta i Portugal za koje bi se učinci mogli poboljšati uz iskorištenje potencijala 5G mreže u turističke svrhe.
- 5G mreža svakom gradu i lokalnoj zajednici omogućava primjenu tehnologije koja je temelj društvenog i gospodarskog razvoja. Neovisno o tome radi li se o pametnim gradovima, digitaliziranoj poljoprivredi, naprednoj medicini, obrazovanju budućnosti ili učinkovitijoj proizvodnji, 5G mreža je zbog svoje široke primjenjivosti neizostavan dio svake moderne države i transformativnog poslovnog modela te nema sektora niti industrije koja neće imati opipljive koristi od 5G.

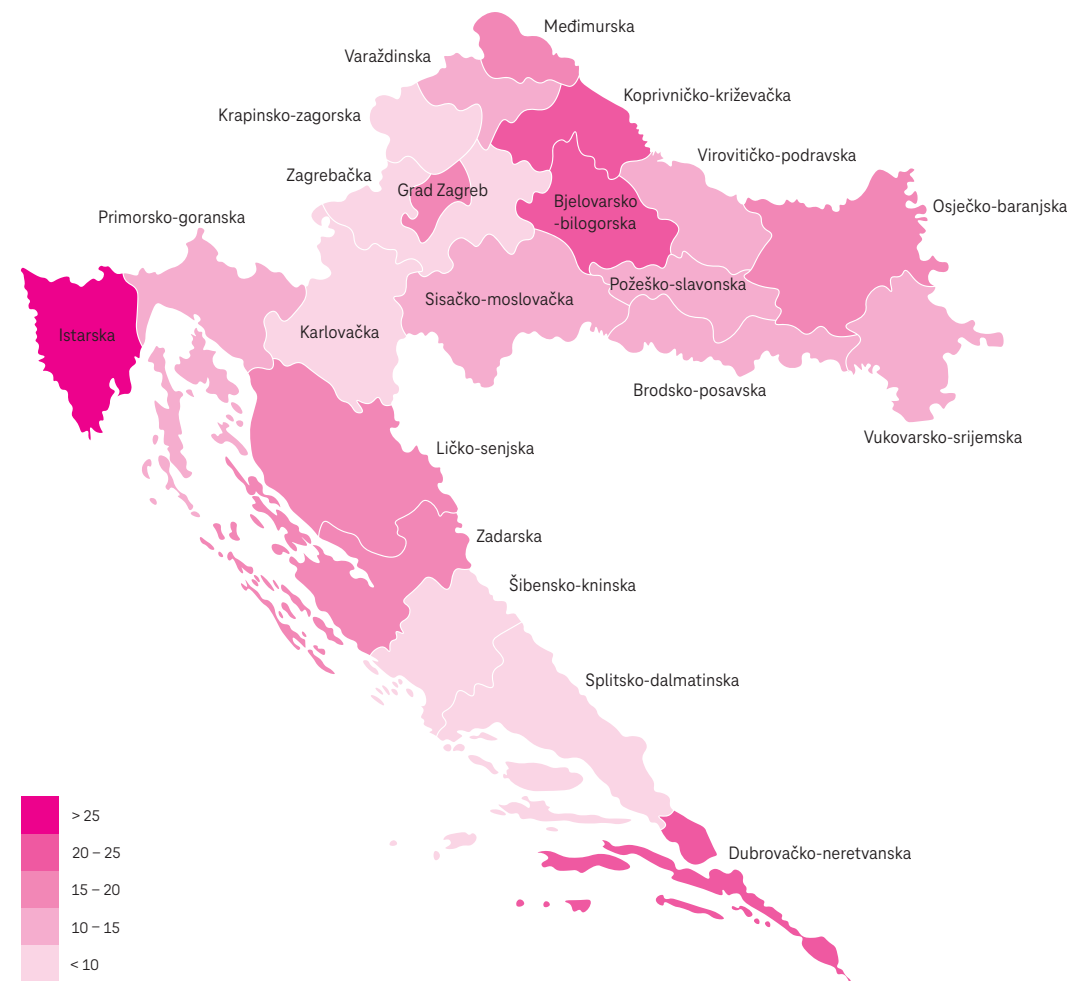
Međunarodna usporedba, pozicija hrvatskih županija, neto korist po stanovniku



Omjer koristi i troškova u upotrebi 5G mreže



Neto korist po stanovniku, EUR godišnje





Zaključak

Cilj ove studije je bio procijeniti ekonomske koristi od razvoja 5G infrastrukture i usporediti ih s očekivanim troškovima ulaganja u razvoj te infrastrukture. U tu svrhu je napravljena procjena potencijalnih koristi od uvođenja 5G infrastrukture te su procijenjeni troškovi razvoja 5G mreže za četiri ekonomska klastera: Pametna proizvodnja, Pametno selo, Pametan grad i Pametna javna uprava za sve županije u Republici Hrvatskoj, kako bi se utvrdila ukupna isplativost i ekonomska opravdanost ulaganja u razvoj 5G infrastrukture.

Ukupne koristi od ulaganja u 5G mrežu iskazane u terminima neto sadašnje vrijednosti u Republici Hrvatskoj su procijenjene na 1,33 milijarde EUR, što je tri puta više od troškova ulaganja koji bi trebali iznositi oko 445 milijuna EUR. Prosječni omjer koristi i troškova od ulaganja u 5G infrastrukturu u Europskoj uniji je 4,3, a Hrvatska se s omjerom od 3,0 nalazi na 19. mjestu u Europskoj uniji i može se svrstati u skupinu zemalja koja uključuje Estoniju, Latviju, Grčku i Bugarsku koje bilježe usporedivu razinu korisnosti. Godišnja neto korist po stanovniku od ulaganja u 5G infrastrukturu iznosi 14,5 EUR po stanovniku, dok u terminima BDP-a ukupna neto korist od razvoja 5G infrastrukture iznosi 1,72 posto BDP-a. Najveći iznos koristi uz najpovoljniji omjer troškova i koristi očekuje se u klasteru Pametno selo, gdje se na svaki EUR ulaganja procjenjuje 4,3 puta veći iznos koristi. U klasteru Pametna proizvodnja i logistika očekuju se koristi u iznosu od 507 milijuna EUR, uz istovremeno najviši iznos potrebnih ulaganja u infrastrukturu koji dosežu 228 milijuna EUR, pa omjer koristi i troškova u ovom klasteru iznosi 2,2, što je niže u odnosu na ostala tri klastera. Najveće koristi od ulaganja u 5G infrastrukturu u klasteru Pametna proizvodnja i logistika se očekuju za prerađivačku industriju (256 milijuna EUR), turizam (222 milijuna EUR), dok su koristi za zračne luke i vodene luke procijenjene na 19 i 10 milijuna EUR. Relativno visoki omjer koristi i troškova očekuje se i u klasteru Pametna javna uprava, gdje iznos ulaganja od 10 milijuna EUR može generirati 3,5 puta viši iznos koristi, dok se u klasteru Pametan grad mogu očekivati ulaganja od 65 milijuna EUR koja mogu generirati 2,7 puta viši iznos koristi.

Osim usporedbe koristi i troškova od razvoja 5G infrastrukture, u studiji je napravljena i analiza učinka povećanje mobilne brzine do razine koja se može pripisati 5G mreži na poslovanje poduzetnika. Rezultati ove analize sugeriraju da bi se na nacionalnoj razini uvođenjem 5G mreže moglo ostvariti povećanje izvozne sofisticiranosti od 10 posto uz istovremeno

smanjenje troškova poslovanja u istom postotnom iznosu, te bi se otvorio potencijal za do tri puta veći udio novih poduzeća u ukupnoj populaciji poslovnih subjekata što bi u značajnoj mjeri povećalo trenutno ustajali tržišni dinamizam u hrvatskom gospodarstvu. Učinke uvođenja 5G mreže može razlikovati i s obzirom na razvijenost pojedinih regija. U razvijenim regijama uvođenje 5G mreže ima potencijal povećati zaposlenost, prodajne i izvozne prihode. Takvi nalazi odgovaraju postojećoj strukturi tih regija. U slabije razvijenim regijama potencijalni učinci uvođenja 5G mreže ogledat će se prvenstveno u strukturnom preslagivanju kao preduvjetu za ostvarivanje učinaka poput onih identificiranih u razvijenim regijama. Sveukupno gledajući, rezultati ove analize sugeriraju da uvođenje 5G mreže ima potencijal povećati tržišni dinamizam, unaprijediti troškovnu konkurentnost, sofisticiranost domaćeg gospodarstva, povećati zaposlenost i ostvarene prihode poduzetnika te dovesti do redistributivnih učinaka ekonomske aktivnosti među hrvatskim regijama.

Valja međutim napomenuti da obje provedene analize koriste relativno konzervativne početne pretpostavke što znači da procjene ekonomskih učinaka razvoja 5G mreže prikazane u ovoj studiji nisu konačne i vjerojatno predstavljaju donju granicu ukupnih ekonomskih koristi od razvoja 5G infrastrukture.

U tumačenju rezultata provedenih analiza treba imati na umu i da će vremenska dinamika rasprostiranja učinaka vjerojatno biti neujednačena. Nakon što je 5G infrastruktura instalirana i spremna za rad, potrebno je da prođe određeno vrijeme nužno za prilagodbu i industrijsku transformaciju, nakon čega dolazi do ubrzanog rasta koristi od 5G infrastrukture sve do trenutka kad su tehnologije koje koriste 5G infrastrukturu široko rasprostranjene u aktivnostima svih ekonomskih klastera. Dosezanjem takve zrelosti, sve je manji prostor za daljnji ubrzani rast koristi od razvoja i korištenja 5G infrastrukture, pa krivulja očekivanih koristi ima s-oblik.

Nadalje, u dugoročnim procjenama uvijek postoji širok raspon neizvjesnosti, pogotovo kad je riječ o manjim teritorijalnim jedinicama, a što valja imati na umu prilikom interpretacije rezultata procjena prikazanih u ovoj studiji. Ulazak ili izlazak samo jednog velikog poduzeća iz određene regije može značajno utjecati na ukupnu bruto dodanu vrijednost i zaposlenost pojedine županije. U dosadašnjem razdoblju, hrvatsko gospodarstvo je ka-

snilo za naprednijim članicama EU u pogledu tehnološkog napretka i brzini transformacije gospodarstva, te bi nastavak takvih trendova rezultirao i manje intenzivnim ekonomskim učincima korištenja 5G mreže. Stvarni učinci, kako za globalno, tako i za hrvatsko gospodarstvo mogu se značajno razlikovati od procjena, ovisno o u trenutku izrade nepoznatim tehnološkim, društvenim i drugim procesima koji će se odvijati u budućem razdoblju. Stvarni učinci ovise i o načinu definiranja i provođenja mjera javnih politika te o uspješnosti nositelja javnih politika i poduzetnika da pravovremenim reakcijama omoguće kvalitetnu digitalnu transformaciju gospodarstva i ostvarenje što veće razine ekonomskih koristi.

Ekonomija zasnovana na 5G će ujedno uvesti i novu razinu kompleksnosti u proces donošenja i provođenja javnih politika i regulaciju društvenih i ekonomskih procesa. Naime, kako 5G tehnologije budu sve više prožimale pojedine industrije, pojavljivat će se novi poslovni modeli, dok će stare metode proizvodnje i isporuke dobara i usluga biti ili značajno izmijenjene ili u potpunosti napuštene. Ove promjene će zahtijevati prilagodbu i modernizaciju regulatornih aktivnosti i javnih politika kako bi zemlje bile spremne na život i poslovanje u 5G okružju. U tom smislu se posebno ističu prilagodbe koje će biti potrebno učiniti u regulaciji cyber sigurnosti, privatnosti, alokacije spektra, certifikaciji i standardizaciji, obrazovanju, zdravstvu, i javnoj infrastrukturi. Buduća sveprisutnost 5G predstavlja iz današnje perspektive ogroman izazov za nosioce javnih politika jer oni moraju biti spremni regulirati raširenu prisutnost 5G u svakodnevnom životu i poslovanju, bez da pri tome stvore regulatorno okružje koje ograničava kontinuirane privatne investicije i inovacije koje će biti od presudne važnosti za uspješnost 5G ekonomije.

Naime, i dok su u 20. stoljeću javne investicije u fizičku infrastrukturu bile zamašnjak ekonomske transformacije i rasta, u 21. stoljeću privatne investicije u tehnologiju su umnogome odredile način na koji se robe i usluge proizvode i dostavljaju. Izvjesno je da će privatne investicije tu svoju ulogu zadržati i u budućnosti, što će dovesti do daljnje transformacije nacionalnih i globalne ekonomije. Stoga će optimalno definirane javne politike, i to pogotovo politike vezane za zaštitu intelektualnog vlasništva te politike koje omogućuju poduzetnicima da preuzimaju rizike, investiraju i inoviraju biti ključne da bi se u potpunosti realizirale koristi od razvoja 5G infrastrukture u budućnosti.

Reference



Accenture Strategy (2021.). The impact of 5G on the United States economy. Dostupno na: https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-146/Accenture-5G-WP-US.pdf#zoom=50

Analysys Mason (2020.). 5G action plan review for Europe: final report. <https://www.qualcomm.com/media/documents/files/5g-action-plan-review-for-europe.pdf>

Analysys Mason (2021.). Benefits of 5G significantly outweigh the costs. Dostupno na: <https://www.consultancy.eu/news/5535/analysys-mason-benefits-of-5g-significantly-outweigh-the-costs>

Castaldo, A., Fiorini, A. i Maggi, B. (2018.). Measuring (in a time of crisis) the impact of broadband connections on economic growth: a OECD panel analysis. *Applied Economics*, 50(8).

Ericsson (2017.). The 5G business potential. Dostupno na: http://www.5gamerica.org/files/7114/9971/4226/Ericsson_The_5G_Business_Potential.pdf146.

Ericsson (2021.). This is 5G. Dostupno na: https://ss7.vzw.com/is/content/VerizonWireless/2019/B2B/5G%20Business/Ericsson_this-is-5g.pdf.pdf.

Europska komisija (2017.). Identification and quantification of key socio-economic data to support strategic planning for the introduction of 5G in Europe. Dostupno na: <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/ee832bba-ed02-11e6-ad7c-01aa75ed71a1/language-en>.

Europska komisija (2021.). DESI Hrvatska - Indeks gospodarske i društvene digitalizacije za 2021. Dostupno na: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi-croatia>.

Europska komisija (2021.). 5G for Europe's Digital and Green Recovery. Dostupno na: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/5g-europes-digital-and-green-recovery>.

Forbes (2020.). 3G, 4G, 5G and beyond: The quest for mobile connectivity and speed. *Forbes Technology Council*. Dostupno na: <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2020/12/18/3g-4g-5g-and-beyond-the-quest-for-mobile-connectivity-and-speed/?sh=4041e1b06c67>

Ford, G.S. (2018.). Is faster better? Quantifying the relationship between broadband speed and economic growth. *Telecommunications policy*. 29.

Future Communications Challenge Group (2017.). UK strategy and plan for 5G and digitisation: Driving economic growth and productivity. Dostupno na: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/582640/.

5G Observatory (2021.) 5G scoreboard, October 2021. Dostupno na: <https://5gobservatory.eu/observatory-overview/5g-scoreboards/>.

GSMA (2021.). 5G Spectrum Positions. Dostupno na: <https://www.gsma.com/spectrum/resources/5g-spectrum-positions/>.

GSA (2021.). 5G Market Snapshot. Dostupno na: <https://gsacom.com/technology/5g/>.

IHS (2017.). The 5G economy: How 5G technology will contribute to the global economy. Dostupno na: <https://cdn.ihs.com/www/pdf/IHS-Technology-5G-Economic-Impact-Study.pdf>.

Jung, J. i Lopez-Bazo, E. (2020.). On the regional impact of broadband on productivity: The case of Brazil. *Telecommunications policy*. 44

Katz, R.L. & Avila, J.G. (2010.). The impact of broadband policy on the economy. *Political science*.

Mack, E.A. & Rey, S.J. (2014.). An econometric approach for evaluating the linkage between broadband and knowledge intensive firms. *Telecommunications policy*. 38, 105–115.

Tech4i2 (2019.). 5G socio-economic impact in Switzerland. Dostupno na: https://asut.ch/asut/media/id/1465/type/document/Study_Tech4i2_5G_socio-economic_impact_switzerland_February_2019.pdf.

Siemens – Comparison between the industrial impacts of 1G, 2G, 3G, 4G, and 5G. Source: Siemens.com

STL Partners (2019.). 5G's Impact on Manufacturing: \$740BN of Benefits in 2030. Dostupno na: <https://carrier.huawei.com/~media/CNBGV2/download/program/Industries-5G/5G-Impact-on-Manufacturing.pdf>

Wang, J., Roy, H., Alam, S., Rao, T., Ahshrup, S. and McCluskey, W. (2021.). The impact of 5G on the European economy. *Accenture*.

WEF (2020.). The Impact of 5G: Creating New Value across Industries and Society. Dostupno na: <https://www.weforum.org/whitepapers/the-impact-of-5g-creating-new-value-across-industries-and-society>.

