

CENTER POSLOVNE ODLIČNOSTI

EKONOMSKE FAKULTETE UNIVERZE V LJUBLJANI



EKONOMSKI UČINKI OMEJEVANJA KONKURENCE PRI PONUDBI 5G TEHNOLOGIJE NA SLOVENSKO GOSPODARSTVO

Ljubljana, Oktober 2020

CENTER POSLOVNE ODLIČNOSTI EKONOMSKE FAKULTETE

EKONOMSKI UČINKI OMEJEVANJA KONKURENCE PRI PONUDBI 5G TEHNOLOGIJE NA SLOVENSKO GOSPODARSTVO

Jože P. Damijan
Črt Kostevc
Anamarija Cijan
Jakob Stemberger

Ljubljana, Oktober 2020

Pojasnilo o omejitvi odgovornosti

Center poslovne odličnosti Ekonomske fakultete (CPOEF) je analizo izdelal po naročilu Huawei Technologies Slovenia d.o.o. (naročnik). Analiza je v celoti neodvisna od interesov naročnika ali z njim povezanih oseb. CPOEF kot pravna oseba in avtorji analize kot posamezniki ne prevzemamo odgovornosti za morebitne posledice te analize za naročnika ali z njim povezane osebe.

Kazalo

POVZETEK	5
1 UVOD	8
2 POMEN 5G TEHNOLOGIJE ZA KONKURENČNOST SLOVENSKEGA GOSPODARSTVA IN KORISTI ZA POTROŠNIKE	9
2.1 PREGLED IN RAZLOGI ZA RAZVOJ TER UVEDBO 5G TEHNOLOGIJE.....	9
2.2 NOVE POSLOVNE PRILOŽNOSTI IN KORISTI ZA POTROŠNIKE, KI IZHAJAJO IZ RAZVOJA TEHNOLOGIJE 5G	13
2.3 POSLEDICE VPELJAVE 5G TEHNOLOGIJE NA EKONOMSKO KONKURENČNOST IN IMPLIKACIJE ZA SLOVENIJO.....	19
3 UČINKI OMEJITVE KONKURENCE GLEDE PONUDBE 5G TEHNOLOGIJE	27
3.1 OCENA POZITIVNIH UČINKOV V PRIMERU PROSTE KONKURENCE	27
3.1.1 <i>Stanje vpeljave 5G tehnologije.....</i>	27
3.1.2 <i>Glavni ponudniki 5G tehnologije in njihove konkurenčne prednosti</i>	31
3.1.3 <i>Ekonomske in potrošniške koristi proste konkurence med ponudniki tehnologije 5G</i>	35
3.2 METODOLOGIJA ZA OCENJEVANJE VPLIVA POTENCIALNE IZKLUČITVE PODJETJA HUAWEI NA GOSPODARSTVO	39
3.3 POVZETEK OCENJENEGA UČINKA MOREBITNEGA IZKLUČEVANJA PODJETJA HUAWEI NA RAST IN PRODUKTIVNOST ZAHODNIH GOSPODARSTEV	42
4 VPLIV MOREBITNE IZKLUČITVE PODJETJA HUAWEI NA SLOVENSKO GOSPODARSTVO	44
4.1 VPLIV POVIŠANJA INVESTICIJSKIH STROŠKOV V 5G	44
4.2 VPLIV NA UPOČASNITEV VPELJAVE OMREŽJA 5G	45
4.3 MAKROEKONOMSKI UČINEK MOREBITNE IZKLUČITVE PODJETJA HUAWEI IZ SLOVENSKEGA TRGA	47
4.3.1 <i>Pregled modela GTAP.....</i>	47
4.3.2 <i>Ocenjen vpliv višjih stroškov 5G opreme na trajno izgubo BDP</i>	49
4.4 MEDNARODNA PRIMERJAVA EKONOMSKEGA VPLIVA MOREBITNE IZKLUČITVE PODJETJA HUAWEI S TRGA	52
VIRI	53

Kazalo grafov

GRAF 1: GLAVNE KORISTI TEHNOLOGIJE 5G, ZAZNANE S STRANI VODILNIH V 500-IH BRITANSKIH ZAGONSKIH PODJETJIH	11
GRAF 2: SVETOVNI MOBILNI PODATKOVNI PRENOS IN LETNE STOPNJE RASTI (EB NA MESEC)	12
GRAF 3: PRIMERJAVA NAROČNIN 5G IN 4G POVEZAV V PRVIH LETIH OD UVEDBE (V MILIJARDAH).....	13
GRAF 4: ZAHTEVE ZA BREŽIČNO OMREŽJE ZA PAMETNO PROIZVODNJO	19
GRAF 5: DELEŽI INVESTICIJ V 5G VREDNOSTNO VERIGO, PO DRŽAVAH	23
GRAF 6: LETNI NETO PRISPEVEK 5G K SVETOVNI GOSPODARSKI RASTI V MILIJARDAH DOLARJEV	24
GRAF 7: POKRITOST PREBIVALSTVA S 5G TEHNOLOGIJO MED 2019 IN 2025	28
GRAF 8: ŠTEVILO 5G VPELJAV IN PAMETNIH MEST, OMOGOČENIH ZARADI 5G, V EU IN ZDRUŽENEM KRALJESTVU	30
GRAF 9: SVETOVNI TRŽNI DELEŽI IN TRŽNE POZICIJE GLAVNIH PONUDNIKOV RAN V 2018	32
GRAF 10: REGIJSKI TRŽNI DELEŽI NA TRGU RAN V 2018	33
GRAF 11: SVETOVNI TRŽNI DELEŽI Z OMEJITVAMI IN BREZ OMEJITEV ZA HUAWEI, NA PODLAGI PRIHODKOV OD TEHNOLOGIJE 4G	36
GRAF 12: PREDVIDENE EKONOMSKE POSLEDICE ZAMUDE PRI IMPLEMENTACIJI 5G ZA ZDRUŽENO KRALJESTVO.....	38
GRAF 13: TRI-FAZNI OKVIR ZA MODELIRANJE OCENE EKONOMSKIH STROŠKOV IZKLUČITVE PODJETJA HUAWEI IZ TRGA TELEKOMUNIKACIJSKE OPREME.....	39
GRAF 14: VPLIV MOREBITNE IZKLUČITVE PODJETJA HUAWEI NA DINAMIKO ŠIRITVE 5G OMREŽJA V SLOVENIJI	46
GRAF 15: UČINEK VIŠJIH STROŠKOV 5G OPREME ZARADI MOREBITNE IZKLUČITVE PODJETJA HUAWEI NA LETNE STOPNJE RASTI SLOVENSKEGA BDP.....	50
GRAF 16: UČINEK VIŠJIH STROŠKOV 5G OPREME ZARADI MOREBITNE IZKLUČITVE PODJETJA HUAWEI NA DINAMIKO LETNIH STOPENJ RASTI SLOVENSKEGA BDP V OBDOBJU 2021-2030 (v %)	50
GRAF 17: KUMULATIVNI OBSEG LETNIH UČINKOV VIŠJIH STROŠKOV 5G OPREME ZARADI IZKLUČITVE PODJETJA HUAWEI NA SLOVENSKEGA BDP V OBDOBJU 2021-2030 (v %).....	51

Kazalo tabel

TABELA 1: IMPLIKACIJE ZA POSAMEZNI SEKTOR KOT POSLEDICA VPELJAVE 5G TEHNOLOGIJE	17
TABELA 2: SVETOVNA GOSPODARSKA AKTIVNOST, KI NAJ BI BILA OMOGOČENA ZARADI 5G, V LETU 2035 PO SEKTORJIH	21
TABELA 3: SVETOVNI BDP IN ZAPOSLENOST V 5G VREDNOSTNI VERIGI V LETU 2035	23
TABELA 4: PRIMERJAVA NAJVEČJIH PONUDNIKOV TEHNOLOGIJE 5G.....	34
TABELA 5: PRIČAKOVANI TRŽNI DELEŽI 5G RAN TEHNOLOGIJE PODJETJA HUAWEI (PO REGIJAH BREZ OMEJITEV), NA PODLAGI REGIONALNIH TRŽNIH DELEŽEV 4G LTE V 2018	37
TABELA 6: UČINEK NA CENE PO TEORII LINEARNEGA POVPRASHEVANJA.....	40
TABELA 7: UČINEK NA CENE, OB UPORABI TEORIJE KRIVULJE POVPRASHEVANJA CES	40
TABELA 8: UČINEK NA CENO, OB UPORABI METODE SIMULACIJE ZDRUŽITEV	41
TABELA 9: UČINEK NA CENO, OB UPORABI METODE SIMULACIJE ZDRUŽITEV	42
TABELA 10: UČINEK NA CENO ZARADI OMEJITEV NA HUAWEI, OB UPOŠTEVANJU POPRAVKOV ZA MEDNARODNO KONKURENCO	42
TABELA 11: UČINEK POVIŠANJA CEN NA PRODUKTIVNOST IN MAKROEKONOMSKO RAST NA ZAHODNIH TRGIH	43
TABELA 12: PRIČAKOVANO POVEČANJE NALOŽBENIH IZDATKOV, NAMENJENIH ZA TEHNOLOGIJO 5G ZARADI OMEJENE KONKURENCE	45
TABELA 13: ŠTEVILO UPORABNIKOV, KI BODO Z ZAMUDO DOSTOPALI DO 5G OMREŽJA DO LETA 2023	46
TABELA 14: SCENARIJI, UPORABLJENI V SIMULACIJI S CGE MODELOM, GLEDE MOREBITNE IZKLUČITVE PODJETJA HUAWEI S SLOVENSKEGA TRGA 5G OPREME.....	49
TABELA 15: POVZETEK OCENJENIH TRAJNIH IZGUB V BDP ZARADI VIŠJIH STROŠKOV 5G OPREME V PRIMERU IZKLUČITVE PODJETJA HUAWEI IZ SLOVENSKEGA TRGA.....	51
TABELA 16: MEDNARODNA PRIMERJAVA OCENJENIH TRAJNIH IZGUB V BDP ZARADI VIŠJIH STROŠKOV 5G OPREME V PRIMERU IZKLUČITVE PODJETJA HUAWEI IZ POSAMEZNEGA TRGA	52

POVZETEK

Študija preučuje morebitne vplive izključitve podjetja Huawei s seznama potencialnih ponudnikov 5G opreme na slovensko gospodarstvo. Pričakovano je, da bi izključitev podjetja Huawei imela vsaj naslednje tri večje posledice na slovensko gospodarstvo:

1. kot posledica omejevanja konkurence se bodo stroški naložb za 5G tehnologijo povečali,
2. kot posledica višjih stroškov naložb v 5G tehnologijo se bo slednja počasneje uvajala ter posledično bo delež prebivalstva brez dostopa do 5G tehnologije višji,
3. kot posledica počasnejšega uvajanja 5G tehnologije bo prišlo do izgub ne le v produktivnosti, ampak tudi do trajnih izgub BDP.

Omejitev konkurence na trgu ponudnikov 5G infrastrukture bo verjetno vodila do znatnega povišanja cen 5G omrežne opreme. V primeru izključitve podjetja Huawei s slovenskega trga bi ostala zgolj podjetji Ericsson in Nokia, kar bi jima omogočalo zvišanje cen. Ob predpostavki popolnega prenosa povečanja cen bi povprečni cenovni učinek zaradi omejitve konkurence znašal med 6,3% za scenarij z nizkimi stroški ter 20,3% za scenarij z visokimi stroški.

Omenjeno povišanje stroškov 5G opreme v razponu od 6,3% do 20,3% ne bo zgolj upočasnilo izgradnje omrežja 5G, temveč bo tudi povzročilo nepotrebno povečanje investicijskih izdatkov telekomunikacijskih ponudnikov storitev, nastalih zaradi izgradnje 5G omrežij. Izračuni nakazujejo, da bo omejitev konkurence znotraj trga ponudnikov 5G infrastrukturne opreme vodila do povečanja stroškov uvajanja nacionalnega omrežja 5G v razponu med 18 in 57 milijonov evrov v obdobju med 2021 do 2026. Scenarij srednjih stroškov, ki predvideva povišanje stroškov opreme za 13,3%, nakazuje, da bo omejitev konkurence vodila do povečanja investicijskih stroškov vseh ponudnikov telekomunikacijskih storitev v skupnem znesku za več kot 37 milijonov evrov v primerjavi s situacijo brez omejitev glede Huawei.

Tabela: Pričakovano povečanje naložbenih izdatkov, namenjenih za tehnologijo 5G zaradi omejene konkurence

Povečanje CAPEX	Scenarij nizkih stroškov	Scenarij srednjih stroškov	Scenarij višjih stroškov
milijon EUR	17,7	37,4	57,1
%	6,3%	13,3%	20,3%

Povečanje stroškov 5G opreme zaradi omejevanja konkurence naj bi povzročilo zakasnjeno izgradnjo 5G omrežja. Simulacije v tej študiji nakazujejo, da bi v primeru rahlega zvišanje cen 5G opreme (scenarij nizkih stroškov), pokritost prebivalstva z dostopom do omrežja 5G dohitela scenarij brez omejitev šele v letu 2024. V primeru zmerne ali visokega povišanja cen zaradi izključitve podjetja Huawei naj bi se dohitevanje zakasnilo še za eno oziroma za dve leti.

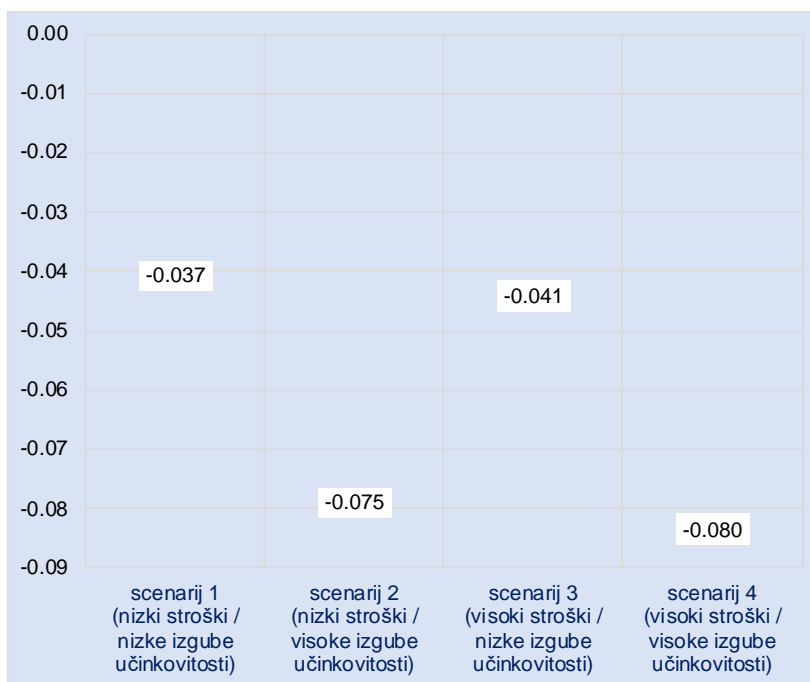
Študija ocenjuje, da bo zaradi omenjenih zamud pri uvedbi 5G tehnologije zaradi omejitve konkurence do leta 2023 brez dostopa do 5G tehnologije ostalo do približno 327 tisoč ljudi (15,3% prebivalstva) v primerjavi s scenarijem brez omejitev.

Tabela: Število uporabnikov, ki bodo dostopali do 5G omrežja z zamudo do leta 2023

	Scenarij nizkih stroškov	Scenarij srednjih stroškov	Scenarij višjih stroškov
Število (v tisoč)	65,1	249,6	327,4
%	3,0%	11,7%	15,3%

Posledična izguba produktivnosti zaradi počasnejše postavitve 5G tehnologije ima pomembne gospodarske posledice. Simulacije, ki izhajajo iz modelov te študije, razkrivajo, da lahko zgolj en cenovni ali produktivnostni šok pomembno vpliva na zmanjševanje rasti BDP v Sloveniji. Različni scenariji nakazujejo na letne izgube BDP v razponu med 0,037% (v scenariju z nizko cenovno ali produktivnostno izgubo) do 0,080% (v scenariju z visoko cenovno ali produktivnostno izgubo) do leta 2030.

Graf: Učinek višjih stroškov 5G opreme zaradi morebitne izključitve podjetja Huawei na letne stopnje rasti slovenskega BDP



Kumulativni negativni vpliv izključitve podjetja Huawei na slovenski BDP v desetletnem obdobju naj bi znašal med 3,3% in 7,2%.

Tabela: Povzetek ocenjenih trajnih izgub v BDP zaradi višjih stroškov 5G opreme v primeru izključitve podjetja Huawei iz slovenskega trga

Različni scenariji	Letne izgube v BDP v letu 2030		Kumulativne izgube v BDP med 2021 in 2030	
	milijon EUR	% BDP	milijon EUR	% BDP
Scenarij 1 (nizki stroški / majhna izguba produktivnosti)	217,6	-0,37	1.742	-3,3
Scenarij 2 (nizki stroški / velika izguba produktivnosti)	442,3	-0,75	3.540	-6,8
Scenarij 3 (visoki stroški / majhna izguba produktivnosti)	237,6	-0,40	1.902	-3,6
Scenarij 4 (visoki stroški / visoka izguba produktivnosti)	468,1	-0,80	3.747	-7,2

Če prevedemo zgornji scenarij v denarne enote naj bi nižja gospodarska rast kot posledica zamud pri uvajanju 5G tehnologije, in posledično počasnejša tehnološka rast, znižala slovenski BDP za 220 do 460 milijonov evrov v letu 2030. Kumulativne izgube BDP v obdobju med 2021 do 2030 naj bi znašale med 1,7 in 3,7 milijard evrov.

Čeprav so glede na velikost države ocenjeni gospodarski učinki omejene konkurence na trgu 5G infrastrukture v Sloveniji manjši v absolutnem znesku, so v relativnem smislu skladni z ocenjenimi učinki za druge države.

Tabela: Mednarodna primerjava ocenjenih trajnih izgub v BDP zaradi višjih stroškov 5G opreme v primeru izključitve podjetja Huawei iz posameznega trga

Država	Cenovni učinek (% povečanje v stroških investicije)	Zmanjšanje števila ljudi z dostopom do 5G do 2023 (milijoni)	Zmanjšanje v BDP v 2035 (milijarde dolarjev, cene iz 2019)
Avstralija	8% do 27%	0 do 3,1	0,8 do 8,2
Kanada	8% do 24%	2,2 do 5,7	1,0 do 6,7
Francija	9% do 29%	2,1 do 5,7	2,6 do 15,6
Nemčija	9% do 29%	3,8 do 10,0	2,4 do 13,8
Japonska	9% do 27%	7,2 do 19,1	5,3 do 34,3
Indija	8% do 27%	15,9 do 45,3	4,7 do 27,8
Združeno kraljestvo	9% do 29%	3,9 do 10,4	1,8 do 11,8
ZDA	8% do 24%	0 do 27,1	8,6 do 63,0
Slovenija	6,3% do 20,3%	0,065 do 0,327	0,217 do 0,468

Opomba: Izgube v BDP za Slovenijo so navedene v evrih in se nanašajo na leto 2030 (stalne cene iz 2020).

1 UVOD

Namen te študije je preučiti morebitne vplive izključitve podjetja Huawei na slovensko gospodarstvo. Študija najprej analizira pomen tehnologije 5G na konkurenčnost slovenskega gospodarstva ter koristi za potrošnike. Nato preuči pozitivne učinke v primeru proste konkurence in oceni morebitne negativne učinke v primeru delne ali popolne izključitve podjetja Huawei s trga.

Pričakovano je, da bi izključitev podjetja Huawei s seznama potencialnih ponudnikov 5G opreme imela vsaj naslednje tri večje posledice na slovensko gospodarstvo:

1. kot posledica omejevanja konkurence bodo stroški naložb za 5G tehnologijo narasli,
2. kot posledica višjih stroškov naložb za 5G tehnologijo se bo slednja počasneje uvajala ter posledično bo delež prebivalstva, brez dostopa do 5G tehnologije, višji,
3. kot posledica počasnejšega uvajanja 5G tehnologije bo prišlo do izgub ne le v produktivnosti, ampak tudi do trajnih izgub BDP-ja.

Zgoraj naštetih trije učinki za obdobje 2021-2030 so prikazani s pomočjo kvantitativne analize.

2 POMEN 5G TEHNOLOGIJE ZA KONKURENČNOST SLOVENSKEGA GOSPODARSTVA IN KORISTI ZA POTROŠNIKE

Poglavje najprej navede glavne značilnosti 5G tehnologije ter razloge za razvoj in izvedbo slednje. V nadaljevanju poglavje predstavi nove poslovne priložnosti, saj se pričakuje, da bo 5G tehnologija pomembno preoblikovala številne panoge, ter hkrati navede koristi za potrošnike. Nazadnje so prikazani ekonomski učinki 5G tehnologije na konkurenčnost držav in na njihova gospodarstva ter implikacije za slovensko gospodarstvo.

2.1 PREGLED IN RAZLOGI ZA RAZVOJ TER UVEDBO 5G TEHNOLOGIJE

Radijske tehnologije so se v zadnjih štirih desetletjih hitro razvijale, odkar so v 80-ih letih prejšnjega stoletja začeli delovati analogni celični sistemi, oziroma prva generacija (1G). Digitalni brezžični komunikacijski sistemi se posodablajo vsako desetletje. Druga generacija (2G) je bila razvita z namenom zamenjave analognega z digitalnim prenosom s pomočjo uporabe standarda GSM. Posodobljena tehnologija je prinesla uvedbo besedilnih sporočil SMS in manjšo porabo baterije. V začetku 21. stoletja je bila predstavljena tretja generacija (3G), pri kateri so bila uvedena podatkovna omrežja IP visokih hitrosti. Leta 2010 je bila predstavljena četrta generacija (4G). Razvoj slednje je v primerjavi s 3G tehnologijo prinesel do desetkrat večje hitrosti. Trenutno se vpeljuje peta generacija (5G) mobilnih omrežjih, rešitev in celičnih tehnologij. Predviden je pomemben napredek v mobilnosti in rasti interneta stvari (ang. IoT). Slednji zajema komunikacijo med vsemi elektronskimi oblikami, razen pametnih telefonov. Zaradi značilnosti 5G tehnologije, predvsem sprememb v mobilni komunikaciji, je pričakovano, da bo družba postala bolj medsebojno povezana (Rao in Prasad, 2018).

Kot naslednik 4G long-term evolution (LTE), sistem 5G ponuja izboljšano mobilno širokopasovno povezavo, širše pasovne širine, mobilnost, usmerjeno na naprave, izjemno nizek čas zakasnitve ter sočasne, a vseeno zanesljive povezave med napravami ter skupni spekter. Poleg omenjenega lahko 5G tehnologija ponudi zanesljivejše storitve na odročnih lokacijah in s tem zmanjša odstopanja v storitvah med mestom in podeželjem (Attaran, 2019). Natančneje, zmožnost nizkega časa zakasnitev (manj kot 1 mS) lahko podpira aplikacije v realnem času, medtem ko bi značilnost 5G glede hitrosti prenosa podatkov 10 Gb/s lahko podpirala aplikacije, ki za delovanje potrebujejo visoke zmogljivosti in uporabo virtualne resničnosti. V primerjavi z omrežjem 4G LTE, ima 5G tehnologija večjo zmogljivost in je deset do stokrat hitrejša. Poleg tega podpira stotine milijard strojev in milijarde aplikacij s pomočjo podaljšanje življenjske dobe baterije, kar uporabnikom ponuja storitev, ki je ves čas na voljo (Rao in Prasad, 2018).

5G tehnologija ne bo zgolj izboljšala širokopasovne povezave z mobilnimi napravami in posledično izkušnje uporabnikov mobilnih naprav, ampak naj bi zaradi svoje zasnove radijsko dostopovnega omrežja (ang. radio access network – RAN) in usklajenosti zaključenega (ang. end-to-end) sistema, sprožila revolucionarne spremembe v vseh vertikalnih panogah v družbi.

Tri glavne skupine storitev, ki jih ponuja 5G tehnologija, so naslednje:

- izboljšana mobilna širokopasovna povezava (ang. enhanced mobile broadband – EMBB),
- ultravisoka stopnja zanesljivosti in komunikacija z nizko stopnjo zakasnitve (ang. ultra-reliable and low latency communication – URLLC) ter
- masivna strojna komunikacija (ang. massive machine type communication – mMTC).

Najpomembnejše značilnosti 5G tehnologije so naslednje: prilagodljiva zasnova 5G RAN strukture, zelo visoke hitrosti prenosa podatkov, nizke stopnje zaključenih zakasnitev, obsežna medsebojna povezljivost naprav, visoka zmogljivost v primerih visoke mobilnosti in natančnost določanja položaja opreme uporabnika. Vse značilnosti so podrobneje predstavljene v nadaljevanju (5G PPP, 2017).

Prvič, 5G RAN je primeren za uporabo pri različnih storitvah, ki jih ponuja 5G tehnologija, ter deluje v širokem frekvenčnem pasu – od 700 MHz do desetine GHz. Med uporabne funkcije 5G tehnologije spadata tudi pasovna širina kanala ter pripadajoči pogoji. Poleg omenjenega, 5G RAN omogoča vključitev naprednih tehnologij LTE, nove funkcije 5G radia in evolucijo brezžičnega interneta. 5G RAN omogoča široko paleto različnih vrst namestitev, od porazdeljenih baznih postaj do porazdeljenega računalništva v oblakih in centraliziranih namestitve RAN znotraj računalništva v oblaku (5G PPP, 2017).

Drugič, za izpolnitev naraščajočega povpraševanja po storitvah, v določenem časovnem obdobju ter znotraj določene regije, je potrebno zagotoviti izjemno visoke hitrosti prenosa podatkov. Da bi zagotovili slednje, je treba ponuditi bistveno večji spekter in učinkovitost spektra ter bolj gosto postavitev baznih postaj. 5G tehnologija bi omenjene zahteve rešila s pomočjo 5G RAN, saj slednji vključuje uporabo spektra, prilagodljivo upravljanje radijskih virov, ultragosto postavitev omrežja in visoko učinkovito ter cenovno ugodno prometno omrežje (5G PPP, 2017).

Tretjič, pri številnih primerih ključnih uporab (kot na primer avtomatizacija tovarne, uporaba znotraj medicine, varnost v cestnem prometu, avtonomna vožnja in razširjena resničnost), je potrebna zelo nizka stopnja zakasnitve. Uvedba 5G Mobile Edge Computing (MEC) omogoča dodatno zmogljivost obdelave podatkov v bližini bazne postaje za namen obdelave na lokalni ravni. Ta razdalja se redko nanaša na geografsko bližino, saj se navezuje na zaključeno (end-to-end) omrežno pot. Nizko stopnjo zakasnitve omogoča tudi prilagodljiva omrežna arhitektura, saj se lahko znotraj slednje izvaja širok spekter mrežnih funkcij, ki so odvisne od specifičnih zahtev po storitvah, v centralni strojni opremi ali pa v strojni opremi za računalništvo v oblaku (5G PPP, 2017).

Četrto, povprečno število sočasno aktivnih povezav, podprtih na določenem območju, merjeno s povezavami na kvadratni kilometer, predstavlja gostoto povezave. Da se zagotovi koristen in uporaben internet stvari, mora 5G tehnologija podpirati zelo visoke gostote povezav, pri čemer so senzori, aktivatorji in krmilniki brezžično povezani. Novi zračni vmesniki, ki optimizirajo razpoložljive radijske in infrastrukturne vire ter nudijo izboljšave protokola, od RRM do oblikovanja valovnih oblik, podpirajo obsežno povezljivost naprav. Upravljanje prehoda modelov uporabniške opreme predstavlja obvezno sredstvo za obsežno povezljivost med napravami (5G PPP, 2017).

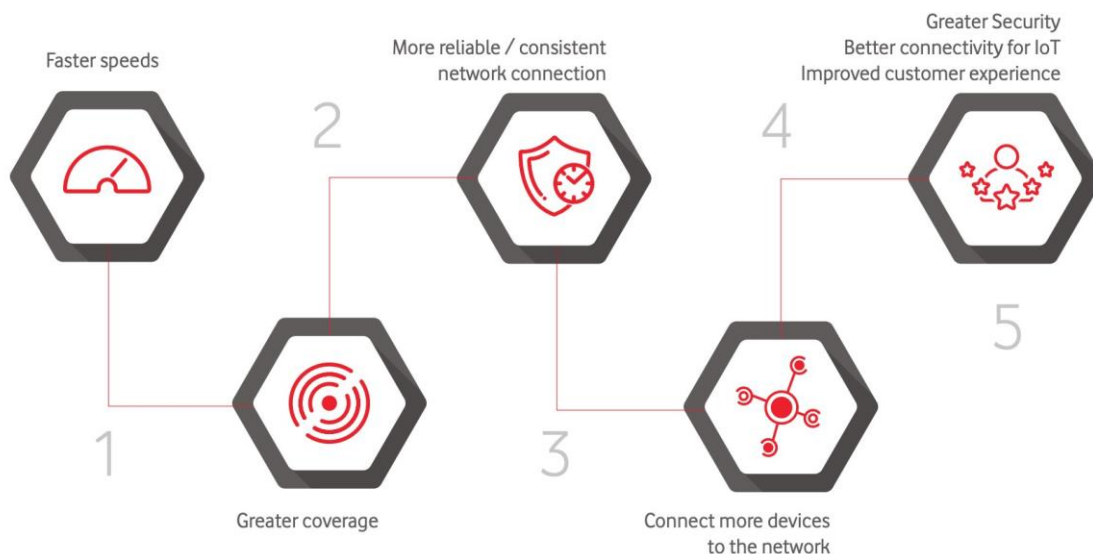
Petič, zaradi prilagodljive konfiguracije radijskih virov znotraj časovnih in frekvenčnih dimenzij 5G tehnologije, so dovoljeni večji razmiki med nosilci v podpasovih. Omenjeno ublaži vpliv motenj med operaterji. Slika pri hitrosti 600 km/h ter ob uporabi novo

predlaganih valovnih oblik, se popolnoma prenese, kar pomeni, da nove valovne oblike izboljšajo kakovost prenosa slike. Posledično je mogoče doseči zelo učinkovito komunikacijo med vozili in okolico (ang. vehicle-to-everything) (5G PPP, 2017).

Nazadnje, za izboljšanje javne varnosti v izrednih razmerah, za preprečitev trkov avtonomnih vozil ter za ustvarjanje novih prilagojenih izkušenj in storitev za končnega uporabnika, je ključnega pomena natančnost določanja položaja v vrstnem redu individualnega merjena (ang. sub-meter) kot vhoda za analizo podatkov. 5G RAN ponuja številne funkcije, ki so lahko uporabljene za sisteme določanja položaja, vključno z uporabo le-teh za mestne ulice in notranje prostore (5G PPP, 2017).

Vodilni v 500-ih britanskih zagonskih podjetjih so označili naslednjih pet značilnosti 5G tehnologije za najkoristnejše, kot prikazano v grafu 1. Najpomembnejša in najuporabnejša značilnost je večja hitrost, kateri sledi večja pokritost, zanesljivejša in stalnejša omrežna povezava, povečano število naprav, ki so lahko povezane v omrežju, večja varnost boljša povezljivost interneta stvari ter izboljšana uporabniška izkušnja. Razvidno je, da so dojemanja vodilnih usklajena z dejanskimi značilnostmi 5G tehnologije, s katerimi se strinja tudi literatura. To pomeni, da so se vodilni že izobraževali o novi tehnologiji ter so pripravljani na izvajanje le-te (WPI Economics, 2020).

Graf 1: Glavne koristi tehnologije 5G, zaznane s strani vodilnih v 500-ih britanskih zagonskih podjetjih



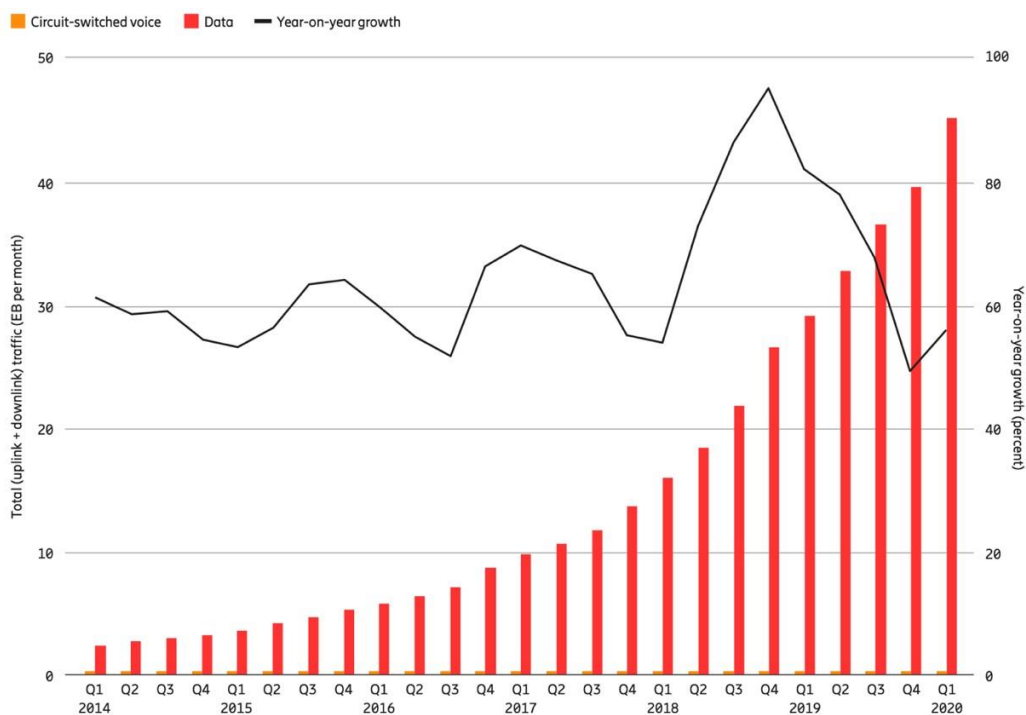
Vir: WPI Economics, 2020

Z namenom utemeljitve razvoja omrežij 5G mora biti izdelana analiza naraščajočega povpraševanja po mobilnih povezavah in po podatkovnem prometu. Odkar je bilo leta 1981 uvedeno prvo brezžično omrežje, so mobilne povezave narasle v milijarde. Brezžična omrežja 4G tehnologije ne morejo zadovoljiti naraščajočega povpraševanja na trgu, saj nimajo potrebne pasovne širine ter tržne zmogljivosti. Posledično je razvidno, zakaj je potrebno uvesti hitrejšo in zanesljivejšo peto generacijo omrežja (Attaran, 2019).

Poleg tega se je prenos podatkovnega prometa v mobilnem omrežju med prvimi četrtletji 2019 in 2020 povečal za 56 odstotkov. Kot je razvidno iz grafa 2, se je letna rast podatkovnega prometa v mobilnem omrežju vrnila na bolj normalno in nižjo raven, potem

ko je v letu 2018 in v prvem delu leta 2019 dosegla svoj vrh. Spodnji graf prikazuje skupne mesečne omrežne podatke in glasovni promet od začetka leta 2014 do začetka leta 2020, vključno z letno odstotno spremembo podatkov mobilnega omrežja. Razvidna je stalna rast mesečne porabe podatkov v opazovanem obdobju. Dolgoročno se pričakuje povečan podatkovni promet v mobilnem omrežju in sicer kot posledica vse večjega števila naročnin za pametne telefone in naraščajočega povprečnega obsega podatkov na naročnino, kar je predvsem posledica večjega števila ogledov video vsebin. Mobilni promet naj bi se med letoma 2019 in 2025 letno povečeval po stopnji 31 % letno. Leta 2020 je povprečni mesečni mobilni promet v gigabajtih znašal 10,7; leta 2025 naj bi se to število povečalo na 45,0 (Ericsson, 2020b).

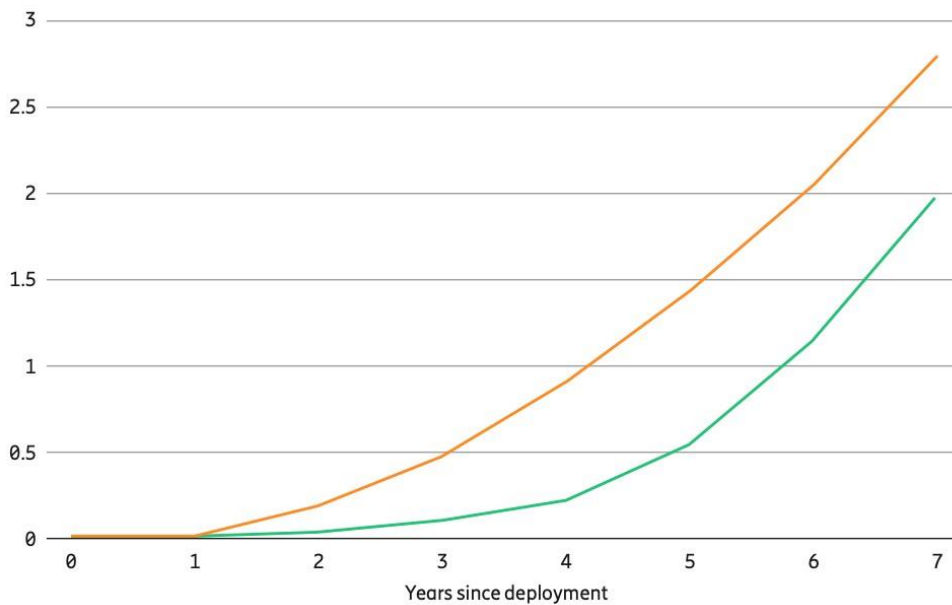
Graf 2: Svetovni mobilni podatkovni prenos in letne stopnje rasti (EB na mesec)



Vir: Ericsson, 2020b

Analiza napovedi števila mobilnih naročnin nakazuje, da naj bi 5G naročnine znatno presegle 4G naročnine v prvih sedmih letih po prvi uvedbi. Graf 3 prikazuje, da je predvideno število naročnikov po vsem svetu do konca leta 2025 enako 2,8 milijard, pri čemer oranžna črta predstavlja uvedbo 5G naročnin v 7-letnem obdobju med 2018 in 2025, zelena črta pa prikazuje uvedbo 4G naročnin v 7-letnem obdobju med 2009 in 2016. Hitrejša vpeljava 5G naročnin je posledica intenzivnejšega sodelovanja s strani Kitajske ter tudi drugih ponudnikov v primerjavi z uvedbo 4G (LTE) tehnologije. Napovedi razkrivajo razloge za razvoj in uvedbo 5G tehnologije, saj se bo povpraševanje po mobilni naročnini povečevalo, hkrati pa bo zaželena zmogljivejša omrežna tehnologija. 5G tehnologija ima potencial, da uresniči tovrstne težnje (Ericsson, 2020b).

Graf 3: Primerjava naročnin 5G in 4G povezav v prvih letih od uvedbe (v milijardah)



Opomba: oranžna črta - uvedba 5G, zelena črta - uvedba 4G naročnin.

Vir: Ericsson, 2020b

Poleg omenjenega, je pandemija COVID-19 razkrila pomen vpeljave hitrejših in zanesljivejših omrežnih sistemov, saj se je širokopasovna uporaba znatno povečala. Natančneje, čas, ko so bili uporabniki povezani na fiksno širokopasovno povezavo, se je med pandemijo povečal za 2,5 ure na dan. Hkrati se je čas, porabljen na širokopasovni mobilni povezavi, povečal za eno uro na dan. Pandemija je razkrila pomembnost boljših omrežnih zmogljivosti in večjih hitrosti. Povečalo se je tudi povpraševanje po brezžičnih širokopasovnih storitvah v gospodinjstvu kot posledica motenj, povzročenih zaradi COVID-19. Poleg tega pa je zdravstvena kriza razkrila, da bi bila 5G tehnologija lahko koristna tudi v zdravstvenih storitvah. Medicinski strokovnjaki bi lahko za vodenje in upravljanje medicinske opreme prek oddaljenih lokacij uporabljali 5G, hkrati pa bi lahko roboti, ki bi temeljili na 5G tehnologiji, opravljali testiranja. Omenjeno bi skrajšalo čas zdravstvenih delavcev, ki ga le-te preživijo izpostavljeni virusu (Ericsson, 2020).

Za zaključek, najpomembnejši razlog za razvoj in uvedbo 5G tehnologije je vedno večje povpraševanje po podatkih mobilnega omrežja, kot tudi vsa ostala povečanja produktivnosti in proizvodnje, ki bi lahko bila dosežena s primeri uporabe tehnologije 5G. Pričakuje se, da bo 5G tehnologija spodbudila razvoj mobilne tehnologije v smeri obsežne in stabilne platforme, ki bo omogočala nove poslovne modele ter preoblikovala svetovna gospodarstva in industrije (IHS, 2017).

2.2 NOVE POSLOVNE PRILožNOSTI IN KORISTI ZA POTROŠNIKE, KI IZHAJAJO IZ RAZVOJA TEHNOLOGIJE 5G

Tehnologija 5G nedvoumno odpira številne nove poslovne priložnosti, uporabne za modele poslovanja med podjetji (ang. business-to-business), med podjetji in potrošniki (ang. business-to-consumers) in med podjetji in vladami (ang. business-to-government),

zaradi izboljšane učinkovitosti, prilagodljivosti in individualizacije. Pomembno je poudariti, da tehnologija 5G, v primerjavi s predhodnimi tehnologijami, prinaša revolucionarne in razločevalne spremembe, saj so obravnavane pomanjkljivosti sedanjih tehnologij in vključene so morebitne prihodnje zmogljivosti, ki izvirajo iz glavnih značilnosti 5G. Poleg tega je vključenost interesnih skupin v vrednostne verige 5G vertikalna, kar pomeni, da bi lahko interesne skupine iz vertikalnih panog zagotavljale storitve neposredno končnim kupcem kot ponudniki spletnih storitev. Posledično bi lahko proizvodno podjetje, ki proizvaja posebno opremo za vertikalno industrijo, postalo proizvajalec naprav, kar nakazuje na dejstvo, da lahko 5G preoblikuje poslovne vloge (5G PPP, 2017).

Ker je omrežje 5G oblikovano na programsko opredeljeni arhitekturi, omogoča dinamično programiranje. Kot posledica tega lahko nastanejo ločeni sloji za različne aplikacije, pri čemer se pojavijo novi in različni primeri poslovne uporabe. Na primer, striktne zahteve tehnologije 5G za zakasnitev manj kot 1 mS so uporabne za varnostne in nadzorne sisteme predelovalnih industrij, za sprotno spremljanje pacientov, za nadzor semaforjev, za video in varnostni nadzor ter za druge namene. Ključni koncept 5G arhitekture je rezinjenje omrežja (ang. network slicing) – funkcija, ki operaterjem virtualnega omrežja omogoča, da sami določijo lastno omrežno arhitekturo in si s tem znižajo stroške. Obsežni projekti interneta stvari, ki so trenutno v izvedbi, zahtevajo kombinacijo fiksnih in brezžičnih omrežnih tehnologij, ki so trenutno na voljo. Zato naj bi funkcije 5G (zanesljivost do 99,999%, zakasnitev manjša od 1 mS, zahteve za nizko porabo energije) odpravljale pomanjkljivosti obstoječih komunikacijskih tehnologij, s čimer bi lahko obvladovale zelo visoko zmogljivost naprav interneta stvari in tako omogočile nove poslovne modele. Ker so proizvodni procesi prilagodljivi, normalizacija 5G ponuja zahtevano prilagodljivost, saj omogoča enostavno dodajanje ali spreminjanje strojev ali senzorjev znotraj proizvodnje, kar ima pomemben vpliv na proizvodne procese (Rao in Prasad, 2018).

Namen industrije 4.0 21. stoletja, ki sledi industrijam 1.0, 2.0 in 3.0, je zagotoviti zelo učinkovit način dostave izdelkov iz tovarn na trg, čemur sledi avtomatizacija tovarn in procesov. Avtomatizacija je dosežena zaradi integracije interneta stvari in kibernetiko fizičnih sistemov. Pričakovano je, da bodo glavna gonila rasti industrije 4.0 dodajalna proizvodnja, 3D tiskanje, senzorske in nano tehnologije, umetna inteligenca, robotika in brezpilotna letala. Posledično mora komunikacijska tehnologija izpolnjevati posebnosti sektorjev glede omrežne infrastrukture, časa, heterogenosti, ter nuditi varnost in zaščito omenjenim industrijam. Ker 5G tehnologija ponuja izjemno nizko stopnjo zakasnitve, zelo visoko zanesljivost in hitrost prenosa podatkov bo njena uporaba preseгла uporabo širokopasovne povezave za potrošnike; pričakuje se, da imela 5G tehnologija največ vpliva na industrijo in na mobilnost. Tehnologija 5G posledično omogoča razvoj industrije 4.0 (Rao in Prasad, 2018).

Primere uporabe 5G lahko razdelimo v tri glavne skupine:

- izboljšana mobilna širokopasovna povezava (eMBB),
- masivni internet stvari (ang. massive internet of things – MIIoT) in
- ključne storitve (ang. mission critical services – MCS).

Vsaka izmed razvrstitev je sestavljena iz pričakovanih prispevkov 5G, ki ustvarjajo nove poslovne priložnosti in prinašajo koristi potrošnikom (IHS, 2017).

Prvič, tehnologija 5G dodaja vrednost mobilni širokopasovni povezavi zaradi naslednjih dveh izboljšav. Ena izmed njih je razširjena celična pokritost po poslovnih stavbah,

industrijskih conah, velikih prizoriščih in nakupovalnih središčih. Drugi napredek je znatno večje število naprav, ki zaradi večje zmogljivosti uporabljajo veliko količino podatkov, zlasti na lokalnih območjih. Ne glede na lokacijo bi končni uporabniki lahko uživali v izboljšani in bolj dosledni uporabi širokopasovnih mobilnih naprav. Primeri uporabe 5G tehnologije vključujejo izboljšano notranjo brezžično širokopasovno pokritost naprav in aplikacij.

Ker 5G ne prinaša koristi zgolj za industrijo in/ali uporabo, se pričakuje, da bo vpliv na industrijo daljnosežen. Zaradi okrepljenega zunanega brezžičnega širokopasovnega omrežja v času tranzita bo lahko več potnikov med potjo opravljalo službene dolžnosti. Izboljšave bi veljale zlasti za gosto naseljena urbana območja. Vpeljave fiksnih brezžičnih širokopasovnih storitev pa bi zlasti pomagale odročnim lokacijam in razvijajočim se trgom s pomočjo visoke brezžične penetracije in z malo ali brez fiksne infrastrukture. Timsko delo, tako znotraj podjetij kot tudi izobraževanja bi se izboljšalo zaradi kombinacije ultra visoke ločljivosti (ang. ultra-high definition – UHD), razširjene in virtualne resničnosti (ang. augmented and virtual reality – AR/VR), video teleprisotnosti (ang. video telepresence) in tipnega interneta (ang. tactile internet).

Omogočena bo tudi večja interakcija med uporabniki AR/VR zaradi zmanjšane zakasnitve in hitrosti prenosov več gigabajtov na sekundo. Slednje bi koristilo industrijskim, proizvodnim, gradbenim in storitvenim podjetjem ter socialnim zadevam. Zaradi razširjenega mobilnega računalništva bi pametni telefoni, ki podpirajo 5G, lahko opravljali naloge, ki jih je sedaj možno opravljati izključno s prenosnim ali namiznim računalnikom. Kot rezultat kombinacije UHD in AR bi bili digitalni znaki izboljšani, kar bi lahko koristilo maloprodaji, nepremičninskem sektorju, gostinstvu in storitvenim dejavnostim. Primeri uporabe EMBB zajemajo razširitev obstoječe 4G tehnologije, zato naj bi imeli zgolj kratkoročni učinek zaradi komercialne razpoložljivosti 5G omrežij. Čeprav bodo primeri uporabe EMBB pomembno vplivali na svetovno gospodarsko aktivnost, se pričakuje, da bodo njihovi gospodarski učinki manj transformativni v primerjavi z primeri uporabe MlOT in MCS (IHS, 2017).

Drugič, najbolj transformativni vidiki tehnologije 5G so zajeti znotraj primerov uporabe MlOT. Slednji vključujejo sledenje sredstev; pametna mesta, domove in kmetijstvo; spremljanje porabe energije; fizično infrastrukturo; daljinsko spremljanje; senzorje, ki oddajajo radijski signal BLE (ang. beacons) in povezane kupce. 5G tehnologija omogoča obsežne ekonomije obsega, hkrati pa se zanaša na predhodne naložbe v interakcijo med stroji (ang. machine-to-machine) in tradicionalne implikacije za internet stvari. Zaradi izboljšanih zahtev za nizko porabo baterije, zmogljivosti za delovanje v licenčnem in nelicenciranem spektru ter večje pokritosti bi se lahko stroški znižali. Sledenje sredstvom vključuje spremljanje porazdelitve ljudi in sredstev na velikih območjih.

Ker trenutni trgi za komunikacijo med stroji (ang. machine-to-machine) ponujajo povezanost, ki pride z visokimi stroški, je rast tega trga nekoliko omejena. Zato se pričakuje, da bo 5G tehnologija spodbudila rast, saj bo prinesla nižje stroške in zagotovila večjo pokritost ter manjšo porabo energije. Pričakuje se, da bodo te izboljšave najpomembnejše vplivale na logistični sektor, hkrati pa bosta doseženi večja varnost delavcev in večja učinkovitost sledenja in iskanja sredstev, kar bo uporabno tudi za spletne prodajalce. Poleg tega bi lahko 5G tehnologija koristila kmetijstvu kot posledica večje uporabe povezanih senzorskih tehnologij – od nadzora nad rezervoarji do bolj zapletenih senzorjev, ki nadzirajo raven vlage in kemično sestavo tal. Poleg tega bi bilo potrebno manj fizičnega dela in operativna učinkovitost kmetij bi bila izboljšana.

Pojav pametnih mest vključuje širok spekter implikacij in novih poslovnih modelov – od varnosti, razsvetljave, energije, prometa do spremljanja okolja fizične infrastrukture mesta. Pametna mesta bi imela koristi tudi od EMBB in MCS primerov uporabe. Kot ponazoritev, dinamično upravljanje prometa lahko uporablja tudi funkcije MCS. Za zagotovitev varnosti mest so koristni tako varnostna brezпилotna letala kot tudi nameščene kamere – zmogljivosti, ki so vgrajene v značilnosti primerov uporabe EMBB. 5G tehnologija bi lahko zagotovila uporabniku bolj prijazno izkušnjo pri konfiguraciji pametnih domov, saj bi celično povezljivost spodbujalo omrežje 5G.

Pri analizi porabe energije je potrebno vedeti, da so bili energetske trgi že od nekdaj močno regulirani in razdrobljeni. Zato bi lahko bolj enotna platforma za povezljivost, ki vključuje različne primere uporabe, prinesla ekonomije obsega. Tako bi lahko bilo pametno merjenje bolj dostopno večjemu številu uporabnikov, saj bi 5G tehnologija omogočala zasebna omrežja, uporabo licenčnih in neliceniranih spektrov ter radijsko preskakovanje. Poleg tega bi lahko vlade natančneje spremljale, katere mostove, ceste, železniške proge in nadvoze, je potrebno nujno popraviti, saj je mogoče funkcije MlOT kombinirati s povezanimi senzorji. Spremljanje na daljavo lahko nadomesti žične tehnologije, ki jih je težko obnoviti ali spremeniti. Avtomatizacija, ki jo prinaša 5G tehnologija in je uporabna v različnih panogah bi uporabljala razširjeno zaznavanje za postopno izboljšanje zmogljivosti in predvideno vzdrževanje opreme. Razširjeno zaznavanje pomaga zmanjšati varnostna tveganja, kot so eksplozije, puščanja, fizični nadzor in vzdrževanje na negostoljubnih lokacijah.

Prodajalci na drobno bi lahko bolj dinamično komunicirali s potrošniki, saj bi uporaba beacons in pametnih telefonov izboljšala klasično nakupovalno izkušnjo. Beacons, ki se trenutno vpeljujejo, se zanašajo predvsem na tehnologijo Bluetooth, medtem ko bi 5G tehnologija zagotovila rešitev z nižjo porabo energije. Vpliv primerov uporabe MlOT bo viden kratkoročno in srednjeročno, saj morajo biti moduli 5G MlOT najprej na voljo v prodaji, da se lahko nato prične hitrejša rast (IHS, 2017).

Tretjič, ker 5G tehnologija ponuja visoko zanesljivost, izjemno nizko zakasnitev ter visoko varnost in razpoložljivost, lahko njen razvoj prinese pomembne priložnosti za rast MCS, kot na primer avtonomna vozila, brezпилotna letala, industrijska avtomatizacija, spremljanje pacientov na daljavo in pametna omrežja. Ker so ti primeri uporabe še v zgodnjih fazah razvoja bo rast slednjih odvisna od tržnih inovacij, uvedbe predpisov in omrežij 5G.

Avtonomna vozila predstavljajo priložnosti za potrošniško in komercialno uporabo. Glavna ideja je, da bi 5G tehnologija omogočila vsem oblikam komunikacije zunaj vozila bolj dovršene in napredne sisteme za pomoč vozniku in na koncu omogočila popolnoma avtonomna vozila. Slednja prinašajo številne koristi, med njimi varnejše ceste in manjši vpliv na okolje zaradi učinkovitejšega delovanja vozil. Poleg tega se predvideva, da bi ta vozila zmanjšala stroške, ki nastanejo zaradi nesreč, kot so čas nedelovanja, poškodbe in rehabilitacija ter stroški popravil in zavarovanja. Zaradi komercialnih in industrijskih implikacij bi bili operativni odhodki nižji, saj bi se zmanjšalo število voznikov, povečalo število ur obratovanja, ter zmanjšalo bi se število odmorov voznikov. Razvoj gospodarskih vozil in terenske opreme pomembno vpliva na številne panoge, zato bi bil vpliv na svetovno gospodarstvo velik.

Zaradi izboljšav pri razvoju brezpilotnih letal kot posledica 5G tehnologije bi imele koristi številne industrije – transport, kmetijstvo, gradbeništvo, proizvodnja in javna varnost. Poleg tega bi imela podjetja in države spodbudo za povečanje povpraševanja po brezpilotnih letalih, s tehnološkim napredkom slednjih. Vlade bi lahko uporabljale brezpilotna letala pri policijskem izvidništvu, protiterorističnih akcijah, nadzoru nemirov, patroljiranju, iskanju in reševanju, sledenju, regulaciji prometa in pri drugih dejavnostih.

Poleg tega je treba preučiti, kako bi 5G tehnologija avtomatizirala industrijo, s čimer bi se ustvarile pametne tovarne, sprememba delavcev in mobilnost sredstev v tovarni. 5G tehnologija prinaša dve glavni izboljšavi, ki bi dodali vrednost; ena izmed njih je zaprta komunikacija v realnem času (ang. real-time closed loop communication). Slednja prispeva k daljinskemu upravljanju opreme in proizvodnih procesov, kar povezuje stroje, robote in mobilno opremo. Posledično bi bila splošna učinkovitost opreme največja. Drugi napredek bi omogočil prostoročno spremljanje in upravljanje strojev, kar pomeni, da bi delavci lahko zaradi varnosti in/ali sterilnosti prostoročno upravljali s stroji. Eden od primerov uporabe vključuje izboljšave v medicinskem sektorju. Dermatologi bi se lahko zaradi izboljšane kakovosti slike posvetovali prek aplikacij. Poleg tega bi lahko imeli zdravniki boljši nadzor nad zdravstvenimi kartotekami in bi lahko izvajali operacije z napredno telemedicino (z uporabo robotike in AR/VR). Nizka zakasnitev, ki jo ponuja 5G bi lahko privedla do avtomatiziranega preklopa omrežja v realnem času, s čimer bi se zagotovilo zanesljivejše omrežje. Čeprav bo rast vseh primerov uporabe MCS opažena predvsem na dolgi rok bodo imeli naštetih napredki zaradi 5G tehnologije pomembne vplive na družbo (IHS, 2017).

Tabela 1 zajema vse sektorje, ki naj bi imeli koristi od tehnologije 5G, skupaj z naštetimi primeri njenih implikacij (Oxford Economics, 2019).

Tabela 1: Implikacije za posamezni sektor kot posledica vpeljave 5G tehnologije

Sektor	Primeri implikacij
Zdravstvena in socialna oskrba	Internet stvari omogoča spremljanje zdravja na daljavo, pravočasno opozarjanje pacientov, medicinskih sester in negovalcev
Pametna mesta	Optimizacija cestne razsvetljave, nadzor parkiranja, spremljanje časa odvoza smeti in okolja
Javna oskrba z energijo	Pametni metri in pametni termostati omogočajo natančnejše obračune in nadzor nad porabo energije
Avtomobilski sektor	Povezani pametni avtomobili, ki sami sledijo mehanski diagnostiki, avtonomna vozila, lokacije in pretočni prenos medijev
Proizvodnja	Digitalizacija in avtomatizacija proizvodnih linij in nadzor industrijskih procesov na daljavo
Logistika	Povezani kontejnerji bodo zabeležili in delili lokacije in temperature za racionalizacijo proizvodnje in zmanjšanje tveganj poškodb produktov, ki so temperaturno občutljivi

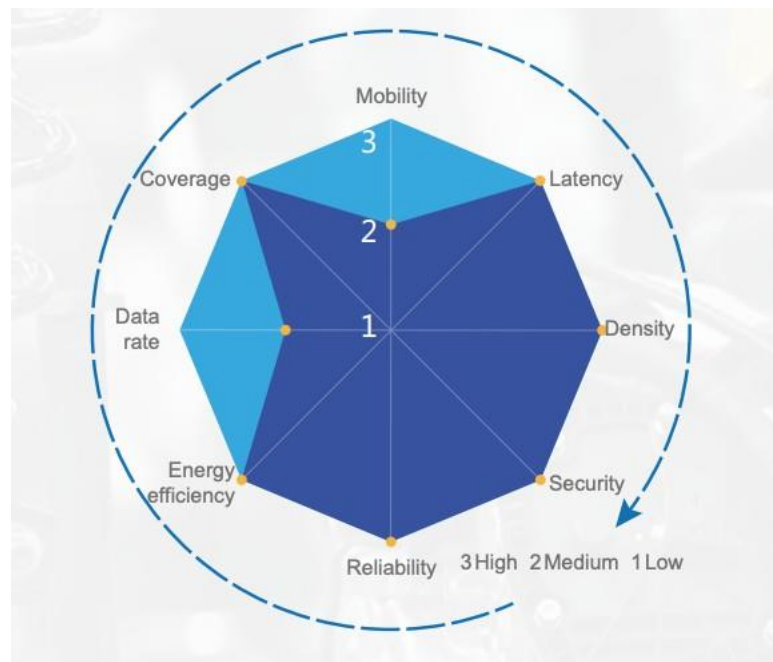
Vir: Oxford Economics, 2019

Pri analiziranju tehničnih vidikov 5G tehnologije lahko naštejemo naslednje tipične primere uporabe in njihove zahteve. Prvič, avtomatizacija celic bi privedla do tega, da bi lahko naprave komunicirale z nadzornim sistemom znotraj obrata. Za slednje sta potrebni majhna zakasnitev in visoka zanesljivost – dve funkciji, s katerima se lahko pohvali 5G tehnologija. Drugič, ker bi se programirana avtomatizirana vozila premikala po tovarni, se zahteva zelo visoka zanesljivost in mobilnost. Za avtomatizacijo procesov so ravno tako obvezne zelo visoke stopnje zanesljivosti, ker bi bili senzorji in aktuatorji priključeni na krmilne enote. Logistična podjetja bi morala učinkovito slediti blagu znotraj dobavne verige, sledenje pa bi moralo omogočati nadzor vsaj 100.000 naprav na kvadratni kilometer, hkrati pa bi moralo zagotoviti celostno pokritost. Vsak primer uporabe zahteva specifične zahteve glede zakasnitve, hitrosti prenosa podatkov, zanesljivosti, območja pokritosti in druge značilnosti – vse zahteve, ki jih 5G tehnologija izpolnjuje (Rao in Prasad, 2018).

Kot že navedeno bi primeri uporabe MIIoT in MCS verjetno pomembneje preoblikovali procese v primerjavi s primeri uporabe EMBB. Zato so nekatere od teh novih poslovnih priložnosti – pametna proizvodnja in pametna omrežja – ter pripadajoče omrežne zahteve podrobneje predstavljene v nadaljevanju (IHS, 2017).

Prvič, vizija industrije 4.0 je, da bi se tovarne prihodnosti zanašale na kibernetično-fizične sisteme. Slednji bi vključevali mrežne, računalniške in fizične procese. Pametna proizvodnja pomeni, da bi bila celotna proizvodna dobavna veriga medsebojno povezana. Izmenjava podatkov o oblikovanju, proizvodnji, distribuciji, opremi in izdelkih bi potekala na različnih lokacijah. Poleg tega bi bile, za izboljšanje poslovanja, informacije o kupcih in dobaviteljih deljene med uporabniki. Izdelki bi se torej preoblikovali v kanale, ki bi si izmenjevali podatke in to bi omogočalo nadaljnjo prodajo strankam. Na splošno se pričakuje, da bodo tovarne opremljene z zmogljivejšimi proizvodnimi roboti, senzorji in avtomatiziranimi sistemi, s čimer se bosta izboljšala učinkovitost proizvodnje in prilagodljivost le-te. Graf 4 prikazuje vse omrežne zahteve za vrsto možnih implikacij – nizko zakasnitev, pasovno širino več megabitov na sekundo, stalno prisotno pokritost, veliko število povezav, razpoložljivost, zanesljivost, varnost in druge zahteve (Huawei, 2016).

Graf 4: Zahteve za brezžično omrežje za pametno proizvodnjo



Vir: Huawei, 2016

Milijarde senzorjev, strojno vodenih robotov in avtonomne logistike, ki bi komunicirali in delovali v realnem času in na daljavo preko 5G bi lahko pripomogli k znatnemu povečanju produktivnosti. Številne panoge bi nedvomno imele koristi od napredka 5G tehnologije, kar bi se neposredno odražalo v družbenem in gospodarskem razvoju (Rao in Prasad, 2018).

Drugič, pametna omrežja revolucionirajo način shranjevanja, odpreme in prodaje energije, saj v tradicionalne elektroenergetske sisteme vključujejo informacije, telekomunikacije in avtomatizacijo. Nacionalne strategije ZDA, Evrope in Kitajske že vključujejo vključitev pametnih omrežij, saj slednje zagotavljajo, da je vse povezano in nadzorovano. Omrežje mora zagotoviti dovolj široko pokritost, da se lahko omogoči komunikacija po vsej državi, medtem ko je podatkovni center odgovoren za sprotno obdelavo podatkov. Posledično sta potrebna ogromna količina podatkov in velika pasovna širina. Poleg tega je zahtevana nizka zakasnitev, da se zagotovi spremljanje stanja delovanja omrežja v realnem času. Oddaljena HD in AR/VR sta ključnega pomena pri prepoznavanju napak v elektroenergetskem sistemu in izdaji opozoril. Pametna omrežja omogočajo dostop do distribuiranih in tradicionalnih centraliziranih virov energije, kar ponuja določeno stopnjo prilagodljivosti. Ključnega pomena je, da se posledice napadov na elektroenergetski sistem ublažijo, zato je zahtevana okrepljena varnost in zaupnost podatkov v nosilnem omrežju (Huawei, 2016).

2.3 POSLEDICE VPSELJAVE 5G TEHNOLOGIJE NA EKONOMSKO KONKURENČNOST IN IMPLIKACIJE ZA SLOVENIJO

Razvoj mobilnih širokopasovnih povezav je v bil v preteklosti povezan s pomembnimi pozitivnimi učinki na gospodarstva. Za določeno stopnjo vpeljave mobilne telefonije naj bi

10-odstotni prenos iz tehnologije 2G na 3G, povečal BDP rast na prebivalca za 0,15 odstotne točke (Deloitte, 2018). Poleg tega je povečanje števila vpeljav nove tehnologije povezano z ustvarjanjem novih delovnih mest. Ocenjuje se, da je prehod na 3G v ZDA med aprilom 2007 in junijem 2011 ustvaril 1,6 milijona novih delovnih mest (Shapiro in Hassett, 2012). Poleg omenjenega, tehnologija 4G letno prispeva 0,7% k BDP, kar izhaja izključno iz prihrankov časa zaradi večjih hitrosti (Capital Economics, 2014). 10-odstotno povečanje vpeljav mobilnih širokopasovnih povezav vodi do povečanja BDP za 0,6% do 2,8% (Edquist et al., 2018). Dodatni način za preučevanje učinkov mobilne širokopasovne povezave je prepoznavanje obsega mobilnih podatkov in ne dostop do mobilnega širokopasovnega omrežja ali njegove uporabe. Podvojitve porabe količine mobilnih podatkov pripelje do povečanja rasti BDP na prebivalca za 0,5 odstotne točke, pri čemer rezultati bolj držijo za države z večjim povprečnim obsegom porabe podatkov (Deloitte, 2018).

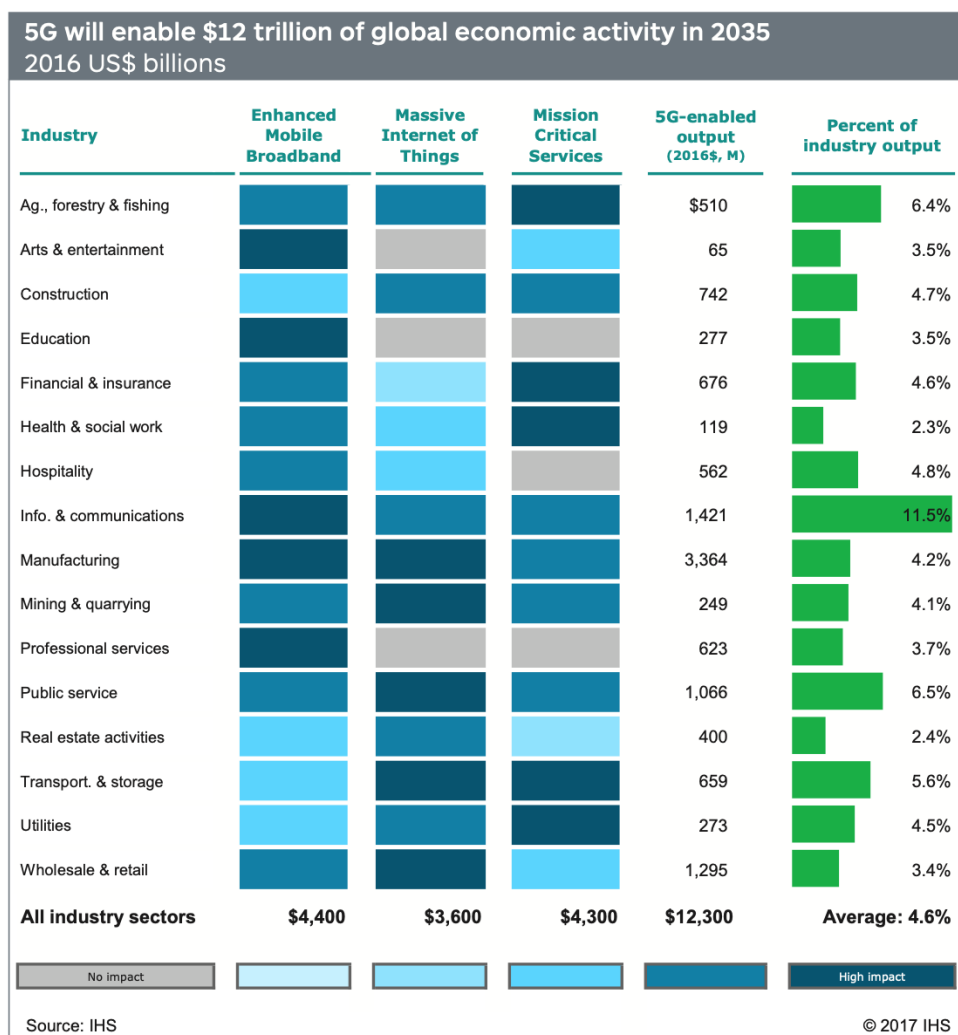
Peta generacija mobilnih omrežij naj bi imela večji vpliv na svetovno gospodarstvo kot katera koli prejšnja generacija. Tehnologija 5G bo izboljšala sposobnost medsebojnega povezovanja strojev in ljudi ter nudila hitrejšo izmenjavo informacij, s čimer bo dosežena višja donosnost tako na času kot na kapitalu. Gospodarski vpliv tehnoloških inovacij, raziskav in razvoja ter novih naložb nakazuje, da bo 5G tehnologija pomembno vplivala na svetovno rast. Pričakovano je, da bo v naslednjih dveh desetletjih uvedba 5G tehnologije znotraj svetovnih gospodarstev pomembno prispevala k rasti. Prvič, 5G tehnologija bi lahko povišala rast, saj bo omogočila prodajo novih storitev in izdelkov v širokem spektru panog, kot posledica nastanka novih poslovnih modelov in optimizacije osnovnih procesov. Drugič, mobilna tehnologija, okrepljena s 5G tehnologijo, lahko prinese trajnostno in dolgoročno rast svetovnega gospodarstva. Tretjič, aktivna vrednostna veriga 5G tehnologije bo z naložbami v infrastrukturo, razvojem aplikacij in usmerjenimi investicijami za raziskave in razvoj nenehno širila osnovo za 5G tehnologijo (IHS, 2017).

Zaradi hitrega spreminjanja in izboljševanja tehnologije se lahko zgodi, da javna politika včasih zaostaja za tehnološkim napredkom. Zaradi uvedbe tehnologije 5G bodo predpisi in politike postali bolj zapleteni, saj se bodo predhodni načini opravljanja storitev in blaga bodisi močno spremenili ali pa popolnoma opustili, pojavili pa se bodo tudi novi poslovni modeli. Poleg omenjenega, je za popolno izkoriščanje potenciala, ki ga prinaša 5G tehnologija, potrebno ohraniti tako naložbe kot raziskave in razvoj, ki spodbujajo inovacije in razvoj novih generacij tehnologije. Vlade bodo morale spodbujati javno-zasebna partnerstva pri razvoju standardov 5G, podjetjem omogočiti dolgoročne naložbe in raziskave in razvoj ter zagotoviti, da bo izdajanje dovoljenj in predpisov sledilo novostim. Za doseganje celostne vpeljave 5G tehnologije bo posodobitev politike nujna (IHS, 2017). Države, ki bodo hitreje in v večjem obsegu sprejele tehnologijo 5G, pri čemer je vladna politika in njeni pogledi na 5G tehnologijo izjemno pomembna, so tiste, ki bodo spodbujale tudi prihodnje svetovne inovacije in bodo tako postale konkurenčnejše.

Z večjo učinkovitostjo, vključenostjo obstoječih in novih strank ter uvedbo novih poslovnih modelov bodo globalna podjetja za povečanje prihodkov vpeljevala tehnologijo 5G. Vključitev tehnologij 5G bo pozitivno vplivala na skoraj vse industrije. IHS (2017) ocenjuje, da bi lahko svetovna prodajna aktivnost v številnih industrijah, ki jih omogoča 5G tehnologija, leta 2035 dosegla 12,3 bilijona dolarjev. To predstavlja 4,6% svetovne realne proizvodnje v letu 2035 in je skoraj enako potrošnji ZDA v letu 2016 ter predstavlja več kot skupno potrošniško porabo na Kitajskem, Japonskem, v Nemčiji, Združenem kraljestvu in Franciji v letu 2016. Tabela 2 predstavlja ključne ugotovitve. Proizvodnja naj bi leta 2035

predstavlja največji delež gospodarske dejavnosti, katero podpira tehnologija 5G – 3,4 bilijona dolarjev ali 28% od 12,3 bilijonov dolarjev prodaje, povezane s tehnologijo 5G. Poleg možnih izboljšav, ki jih bo prinesla 5G tehnologija v proizvodnji, naj bi 5G vplival na omenjeni sektor tudi zato, ker bo slednji izdeloval opremo (kot na primer brezpilotna letala, medicinsko opremo, avtonomna vozila) za druge sektorje, ki bodo izkoriščali prednosti 5G tehnologije. Omenjena logika velja tudi za informacijski in komunikacijski sektor, ki predstavlja enega izmed sektorjev, na katere bo 5G tehnologija pomembno vplivala, in sicer v znesku 1,4 bilijona dolarjev, saj izvajanje kakršnih koli primerov uporabe tehnologije 5G vključuje porabo za komunikacijske storitve.

Tabela 2: Svetovna gospodarska aktivnost, ki naj bi bila omogočena zaradi 5G, v letu 2035 po sektorjih



Vir: IHS, 2017

Vendar pa vpeljava tehnologije 5G ne bo vplivala na vse sektorje enako. Delež vključitve 5G tehnologije se bo po panogah razlikoval od najnižjih 2,3% v gostinstvu do najvišjih 11,5% v informacijskem in komunikacijskem sektorju. Povprečni učinek na prodajo zaradi vključitve 5G tehnologije znotraj industrijskih sektorjev je 4,6%. 5G tehnologija bi lahko leta 2035 omogočila 6,4-odstotni delež kmetijske proizvodnje in 6,5-odstotni delež proizvodnje javnih storitev, kot posledica uvedbe pametnega kmetijstva in pametnih mest. Proizvodnje dejavnosti bodo zaradi večje velikosti sektorja in dejstva, da bo večina

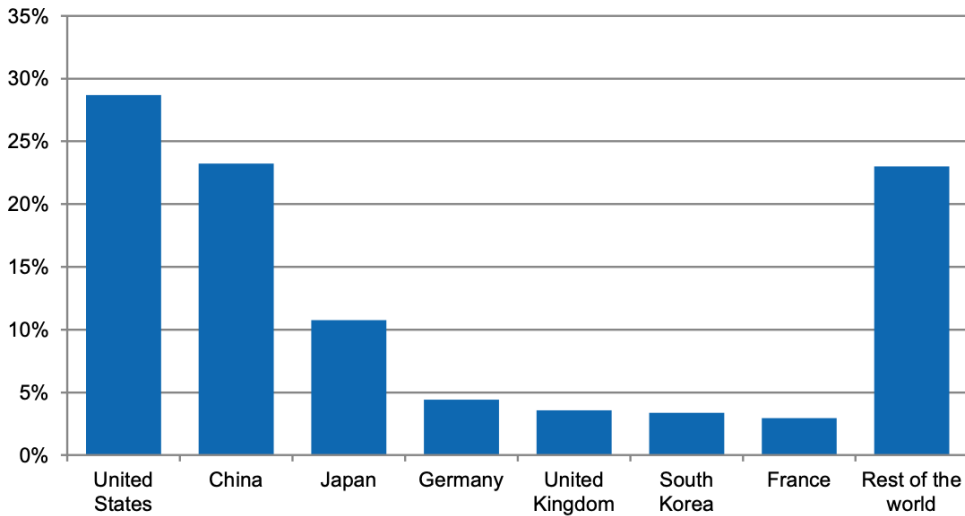
sekundarnih produktov, ustvarjena znotraj proizvodnje, ki bo temeljila na 5G tehnologiji, v podporo ostalim primerom uporabe, doživele 4,2-odstotno rast proizvodnje, povezane z vpeljavo 5G tehnologije. Vseeno pa ne bodo vsi primeri uporabe tehnologije 5G – tj. izboljšane mobilne širokopasovne povezave, obsežne storitve interneta stvari in ključne storitve – imeli učinkov in slednji ne bodo veljali za vsak industrijski sektor (IHS, 2017).

Vsak primer uporabe ne bo vplival zgolj na lastno industrijo, ampak tudi na druge sektorje. Za celotno sliko vpeljave 5G tehnologije, je potrebno pogledati širšo sliko ter povezati vse sektorje med seboj. Pojav brezpilotnih letal in avtonomnih avtomobilov ne bo povečal zgolj potrošnike porabe le-teh, saj se bodo slednji uporabljali tudi za rudarske in kmetijske namene, od avtonomnega prevoza do oddaljenega nadzora naravnih virov. Tovrstni izdelki se bodo uporabljali tudi v storitvah avtonomnega prevoza in dobave blaga široke potrošnje. Lokalne oblasti bodo za namene opazovanja uporabljale brezpilotna letala ter vključile avtonomna vozila v svoje tranzitne sisteme. Avtonomna vozila bi lahko pozitivno vplivala tudi na zavarovalniški sektor, saj bi se stopnje prometnih nesreč znižale (IHS, 2017).

Za doseganje celotnega potenciala 5G tehnologije z namenom omogočanja proizvodnje, so potrebne neprekinjene naložbe na ravni podjetja v vrednostno verigo 5G za izboljšanje temeljnih tehnoloških osnov. Vrednostna veriga 5G bo sestavljena iz široke palete tehnoloških podjetij, vključno iz ponudnikov osnovnih tehnologij in komponent, operaterjev omrežij, proizvajalcev infrastrukturne opreme, proizvajalcev originalne opreme in vsebin ter razvijalcev aplikacij. Skupne investicije podjetij v raziskave in razvoj ter investicijski izdatki, ki so del vrednostne verige 5G v ZDA, na Kitajskem, Japonskem, v Nemčiji, Južni Koreji, Veliki Britaniji in v Franciji – sedem držav, ki naj bi vodile razvoj 5G – naj bi znašale povprečno 200 milijard dolarjev letno. Sprva bodo investicijske dejavnosti tehnologije 5G ter raziskave in razvoj vodile investicije, namenjene za izboljšave omrežne infrastrukture, vendar naj bi se te investicije sčasoma počasi zmanjševale. Poudarek investicij se bo nato iz primarne infrastrukture premaknil v razvoj storitev in aplikacij, ki izkoriščajo edinstvene moči 5G tehnologije.

Dolgoročni in neprekinjeni investicijski cikel je znak dolgoročnih ciljev tehnologije 5G, pri kateri bo prišlo do spremembe investicijskih ciljev z uvajanjem infrastrukture, do stalnih izboljšav temeljne tehnološke osnove, do vzpostavitve novega poslovnega modela in do podaljšanja nadomestnih ciklov za številne primere uporabe. Poleg tega, kot je razvidno iz grafa 5, naj bi ZDA in Kitajska prevladovali v znesku, namenjenem za raziskave in razvoj v 5G tehnologijo in v investicijskih izdatkih, saj ZDA predstavljajo 28% oziroma Kitajska 24% vseh svetovnih investicij v 5G tehnologijo, sledijo pa jima Japonska, Nemčija, Združeno kraljestvo, Južna Koreja in Francija (IHS, 2017).







Graf 5: Deleži investicij v 5G vrednostno verigo, po državah



Vir: IHS, 2017

Investicije v raziskave in razvoj ter investicijski izdatki bodo pripomogli do vzpostavitve primerov uporabe 5G in posledično bo prodaja v vseh industrijskih sektorjih omogočena, hkrati pa bodo investicije in investicijski izdatki povečali prodajo v celotni vrednostni verigi 5G in v z njo povezanih dobavnih omrežjih. Tabela 3 prikazuje, da bo do leta 2035 zgolj vrednostna veriga 5G prispevala 3,5 bilijona dolarjev h gospodarski proizvodnji in podpirala 22 milijonov delovnih mest. Kitajska bo vodila 5G vrednostno verigo, ki omogoča tako proizvodnjo, kot tudi obseg zaposlovanja, sledile pa ji bodo ZDA, Japonska, Nemčija in Južna Koreja (IHS, 2017).

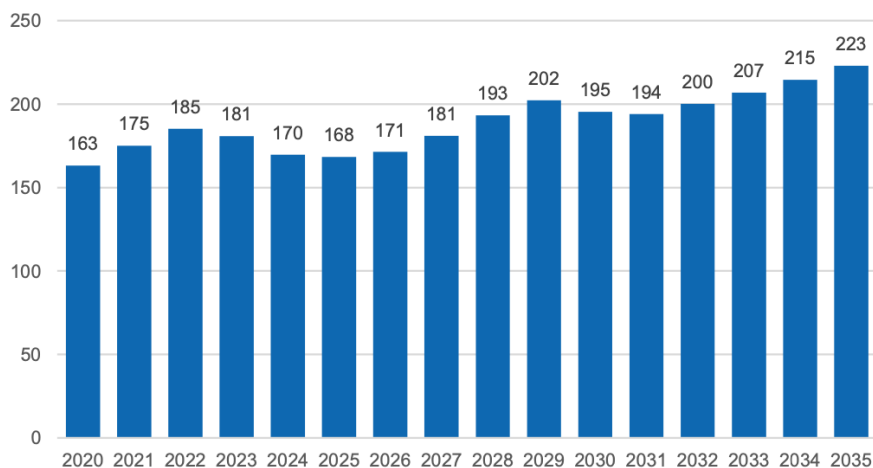
Tabela 3: Svetovni BDP in zaposlenost v 5G vrednostni verigi v letu 2035

 China Gross output \$984B Employment 9.5M	 United States Gross output \$719B Employment 3.4M	 Japan Gross output \$492B Employment 2.1M
 Germany Gross output \$202B Employment 1.2M	Global total, 2035 Gross output \$3.5T Employment 22M	 South Korea Gross output \$120B Employment 963K
 France Gross output \$85B Employment 396K	 United Kingdom Gross output \$76B Employment 605K	Rest of the world Gross output \$800B Employment 3.6M

Vir: IHS, 2017

5G tehnologija bo s svojimi neto učinki na BDP neposredno vplivala na svetovno gospodarstvo. Če bo imela 5G tehnologija neto pozitiven učinek na svetovni makroekonomski ravni, lahko slednjo obravnavamo kot vir svetovne rasti in razvoja. Omogočanje prodaje zaradi uvedbe 5G tehnologije ter vrednostna veriga imata sicer pozitivne in znatne učinke, a so slednji lahko tudi nasprotujoči, saj se poraba in investicije, ki bi se sicer zgodile v drugih sektorjih svetovnega gospodarstva, ne bodo zgodile, hkrati pa bodo pozitivni učinki na produktivnost v drugih sektorjih manjši. IHS (2017) ocenjuje, da bo povprečna letna stopnja rasti BDP v obdobju od 2020 do 2035 znašala 2,9% letno, od tega bo 5G tehnologija prispevala 0,2% – kar pomeni, da bi svetovno gospodarstvo, če 5G tehnologija ne bi bila razvita, raslo počasneje in sicer 2,7% letno. Razlika, kot posledica vpeljave 5G tehnologije, torej prispeva 7% k skupni stopnji rasti BDP. Med obdobjem 2020 in 2035 bo letni prispevek 5G tehnologije k BDP znašal 3,0 bilijona dolarjev, ob upoštevanju inflacije. Ko se znesek diskontira po stopnji 3%, zaradi potencialnega svetovnega tveganja, doseže tveganju prilagojena vrednost 2,1 bilijona dolarjev. Graf 6 prikazuje pozitivne učinke 5G tehnologije na svetovno gospodarsko rast.

Graf 6: Letni neto prispevek 5G k svetovni gospodarski rasti v milijardah dolarjev



Vir: IHS, 2017

Pričakuje se, da bodo omrežja 5G zaradi izboljšav v več panogah odpirala nove panoge, ustvarila delovna mesta in prinesla gospodarske koristi ter koristi za družbo. Internet stvari bo kljub temu, da je s širitvijo povezanih naprav že imel precejšen gospodarski vpliv, verjetno naslednji pomembni vir ustvarjanja vrednosti. Najpomembnejši primeri uporabe interneta stvari bodo odvisni od ključnih značilnosti omrežja 5G. Od ocenjenih 29 milijard povezanih naprav leta 2022, naj bi jih 18 milijard bilo povezano v internet stvari. Poleg tega bo industrijski internet stvari globalnemu gospodarstvu do leta 2030 prispeval 14 bilijonov dolarjev.

Poleg omenjenega, naj bi ameriška omrežna podjetja v kratkoročni prihodnosti v ameriško infrastrukturo vložila približno 275 milijard dolarjev, s čimer naj bi se letni BDP povečal za 500 milijard dolarjev in ustvaril 3 milijone delovnih mest. Ameriški brezžični sektor že prispeva 475 milijard dolarjev k BDP, ustvari 1 bilijon dolarjev gospodarske proizvodnje in ponuja 4,7 milijona delovnih mest. Poleg tega ima brezžična industrija pomembne učinke prelivanja na druge panoge; včasih slednje povzroči nastanek povsem novih, inovativnih

sektorjev ter poslovnih modelov. Ker tehnologija 5G izboljšuje konkurenčnost ZDA, simbolizira potencialno podvojitev gospodarskega vpliva v bližnji prihodnosti (Accenture, 2018). Do leta 2025 naj bi 5G prispeval 113 milijard evrov in 6,3 bilijona yuanov k BDP Evropske unije oziroma Kitajske (Oxford Economics, 2019).

Gospodarski učinki uvedbe 5G na gospodarstvo Združenega kraljestva se zdijo zelo pomembni. Če bi britanska podjetja prevzela 5G namesto 4G bi kumulativne koristi teh povečanj produktivnosti za britansko proizvodnjo za obdobje od leta 2020 do leta 2025 znašale več kot 38 milijard funtov ter bi za petletno obdobje do leta 2030 znašale več kot 120 milijard funtov. Tovrstni dobički so izključno posledica izboljšanja produktivnosti in ne vključujejo potencialnih koristi, ki izhajajo iz inovacij in komercializacije idej v nove panoge, izdelke in storitve. Potencialni dobički so posledično bistveno večji. Kot že omenjeno, mora vlada, da v celoti izkoristi potencial tehnologije 5G, pomagati pri oblikovanju podpornih politik, javnega naročanja in investicijskega okolja. Države bi lahko bile motivirane k hitrejši vpeljavi tehnologije 5G, z namenom izboljšanja povezljivosti na podeželju, s čimer bi pospešile svoj gospodarski razvoj in izboljšale socialno mobilnost, kar na koncu pripelje do izenačenja revnejših delov države z bogatejšimi deli države (WPI Economics, 2020).

Inovacije in gospodarska konkurenčnost sta pozitivno povezani. Država, ki bo prva uvedla zanesljivo in obsežno pokritost s 5G tehnologijo, bo imela znatne gospodarske koristi; hitrejša gospodarska rast, pomembnejše tehnološke inovacije in večja nacionalna konkurenčnost. Pričakuje se, da bodo donosi tovrstnih naložb presegli obseg začetnih naložb (Peterson, brez datuma).

Mednarodna ekonomska konkurenčnost predstavlja enega ključnih ekonomskih ciljev vlad. Kljub temu, da ekonomska konkurenčnost zajema številne dejavnike, veljajo inovacije, tako na področju ustvarjanja novih tehnologij kot na področju znanstvenih odkritij, za enega ključnih dejavnikov pri določanju konkurenčnosti določene države. Države, ki so ekonomsko bolj konkurenčne, večinoma uživajo višji življenjski standard in so bogatejše in posledično želijo ohraniti svojo konkurenčnost, nasprotno pa države v razvoju želijo izboljšati svojo konkurenčnost.

Po veliki finančni krizi leta 2008 večina držav zasleduje bolj trajnostno gospodarsko rast, ki temelji na znanosti, tehnologiji in inovacijah ter se ne zanaša na finančne in nepremičninske trge (Krammer, 2017). Kot ugotavlja Ciocanel (2016) v študiji 29 evropskih gospodarstev, inovacije pomembno vplivajo na ekonomsko konkurenčnost. Da bi država postala konkurenčnejša, mora povečati število inovativnih malih in srednje velikih podjetij ter povečati zaposlovanje v hitro rastočih podjetjih, ki delujejo znotraj inovativnih področjih. Področje, ki bi bilo bolj inovativno od 5G ali katerega koli sektorja, ki razvija primere uporabe 5G, je težko najti.

Lestvica konkurenčnosti Svetovnega gospodarskega foruma (WEF) je odvisna od naslednjih meril: institucij, infrastrukture, sprejetja informacijske in komunikacijske tehnologije, makroekonomske stabilnosti, zdravstva, veščin, trga izdelkov, trga dela, finančnega sistema, velikosti trga, dinamike poslovanja in inovacijskih sposobnosti. Na večino teh dejavnikov neposredno ali posredno vplivajo brezžični in tehnološki sektorji. Posledično uporaba 5G močno izboljša konkurenčnost določene države.

Kot je bilo predstavljeno zgoraj, so koristi od uporabe 5G znatne. Tehnologija 5G velja za ključnega spodbujevalca industrijske konkurenčnosti (Ericsson, 2020b). Glede na to, da se

je Slovenija uvrstila na 35. mesto v poročilu WEF o globalni konkurenčnosti za leto 2019 lahko sklepamo, da ima prostor za izboljšave. Če Slovenija 5G uvede hitreje kot druge podobne in primerljive države, si lahko ustvari konkurenčno prednost in izboljša ekonomsko konkurenčnost v zgoraj omenjenih sektorjih. Ker je revolucija 5G ena izmed najpomembnejših družbeno-ekonomskih sprememb tega časa, ni težko razumeti, zakaj takšne priložnosti Slovenija ne sme zamuditi.

3 UČINKI OMEJITVE KONKURENCE GLEDE PONUDBE 5G TEHNOLOGIJE

3.1 OCENA POZITIVNIH UČINKOV V PRIMERU PROSTE KONKURENCE

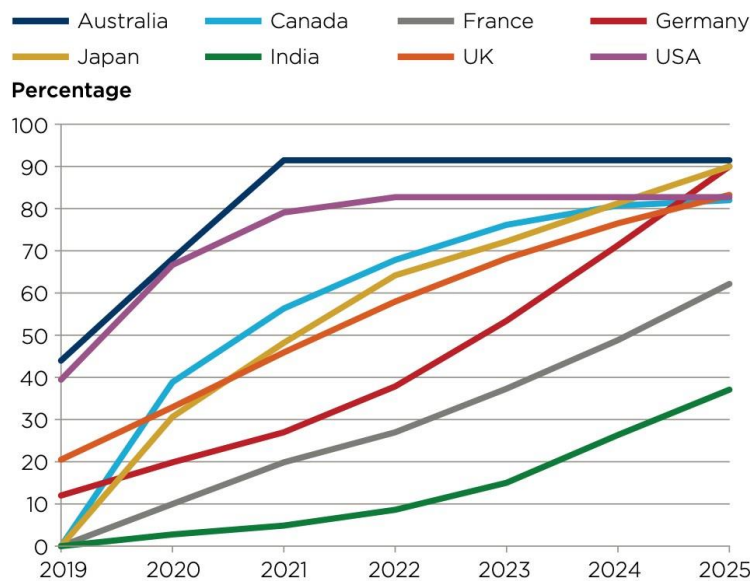
Poglavje predstavlja stanje uvajanja 5G tehnologije po svetu ter ponuja pregled pripravljenosti evropskih držav na uvedbo 5G tehnologije, s poudarkom na opisu pripravljenosti po državah članicah EU in v Sloveniji. Predstavljeni so tudi glavni ponudniki 5G infrastrukture. Na koncu so prikazane ekonomske koristi in koristi potrošnikov v primeru proste konkurence med ponudniki tehnologije 5G. Navedene so tudi omejitve, s katerimi se soočajo kitajska podjetja.

3.1.1 Stanje vpeljave 5G tehnologije

Številne države se trudijo pospešiti postopek uvajanja 5G tehnologije. To je razvidno iz njihovih prizadevanj, da čimprej omogočijo dostop do 5G spektra, hkrati pa si prizadevajo zagotoviti regulativni okvir, ki spodbuja konkurenčne in inovativne komunikacijske trge. Prva komercialna omrežja 5G so bila predstavljena leta 2019 (Oxford Economics, 2019). Leta 2019 je 4G tehnologija postala prevladujoča mobilna tehnologija, saj je podpirala več kot 4 milijarde povezav, oziroma 52% vseh povezav. Kljub temu pa se tehnologija 5G širi z vse večjim številom pametnih telefonov, ki podpirajo 5G, in tudi zaradi motivacije potrošnikov za nadgradnjo na 5G tehnologijo. Pričakuje se, da bo do leta 2025 5G tehnologija podpirala približno 20% vseh svetovnih povezav, zlasti bo v široki uporabi v razvitih državah Azije, v Severni Ameriki in Evropi. Po vsem svetu naj bi operaterji med letoma 2020 in 2025 vložili približno 1,1 bilijona dolarjev v sektor mobilnih telekomunikacij, od katerih se bo 80% prispevalo k izgradnji omrežij 5G (GSMA, 2020).

Nekateri operaterji iz določenih držav so že prekopili na 5G omrežja – večje število vključitev 5G tehnologije je opazno v Avstraliji, Avstriji, Nemčiji, Italiji, ZDA, Združenem kraljestvu in po drugih državah, glede na podatke iz oktobra 2019. Pokritost prebivalstva s 5G tehnologijo, kot je prikazana v grafu 7, naj bi od leta 2019 do leta 2025 v vseh opazovanih osmih državah narasla, zlasti v Kanadi, Nemčiji, na Japonskem in v Združenem kraljestvu. Avstralija in ZDA sta leta 2019 dosegli največji delež pokritosti prebivalstva s 5G, kar je v skladu s pospešenim investiranjem operaterjev omrežij, saj slednji vlagajo relativno največ v nacionalno pokritost in začetne komercialne postavitve. Obe omenjeni državi naj bi dosegli največjo pokritost s 5G tehnologijo v prvi polovici naslednjega desetletja - približno 90 odstotkov prebivalstva naj bi imelo dostop do 5G omrežja. Poleg tega naj bi takrat več kot 80 odstotkov prebivalstva imelo dostop do 5G tehnologije tudi v Kanadi, Nemčiji, na Japonskem in v Združenem kraljestvu (Oxford Economics, 2019).

Graf 7: Pokritost prebivalstva s 5G tehnologijo med 2019 in 2025



Vir: Oxford Economics, 2019

Podatki iz januarja 2020 kažejo, da so bila komercialna omrežja 5G že vpeljana v 378 mestih znotraj 34 držav, pri čemer je 25 držav iz regije EMEA (Evropa, Bližnji vzhod in Afrika). V skupnem ta regija zajema 168 mest, sledijo Azija in Severna ter Južna Amerika s 156 in 54 mest, kjer je bil 5G že vpeljan. Država, v kateri je od januarja 2020 na voljo največje število mest s komercialnim omrežjem 5G je Južna Koreja, ki ima 85 mest s 5G pokritostjo, sledi ji 57 mest na Kitajskem in 50 mest v ZDA. Mesta z razpoložljivostjo 5G tehnologije so najgosteje locirana na Kitajskem – večinoma ob severni, osrednji in južni obali Kitajske. Mesta z omrežji 5G so v ZDA razpršena po celotni državi, večina pa jih leži ob vzhodni obali. Poleg tega se Združeno kraljestvo, Savdska Arabija, Španija, Združeni arabski emirati, Avstralija, Nemčija in Romunija ponašajo z 31, 24, 15, 11, 10, 10 in 10 mesti, kjer je 5G že razpoložljiv (Viavi, 2020).

Podjetje Verizon, vodilni ameriški ponudnik telekomunikacijskih storitev, uporablja spekter milimetrskih valov (ang. millimetre-wave spectrum – mmWave) za zagotavljanje storitev 5G po vsej ZDA. Leta 2018 je Verizon kot alternativo žičnemu širokopasovnemu omrežju predstavil storitev 5G Home za fiksni brezžični dostop v izbranih soseskah znotraj štirih mest. Leta 2019 je podjetje Verizon pričelo ponujati omrežje 5G, ki temelji na 5G ultra širokopasovnem omrežju za mobilne storitve, namenjeno tako potrošnikom, kot tudi poslovnim uporabnikom. Namen prvotne uvedbe 5G tehnologije je izboljšana mobilnost 5G na prostem, posebej znotraj gosto naseljenih mestnih območij ter športnih in koncertnih prizorišč (Ericsson, 2020b).

Uporaba milimetrskega valovnega spektra za brezžične storitve (mmWave) prinaša izboljšave pri funkcionalnosti umetne inteligence, robotike, AR/VR in/ali interneta stvari - pomembna izboljšanja zmogljivosti v primerjavi s prispevki prvih štirih generacij mobilnih omrežij. Poleg tega podjetje Verizon sodeluje z različnimi podjetji z namenom analize, kako lahko 5G ultra širokopasovno omrežje doda vrednost različnim panogam – od zdravstva do proizvodnje. Kot primer, podjetje Ericsson je sodelovalo z Emory Healthcare, največjim zdravstvenim sistemom v zvezni državi Georgia, in jim ponudilo storitev 5G ultra širokopasovno omrežje, da bi preučili, kako lahko 5G izboljša zdravstveno varstvo z

medicinskim usposabljanjem. Primeri uporabe vključujejo vpeljavo AR/VR za medicinsko izobraževanje, terapijo na daljavo, spremljanje bolnikov in pripravljenost urgentne sobe na daljavo (Ericsson, 2020b). Od oktobra 2020 so storitve 5G Home podjetja Verizon na voljo v osmih mestih v ZDA, medtem ko je konec leta 2020 načrtovano, da bo omenjena storitev na voljo v desetih mestih po vsej državi. Na voljo je tudi novo zasnovana strojna oprema – 5G Internet Gateway, ki podpira AR in hitrosti do 1 Gbps (Aftab, 2020).

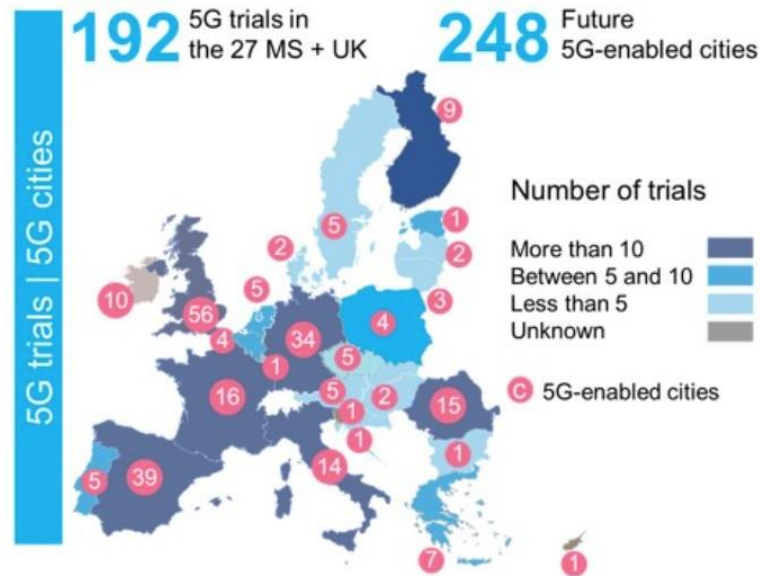
Drugič, najvišje ocene evropskega indeksa pripravljenosti na 5G tehnologijo (v padajočem vrstnem redu od 70,95 do 65,91) so bile leta 2019 dosežene na Finskem, v Švici, Nemčiji, na Danskem in Švedskem, medtem ko so Bosna in Hercegovina, Severna Makedonija, Ukrajina, Republika Moldavija in Hrvaška označene kot najslabše pripravljene države za uvedbo 5G tehnologije, pri čemer je Hrvaška dosegla najnižjo oceno (39,97) med državami članicami EU. Indeks je sestavljen iz številnih elementov, kot so infrastruktura in tehnologija (vključno s komercialnimi omrežji 5G in načrti dražb spektra 5G), predpisi in politika, inovacijsko področje, človeški kapital, profil države in povpraševanje. Indeks posledično predstavlja pomembno izhodišče za oceno pripravljenosti držav na vpeljavo 5G tehnologije. Poleg Hrvaške so naslednje države članice EU imele indeks pod 50,0 – Bolgarija, Grčija, Ciper, Slovaška, Romunija, Madžarska, Poljska in Češka – kar nakazuje, da med državami članicami EU obstaja prostor za izboljšave. Indeks Slovenije znaša 51,32. Posledično je bila Slovenija dodeljena v tretjo stopnjo izmed petih stopenj, ki označujejo pripravljenost na vpeljavo 5G tehnologije (Vir: inCITES). Na svetovni ravni so tri najbolj pripravljene države za izvajanje 5G tehnologije Avstralija, Južna Koreja in ZDA (Oxford Economics, 2019).

Konec marca 2020 je bilo vpeljanih zgolj 20,5% spektra 5G znotraj držav članic EU, kar je razvidno iz kazalnika pripravljenosti na 5G tehnologijo. Opazna je tudi heterogenost med državami članicami EU. Kazalnik prikazuje delež spektra, dodeljenega za namene 5G v vsaki državi članici v pionirskih pasovih 5G; 17 držav članic EU je konec marca 2020 dodelilo spekter v pionirskih pasovih 5G. Vodilne države, ki so vpeljale vsaj 60% spektra 5G tehnologije, so Nemčija, Finska, Madžarska in Italija. Hkrati so bile komercialne storitve 5G vpeljane v Veliki Britaniji in v 9 državah članicah EU – v Avstriji, na Finskem, v Nemčiji, na Madžarskem, Irskem, v Italiji, Latviji, Romuniji in Španiji. Pri čemer je potrebno poudariti, da morajo države članic EU še bolj preusmeriti svoje cilje k nadaljnji vpeljavi 5G tehnologije. Kljub temu pa so že skoraj vse države članice EU oblikovale svoje strategije k vpeljavi 5G tehnologije, znotraj katerih je poudarek na razpoložljivosti spektra, testiranju 5G tehnologije in ustvarjanju pametnih mest, ki temeljijo 5G. Vendar pa je kriza COVID-19 povzročila zakasnitev postopkov vpeljave 5G, ki bi morali potekati v drugem četrtletju leta 2020 (European Commission, 2020).

V mesecu juniju 2020, so iz 27 držav članic EU in iz Združenega kraljestva poročali o 192 vpeljavah 5G tehnologije, medtem ko je bilo ustvarjenih 248 pametnih mest, pri čemer so Združeno kraljestvo, Španija in Nemčija dosegle najvišje število pametnih mest – 56 v Združenem kraljestvu, 39 v Španiji in 34 v Nemčiji. V Španiji, Franciji, Italiji, Združenem kraljestvu, Nemčiji, na Finskem in v Romuniji so poročali o vsaj desetih primerih vpeljave 5G, kot je prikazano v grafu 8. Iz primerjave vpeljave spektra 5G po Evropi, Kitajski, Japonski, Južni Koreji in ZDA je razvidno, da ZDA vodi pri vpeljavi spektra nizkih pasov, medtem ko ima Evropa večji delež nedodeljenih kot dodeljenih spektrov nizkih pasov. Število vpeljav spektrov srednjih pasov je največje na Japonskem, Kitajskem in v Južni Koreji, medtem ko Evropa in ZDA dosegata nižje ravni dodelitve srednjih pasov. Niti Evropa

niti Kitajska nista vpeljali spektra visokih pasov, medtem ko so Južna Koreja, Japonska in ZDA vpeljale spektre visokih pasov (European 5G Observatory, 2020).

Graf 8: Število 5G vpeljav in pametnih mest, omogočenih zaradi 5G, v EU in Združenem kraljestvu



Vir: European 5G Observatory, 2020

Iz preučitve stopnje uvajanja 5G tehnologije v Sloveniji, je razvidno, da je 23. julija 2020 vodilni slovenski ponudnik telekomunikacijskih storitev Telekom Slovenije skupaj z podjetjem Ericsson, ki ponuja rešitve RAN in Packet Core, začel z uvedbo prvega komercialnega omrežja 5G v Sloveniji. Začetne storitve 5G pokrivajo približno 25 odstotkov slovenskega prebivalstva in so na voljo v večjih mestih po državi. Do konca leta 2020 Telekom Slovenije načrtuje pokritost s 5G povečati na 33 odstotkov celotnega prebivalstva. Nove storitve 5G so bile aktivirane z namestitvijo programske opreme na že obstoječo opremo Ericssonovega radijskega sistema in paketnega jedra, ki omogoča delitev spektra med 4G in 5G. Pričakuje se, da bo 5G uporabljen v obliki kampusnega omrežja, pri čemer bodo navidezna namenska omrežja na voljo različnim vertikalnim panogam – energetiki, prometu, logistiki, industriji, pametnim mestom, zdravstvenem sektorju, javni varnosti in ključnim storitvam – kar nakazuje, da bodo omrežja zagotovljena v okviru enotne fizične infrastrukture. 5G povezljivost predstavlja platformo, ki omogoča nove in inovativne industrijske in potrošniške storitve ter rešitve in poslovne modele. Uvedba 5G v Sloveniji bo imela pozitivne učinke, zlasti zaradi široke palete storitev na področju medijev, interneta stvari in AR/VR (Ericsson, 2020c).

Slovensko mesto Novo mesto s pomočjo naprednih rešitev 5G, ki jih ponuja Telekom Slovenije skupaj s podjetjem SAP Slovenija, postaja pametno mesto. Novo mesto je v središču mesta začelo ponujati pametna parkirišča z namenom zmanjšanja onesnaženosti zraka, saj lahko s pomočjo mobilne aplikacije uporabnik poišče brezplačno parkirno mesto. Poleg tega senzorji za preudarno uporabo naravnih virov – vode – zbirajo podatke o vlažnosti nogometnega igrišča in o porabi vode. Po potrebi se tla samodejno namočijo, s čimer se doseže boljši izkoristek vode. Pametni sistem javne razsvetljave, ki prispeva k nižji svetlobni onesnaženosti, je ravno tako v fazi razvoja (Telekom Slovenije, 2019).

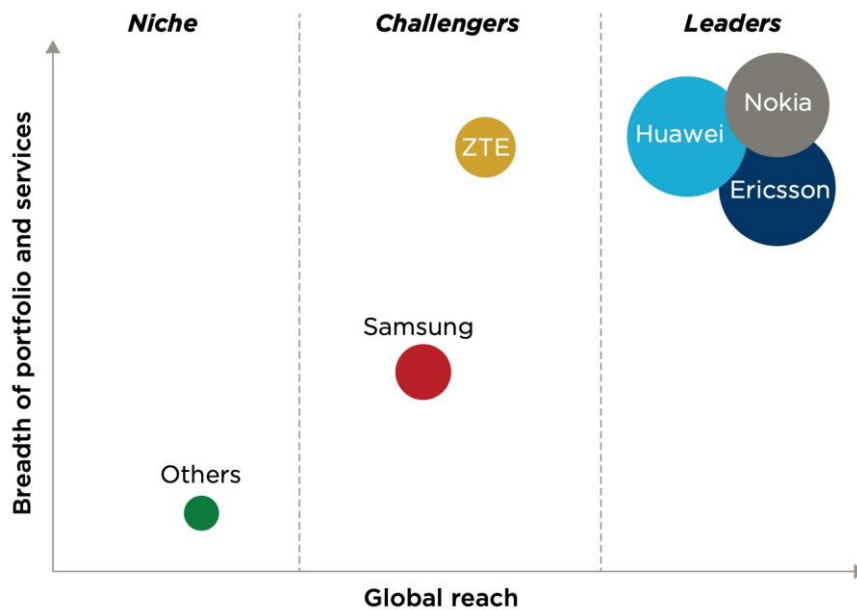
Logistični sektor v Sloveniji ima priložnost, da se razvije in doseže cilje Industrije 4.0, s pomočjo uvedbe 5G. Luka Koper (eno izmed glavnih pristanišč v jadranski regiji), skupaj s Telekomom Slovenije, koristi evropska sredstva znotraj projekta 5G-LOGINNOV. Cilj projekta je zagotoviti testni sistem, pri katerem se uporabljajo senzori, avtomatizacija, analitika in sistemi za upravljanje prometa ter avtonomni tovornjaki. Pričakuje se, da bodo procesi optimizirani, medtem ko bo upravljanje transportne logistike postalo učinkovitejše. Varnost prevozov tovora bo nadgrajena in okrepljen bo nadzor nad porabo električne energije (Telekom Slovenije, 2020).

Avgusta 2020 sta ameriški državni sekretar in slovenski zunanji minister podpisala skupno izjavo o varnosti tehnologije 5G. Cilj izjave je preprečiti vpletenost Kitajske v telekomunikacijski sektor, z namenom zagotovitve nacionalne varnosti in varovanja podatkov (Hacler in Masten, 2020).

3.1.2 Glavni ponudniki 5G tehnologije in njihove konkurenčne prednosti

Telekomunikacijsko infrastrukturo, na kateri temelji omrežje 5G, v glavnem sestavlja RAN, ki je v večini sestavljen iz mobilnih baznih postaj, ki brezžično povezujejo telekomunikacijska omrežja z mobilnimi napravami. Kot je razvidno iz grafa 9, so ključni globalni akterji pri ponudbi RAN kitajsko podjetje Huawei, švedsko podjetje Ericsson in finsko podjetje Nokia, ki imajo 31-odstotni, 29-odstotni in 23-odstotni tržni delež v vseh generacijah mobilne tehnologije. Omenjena podjetja imajo najširši svetovni doseg, najmočnejšo servisno podporo, najobsežnejši portfelj izdelkov in so bila tudi vodilna pri uvajanju 4G omrežij. Posledično se pričakuje, da bodo ta podjetja ostala v vlogi prevladujočih svetovnih akterjev, tudi ko bo 5G vse bolj razširjen. Samsung iz Južne Koreje in ZTE iz Kitajske veljata za vodilna izzivalca treh vodilnih podjetij na trgu. Kljub temu da imajo Ericsson, Huawei in Nokia razmeroma podobne tržne deleže in imajo vsi globalni odtis, se njihovi regionalni tržni deleži močno razlikujejo. Ericsson in Nokia prevladujeta na severnoameriškem trgu, kjer njun skupni tržni delež predstavlja skoraj 90%. Posledično je Huawei na tem trgu manj navzoč. Nasprotno pa ima ZTE majhno, a pomembno prisotnost v azijsko-pacifiški regiji, predvsem na račun Ericssona in Nokie (Oxford Economics, 2019).

Graf 9: Svetovni tržni deleži in tržne pozicije glavnih ponudnikov RAN v 2018

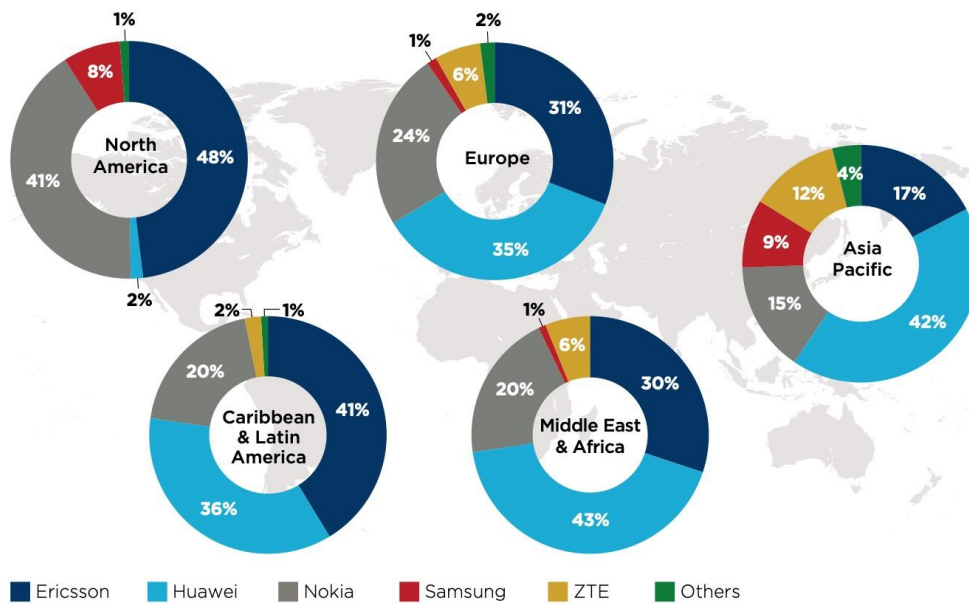


Vir: Oxford Economics, 2019

Vizija podjetja Samsung je, da se predstavi kot možna alternativa evropskim ponudnikom. Samsung je glavni ponudnik opreme 5G na domačem južnokorejskem trgu, kjer dobavlja več kot polovico uporabljene opreme. Poleg tega postaja tudi globalni akter, predvsem na račun podjetja Huawei, z zagotavljanjem poslov za dobavo opreme v ZDA, Kanadi in na Novi Zelandiji (Koh, 2020). Vendar pa zaradi evropske naklonjenosti uporabi istih dobaviteljev kot pri uvajanju tehnologije 4G (Nokia, Ericsson in Huawei) Samsung na ta trg ni uspel prodreti (Shah in Zhu, 2020).

Graf 10 prikazuje tržne deleže petih največjih svetovnih ponudnikov RAN. Razvidno je, da na severnoameriškem trgu prevladujeta Ericsson in Nokia, saj njun skupni tržni delež znaša skoraj 90%. Huawei na tem trgu skoraj ni prisoten, medtem ko ima tam Samsung skoraj enak tržni delež kot na domačem azijsko-pacifiškem trgu. Nasprotno je evropski trg manj koncentriran; največji tržni delež ima Huawei, tesno mu sledi Ericsson in nato Nokia. Zanimivo je, da ima ZTE v Evropi, skupaj z Bližnjim vzhodom in Afriko, drugi največji tržni delež. V slednji regiji je Huawei daleč najpomembnejši ponudnik, drugo mesto pa ima Ericsson. Azijsko-pacifiški trg je najbolj razpršen – Huawei ima na tem trgu prevladujoč položaj; vsi drugi ponudniki pa imajo razmeroma podobne tržne deleže. Ta trg je ključnega pomena tako za ZTE, kot tudi za Huawei. V Karibih in Latinski Ameriki Ericsson in Huawei skupaj prevladujeta na trgu s podobnimi tržnimi deleži. Razvidno je, da ima Ericsson največji ali drugi največji tržni delež v vseh svetovnih regijah (Oxford Economics, 2019).

Graf 10: Regijski tržni deleži na trgu RAN v 2018



Vir: Oxford Economics, 2019

Sledi analiza tehnoloških prednosti ključnih ponudnikov infrastrukture 5G. Pri določanju vodilne pozicije v 5G infrastrukturi je potrebno preučiti več dejavnikov:

- Prvič, ali ponudnik ponuja opremo, ki je pred-standardna ali ustreza zahtevam standarda NR (novi radio).
- Drugič, ali ima ponudnik javno objavljene postavitevne svoje opreme.
- Tretjič, ali širina in globina spektra podpirata nizke razpone (ang. low band).
- Četrto, ali ima posamezni ponudnik edinstvene značilnosti.
- Nazadnje, treba je preučiti, ali ponudnik trenutno ne izvršuje katerekoli javno napovedane poskusne dejavnosti ali implementacije 5G tehnologije.

Tabela 4 prikazuje tehnično primerjavo petih največjih akterjev v 5G infrastrukturi glede na zgoraj naštetih dejavnikov. Ericsson in Samsung veljata za vodilni podjetji zaradi močnih inovativnih dejavnosti in osredotočenosti na mmWave spekter. Nasprotno sta podjetji Huawei in Nokia na tem področju sledilca; prvo zaradi osredotočenosti na spekter sub 6, drugo pa zaradi pomanjkanja inovacij, zlasti glede programskih orodij in umetne inteligence. Nazadnje, ZTE zaradi morebitnih groženj na področju kibernetične varnosti in glob zaostaja za ostalimi ponudniki (Townsend, 2019). Raziskava, ki jo je izvedla odvetniška družba Bird & Bird, ugotavlja, da imata Ericsson in Samsung večino izjav o uvedbi omrežja 5G (tj. razkritja 5G tehničnih specifikacij – ang. raw disclosures to 5G-only technical specifications). Nokia in Huawei sta na četrtem oziroma petem mestu (Noble, Mutimear in Vary, 2019).

Tabela 4: Primerjava največjih ponudnikov tehnologije 5G

	Ericsson	Samsung	Huawei	Nokia	ZTE
5G infrastrukturne rešitve	Mobilni novi radio (NR), medpasovno združevanje ponudnikov, jedrne in integrirane radijske rešitve.	Razširitev predstandardnih in NR fiksne brezžičnega dostopa in mobilnosti.	Infrastrukturne rešitve 5G zajemajo celotno paleto rešitev.	Infrastrukturne rešitve 5G zajemajo celotno paleto rešitev.	Infrastrukturne rešitve 5G zajemajo celotno paleto rešitev.
Uvajanja	Na dan 19. julij 2019 je imelo podjetje sklenjenih 23 5G pogodb.	Več kot 53.000 enot v uporabi znotraj Južne Koreje ter širjenje iz osrednjih azijskih trgov v ZDA.	Več kot 100.000 5G enot po vsem svetu, od tega skoraj polovica v Evropi (40 sklenjenih pogodb).	Več kot 40 sklenjenih pogodb za dobavo 5G opreme.	25 pogodb 5G, ki so podprte z 50.000 baznimi postajami po vsem svetu.
Rešitve za spekter	Širok razpon spektra, rešitve za souporabo spektra (ang. spectrum sharing solutions) uporablja načrtovane algoritme, ki pospešujejo uvajanje in namestitve tehnologije 5G.	Enote podpirajo celotno širino spektra mmWave in sub 6, ki so uporabljene v 5G NR namestitvah.	Osredotočenost na sub 6 pasove, ker se operater na domačem trgu osredotoča na srednjefrekvenčni spekter. To lahko prinese konkurenčne slabosti, saj Ericsson in Samsung pospešeno razvijata mmWave.	Tako sub 6 kot mmWave z lastnimi AirScale rešitvami baznih postaj.	Osredotočenost na sub 6 spekter (podobno kot Huawei).
Pozitivne in negativne značilnosti	Naložbe v umetno inteligenco (vgrajeni inteligentni algoritmi v bazne postaje in opremljanje tehnikov z AR za izboljšano odpravljanje težav), osnova Linux zagotavlja agilnost, nižje obratovalne stroške in izboljšano delovanje omrežja za operaterje. Pomemben zgodovinski položaj.	Polprevodniki, kar dokazujejo nabori prilagojenih čipov in specializacija v ključnih vertikalnih primerih uporabe 5G (proizvodnja in avtomobilski sektor) ne samo 5G naprav, temveč tudi potrošniške elektronike.	Dostop do 200 milijonov dolarjev subvencij kitajske vlade in velike kreditne linije za stranke, ki znašajo 100 milijard dolarjev. Poleg tega razvija silicij AI (ang. AI silicon).	Pomanjkanje inovacij. Nepripravljenost na sprejem programsko opredeljenih orodij in umetne inteligence.	Možna grožnja kibernetiki varnosti; slednje bi bilo lahko rešeno z lastnimi jamstvenimi centri v Evropi in na Kitajskem (sledenje podjetju Huawei) in večjo preglednostjo.

Vir: Townsend, 2019

Glavni konkurenčni prednosti podjetja Huawei sta znatne naložbe v raziskave in razvoj ter nižje cene. Leta 2019 je Huawei v raziskave in razvoj vložil 18 milijard dolarjev; njegova glavna tekmeca Nokia in Ericsson temu nista uspela slediti, saj sta vložila 4,8 milijarde dolarjev oziroma 4 milijarde dolarjev. Toda vseeno je potrebno omeniti, da naložbe v raziskave in razvoj podjetja Huawei vključujejo vse naložbe v raziskave in razvoj, vključno z naložbami, ki niso nujno povezane s 5G (npr. televizorji, podatkovni centri, mobilni telefoni, čipi). Zato se lahko domneva, da so dejanske razlike v naložbah v raziskave in razvoj med tremi vodilnimi podjetji bistveno nižje. Vseeno pa se večina analitikov strinja, da če ima Huawei konkurenčno prednost, je to predvsem posledica njegove ponudbe široke palete izdelkov, kar je še posebej koristno, kadar kupci želijo kupiti vso opremo s strani enega prodajalca. Vseeno pa imajo vsi ponudniki tehnologije 5G svoje konkurenčne prednosti (Morris, 2020).

Ker sta Nokia in Ericsson predvsem ponudnika informacijske in komunikacijske tehnologije (IKT), medtem ko Samsung in Huawei delujeta tudi v drugih sektorjih, imata slednja lahko konkurenčno prednost, ker nista popolnoma odvisna od prodaje svoje opreme IKT, saj se

lahko zaneseta tudi na prihodke od elektronskih naprav in drugih virov prihodkov (npr. mobilni telefoni, televizorji, računalniki in domača elektronika). Ker podjetji delujeta v več sektorjih, so njihovi prihodki zaščiteni pred šoki znotraj IKT sektorja (Ericsson, 2020a; Huawei, 2020; Nokia, 2020; Samsung, 2020).

Vseeno pa bo zaradi političnih odločitev sodelovanje pri implementaciji in širitvi 5G s strani enega od treh ključnih akterjev, podjetja Huawei, verjetno omejeno. Ker je tudi ZTE kitajsko podjetje, ga zavezujejo enake omejitve kot Huawei, kar močno omejuje njegove možnosti za prodor na zahodu. ZDA so izrazile številne pomisleke glede varnosti opreme podjetja Huawei. Zato je ameriška vlada sprožila pobudo, imenovano Čisto omrežje. Slednja predstavlja *"celovit pristop k varovanju državnih sredstev, vključno z zasebnostjo državljanov in najbolj občutljivimi informacijami podjetij pred agresivnimi vdori zlonamernih akterjev, kot je kitajska komunistična stranka"* (US Department of State, brez datuma).

Pobuda Čisto omrežje naslavlja dolgoročna tveganja za varnost, zasebnost podatkov, etična partnerstva in človekove pravice, s katerimi lahko avtoritarni režimi ogrožajo svobodni svet. Trenutno je pobudi Čisto omrežje pridruženih več kot trideset držav, ki so se zavezale, da bodo svoja omrežja 5G zaščitile pred nezaupljivimi prodajalci in s tem posledično preprečile vpletenost kitajske komunistične stranke v njihove telekomunikacijske sektorje. Države, ki so se pridružile pobudi, so med drugim Albanija, Avstralija, Kanada, Češka, Danska, Estonija, Francija, Grčija, Izrael, Japonska, Latvija, Norveška, Poljska, Romunija, Slovenija, Švedska, Tajvan, Združeno kraljestvo, ZDA in Vietnam (US Mission Denmark, 2020).

Izključitev podjetja Huawei iz kroga potencialnih ponudnikov 5G tehnologije v razvitih državah bi predstavljala pomembno konkurenčno prednost in priložnost za povečanje prihodkov drugim ponudnikom, zlasti podjetjema Ericsson in Nokia. Če slednja teh priložnosti ne bosta uspela izkoristiti, bo največ pridobil Samsung, zlasti zaradi prisotnosti na zelo naprednih južnokorejskih in severnoameriških trgih (Oxford Economics, 2019).

3.1.3 Ekonomske in potrošniške koristi proste konkurence med ponudniki tehnologije 5G

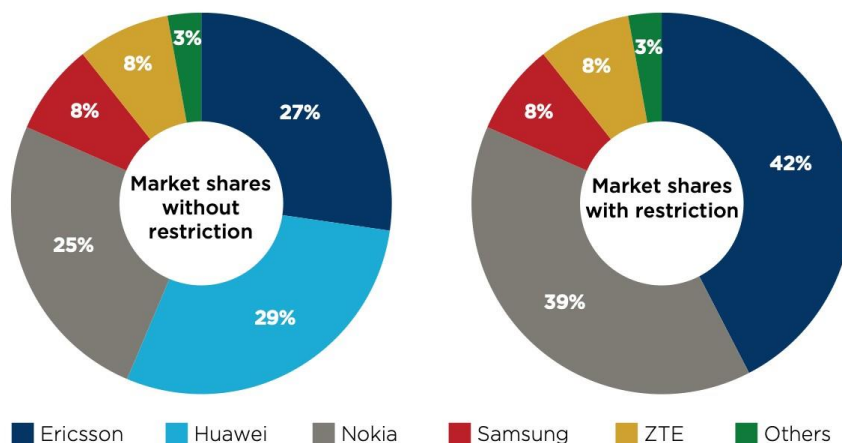
Pričakuje se, da bodo tehnološke koristi iz razvoja 5G transformativne in morda revolucionarne tako za industrijo kot tudi za prebivalstvo. Ker je svet trenutno v postopku uvajanja 5G, bo konkurenčen trg pomagal zagotoviti čim bolj ekonomično, cenovno ugodno in hitro namestitev omrežne infrastrukture. Kljub temu so vprašanja nacionalne varnosti in zasebnosti prisilila številne države, da kitajskim prodajalcem omrežij omejijo prodajo 5G omrežne opreme domačim ponudnikom telekomunikacijskih storitev. Te omejitve veljajo kljub temu, da je Huawei zagotovil, da se nikoli ni ukvarjal z industrijskim vohunjenjem niti ni dovolil, da kitajska vlada zavestno vdre v njegovo tehnologijo (Oxford Economics, 2019).

Tradicionalna ekonomska teorija pravi, da bi bilo postavljanje omejitev ključnemu globalnemu prodajalcu – npr. podjetju Huawei – pospremljeno z višjimi cenami, kar bi lahko upočasnilo vpeljavo in širitev 5G. Posledično bi bili lahko rast produktivnosti in kakovost opreme nižja. Skladno z ekonomsko teorijo je konkurenca na ravni podjetja

koristna za druga podjetja, ki delujejo v različnih sektorjih, in tudi za potrošnike. Teorija o konkurenčnih trgih predlaga, da potrošniki plačajo nižje cene za boljše izdelke in, kot posledica, zagotovijo, da podjetja, ki ponujajo najboljše ocenjene in najkakovostnejše izdelke, na koncu uspejo. Konkurenca med ponudniki infrastrukture 5G bi pripomogla k povečanju dobička ter prinesla koristi od tehnoloških inovacij.

Kljub temu to ne pomeni, da bi zgolj povečanje števila konkurentov na trgu omrežne infrastrukture 5G samodejno prispevalo k hitrejšim inovacijam ali nižjim cenam. V sektorjih, kjer morajo podjetja pred ustvarjanjem dobička pokriti znatne fiksne stroške – npr. naložbe v velike proizvodne ali raziskovalne in razvojne objekte, kot je to v segmentu infrastrukture 5G – veliko število konkurentov pomeni podvojitev teh stroškov, kar vodi v izgube produktivnosti. V tem primeru bi lahko nekaj večjih konkurentov, ki so že obsežno vlagali v raziskave in razvoj in pridobili potrebna tehnološka znanja, izboljšalo učinkovitost in blaginjo. Nasprotno pa lahko prepoved sodelovanja pomembnemu akterju v omrežju 5G povzroči manjši konkurenčni pritisk na druge velike ponudnike in večjo koncentracijo na trgu. Posledično bi se investicijski izdatki povečali, hitrost uvajanja pa bi se lahko zmanjšala, kar bi na koncu povzročilo manj inovacij, nižjo tehnološko rast in nižje plače za zaposlene (Oxford Economics, 2019).

Graf 11: Svetovni tržni deleži z omejitvami in brez omejitev za Huawei, na podlagi prihodkov od tehnologije 4G



Vir: Oxford Economics, 2019

Izključitev podjetja Huawei nima enakih posledic v vseh delih sveta. V Severni Ameriki ima Huawei zaradi že obstoječih omejitev zelo majhen tržni delež (2%), ki ga bodo ostala podjetja hitro prevzela, najverjetneje Ericsson in/ali Nokia (kot je razvidno iz grafa 11), potencialno pa tudi Samsung. Na drugi strani pa se razmere v Evropi precej razlikujejo. Ker je evropski tržni delež podjetja Huawei leta 2018 znašal 36% (je največji ponudnik), omejitve za Huawei pomenijo znatno povečanje koncentracije na evropskem trgu. Podobno je tudi v drugih delih sveta. Če Huawei ne bi imel nobenih omejitev, bi njegov tržni delež infrastrukture 5G na svetovni ravni znašal 29%; v Evropi 36% in v Severni Ameriki 2% – kot je razvidno iz tabele 5 (Oxford Economics, 2019).

Tabela 5: Pričakovani tržni deleži 5G RAN tehnologije podjetja Huawei (po regijah brez omejitev), na podlagi regionalnih tržnih deležev 4G LTE v 2018

Regija	Preučevane države	Huawei	Nokia	Ericsson
Severna Amerika	Kanada in ZDA	2%	42%	47%
Evropa	Francija, Nemčija in Združeno kraljestvo	36%	26%	28%
Svet	Avstralija, Indija in Japonska	29%	25%	27%

Vir: Oxford Economics, 2019

Študija, ki jo je izvedla družba Oxford Economics, je modelirala izključitev dobavitelja v velikosti podjetja Huawei. Ker študija upošteva samo ekonomski vpliv zaradi povečane koncentracije in ne upošteva izgube tehnološkega znanja, zmogljivosti in izkušenj, ki so značilne za Huawei, je ustreznejše, da se izključitev modelira na način, da temelji na omejitvah konkurenta v velikosti podjetja Huawei in ne implicitno na podjetje Huawei. Huawei je eden največjih vlagateljev v raziskave in razvoj in naj bi imel, zaradi svoje tehnološke moči, konkurenčne prednosti.

Študija se osredotoča na potencialno omejitev dobavitelja velikosti podjetja Huawei na osmih razvitih tehnoloških trgih Avstralije, Kanade, Francije, Nemčije, Indije, Japonske, Združenega kraljestva in ZDA, glede na pričakovano povečanje investicijskih stroškov, zamude pri uvajanju 5G in nižjih ravneh nacionalnih BDP. Rezultati kažejo, da bi **omejitev ključnega dobavitelja 5G** infrastrukture pri gradnji omrežja države najverjetneje **povečala naložbene stroške te države za 16% do 19%**. Natančneje, investicijski stroški naj bi bili višji za milijardo dolarjev v ZDA, za 300 milijonov dolarjev v Kanadi, za po 400 milijonov dolarjev v Franciji, Nemčiji in Veliki Britaniji, za 1,4 milijarde dolarjev na Japonskem, za 500 milijonov dolarjev v Indiji in za 200 milijonov dolarjev v Avstraliji (Oxford Economics, 2019).

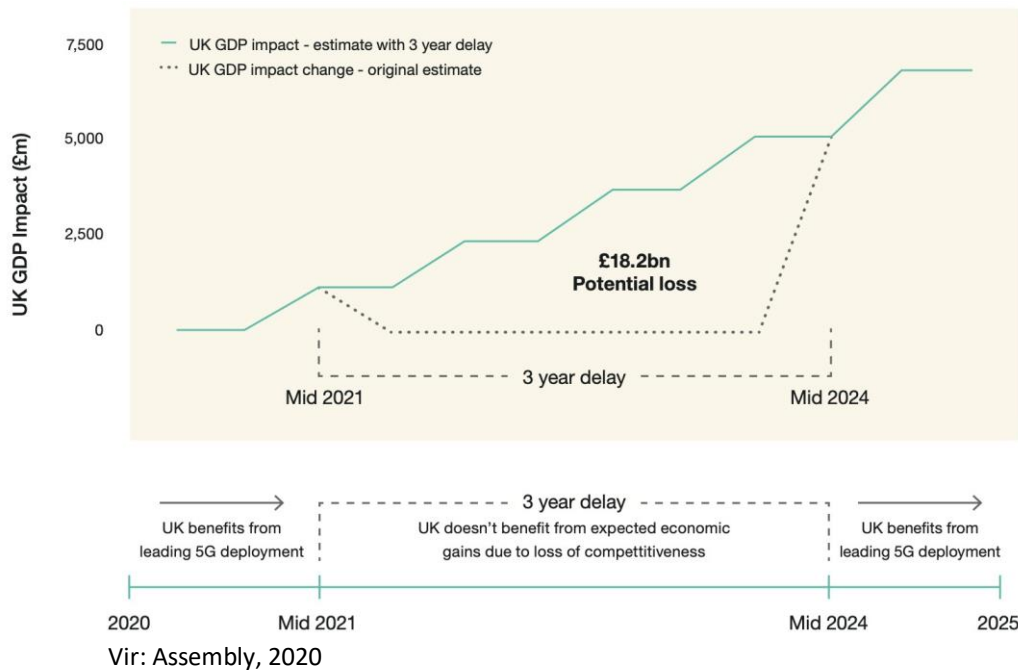
Poleg tega bi bil dostop do 5G omrežja zaradi povečanih stroškov omejevanje konkurence v naslednjem desetletju zakasnen za milijone ljudi. Samo v ZDA naj bi do leta 2023 imelo dostop do 5G 11,6 milijona ljudi manj (3,4% celotnega prebivalstva) v primerjavi s stanjem brez tovrstnih omejitev. Ta številka naj bi v Indiji dosegla 31,8 milijona, v Združenem kraljestvu 7,4 milijona, v Nemčiji 7,1 milijona ter v Franciji 4,0 milijona.

Ameriški BDP naj bi bil leta 2035, zaradi teh omejitev, za 22 milijard dolarjev nižji. Za vseh osem držav skupaj **izključitev podjetja Huawei pomeni za 100 dolarjev nižji BDP na prebivalca** v primerjavi s stanjem brez kakršnih koli omejitev (Oxford Economics, 2019).

Dodatno, odstranitev in prepoved podjetja Huawei iz omrežij 5G v Združenem kraljestvu bi lahko do leta 2027 znatno upočasnila načrte operaterjev za uvajanje 5G. Vlada trenutno pričakuje triletno zamudo pri uvajanju 5G, kar bi negativno vplivalo na britansko gospodarstvo v višini 18,2 milijarde funtov in bi država izgubila svoje konkurenčne prednosti pri implementaciji 5G, kot je razvidno iz grafa 12. Od tega bi bilo skupno izgubljenih 10 milijard funtov koristi od produktivnosti, mobilni telekomunikacijski sektor in z njim povezane industrije bi se soočili z izgubami v višini 4,7 milijardami funtov oziroma 2 milijardami funtov, gospodarstvo na splošno pa bi izgubilo 1,5 milijarde funtov. Odstranitev in zamenjava že nameščene opreme podjetja Huawei bi britanskim telekomunikacijskim podjetjem povzročila precejšnje stroške. Poleg tega, če Združeno

kraljestvo ne bo ohranilo vodilnega položaja v svetu pri 5G, verjetno ne bo v celoti uresničilo pričakovanega prispevka 5G k BDP v višini 173 milijard funtov med leti 2020 in 2030. Če bi se sedanji časovni načrt za popolno izključitev opreme podjetja Huawei iz omrežja Združenega kraljestva skrajšal, bi bili stroški zamujave še višji, zamuda pri uvajanju 5G pa še daljša. To bi dodatno zmanjšalo morebitne gospodarske koristi, ki izhajajo iz 5G tehnologije (Assembly, 2020).

Graf 12: Predvidene ekonomske posledice zamude pri implementaciji 5G za Združeno kraljestvo



Po vedenju avtorjev so to prvi in edini celoviti študiji, ki preučujeta in merita ekonomske učinke omejitev določenega prodajalca opreme 5G na ravni držav, obe pa sta naročeni s strani podjetja Huawei. Ker je podjetju Huawei in drugim kitajskim podjetjem omrežne infrastrukture delovanje v ZDA že dalj časa omejeno, so neposredni učinki na ameriško gospodarstvo manjši kot za druge države. Združeno kraljestvo je v središču pozornosti, saj je bila oprema podjetja Huawei v omrežjih ostalih generacij dovoljena že več kot 15 let. Vendar se je Združeno kraljestvo zaradi močnega pritiska ZDA odločilo, da bo opremo podjetja Huawei omejilo in odstranilo iz svojih 5G omrežij. Zaradi pripravljenosti in želje po sklenitvi sporazuma o prosti trgovini z ZDA po izstopu Združenega kraljestva iz Evropske unije, je Združeno kraljestvo postalo bolj odprto za navedene pomisleke ZDA o kibernetiki varnosti (Assembly, 2020).

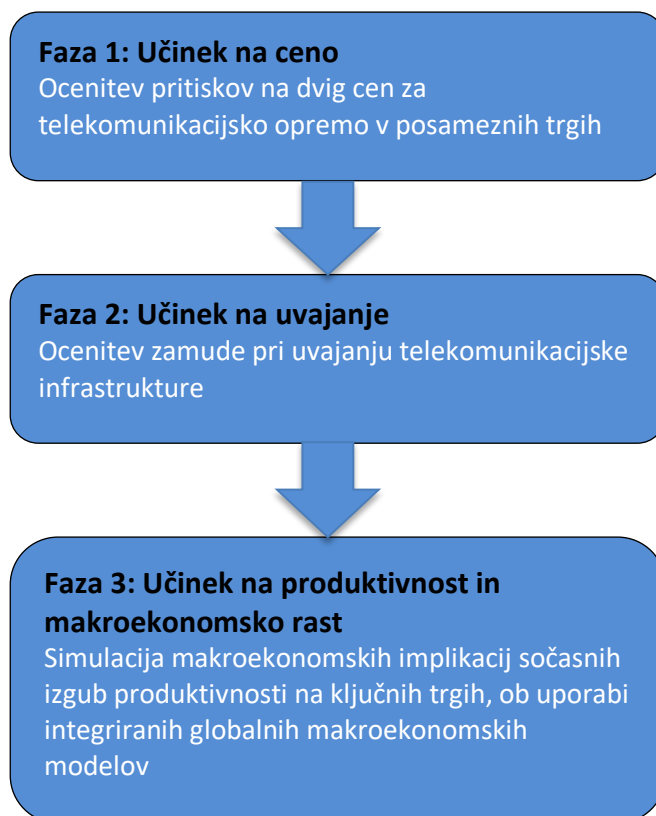
Kljub temu pa bi lahko trdili, da bi prepoved opreme 5G podjetja Huawei podjetjem Ericsson, Nokia in drugim omogočila, da "nadoknadijo" ali celo pridobijo prednost pred kitajskimi konkurenti, kar bi lahko imelo dolgoročne koristi, zlasti če bi bilo ugotovljeno, da so obstoječi pomisleki glede varnosti resnični. Navsezadnje je jasno, da omrežja 5G in telekomunikacije na splošno spadajo znotraj strateških industrij suverene države, zato

odločitev o sodelovanju tujih akterjev ne bi smeli obravnavati izključno iz ekonomskega vidika.

3.2 METODOLOGIJA ZA OCENJEVANJE VPLIVA POTENCIALNE IZKLUČITVE PODJETJA HUAWEI NA GOSPODARSTVO

Kot je bilo že poudarjeno, bi izključitev katerega koli dobavitelja s trga, zlasti kadar vodi do povečanja koncentracije na trgu, lahko vodila v večjo oligopolno moč vodilnih obstoječih podjetij in višjo tržno ceno. Za oceno ekonomskih stroškov izključitve podjetja Huawei iz evropskih trgov uporabljamo metodološki okvir študije Oxford Economics (2019), ki je razvila tristopenjski okvir za oceno učinka izključitve podjetja Huawei iz trgov omrežne opreme (graf 13).

Graf 13: Tri-fazni okvir za modeliranje ocene ekonomskih stroškov izključitve podjetja Huawei iz trga telekomunikacijske opreme



Vir: Oxford Economics, 2019, graf 17

Zmanjšanje tržne konkurence, ki bi ga povzročila izključitev enega od dobaviteljev, sprva vpliva na ceno. Oxford Economics uporablja tri vzporedne pristope za merjenje učinka (i) zmanjšane števila dobaviteljev in (ii) koncentracije dobavitelja na trgu na ceno omrežne opreme: (a) teoretični oligopolni model, (b) metoda simulacije združitvev in (c) empirični dokazi iz retrospektivnega pregleda združitvev s strani Evropske komisije. Kljub temu, da

različni pristopi vodijo do istega sklepa (zvišanja cen), se razlikujejo v oceni velikosti dejanskega vpliva.

Tabela 6 prikazuje vpliv zmanjšanja števila konkurentov na ceno v skladu z linearnim modelom povpraševanja. Vpliv na ceno se giblje od 12- do 23-odstotnega dviga cen, odvisno od skupnega števila dobaviteljev na trgu.

Tabela 6: Učinek na ceno po teoriji linearnega povpraševanja

Država	Sprememba v številu konkurentov	Uporabljeni tržni deleži	Sprememba v ceni
Avstralija	5 do 4	LTE svet	12%
Kanada	3 do 2	LTE Severna Amerika	23%
Francija	4 do 3	LTE Evropa	16%
Nemčija	4 do 3	LTE Evropa	16%
Indija	5 do 4	LTE svet	12%
Japonska	5 do 4	LTE svet	12%
Združeno kraljestvo	4 do 3	LTE Evropa	16%
ZDA	3 do 2	LTE Severna Amerika	23%
Svet	5 do 4	LTE svet	12%

Vir: Oxford Economics, 2019, graf 19

Tako kot na slovenskem trgu bi tudi na ameriškem in kanadskem trgu prišlo do padca števila konkurentov iz tri na dva, kar bi povzročilo 23-odstotno povišanje cen. Z izključitvijo podjetja Huawei s slovenskega infrastrukturnega trga 5G bi ostala le Ericsson in Nokia.

Tabela 7: Učinek na ceno, ob uporabi teorije krivulje povpraševanja CES

Država	Sprememba v HHI	Uporabljeni tržni deleži	Mediana spremembe v ceni (številne predpostavke)
Avstralija	0,11%	LTE svet	23%
Kanada	0,01%	LTE Severna Amerika	14%
Francija	0,13%	LTE Evropa	24%
Nemčija	0,13%	LTE Evropa	24%
Indija	0,11%	LTE svet	23%
Japonska	0,11%	LTE svet	23%
Združeno kraljestvo	0,13%	LTE Evropa	24%
ZDA	0,01%	LTE Severna Amerika	14%
Svet	0,11%	LTE svet	23%

Opomba: HHI – Hirschman-Herfindahl indeks koncentracije.

Vir: Oxford Economics, 2019, graf 20

Tabela 7 prikazuje spremembe cen zaradi zmanjšanja števila konkurentov na podlagi krivulje povpraševanja CES. Ocene učinka se gibljejo med 14- in 23-odstotnim dvigom cen. Najvišja zvišanja cen naj bi se zgodila v Franciji, Nemčiji in Združenem kraljestvu, medtem

ko se mediana cene na spodnjem koncu spektra na ameriškem in kanadskem trgu zviša za 14%.

Vzrok preobrata je sorazmerno šibkejši položaj podjetja Huawei na severnoameriškem trgu, kjer ima podjetje nizek tržni delež v primerjavi z glavnimi konkurenti. Posledično izključitev podjetja Huawei s trga le nekoliko poveča HH indeks tržne koncentracije.

Vpliv izključitve podjetja Huawei s trga na podlagi simulacije združitve je odvisen od razmerja preusmeritve podjetja Huawei do konkurentov in od stopnje dobička v industriji (Damodaran, 2019). Tako kot v primeru sprememb cen, napovedanih na podlagi linearnega povpraševanja, je najvišje zvišanje cen pričakovano v Kanadi in ZDA (27-odstotno zvišanje tržne cene zaradi izključitve podjetja Huawei s teh trgov).

Tabela 8: Učinek na ceno, ob uporabi metode simulacije združitve

Država	Preusmeritev tržnega deleža k Ericsson	Preusmeritev tržnega deleža k Nokia	Marže v industriji	Uporabljeni tržni deleži	Sprememba v ceni
Avstralija	52,00%	48,00%	27%	LTE svet	6%
Kanada	53,30%	46,70%	53%	LTE Severna Amerika	27%
Francija	52,40%	47,60%	34%	LTE Evropa	9%
Nemčija	52,40%	47,60%	34%	LTE Evropa	9%
Indija	52,00%	48,00%	27%	LTE svet	6%
Japonska	52,00%	48,00%	33%	LTE svet	9%
Združeno kraljestvo	52,40%	47,60%	34%	LTE Evropa	9%
ZDA	53,30%	46,70%	53%	LTE Severna Amerika	27%
Svet	52,00%	48,00%	38%	LTE svet	10%

Vir: Oxford Economics, 2019, graf 21

Napovedovanje vpliva na cene, ob upoštevanju empiričnih dokazov, temelji na dvostopenjskem postopku, pri čemer prvi korak vključuje pregled zgodovinskih podatkov o združitvah, ki vključujejo podatke o indeksu Hirschman-Herfindahl (HHI). Ugotovljeno je bilo, da je mediana spremembe cene, ki ustreza 100-odstotni spremembi HHI, enaka 2,43%. Ta podatek je za oceno vpliva na ceno v drugi fazi združen z ocenami povečanja HHI.

Tudi ob uporabi metode iz tabele 9 je najnižji vpliv na dvig cen pričakovan za ZDA in Kanado, največji vpliv na dvig cen pa se napoveduje v Franciji, Nemčiji in v Združenem kraljestvu.

Tabela 9: Učinek na ceno, ob uporabi metode simulacije združitev

Država	Sprememba v HHI	Uporabljeni tržni deleži	Sprememba v ceni
Avstralija	0,04%	LTE svet	27%
Kanada	0,01%	LTE Severna Amerika	4%
Francija	0,13%	LTE Evropa	31%
Nemčija	0,13%	LTE Evropa	31%
Indija	0,04%	LTE svet	27%
Japonska	0,04%	LTE svet	27%
Združeno kraljestvo	0,13%	LTE Evropa	31%
ZDA	0,01%	LTE Severna Amerika	4%
Svet	0,05%	LTE svet	27%

Opomba: HHI – Hirschman-Herfindahl indeks koncentracije.

Vir: Oxford Economics, 2019, graf 23

Skupno analiziranje zgoraj omenjenih ocen prikazuje številne možne vplive na cene zaradi omejitev podjetju Huawei. Ker vsa podjetja konkurirajo na mednarodnem trgu, je potrebno narediti popravek za mednarodno konkurenco, kar je razvidno v tabeli 10, ki prikazuje razpon zvišanj cen zaradi koncentracije na trgu po izključitvi podjetja Huawei.

Tabela 10: Učinek na ceno zaradi omejitev na Huawei, ob upoštevanju popravkov za mednarodno konkurenco

Država	Učinek na ceno: scenarij z nizkimi stroški	Učinek na ceno: scenarij s srednjimi stroški	Učinek na ceno: scenarij z visokimi stroški
Avstralija in Indija	8%	17%	27%
Kanada in ZDA	8%	16%	24%
Francija, Nemčija in Združeno kraljestvo	9%	19%	29%
Japonska	9%	18%	27%

Vir: Oxford Economics, 2019, graf 25

3.3 POVZETEK OCENJENEGA UČINKA MOREBITNEGA IZKLJUČEVANJA PODJETJA HUAWEI NA RAST IN PRODUKTIVNOST ZAHODNIH GOSPODARSTEV

Študija Oxford Economics (2019) za merjenje hitrosti uvajanja 5G tehnologije ali za merjenje zamud pri uvajanju, povezanih s povišanjem cen, uporablja izračunane obsege vplivov na cene. Vplivi na produktivnost se ocenjujejo na podlagi zamud pri uvajanju.

Kot je razvidno iz tabele 11, se ocenjuje, da bo prišlo do med 0,15 in 0,3-odstotka letnega upada BDP kot posledice omejitev na podjetje Huawei na zahodnih trgih, kot napoveduje študija Oxford Economics. Slednja nakazuje, da bo trg v petih letih učinkovito nadoknadil zaostanek in dohitel običajno hitrostjo uvajanja.

Po scenariju srednjih stroškov se rast BDP v prvem letu upočasni za 0,15%, nato pa se upočasnitev rasti v naslednjih letih podvoji na 0,3%.

Tabela 11: Učinek povišanja cen na produktivnost in makroekonomsko rast na zahodnih trgih

	Scenarij nizkih stroškov	Scenarij srednjih stroškov	Scenarij visokih stroškov
Zmanjšanje stopnje rasti	0,15% letno	0,15% v prvem letu ter 0,3% med drugim in petim letom	0,3% letno

Vir: Oxford Economics, 2019

4 VPLIV MOREBITNE IZKLJUČITVE PODJETJA HUAWEI NA SLOVENSKO GOSPODARSTVO

Poglavje analizira potencialni vpliv izključitve podjetja Huawei na slovensko gospodarstvo. Izključitev podjetja Huawei s seznama potencialnih ponudnikov opreme 5G naj bi imela vsaj tri večje vplive na slovensko gospodarstvo:

1. Vpliv na povečanje investicijskih stroškov v 5G omrežje zaradi omejene konkurence,
2. Vpliv na upočasnitev vpeljave 5G omrežja zaradi povečanih investicijskih stroškov, kar vodi k večjemu deležu prebivalstva brez dostopa do 5G omrežja,
3. Vpliv na izgubo produktivnosti in trajno izgubo BDP zaradi počasnejšega uvajanja omrežja 5G.

V naslednjih podpoglavjih podajamo ocene omenjenih potencialnih negativnih učinkov na slovensko gospodarstvo zaradi omejene konkurence na trgu opreme 5G.

4.1 VPLIV POVIŠANJA INVESTICIJSKIH STROŠKOV V 5G

Kot je prikazano v prejšnjem poglavju, bi omejitev števila ponudnikov na trgu infrastrukture 5G verjetno povzročila znatno povišanje cen opreme 5G. V primeru izključitve podjetja Huawei s slovenskega infrastrukturnega trga 5G bi kot konkurenta ostala le Ericsson in Nokia, katerima bi izključitev podjetja Huawei omogočila zvišanje cen.

Za ocenjevanje cenovnega učinka omejevanja konkurence iz treh na dva ponudnika opreme 5G smo uporabili ocene študije Oxford Economics (2019), predvidene za Evropo, kjer je pričakovano povišanje cen v razponu med 9% in 29%. Te spremembe cen smo prilagodili z upoštevanjem dejstva, da mobilne storitve znašajo vsaj 60% prihodkov ponudnikov telekomunikacijskih storitev (Telekom Letno poročilo, 2019) in največ 100% (A1). Povišanje cen mobilnih opravil smo posledično prilagodili z 70-odstotno utežjo (povprečje prihodkov od mobilnih storitev glede na deleže prihodkov Telekoma Slovenije in A1). Ob predpostavkah popolnega prenosa cen in nespremenjenih cen fiksnih storitev bi bil povprečni učinek cen med 6,3% ($= 9\% * 0,7$) za scenarij z nizkimi stroški in 20,3% ($= 29\% * 0,7$) za scenarij visokih stroškov.

V nadaljevanju simuliramo tri glavne scenarije: scenarij z nizkimi, srednjimi in visokimi stroški s pripadajočimi povišanji cen za 6,3%, 13,3% in 20,3%. Najprej je simuliran vpliv povečanih stroškov opreme 5G na zapoznelo uvajanje 5G za vse tri glavne ponudnike mobilnih telekomunikacij v Sloveniji (Telekom Slovenije, A1 in Telemach).

Uporabljene so javno dostopne informacije o številu trenutno nameščenih 4G baznih postaj s strani Telekoma Slovenije (ob upoštevanju podatkov iz začetka leta 2020). Nato je izračunano število baznih postaj za A1 in Telemach na podlagi tržnih deležev mobilnih telekomunikacij in obsega pokritosti prebivalstva.

Nato so upoštewane informacije o nedavnem uvajanju 5G s strani ponudnikov telekomunikacijskih storitev. Z nadgradnjo 150 baznih postaj je Telekom Slovenije septembra 2020 zagnal omrežje 5G, delež prebivalstva z dostopom do omrežja 5G pa naj bi do konca leta povečal iz 25% na 33%. Po dostopnih informacijah je doslej A1 za

poskusno uporabo namestil eno bazno postajo 5G, Telemach pa z uvedbo 5G ne bo začel pred letom 2021.

V našem osnovnem scenariju model simulira naložbene izdatke (CAPEX) treh ponudnikov telekomunikacijskih storitev, ob upoštevanju pričakovanj glede uvajanja 5G, z namenom, da bi podjetja dosegla svojo ciljno pokritost prebivalstva z omrežjem 5G do leta 2025. Uporabljena je predpostavka, da stroški nadgradnje na omrežje 5G znašajo 70.000 evrov na bazno postajo.

Povečanje stroškov opreme 5G v razponu od 6,3% do 20,3% zaradi omejevanja konkurence ne bo le upočasnilo uvedbe omrežja 5G, temveč bo tudi povzročilo nepotrebno povečanje naložbenih izdatkov vseh ponudnikov telekomunikacijskih storitev za izgradnjo lastnih 5G omrežij. Naši izračuni kažejo, da bo omejevanje konkurence na trgu 5G infrastrukturne opreme v obdobju 2021–2026 privedlo do splošnega povečanja stroškov gradnje nacionalnega 5G omrežja v razponu med 18 in 57 milijonov evrov. V našem scenariju srednjih stroškov, ki predvideva povišanje stroškov opreme za 13,3% bo omejena konkurenca pri vseh ponudnikih telekomunikacijskih storitev skupno povečala naložbene izdatke za več kot 37 milijonov evrov v primerjavi z osnovnim scenarijem.

Tabela 12: Pričakovano povečanje naložbenih izdatkov, namenjenih za tehnologijo 5G zaradi omejene konkurence

Povečanje CAPEX	Scenarij nizkih stroškov	Scenarij srednjih stroškov	Scenarij višjih stroškov
milijon EUR	17,7	37,4	57,1
%	6,3%	13,3%	20,3%

Opomba: Številke prikazujejo povišanje CAPEX glede na izhodiščni scenarij.

Vir: Lastni izračuni.

4.2 VPLIV NA UPOČASNITEV VPeljAVE OMREŽJA 5G

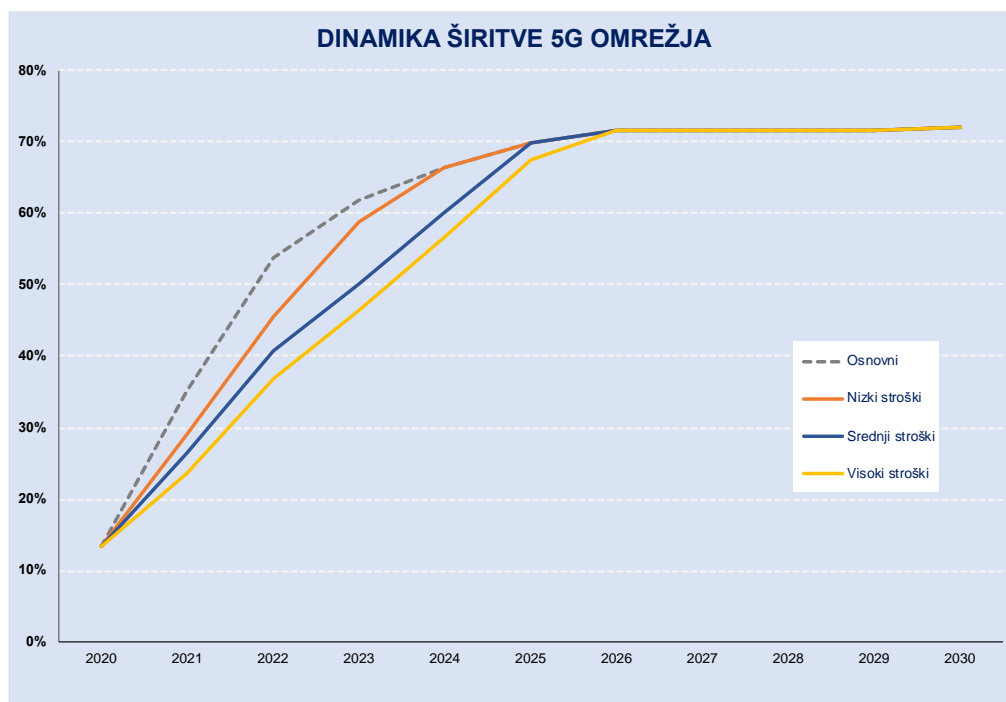
Povečanje stroškov opreme 5G zaradi omejitev konkurence naj bi povzročilo zapoznelo uvajanje omrežja 5G. Za oceno učinka zvišanih cen na uvajanje omrežja 5G uporabljamo enako metodologijo, kot je uporabljena v študiji Oxford Economics (2019). V tem modelu povečanje investicijskih stroškov vodi do zmanjšanja deleža prebivalstva z dostopom do 5G omrežja, ob predpostavki, da skupni naložbeni izdatki operaterjev ostanejo enaki.

V našem osnovnem scenariju za ocenitev vpliva zvišanja cen na vpeljavo 5G zaradi omejene konkurence najprej simuliramo dinamiko uvajanja 5G tehnologije do leta 2030 s strani treh največjih slovenskih ponudnikov telekomunikacijskih storitev in zahtevanih naložbenih izdatkov na prebivalca. Nato učinek zvišanja cen na vpeljavo 5G ocenimo ob upoštevanju enake ravni letnih investicij, kot je predvidena v osnovnem scenariju, vendar z višjimi zahtevanimi naložbenimi izdatki na prebivalca. To pomeni, da povišanje cen vodi v povečanje zahtevanih naložbenih izdatkov na prebivalca in da bodo posledično operaterji lahko nadgradili manj baznih postaj na 5G tehnologijo. V primeru, če omejitve konkurence povzročijo 10-odstotno zvišanje cen, se naložbeni izdatki na prebivalca, potrebni za razširitev pokritosti 5G, povečajo za 10% in posledično bodo ponudniki

telekomunikacijskih storitev lahko nadgradili za 10% manj baznih postaj. To pa pomeni počasnejšo dinamiko uvajanja 5G omrežij in pokrivanje manjšega števila prebivalstva, kot je bilo prvotno načrtovano.

Naše simulacije kažejo, da bo v primeru blagega zvišanja cen opreme 5G (scenarij z nizkimi stroški) pokritost prebivalstva, ki ima dostop do omrežja 5G, dohitela osnovni scenarij šele do leta 2024. V primeru zmernih ali visokih zvišanj cen zaradi izključitve podjetja Huawei se bo dohitevanje zakasnilo za eno oziroma dve leti.

Graf 14: Vpliv morebitne izključitve podjetja Huawei na dinamiko širitve 5G omrežja v Sloveniji



Opomba: Številke prikazujejo dinamike uvajanja 5G za celotni trg, izračunane kot tehtane vsote dinamike uvajanja treh večjih ponudnikov telekomunikacijskih storitev.

Vir: Lastni izračuni.

Ocenjujemo, da bi zaradi omenjenih zamud pri uvajanju 5G tehnologije zaradi omejene konkurence do leta 2023 brez dostopa do 5G ostalo do 327 tisoč ljudi (15,3% prebivalstva).

Tabela 13: Število uporabnikov, ki bodo z zamudo dostopali do 5G omrežja do leta 2023

	Scenarij nizkih stroškov	Scenarij srednjih stroškov	Scenarij višjih stroškov
Število (v tisoč)	65,1	249,6	327,4
%	3,0%	11,7%	15,3%

Vir: Lastni izračuni.

4.3 MAKROEKONOMSKI UČINEK MOREBITNE IZKLJUČITVE PODJETJA HUAWEI IZ SLOVENSKEGA TRGA

Poleg neposrednega vpliva na trg omrežne opreme 5G bi omejitve glede konkurence ponudnikov te opreme v Sloveniji lahko privedle do stranskih učinkov znotraj drugih segmentov slovenskega gospodarstva. Višja cena omrežne opreme se bo najverjetneje prenesla na končne potrošnike, počasnejše uvajanje 5G pa lahko zmanjša učinek 5G na rast produktivnosti.

Višje cene omrežne opreme kot posledica omejene tržne konkurence se bodo verjetno deloma prenesle na potrošnike. Na obseg prenosa vpliva več dejavnikov, najpomembnejši dejavnik pa je raven konkurence v telekomunikacijskih storitvah. Močnejša kot je konkurenca, manj verjetno je, da bodo mobilni operaterji lahko prenesli dodatne stroške na potrošnika. Omeniti velja tudi, da se ob uvedbi novih storitev, povezanih s tehnologijo 5G, pričakuje povišanje cen, vendar bi dodatni stroški nastali tudi zaradi zmanjšanja konkurenčnih pritiskov na trgu omrežne opreme.

Poleg povišanja cen upoštevamo tudi vpliv potencialnih zakasnitev pri uvajanju 5G na učinkovitost (produktivnost) gospodarstva, saj bodo nove storitve, povezane s tehnologijo 5G, na voljo s precejšnjo zakasnitvijo.

Naš pristop ocenitve makroekonomskega vpliva morebitne izključitve podjetja Huawei s slovenskega trga torej zajema dva učinka:

- (a) povišanje cen za uporabnike storitev 5G in
- (b) trajne izgube produktivnosti zaradi zapoznele uvedbe 5G omrežja.

Naša simulacijska analiza temelji na modeliranju z izračunljivim modelom splošnega ravnovesja (ang. computable general equilibrium – CGE – model). V ta namen je uporabljen razširjeni GTAP model, ki omogoča analizo telekomunikacijskega trga v Sloveniji.

4.3.1 Pregled modela GTAP

Model GTAP je izračunljiv model splošnega ravnovesja, ki zajema več regij in sektorjev ter upošteva predpostavki popolne konkurence in stalnih donosov obsega. Naslednji vidiki vključujejo inovativno naravo modela:

- upoštevanje preferenc gospodinjstev z uporabo nehomotetične funkcionalne oblike CDE,
- izrecno upoštevanje marž v mednarodni trgovini in transportu. Dvostranska trgovina je obravnavana s pomočjo Armington predpostavke,
- svetovni bančni sektor, ki posreduje med svetovnimi prihranki in potrošnjo.

Znotraj modela GTAP proizvodnja ustvari dohodek, ki je v regionalnem gospodarstvu nato porabljen za naslednje tri vire končnega povpraševanja: zasebna potrošnja, državna poraba in varčevanje, kar se kasneje pretvori v investicijsko porabo. Vsak vir porabe in nabave vmesnega blaga obsega nakupe tako domačega kot tujega blaga, s čimer podjetja

ustvarijo domačo in izvozno prodajo (Corong et al., 2017). Iz prihrankov se financirajo investicijske dobrine. Na proizvodni strani proizvajalci uporabljajo proizvodne dejavnike (kapital, delo, naravne vire in zemljo) in povprašujejo po proizvodih drugih podjetij, kar odraža medsebojne povezave med podjetji. Inputi prihajajo iz domačih ali tujih virov (mednarodne trgovine). Vsota faktorskih dohodkov in davčnih prihodkov predstavlja regionalni dohodek (Aguiar et al., 2019).

Povpraševanje izhaja iz Cobb-Douglasove funkcije koristnosti, s katero regionalna gospodinjstva svoj dohodek namenjajo povpraševanju po javnih dobrinah, zasebnemu povpraševanju ali varčevanju. Odhodki, porabljeni za zasebne dobrine, so razporejeni med različne vrste blaga glede na nehomotetično funkcijo koristnosti, t.j. funkcijo koristnosti s konstantno elastičnostjo povpraševanja (CDE). Deleži porabe znotraj nehomotetičnih preferenc se razlikujejo glede na dohodek: delež dohodka, porabljen za hrano, običajno pada z naraščanjem dohodka, medtem ko delež dohodka, porabljenega za večji delež storitev, narašča s povečanjem dohodka. Nehomotetične preference za zasebne dobrine pomenijo, da se deleži, porabljeni za tri vrste dobrin (državne in zasebne dobrine ter prihranke), spreminjajo z dohodkom, kljub temu, da te deleže določa Cobb-Douglas funkcija koristnosti. Mejna koristnost zasebnih izdatkov, ki se v prihodnosti spreminja, določa delež, porabljen za zasebne dobrine (Aguiar et al., 2019).

Na **ponudbeni** strani panoge proizvajajo izdelke v skladu s funkcijo konstantne elastičnosti transformacije (CET). Podjetja, ki delujejo v popolni konkurenci, z združevanjem dodane vrednosti (dela, kapitala, naravnih virov in zemlje) in vmesnih vložkov proizvajajo homogene proizvode. Struktura proizvodnje predpostavlja ločitev med produkti z dodano vrednostjo in vmesnimi proizvodi. Obstajajo naslednje tri vrste proizvodnih dejavnikov: popolnoma mobilni, delno mobilni ali dejavniki, specifični za posamezni sektor. Običajno sta kapital in delovna sila popolnoma mobilna, zemlja je nemobilna, medtem ko so naravni viri specifični za posamezni sektor.

Popolnoma mobilni dejavniki prejemajo enotne donose po dejavnostih (tj. enaka cena po celotnem gospodarstvu), medtem ko se donosnost dejavnikov, značilnih za posamezen sektor, razlikuje glede na dejavnost. Donosi delno mobilnih dejavnikov so odvisni od njihove mobilnosti (tj. specifična donosnost za posamezne sektorje, v primeru nemobilnosti, ali donosnost enaka v celotnem gospodarstvu, v primeru popolne mobilnosti) (Aguiar et al., 2019).

V **ravnotežju** se ponudba in povpraševanje izenačita (ang. market clearing). Model GTAP uvaja ravnotežje na trgu blaga, ravnotežje na trgu faktorjev, ravnotežje transportnih storitev in svetovno ravnotežje prihrankov. Prvič, količina, proizvedena/dobavljena v vsaki državi in za vsako blago, je enaka domači in izvoženi količini, vključno z mejnimi proizvodi, ki se prodajo svetovnemu prometnemu sektorju. Drugič, celotna ponudba faktorjev je enaka povpraševanju po faktorjih. Tretjič, ponudba prevoznih storitev, razvrščena po različnih mejnih sektorjih, je enaka povpraševanju po prevoznih storitvah, ki izhajajo iz vseh dvostranskih trgovinskih odnosov. Svetovna ponudba prihrankov bi morala biti enaka svetovnemu povpraševanju po naložbah, vendar slednja enačba v modelu ni uveljavljena: po Walrasovem zakonu je ena enačba v modelu odvečna, razlika med svetovnimi prihranki in svetovnimi naložbami pa se izračuna ločeno, da se preveri doslednost modela.

4.3.2 Ocenjen vpliv višjih stroškov 5G opreme na trajno izgubo BDP

Za oceno potencialnega vpliva višjih stroškov 5G opreme na zagotavljanje omrežja in cene telekomunikacijskih storitev za končne potrošnike simuliramo dva scenarija, ki predstavljata nizke in visoke stroške omejevanja dostopa podjetja Huawei do trga omrežne opreme. Poleg zvišanja cen upoštevamo tudi morebitne zakasnitve pri uvajanju tehnologije 5G, s predpostavko zmanjšanja splošne učinkovitosti (produktivnosti) gospodarstva (tj. počasnejše rasti potencialnega BDP). Predpostavlja se, da bodo opazne zakasnitve pri uvajanju tehnologije 5G za končne potrošnike zmanjšale potencialni dobiček od 5G tehnologije, tako za podjetja kot tudi za gospodinjstva, in sicer v razponu med 5% in 10%. Skupno bodo simulirani štiri scenariji potencialnih rezultatov (tabela 14).

Kot izhodišče v simulacijah uporabljamo ocene dviga cen 5G opreme, kot je opisano v poglavju 4.1. Za namen simulacij bomo predvidevali, da se stroški v celoti prenesejo na končne potrošnike.

Scenarij 1 (kombinacija učinkov na cene in produktivnost) predvideva povišanje cen zgolj za 9% (spodnja raven pričakovanj za države EU) in manjšo izgubo učinkovitosti v višini zgolj 5% v primerjavi s scenarijem optimalnega uvajanja 5G. Dejanske zakasnitve pri uvajanju bi v realnosti vodile do večjih padcev produktivnosti, vendar se zavedamo, da to vpliva le na del celotnih telekomunikacijskih storitev (v povprečju na 70% vseh storitev), povprečni naložbeni stroški učinkovitosti pa bi znašali od 5 do 10%.

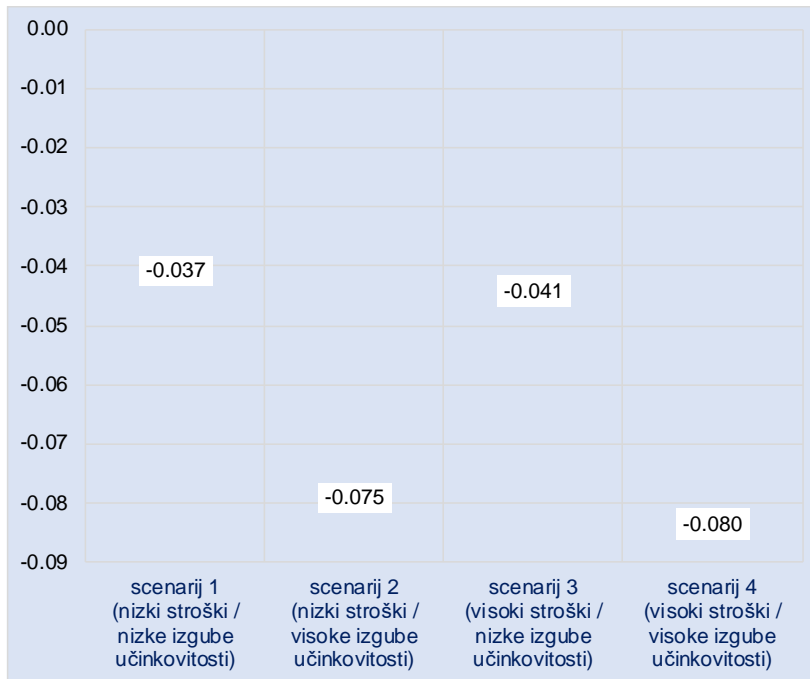
Tabela 14: Scenariji, uporabljeni v simulaciji s CGE modelom, glede morebitne izključitve podjetja Huawei s slovenskega trga 5G opreme

Scenarij	Scenarij 1	Scenarij 2	Scenarij 3	Scenarij 4
Učinek na cene	Scenarij nizkih stroškov (+ 6,3%)		Scenarij visokih stroškov (+20,3%)	
Učinek na produktivnost	Majhna izguba (-5%)	Velika izguba (-10%)	Majhna izguba (-5%)	Velika izguba (-10%)

Vir: Lastni izračuni.

Rezultati simulacij zgoraj naštetih štirih scenarijev na slovensko gospodarstvo s CGE modelom so predstavljeni v grafu 15, iz katerega je razvidno, da lahko en sam cenovni ali produktivnostni šok vodi do pomembnih učinkov na zmanjšanje rasti BDP v Sloveniji. V odvisnosti od scenarija naj bi **letne izgube BDP do leta 2030 znašale med 0,037% (v scenariju z nizkimi stroški / nizko izgubo produktivnosti) in 0,080% (v scenariju z visokimi stroški / visoko izgubo produktivnosti).**

Graf 15: Učinek višjih stroškov 5G opreme zaradi morebitne izključitve podjetja Huawei na letne stopnje rasti slovenskega BDP

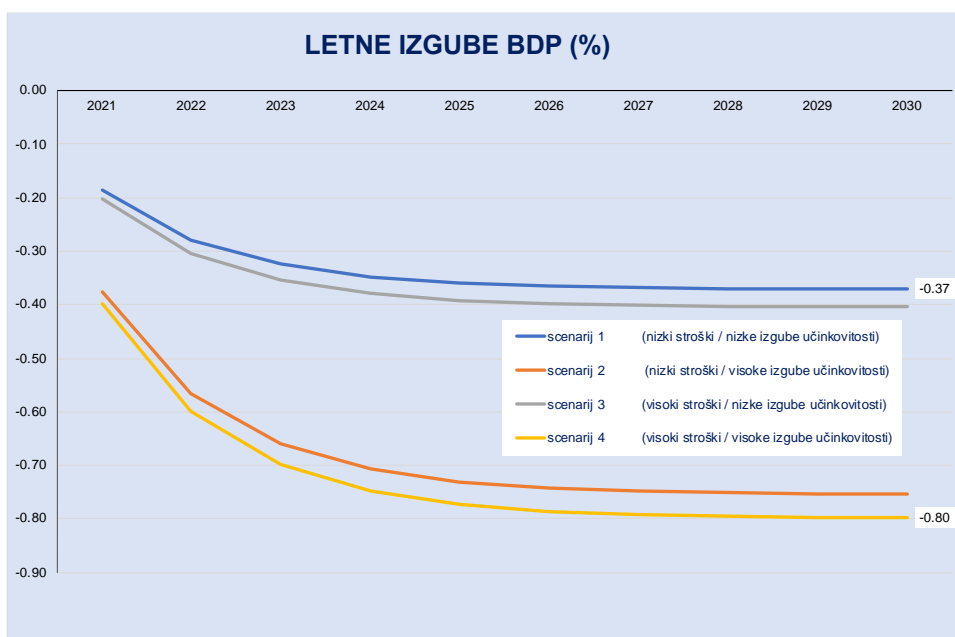


Opomba: Scenariji vsebujejo kombinacije cenovnih in produktivnostnih učinkov, predstavljenih v tabeli 14.

Vir: Lastni izračuni.

Kot je razvidno iz grafa 16, so letne izgube BDP zaradi omejene konkurence na trgu omrežja 5G na začetku relativno nizke (med 0,2 in 0,4%), a se nato do leta 2030 podvojijo.

Graf 16: Učinek višjih stroškov 5G opreme zaradi morebitne izključitve podjetja Huawei na dinamiko letnih stopenj rasti slovenskega BDP v obdobju 2021-2030 (v %)

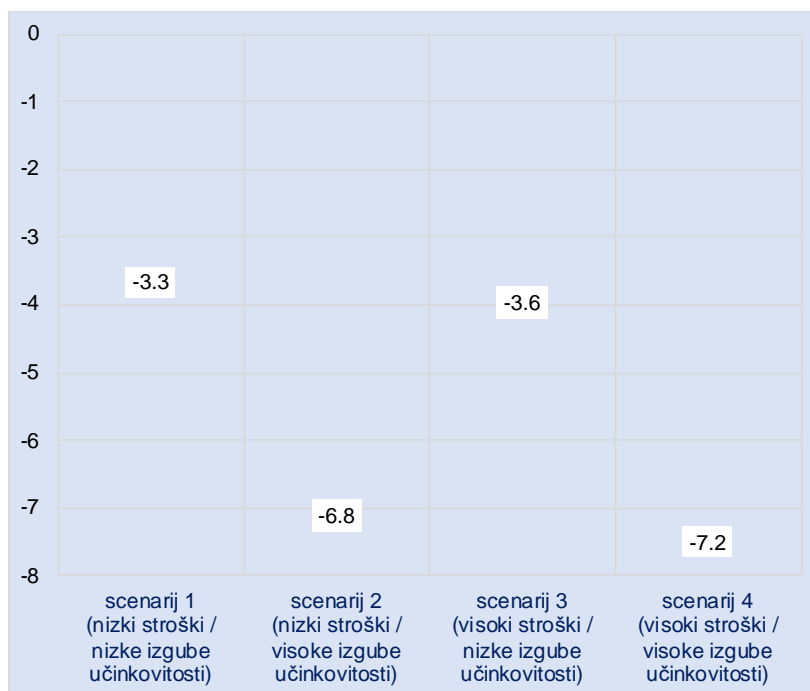


Vir: Lastni izračuni.

Na podlagi zgornjih ocen smo izračunali kumulativni učinek letnih ponavljajočih se negativnih šokov na BDP v desetletnem obdobju med 2021 in 2030 (graf 17 in tabela 15).

Če upoštevamo ponavljajoče se učinke zakasnitev pri uvajanju 5G omrežja in višje cene omrežne opreme, se kumulativni vpliv izključitve podjetja Huawei na slovenski BDP v desetletnem obdobju giblje med 3,3% in 7,2%.

Graf 17: Kumulativni obseg letnih učinkov višjih stroškov 5G opreme zaradi izključitve podjetja Huawei na slovenski BDP v obdobju 2021-2030 (v %)



Opomba: Scenariji vsebujejo kombinacije cenovnih in produktivnostnih učinkov, predstavljenih v tabeli 14.

Vir: Lastni izračuni.

Tabela 15: Povzetek ocenjenih trajnih izgub v BDP zaradi višjih stroškov 5G opreme v primeru izključitve podjetja Huawei iz slovenskega trga

Različni scenariji	Letne izgube v BDP v letu 2030		Kumulativne izgube v BDP med 2021 in 2030	
	milijon EUR	% BDP	milijon EUR	% BDP
Scenarij 1 (nizki stroški / majhna izguba produktivnosti)	217,6	-0,37	1.742	-3,3
Scenarij 2 (nizki stroški / velika izguba produktivnosti)	442,3	-0,75	3.540	-6,8
Scenarij 3 (visoki stroški / majhna izguba produktivnosti)	237,6	-0,40	1.902	-3,6
Scenarij 4 (visoki stroški / visoka izguba produktivnosti)	468,1	-0,80	3.747	-7,2

Opomba: Stalne cene iz 2020

Vir: Lastni izračuni.

Nižja gospodarska rast zaradi zakasnitev pri uvajanju 5G omrežja in s tem povezana počasnejša tehnološka rast naj bi zmanjšala BDP med 220 in 460 milijonov evrov v letu 2030. Kumulativno naj bi izgube BDP v obdobju 2021–2030 znašale med 1,7 in 3,7 milijarde evrov.

4.4 MEDNARODNA PRIMERJAVA EKONOMSKEGA VPLIVA MOREBITNE IZKLUČITVE PODJETJA HUAWEI S TRGA

Čeprav so glede na velikost države ocenjeni gospodarski učinki omejene konkurence na trgu 5G infrastrukture v Sloveniji manjši v absolutnem znesku, so v relativnem smislu skladni z ocenjenimi učinki za druge države.

Tabela 16: Mednarodna primerjava ocenjenih trajnih izgub v BDP zaradi višjih stroškov 5G opreme v primeru izključitve podjetja Huawei iz posameznega trga

Država	Cenovni učinek (% povečanje v stroških investicije)	Zmanjšanje števila ljudi z dostopom do 5G do 2023 (milijoni)	Zmanjšanje v BDP v 2035 (milijarde dolarjev, cene iz 2019)
Avstralija	8% do 27%	0 do 3,1	0,8 do 8,2
Kanada	8% do 24%	2,2 do 5,7	1,0 do 6,7
Francija	9% do 29%	2,1 do 5,7	2,6 do 15,6
Nemčija	9% do 29%	3,8 do 10,0	2,4 do 13,8
Japonska	9% do 27%	7,2 do 19,1	5,3 do 34,3
Indija	8% do 27%	15,9 do 45,3	4,7 do 27,8
Združeno kraljestvo	9% do 29%	3,9 do 10,4	1,8 do 11,8
ZDA	8% do 24%	0 do 27,1	8,6 do 63,0
Slovenija*	6,3% do 20,3%	0,065 do 0,327	0,217 do 0,468

Opomba: Izgube v BDP za Slovenijo so navedene v evrih in se nanašajo na leto 2030 (stalne cene iz 2020).

Vir: Oxford Economics (2019); lastni izračuni za Slovenijo.

VIRI

1. Accenture (2018) *Accelerating Future Economic Value from the Wireless Industry*. Pridobljeno s: <https://www.accenture.com/acnmedia/PDF-82/Accenture-Strategy-Accelerating-Future-Economic-Value-2018-POV.pdf#zoom=50> (Dostop: 3. oktober 2020).
2. Aftab, H. (2020) *Verizon to Offer 5G Home Internet Service in Minneapolis and St. Paul, Minn.* Pridobljeno s: <https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/news-insights/latest-news-headlines/verizon-to-offer-5g-home-internet-service-in-minneapolis-and-st-paul-minn-60527535> (Dostop: 3. oktober 2020).
3. Assembly (2020) *A Report for Huawei: Macroeconomic Impact of a Delayed 5G Roll-Out in the UK*. Pridobljeno s: <https://static1.squarespace.com/static/59ca375d80bd5e1a6eaeed324/t/5f58fb7023d5c611028d482e/1599667057207/Macroeconomic+impact+of+a+delayed+5G+roll-out+in+the+UK.pdf> (Dostop: 3. oktober 2020).
4. Attaran, M. (2019) '5G Wireless: A Transformative, Disruptive Technology', *Industrial Management*, 61 (3), pp. 16-22.
5. Capital Economics (2014) *Improving Connectivity – Stimulating the Economy*. Pridobljeno s: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewjC9I7t6YvsAhWwtYsKHVv5AC0QFjAAegQIBhAB&url=https%3A%2F%2Fnewsroom.ee.co.uk%2Fdownload%2F230212%2Fcapitaleconomicsreport-improvingconnectivitynov2014.pdf&usq=AOvVaw1_bOB851dWw9IQMvmfEfWY (Dostop: 3. oktober 2020).
6. Ciocanel, A. B. (2016) 'An Assessment Model of the Impact of Innovation on Competitiveness Growth in Europe', *National Strategies Observer*, 2 (1), pp. 28-37.
7. Deloitte (2018) *The Impacts of Mobile Broadband and 5G*. Pridobljeno s: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/714112/The_impacts_of_mobile_broadband_and_5G.pdf (Dostop: 3. oktober 2020).
8. Edquist, H., Goodridge, P., Haskel, J., Li, X., and Lindquist, E. (2018) 'How Important are Mobile Broadband Networks for the Global Economic Development?', *Information Economics and Policy*, 45, pp. 16-29. DOI: 10.1016/j.infoecopol.2018.10.001h.
9. Ericsson (2020a) *Ericsson Annual Report*. Pridobljeno s: <https://www.ericsson.com/495c1f/assets/local/investors/documents/2019/ericsson-annual-report-2019-en.pdf> (Dostop: 3. oktober 2020).
10. Ericsson (2020b) *Ericsson Mobility Report June 2020*. Pridobljeno s: <https://www.ericsson.com/en/mobility-report/reports/june-2020> (Dostop: 3. oktober 2020).
11. Ericsson (2020c) *Telekom Slovenije and Ericsson Rollout First 5G Commercial Network in Slovenia*. Pridobljeno s: <https://www.ericsson.com/en/press-releases/2020/8/telekom-slovenije-and-ericsson-roll-out-first-5g-commercial-network-in-slovenia> (Dostop: 3. oktober 2020).
12. European Commission (2020) *Digital Economy and Society Index (DESI) 2020 Connectivity*. Pridobljeno s: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/digital-economy-and-society-index-desi-2020> (Dostop: 3. oktober 2020).
13. European 5G Observatory (2020) *5G Scoreboards*. Pridobljeno s: <https://5gobservatory.eu/observatory-overview/5g-scoreboards/> (Dostop: 3. oktober 2020).
14. GSMA (2020) *The Mobile Economy 2020*. Pridobljeno s: <https://www.gsma.com/mobileeconomy/wp-content/uploads/2020/03/GSMA-MobileEconomy2020-Global.pdf> (Dostop: 3. oktober 2020).
15. Hacler, T., and Masten, A. (2020). *Janša in Pompeo Menita, Da Bo Podpis Okrepil Nacionalno Varnost in Blaginjo Držav*. Pridobljeno s: <https://www.rtv slo.si/slovenija/jansa-in-pompeo-menita-da-bo-podpis-okrepil-nacionalno-varnost-in-blaginjo-drzav/533272> (Dostop: 3. oktober 2020).
16. Huawei (2016) *5G Opening up New Business Opportunities*. Pridobljeno s: https://www.huawei.com/minisite/5g/img/5G_Opening_up_New_Business_Opportunities_en.pdf (Dostop: 3. oktober 2020).
17. Huawei (2020) *2019 Annual Report*. Pridobljeno s: <https://www.huawei.com/en/annual-report/2019> (Dostop: 3. oktober 2020).
18. IHS (2017) *The 5G Economy: How 5G Technology Will Contribute to the Global Economy*. Pridobljeno s: <https://www.sipotra.it/wp-content/uploads/2017/01/The-5G-economy-How-5G-technology-will-contribute-to-the-global-economy.pdf> (Dostop: 3. oktober 2020).

19. inCITES (no date) *Europe 5G Readiness Index*. Pridobljeno s: <https://www.incites.eu/europe-5g-readiness-index#> (Dostop: 3. oktober 2020).
20. Koh, E. (2020) *Samsung Primed for 5G Foray as U.S., China Brawl Over Huawei*. Pridobljeno s: <https://www.wsj.com/articles/samsung-primed-for-5g-foray-as-u-s-china-brawl-over-huawei-11595847604> (Dostop: 3. oktober 2020).
21. Krammer, S. M. S. (2017) 'Science, Technology, and Innovation for Economic Competitiveness: The Role of Smart Specialization in Less-Developed Countries', *Technological Forecasting & Social Change*, 123, pp. 95-107. DOI: 10.1016/j.techfore.2017.06.028.
22. Morris, I. (2020) *Huawei's '18-month Lead' in 5G is Telecom's Most Spurious Claim*. Pridobljeno s: <https://www.lightreading.com/5g/huaweis-18-month-lead-in-5g-is-telecoms-most-spurious-claim/a/d-id/758064> (Dostop: 6. oktober 2020).
23. Noble, M., Mutimear, J., and Vary, R. (2019). *Determining Which Companies are Leading the 5G Race*. Pridobljeno s: <https://www.twobirds.com/~media/pdfs/news/articles/2019/determining-which-companies-are-leading-the-5g-race.pdf?la=en&hash=8ABA5A7173EEE8FFA612E070C0EA4B4F53CC50DE> (Dostop: 6. oktober 2020).
24. Nokia (2020) *Nokia Annual Report 2019*. Pridobljeno s: https://www.nokia.com/system/files/2020-03/Nokia%20in%202019%20annual%20report_1.pdf (Dostop: 3. oktober 2020).
25. Oxford Economics (2019) *Restricting Competition in 5G Network Equipment: An Economic Impact Study*. Pridobljeno s: https://resources.oxfordeconomics.com/hubfs/Huawei_5G_2019_report_V10.pdf (Dostop: 3. oktober 2020).
26. Peterson, E. R. (no date) *5G is the Key to Future American Competitiveness*. Pridobljeno s: <https://www.de.kearney.com/business-policy/article/?a/5g-is-the-key-to-future-american-competitiveness> (Dostop: 3. oktober 2020).
27. Rao, S. K., and Prasad, R. (2018) 'Impact of 5G Technologies on Industry 4.0', *Wireless Personal Communications*, 100 (1), pp. 145-159. DOI: 10.1007/s11277-018-5615-7.
28. Samsung (2020) *Samsung Electronics Sustainability Report 2020*. Pridobljeno s: https://images.samsung.com/is/content/samsung/p5/global/ir/docs/sustainability_report_2020_en.pdf (Dostop: 3. oktober 2020).
29. Shah, S., and Zhu, X. (2020) *Samsung Must Spend Big on 5G Kit, M&A to Gain Market Share, Say Analytics*. Pridobljeno s: <https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/news-insights/latest-news-headlines/samsung-must-spend-big-on-5g-kit-m-a-to-gain-market-share-say-analysts-57509007> (Dostop: 3. oktober 2020).
30. Shapiro, R. J., and Hassett, K. A. (2012) 'The Employment Effects of Advances in Internet and Wireless Technology: Evaluation the Transitions from 3G to 3G and from 3G to 4G', *NDN*. Pridobljeno s: https://www.sonecon.com/docs/studies/Wireless_Technology_and_Jobs-Shapiro_Hassett-January_2012.pdf (Dostop: 3. oktober 2020).
31. Telekom Slovenije (2019) *Pametna Mesta in Skupnosti*. Pridobljeno s: <https://www.telekom.si/5g/primeri-uporabe/pametna-mesta-in-skupnosti> (Dostop: 3. oktober 2020).
32. Telekom Slovenije (2020) *Luka Koper in Telekom Slovenije Bosta Sodelovala v Evropskem Projektu 5G-LOGINNOV*. Pridobljeno s: https://www.telekom.si/o-podjetju/za-medije/Luka_Koper_in_Telekom_Slovenije_bosta_sodelovala_v_evropskem_projektu_5G_LOGINNOV (Dostop: 3. oktober 2020).
33. Telekom Slovenije (2020), *Prvo omrežje Slovenije*. Pridobljeno s: <https://www.telekom.si/o-podjetju/predstavitev/prvo-omrezje> (Dostop: 15. oktober 2020)
34. Townsend, W. (2019) *Who is 'Really' Leading in Mobile 5G, Part 4: Infrastructure Equipment Providers*. Pridobljeno s: <https://www.forbes.com/sites/moorinsights/2019/07/19/who-is-really-leading-in-mobile-5g-part-4-infrastructure-equipment-providers/#9038d4091302> (Dostop: 6. oktober 2020).
35. US Department of State (no date) *The Clean Network*. Pridobljeno s: <https://www.state.gov/the-clean-network/> (Dostop: 3. oktober 2020).
36. US Mission Denmark (2020) *The Clean Network Safeguard America's Assets*. Pridobljeno s: <https://dk.usembassy.gov/the-clean-network-safeguards-americas-assets/> (Dostop: 3. oktober 2020).
37. Viavi (2020) *The State of 5G Deployments*. Pridobljeno s: <https://www.viavisolutions.com/en-us/literature/state-5g-deployments-2020-poster-chart-en.pdf> (Dostop: 3. oktober 2020).
38. World Economic Forum (2019) *The Global Competitiveness Report 2019*. Pridobljeno s: http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf (Dostop: 3. oktober 2020).

39. WPI Economics (2020) *Levelling up: How 5G can Boost Productivity across the UK*. Pridobljeno s: <https://newscentre.vodafone.co.uk/press-release/5g-150bn-pound-boost-to-uk-economy-over-next-ten-years/> (Dostop: 3. oktober 2020).
40. 5G PPP (2017) *5G Innovation for New Business Opportunities*. Pridobljeno s: https://eprints.soton.ac.uk/408447/1/5GPPP_brochure_final_web.pdf (Dostop: 3. oktober 2020).