

Verkoista dataan

EUROOPAN KILPAILUKYVYN HAASTEET 6G-AIKAKAUDELLA



Heli Koski

Elinkeinoelämän tutkimuslaitos
heli.koski@etla.fi

Petri Rouvinen

Elinkeinoelämän tutkimuslaitos
petri.rouvinen@etla.fi

Suosittelava lähdeviittaus:

Koski, Heli & Rouvinen, Petri (10.12.2025).

”Verkoista dataan: Euroopan kilpailukyvyyn haasteet 6G-aikakaudella”.

Etla Muistio nro 169.

<https://pub.etla.fi/ETLA-Muistio-Brief-169.pdf>

Tiivistelmä

Painopiste seuraavan sukupolven matkaviestinverkkojen kehityksessä on siirtynyt infrastruktuurista dataan, ohjelmistoihin ja innovaatioekosysteemeihin. Johtavien yritysten t&k-panostukset kasvavat nopeimmin digitaalisissa palveluissa ja puolijohteissa, kun taas televiestintäinfrastruktuurin kehitykseen kohdennetut t&k-investoinnit ovat kasvaneet hitaammin. Samalla globaali teknologiajohtajuus on keskittynyt Yhdysvaltoihin ja Aasiaan.

Euroopan osuus on supistunut lähes kaikilla 5G/6G-teknologioille keskeisillä alueilla, ja sen asema datavetoisessa innovaatiossa, ohjelmistossa ja kaupallisessa skaalautumisessa on heikentynyt. Digisäätely on muodostunut Euroopan kaksiteräiseksi miekaksi: se vahvistaa yksityisyyden- ja kuluttajansuojaa, mutta lisää samalla innovointiin ja kasvuyritysten kehittämiseen liittyviä kustannuksia, erityisesti dataintensiivisillä aloilla.

6G-aikakauden kilpailukyky edellyttää tasapainoa sääntelyn, innovaatioiden ja investointien välillä. Euroopan on vahvistettava edellytyksiä datan hyödyntämiselle ja kevennettävä innovaatioita rajoittavaa sääntelyä. Pitkän aikavälin kilpailukyky ei perustu vain uusien yritysten syntymiseen vaan myös siihen, että Eurooppaan kasvaa omia globaaleja toimijoita, jotka pystyvät luomaan arvoa datavetoisen talouden keskeisissä kerroksissa.

Abstract

From Networks to Data: Europe's Competitiveness Challenges in the 6G Era

The focus of next-generation mobile network development has shifted from infrastructure to data, software, and innovation ecosystems. Leading firms are expanding their R&D investments most rapidly in digital services and semiconductors, while R&D in telecommunications infrastructure has grown more slowly. At the same time, global technological leadership has increasingly concentrated in the United States and Asia.

Europe's share has declined across nearly all domains central to 5G and 6G technologies, and its position in data-driven innovation, software, and commercial scaling has weakened. The EU's digital regulation has become a double-edged sword: it strengthens privacy and consumer protection but simultaneously increases the costs of innovation and business growth, particularly in data-intensive sectors.

Competitiveness in the 6G era will require a balance between regulation, innovation, and investment. Europe must strengthen the conditions for data utilization and ease regulatory constraints that hinder innovation. In the long term, competitiveness will depend not only on the creation of new firms but also on Europe's ability to grow and sustain its own global players that can create value across the key layers of the data-driven economy.

KTT **Heli Koski** on Elinkeinoelämän tutkimuslaitoksen tutkimusjohtaja.

Ph.D. (Econ.) **Petri Rouvinen** on Elinkeinoelämän tutkimuslaitoksen tutkimusneuvonantaja ja Suomen itsenäisyyden juhlarahaston Sitran vanhempi neuvonantaja.

Ph.D. (Econ.) **Heli Koski** is a Research Director at ETLA Economic Research.

Ph.D. (Econ.) **Petri Rouvinen** is a Research Advisor at ETLA Economic Research and a Senior Advisor at The Finnish Innovation Fund Sitra.

Kiitokset: Raportin kirjoittajat kiittävät Business Finlandia *Miten uusi geopolitiikka vaikuttaa 5G- ja 6G-teollisuuteen* -projektin tukemisesta (diaarinumero 3265/31/2024) sekä hankkeen ohjausryhmää arvokkaista kommentteista.

Acknowledgements: The authors wish to thank Business Finland for supporting the *Mobile is Global – How the new geopolitics influence the 5G and 6G industry* project (Diary Number 3265/31/2024) as well as the project's steering group for their valuable comments.

Avainsanat: 5G, 6G, Globaalit markkinat, Sääntely, Innovaatiokyvykkyydet, Patentit, T&k

Keywords: 5G, 6G, Global markets, Regulation, Innovation capabilities, Patents, R&D

JEL: E62, E63, H30

Johdanto

Dataperusteinen arvonluonti tulee tapahtumaan tulevina vuosina pitkälti 5G- ja 6G-verkoissa. Suomessa ja EU:ssa 5G- ja 6G-keskustelu on edelleen vahvasti infrastruktuuripainotteista keskittyen esimerkiksi verkkojen kattavuuteen, taajuuksiin ja tietoturvaan. Keskusteluun liittyy myös voimakas turvallisuuspoliittinen painotus, kuten teknologinen riippumattomuus, kyberturva ja kiinalaisten toimittajien rajoitukset. Viestintäinfrastruktuuriin liittyvät aspektit ovat tärkeitä, mutta ne muodostavat kuitenkin vain ensimmäisen askeleen arvonluontiin uuden sukupolven verkoissa. Painopiste 5G- ja 6G-kehitykseen liittyvässä globaalissa kilpailussa on jo siirtynyt verkoista dataan, ohjelmistoihin ja innovaatioekosysteemeihin.

Tämä muistio tarkastelee, miten 5G- ja 6G-teknologioiden ympärille rakentuva globaali kilpailu ja teknologinen johtajuus vaikuttavat Euroopan asemaan ja kilpailukykyyn tulevaisuuden mobiilitaloudessa. Tässä yhteydessä 5G/6G-kilpailu ja siihen liittyvä johtajuuden käsite ymmärretään laajasti. Niillä viitataan paitsi verkkojen infrastruktuurin käyttöönottoon myös kilpailuun teknolo-

gioista, standardeista ja palveluista, joita nämä verkot mahdollistavat. Johtajuus 5G/6G-kehityksessä edellyttää kykyä ohjata teknologista kehitystä ja yhdistää se markkinaehtoiseen arvonluontiin digitaalitaloudessa.

Suurimmat kasvuodotukset kohdistuvat digitaalisiin palveluihin

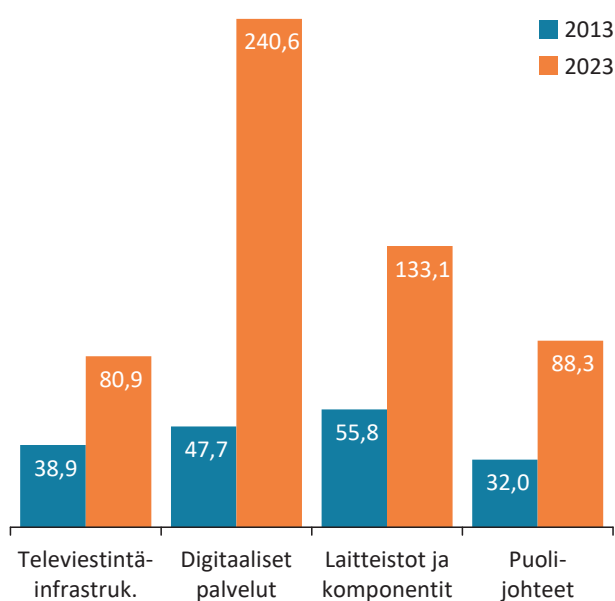
Tarkastelemme ensin maailman 2 000 johtavan t&k-toimintaa harjoittavan yrityksen¹ t&k-investointeja vuosina 2013–2023. Analyysissa verrataan EU-alueella, Yhdysvalloissa, Kiinassa ja muualla Aasiassa sijaitsevien yritysten t&k-panostuksia neljällä keskeisellä 5G- ja 6G-kehitykseen liittyvällä toimialalla: televiestintäinfrastruktuuri (mobiili- ja kiinteät verkot sekä laitteet), digitaaliset palvelut (ohjelmistot ja tietojenkäsittelypalvelut), laitteistot ja komponentit (tietokoneet ja elektroniikka) sekä puolijohteet.

Vuosien 2013 ja 2023 välillä suurimpien t&k-investointeja tekevien yritysten t&k-menot 5G- ja 6G-teknologioihin liittyvillä aloilla yli kolminkertaistuivat nouden 174 miljardista eurosta 543 miljardiin euroon. Selvinä kasvu oli digitaalisissa palveluissa, joissa investoinnit yli viisinkertaistuivat. Puolijohteita valmistavien yritysten t&k-menot kasvoivat nekin verrattain voimakkaasti, 176 prosenttia, ja laitteisto- ja komponenttivalmistajien investoinnit 139 prosenttia. Sen sijaan televiestintäinfrastruktuuriyritysten t&k-panostukset kasvoivat hieman maltillisemmin, 108 prosenttia, mikä jää selvästi jälkeen data- ja palveluvetoisten markkinoiden räjähdysmäisestä laajenemisesta.

Globaali teknologiajohtajuus keskittyy Yhdysvaltoihin ja Aasiaan

Yritysten t&k-menojen alueellinen jakautuminen 5G- ja 6G-teknologioihin liittyvillä aloilla muuttui selvästi vuosien 2013 ja 2023 välillä. Vuonna 2013 Yhdysvallat vastasi jo yli

Kuvio 1 T&k-panostusten painopiste on siirtynyt digitaalisiin palveluihin, mrd. euroa



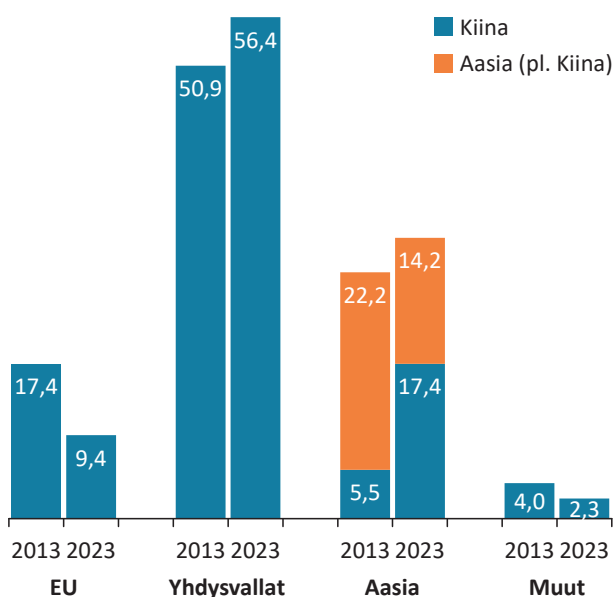
Lähde: Kirjoittajien laskelmat perustuen EU Industrial R&D Investment Scoreboard -aineistoon.

puolesta (51 %) maailman suurimpien yritysten t&k-investoinneista näillä teknologia-aloilla. Seuraavina tulivat muu Aasia ilman Kiinaa (22 %) ja Euroopan unioni (17 %). Kiinan osuus jäi tuolloin noin 5 ½ prosenttiin. Vuoteen 2023 mennessä Yhdysvaltojen osuus oli vahvistunut 56 prosenttiin ja Kiinan osuus kasvanut yli kolminkertaiseksi, 17 prosenttiin. Samaan aikaan EU-maissa toimivien yritysten osuus supistui 9 prosenttiin ja muun Aasian 14 prosenttiin.

Myös globaali työnjako 5G- ja 6G-teknologioihin liittyvissä t&k-panostuksissa on muuttunut merkittävästi viime vuosikymmenen aikana. Aasia on vahvistanut asemaansa kaikilla osa-alueilla, erityisesti televiestintäinfrastruktuurissa ja laitteistoissa ja komponenteissa.

Yhdysvallat säilyttää edelleen johtoaseman digitaalipalveluissa ja puolijohteiden suunnittelussa, mikä heijastaa sen vahvuutta ohjelmistoissa, alustataloudessa ja t&k-intensiivisessä sirusuunnittelussa. Monet yhdysvaltalaiset yritykset toimivat niin sanotun *fabless*-mallin mukaisesti, jossa valmistus ulkoistetaan isolta osalta Itä-Aasiaan.

Kuvio 2 Globaali t&k-johtajuus keskittyy Yhdysvaltoihin ja Kiinaan, %



Lähde: Kirjoittajien laskelmat perustuen EU Industrial R&D Investment Scoreboard -aineistoon.

Euroopan osuus on laskenut lähes kaikilla teknologia-alueilla. Erityisesti digitaalipalveluihin kohdentuvien t&k-panostusten osalta se on jäänyt selvästi jälkeen kehitystä dominoivaa Yhdysvaltoja.

Patenttidata vahvistaa Aasian vahvemman aseman televiestintäinfrastruktuurissa, laitteissa ja komponenteissa (Koski & Rouvinen, 2025). Samalla t&k-panostukset korostavat Yhdysvaltojen johtajuutta aloilla, jotka eivät näy yhtä selvästi patenttitilastoissa, kuten digitaalipalveluissa, mutta ovat ratkaisevia pitkän aikavälin innovaation ja arvonluonnin kannalta.

Euroopan haasteet ja politiikkavaihtoehdot

T&k-investoinnit ovat kasvaneet nopeimmin juuri digipalveluissa ja puolijohteissa, joissa Euroopan osuus on jäänyt pieneksi. Euroopan vahvuus televiestintäinfrastruktuurissa ei riitä tasapainottamaan heikkouksia korkeamman arvonlisäyksen osa-alueilla. Tämä luo riskin, että Eurooppa jää sivuun 5G- ja 6G-ekosysteemin niissä kerroksissa, joissa suurin taloudellinen arvo syntyy: digipalveluissa, datassa ja alustoissa.

Eurooppa on rakentanut laajan digitaalisen sääntelypaketin (mm. tietosuoja-asetus, digimarkkina-asetus, digipalveluasetus, datasäädös ja tekoälyasetus), joka muodostaa globaalisti ainutlaatuisen kokonaisuuden. EU-sääntelyn vahvuutena on sen yksilön oikeuksia turvaava kehys ja kattavuus, joka saattaa lisätä luottamusta erityisesti kriittisillä aloilla kuten viestintäinfrastruktuurissa ja terveydenhuollossa.

Sääntelyn kumulatiivinen taakka muodostaa kuitenkin haasteen erityisesti pienille ja keskisuurille yrityksille. Velvoitteiden noudattamiseen liittyvät kustannukset, riskipääomasijoitusten väheneminen ja innovaatiovauhdin hidastuminen etenkin henkilötietä hyödyntävillä aloilla voivat heikentää Euroopan kilpailukykyä.

Kosken (2025) tutkimus osoittaa, että EU:n tietosuoja-sääntely on vähentänyt tutkimus- ja kehityspanostuksia erityisesti dataintensiivisillä toimialoilla. GDPR:n käytönoton jälkeen t&k-menot vähenivät keskimäärin 40

prosenttia neljän vuoden aikana, ja vaikutukset olivat voimakkaimmat pk-yrityksissä.

Tiukka henkilödatan sääntely lisää riskiä, että tutkimus- ja kehitystoimintaa siirtyy maihin, joissa datan käyttö on joustavampaa ja sääntely kevyempää. Digisääntely ei siten ole pelkästään juridinen kysymys vaan myös keskeinen osa innovaatiopolitiikkaa.

Euroopan vahvuudet ovat edelleen kapeasti keskittyneet infrastruktuuriin ja yksittäisiin maihin, jotka ovat edenneet vahvasti 5G-verkkojen rakentamisessa. Sen sijaan datavetoisten ja ohjelmistopohjaisten innovaatioiden kehitys on jäänyt jälkeen.

Eurooppalaisen sääntelyn keskeinen haaste on, että vaikka sen tavoitteena on luoda yksityisyyden- ja kuluttajan-suojan näkökulmasta kestävä ja luottamusta vahvistavat digitaaliset markkinat, eri säännösten noudattamiskustannukset ovat kasvaneet yrityksille merkittäviksi. Samalla innovointi vaikeutuu ja sen kustannukset nousevat erityisesti henkilödataa hyödyntävillä aloilla. Kilpailukyky 6G-aikakaudella edellyttää kevyempää ja investointeihin kannustavaa sääntelyä, joka mahdollistaa datan tehokkaan hyödyntämisen. Lisäksi tarvitaan strategisia panostuksia digitaaliseen infrastruktuuriin, tutkimukseen ja osaamiseen.

Euroopan innovaatioekosysteemin suurin haaste liittyy kuitenkin kykyyn kasvattaa ja säilyttää kilpailukykyisiä teknologiayrityksiä Euroopassa. Monet lupaavat toimijat jäävät pieniksi tai siirtävät kasvunsa ja omistuksensa Euroopan ulkopuolelle jo ennen kaupallista läpimurtoa. Pitkän aikavälin kilpailukyky edellyttää, että Eurooppa vahvistaa kykyään kasvattaa ja säilyttää globaaleja toimijoita datavetoisen talouden keskeisillä aloilla sekä luo ennustettavan ja kasvua tukevan toimintaympäristön, joka houkuttelee investointeja myös yksityiseltä sektorilta.

Viite

- ¹ Johtavilla yrityksillä viitataan tässä EU:n *Industrial R&D Investment Scoreboard* -aineistossa mukana oleviin maailman 2 000 suurimpaan t&k-investoivaan yritykseen, jotka vastaavat yli 85 prosentista globaalista yritysveloituksesta t&k-rahoituksesta.

Kirjallisuus

Bauer, J.M. & Bohlin, E. (2022). Regulation and innovation in 5G markets. *Telecommunications Policy*, 46.

Buggenhagen, M. & Blind, K. (2022). Development of 5G – Identifying organizations active in publishing, patenting, and standardization. *Telecommunications Policy*, 46(4), 102326.

Goldberg, S.G., Garrett, A.J. & Shriver, S.K. (2024). Regulating Privacy Online: An Economic Evaluation of the GDPR. *American Economic Journal: Economic Policy* 16 (1): 325–58.

Koski, H. (2025). Privacy Regulation and R&D Investments: Causal Evidence from Global Pharmaceutical and Biotechnology Firms. ETLA Working Papers N:o 130. <https://pub.etla.fi/ETLA-Working-Papers-130.pdf>

Koski, H. & Rouvinen, P. (2025). The Global 5G/6G Race: Regulation, Markets, and Innovation Dynamics. ETLA Raportti nro 170. <https://pub.etla.fi/ETLA-Raportit-Reports-170.pdf>

Teece, D.J. (2021). Technological leadership and 5G patent portfolios: Guiding strategic policy and licensing decisions. *California Management Review*, 63(3).



Elinkeinoelämän tutkimuslaitos

ETLA Economic Research

ISSN-L 2323-2463
ISSN 2323-2463

Kustantaja: Taloustieto Oy

Puh. 09-609 900
www.etla.fi
etunimi.sukunimi@etla.fi

Arkadiankatu 23 B
00100 Helsinki
