


Tietoliikenneyhteudet ja kuntien mahdollisuudet hyötyä digitalisaatiosta

OLLI LEHTONEN¹, OLLI VOUTILAINEN² & TOIVO MUILU²
Itä-Suomen yliopisto¹ & Luonnonvarakeskus (Luke)²



Lehtonen, Olli & Voutilainen, Olli & Muilu, Toivo (2023) Tietoliikenneyhteudet ja kuntien mahdollisuudet hyötyä digitalisaatiosta (Telecommunications and digitalisation opportunities for municipalities). *Terra* 135(1) 3–26. <https://doi.org/10.30677/terra.122269>

 High-speed telecommunications have a positive impact on the development of regions and municipalities. A poor digital infrastructure can lead to digital exclusion or a digital divide. In Finland, the strategy has therefore been to ensure that everyone has access to high-speed broadband. This article asks what the digital divide between different kinds of municipalities is, and how this divide affects teleworking and the use of telehealth services, for example. Answers are sought through spatial data and statistical analyses based on open municipal statistics from Traficom and Ookla. The results show that the digital divide is verifiable both in the urban-rural dimension and in the development of the telecommunications infrastructure. In the well-connected municipalities, telework and the use of digital health services were more common. Without policy measures, the digital divide would probably be even larger, as Finland has promoted the deployment of fixed broadband as part of regional and rural policy.

Key words: telecommunications, digital infrastructure, digital divide, municipalities, remote work, digital health services

Olli Lehtonen, Historia- ja maantieteiden laitos, Itä-Suomen yliopisto, PL 111, FI-80101 Joensuu, Finland. E-mail <ollilehtonen@uef.fi>.

Tutkimuksissa on havaittu selkeitä eroja digitaalisessa infrastruktuurissa eli käytännössä tietoliikenneyhteyksien saatavuudessa ja laadussa kaupunki- ja maaseutualueilla. Kaupunkialueita kuvataan hyvin saavutettavina paikkoina, joissa nopeat tietoliikenneyhteudet ovat yleisesti saatavilla kaikkialla, kun taas maaseutualueet ovat jo pitkään olleet useimmiten riippuvaisempia vanhemman teknologian tietoliikenneyhteyksistä, jotka ovat usein nopeudeltaan heikompia ja vähemmän luotettavia (Skerratt 2010; Townsend ym. 2013; Salemin ym. 2017). Nopeiden tietoliikenneyhteyksien on osoitet-

tu vaikuttaneen myönteisesti alueiden kehitykseen ja mahdollisuuksiin hyötyä digitalisaatiosta. Yleisesti parantuvien tietoliikenneyhteyksien vaikutukset pohjautuvat sijaintihaitan vähentämiseen. Niillä on siten havaittu olevan yhteyksiä myös alueelliseen väestökehitykseen (Lehtonen 2020) sekä laajemmin elämänlaatuun, kuten terveyspalveluihin, koulutukseen ja sosiaalisiin suhteisiin (Stenberg ym. 2009; Hirvonen ym. 2020), sekä kylien ja alueiden toimintaedellytyksiin, saavutettavuuteen ja kehittämiseen (Honkaniemi & Luoto 2016). Havaintoja on myös siitä, että nopeat tietoliikenneyhteudet ovat maa-

seudulla kasvattaneet kotitalouksien keskimääräisiä tuloja ja vähentäneet työttömyysastetta erityisesti niillä alueilla, joilla se on ollut laajasti käytössä (Whitacre ym. 2014). Viimeisimmissä tutkimuksissa hyvien tietoliikenneyhteyksien on todettu tarjonnan joustavuutta paikallistalouksien toimintaan koronapandemian aikana (Budnitz & Tranos 2021).

Tietoliikenneyhteydet määrittävät keskeisesti myös kuntien mahdollisuuksia ja kykyä hyötyä digitalisaation kehityksestä. Erityisesti maaseutualueilla on lisäksi korostettu nopean laajakaistayhteyden merkitystä yhteisöllisyyden kehitykselle, etätyömahdollisuuksille ja etäopiskelulle sekä telelääketieteen sovelluksille (Stenberg ym. 2009; Pender ym. 2022). Erot tietoliikenneyhteyksien laadussa näyttävätkin määrittävän sitä, miten paljon kunnissa voidaan työskennellä tai opiskella paikkariippumattomasti tai hyödyntää sähköisiä palveluita (Budnitz & Tranos 2021; Pender ym. 2022). Puutteellisesta digitaalisesta infrastruktuurista kärsivissä kunnissa elinkeinorakenne on usein yksipuolinen, etätyötä tehdään vähän (Pender ym. 2022), perinteiset palveluverkot ovat harvoja ja palvelut etäällä sekä digitaalisten palvelujen käyttäminen keskimääräistä vähäisempää (LaRose ym. 2007; Prieger 2013).

Palveluiden näkökulmasta tutkimuksissa on myös tunnistettu maaseutuyhteisöjen haavoittuvuus (LaRose ym. 2007; Prieger 2013; Salemink ym. 2017). Syrjäisyyttä fyysisiin palvelupisteisiin tuottavaa sijaintihaittaa voitaisiin suurelta osin ratkaista edistämällä digitaalisten palvelujen käyttöä ja hyödyntämistä. Tämän esteenä kuitenkin on ollut se, että erityisesti syrjäisiltä maaseutualueilta puuttuu tarvittava digitaalinen infrastruktuuri, mikä lisää vaaraa, että maaseutualueet jäävät yhä enemmän jälkeen saavutettavuudessa digitaalisiin palveluihin (Salemink ym. 2017). Digitalisoituvan aikakauden paradoksi onkin, että maaseutukunnat, joilla olisi suurin tarve ja potentiaalinen hyöty digitaalisista palveluista, ovat myös kuntia, joissa digitaalinen infrastruktuuri on heikoiden kehittynyt (Salemink ym. 2017). Aikaisemmat havainnot matkaviestinverkon latausnopeuksien kuntaluokittaisista ja kunnittaisista eroista antavat olettaa, että digitaalisella syrjäytymisellä on myös maantieteellinen ulottuvuus, josta on saatu viitteitä kaupunkimaaseutu-akselilla (Lehto & Neittaanmäki 2014). Julkisten palveluiden kehittyessä kohti digitaalisten palvelujen ensisijaisuutta ja työnteon muuttuessa entistä riippuvaisemmaksi digitalisaatiosta kunnat mahdollisesti jakautuvat digitalisaation kehityksessä voittajiin ja häviäjiin eli niihin, jotka jäävät marginaaliin digitalisaation hyödyntämisessä.

Artikkelin tavoitteena on tuottaa tietoa digitaalisen infrastruktuurin saatavuuden merkityksestä

digitalisaation hyödyntämisessä kunnissa. Tutkimme erityisesti tietoliikenneyhteyksien saatavuuden digitaalista kuilua Suomessa 2020-luvun taitteessa. Tarkastelemme lähinnä digitaalisen kuilun yhtä tasoa eli saatavuutta, emmekä muita tasoja eli kykyä käyttää digiteknologioita ja tästä saatavia hyötyjä (ks. Ragnedda ym. 2022). Kysymme, millainen on kuntien ja kuntaluokkien välinen digitaalinen kuilu tietoliikenneyhteyksien saatavuuden näkökulmasta, ja missä määrin digitaalinen infrastruktuuri määrittää kuntien mahdollisuuksia hyötyä digitalisaation tarjoamista mahdollisuuksista, kuten esimerkiksi etätyön tekemisestä tai etäterveyspalvelujen hyödyntämisestä. Menetelmällisesti vastauksia esitettyihin kysymyksiin etsitään kuntatason paikkatietoaineistoihin pohjautuvalla tilastollisella analyysillä ja mallinnuksella.

Artikkeli täydentää Suomessa varsin vähälle jäänyttä tutkimustietoa asuinpaikan sijainnin merkityksestä digitaalisessa syrjäytymisessä. Tutkimuksessa hyödynnetään kaltaistamismenetelmää, jolla tasapainotetaan eroja sekoittavissa tekijöissä, joilla todennäköisesti on vaikutusta digitaalisen infrastruktuurin kehitykseen kunnissa. Kaltaistamismenetelmä parantaa tutkimusnäyttöä verrattuna tutkimuksiin, joissa ei ole käytössä vertailuryhmää. Tässä tutkimuksessa tunnistamme sekoittaviksi tekijöiksi erot kuntien väestörakenteessa, sosioekonomisessa taustassa sekä koulutustasossa. Lähtöoletuksena tutkimuksessa on, että ilman kehittyntä tilastoanalyysiä kuntien väliset erot digitaalisessa infrastruktuurissa voivat joutua myös luonnollisista syistä, kuten edellä luetelluista sekoittavista tekijöistä. Artikkelissa pyrimme siten todentamaan todellisia eroja kuntaryhmien välillä digitaalisen infrastruktuurin saatavuudessa ja kuntien välisessä digitaalisessa kuilussa. Tämä on tärkeää, koska todellisella digitaalisella kuilulla on merkitystä tietoliikennepolitiikan muotoiluun, painotuksiin ja toimenpiteisiin paikallisesti ja valtakunnallisesti.

Digitalisaatio osana tietoyhteiskunnan kehitystä

Digitalisaatio voidaan määritellä sosiaaliseksi, taloudelliseksi ja kulttuuriseksi prosessiksi, jossa yksilöt, organisaatiot ja yhteisöt saavuttavat, ottavat käyttöön ja hyödyntävät digitaalisia teknologioita (Merisalo 2016). Koska kaikilla ei ole samanlaista mahdollisuutta hyödyntää digitalisaatiota ja esimerkiksi sähköisiä palveluita, tästä voi seurata digitaalista syrjäytymistä ja digitaalista kuilua (engl. *digital divide*) eli eroja digitaalisessa infrastruktuurissa sekä digitalisaation omaksumisessa ja käytössä (esim. Salemink ym. 2017; Kivivirta

ym. 2021; Löfving ym. 2022). Yksinkertaisimmillaan digitaalisella kuilulla (digikuilulla) tarkoitetaan ihmisten ja/tai yhteiskunnan jakautumista sen mukaan, onko mahdollisuus käyttää tietokonetta ja internetiä (esim. van Dijk 2020). Ragnedda ym. (2022) jakavat digikuilun kolmeen tasoon. Ensimmäinen taso liittyy eroihin internetiin pääsyssä, toinen taso digitaalisiin taitoihin ja motivaatioon käyttää digitaalisia teknologioita, ja kolmas taso digitaalisten teknologioiden hyödyntämiseen henkilökohtaisen hyvinvoinnin parantamiseksi. Siten tietoliikenneyhteudet yksin eivät määritä digitalisaation ja sen omaksumisen kehitystä alueilla, vaan esimerkiksi sähköisten palveluiden käyttöönnottoon ja omaksumiseen vaikuttavat muun muassa yksilön maksukyky, ikä, osallisuus ja tietotekniikkataidot (Weckroth ym. 2022). Digitaalista kuilua voi ilmetä eri sosioekonomisilla tasoilla, yksilöistä ja kotitalouksista maantieteellisille alueille (esim. Understanding the digital divide 2001).

Digitalisaatio ja digitaalinen kuilu alue- ja maaseudun kehittämisen kontekstissa

Alueellisesta näkökulmasta digitaalinen kuilu on alun perin viitannut lähinnä kehittyneiden maiden ja kehitysmaiden välisiin eroihin (van Dijk 2020), ja spatiaaliset teoriat ovat yksi digikuilututkimuksen näkökulma (Alasoini & Tuomivaara 2022). Digikuilua on kuitenkin tutkittu pääosin yksilötason tekijöiden, kuten yksilön iän, terveyden ja sosioekonomisen aseman näkökulmasta (Lengsfeld 2011; Michailidis ym. 2011; Silva ym. 2018). Alueellisiin digikuiluihin liittyvä tutkimus on ollut pääosin kaupunkikeskeistä eikä siinä ole keskitytty maantieteellisiin eroihin (Salemink ym. 2017). Tämän artikkelin kaltainen, digikuilun kaupunki–maaseutuulottuvuutta ja maan sisäisiä alue-eroja analysoiva näkökulma onkin jäänyt vähälle huomiolle.

Verrattuna akateemiseen keskusteluun älykkäistä kaupungeista (engl. *smart cities*), digitalisaation roolia sosioekonomisessa kehityksessä maaseutukontekstissa on tutkittu toistaiseksi suhteellisen vähän (Löfving ym. 2022; teemaan liittyviä tutkimuskoonteja: Roberts ym. 2017ab; Salemink ym. 2017). Edellä kuvatut maaseutukontekstiin liittyvät tutkimukset (Park 2017; Philip ym. 2017; Salemink ym. 2017; Wolski 2019; Quaglione ym. 2020; Dubois & Sielker 2022) painottavat digitalisaation edistämässä paikkaperustaisia (engl. *place-based*) tai yhteisöperustaisia (engl. *community-based*) lähestymistapoja, jolloin maaseudun digitalisaatiopolitiikat eivät toisintaisi olemassa olevia sosioekonomisia kuiluja tai voimistaisi alueellista eriarvioisuutta (Löfving ym. 2022). Myös valokuiturakentamiseen peräänkuu-

lutetaan alueiden ja paikkojen erilaisista tarpeista, vahvuuksista ja heikkouksista johtuen paikkaperustaisen hallinnan ja kehittämisen näkökulmaa. Yhteisötasolla ja digitalisaation paikallisessa edistämässä myös esimerkiksi sosiaalisen pääoman muodoilla on merkitystä (Honkaniemi & Luoto 2021). Suomessa nopean kiinteän laajakaistan rakentamisen hajanaisuus, huono koordinaatio ja eritahtisuus ovat jarruttaneet digitalisaatioon liittyvien mahdollisuuksien hyödyntämistä ja sähköisten palvelujen käyttöönottoa erityisesti maaseudulla (Kurvinen ym. 2018).

Erilaiset tietoliikenneyhteysien saatavuuteen liittyvät politiikkatoimenpiteet ja -ohjelmat on nähty jo 2000-luvun alussa yhtenä ratkaisuna torjua digitaalista kuilua (esim. Understanding the digital divide 2001), ja niihin on liitetty vahvoja oletuksia kasvun ja hyvinvoinnin tulevaisuuden luojina. Valitut strategiat ja politiikat tietoliikenneyhteysien rakentamisessa voivat kuitenkin vaihdella esimerkiksi sen mukaan, kuinka merkittävässä roolissa ovat yhtäältä julkinen tuki ja toisaalta markkinavoimat digitaalisen infrastruktuurin edistämässä (Eskelinen ym. 2008). Kansallisilla tasoilla ja EU-tasolla on kiinnitetty kasvavaa huomiota alueellisen koheesion edistämiseen digitalisaation avulla, mutta empiirisiä havaintoja uusien teknologioiden vaikutuksesta alueellisen oikeudenmukaisuuden saavuttamiseen ei vielä juuri ole (Löfving ym. 2022).

Digitaalitalouden ja -yhteiskunnan indeksillä (DESI-indeksi) arvioituna Suomi on ollut EU-maiden kärkisijoilla ja vuoden 2022 katsauksessa jopa aivan kärjessä (The digital economy... 2022). Suomi on ollut myös jatkuvasti kärkipäässä digitaalisuuden hyödyntämistä mittaavassa Digibarometrissa (Mattila ym. 2022). Suomessa alueelliset erot huippunopean kiinteän laajakaistan liitettävyydessä ovat kuitenkin EU:n suurimpia, kun vertaillaan liitettävyyttä maaseudulla ja koko maassa (Kattila-koski ym. 2021).

Suomessa digiasiointimahdollisuuksien toteutumista on pyritty edistämään jokaisessa 2010-luvun hallitusohjelmassa (Kivivirta ym. 2021). Taustalla on esimerkiksi Saavutettavuusdirektiivi (2016/2102), jossa määritellään lainsäädännöllisesti digisaavutettavuuden minimitaso kansalaisten yhdenvertaisuuden korostamisen lisäksi. Direktiivin täytäntöön panemiseksi on säädetty Laki digitaalisten palveluiden tarjoamisesta (306/2019), joka painottaa kansalaisten mahdollisuuksia käyttää yhdenvertaisesti digipalveluja (Kivivirta ym. 2021). Valtioneuvosto asetti jo joulukuussa 2008 tavoitteeksi, että nopeiden (100 Mbit/s) laajakaistayhteyksien tulee olla lähes kaikkien vakinaisten asuntojen sekä yritysten ja julkishallinnon toimi-

paikkojen ulottuvilla kysynnän mukaisesti koko maassa vuoden 2015 loppuun mennessä (Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle... 2010). Tavoitteeseen ei päästy, sillä vuoden 2020 loppuun mennessä nopea laajakaistayhteys oli saatavilla ainoastaan 65 prosentilla kotitalouksista (Honkaniemi & Luoto 2021).

Valtio on vuodesta 2008 tukenut laajakaistaverkon rakentamista etenkin harvaan asutulle maaseudulle ja muille markkinaehtoisen toiminnan kannalta haastaville alueille Laajakaista kaikille -ohjelmalla, jota myöhemmin alettiin kutsua Nopea laajakaista -tukiohjelmaksi. Viime vuosina tuella on rakennettu valokuituverkkoa (Honkaniemi & Luoto 2021). Vuonna 2022 käynnistyneen uuden laajakaistatukihankkeen tavoitteena on edelleen tukea nopeiden kiinteiden laajakaistaverkkojen rakentamista alueilla, joille kaupallinen tarjonta ei todennäköisesti ulotu lähivuosina. Taustalla on 3.2.2022 voimaan astunut laajakaistatukilaki ja sen nojalla annettu valtioneuvoston asetus laajakaistayhteyden vähimmäisnopeudesta (Uusi laajakaistatukihanke tukee... 2022).

Kattavien tietoliikenneyhteyksien tavoite sisältyy myös Maaseutupoliittiseen kokonaisohjelmaan 2021–2027. Huippunopeat ja tasalaatuiset laajakaistayhteydet ovat ohjelman mukaan elinvoimainvestointi erityisesti maaseudulla (Kattilakoski ym. 2021). Myös aiemmassa kokonaisohjelmassa (Mahdollisuuksien maaseutu... 2014) tietoliikenneverkkojen kehittäminen nousi esille, kuten kummassakin kokonaisohjelmassa tietoliikenneverkot sähköisten palveluiden mahdollistajina. Myös EU-osarahoitteisella maaseudun kehittämisohjelmalla tuetaan valokuituinfraan rakentamista maaseudulle (ks. esim. Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelma 2014–2020).

Digitalisaatio etätyön, monipaikkaisuuden ja sähköisten palvelujen näkökulmasta

Digitalisaatio on läpäissyt suomalaisen työelämän viimeisten vuosikymmenten aikana. Tilastokeskuksen työolotutkimusten perusteella työssään tietotekniikkaa käyttävien osuus oli 17 prosenttia vuonna 1984, jo 44 prosenttia vuonna 1990, 75 prosenttia vuonna 2003 ja peräti 91 prosenttia vuonna 2013. Vuonna 2018 osuus oli säilynyt 91 prosentissa (Sutela ym. 2019).

Koronapandemia muutti sähköisten palveluiden vahvistumisen ohella tapoja tehdä työtä. Esimerkiksi etätyö lisääntyi voimakkaasti ja työnteon paikat muuttuivat, kun etätyötä tekevien palkansaajien osuus oli jopa 41 prosenttia keväällä 2021 (Sutela & Pärnänen 2021). Työolobarometrin 2021 (Lyly-Yrjänäinen 2022) palkansaajista 20

prosenttia vastasi syksyllä 2021 tehneensä viimeisen 12 kuukauden aikana etätyötä päivittäin, 11 prosenttia viikoittain ja 16 prosenttia kuukausittain tai satunnaisesti. Etätyön yleistymisen on tuonut samalla uudenlaisia mahdollisuuksia alueiden kehittämiseen (Implications of remote working... 2021; The future of remote work... 2021; Randall ym. 2022a, 2022b).

Digitalisaatioon ja keskeisesti sen mahdollistamaan etätyöhön ja paikkariippumattomaan työhön kytkeytyy myös ihmisen ja työn välisten liikkumisvirtojen määrittäjissä tapahtunut muutos. Aiemmin työntekijät seurasivat työpaikkoja, ja työhön liittyvät tekijät ovatkin esimerkiksi muuttoliikkeen keskeisiä ajureita. Digitalisaation kehittyminen sekä huomattavalle osalle nykyajan työntekijöistä mahdollisuus hoitaa työtehtäviä etätyönä tai paikkariippumattomasti on kuitenkin aiheuttanut sen, että nykyisin työ saattaakin seurata työntekijää. Tämä on syytä muistaa esimerkiksi silloin, kun tarkastellaan alueiden ominaispiirteitä elinkeinorakenteen näkökulmasta, kun mittarina on alueen työpaikkojen toimialajakauma. Työpaikka ja siihen kytkeytyvä toimiala nimittäin rekisteröityvät yleisesti tilastoissa sille alueelle, missä henkilön niin sanottu fyysinen työpaikka tai toimipiste virallisesti sijaitsee.

Ihmisten monipaikkaisuus eli eläminen ja asuminen useammassa kuin yhdessä paikassa (esim. Rannanpää ym. 2022) aiheuttaa sen, että alueiden todellinen väkiluku voi kausittain olla huomattavan erilainen kuin mitä viralliset, vakituiseen väestöön pohjautuvat tilastot kertovat. Erityisesti monen harvaan asutun maaseutualueen ja -kunnan todellinen väkiluku saattaa vapaa-ajan asukkaiden vuoksi olla etenkin kesäisin jopa moninkertainen vakituiseen väestön määrään nähden (Voutilainen ym. 2021; Rannanpää ym. 2022). Koronapandemian myötä myös etätyönteko vapaa-ajan asunnoilta käsin – joista valtaosa sijaitsee maaseutualueilla – lisääntyi voimakkaasti, ja moni olisi halukas lisäämään edelleen etätyöntekoa vapaa-ajan asunnolla (Voutilainen ym. 2021). Osana Suomessa tapahtunutta vakituiseen väestön keskittymistä kaupunkiseuduille myös fyysistä eli niin sanottu kiviä jalkapalvelut ovat alueellisesti entistä keskittyneempiä, mikä konkretisoituu monelle asiointimatkan pidentymisenä (Rehunen & Vesala 2012; Antikainen ym. 2017). Monipaikkaisuus voi olla tärkeä tekijä työnteon tavan ja paikan (etä- ja paikkariippumaton työ) ohella myös palveluiden käytön näkökulmasta (ks. vapaa-ajan asutuksen ja monipaikkaisuuden ilmenemisestä sosiaali- ja terveystaloudessa: Parhiala ym. 2019, 2020; Pitkänen ym. 2019).

Yksi ratkaisu palveluiden heikkoon maantieteellisen saavutettavuuteen on sähköisten palveluiden

tarjoaminen. Esimerkiksi sosiaali- ja terveydenhuollossa sähköisten palveluiden käyttö on lisääntynyt ja digitalisaatio siltä osin edennyt. Kun vuonna 2014 sähköistä oman hoidon ja terveyden Omakanta-palvelua oli käyttänyt 16 prosenttia väestöstä, vuonna 2020 Omakantaa ilmoitti edeltävän vuoden aikana käyttäneensä 64 prosenttia väestöstä (Kyytsönen ym. 2021). Terveyspalvelujen onnistuneella sähköistämällä voidaan vähentää terveydenhuollon kuormitusta. Lisäksi sähköiset palvelut ovat keino hallita ja muovata palvelujen kysyntää sekä täydentää perinteisiä terveydenhuollon palveluja (Jormanainen ym. 2020).

Sähköisten julkisten palveluiden ja sähköisten terveyspalveluiden hyödyntämistä Suomessa on tutkittu myös alueellisesti (esim. Viinamäki ym. 2017; Hyppönen ym. 2018; Kivivirta ym. 2021; Kyytsönen ym. 2021). Myös internetin käyttöä ylipäättään erityyppisissä kunnissa on tilastoitu (SVT 2021). Yleisenä piirteenä tarkasteluissa on, että niissä ei huomioida alueiden sosioekonomisten piirteiden (esim. ikä- ja koulutus rakenne) eroja tai poissuljeta niiden vaikutuksia tuloksiin. Tällöin nämä niin kutsutut sekoittavat tekijät selittävät ainakin jossain määrin havaittuja alueittaisia eroja (sosioekonomisia tekijöitä alueiden ja aluetyyppien välisissä vertailuissa on kuitenkin pyritty joissakin tutkimuksissa huomioimaan, esimerkiksi kolmen tapausmaakunnan kyselytutkimuksessa: Viinamäki ym. 2017; Kivivirta ym. 2021).

Aineistot ja menetelmät

Tässä artikkelissa kuntien digitaalista infrastruktuuria kuvaavat muuttujat perustuvat Traficomin ja Ooklan avoimiin tilastoihin. Traficomin tilasto (Kiinteän verkon laajakaistasaatavuus 2022) sisältää kunnittain osuuden niistä kotitalouksista, joille on saatavilla kiinteä laajakaistaliittymä. Tilaston tiedot perustuvat teleyrityksiltä kerran vuodessa kerättävään aineistoon. Lisäksi Traficomien tilasto (Matkaviestinverkon laajakaistapalvelujen peittoalueet 2022) kertoo kuntakohtaisen tiedon 4g- ja 5g-matkaviestinverkkojen saatavuudesta kotitalouksittain, eli kuinka suuri osa kotitalouksista asuu kyseisen matkaviestinverkon teoreettisen peiton alueella.

Keskeinen haaste 4g- ja 5g-matkaviestinverkon saatavuudessa on se, ettei laskennassa oteta huomioon verkon kuormittumista. Niinpä tässä artikkelissa arvioidaan myös matkaviestinverkon latausnopeutta (mb/s). Latausnopeutta kuvaava muuttuja lasketaan Ooklan nopeustestiaineistosta (Ookla open data 2022), jossa jokaisella vuosineljänneksellä tutkitaan noin 90 000 havaintopistettä ympäri Suomen. Latausnopeuksien aineistoon liittyy

kuitenkin epävarmuuksia eikä sen edustavuutta voida arvioida, koska aineisto perustuu tietoliikenneyhteysien käyttäjien tekemiin nopeustesteihin. Siksi aineisto on otos, josta lasketut tilastot ovat suuntaa antavia arvioita tietoliikenneyhteysien nopeuksista. Lisäksi aineiston luotettavuus vaihtelee alueellisesti, koska havaintojen määrä aineistossa riippuu asukastiheydestä.

Digitaalinen kuilu kuntaluokissa

Kuntien välistä digitaalista kuilua tarkastellaan ryhmittelyanalyysillä muodostetuissa digitaalisen infrastruktuurin kuntaluokissa. Ryhmittelyanalyysin tavoitteena on tunnistaa kuntaluokkia, joihin kuuluvat kunnat muistuttavat digitaaliseen infrastruktuuriin liittyvien ominaisuuksien suhteen toisiaan ja toisaalta eroavat muiden kuntaluokkien kunnista. Ryhmittelyanalyysiä voidaan pitää eksploratiivisena menetelmänä, jota voidaan hyödyntää silloin, kun etukäteen ei ole tietoa tai ennakkokäsitystä aineiston jakautumisesta luokkiin. Suomessa kuntia ei ole aikaisemmin ryhmitelty kuntaluokkiin digitaalisen infrastruktuurin perusteella.

Ryhmittelyanalyysi tehtiin k-keskiarvoryhmittelyllä tietoliikenneyhteysien saatavuutta ja latausnopeutta kuvaavista, edellä esitellyistä muuttujista. Menetelmä edellyttää, että analyysissä määritetään etukäteen ryhmien lukumäärä. Usein ryhmien lukumäärän päättäminen jää tutkijan subjektiiviseksi valinnaksi, mitä on pidetty yhtenä menetelmän heikkoutena. Ongelmaan on kuitenkin kehitetty erilaisia ryhmittelyn stabiilisuutta mittaavia indeksejä, jotka auttavat tutkijaa objektiivisin perustein määrittämään ryhmien lukumäärän ryhmittelyanalyysissä (esim. Dimitriadou ym. 2002). Tässä tutkimuksessa hyödynnämme 30 kriteeriä R-tilasto-ohjelman NbClust-paketista analysoidessamme, kuinka moneen kuntaluokkaan kunnat ryhmittyvät digitaalista infrastruktuuria kuvaavilla muuttujilla (ks. Charrad ym. 2014). NbClust-algoritmillä voimme välttää ongelman, joka liittyy ryhmien lukumäärän subjektiiviseen valintaan ja tutkijan merkittävään rooliin siinä sekä korostaa ryhmittelyanalyysin aineistolähtöisyyttä ja eksploratiivisuutta. Ryhmittelyanalyysin perustana oleva etäisyysmatriisi laskettiin euklidisen etäisyyden menetelmällä ja optimaalista ryhmittelyratkaisua etsittiin 2–15 kuntaluokan väliltä. Ryhmittelyanalyysin tuloksia hyödynnetään arvioitaessa, miten syvä digitaalinen kuilu digitaalisen infrastruktuurin saatavuudessa kuntien välillä esiintyy.

Digitaalista infrastruktuuria kuvaavien kuntaluokkien lisäksi kuntien välistä digitaalista kuilua

tutkitaan Suomen ympäristökeskuksen tuottamalla kansallisella paikkatietopohjaisella kaupunki-maaseutu-luokituksella, joka koostuu 250 metriä × 250 metriä kokoisista tilastoruuduista. Moniin kriteereihin pohjautuva luokitus kuvaa ensisijaisesti alueiden välisiä eroja aluerakenteen tasolla. Hyödynnämme analyysissämme tarjolla olevaa kuntatasolle yleistettyä luokitusta (Helminen ym. 2014, 2020; Kaupunki-maaseutu-luokitus 2020), jossa kunnat on luokiteltu vallitsevimman alue-luokan perusteella kaupunki-, kaupungin läheisen maaseudun, ydinmaaseudun tai harvaan asutun maaseudun kunnaksi.

Digitaalisen kuilun testaaminen tilastollisilla menetelmillä

Kuvaamme kuntien välisiä eroja digitaalisen infrastruktuurin tilassa tilastollisilla tunnusluvuilla ja testeillä sekä spatiaalisella analyysillä. Tilastollisina testeinä käytimme varianssianalyysiä, kun vertailtavia ryhmiä oli enemmän kuin kaksi, ja t-testiä, kun vertailtavia ryhmiä oli kaksi. Nämä testit havainnollistavat kuntaluokkien erojen tilastollista merkitsevyyttä digitaalisessa infrastruktuurissa. Tietoliikenneyhteyksien saatavuuden maantieteellistä jakautuneisuutta tutkittiin selvittämällä spatiaalisen autokorrelaation voimakkuus Moranin indeksillä, joka kertoo havaintoarvojen spatiaalisesta jakautumisesta tilassa (Odland 1988: 9). Spatiaalisesti autokorreloituneessa ilmiössä havaintoyksiköiden saamat arvot ovat toisistaan spatiaalisesti riippuvaisia, eli kunkin havainnon arvo ilmentää myös viereisten havaintoyksiköiden arvoja.

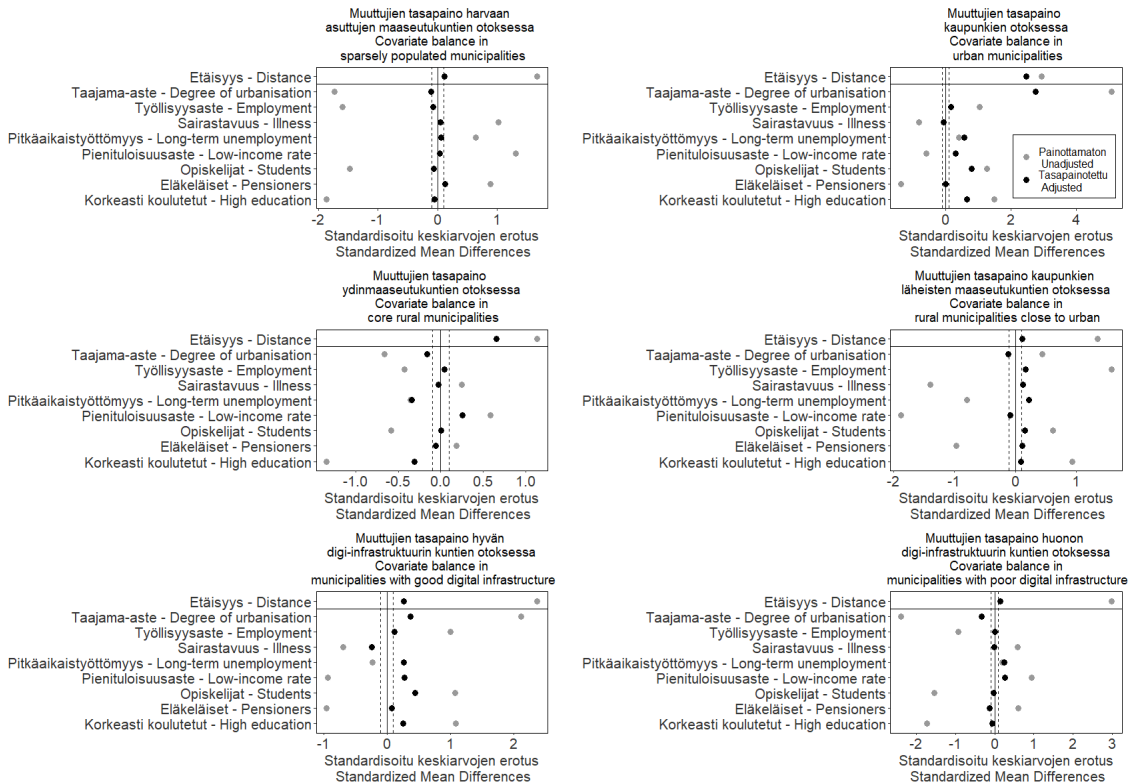
Kuntaluokkien välisiä mahdollisia digitaalisia kuiluja tutkittiin kaltaistamiseen pohjautuvilla tilastollisilla testeillä, jotta voitiin poissulkea sekoitavien tekijöiden vaikutukset havaittuihin kuntaluokkien välisiin eroihin. Menetelmä luo mahdollisimman samankaltaisen vertailuasetelman, jossa vertailtavat kunnat ovat mahdollisimman samankaltaisia kunnan muiden ominaisuuksien paitsi kuntaluokan suhteen. Hiljattain yleistyneillä kaltaistamismenetelmillä pyritään saavuttamaan satunnaisesti koeasetelman hyödyt havainnoivassa aineistossa (Austin 2011). Kaltaistamismenetelmien avulla yritimme löytää kunnille taustatekijöiden valossa mahdollisimman samankaltaisia verrokkikuntia. Kaltaistamismenetelmien avulla eroja digitaalisessa infrastruktuurissa voidaan verrata kuntien välillä tilastollisia menetelmiä luotettavammin (Rosenbaum & Rubin 1983).

Kuntien kaltaistamisessa käytimme sellaisia tekijöitä, joiden on aikaisemmissa tutkimuksissa havaittu olevan yhteydessä digitaalisen kuilun syntymiseen (Lengsfeld 2011; Michailidis ym. 2011; Sil-

va ym. 2018). Näitä tekijöitä ovat yli 65-vuotiaiden osuus väestörakenteessa, taajama-aste, työllisyysaste, toimeentulotuen varassa elävien osuus, sairastavuusindeksi, pitkäaikaistyöttömyys, korkeasti koulutettujen osuus ja kunnan yleinen pienituloisuus (taulukko 1). Käytimme vuosien 2019, 2020 ja 2021 tietoja (pois lukien sairastavuusindeksi, joka olisi vuosilta 2018, 2019 ja 2020). Kaltaistamisessa käytetyt muuttujat poimittiin Terveiden ja hyvinvoinnin laitoksen (THL) tuottamasta Sotkanet-tilastopalvelusta (Tilasto- ja indikaattoripalvelu Sotkanet 2022). Kaltaistavien muuttujien lukumäärä pyrittiin pitämään pienenä, koska tällaisessa pienessä otoksessa muuttujat, jotka eivät ole yhteydessä tarkasteltavaan muuttujaan, voivat häiritä tasapainon löytämistä koeryhmän ja verrokkiryhmän välillä (Brookhart ym. 2006). Lisäksi suurella kaltaistavien muuttujien määrällä vaikeutuu myös verrokkikuntien löytäminen koeryhmän kunnille.

Kaltaistamismenetelmänä käytimme geneettistä kaltaistamista ja GenMatch-funktiota (engl. *Genetic matching*) R-ohjelman Matching-paketista (Sekhon 2011). Geneettisessä kaltaistamisessa etsintäalgoritmia automatisoimalla pyritään löytämään mahdollisimman tasapainoinen kaltaistettu otos alkuperäisestä aineistosta (Diamond & Sekhon 2006). Algoritmia toistettiin kaltaistamisen yhteydessä 500 kertaa (pop.size) ja linkkifunktiona käytettiin probit-funktiota. Koska kunta-aineisto on havaintojen lukumäärältään pieni, käytettiin algoritmissa niin sanottua takaisinpano-menetelmää. Kaltaistamisen tasapainoa vertailtavien koeryhmien (kuntaluokat) ja verrokkiryhmien välillä analysoitiin ryhmien välisellä erotuksella jokaisen kaltaistavan muuttujan suhteen (kuva 1).

Kaltaistamisessa käytettävien muuttujien tasapainoon on tärkeä kiinnittää huomiota, koska se vaikuttaa keskeisesti tuloksista tehtäviin päätelmiin havaittavan kausaliteetin luotettavuudesta. Otoksen tasapaino koeryhmä- ja verrokkikuntien välillä kuvaa kaltaistamisen laatua ja sen avulla voidaan siten myös arvioida, miten hyvin otoksesta lasketut erot kuvaavat todellisia eroja (Ho ym. 2007). Kun tasapaino otoksessa saavutetaan, tulokset ovat oletettavasti lähellä todellista tilannetta ja vähemmän herkkiä virhepäätelmille (Greifer 2022). Kaltaistamisessa käytettyjen muuttujien tasapaino kuntaryhmissä ja niiden verrokeissa on pääosin tasapainossa (kuva 1). Ainoastaan kaupunkien ja hyvän digitaalisen infrastruktuurin kuntien kohdalla otoksen tasapaino on heikompi, koska vertailukuntia näille kunnille on aineistossa vähän. Muissa kuntaryhmissä otoksien tasapainot ovat huomattavasti parempia ja ero kaltaistamattomiin otoksiin on selkeämpi kuin ilman kaltaistamismenetelmän hyödyntämistä.



Kuva 1. Kaltaistettujen otosten tasapaino kuntaryhmittäin.
 Figure 1. Balance of the similarised samples by municipality group.

Taulukko 1. Kaltaistamisessa käytetyt muuttujat.
 Table 1. Variables used in the matching.

Muuttuja <i>Variable</i>	Muuttujan kuvaus <i>Description of the variable</i>	Aineistolähde <i>Source of data</i>	Tilastovuosi <i>Year of the statistics</i>
Taajama-aste <i>Degree of urbanisation</i>	Taajamissa asuvien osuus kunnan väestöstä (%). Taajamaksi määritellään kaikki vähintään 200 asukkaan rakennusryhmät, joissa rakennusten välinen etäisyys ei yleensä ole 200 metriä suurempi. <i>Percentage of the population living in agglomerations (%). An agglomeration is defined as any group of buildings with a population of 200 inhabitants or more, and where the distance between buildings is generally not greater than 200 metres.</i>	Väestölaskennat, Tilastokeskus <i>Population censuses, Statistics Finland</i>	2019–2021

<p>Työllisyysaste</p> <p><i>Employment rate</i></p>	<p>Työllisten osuus väestöstä (%). Työllisiksi luetaan 15–74-vuotiaat henkilöt, jotka laskentaviikolla 25.–31.12. tekivät yhtenäkin päivänä ansiotyötä tai olivat tilapäisesti työstä poissa.</p> <p><i>Employed persons as a proportion of the population (%). Persons aged 15–74 who were gainfully employed or temporarily absent from work on any day during the census week, 25–31 December, are counted as employed.</i></p>	<p>Sotkanet, Terveiden ja hyvinvoinnin laitos (THL)</p> <p><i>Sotkanet, National Institute for Health and Welfare (THL)</i></p>	2020
<p>Pienituloisuusaste</p> <p><i>Low-income rate</i></p>	<p>Pienituloisiin kotitalouksiin kuuluvien henkilöiden osuus kaikista alueella asuvista henkilöistä (%). Pienituloisuuden rajana käytetään 60 % suomalaisten kotitalouksien käytettävissä olevan ekvivalentin rahatulon (uudistetulla OECD-skaalalla laskien) mediaanista kunakin vuonna.</p> <p><i>Persons living in low-income households as a percentage of all persons living in the area. The low-income threshold is 60% of the median of the equivalent disposable monetary income (calculated according to the revised OECD scale) of Finnish households in each year.</i></p>	<p>Sotkanet, Terveiden ja hyvinvoinnin laitos (THL)</p> <p><i>Sotkanet, National Institute for Health and Welfare (THL)</i></p>	2020
<p>Sairastavuus</p> <p><i>Illness</i></p>	<p>THL:n ikävakioitu sairastavuusindeksi, joka kuvaa kuntien sairastavuutta suhteessa koko maan tasoon.</p> <p><i>THL's age-standardised morbidity index, which describes the morbidity of municipalities in relation to the national level.</i></p>	<p>Sotkanet, Terveiden ja hyvinvoinnin laitos (THL)</p> <p><i>Sotkanet, National Institute for Health and Welfare (THL)</i></p>	2019
<p>Pitkäaikais-työttömyys</p> <p><i>Long-term unemployment</i></p>	<p>Pitkäaikaistyöttömien osuus työvoimasta (%). Pitkäaikaistyötön on työtön työnhakija, jonka työttömyys on kestänyt ilman keskeytystä vähintään yhden (1) vuoden.</p> <p><i>Share of long-term unemployed in the labour force (%). The long-term unemployed are jobseekers who have been unemployed for at least one (1) year without a break.</i></p>	<p>Sotkanet, Terveiden ja hyvinvoinnin laitos (THL)</p> <p><i>Sotkanet, National Institute for Health and Welfare (THL)</i></p>	2020
<p>Opiskelijat</p> <p><i>Students</i></p>	<p>Opiskelijoiden osuus väestössä (%). Opiskelija on 15 vuotta täyttänyt henkilö, joka opiskelee päätoimisesti jossakin oppilaitoksessa eikä ole ansiotyössä eikä työtön.</p> <p><i>Share of students in the population (%). A student is a person aged 15 or over who is studying full-time in an educational institution and is neither gainfully employed nor unemployed.</i></p>	<p>Sotkanet, Terveiden ja hyvinvoinnin laitos (THL)</p> <p><i>Sotkanet, National Institute for Health and Welfare (THL)</i></p>	2020
<p>Yli 65-vuotiaat</p> <p><i>People over 65 years old</i></p>	<p>Yli 65-vuotiaiden osuus väestössä (%).</p> <p><i>Share of people aged 65 and over in the population (%).</i></p>	<p>Väestölaskennat, Tilastokeskus</p> <p><i>Population censuses, Statistics Finland</i></p>	2020

Korkeasti koulutetut <i>Highly educated people</i>	Korkea-asteen koulutukseen saaneiden osuus 20 vuotta täyttäneestä väestöstä (%). <i>Share of people aged 20 and over with tertiary education (%).</i>	Opiskelijat ja tutkinnot, Tilastokeskus <i>Students and qualifications, Statistics Finland</i>	2020
---	--	---	------

Tietoliikenneyhteyksien merkitys mahdollisuuksissa hyötyä digitalisaatiosta

Tarkastelimme tietoliikenneyhteyksiin liittyvien mahdollisuuksien hyödyntämistä Verohallinnon ja THL:n tuottamalla etätyöntekoa ja etäterveyspalvelujen käyttöä käsittelevillä tilastoilla. Verohallinnon avoimesta aineistosta (Verohallinnon tilastotietokanta 2022) voidaan arvioida etätyöntekoa perustuen työhuonevähennystä koskeviin ilmoituksiin. Tilastoa ei voida pitää täysin kattavana, sillä veroilmoituksessa etätyötä tekevät tulonsaajat voivat hyödyntää mahdollisesti myös ja osa ainoastaankin matkakuluvähennystä, jos etätyössä ei olla täysimääräisesti.

THL:n tuottamasta Sotkanet-tilastopalvelusta (Tilasto- ja indikaattoripalvelu Sotkanet 2022) saadaan tietoa etäpalveluiden käytöstä terveyspalveluissa. Etäkäyttöä kuvaava indikaattori ilmaisee etäkäytien prosenttiosuuden kaikista perusterveydenhuollon avohoidon tapahtumista. Etäterveyspalvelujen indikaattorissa ovat mukana Avohilmo-raportoinnin yhteystavan (puhelin-yhteys, sähköinen asiointi, reaaliaikainen etäasiointi ja etäasiointi ilman reaaliaikaista kontaktia) rajauksen mukaisesti kaikki perusterveydenhuollon avohoidon käynnit. Tilastoista ei kuitenkaan ole saatavilla tarkemmin eriteltyä tietoa etäpalveluiden käytöstä terveyspalveluissa tai yleisemminkään julkisissa palveluissa.

Tietoliikenneyhteyksien saatavuuden merkitystä etätyön tekemiseen ja etäterveyspalvelujen hyödyntämiseen tutkittiin paneeliregressiomallilla (ks. esim. Brooks 2008) vuosien 2019, 2020 ja 2021 aineistoista. Käytetyt regressiomallit voidaan kirjoittaa seuraavasti:

$$\begin{aligned} \text{Etätyö}_{it} &= \alpha + \beta_{it} \text{latausnopeus} + \beta_{it} 4\text{gverkko} \\ &+ \beta_{it} 5\text{gverkko} + \beta_{it} \text{kiinteä} + \beta_{it} K + \epsilon_{it} \end{aligned} \quad (1),$$

$$\begin{aligned} \text{Etäpalvelu}_{it} &= \alpha + \beta_{it} \text{latausnopeus} + \beta_{it} 4\text{gverkko} \\ &+ \beta_{it} 5\text{gverkko} + \beta_{it} \text{kiinteä} + \beta_{it} K + \epsilon_{it} \end{aligned} \quad (2),$$

jossa merkinnät Etätyö_{it} tarkoittaa etätyön yleisyyttä kunnassa i vuonna t ja merkintä Etäpalvelu_{it} tarkoittaa vastaavasti etäterveyspalvelujen käyttä-

mistä. Regressiomallissa muina selittävinä muuttujina käytettiin matkaviestinverkon latausnopeutta (latausnopeus), 4g (4gverkko) ja 5g (5gverkko) matkaviestinverkkojen sekä kiinteän laajakaistan kotitaloussaataavuutta (kiinteä). Lisäksi regressiomalleissa huomioitiin kontrollimuuttujina kaltaistamisessa käytetyt muuttujat (yhtälössä merkintä K), jotka lisättiin malleihin ajan mukaan muuttuvina (ks. taulukko 1).

Paneeliregressiomalli sovitettiin aineistoon R-tilasto-ohjelman plm-paketilla. Regressiomallit luotiin koko kunta-aineistoon, mutta myös erikseen kuntaryhmille. Tuloksia tulkittaessa on huomioitava kontrollimuuttujien mahdollinen puutteellisuus, jonka vuoksi digitaalisen infrastruktuurin regressiokertoimet voivat olla jossain määrin harhaisia (engl. *omitted variable bias*) (Brooks 2008). Tämä tarkoittaa, että kontrollimuuttujista puuttuisi muuttujia, jotka korreloisivat kunnan digitaalisen infrastruktuurin saatavuuden kanssa. Tämän vuoksi regressiokertoimien tulokinnassa keskitytään muuttujien välistä yhteyttä kuvaaviin etumerkkeihin ja erityisesti siihen, lisäävätkö vai vähentävätkö ne etätyön tekemistä tai etäpalvelujen hyödyntämistä kunnissa. Lisäksi regressiomallinnuksen tuloksia tulkittaessa on huomioitava, että estimoiduissa regressiomalleissa ei voida aukottomasti todentaa etätyön tekemisen tai etäpalvelujen käytön ja digitaalisen infrastruktuurin muuttujien välisen kausaliteetin olemassaoloa ja sen suuntaa. Toisin sanoen kunnan etätyön tekemisen yleisyys tai etäpalvelujen hyödyntäminen voivat vaikuttaa myös digitaaliseen infrastruktuuriin kunnassa. Tästä syystä tuloksia on syytä tulkita kuvailevana tietona mallinnettujen muuttujien välisestä yhteydestä.

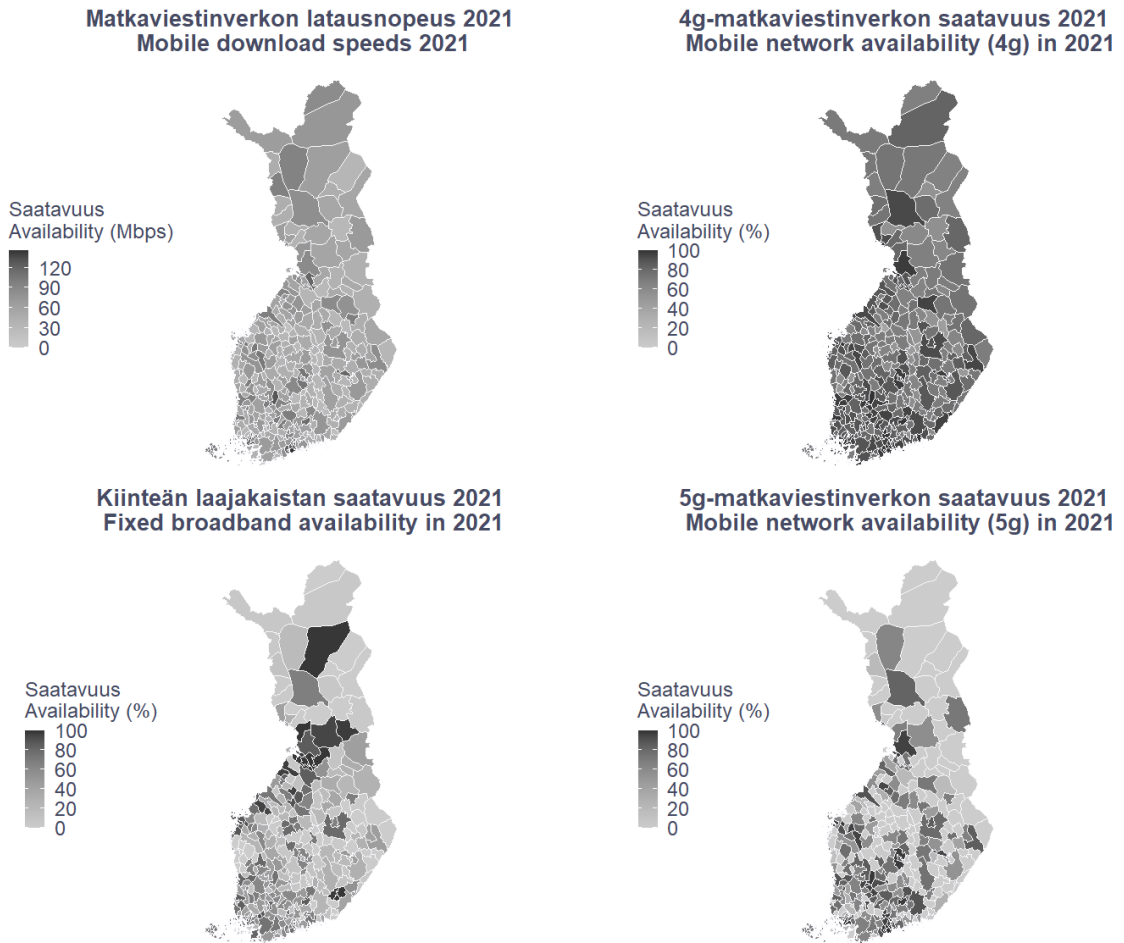
Tulokset

Digitaalisen infrastruktuurin kunnittainen saatavuus

Digitaalisessa infrastruktuurissa on kuntien välillä selkeitä eroavaisuuksia (kuva 2). Erot nousevat esille erityisesti kiinteän laajakaistayhteyden ja 5g-matkaviestinverkon saatavuuksissa. Molemmissa muuttujissa alhainen saatavuus painottuu Itä- ja

Pohjois-Suomeen sekä osiin Keski-Suomea. Saatavuudessa on näin myös selvää maantieteellistä keskittymistä, sillä heikon ja hyvän saatavuuden kunnat näyttävät kartalta katsottuna sijaitsevan toistensa läheisyydessä. Tämän vahvistavat myös spatiaaliset autokorrelaatioindeksit. Korkein spatiaalinen autokorrelaatio havaitaan kuuden lähimmän naapurin menetelmällä laskettuna 4g-matka-

viestinverkon saatavuudessa (Moranin I 0,357; p-arvo <0,001). Myös muut tietoliikenneyhteyksien saatavuutta kuvaavat muuttujat ovat spatiaalisesti autokorreloituneita (5g-matkaviestinverkon saatavuus: Moranin I 0,240; p-arvo <0,001; kiinteän laajakaistan saatavuus: Moranin I 0,258; p-arvo <0,001; matkaviestinverkon latausnopeus: Moranin I 0,232; p-arvo <0,001).



Kuva 2. Tietoliikenneyhteyksien saatavuus kunnittain vuonna 2021.
Figure 2. Availability of telecommunication connections by municipality in 2021.

Kiinteän laajakaistayhteyden ja matkaviestinverkkojen saatavuuksissa erot Suomen kuntien välillä ovat myös tunnuslukujen perusteella huomattavat (taulukko 2). Esimerkiksi 35 kunnassa kotitalouksilla ei vuonna 2021 ollut saatavilla lainkaan kiinteää laajakaistaa ja peräti 110 kunnassa 5g-matkaviestinverkkoa. Myös matkaviestinverkon

latausnopeuksissa on kuntien välillä selkeitä eroja. Tarkastelussa mukana olevista tietoliikenneyhteyksistä 4g-matkaviestinverkko on parhaiten saatavilla ja myös kuntien väliset erot ovat suhteellisesti tarkasteltuna pienimmillään (taulukko 2).

Digitaalisen infrastruktuurin osatekijöiden saatavuudet korreloivat keskenään positiivisesti, mikä

viittaa siihen, että jos jokin osatekijä on saatavilla kunnassa, ovat todennäköisesti myös muut osatekijät kunnassa hyvin saatavilla. Voimakkaimmat korrelaatiot ovat matkaviestinverkon latausnopeuden ja 4g- ja 5g-matkaviestinverkkojen saata-

vuuden kesken (4g: $r=0,741$; p-arvo $<0,001$; 5g: $0,688$; p-arvo $<0,001$). Myös kiinteän laajakaistan saatavuus ja 4g-matkaviestinverkkojen saatavuus ($r=0,379$; p-arvo $<0,001$) sekä matkaviestinverkon latausnopeus ($r=0,383$; p-arvo $<0,001$) korreloivat

Taulukko 2. Tietoliikenneyhteyksien laadun tilastolliset tunnusluvut vuonna 2021.

Table 2. Descriptive statistics of the quality of telecommunication connections in 2021.

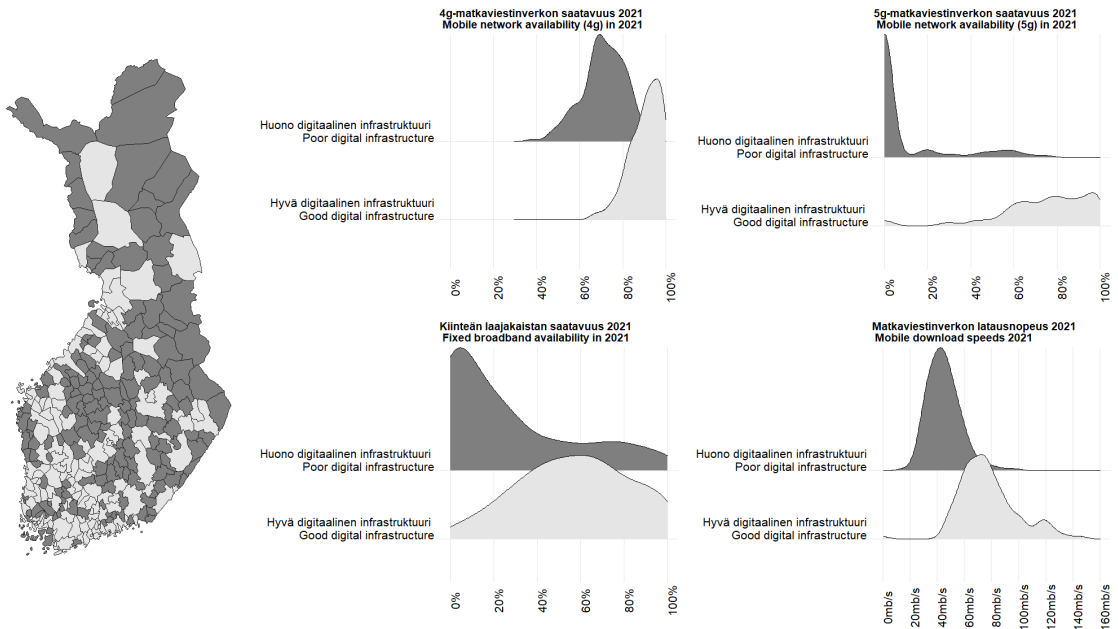
Muuttuja <i>Variable</i>	Minimi <i>Min.</i>	Alakvartiili <i>Lower quartile</i>	Mediaani <i>Median</i>	Keskiarvo <i>Mean</i>	Yläkvartiili <i>Upper quartile</i>	Maksimi <i>Max.</i>
Matkaviestinverkon latausnopeus Q4 2021 (mb/s) <i>Mobile download speed Q4 in 2021 (mb/s)</i>	15,6	41,8	55,2	59,4	73,2	145,7
Matkaviestinverkon (4g & 100 mb/s) saatavuus 2021 (%) <i>Mobile network availability (4g & 100 mb/s) in 2021 (%)</i>	38,0	70,0	81,0	79,9	91,0	100
Matkaviestinverkon (5g & 100 mb/s) saatavuus 2021 (%) <i>Mobile network availability (5g & 100 mb/s) in 2021 (%)</i>	0,0	0,0	30,2	37,9	75,1	100
Kiinteän laajakaistan (1000 mb/s) saatavuus 2021 (%) <i>Fixed broadband (1000 mb/s) availability in 2021 (%)</i>	0,0	10,0	37,0	40,1	68,0	100

keskenään. Eri teknologiat eivät siten näyttäyty toisiaan poissulkevinä, vaan pikemminkin ne täydentävät toistensa saatavuutta kunnissa.

Kuntaluokkien väliset erot digitaalisessa infrastruktuurissa

Ryhmittelyanalyysissä ryhmien lukumäärän optimaalisuutta arvioivien 26 kriteerin perusteella kunnat jakautuvat digitaalisessa infrastruktuurissa kahteen luokkaan: huonon ja hyvän digitaalisen infrastruktuurin kuntiin. Kahtiajakautuminen on selkeää myös muuttujien jakaumien perusteella erityisesti 5g-matkaviestinverkon ja kiinteän laajakaistan saatavuudessa (kuva 3). Vuonna 2021 esimerkiksi kiinteä laajakaista oli saatavilla hyvän digitaalisen infrastruktuurin kunnissa keskimäärin 57 prosentilla asukkaista, mutta huonon digitaalisen infrastruktuurin kunnissa saatavuus oli 28 prosenttia (taulukko 3).

Myös maantieteellisesti kunnat näyttävät jakautuvan kahtia, sillä huonon digitaalisen infrastruktuurin kunnat painottuvat Itä- ja Pohjois-Suomeen (kuva 3). Vastaavasti hyvän digitaalisen infrastruktuurin kunnat sijaitsevat useimmiten Etelä- tai Länsi-Suomessa. Digitaalisen infrastruktuurin kuntaluokat eroavat toisistaan kaikissa tietoliikenneyhteyksien laatua kuvaavissa muuttujissa, kuten myös niistä lasketussa digitaalisen infrastruktuurin indeksin summamuuttujassa (taulukko 3). Kuntaluokkien väliset erot digitaalisessa infrastruktuurissa eivät vuosina 2019–2021 yleisesti kaventuneet, sillä matkaviestinverkon latausnopeus parantui enemmän hyvän digitaalisen infrastruktuurin kunnissa eikä kiinteän laajakaistayhteyden saatavuuden parantumisessa ollut kuntaluokkien välillä tilastollisesti merkitsevää eroa (taulukko 3). Ainoastaan 4g-matkaviestinverkon saatavuus parantui huonon digitaalisen infra-



Kuva 3. Tietoliikenneyhteyksien saatavuus digitaalisen infrastruktuurin kuntaluokituksen suhteen vuonna 2021.
 Figure 3. Availability of telecommunication connections in terms of the digital infrastructure municipality classification in 2021.

Taulukko 3. Tietoliikenneyhteyksien saatavuus vuonna 2021 ja kehitys vuosina 2019–2021 huonon ja hyvän digitaalisen infrastruktuurin kuntaluokissa.

Table 3. Availability of telecommunication connections in 2021 and development between 2019 and 2021 for the categories of municipalities with poor and good digital infrastructure.

Vuosi Year	Muuttuja Variable	Huono digitaalinen infrastruktuuri Poor digital infrastructure	Hyvä digitaalinen infrastruktuuri Good digital infrastructure	t-arvo (p-arvo) t-value (p-value)
2021	Matkaviestinverkon latausnopeus Q4 2021 (mb/s) Mobile download speeds Q4 2021 (mb/s)	45,0	77,7	15,365 (<0,001)
	Matkaviestinverkon (4g & 100 mb/s) saatavuus 2021 (%) Mobile network availability (4g & 100 mb/s) in 2021 (%)	71,2	90,1	26,964 (<0,001)
	Matkaviestinverkon (5g & 100 mb/s) saatavuus 2021 (%) Mobile network availability (5g & 100 mb/s) in 2021 (%)	9,1	74,6	18,981 (<0,001)
	Kiinteän laajakaistan (1000 mb/s) saatavuus 2021 (%) Fixed broadband (1000 mb/s) availability in 2021 (%)	27,5	57,3	9,214 (<0,001)
	Digitaalisen infrastruktuurin indeksi Digital Infrastructure Index	-2,4	3,1	25,882 (<0,001)

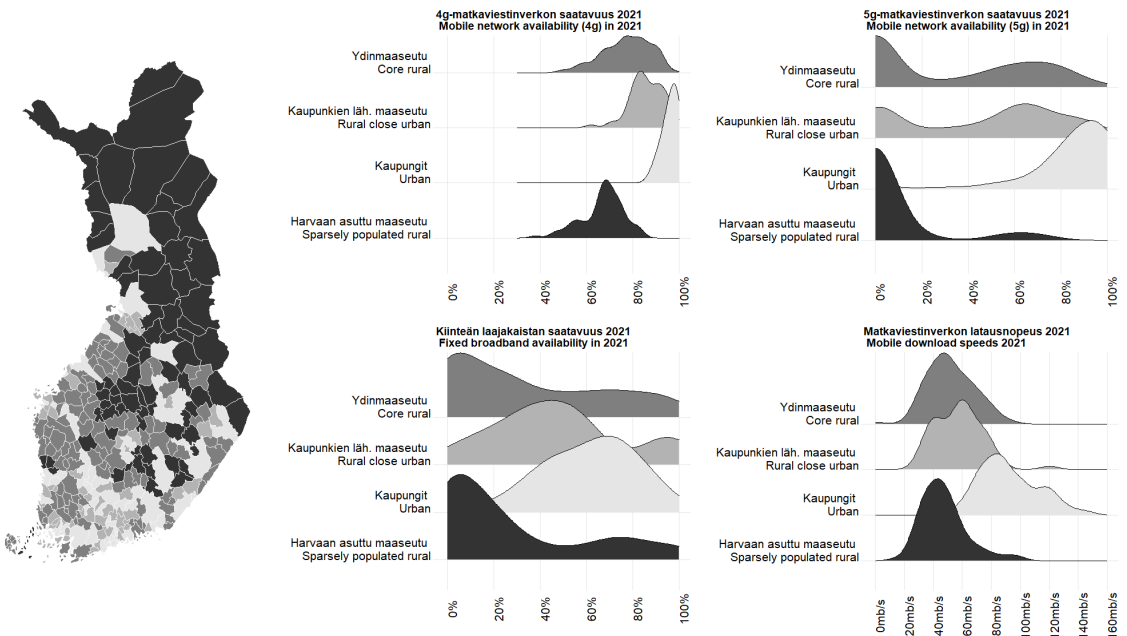
Kehitys vuosina 2019–2021	Matkaviestinverkon latausnopeus Q1/2019–Q42021 (mb/s) <i>Mobile download speed Q1/2019–Q42021 (mb/s)</i>	11,0	38,1	15,520 (<0,001)
Development in 2019–2021	Matkaviestinverkon (4g & 100 mb/s) saatavuuden parantuminen (%) <i>Improved mobile network availability (4g & 100 mb/s) (%)</i>	2,5	0,8	-2,594 (0,009)
	Kiinteän laajakaistan (1000 mb/s) saatavuuden parantuminen (%) <i>Improved availability of fixed broadband (1000 mb/s) (%)</i>	14,9	18,3	1,204 (0,229)

struktuurin kunnissa enemmän kuin hyvän digitaalisen infrastruktuurin kunnissa (taulukko 3).

Vuonna 2021 erot kuntien tietoliikenneyhteyksien laadussa olivat tilastollisesti merkittävät myös kaupunki–maaseutu-luokissa (taulukko 4, kuva 4). Digitaalinen infrastruktuuri oli parhaiten saatavilla kaupungeissa ja heikoimmin harvaan asutun maaseudun kunnissa. Esimerkiksi kiinteän laajakaistan kohdalla kaupunkien ja harvaan asutun maaseudun kuntien välinen ero keskimääräisessä saatavuudessa oli yli kaksinkertainen. Suurin ero kaupunkien ja harvaan asutun maaseudun kuntien välillä oli 5g-matkaviestinverkon saatavuudessa, jossa ero oli jopa yli 12-kertainen. Erot kuntaluokkien välillä

olivat myös varianssianalyysin perusteella tilastollisesti merkitseviä kaikissa muuttujissa sekä niistä yhteenlasketussa indeksissä (taulukko 4).

Tietoliikenneyhteyksien kehityksessä vuosina 2019–2021 oli myös kuntaluokkien välillä eroavuuksia (taulukko 4). Matkaviestinverkon latausnopeudet kasvoivat eniten kaupungeissa ja vähiten harvaan asutulla maaseudulla. Matkaviestinverkon saatavuuden parantuminen kosketti erityisesti kaupunkien läheistä maaseutua sekä kaupunkeja (taulukko 4). Kiinteän laajakaistan rakentaminen on edennyt tasaisemmin, sillä kuntaluokkien välillä ei ollut myöskään varianssianalyysin perusteella tilastollisesti merkitseviä eroja (taulukko 4). Eniten



Kuva 4. Tietoliikenneyhteyksien saatavuus kaupunki–maaseutu-kuntaluokituksen suhteen vuonna 2021. Figure 4. Availability of telecommunication connections in terms of the urban-rural municipality classification in 2021.

kiinteän laajakaistan saatavuus on parantunut kaupunkien läheisellä maaseudulla ja harvaan asutulla maaseudulla. Heikointa kiinteän laajakaistan saatavuuden kehitys on ollut ydinmaaseudulla, jossa saatavuus on parantunut vain 8,7 prosenttia.

Ristiintaulukoinnin perusteella kaupunki–maaseutu-luokitus ja digitaalisen infrastruktuurin kuntaluokat ovat riippuvaisia toisistaan (Khiin neliö-testi 113,57; p-arvo <0,001). Tämä tarkoittaa, että digitaalisen infrastruktuurin kahtiajakautuneisuus kytkeytyy kaupunki–maaseutu-ulottuvuuteen. Tämän havainnollistavat myös kuntaluokkien suhteelliset osuudet, sillä harvaan asutun maaseudun kunnista 93 prosenttia kuuluu huonon digitaalisen

infrastruktuurin kuntaluokkaan, mutta vastaavasti kaupungeista tähän kuntaluokkaan kuuluu vain yksi kunta. Suurin osa kaupungeista kuuluu siten hyvän digitaalisen infrastruktuurin kuntaluokkaan. Myös kaupunkien läheisen maaseudun kunnista suurin osa (56 %) kuuluu hyvän digitaalisen infrastruktuurin kuntaluokkaan. Ydinmaaseudulla huonon digitaalisen infrastruktuurin kuntaluokkaan kuuluu 64 prosenttia kunnista.

Digitaalinen kuilu kuntaluokissa

Vaikka kuntatilastojen perusteella tietoliikenneyhteyksien saatavuus on maaseudulla keskimäärin

Taulukko 4. Tietoliikenneyhteyksien saatavuus vuonna 2021 ja kehitys vuosina 2019–2021 kaupunki–maaseutu-kuntaluokituksen suhteen.

Table 4. Availability of telecommunication access in 2021 and development in 2019–2021 in terms of urban-rural municipality classification.

Vuosi <i>Year</i>	Muuttuja <i>Variable</i>	Kaupungit <i>Urban areas</i>	Kaupunkien läheinen maaseutu <i>Rural areas close to urban</i>	Ydinmaaseutu <i>Core rural areas</i>	Harvaan asuttu maaseutu <i>Sparsely populated rural areas</i>	Varianssi-analyysi (F-suure; p-arvo) <i>Analysis of variance (F-value; p-value)</i>
2021	Matkaviestinverkon latausnopeus Q4 2021 (mb/s) <i>Mobile download speed Q4 in 2021 (mb/s)</i>	92,4	57,8	51,9	47,1	89,360 (<0,001)
	Matkaviestinverkon (4g & 100 mb/s) saatavuus 2021 (%) <i>Mobile network availability (4g & 100 mb/s) in 2021 (%)</i>	96,4	85,8	77,9	66,8	136,501 (<0,001)
	Matkaviestinverkon (5g & 100 mb/s) saatavuus 2021 (%) <i>Mobile network availability (5g & 100 mb/s) in 2021 (%)</i>	84,0	45,6	32,0	6,8	104,001 (<0,001)
	Kiinteän laajakaistan (1000 mb/s) saatavuus 2021 (%) <i>Fixed broadband (1000 mb/s) availability in 2021 (%)</i>	61,5	47,8	35,1	27,7	16,350 (<0,001)
	Digitaalisen infrastruktuurin indeksi <i>Digital Infrastructure Index</i>	4,5	0,8	-0,8	-2,7	131,600 (<0,001)
Kehitys vuosina 2019–2021 <i>Development in 2019–2021</i>	Matkaviestinverkon latausnopeus Q1/2019–Q4/2021 (mb/s) <i>Mobile download speed Q1/2019–Q4/2021 (mb/s)</i>	47,4	24,1	18,7	10,3	69,710 (<0,001)
	Matkaviestinverkon (4g & 100 mb/s) saatavuuden parantuminen (%) <i>Improved mobile network availability, (4g & 100 mb/s) (%)</i>	42306 (1,1)	7477 (1,4)	2829 (0,4)	1162 (0,4)	3,107 (0,026)
	Kiinteän laajakaistan (1000 mb/s) saatavuuden parantuminen (%) <i>Improved availability of fixed broadband (1000 mb/s) (%)</i>	558085 (14,0)	107205 (19,7)	62946 (8,7)	45195 (16,1)	2,170 (0,091)

kaupunkeja heikompi, on tulosten tulkinnassa huomioitava se, että edellisissä analyyseissä ei huomioitu sekoittavien tekijöiden vaikutusta havainnoituihin kuntaryhmien välisiin eroihin. Siksi edellä havaitut erot kuntaluokkien välillä kuvaavat lähinnä luonnollisia eroja kuntien kesken, koska vertailussa ei ole huomioitu kuntien erilaisuutta. Sekoittavien tekijöiden vaikutusta digitaalisen infrastruktuurin kehitykseen kunnissa poistettiin hyödyntämällä tilastollisessa testauksessa kaltaistamismenetelmää. Näin voitiin edellisen kappaleen analyysejä luotettavemmin todentaa kuntaryhmien välistä digitaalista kuilua digitaalisen infrastruktuurin saatavuudessa.

Kaltaistamiseen pohjautuvat testit osoittavat, että digitaalisen infrastruktuurin osalta on kuntaryhmien ja -luokkien välillä olemassa digitaalinen kuilu, kun huomioidaan näiden ryhmien ja luokkien väliset erot huono-osaisuudessa, koulutustasossa, sairastavuudessa, väestörakenteessa ja taajamaasteessa (taulukko 5). Ääripäiksi tarkastelussa erotuvat kaupungit ja huonon digitaalisen infrastruk-

tuurin kunnat: kaupungit eroavat muista kunnista parempien ja huonon digitaalisen infrastruktuurin kunnat puolestaan heikompien tietoliikenneyhteyksien suhteen. Kaupungeissa matkaviestinverkon latausnopeudet ja matkaviestinverkkojen saatavuudet ovat keskimäärin parempia kuin muissa taustaltaan samankaltaisissa kunnissa. Huonon digitaalisen infrastruktuurin kunnissa puolestaan kaikki tietoliikenneyhteyksien laatua kuvaavat muuttujat ovat heikommat kuin verrokkikunnissa. Maaseudun kuntaluokista heikoin digitaalisen infrastruktuurin tilanne on harvaan asutun maaseudun kunnissa, joissa 4g- ja 5g-matkaviestinverkkojen saatavuus on muita kuntia heikompi. Kaupunkien läheisen maaseudun kunnissa ei ole havaittavissa digitaalista kuilua lukuun ottamatta matkaviestinverkon latausnopeuksia, jotka ovat kuntaluokassa alhaisemmat kuin verrokkikunnissa (taulukko 5). Ydinmaaseudun kunnat eivät näytä eroavan samankaltaisista verrokkikunnista digitaalisen infrastruktuurin saatavuudessa eikä siten digitaalista kuilua ole todennettavissa kuntaluokassa.

Taulukko 5. Tietoliikenneyhteyksien laatu kuntaluokittain vuonna 2021. Testaaminen perustuu t-testeihin, jotka on tehty geneettisesti kaltaistettuun aineistoon. Taulukossa merkintä R tarkoittaa vertailtavaa kuntaluokkaa ja merkintä V sen verrokkiryhmää.

Table 5. Quality of telecommunication connections by municipality category in 2021. Testing is based on t-tests on genetically matched data. In the table, R stands for the reference municipality category, and V for its control group.

Kuntaluokka <i>Municipality category</i>	Matkaviestinverkon latausnopeus Q4 2021 <i>Mobile download speed Q4 in 2021</i>			Matkaviestinverkon, 4g & 100 mb/s, saatavuus 2021 <i>Mobile network, 4g & 100mb/s, availability in 2021</i>			Matkaviestinverkon, 5g & 100 mb/s, saatavuus 2021 <i>Mobile network, 5g & 100mb/s, availability in 2021</i>			Kiinteän laajakaistan, 1000 mb/s, saatavuus 2021 <i>Fixed broadband, 1000mb/s, availability in 2021</i>		
	R	V	t-arvo (p-arvo) <i>t-value (p-value)</i>	R	V	t-arvo (p-arvo) <i>t-value (p-value)</i>	R	V	t-arvo (p-arvo) <i>t-value (p-value)</i>	R	V	t-arvo (p-arvo) <i>t-value (p-value)</i>
Kaupungit <i>Urban</i>	92,3	72,6	-3,720 (0,001)	96,3	92,0	-3,276 (0,004)	84,0	71,5	-1,940 (0,064)	61,5	57,4	-0,510 (0,616)
Kaupunkien läheinen maaseutu <i>Rural areas close to urban</i>	57,8	67,2	1,893 (0,060)	85,8	86,8	0,386 (0,701)	45,6	53,1	0,847 (0,401)	46,8	46,5	-0,050 (0,960)
Ydinmaaseutu <i>Core rural areas</i>	52,0	52,2	0,039 (0,968)	77,3	74,4	-1,556 (0,122)	32,0	24,5	-1,697 (0,091)	35,1	34,6	0,205 (0,837)
Harvaan asuttu maaseutu <i>Sparsely populated areas</i>	47,1	46,5	-0,172 (0,863)	66,8	73,0	3,151 (0,002)	6,8	21,0	2,604 (0,012)	27,7	24,7	-0,473 (0,637)
Huonon digitaalisen infrastruktuurin kunnat <i>Municipalities with poor digital infrastructure</i>	45,0	65,9	8,207 (<0,001)	71,2	83,3	7,867 (<0,001)	9,2	64,7	16,044 (<0,001)	27,0	44,2	3,009 (0,004)

Eröt tietoliikenneyhteyksien saatavuuden kehityksessä vuosina 2019–2021 eivät ole yhtä selkeitä kuin erot niiden saatavuudessa vuonna 2021 (taulukko 6). Havaitut erot tarkoittavat, että digitaalinen kuilu on syventynyt vain muutamissa kuntaluokissa, kun digitaalisen infrastruktuurin saatavuuden kehitys on kuntaluokissa ollut pääosin samankaltaista. Toisaalta havainnoista on tehtävä huomio, että digitaalinen kuilu ei myöskään ole kaventunut, jolloin digitaalisen infrastruktuurin rakentaminen ei ole merkittävästi kohdentunut heikon saatavuuden kuntiin. Kaupungeissa tietoliikenneyhteyksien laatu on parantunut muita kuntia enemmän vain matkaviestinverkon latausnopeuksissa. Maaseutuluokista tilastollista

eroa löytyy ainoastaan ydinmaaseudun kunnista, joissa kiinteän laajakaistan saatavuus on kehittynyt muita kuntia heikemmin, ja siten näiden kuntien kuilu suhteessa muihin kuntiin on keskimäärin syventynyt. Heikkoja viitteitä tilastollisessa testauksessa on myös siitä, että harvaan asutun maaseudun digitaalinen kuilu kiinteän laajakaistan saatavuudessa olisi kaventunut suhteessa muihin kuntiin, mutta syventynyt matkaviestinverkon latausnopeuksien kehityksessä. Vastaava kehitys on heikosti näkyvässä myös kaupunkien läheisen maaseudun kunnissa. Huonon digitaalisen infrastruktuurin kunnissa digitaalinen kuilu muihin kuntiin on syventynyt vuosina 2019–2021 matkaviestinverkon latausnopeuksissa.

Taulukko 6. Tietoliikenneyhteyksien laadussa tapahtuneet muutokset kuntaluokittain vuosina 2019–2021. Testaaminen perustuu t-testeihin, jotka on tehty geneettisesti kaltaistettuun aineistoon. Taulukossa merkintä R tarkoittaa vertailtavaa kuntaluokkaa ja merkintä V sen verrokkiryhmää.

Table 6. Changes in the quality of telecommunication connections by municipality category in 2019–2021, based on t-tests on genetically matched data. In the table, R stands for the reference municipality category, and V for its control group.

Kuntaluokka <i>Municipality category</i>	Matkaviestinverkon latausnopeuden muutos 2019–2021 <i>Change in mobile download speed 2019–2021</i>			Matkaviestinverkon, 4g & 100 mb/s, saatavuuden muutos 2019–2021 <i>Change in mobile network availability, 4g & 100mb/s, 2019–2021</i>			Kiinteän laajakaistan, 1000 mb/s, saatavuuden muutos 2019–2021 <i>Change in availability of fixed broadband, 1000mb/s, 2019–2021</i>		
	R	V	t-arvo (p-arvo) <i>t-value (p-value)</i>	R	V	t-arvo (p-arvo) <i>t-value (p-value)</i>	R	V	t-arvo (p-arvo) <i>t-value (p-value)</i>
Kaupungit <i>Urban</i>	47,4	36,9	-2,136 (0,044)	0,1	0,7	0,709 (0,490)	17,4	21,4	0,538 (0,597)
Kaupunkien läheinen maaseutu <i>Rural areas close to urban</i>	24,0	28,2	0,961 (0,341)	0,6	1,4	0,907 (0,367)	17,8	16,6	-0,233 (0,815)
Ydinmaaseutu <i>Core rural areas</i>	18,7	16,5	-0,996 (0,321)	2,4	3,0	0,407 (0,685)	12,1	18,8	1,654 (0,101)
Harvaan asuttu maaseutu <i>Sparsely populated rural areas</i>	10,3	14,3	1,524 (0,131)	2,7	2,8	0,047 (0,962)	20,0	6,1	-3,514 (<0,001)
Huonon digitaalisen infrastruktuurin kunnat <i>Municipalities with poor digital infrastructure</i>	11,0	29,7	8,730 (<0,001)	2,5	1,4	-0,933 (0,355)	15,0	15,2	0,029 (0,977)

Tietoliikenneyhteyskieroksien merkitys digitalisaation mahdollisuuksien hyödyntämisessä

Paneeliregressiomallinnuksen tulokset osoittavat, että tietoliikenneyhteyskieroksilla on kunnissa merkitystä etätöiden ja etäterveyspalvelujen käyttämisen yleisyydessä (taulukko 7). Mallien selitysasteissa on kuitenkin merkittäviä eroja, minkä vuoksi tietoliikenneyhteyskieroksien kyky selittää etätöiden tai etäterveyspalvelujen hyödyntämistä kunnissa vaihtelee voimakkaasti. Etätöiden tekeminen näyttää mallin perusteella määrittävän pääsääntöisesti digitaalisen infrastruktuurin saatavuuden perusteella, sillä kunnissa etätöiden tekemisestä tietoliikenneyhteyskierokset selittävät yhteensä noin 62 prosenttia. Tämä on huomattavasti enemmän kuin etäterveyspalveluissa, joissa digitaalisen infrastruktuurin muuttujat selittivät vain noin 2 prosenttia palvelujen käyttämisen yleisyydestä kunnissa (taulukko 7). Siten etäterveyspalvelujen hyö-

dyntäminen kunnissa ei näytä riippuvan digitaalisen infrastruktuurin saatavuudesta.

Etätöiden ja etäterveyspalvelujen yleisyyttä selittävien regressiomallien välillä on myös joitakin merkittäviä eroja selittävissä tekijöissä (taulukko 7). Etätöiden yleisyyteen kunnissa ovat positiivisesti yhteydessä kiinteän laajakaistan saatavuus sekä matkaviestinverkon latausnopeudet. Etäterveyspalvelujen käyttämiseen puolestaan on regressiomallinnuksen perusteella yhteydessä kiinteän laajakaistayhteyden saatavuuden lisäksi myös 4g-matkaviestinverkon saatavuus (taulukko 7). Regressiomallinnuksen havainnot osoittavat etätöiden ja etäterveyspalvelujen erilaisuuden, mutta myös sen, että ne näyttävät olevan eri tavoin riippuvaisia digitaalisesta infrastruktuurista ja sen saatavuudesta.

Yksittäisiin kuntaryhmiin sovitetuissa malleissa on selkeitä eroja kuntaryhmien välillä (taulukko 8). Maaseudun sekä huonon digitaalisen infrastruktuurin kunnissa etätöiden yleisyyteen ovat

Taulukko 7. Paneeliregressiomallinnuksen tulokset selitettäessä etätöiden tekemisen ja etäterveyspalvelujen käyttämisen yleisyyttä kunnissa. Kontrollimuuttujien regressiokertoimet on jätetty selkeyden vuoksi taulukosta pois.

Table 7. Results of panel regression modeling. Regression coefficients for control variables have been omitted for clarity.

Muuttuja <i>Variable</i>	Etätö <i>Remote work</i>		Etäterveyspalvelut <i>Remote health services</i>	
	B-suure (keskivirhe) <i>B-value (std. error)</i>	t-arvo (p-arvo) <i>t-value (p-value)</i>	B-suure (keskivirhe) <i>B-value (std. error)</i>	t-arvo (p-arvo) <i>t-value (p-value)</i>
Kiinteän laajakaistan saatavuus <i>Availability of fixed broadband</i>	0,551 (0,135)	4,070 (<0,001)	2,896 (1,316)	2,199 (0,028)
Matkaviestinverkon, 4g saatavuus <i>4g mobile network availability</i>	0,205 (0,833)	0,247 (0,805)	16,618 (8,450)	1,966 (0,049)
Matkaviestinverkon latausnopeus <i>Mobile connection download speed</i>	0,023 (0,002)	11,668 (<0,001)	-0,012 (0,014)	-0,838 (0,402)
R ² (ilman kontrollimuuttujia) <i>(without control variables)</i>	0,615		0,015	
F-test <i>Chi square</i>	311,084 (<0,001)		3,126 (0,025)	

positiivisesti yhteydessä kiinteän laajakaistayhteyden saatavuus sekä matkaviestinverkon latausnopeus. Kaupungeissa, kaupunkien läheisen maaseudun sekä ydinmaaseudun kunnissa etätöiden yleisyys näyttää puolestaan olevan riippuvaista matkaviestinverkon latausnopeuksista eikä niinkään kiinteän laajakaistan saatavuudesta. Mallinnuksen havainnot osoittavatkin kuntaryhmien erilaisuuden, sillä harvaan asutun maaseudun ja huonon digitaalisen infrastruktuurin kunnissa etätöiden tekemistä näyttää rajoittavan puutteellinen kiinteän laajakaistan saatavuus.

Kuntaryhmiin sovitetuista etätöiden yleisyyttä selittävistä regressiomalleista on myös huomioitava, että mallien selitysasteet eroavat toisistaan paljon

(taulukko 7). Esimerkiksi kaupungeissa etätöiden yleisyyttä selittävän mallin selitysaste on jopa 79 prosenttia, kun harvaan asutulla maaseudulla ja huonon digitaalisen infrastruktuurin kunnissa selitysaste jää noin 44 ja 42 prosenttiin. Luvut osoittavat, että kaupunkialueilla etätöiden tekemiseen vaikuttaa pääosin digitaalisen infrastruktuurin saatavuus, mutta maaseudulla ja huonon digitaalisen infrastruktuurin kunnissa etätöiden tekeminen riippuu enemmän myös muista tekijöistä. Etäterveyspalvelujen käyttämistä selittävässä kuntaryhmittäisissä malleissa kaikkien selitysasteet jäivät alhaisiksi ja vain kaupungeissa sekä ydinmaaseudun kunnissa digitaalisen infrastruktuurin muuttujat selittävät merkittävästi etäterveyspalvelujen käyttämistä (taulukko 8).

Taulukko 8. Paneeliregressiomallinnuksen tulokset kuntauokittain selitettäessä etätöiden tekemisen ja etäterveyspalvelujen käyttämisen yleisyyttä kunnissa. Kontrollimuuttujien regressiokertoimet on jätetty selkeyden vuoksi taulukosta pois.

Table 8. Results of panel regression modelling by municipality category when explaining the prevalence of remote working and remote health services in municipalities. Regression coefficients for control variables have been omitted for clarity.

Muuttuja Variable	Etätö Remote work									
	Kaupungit <i>Urban municipalities</i>		Kaupunkien läheinen maaseutu <i>Rural areas close to urban</i>		Ydinmaaseutu <i>Core rural</i>		Harvaan asuttu maaseutu <i>Sparsely populated rural</i>		Huono digitaalinen infrastruktuuri <i>Poor digital infrastructure</i>	
	B-suure (keski- virhe) <i>B-value (std. error)</i>	t-arvo (p-arvo) <i>t-value (p-value)</i>	B-suure (keski- virhe) <i>B-value (std. error)</i>	t-arvo (p-arvo) <i>t-value (p-value)</i>	B-suure (keski- virhe) <i>B-value (std. error)</i>	t-arvo (p-arvo) <i>t-value (p-value)</i>	B-suure (keski- virhe) <i>B-value (std. error)</i>	t-arvo (p-arvo) <i>t-value (p-value)</i>	B-suure (keski- virhe) <i>B-value (std. error)</i>	t-arvo (p-arvo) <i>t-value (p-value)</i>
Kiinteän laajakaistan saatavuus <i>Availability of fixed broadband</i>	0,488 (2,271)	0,215 (0,830)	-0,999 (1,660)	-0,602 (0,548)	0,770 (0,625)	1,231 (0,219)	2,283 (0,535)	4,267 (<0,001)	4,710 (0,790)	5,955 (<0,001)
4g-matkaviestinverkon saatavuus <i>4g mobile network availability</i>	-52,071 (46,600)	-1,117 (0,266)	-3,225 (10,280)	-0,313 (0,754)	0,467 (2,470)	0,189 (0,850)	1,510 (2,032)	0,743 (0,458)	6,187 (3,039)	2,035 (0,042)
Matkaviestinverkon latausnopeus <i>Mobile connection download speed</i>	0,164 (0,024)	6,562 (<0,001)	0,136 (0,025)	5,243 (<0,001)	0,048 (0,008)	5,702 (<0,001)	0,027 (0,012)	2,159 (0,032)	0,147 (0,014)	10,078 (<0,001)
R ² (ilman kontrollimuuttujia) <i>(without control variables)</i>	0,857		0,691		0,516		0,436		0,419	
F / Chi square	214,499 (<0,001)		79,817 (<0,001)		76,491 (<0,001)		37,461 (<0,001)		77,918 (<0,001)	

	Etäterveyspalvelut <i>Remote health services</i>									
Kiinteän laajakaistan saatavuus <i>Availability of fixed broadband</i>	10,492 (4,498)	2,332 (0,021)	-1,749 (3,807)	-0,459 (0,647)	0,450 (2,590)	0,173 (0,862)	1,365 (2,470)	0,552 (0,581)	-0,038 (2,057)	-0,018 (0,985)
4g-matkaviestinverkon saatavuus <i>4g mobile network availability</i>	106,777 (92,309)	1,156 (0,250)	-13,394 (23,887)	-0,560 (0,0576)	26,455 (10,231)	2,585 (0,010)	-5,601 (9,383)	-0,596 (0,551)	5,074 (7,693)	0,659 (0,510)
Matkaviestinverkon latausnopeus <i>Mobile connection download speed</i>	-0,001 (0,049)	-0,021 (0,983)	0,021 (0,053)	0,384 (0,701)	-0,072 (0,035)	-2,032 (0,043)	-0,019 (0,058)	-0,342 (0,732)	-0,033 (0,042)	-0,787 (0,431)
R ² (ilman kontrollimuuttujia) <i>(without control variables)</i>	0,071		0,030		0,070		0,001		0,011	
F / Chi square	2,691 (0,049)		1,094 (0,354)		5,356 (0,001)		0,072 (0,974)		1,263 (0,286)	

Pohdinta ja johtopäätökset

Suomessa tietoliikenneyhteysien rakentamisen tavoitteena on ollut taata jokaiselle pääsy nopeisiin laajakaistayhteyksiin. Tämän artikkelin havainnot osoittavat, että tavoite ei ole vielä toteutunut ja kuntien välillä on suuriakin eroja digitaalisessa infrastruktuurissa ja sen tarjoamien, digitalisaatioon kytkeytyvien mahdollisuuksien hyödyntämisessä. Erot digitaalisen infrastruktuurin saatavuudessa eivät ole pelkästään luonnollisia, sillä digitaalinen kuilu on todennettavissa, kun huomioidaan myös kuntien erot väestörakenteessa, sosioekonomisessa taustassa ja koulutusasteessa. Digitaalinen kuilu kuntaluokkien välillä ei kuitenkaan ole niin selkeä kuin tunnusluvut antaisivat ymmärtää, sillä kuilu oli todennettavissa vain tietyissä osissa digitaalista infrastruktuuria.

Ilman poliittisia toimenpiteitä digitaalinen kuilu maan sisällä olisi todennäköisesti vielä suurempi, sillä Suomessa on edistetty kiinteän laajakaistan rakentamista osana alue- ja maaseutupolitiikkaa. Artikkelin tulokset viittaavat siihen, että erityisesti harvaan asutun maaseudun asemaa kiinteän laajakaistan saatavuudessa on pystytty parantamaan harjoitetulla politiikalla, jossa valokuiturakentamista on tuettu maaseutualueilla, joilla rakentaminen on ollut kallista (Hirvonen ym. 2020). Havaitun digitaalisen kuilun kaventaminen tulevaisuudessa edellyttäisi paikallisesti räätälöityjä sekä yhteisöperustaisia ratkaisuja ja teknologiariippumattomia toimenpiteitä, kuten aiemmassa tutkimuksessa todettu Ruotsissa ja Saksassa (Löfving ym. 2022).

Suomessa tämä tarkoittaisi tutkimuksen tulosten perusteella tietoliikennepolitiikan kohdentamista kaupunki–maaseutu-ulottuvuuden sijaan erityisesti huonon digitaalisen infrastruktuurin kuntiin. Toisaalta myös harjoitetun tietoliikennepolitiikan jatkamiselle on tulosten nojalla perusteita, jos digitaalisen kuilun syventymistä kaupunkien ja maaseutukuntien välillä halutaan välttää. Yksityiset yritykset tai julkisesti omistetut tietoverkkoyhtiöt eivät useinkaan voi toimia harvaan asutulla maaseudulla kannattavasti (Yoo ym. 2022), sillä maaseudulla tietoliikenneyhteysien rakentaminen on kalliimpaa ja käyttäjiä on vähemmän. Siksi ilman korkeampien rakentamiskustannuksien kompensoimista uhka digitaalisen kuilun syventymiselle olisi todellinen. Tätä eriytyvää kehitystä on todennettu erityisesti 5g-matkaviestinverkkojen kehityksessä maaseutukunnissa.

Tietoliikenneyhteudet näyttävät artikkelin tulosten perusteella vaikuttavan merkittävästi kuntien mahdollisuuksiin hyödyntää digitalisaatiota paikariippumattomassa yhteiskunnassa. Mallinnusten perusteella etätöiden tekemistä selitti yksistään pääosin kunnan digitaalinen infrastruktuuri, mutta etäterveyspalveluissa tietoliikenneyhteysien merkitys jäi alhaiseksi. Siten niissä kunnissa, joissa tietoliikenneyhteudet olivat laadukkaita ja hyvin saatavilla, tehtiin myös enemmän etätöitä ja jossain määrin myös hyödynnettiin enemmän digitaalisia palveluja terveyspalveluissa. Tietoliikenneyhteysien puute näyttää näin mahdollistavan kehityksen, jossa osa kunnista syrjäytyy ainakin osin digitali-

saation kehityksestä ja jää ulkopuolelle sen tarjoamista mahdollisuuksista. Digitalisaatioon liittyvä syrjäytyminen on mahdollista, koska kuntien välillä on suuria eroja ja kahtia jakautuneisuutta digitaalisen infrastruktuurin saatavuudessa.

Havaintojemme perusteella myös tietoliikenneyhteyksien teknologialla on merkitystä niiden tarjoamissa kehitysmahdollisuuksissa. Etätö näyttä edellyttävän tietoliikenneyhteyden luotettavuutta ja nopeutta, mutta etäterveyspalvelut yleisemmin saatavuutta. Vastaavia havaintoja on tehty myös Yhdysvalloissa, jossa laajakaistayhteyksien on todettu lisäävän etätöntekeoa (Pender ym. 2022). Kuntaryhmien välisten saatavuuserojen myötä etätö yleistyminen esteenä ovat erityisesti maaseutumaisissa ja huonon digitaalisen infrastruktuurin kunnissa kiinteän laajakaistan heikko saatavuus ja matkaviestinverkon alhaiset latausnopeudet.

Tulokset tukevat myös näkemystä siitä, että laajakaistan kattavuuden lisääminen valtiontuella suojaaa jonkin verran maaseutualueita väestökadolta (Lehtonen 2020), mutta tietoliikenneyhteyksien parantaminen ei ole ainakaan vielä edistänyt taloudellisen kuilun kuroutumista kaupunkien ja maaseudun välillä (Briglaue ym. 2019). Nämä havainnot korostavat tietoliikenneyhteyksien merkitystä digitalisaation hyödyntämisessä ja samalla ne osoittavat, että kunnissa, joissa on heikompi digitaalinen infrastruktuuri, taloudellisen kehityksen mahdollisuudet ovat rajallisemmat. Tämä havainto koskee erityisesti maaseutukuntia, jotka ovat jäämässä syrjään tietotalouden mahdollisuuksista (Salemink ym. 2017). Toisaalta hyvät tietoliikenneyhteydet eivät vielä yksin takaa digitalisaation tuomia hyötyjä tai ehkäise digitaaliselta syrjäytymistä – infrastruktuurin lisäksi on panostettava myös digitaalisuuden omaksumiseen ja käyttöön (esim. Salemink ym. 2017). Tutkimuksessamme rajuimmekin tarkastelemaan lähinnä digitaalisen kuilun yhtä astetta eli saatavuutta, emmekä muita asteita eli kykyä käyttää digiteknologioita ja tästä saatavia hyötyjä.

Aiemman selvityksen (Tutkimus: Digitalisaatio kuntajohtajien... 2022) perusteella selkeällä vähemmistöllä suomalaisista kunnista ei ainakaan vielä keväällä 2021 ollut digistrategiaa, vaikka digitalisaatio oli yksi kuntien tärkeimmistä painopistealueista ja digitalisaation suurimpina hyötyinä nähtiin palveluiden laadun ja saavutettavuuden parantuminen, kustannustehokkuus ja nopeus. Kun ottaa huomioon tietoliikenneyhteyksien merkityksen erityisesti etätö tekemisen yleisyyteen kunnissa, tuntuisi kannatettavalta, että kaikki kunnat laatisivat omat digistrategiansa. Niiden tulisi vastata muun muassa samaisessa selvityksessä esille nousseisiin järjestelmien ja digitaalisen infrastruk-

tuurin hajanaisuuden haasteisiin, teknisten ratkaisujen käyttöönottoon sekä henkilö- ja taloudellisiin resursseihin. Näin voitaisiin myös paikallisella tasolla edistää digitalisaation kehitystä, mutta myös valtakunnallisen tietoliikennepolitiikan tavoitteita.

Tulostemme tulkinnassa on huomioitava menettämälliset ja aineistolliset rajoitukset. Ensinnäkin tekemämme päätelmät digitaalisesta kuilusta kunnissa perustuvat oletukseen, että kaltaistamisesta ei puutu olennaisia sekoittavia tekijöitä, jotka olisivat yhteydessä digitaalisen infrastruktuuriin. Tätä oletusta ei voida testata, mutta tulosten tulkinna luotettavuutta lisää kaltaistettujen aineistojen tasapainoisuus. Toiseksi on huomioitava, että digitaalista infrastruktuuria koskevien aineistojen saatavuus on parantunut viime vuosina, mutta luotettavaa aineistoa ei ole vielä kertynyt kuin lyhyeltä ajanjaksoilta. Siksi ymmärrys digitaalisen infrastruktuurin pidemmän aikavälin kehityksestä ja merkityksestä etätö ja etäpalvelujen hyödyntämisessä jäi vajavaiseksi varsinkin 5g-yhteyksien osalta. Matkaviestinverkon yhteyksien nopeutuminen ja varsinkin 5g-matkaviestinverkon kattavuuden laajentuminen voi parantaa tulevaisuudessa erityisesti harvaan asutun maaseudun kuntien ja huonon digitaalisen infrastruktuurin kuntien asemaa suhteessa muihin kuntiin. Kolmas aineistoon liittyvä huomio on se, että digitaalisten palvelujen käytöstä kunnissa ei ole olemassa kattavasti tilastollista tietoa, jolloin luonnollisesti digitaalisten palvelujen hyödyntämisen seuranta on vaikeaa. Edellä lueteltujen aineistoon liittyvien puutteiden sekä kuntien välisten suurien erojen vuoksi tulevaisuudessa tarvitaan lisää tutkimusta ja seurantaa digitaalisen infrastruktuurin ja digitaalisten palvelujen hyödyntämisen kansallisesta kehityksestä ja digitaalisesta kuilusta.

Kiitokset

Tämä artikkeli liittyy hankkeisiin ”Maaseudun kestävyysmurroksen talous – tietotalouden suunnat, vaihtoehdot ja kehittymisen edellytykset (MAASTIETA)” sekä ”Parempi tietopohja ja palvelujen optimointi sote-uudistuksen tueksi (IMPRO)”. MAASTIETA-hanketta on rahoittanut Maaseutupolitiikan neuvoston asettaman hankeryhmän esityksestä maa- ja metsätalousministeriö Makeran valtakunnallisiin maaseudun tutkimus- ja kehittämissuunnatuista varoista. IMPRO-hanketta on rahoittanut Suomen akatemian yhteydessä toimiva Strategisen tutkimuksen neuvosto (STN). Kiitämme myös kolmea anonyymää referenttiä rakentavasta palautteesta artikkelin kehittämiseksi.

KIRJALLISUUS

Alasoini, T. & Tuomivaara, S. (2022) Käyttötapa-ryhmät palkansaajien digikuilujen kuvaajina. *Yhteiskuntapolitiikka* 87(1) 5–17. <https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2022021519162>

- Antikainen, J., Honkaniemi, T., Jolkkonen, A., Kahila, P., Kotilainen, A., Lemponen, V., Lundström, N., Luoto, I., Niemi, T., Pyykkönen, S.-K., Rehunen, A., Saukkonen, P., Viinamäki, O.-P. & Viinikka, A. (2017) *Smart Countryside. Maaseudun palveluiden kehittäminen ja monipuolistaminen digitalisaatiota ja kokeiluja hyödyntämällä*. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 9/2017. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-338-5>
- Austin, P. (2011) An introduction to propensity score methods for reducing the effect of confounding in observational studies. *Multivariate Behavioral Research* 46(3) 399–424. <https://doi.org/10.1080/00273171.2011.568786>
- Briglaue, W., Dürr, N., Falck, O. & Hüschelrath, K. (2019) Does state aid for broadband deployment in rural areas close the digital and economic divide? *Information Economics and Policy* 46, 68–85. <https://doi.org/10.1016/j.infoecopol.2019.01.001>
- Brookhart, M. A., Schneeweiss, S., Rothman, K. J., Glynn, R. J., Avorn, J. & Stürmer T. (2006) Variable selection for propensity score models. *American Journal of Epidemiology* 163(12) 1149–1156. <https://doi.org/10.1093/aje/kwj149>
- Brooks, C. (2008) *Introductory econometrics for finance*. 2. p. Cambridge University Press.
- Budnitz, H. & Tranos, E. (2021) Working from home and digital divides: resilience during the pandemic. *Annals of the American Association of Geographers* 112(4) 893–913. <https://doi.org/10.1080/24694452.2021.1939647>
- Charrad, M., Ghazzali, N., Boiteau, V. & Niknafs, A. (2014) NbClust: An R package for determining the relevant number of clusters in a data Set. *Journal of Statistical Software* 61(6) 1–36. <https://doi.org/10.18637/jss.v061.i06>
- Diamond, A. & Sekhon, J. S. (2006) *Genetic matching for estimating causal effects: A general multivariate matching method for achieving balance in observational studies*. UC Berkeley, Institute of Governmental Studies, Working Papers. <https://escholarship.org/uc/item/8gx4v5qt>
- Dimitriadou, E., Dolnicar, S. & Weingessel, A. (2002) An examination of indexes for determining the number of clusters in binary data sets. *Psychometrika* 67(1) 137–159.
- Dubois, A. & Sielker, F. (2022) Digitalization in sparsely populated areas: between place-based practices and the smart region agenda. *Regional Studies* 56(10) 1771–1782. <https://doi.org/10.1080/00343404.2022.2035707>
- Eskelinen, H., Frank, L. & Hirvonen, T. (2008) Does strategy matter? A comparison of broadband rollout policies in Finland and Sweden. *Telecommunications Policy* 32(6) 412–421. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2008.04.001>
- Greifer, N. (2022) *cobalt: Covariate balance tables and plots*. R package version 4.4.1. <<https://cran.r-project.org/web/packages/cobalt/vignettes/cobalt.html>> 21.12.2022.
- Helminen, V., Nurmio, K., Rehunen, A., Ristimäki, M., Oinonen, K., Tiitu, M., Kotavaara, O., Antikainen, H. & Rusanen, J. (2014) *Kaupunkimaaseutu-alueuokitus. Paikkatietoihin perustuvan alueuokituksen muodostamisperiaatteet*. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 25/2014. <http://hdl.handle.net/10138/135861>
- Helminen, V., Nurmio, K. & Vesanen, S. (2020) *Kaupunki-maaseutu-alueuokitus 2018. Paikkatietopohjaisen alueuokituksen päivitys*. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 21/2020. <http://hdl.handle.net/10138/315440>
- Hirvonen, T., Kahila, P., Kurvinen, A., Lehtonen, O. & Sinerma, J. (2020) *Maaseudun valokuituinvestoinnit – Selvitys maaseudun valokuiturakentaminen tilanteesta ja toteutusmalleista sekä valokuidun saatavuuden vaikutuksesta väestökehitykseen*. Suomen Kuntaliitto, Helsinki. <<https://www.kuntaliitto.fi/julkaisut/2020/2051-maaseudun-valokuituinvestoinnit>> 21.12.2022.
- Ho, D., Imai, K., King, G. & Stuart, E. (2007) Matching as nonparametric preprocessing for reducing model dependence in parametric causal inference. *Political Analysis* 15(3) 199–236. <https://doi.org/10.1093/pan/mdl013>
- Honkaniemi, T. & Luoto, I. (2016) *Paikallisuus ja digitalisaatio – Valokuituverkkojen merkitys maaseutualueiden kehittämisessä*. Vaasan yliopiston julkaisuja, selvityksiä ja raportteja 210. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-476-721-7>
- Honkaniemi, T. & Luoto, I. (2021) Sitovan ja siltaavan sosiaalisen pääoman merkitys maaseudun valokuiturakentamisessa. *Maaseutututkimus* 29(2) 8–31. <https://doi.org/10.51807/maaseutututkimus.109001>
- Hyppönen, H., Pentala-Nikulainen, O. & Aalto, A.-M. (2018) *Sosiaali- ja terveydenhuollon sähköinen asiointi 2017: Kansalaisten kokemukset ja tarpeet*. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, Raportti 3/2018. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-343-103-4>
- Implications of remote working adoption on place based policies: A focus on G7 countries (2021) OECD. <https://doi.org/10.1787/b12f6b85-en>
- Jormanainen, V., Heponiemi, T., Henriksson, M., Jolkkonen, J., Kahri, P., Kaikkonen, R., Kujala, S., Lahdensuo, K., Rotonen, M., Salovaara, T. & Saranto, K. (2020) *Teknologiat ja sähköiset palvelut*. Teoksessa: Kestilä, L., Härmä, V. & Rissanen, P. (toim.) *Covid-19-epidemian vaikutukset hyvinvointiin, palvelujärjestelmään ja kansantalouteen*. *Asiantuntija-arvio, syksy 2020*, 135–143. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, Raportti 14/2020. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-343-578-0>

- Kattilakoski, M., Husberg, A., Kuhmonen, H.-M., Rutanen, J., Vihinen, H., Töyli, P., Lukkari, T., Osmonen, E., Väre, T. & Åström, C. (2021) *Ajassa uudistuva maaseutu – Maaseutupoliittinen kokonaisohjelma 2021–2027*. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2021:12. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-366-382-4>
- Kaupunki-maaseutu-luokitus (2020) Suomen ympäristökeskus. <<https://www.ymparisto.fi/kaupunkimaaseutulouokitus>> 13.9.2022.
- Kiinteän verkon laajakaistasaatavuus (2022) Traficom. <<https://www.traficom.fi/fi/tilastot/kiinteän-verkon-laajakaistasaatavuus-0>> 9.5.2022.
- Kivivirta, V., Viinamäki, L., Selkälä, A., Voutilainen, O., Suikkanen, A. & Selkälä, A. (2021) Digisaavutettavuuden haaste eri kuntatyypeissä. Focus Localis 49(1) 5–24. <<https://journal.fi/focuslocalis/issue/view/7893/1236>> 21.12.2022.
- Kurvinen, A., Jolkkonen, A. & Lemponen, V. (2018) *Verkosta vauhtia: valokuituverkot ja digitalisaatio työn, yritystoiminnan ja opiskelun mahdollistajina maaseudulla*. Itä-Suomen yliopisto, Alue- ja kuntatutkimuskeskus Spatia, Raportteja 2/2018. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-61-2825-2>
- Kyytsönen, M., Aalto, A.-M. & Vehko, T. (2021) *Sosiaali- ja terveydenhuollon sähköinen asiointi 2020–2021: Väestön kokemukset*. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, Raportti 7/2021. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-343-680-0>
- Laki digitaalisten palvelujen tarjoamisesta 306/2019. <<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2019/20190306>> 14.9.2022.
- LaRose, R., Gregg, J.L., Strover, S., Straubhaar, J. & Carpenter, S. (2007) Closing the rural broadband gap: promoting adoption of the internet in rural America. *Telecommunications Policy* 31(6–7) 359–373. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2007.04.004>
- Lehto, M. & Neittaanmäki, P. (2014) *Huippunopea kiinteä laajakaistaverkko -informaatioteknologian strateginen infrastruktuuri-investointi*. Jyväskylän yliopisto, Informaatioteknologian tiedekunnan julkaisuja 13/2014. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-39-6038-4>
- Lehtonen, O. (2020) Population grid-based assessment of the impact of broadband expansion on population development in rural areas. *Telecommunications Policy* 44(10) 102028. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2020.102028>
- Lengsfeld, J.H.B. (2011) An econometric analysis of the sociodemographic topology of the digital divide in Europe. *The Information Society* 27(3) 141–157. <https://doi.org/10.1080/01972243.2011.566745>
- Lyly-Yrjänäinen, M. (2022) *Työolobarometri 2021. Ennakkotiedot*. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 2022:23. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-610-9>
- Löfving, L., Kamuf, V., Heleniak, T., Weck, S. & Norlén, G. (2022) Can digitalization be a tool to overcome spatial injustice in sparsely populated regions? The cases of Digital Västerbotten (Sweden) and Smart Country Side (Germany). *European Planning Studies* 30(5) 917–934. <https://doi.org/10.1080/09654313.2021.1928053>
- Mahdollisuuksien maaseutu – maaseutupoliittinen kokonaisohjelma 2014–2020* (2014) Maaseutupoliittikan yhteistyöryhmä YTR. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 9/2014. <https://www.maaseutupoliittikka.fi/uploads/MANE-raportit/Mahdollisuuksien_maaseutu_25022014.pdf> 14.9.2022.
- Manner-Suomen maaseudun kehittämishjelma 2014–2020. 16.8.2022 hyväksytty versio. <https://www.maaseutu.fi/uploads/Manner-Suomen-maaseudun-kehittamishjelma-2014-2020_16082022.pdf> 14.9.2022.
- Matkaviestinverkon laajakaistapalvelujen peittoalueet (2022) Traficom. <<https://www.traficom.fi/fi/tilastot/matkaviestinverkon-laajakaistapalvelujen-peittoalueet>> 9.5.2022.
- Mattila, J., Pajarinen, M., Seppälä, T., Vallin, V., Butzow, A., Hynönen, K. & Puittinen, M. (2022) *Digibarometri 2022: Digivihreä siirtymä*. Taloustieto Oy, Helsinki. <<https://www.yrittajat.fi/wp-content/uploads/2022/06/digibarometri-2022-digivihrea-siirtyma.pdf>>.
- Merisalo, M. (2016) *Electronic capital: Economic and social geographies of digitalization*. University of Helsinki, Department of Geosciences and Geography A43. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-51-1358-0>
- Michailidis, A., Partalidou, M., Nastis, S.A., Papadaki-Klavdianou, A. & Charatsari, C. (2011) Who goes online? Evidence of internet use patterns from rural Greece. *Telecommunications Policy* 35(4) 333–343. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2011.02.006>
- Odland, J. (1988) *Spatial autocorrelation*. Sage, Newbury Park.
- Ookla open data (2022) Ookla. <<https://github.com/teamookla/ookla-open-data>> 9.5.2022.
- Parhiala, K., Suomela, T., Rehunen, A., Pitkänen, K. & Strandell, A. (2019) *Näkykö monipaikkaisuus kiireellisessä hoidossa? Alueelliset kausivaihtelut sairaaloiden päivystyksen käytössä*. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, Tutkimuksesta tiiviisti 21. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-343-358-8>
- Parhiala, K., Pitkänen, K., Strandell, A., Rehunen, A. & Suomela, T. (2020) *Miten huomioida monipaikkainen elämä terveyspalveluiden järjestämisessä?* Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, Päätösten tueksi 1/2020. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-343-450-9>
- Park, S. (2017) Digital inequalities in rural Australia: A double jeopardy of remoteness and social exclusion. *Journal of Rural Studies* 54, 399–407. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2015.12.018>

- Pender, J., Goldstein, J. & Mahoney-Nair, D. (2022) Impacts of the Broadband Initiatives Program on broadband adoption and home telework. *Telecommunications Policy* 46(8) 102365. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2022.102365>
- Philip, L., Cottril, C., Farrington, J., Williams, F. & Ashmore, F. (2017) The digital divide: Patterns, policy and scenarios for connecting the 'final few' in rural communities across Great Britain. *Journal of Rural Studies* 54, 386–398. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2016.12.002>
- Pitkänen, K., Strandell, A., Parhiala, K., Rehunen, A. & Suomela, T. (2019) *Monipaikkaisten vapaa-ajan asukkaiden kokemukset sosiaali- ja terveyspalveluiden käytöstä*. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, Tutkimuksesta tiiviisti 17. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-343-347-2>
- Prieger, J. (2013) The broadband digital divide and the economic benefits of mobile broadband for rural areas. *Telecommunications Policy* 37(6–7) 483–502. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2012.11.003>
- Quaglione, D., Matteucci, N., Furia, D., Marra, A. & Pozzi, C. (2020) Are mobile and fixed broadband substitutes or complements? New empirical evidence from Italy and implications for the digital divide policies. *Socio-Economic Planning Sciences* 71, 100823. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2020.100823>
- Ragnedda, M., Ruiu, M. L. & Addeo, F. (2022) The self-reinforcing effect of digital and social exclusion: The inequality loop. *Telematics and Informatics* 72, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2022.101852>
- Randall, L., Jensen, T. & Vasilevskaya, A. (2022a) *Local and regional experiences of remote work and multilocality*. Nordregio report 2022:4. <http://doi.org/10.6027/R2022:4.1403-2503>
- Randall, L., Vestergård, L. O., Rohrer, L., Huynh, D., Lidmo, J., Stjernberg, M., Weber, R., Rut Sigurjonsdottir, H., Guðmundsdóttir, H. & Kivi, L. (2022b) *Remote work: Effects on Nordic people, places and planning 2021–2024*. Nordregio report 2022:3. <http://doi.org/10.6027/R2022:3.1403-2503>
- Rannanpää, S., Antikainen, J., Aro, R., Huttunen, J., Hovi, S., Pitkänen, K., Strandell, A., Nurmio, K., Rehunen, A., Vihinen, H., Lehtonen, O., Muilu, T. & Weckroth, M. (2022) *Monipaikkaisuus – nykytila, tulevaisuus ja kestävyys*. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2022:9. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-150-6>
- Rehunen, A. & Vesala, S. (2012) *Palvelujen ja palvelukeskittymien saavutettavuus*. Teoksessa Rehunen, A., Rantanen, M. & Lehtola, I. & Hiltunen, M. J. (toim.) *Palvelujen saavutettavuus muutoksessa – maaseudun vakituisten ja vapaa-ajan asukkaiden palveluympäristön kehityssuunnat ja uudet mahdollisuudet*. Ruralia-instituutti, Raportteja 88, 32–71. Helsingin yliopisto, Helsinki. <http://hdl.handle.net/10138/228130>
- Roberts, E., Anderson, B. A., Skerratt, S. & Farrington, J. (2017a) A review of the rural-digital policy agenda from a community resilience perspective. *Journal of Rural Studies* 54, 372–385. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2016.03.001>
- Roberts, E., Beel, D., Philip, L. & Townsend, L. (2017b) Rural resilience in a digital society: Editorial. *Journal of Rural Studies* 54, 355–359. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.06.010>
- Rosenbaum, P. & Rubin, D. B. (1983) The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. *Biometrika* 70(1) 41–55. <https://doi.org/10.1093/biomet/70.1.41>
- Saavutettavuusdirektiivi 2016/2102. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2016/2102, annettu 26 päivänä lokakuuta 2016, julkisen sektorin elinten verkkosivustojen ja mobiilisovellusten saavutettavuudesta (ETA:n kannalta merkityksellinen teksti). <http://data.europa.eu/eli/dir/2016/2102/oj> 14.9.2022.
- Salemink, K., Strijker, D & Bosworth, G. (2017) Rural development in the digital Age: A systematic literature review on unequal ICT availability, adoption, and use in rural areas. *Journal of Rural Studies* 54, 360–371. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2015.09.001>
- Sekhon, J. (2011) Multivariate and propensity score matching software with automated balance optimization: The matching package for R. *Journal of Statistical Software* 42(7) 1–52. <https://doi.org/10.18637/jss.v042.i07>
- Silva, S., Badasyan, N. & Busby, M. (2018) Diversity and digital divide: Using the National Broadband Map to identify the non-adopters of broadband. *Telecommunications Policy* 42(5) 361–373. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2018.02.008>
- Skerratt, S. (2010) Hot spots and not spots: addressing infrastructure and service provision through combined approaches in rural Scotland. *Sustainability* 2(6) 1719–1741. <https://doi.org/10.3390/su2061719>
- Stenberg, P., Morehart, M., Vogel, S., Cromartie, J., Brennan, V. & Brown, D. (2009) *Broadband Internet's value for rural America*. United States Department of Agriculture, Economic Research, Service Economic Research Report Number 78. <https://www.ers.usda.gov/publications/pub-details/?pubid=46215> 9.5.2022.
- Sutela, H., Pärnänen, A. & Keyriläinen, M. (2019) *Digiajan työelämä – työolotutkimusten tuloksia 1977–2018*. Tilastokeskus, Helsinki. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-244-634-3>
- Sutela, H. & Pärnänen, A. (2021) *Koronakriisin vaikutus palkansaajien työoloihin*. Tilastokeskus, Työpäperi 1/2021. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-244-690-9>

- SVT = Suomen virallinen tilasto (2021) Väestön tieto- ja viestintätekniikan käyttö. Tilastokeskus, Helsinki. <http://www.stat.fi/til/sutivi/2021/sutivi_2021_2021-11-30_tie_001_fi.htm> 14.9.2022.
- SVT = Suomen virallinen tilasto (2022) Opiskelijat ja tutkinnot. Tilastokeskus, Helsinki. <<https://stat.fi/tilasto/opiskt>>
- SVT = Suomen virallinen tilasto (2022) Väestölaskennat. Tilastokeskus, Helsinki. <<https://www.stat.fi/tilasto/vaelaskp>>
- The Digital Economy and Society Index (DESI) (2022) Euroopan komissio. <<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi>> 6.9.2022.
- The future of remote work: Opportunities and policy options for Trentino (2021) OECD Local Economic and Employment Development (LEED) Papers 2021/07. <https://doi.org/10.1787/35f78ced-en>
- Tilasto- ja indikaattoripalvelu Sotkanet (2022) Terveysten ja hyvinvoinnin laitos. <<https://sotkanet.fi/sotkanet/fi/index>> 9.5.2022.
- Townsend, L., Sathiaselan, A., Fairhurst, G. & Wallace, C. (2013) Enhanced broadband access as a solution to the social and economic problems of the rural digital divide. *Local Economy* 28(6) 580–595. <https://doi.org/10.1177/0269094213496974>
- Tutkimus: Digitalisaatio kuntajohtajien painopistealueiden kärjessä, ilmasto ei – vain murto-osa linkittää digi- ja ilmastostrategian toisiinsa (2022) Kivra. <<https://kivra.fi/2021/06/08/tutkimus-digitalisaatio-kuntajohtajien-painopistealueiden-karjessa-ilmasto-ei>> 12.9.2022.
- Understanding the digital divide (2001) Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). OECD Publications, Paris. <https://doi.org/10.1787/236405667766>
- Uusi laajakaistatukihanke tukee kiinteiden verkkojen rakentamista 2022 alkaen (2022) Traficom. <<https://www.traficom.fi/fi/nopea-laajakaista>> 9.9.2022.
- Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle, Tuottava ja uudistuva Suomi – Digitaalinen agenda vuosille 2011–2020 (2010) Liikenne- ja viestintäministeriö. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-198-1>
- van Dijk, J. (2020) *The digital divide*. John Wiley & Sons.
- Verohallinnon tilastotietokanta (2022) Verohallinto. <<http://vero2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/Vero/>> 9.5.2022.
- Viinämäki L., Kivivirta V., Selkälä A., Voutilainen O., Syväjärvi A. & Suikkanen A. (2017) ... ajasta ja paikasta riippumatta ... : Digikansalaisuus ja palveluiden saavutettavuus maaseudulla -hankkeen loppuraportti. Lapin ammattikorkeakoulu, Sarja A, Referee-tutkimukset 1/2017. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-316-190-0>
- Voutilainen, O., Korhonen, K., Ovaska, U. & Vihinen, H. (2021) *Mökkibarometri 2021*. Luonnonvarakeskus, Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 47/2021. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-237-7>
- Weckroth, M., Hamunen, K. & Leskinen, L. (2022) Digitaalisuus ja maaseudun sosiaalinen pääoma – sopeutumista hybridiratkaisujen kautta? *Maaseutututkimus* 30(1) 118–128. <https://doi.org/10.51807/maaseutututkimus.119905>
- Whitacre, B., Gallardo, R. & Strover, S. (2014) Broadband's contribution to economic growth in rural areas: Moving towards a causal relationship. *Telecommunications Policy* 38(11) 1011–1023. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2014.05.005>
- Wolski, O. (2019) Digitalisation of rural areas and agriculture in the EU debate: How far from what research says? *Wiś i Rolnictwo* 2(183) 7–30. <https://doi.org/10.7366/wir022019/01>
- Yoo, C., Lambert, J. & Pfenninger, T. (2022) Municipal fiber in the United States: A financial assessment. *Telecommunications Policy* 46(5) 102292. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2021.102292>