

OLLI LEHTONEN
FT, Erikoistutkija
 Luonnonvarakeskus

Tutkijatohtori
 Itä-Suomen yliopisto

MIKKO PYYKÖNEN
YTM, Projektitutkija
 Itä-Suomen yliopisto

ILKKA LUOTO
FT, Yliopistonlehtori
 Vaasan yliopisto

Nostavatko nopeat tietoliikenneyhteudet kuntien työllisyysastetta?

Tutkimusnäyttö laajakaistan merkityksestä kuntien kehitykseen on hajanaista eikä tulosten perusteella ole yksimielisyyttä siitä, miten laajakaistan saatavuus on yhteydessä työllisyysasteen kehitykseen kunnissa. Tämä tutkimus luo katsauksen, miten kiinteän laajakaistan saatavuuden muutos on yhdistynyt Suomessa kuntien työllisyysasteeseen ja sen kehitykseen. Menetelmällisesti tutkimus pohjautuu monipuoliseen tilastolliseen mallintamiseen. Tulokset osoittavat, että kiinteän laajakaistan hyvä saatavuus yhdistyy kunnissa korkeaan työllisyysasteeseen ja sen myönteiseen kehitykseen vuosina 2004-2016. Kuntaluokien vertailussa nopean kiinteän tietoliikenneyhteyden puute kaventaa erityisesti maa-seutukuntien taloudellista aktiivisuutta ja vähentää niiden taloudellisia mahdollisuuksia.

Avainsanat: Laajakaistan saatavuus, työllisyysaste, kunnat, tilastollinen mallinnus, Suomi

Toimivat tietoliikenneyhteudet ovat tärkeitä niin asukkaille kuin elinkeinoelämälle, ja siten ne määrittävät yhtenä osatekijänä alueen elinvoimaisuutta tietoyhteiskunnassa. Useissa tutkimuksissa on todettu nopeiden tietoliikenneyhteyksien myönteinen yhteys alueiden työllisyyteen sekä myös laajemmin elämänlaatuun (esim. terveyspalvelut, koulutus, sosiaaliset suhteet) (Katz & Suter 2009; Stenberg ym. 2009; Dickes ym. 2010). Moninaisten merkitysten myötä Valtioneuvosto asetti jo joulukuussa 2008 tavoitteeksi, että nopeiden (100 Mbit/s) laajakaistayhteyksien tulee olla lähes kaikkien vakinaisten asuntojen sekä yritysten että julkishallinnon toimipaikkojen ulottuvilla kysynnän mukaisesti koko maassa vuoden 2015 loppuun mennessä (Liikenne- ja viestintäministeriö 2010). Tavoitteesta on kuitenkin jääty, sillä vuonna 2015 ainoastaan noin 52 prosentilla kotitalouksista oli käytössä nopea laajakaistayhteys (Viestintävirasto 2016).

Alueelliset erot laajakaistan saatavuudessa ovat suuret. Tutkimuksen perusteella laajakaista puuttuu yleisemmin syrjäisiltä haja-asutusalueilta, jotka eivät ole houkuttelevia markkina-alueita

kaupallisille toimijoille (Pyykönen & Lehtonen 2016). Tämä vaikuttaa näiden alueiden kehitysmahdollisuuksiin ja taloudelliseen aktiivisuuteen. Investoinnit laajakaistaverkkoon mahdollistavat uusien digitaalisten palveluiden syntyminen ja käyttämisen mutta edellyttävät, että sekä kiinteiden laajakaistaliittymien että mobiililaajakaistan yhteysnopeudet kasvavat ja näiden yhteyksien häiriöttömyys paranee (Työ- ja elinkeinoministeriö 2013). Nopeisiin internetyhteyksiin panostamisella on myös laajempia merkityksiä koko Suomen hyvinvoinnin ylläpitämisessä ja tuottavuuden parantamisessa (Liikenne- ja viestintäministeriö 2010). Suomessa valokuituverkon rakentamisen hajanaisuus, huono koordinaatio ja eritahtisuus ovat jarruttaneet digitalisaatioon liittyvien mahdollisuuksien hyödyntämistä ja sähköisten palvelujen käyttöönottoa erityisesti maaseudulla (Kurvinen ym. 2018).

Tutkimusnäyttö laajakaistan merkityksestä alueiden kehitykseen on hajanaista eikä tulosten perusteella ole yksimielisyyttä siitä, miten laajakaistan saatavuus on yhteydessä alueiden työttömyysasteeseen tai tulotason kehitykseen (Czernich ym. 2011; Kolko 2012; Whitacre ym. 2014). Osaltaan vaihtelevia tutkimustuloksia selittävät kattavien ja luotettavien aineistojen puute sekä tutkimusalueiden erilaisuus, jonka vuoksi tilastolliset tutkimukset aihepiirissä ovat olleet harvinaisia ja tulokset poikenneet toisistaan (Whitacre ym. 2014). Vaihtelevien tutkimustulosten myötä ymmärrys tietoliikenneyhteyksien merkityksestä kuntien talouskehitykseen on siten vajaavaista. Tässä katsauksessa on tavoitteena paikata tiedon puutetta kysymällä, miten nopean kiinteän laajakaistan saatavuus on Suomessa yhteydessä kuntien työllisyysasteeseen ja sen kehitykseen vuosina 2004–2016. Kysymme myös, kuinka merkittävä selittäjä laajakaistayhteyksien saatavuus on kuntien työllisyysasteelle ja sen kehitykselle. Tavoitteenamme on täydentää varsin vähälle jäänyttä tutkimustietoa nopeiden tietoliikenneyhteyksien merkityksestä kuntien aluekehitykseen ja arvioida siten yleisesti tutkimuksellisin keinoin laajakaistaverkon rakentamispäätöksiä ja harjoitettua tietoliikennepolitiikkaa.

Tutkimuksia laajakaistan saatavuuden yhteydestä kuntien ja alueiden kehitykseen

Laajakaistan saatavuuden merkitystä aluekehitykseen ja tarkemmin työllisyysasteen kehitykseen on tutkittu pääsääntöisesti kaupunkialueilla. Saksa käsittelevässä tutkimuksessa on löydetty viitteitä siihen, että kiinteällä laajakaistalla on ollut positiivinen yhteys maan bruttokansantuotteen kasvuun (Czernich ym. 2011). Maaseutualueilla tutkimus on löytänyt näyttöä siitä, että laajakaista on kasvatannut kotitalouksien keskimääräisiä tuloja ja vähentänyt työttömyysastetta erityisesti niillä alueilla, joilla se on laajasti käytössä (Whitacre ym. 2014). Samassa tutkimuksessa havaittiin, että alueilla, joissa laajakaistan käyttö on ollut vähäisempää, myös työllisyyden ja yritysten kasvu on ollut maltillisempaa. Tutkimuksessa todettiin myös yhteyden nopeuden olevan merkityksellinen, sillä vähintään 10 Mbit/s latausnopeudella varustetuilla alueilla köyhyysaste oli 2,6 prosenttiyksikköä alempi kuin alueilla, joilla tätä laajakaistayhteyttä ei ollut saatavilla (Whitacre ym. 2014).

Forzati ja kumppanit (2012) ovat tutkineet Ruotsissa valokuituverkoston vaikutusta kuntien väestökehitykseen ja työllisyyteen. He päätyivät lyhyen ajanjakson tarkastelussaan siihen tulokseen, että sekä väestön lukumäärä että työllisyysaste kasvoivat kolmivuotisessa seurantajaksoilla niissä kunnissa, jotka sijaitsivat valokuituverkoston vuorovaihtusalueella. Valokuituverkoston ulkopuoliset kunnat menestyivät tutkimusajanjaksoilla 2007–2010 valokuituverkoston liittyneitä kuntia heikommin. Kolko (2012) on puolestaan tutkinut laajakaistaverkoston saatavuuden ja työllisyysasteen välistä yhteyttä Yhdysvalloissa. Hänen tutkimuksessaan laajakaistan saatavuus yhdistyi myönteisesti työllisyysasteen kasvuun, vaikkakin tulokset vaihtelivat toimialoittain. Voimakkaimmat positiiviset korrelaatiot tutkimuksessa havaittiin rahoitus- ja vakuutusaloilla sekä teknisillä palvelu-aloilla, mutta positiivista korrelaatiota löydettiin myös maa- ja metsätalouden toimialoilta (Kolko 2012). Tämä viittaa myönteisten vaikutuksien olevan mahdollisia myös alkutuotantoon painottuvilla maaseutualueilla. Suomessa on havaittu

laajakaistalla varustettujen maatilojen kasvaneen yhteydettömiä maatiloja nopeammin (Pyykönen & Lehtonen 2016). Myös Crandall ja kumppanit (2007) raportoivat Yhdysvalloissa laajakaistan rakentamisen myönteisistä vaikutuksista työllisyysasteeseen. He laskivat, että laajakaistan leviäminen osavaltion alueella yhdellä prosenttiyksiköllä johtaa alueen työllisyysasteen kasvuun noin 0,2–0,3 prosentilla. Samanlaisia havaintoja ovat raportoineet myös Jayakar ja Parker (2013) todetessaan työttömyysasteen olevan alhaisempi alueilla, joissa laajakaistaverkko oli hyvin saatavilla.

Mikä selittää laajakaistan myönteisiä yhteyksiä kuntien kehitykseen?

Parantuvien tietoliikenneyhteyksien myönteisiä yhteyksiä kuntien kehitykseen on tutkimuksissa selitetty pääosin uusilla liiketoimintamahdollisuuksilla ja nykyisten yritysten kustannussäästöillä, tuottavuuden parantumisella sekä liiketoiminnan tehostamisella (Czernich ym. 2011; Czernich 2014; Whitacre ym. 2014). Vaikutuksen eivät rajaudu vain yrityksiin, vaan ulottuvat myös kotitalouksiin, sillä nopeat kiinteät tietoliikenneyhteydet mahdollistavat etätyöskentelyn kotoa käsin, jolloin etätyöskentelijät säästävät työmatkoihin käyttämänsä ajan ja kustannukset sekä vähentävät samalla liikenteestä aiheutuvia päästöjä ja liikenne-ruuhkia (Van Der Wee ym. 2015). Samoin nopeat tietoliikenneyhteydet voivat vähentää liikkumistarvetta palveluihin (Huippunopea laajakaista 2013: 14), ja tästä syystä nopeiden yhteyksien vaikuttavuuden ja hyötyjen oletetaan korostuvan etenkin maaseutualueilla. Erityisesti maaseudun yrittäjät pitävät tätä yritysten sijainnista aiheutuvan haitan pienentymistä nopean laajakaistan tärkeimpänä merkityksenä (Kurvinen ym. 2018).

Tutkimuksissa on korostettu myös uusia liiketoimintamahdollisuuksia. Yksi merkittävä syy nopean kiinteän tietoliikenneyhteyden käyttöön on esimerkiksi verkkokaupan ylläpitäminen, jota on tällöin mahdollista harjoittaa syrjäisemmässäkin paikassa (Barkley ym. 2007). Nopeiden kiinteiden tietoliikenneyhteyksien myötä yrittäjät ovat onnistuneet kasvattamaan liiketoimintaansa, koska

internetissä oleva verkkokauppa ei ole samalla tavalla sijaintiriippuvainen kuin pelkästään paikallismarkkinoiden varassa toimiva yritys. Maaseudulla toimivat yrittäjät voivat verkkokaupan avulla esimerkiksi vähentää markkinointikustannuksia, lisätä myyntiään ja tavoitella uusia markkinoita sähköisellä mainonnalla (Barkey ym. 2007; Prieger 2013). Myönteiset vaikutukset ilmenevät myös siten, että yritykset siirtävät toimintojaan hyvien tietoliikenneyhteyksien alueille. Nopeiden yhteyksien rakentamisen jälkeen maaseudulle on siirtynyt esimerkiksi graafisen alan yrityksiä, joilla on ollut tarvetta isojen tiedostojen nopealle siirrolle ja vastaanotolle (Mack 2014). Suomessa lähes viidennes Pohjois-Karjalassa ja Etelä-Pohjanmaalla haastatelluista yrittäjistä arvioi valokuituverkon vaikuttaneen yrityksen perustamiseen, ja neljäsnes katsoi valokuituverkon vaikuttaneen yrityksen sijaintipaikan valintaan (Kurvinen ym. 2018).

Maaseudulla sijaitsee huomattavan suuria maatilayrityksiä, joiden tietoliikenneyhteyksien tarve on erittäin vaativa nopeuden ja kapasiteetin osalta, sillä laajakaistayhteyksiä voidaan hyödyntää nykyaikaisessa maataloudessa (Pesonen ym. 2007; Liikenne- ja viestintäministeriö 2008; Pyykönen & Lehtonen 2016). Maaseutualueilla on lisäksi korostettu valokuidun merkitystä yhteisöllisyyden kehitykselle, etätyömahdollisuuksille ja etäopiskelulle sekä telelääketiiden sovelluksille (Stenberg ym. 2009). Parantuva viestintäteknologia johtaa lisääntyvään yhteydenpitoon ja laajempiin sosiaalisiin verkostoihin, jotka ovat erityisesti maaseutualueilla tärkeitä sosiaalisen pääoman muodostamisessa ja siten yhteisön kehityksen eteenpäin viemisessä (Stern & Adams 2010). Maaseudulla internetin käyttämisellä on havaittu muitakin myönteisiä vaikutuksia, sillä kiinteällä internetyhteydellä varustetut tilat ovat kasvaneet muilta ominaisuuksiltaan samankaltaisia vertailutiloja nopeammin ja ovat niitä suurempia (Pyykönen & Lehtonen 2016).

Aineisto ja menetelmät

Työllisyysasteen ja sen kehityksen sekä nopean kiinteän laajakaistan saatavuuden välistä yhteyttä tarkastellaan tässä tutkimuksessa kunnissa, sillä

vain niistä on saatavilla koko maan kattavaa tietoa nopeiden tietoliikenneyhteyksien saatavuudesta. Viestintäviraston (2017) mukaan vuonna 2016 latausnopeudeltaan 30 Mbit/s tai nopeampi kiinteä laajakaistayhteys oli tarjolla noin 1,74 miljoonaa kotitalouteen Suomessa, joka tarkoittaa noin 66 prosenttia kaikista kotitalouksista. Nopeampi 100 Mbit/s laajakaistayhteys oli vuonna 2016 tarjolla noin 1,36 miljoonaa kotitalouteen, joka puolestaan vastaa noin 51 prosenttia kaikista kotitalouksista. Tässä tutkimuksessa tarkastellaan laajakaistan saatavuuden ja sen kehityksen yhteyttä kuntien työllisyysasteeseen, koska laajakaistan saatavuuteen voidaan vaikuttaa tietoliikennepolitiikalla.

Tiedot nopeiden tietoliikenneyhteyksien saatavuudesta perustuvat Viestintäviraston aineistoon (Viestintävirasto 2017), jossa nopealla kiinteällä laajakaistalla tarkoitetaan laajakaistaliittymää, joka mahdollistaa vähintään 100 Mbit/s -tiedonsiirron ja joka on toteutettu kotiin tai kiinteistöön tulevan kiinteän maa- tai ilmakaapeloinnin avulla. Lisäksi Viestintävirastolta saatiin tieto vähintään 30 Mbit/s nopeustason kiinteiden verkkojen kunnittaisesta saatavuudesta. Molempien muuttujien osalta tietoliikenneyhteyden saatavuus ilmoitetaan prosenttiosuutena (desimaalilukuna), joka ilmoittaa, kuinka suurella osuudella kunnan kotitalouksista on laajakaistaliittymä. Tilastollisessa mallintamisessa käytetään vuoden 2016 tietoja molemmista tietoliikenneyhteyksien nopeustasoista, mutta myös

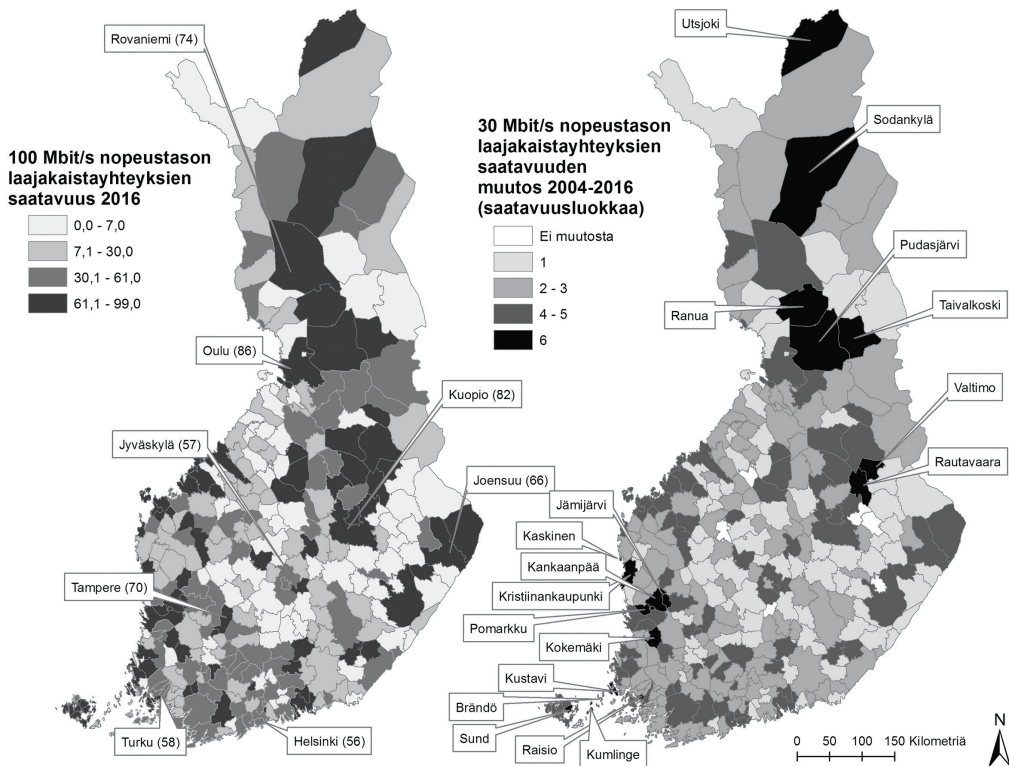
ajallista muutosta kuvaavia muuttujia. Nopeiden, vähintään 100 Mbit/s nopeustason laajakaistayhteyksien saatavuuden muutosta tarkastellaan vuosina 2015–2016 ja vähintään 30 Mbit/s nopeustason laajakaistayhteyksien osalta vuosina 2004–2016 ja 2009–2016. Tilastointimuutoksien takia nopeiden, vähintään 100 Mbit/s nopeustason laajakaistayhteyksiä ei voida tarkastella pitemmältä aikajaksolta.

Vuosien 2004, 2009 ja 2016 saatavuustiedot vähintään 30 Mbit/s nopeustason laajakaistayhteyksistä perustuvat saatavuusluokitukseen, jonka arvot ovat seuraavat: 0 = palvelua ei ole saatavilla ko. kunnan alueella, 1= palvelua tarjotaan vain pienelle osalle kotitalouksista (<20% kotitalouksista), 2= palvelua tarjotaan selvästi alle puolelle kotitalouksista (20–40% kotitalouksista), 3= palvelua tarjotaan noin puolelle kotitalouksista (40–60% kotitalouksista), 4= palvelua tarjotaan selvästi yli puolelle kotitalouksista (60–80% kotitalouksista),

5= palvelua tarjotaan suurimmalle osalle kotitalouksista (80–95% kotitalouksista) ja 6= palvelua tarjotaan kaikille tai lähes kaikille kotitalouksille (>95 %). Koska kunnista ei ole saatavilla tarkkaa vuosittaista tietoa siitä, minä vuonna laajakaistan saatavuus on parantunut, saatavuudessa tapahtuneita muutoksia on tarkasteltava aikajaksona 2004–2016. Taulukkoon 1 on koottu tunnuslukuja kuntien työllisyysasteesta ja laajakaistan saatavuudesta.

Muuttuja	minimi	1. kvartiili	mediaani	keskiarvo	3. kvartiili	maksimi
Työllisyysaste 2016 (%)	53,1	64,3	68,	68,7	72,8	89,5
Työllisyysasteen muutos 2004–2016 (%)	-7,2	0,3	2,2	2,4	4,2	15,3
Työllisyysasteen muutos 2009–2016 (%)	-3,1	0,8	2,2	2,4	3,7	19,4
Laajakaistan saatavuuden muutos 2004–2016 (saatavuusluokkaa)	0,0	1,0	3,0	2,7	4,0	6,0
100 Mbit/s nopeustason laajakaistan saatavuus 2016 (%)	0,0	7,50	30,0	36,5	61,0	99,0

Taulukko 1. Tunnuslukuja kuntien työllisyysasteesta ja laajakaistan saatavuudesta.



Kuva 1. Kvantiilikartta laajakaistan saatavuudesta vuonna 2016 (100 Mbit/s) ja sen muutoksesta vuosina 2004-2016 (30 Mbit/s)

Kuva 1 esittää nopeiden, vähintään 100 Mbit/s nopeustason laajakaistayhteyksien saatavuuden kunnittain vuonna 2016 sekä vähintään 30 Mbit/s nopeustason laajakaistayhteyksien saatavuuden muutoksen kunnittain vuosina 2004–2016. Kokonaan nopeiden, vähintään 100 Mbit/s nopeustason laajakaistayhteyksien ulkopuolella vuonna 2016 oli 33 kuntaa, joka vastaa noin 11 prosenttia kuntien lukumäärästä. Toisessa jakauman ääripäässä on 21 kuntaa, joissa nopeiden, vähintään 100 Mbit/s nopeustason laajakaistayhteyksien saatavuus oli vuonna 2016 yli 90 prosenttia. Tämä lukumäärä vastaa kunnista noin 7 prosenttia. Vain neljässä kunnassa saatavuus on 99 prosenttia. Nämä kunnat ovat Kaskinen, Kristiinankaupunki, Ranua ja Sodankylä. Keskimäärin nopeiden, vähintään 100 Mbit/s nopeustason laajakaistayhteyksien saatavuus oli kunnissa 36,5 prosenttia (taulukko 1).

Vähintään 30 Mbit/s nopeustason laajakaistayhteyksien saatavuuden parantuminen on kunnissa ollut yleistä vuosina 2004–2016, sillä ainoastaan 7 kunnassa eli 2,3 prosentissa kunnista näiden laajakaistayhteyksien saatavuus ei ole parantunut. Noin reilussa neljäsosassa kuntia saatavuus on parantunut yhden saatavuusluokan, ja kahden ja kolmen saatavuusluokan parannus on tapahtunut kummassakin noin 20 prosentissa kunnista. Neljällä saatavuusluokalla saatavuus on parantunut noin 17 prosentissa kunnista, ja tätä suurempi parannus on tapahtunut vain reilussa 14 prosentissa kunnista. Kuvaan 1 on nimetty oikeanpuoleiseen karttaan ne 18 kuntaa, joissa saatavuusluokkien parannus on ollut 6 luokkaa.

Regressiomallinnus

Käytämässä tutkimuksessa regressiomallinnusta selitettäessä kuntien vuoden 2016 työllisyysastetta (työllisyysaste₂₀₁₆) ja sen muutosta kunnissa vuosina 2004–2016 (työllisyysaste₀₄₁₆) ja 2009–2016 (työllisyysaste₀₉₁₆) laajakaistan saatavuudella (laajakaista₂₀₁₆) ja sen muutoksilla (mlaajakaista₀₄₁₆, mlaajakaista₀₉₁₆, mlaajakaista₁₅₁₆) sekä muilla työllisyysastetta selittävillä muuttujilla (X_{2016}). Regressiomallinnuksessa käytetään samaan lähestymistapaa kuin aikaisemmissa Whitacren ja kumppanien (2014) ja Czernichin (2014) tutkimuksissa. Käytetyt regressiomallit voidaan kirjoittaa seuraavasti:

$$\text{työllisyysaste}_{2016} = \alpha + \beta_1 \text{laajakaista}_{2016} + \beta_2 \text{laajakaista}_{0416} + \beta_3 \text{laajakaista}_{0916} + \beta_4 X_{2016} + \varepsilon_1 \quad (1),$$

$$\text{työllisyysaste}_{0416} = \alpha + \beta_1 \text{laajakaista}_{2016} + \beta_2 \text{laajakaista}_{0416} + \beta_3 \text{laajakaista}_{0916} + \beta_4 X_{2016} + \varepsilon_1 \quad (2),$$

$$\text{työllisyysaste}_{0916} = \alpha + \beta_1 \text{laajakaista}_{2016} + \beta_2 \text{laajakaista}_{0416} + \beta_3 \text{laajakaista}_{0916} + \beta_4 X_{2016} + \varepsilon_1 \quad (3).$$

Työllisyysasteen kehitystä kuvaavat muuttujat on laskettu muutosprosentteina. Esimerkiksi vuosien 2004–2016 välille työllisyysasteen muutos on laskettu seuraavasti:

$$\frac{\text{työllisyysaste}_{0416} - \text{työllisyysaste}_{04}}{\text{työllisyysaste}_{04}} * 100 \quad (4).$$

Regressiomalleissa muut selittävät muuttujat X pohjautuvat aikaisempiin tutkimuksiin, joissa kuntien tai alueyksiköiden työllisyysastetta ja sen kehitystä on selitetty tulotasolla, koulutusasteella, elinkeinorakenteella ja väestörakenteella (Kolko 2012; Forman ym. 2012; Fabritz 2013; Czernich 2014). Regressiomalleihin lisättiin yhdysmuuttujiksi laajakaistan saatavuuden ja tulotason sekä koulutusasteen väliset muuttujat. Selittävien muuttujien valinnassa regressiomalleihin käytettiin uutta bayesilaista menetelmää, joka perustuu uudelleen skaalattuihin ”*spike and slab*” (*Rescaled spike and slab*, RSS) -malleihin (Dey 2013). Lisätietoa uudelleen skaalattusta menetelmästä löytyy Ishwaranin ja Raon (2005) artikkelista. Käytetty menetelmä on osa R-tilasto-ohjelman modelSampler-kirjastoa. Regressiomallien sovittamisen yhteydessä kiinnitettiin huomiota mallien diagnostiikkaan: selittävien muuttujien multikollineaarisuuteen, havaintojen vipuvaikutuksiin ja mallien homoskedastisuuteen.

Mallinnuksessa käytettyjen laajakaistamuuttujien välillä on vahvoja korrelaatioita. Esimerkiksi nopeiden, vähintään 100 Mbit/s nopeustason yhteyksien saatavuus vuonna 2016 korreloi voimakkaasti vähintään 30 Mbit/s nopeustason saatavuuden muutokseen vuosina 2004–2016 (r 0,909, p -arvo $<0,001$). Tulkinallisesti korrelaatio tarkoittaa, että niissä kunnissa, joissa vähintään 100 Mbit/s nopeustason yhteyksien saatavuus on hyvä, on myös alemman nopeustason yhteyksien saatavuus parantunut hyvin vuosina 2004–2016. Voimakkaiden korrelaatioiden vuoksi mallinnuksessa kiinnitettiin erityistä huomiota multikollineaarisuuteen tarkastelemalla muuttujien vif-kertoimia (Fox & Monette 1992). Liitteeseen 1 on koottu regressiomallien sovituksessa alun perin käytetyt muuttujat.

Regressiomallien sovittamisessa käytetyt menetelmät

Regressiomallin sovittamisessa käytetään lineaarista regressiota ja yleistettyä additiivista mallia. Näitä erilaisia regressiotekniikoita käytetään, jotta tulkinat laajakaistayhteyksien yhteydestä työllisyysasteeseen ja sen kehitykseen olisivat mahdollisimman luotettavia. Erilaiset regressiomallit paljastavat aineistosta erilaisia ”näkökulmia”, joten niitä yhdistelemällä voidaan varmentaa muuttujien välisiä yhteyksiä, ja näin saadaan parempi kokonaiskuva tarkasteltavasta ilmiöstä. Esimerkiksi yleistetyssä additiivisessa mallissa mielenkiinto kohdistuu puolestaan laajakaistan saatavuudelle sovitettun käyrän muotoon ja siihen, miten se poikkeaa lineaarisesta regressiomallin sovitteesta.

Aikaisemmat tutkimukset aihepiiristä ovat osoittaneet, että tietoliikenneyhteyksien parantamisen vaikutukset kuntien työllisyysasteeseen ja sen kehitykseen ovat vaikeasti arvioitavissa. Tämä johtuu siitä, että teknologisten investointien vaikutuksia kuntien kehitykseen on vaikea erottaa useiden eri tekijöiden samanaikaisista vaikutuksista (Ramírez & Richardson 2005). Siksi tässä tutkimuksessa lineaariset regressiomallit sovitetaan myös kaltaistettuihin otoksiin, joissa pyritään

Kynnys	Muuttuja	Kontrolli-ryhmä	Verrokki-ryhmä	t-arvo	p-arvo
Laajakaistan saatavuus parantunut enemmän kuin yhden saatavuusluokan 2004–2016	Työllisyysaste 2016	69,5	65,5	-3,888	<0,001
	Työllisyysasteen muutos 2004–2016	2,0	2,0	0,151	0,880
	Työllisyysasteen muutos 2009–2016	2,1	2,0	-0,123	0,902
Laajakaistan saatavuus parantunut 2004–2016 enemmän kuin mediaini-kunnissa	Työllisyysaste 2016	69,4	68,4	-0,877	0,382
	Työllisyysasteen muutos 2004–2016	2,0	1,6	-0,720	0,473
	Työllisyysasteen muutos 2009–2016	1,9	2,0	0,299	0,764

Taulukko 2. T-testin tulokset laajakaistan saatavuuden parantumisesta työllisyysasteesta vuonna 2016 ja sen kehityksestä 2004–2016 ja 2009–2016.

suodattamaan pois muiden tekijöiden vaikutuksia kuntien työllisyysasteen kehitykseen (Rosenbaum & Rubin 1983). Tutkimuksessa käytettävällä kaltaistamismenetelmällä pyritään saavuttamaan satunnaistetun koasetelman hyödyt havainnoivassa aineistossa (Austin 2011). Kaltaistamisen tavoitteena on löytää kunnille sellaiset verrokki-kunnat, että kunnat olisivat muutoin mahdollisimman samankaltaisia, mutta laajakaistan saatavuus eroaa. Kaltaistamisella voidaan tulkita laajakaistayhteyksien vaikutuksia kuntien työllisyysasteen kehitykseen luotettavammin, ja kausaalivaikutuksen suuruutta voidaan arvioida kaltaistusr ryhmien sisällä (Rosenbaum & Rubin 1983). Kuntien kaltaistamisessa käytetään kunnan alkutuotantovaltaisuutta, väkilukua, asukastiheyttä, keskituloja ja lasten sekä korkeasti koulutettujen osuutta väestössä. Muuttujat ovat vuodelta 2016. Tässä tutkimuksessa käytetään geneettistä kaltaistamismenetelmää (eng. *Genetic matching*) R-ohjelman Matching-paketista (Sekhon 2011).

Taulukossa 2 esitettyjen t-testien perusteella kaltaistetussa aineistossa kunnissa työllisyysaste on vuonna 2016 ollut korkeampi niissä kunnissa, joissa laajakaistan saatavuus on parantunut enemmän kuin yhden saatavuusluokan vuosina 2004–2015 (taulukossa kontrolliryhmä), kuin niissä kunnissa, joissa laajakaistan saatavuudessa ei tapahtunut näin suurta parannusta (taulukossa verrokkiryhmä). Kun laajakaistan saatavuuden kynnystä kasvatetaan, kuntien väliset erot työllisyysasteessa ja sen kehityksessä häviävät

(taulukko 2). Kaltaistettuihin aineistoihin tehtyjen t-testien perusteella laajakaistan saatavuudella näyttää olevan ainakin jonkinlainen yhteys kuntien työllisyysasteeseen.

Lineaaristen regressiomallien lisäksi työllisyysasteen sekä sen muutoksen ja laajakaistan saatavuuden välistä yhteyttä tarkastellaan myös yleisellä additiivisella mallilla (*Generalized additive model*, GAM). Additiivista mallia sovellamme nähdäksemme, missä määrin se huomioi mahdollisia epälineaarisia riippuvuuksia ja selittääkö se vaste-muuttujaa lineaarista mallia paremmin. Yleistetty additiivinen malli on semiparametrinen kehitemä yleistetystä lineaarisesta mallista (Hastie & Tibshirani 1990). Käytämme tutkimuksessa additiivista mallia, koska se on parametrisiä malleja joustavampi ja sillä voidaan mallintaa epämonotonisia eli eri tavoin vaihtelevia yhteyksiä selittävän ja selitetävän muuttujan välillä (Hastie & Tibshirani 1990; Wood 2006), mikä yleensä parantaa analyysin selitysvoimaa ja laajentaa tietoisuutta muuttujien välisestä yhteydestä. Tässä artikkelissa erityinen mielenkiinto kohdistuu laajakaistan saatavuuden tuloksiin ja sen käyrän sovitteseen selitettäessä työllisyysastetta ja sen muutosta. Additiivinen malli sovitettiin R-ohjelman mgcv-paketilla käyttäen *tensor product* -tasoitusta sen skaalainvarianttiisuuden vuoksi.

Tulokset

Lineaaristen regressiomallien tulokset

Regressiomallinnuksen tulokset on koottu taulukkoihin 3–5. Regressiomallit sovitettiin niin, että usean selittävän muuttujan mallien lisäksi aineistoon sovitettiin myös regressiomallit, joissa työllisyysastetta vuonna 2016 ja sen kehitystä vuosina 2004–2016 ja 2009–2016 selitettiin ainoastaan laajakaistan saatavuuden muutoksella vuosina 2004–2016. Näin toimittiin, koska artikkelissa pääpaino on tutkia laajakaistayhteyksien saatavuuden yhteyttä kuntien työllisyysasteeseen ja sen kehitykseen. Multikollineaarisuuden takia työllisyysastetta ja sen kehitystä selitetään vain vähintään 30 Mbit/s nopeustason laajakaistan saatavuuden muutoksella vuosina 2004–2016 ja 100 Mbit/s nopeustason yhteyksien saatavuuden muutoksella vuosina 2015–2016. Jälkimmäinen muuttuja ei kuitenkaan ole tilastollisesti merkitsevä, joten se jätettiin pois regressiomalleista. Malleihin ei jäänyt merkitseviksi myöskään yhtään yhdysmuuttujaa.

Kaikissa regressiomalleissa laajakaistan saatavuuden muutoksen regressiokerroin selitettäessä vuoden 2016 työllisyysastetta on tilastollisesti merkitsevä ja etumerkiltään positiivinen (taulukko 3). Tämä tarkoittaa, että laajakaistan hyvä saatavuus yhdistyy kunnissa korkeaan työllisyysasteeseen. Siten laajakaistan saatavuus näyttää olevan yksi rakennetun kilpailukyvyyn tekijä, jolla voidaan nostaa kuntien työllisyysastetta. Regressiomallien mukaan laajakaistan yhden saatavuusluokan parantuminen nostaa yhden selittävän muuttujan mallien regressiokertoimien perusteella kuntien työllisyysastetta noin 0,7–1,3 prosenttia (taulukko 3). Laajakaistan saatavuuden muutoksen selityksaste vaihtelee yhden selittävän muuttujan regressiomalleissa 3,4 prosentista aina 9,1 prosenttiin. Korkein selityksaste on maaseutukuntiin sovitetussa regressiomallissa (taulukko 3).

Useamman selittävän muuttujan malleissa kuntien työllisyysastetta selittävät laajakaistan saatavuuden muutoksen ohella myös kuntien koulutustasoon, väestö- ja elinkeinorakenteeseen

sekä maantieteellisiin ominaisuuksiin liittyvät tekijät. Regressiokertoimien perusteella kuntien työllisyysastetta heikentävät yli 65-vuotiaiden osuus väestöstä ja kunnan pinta-ala (taulukko 3). Yhdessä muuttujat kuvastavat taloudellisen aktiivisuuden hiipumista ikääntyvässä Itä- ja Pohjois-Suomessa, joissa kuntakoko on keskimäärin muuta maata suurempi. Osassa regressiomalleja myös työpaikkaomavaraisuus heikentää kuntien työllisyysastetta (taulukko 3). Tämä muuttuja viittaa työllisyysasteen heikentymisen kohdistuvan työssäkäyntialueiden keskuskaupunkeihin. Muut selittävät muuttujat nostavat kuntien työllisyysastetta. Niiden perusteella korkea työllisyysaste on tyypillinen kunnalle, jossa laajakaistan saatavuuden parantumisen lisäksi alkutuotannon osuus kunnan työpaikoista on suuri ja väestö on korkeasti koulutettua (taulukko 3). Regressiokertoimien vertailun perusteella erityisesti maaseutukunnissa korostuvat koulutustason ja laajakaistan saatavuuden parantumisen myönteiset yhteydet työllisyysasteeseen (taulukko 3). Erikseen huomioitavaa tuloksissa on, että mobiiliverkon lataus- tai lähetyksnopeus eivät ole tilastollisesti merkitseviä selittäjiä työllisyysasteelle tai sen muutokselle.

Työllisyysasteen muutosta vuosina 2004–2016 ja 2009–2016 selittävien regressiomallien tulokset on koottu taulukkoihin 4 ja 5. Molemmissa regressiomalleissa laajakaistan saatavuuden muutoksella 2004–2016 on tilastollisesti merkitsevä yhteys työllisyysasteen kehitykseen vain maaseutukuntia koskevassa aineistossa (taulukko 4 ja 5). Maaseutukunnissa laajakaistan saatavuuden parantuminen yhdellä saatavuusluokalla on tällöin nostanut työllisyysastetta vuosina 2004–2016 ja vuosina 2009–2016 noin 0,9 ja 0,8 prosenttia. Maaseutukunnissa saatavuuden muutos on merkittävä selittäjä työllisyysasteen muutoksille, koska yhden muuttujan selityksmallissa sen selityksaste vaihtelee 4,9–7,5 prosentin välillä (taulukko 5). Useamman selittävän muuttujan regressiomalleissa työllisyysasteen myönteistä kehitystä molempina aikajaksoina on parantanut kunnan pinta-ala ja maatalousvaltaisuus, jotka viittaavat Itä- ja Pohjois-Suomen muuta maata suotuisampaan kehitykseen

Selitettävä muuttuja: Työllisyysaste 2016			
	β (koko aineisto)	β (maaseutu)	β (kaltaistettu)
YHDEN SELITTÄVÄN MUUTTUJAN MALLI			
Laajakaistan saatavuuden muutos 2004–2016	0.948*** (0.260)	1.264*** (0.419)	0.727** (0.281)
Vakio	65.826*** (0.806)	64.882*** (1.075)	66.658*** (0.904)
Havaintoja	208	93	176
R ²	0.061	0.091	0.034
F Statistiikka	13.305***	9.119***	6.710**
KOKO MALLIN TULOKSET			
Laajakaistan saatavuuden muutos 2004–2016	0.731*** (0.215)	1.078*** (0.270)	0.619*** (0.230)
Korkeastikoulutetut	0.139** (0.066)	0.514*** (0.132)	0.110 (0.069)
Pinta-ala	-0.0004** (0.0001)	-0.0003* (0.0002)	-0.0004** (0.0001)
Yli 65-vuotiaat	-0.430*** (0.066)	-0.473*** (0.079)	-0.463*** (0.074)
Työpaikkaomavaraisuus	-0.095*** (0.015)	-0.036 (0.030)	-0.090*** (0.016)
Maatalouden työpaikat	0.148** (0.061)	0.061 (0.083)	0.166** (0.064)
Vakio	81.459*** (3.088)	70.744*** (5.079)	82.892*** (3.236)
Havaintoja	208	93	176
R ²	0.539	0.654	0.517
F Statistiikka	39.107***	27.068***	32.962***

Huom. * $p < 0.1$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.01$

Taulukko 3. Regressiomallien tulokset selitettäessä kuntien työllisyysastetta vuonna 2016. Tilastollisesti merkitsevät muuttajat on lihavoitu taulukossa.

työllisyysasteessa, mutta myös maaseutualueiden myönteiseen työllisyyskehitykseen (taulukko 5).

Yleistetyin additiivisen mallin tulokset

Yleistetty additiivinen malli esitetään usein visuaalisesti, koska toisin kuin parametrisessa lineaarisessa regressioanalyysissä siinä ei estimoida kiinteitä regressiokertoimia. Niinpä tarkemmat tulkinnat laajakaistan saatavuuden muutoksen yhteydestä työllisyysasteeseen ja sen kehitykseen tehdään sovitettujen käyrien visuaalisesta tulkinnasta. Nämä

käyrät on koottu kuvaan 2, jossa pystyakselien arvot kohdassa nolla tarkoittavat kuntien työllisyysasteen keskiarvoa. Sovitetusta käyrästä vaaka-akselilta luetaan laajakaistan saatavuuden muutoksen yhteys työllisyysasteeseen ja sen kehitykseen. Laskeva käyrä kuvaa muuttujien välistä negatiivista yhteyttä (= ”negatiivista regressiokerrointa”) ja nouseva käyrä puolestaan muuttujien välistä positiivista yhteyttä (= ”positiivista regressiokerrointa”) työllisyysasteeseen ja sen kehitykseen. Käyrien kuvitelluista tangenttien kulmakertoimista voidaan päätellä se, miten voimakkaasti laajakaistan saatavuuden muutos

<i>Selitettävä muuttuja: Työllisyysasteen muutos 2004–2016</i>			
	β (koko aineisto)	β (maaseutu)	β (kaltaistettu)
YHDEN SELITTÄVÄN MUUTTUJAN MALLI			
Laajakaistan saatavuuden muutos 2004–2016	-0.178 (0.234)	0.890** (0.372)	-0.132 (0.261)
Vakio	3.879*** (0.726)	3.156*** (0.955)	3.699*** (0.840)
Havaintoja	208	93	176
R2	0.002	0.049	0.004
F Statistiikka	0.578	5.731**	0.257
KOKO MALLIN TULOKSET			
Laajakaistan saatavuuden muutos 2004–2016	0.417* (0.221)	0.858** (0.335)	0.424* (0.240)
Korkeastikoulutetut	-0.089 (0.068)	-0.054 (0.164)	-0.096 (0.072)
Pinta-ala	0.001*** (0.0001)	0.001*** (0.0002)	0.001*** (0.0002)
Yli 65-vuotiaat	0.023 (0.068)	0.086 (0.098)	0.010 (0.077)
Työpaikka- omavaraisuus	-0.029* (0.015)	-0.014 (0.037)	-0.028* (0.017)
Maatalouden työpaikat	0.250*** (0.063)	0.125 (0.103)	0.256*** (0.067)
Vakio	2.893 (3.168)	0.014 (6.300)	3.242 (3.378)
Havaintoja	208	93	176
R2	0.364	0.301	0.370
F Statistiikka	19.203***	6.183***	18.113***

Huom: * $p < 0.1$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.01$

Taulukko 4. Regressiomallien tulokset selitettäessä työllisyysasteen muutosta kunnissa vuosina 2004–2016. Tilastollisesti merkitsevät muuttujat on lihavoitu taulukossa.

yhteydessä työllisyysasteeseen.

Yleistetyin additiivisen mallin tulosten perusteella valokuidun hyvä saatavuus yhdistyy kunnissa korkeaan työllisyysasteeseen. Kuvaan 2 on koottu laajakaistan saatavuuden yhteys työllisyysasteeseen vuonna 2016 ja sen kehitykseen vuosina 2009–2016 niiden regressiomallien osalta, joissa yhteys on epälineaarinen ja tilastollisesti merkitsevä (kuva 2). Käyrästä nähdään, että koko aineistoon ja kaltaistettuun aineistoon sovitetuissa malleissa laajakaistan saatavuuden muutoksen yhteys työllisyysasteeseen on voimakkain noin 3 saatavuusluokkaan asti. Vasta tämän jälkeen positiivinen yhteys laajakaistan

saatavuuden muutoksen ja työllisyysasteen välillä alkaa heikentyä ja käyrä tasaantua (kuva 2). Työllisyysasteen muutoksessa vuosina 2009–2016 laajakaistan saatavuuden muutos on aluksi jopa negatiivisessa yhteydessä työllisyysasteen kehitykseen, mutta kääntyy positiiviseksi, kun laajakaistan saatavuus on parantunut yli 2 saatavuusluokkaa (kuva 2). Voimakkain positiivinen yhteys laajakaista saatavuuden parantumisella on, kun saatavuus parantuu 2 saatavuusluokasta 4 saatavuusluokkaan. Tämän jälkeen yhteys työllisyysasteen kehityksen ja laajakaistan saatavuuden välillä heikentyi eikä saatavuuden

Selitettävä muuttuja: Työllisyysasteen muutos 2009–2016			
	β (koko aineisto)	β (maaseutu)	β (kaltaistettu)
YHDEN SELITTÄVÄN MUUTTUJAN MALLI			
Laajakaistan saatavuuden muutos 2004–2016	-0.225 (0.168)	0.754*** (0.277)	-0.142 (0.186)
Vakio	3.963*** (0.522)	2.977*** (0.712)	3.652*** (0.600)
Havaintoja	208	93	176
R2	0.009	0.075	0.003
F Statistiikka	1.791	7.395***	0.579
KOKO MALLIN TULOKSET			
Laajakaistan saatavuuden muutos 2004–2016	0.320* (0.164)	0.761*** (0.257)	0.351** (0.177)
Korkeastikoulutetut	-0.165*** (0.050)	-0.171 (0.126)	-0.165*** (0.053)
Pinta-ala	0.001*** (0.0001)	0.001*** (0.0002)	0.001*** (0.0001)
Yli 65-vuotiaat	-0.004 (0.051)	-0.020 (0.075)	-0.005 (0.057)
Työpaikkaomavaraisuus	-0.018 (0.011)	-0.018 (0.028)	-0.016 (0.012)
Maatalouden työpaikat	0.149*** (0.046)	0.126 (0.079)	0.147*** (0.049)
Vakio	6.248*** (2.354)	5.945 (4.844)	5.984** (2.501)
Havaintoja	208	93	176
R2	0.325	0.269	0.324
F Statistiikka	16.106***	5.283***	14.780***

Huom. * $p < 0.1$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.01$

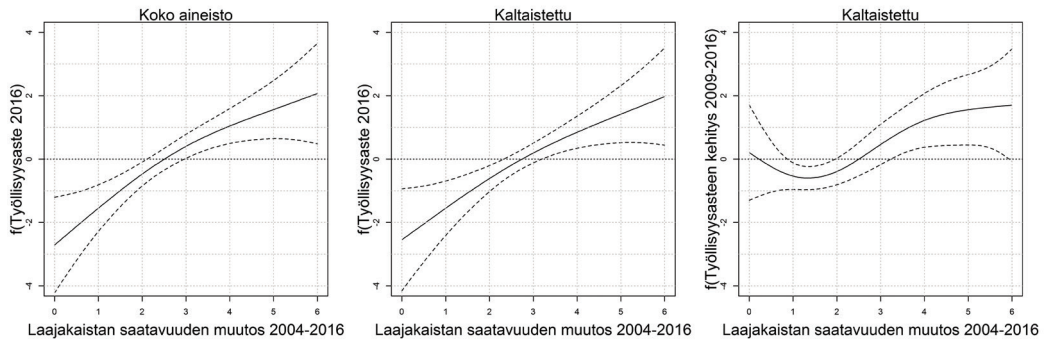
Taulukko 5. Regressiomallien tulokset selitettäessä työllisyysasteen muutosta kunnissa vuosina 2009–2016. Tilastollisesti merkitsevät muuttajat on lihavoitu taulukossa.

parantuminen enää merkittävästi ole kohentanut kuntien työllisyysastetta vuosina 2009–2016 (kuva 2).

Johtopäätökset

Regressiomallien tuloksien perusteella korkea työllisyysaste löytyy todennäköisimmin kunnista, joissa laajakaista on saatavilla laajasti. Laajakaistan saatavuuden parantuminen näkyi kuntien työllisyysasteessa siten, että yhden saatavuusluokan parannus nosti kunnan työllisyysastetta vuonna 2016 korkeimmillaan 1,3 prosenttiyksiköllä.

Maaseutukunnissa laajakaistan saatavuuden parantuminen yhdellä saatavuusluokalla puolestaan nosti kuntien työllisyysastetta vuosina 2004–2016 ja vuosina 2009–2016 noin 0,9 ja 0,8 prosenttia. Suhteellisen pienistä luvuista huolimatta tulokset tukevat näkemystä siitä, että hyvät tietoliikenneyhteydet lisäävät taloudellista toimeliaisuutta ja elinvoimaa kunnissa, vaikka laajakaistan saatavuus on vain yksi osa kuntien rakennettua kilpailukykyä. Siten tulokset yleisesti kannustavat laajakaistan saatavuuden parantamiseen kunnissa, kuten myös joissakin aikaisemmissa kansainvälisissä tutkimuksissa on todettu (Crandall



Kuva 2. Yleistetyn additiivisen mallin tulokset yhden selittävän muuttujan mallista. Kuvaan on lisätty ne epälineaariset käyrät, joissa sovitte eroaa lineaarisesta regressiomallista.

ym. 2007; Kolko 2012; Jayakar & Parker 2013; Whitacre ym. 2014).

Additiivisen mallin tulokset tukivat lineaaristen regressiomallien tuloksia, mutta paljastivat myös muutamia poikkeavuuksia ja tuottivat siten lisäinformaatiota laajakaistan saatavuuden yhteydestä kuntien työllisyysasteeseen ja sen kehitykseen. Ero lineaarisin regressiomalleihin liittyi sovitetun käyrän epälineaariseen muotoon. Käyrässä laajakaistan saatavuuden muutoksen yhteys työllisyysasteeseen voimistui erityisesti, kun valokuidun saatavuuden muutos oli kunnassa parantunut yli kahdella saatavuusluokalla. Additiivisen mallinnuksen perusteella korkein työllisyysaste ja sen myönteisin kehitys vuosina 2009–2016 oli kunnissa, joissa saatavuuden parantuminen oli yli 4 saatavuusluokkaa. Vuosina 2009–2016 myönteinen vaikutus työllisyysasteeseen edellytti laajakaistan saatavuuden parantumista yli 2 saatavuusluokalla, koska tätä pienemmät muutokset saatavuudessa eivät nostaneet työllisyysastetta vuonna 2016, vaan vaikuttivat pikemminkin päinvastoin. Tältä osin tulokset muistuttavat aikaisempia kansainvälisiä tutkimuksia, joissa laajakaistan saatavuuden ja työttömyysasteen välillä ei havaittu selkeää tilastollisesti merkitsevää yhteyttä (Czernich 2014).

Vaikka laajakaista selittää vain pienen osan kuntien työllisyyskehityksestä, sillä on kuitenkin erityistä merkitystä siksi, että se on rakennetun kilpailukyvyn elementti, johon voidaan suoraan vaikuttaa muun muassa poliittisesti. Tulokset tukevatkin harjoitettua tietoliikennepoliittikkaa, jossa on edistetty laajakaistan rakentamista erityisesti maaseudulla. Juuri maaseutukunnissa laajakaistan saatavuuden

parantumisen yhteys työllisyysasteeseen ja sen kehitystä havaittiin selkeimmäksi. Saadut tulokset tukevat näkemystä sitä, että kiinteästä laajakaistasta on 2000-luvulla muodostunut autoteihin ja sähköön verrattavissa oleva infrastruktuuri (Skerratt ym. 2012, 70), joka säätelee mahdollisuuksia kuntien resurssien hyödyntämiselle ja elinvoimalle. Siksi valtaosassa kuntia tulisi pyrkiä parantamaan laajakaistan saatavuutta rakentamalla erityisesti yli 100 Mbit/s laajakaistayhteyksiä. Tulevaisuudessa digitaalisten palvelujen lisääntymisen myötä laajakaistan infrastruktuurilinen arvo kunnan elinvoiman määrittäjä kasvaa. Niinpä myös tulevaisuudessa kuntien kytkeyttömyys nopeisiin tietoliikenneyhteyksiin ennustaa paikallisten resurssien vajakäyttöä ja taloudellisen toiminnallisuuden sekä hyvinvoinnin taantumista (Lehtonen 2015). Tietoliikenneyhteyksiin kytketyksellä maaseutukunnat parantavat suhteellista asemaa suhteessa muihin alueisiin, mikä puolestaan määrittää näiden mahdollisuuksia kehittyä osana eritasoisia verkostoja (Honkaniemi & Luoto 2016).

Tämä tutkimus pohjautui useisiin aineistoihin sovitettuihin regressiomalleihin ja yleistettyyn additiiviseen malliin. Jokainen malli tuotti erilaista tietoa laajakaistan saatavuuden muutoksen yhteydestä kuntien työllisyysasteeseen ja sen kehitykseen. Regressiomallien teoreettisista eroista huolimatta tulokset olivat suurelta osin yhteneväiset, mikä lisää saatujen tulosten luotettavuutta. Additiivinen epälineaarinen regressiomalli täydensi lineaaristen regressiomallien tuloksia. Artikkelin heikkoudet liittyivät aineistoon, jossa laajakaistan saatavuuden muutosta vuosina 2004–2016 jouduttiin tarkastelemaan karkeilla

saatavuusluokilla, koska tarkkoja vuositilastoja laajakaistan saatavuudesta ei ole saatavilla edes tutkimuskäyttöön. Nämä aineiston heikkoudet vaikeuttivat tulosten tarkkaa tulkintaa ja hyödyntämistä.

Kirjallisuus

- Anselin, L., Bera, A. K., Florax, R. and Yoon, M. J. 1996 Simple diagnostic tests for spatial dependence. *Regional Science and Urban Economics*, 26, 77–104.
- Anselin, Luc & Anil Bera 1998. Spatial dependence in linear regression models with an introduction to spatial econometrics. Teoksessa Ullah, A. & D. Giles (toim.). *Handbook of Applied Economic Statistics*, 237–289. Marcel Dekker, New York.
- Austin, Peter 2011. An introduction to propensity score methods for reducing the effect of confounding in observational studies. *Multivariate Behavioral Research* 46(3): 399–424.
- Barkley, David, Deborah Markley & David Lamie 2007. E-commerce as a business strategy: lesson learned from case studies of rural and small town businesses. UCED Working Paper 10-2007-02. Clemson University, Clemson.
- Crandall, Robert, Robert Litan & William Lehr 2007. The effects of broadband deployment on output and employment: a cross-sectional analysis of U.S. data. Saatavissa: http://www.brookings.edu/~media/research/files/papers/2007/6/labor-crandall/06labor_crandall.pdf [Viitattu 31.3.2016.]
- Czernich, Nina, Oliver Falck, Tobias Kretschmer & Ludger Woessmann 2011. Broadband infrastructure and economic growth. *The Economic Journal* 121: 505–532.
- Czernich, Nina 2014. Does broadband internet reduce the unemployment rate? Evidence for Germany. *Information Economics and Policy* 29: 32–45.
- Dey, Tanujit 2013. modelSampler: An R Tool for Variable Selection and Model Exploration in Linear Regression. *Journal of Data Science* 11: 343–370.
- Dickes, Lori, David Lamie & Brian Whitacre 2010. The struggle for broadband in rural America. *Choices*, 25(4): 1–8.
- Eerola, Mervi 2014. Kausaalipäätely havainnoivissa tutkimuksissa. *Sosiaalilääketieteellinen aikakauslehti* 51(3): 232–242.
- Fabritz, Nadine, 2013. The Impact of Broadband on Economic Activity in Rural Areas: Evidence from German Municipalities. Ifo Working Paper No. 166. University of Munich, Munich.
- Forman, Chris, Avi Goldfarb & Shane Greenstein 2012. The Internet and local wages: a puzzle. *American Economy Review* 102(1), 556–575.
- Fotheringham, A. Steward 1997. Trends in quantitative methods I: stressing the local. *Progress in Human Geography* 21(1): 88–96.
- Fotheringham, A. Steward, Chris Brunsdon & Martin Charlton 2002. *Geographically Weighted Regression: The analysis of spatially varying relationships*. Wiley, London.
- Forzati, Marco, Crister Mattsson & Syed Al-E-Raza 2012. Early effects of FTTH/FTTx on employment and population evolution: analysis of the 2007–2010 period in Sweden. Saatavissa: <https://www.swedishict.se/publications/early-effects-of-ftthfttx-on-employment-and-population-evolution-population-evolution>. [Viitattu 6.4.2016.]
- Fox, J. and Monette, G. 1992. Generalized collinearity diagnostics. *JASA*, 87, 178–183.
- Greene, William 1993. *Econometric Analysis*. Macmillan, New York.
- Grömping, Ulrika 2006. Relative importance for linear regression in R: The package relaimpo. *Journal of Statistical software* 17(1): 1–26.
- Hastie, Trevor & R. Tibshirani 1990. *Generalized additive models*. Chapman & Hall, London.
- Honkaniemi, Tuomas & Ilkka Luoto 2016. Paikallisuus ja digitalisaatio. Valokuituverkkojen merkitys maaseutualueiden kehittämisessä. Vaasan yliopiston julkaisuja: selvityksiä ja raportteja 210. Vaasan yliopisto, Vaasa.
- Huippunopea laajakaista 2013. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 13/2013. Helsinki.
- Ishwaran, Hemant & Rao J. Sunil 2005. Spike and slab variable selection: Frequentist and Bayesian strategies. *The Annals of Statistics* 33(2): 730–773.
- Katz, Raul & Stephan Suter 2009. Estimating the economic impact of the broadband stimulus plan. Working paper. Saatavissa: http://www.elinoam.com/raulkatz/Dr_Raul_Katz_-_BB_Stimulus_Working_Paper.pdf. [Viitattu 1.9.2015.]
- Kolko, Jed 2012. Broadband and local growth. *Journal of Urban Economics* 71(1): 100–113.
- Kurvinen, Anja, Arja Jolkkonen & Virpi Lemponen 2018. Verkost vauhtia: valokuituverkot ja digitalisaatio työn, yritystoiminnan ja opiskelun mahdollistajina maaseudulla. Alue- ja kuntatutkimuskeskus Spatia. Itä-Suomen yliopisto.
- Jayakar, Krishna & Eun-A Park 2013. Broadband availability and employment: An analysis of county-level data from the National Broadband Map. *Journal of Information Policy* 3: 181–200.

- Lehtonen, Olli 2015. Space-time dependence in regional development: the geospatial approach to understanding the development processes in small-scale areas of Finland. Dissertations in social sciences and business studies No 105. University of Eastern Finland. Juvenes Print, Joensuu.
- Liikenne- ja viestintäministeriö (2010). Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle, Tuottava ja uudistuva Suomi – Digitaalinen agenda vuosille 2011–2020. Saatavissa: <http://www.lvm.fi/julkaisu/1225475/tuottava-ja-uudistuva-suomi-digitaalinen-agenda-vuosille-2011-2020>. [Viitattu 4.9.2015.]
- Mack, Elizabeth 2014. Businesses and the need for speed: the impact of broadband speed on business presence. *Telematics and Informatics* 31(4): 617–627.
- Pesonen, Liisa, Piia Nurkka, Leena Norros, Terhi Taulavuori, Vesa Virolainen, Jere Kaivosoja, Timo Mattila & Juha Suutarinen 2007. Kasvinviljelyn asianhallintajärjestelmän käyttäjäkeskeinen kehittäminen. Maa- ja elintarviketalous 97. MTT, Vihti.
- Prieger, James 2013. The broadband digital divide and the economic benefits of mobile broadband for rural areas. *Telecommunications Policy* 37(4): 383–502.
- Pyykönen, Mikko & Olli Lehtonen 2016. Tietoliikenneyhteyksien merkitys maatilojen ja kuntien kehityksessä. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 56/2016. Luonnonvarakeskus, Helsinki.
- Ramírez, Ricardo & Don Richardson 2005. Measuring the impact of telecommunication services on rural and remote communities. *Telecommunications Policy* 29(2): 297–319.
- Rosenbaum, Paul & Donald Rubin 1983. The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. *Biometrika* 70(1): 41–55.
- Sekhon, Jasjeet. (2011). Multivariate and Propensity Score Matching Software with Automated Balance Optimization: The Matching Package for R. *Journal of Statistical Software* 42(7): 1–52.
- Skerratt, Sarah, John Farrington & Fiona Heesen 2012. Next generation broadband in rural Scotland: mobilising, meeting and anticipating demand. Teoksessa Skerratt, Sarah, Jane Atterton, Clare Hall, Davy McCracken, Alan Renwick, Cesar Revoredo-Giha, Artur Steinerowski, Steven Thomson, Mike Woolvin, John Farrington & Fiona Heesen (toim.). *Rural Scotland in Focus 2012*. Rural Policy Centre, Edinburgh. 70–85.
- Stenberg, Peter, Mitchell Morehart, Stephen Vogel, John Cromartie, Vince Breneman & Dennis Brown 2009. Broadband Internet's value for rural America. Economic research report no. 70. United States Department of Agriculture.
- Stern, Michael & Alison Adams 2010. Do rural residents really use the Internet to build social capital? An empirical investigation. *American Behavioral Scientist* 53(9): 1389–1422.
- Työ- ja elinkeinoministeriö (2013). 21 polkua Kitkattomaan Suomeen. ICT 2015 -työryhmän raportti 17.1.2013. Saatavissa: http://www.tem.fi/ajankohtaista/julkaisut/julkaisujen_haku/21_polkua_kitkattomaan_suomeen.98249.xhtml. [Viitattu 12.12.2016.]
- Van der Wee, Marlies, Sofie Verbrugge, Bert SAdowski, Menno Driesse & Mario Pickavet 2015. Identifying and quantifying the indirect benefits of broadband networks for e-government and e-business: A bottom-up approach. *Telecommunications Policy* 39(3-4): 176–191.
- Viestintävirasto (2016). Nopeiden yhteyksien saatavuus. Saatavissa: www.viestintavirasto.fi/tilastot/jatutkimukset/tilastot/2013/nopeidenyhteyksiensaataavuus.html. [Viitattu 1.12.2016.]
- Whitacre, Brian, Roberto Gallardo & Sharon Strover 2014. Broadband's Contribution to Economic Growth in Rural Areas: Moving towards a Causal Relationship. *Telecommunications Policy* 38(11): 1011–1023.
- Wood, Simon 2006. Generalized additive models: an introduction with R. Chapman & Hall/CRC.

Liite 1. Regressiomallien selittävät muuttujat

Muuttujaryhmä	Muuttuja	Kuvaus	Lähde
Tietoliikenneyhteudet	Valokuitusaataavuus	Valokuidun saatavuus vuonna 2016 (%).	Liikenne- ja viestinministeriö
	Valokuitusaataavuus 2015–2016	Yli 100 Mbit/s nopeustason laajakaistayhteyksien saatavuuden muutos 2015–2016 (%).	Liikenne- ja viestinministeriö
	Valokuitusaataavuus 2004–2016	Vähintään 30 Mbit/s nopeustason laajakaistayhteyksien saatavuuden muutos 2004–2016.	Liikenne- ja viestinministeriö
	Valokuitusaataavuus 2009–2016	Vähintään 30 Mbit/s nopeustason laajakaistayhteyksien saatavuuden muutos 2009–2016.	Liikenne- ja viestinministeriö
	Laajakaistan latausnopeus	Laajakaistan keskimääräinen latausnopeus vuonna 2016 (Mbit/s)	Nettitutka
	Mobiiliyhteyden latausnopeus	Mobiiliyhteyden keskimääräinen latausnopeus vuonna 2016 (Mbit/s)	Nettitutka
Tulotaso	Toimeentulotuki	Muuttuja mittaa toimeentulotuen piirissä olevan väestön prosenttiosuutta työssä olevasta väestöstä. Toimeentulotuen saamista on käytetty yhtenä köyhyyttä osoittavista mittareista vaikka usein kyse onkin lyhytaikaisesta elämäntilanneköyhyydestä.	Sotkanet, THL
	Pienituloisuusaste	Muuttuja ilmaisee pienituloisiin kotitalouksiin kuuluvien henkilöiden osuuden prosentteina kaikista alueella asuvista henkilöistä. Tässä muuttujassa pienituloisuudeksi on määritelty taso, joka on pienempi kuin 60 % mediaanista.	Sotkanet, THL
	Keskitulo	Asukkaiden keskitulo vuonna 2016 (€).	Sotkanet, THL
Pääasiallinen toiminta	Työllisyysaste	Työllisyysaste on 18–64-vuotiaiden työllisten osuus samankäisestä väestöstä vuonna 2016 (%).	Sotkanet, THL
	Työllisyysasteen kehitys 2004–2016	Työllisyysasteen muutos kunnassa vuosina 2004–2016 (%)	Sotkanet, THL
	Työllisyysasteen kehitys 2009–2016	Työllisyysasteen muutos kunnassa vuosina 2009–2016 (%)	Sotkanet, THL
	Pitkäaikaistyöttömyys	Pitkäaikaistyöttömien osuus kunnassa työttömistä vuonna 2016 (%). Pitkäaikaistyötön on työtön työnhakija, jonka työttömyys on kestänyt ilman keskeytystä vähintään yhden vuoden.	Sotkanet, THL

Koulutus	Koulutuksen ulkopuolelle jääneet	Koulutuksen ulkopuolelle jääneiden 17–24 -vuotiaiden osuus vastaavanikäisestä väestöstä vuonna 2016 (%). Koulutuksen ulkopuolelle jääneillä tarkoitetaan henkilöitä, jotka eivät ole opiskelijoita tai joilla ei ole perusasteen jälkeistä koulutusta.	Sotkanet, THL
	Korkeastikoulutettut	Korkeastikoulutettujen osuus kunnassa yli 15–64-vuotiaasta väestöstä vuonna 2016 (%). Korkea-asteen koulutuksen saaneita ovat ammatillisissa oppilaitoksissa yli 3-vuotisen koulutusammatin tai tutkinnon suorittaneet, tai ammattikorkeakoulu- tai yliopistotutkinnon suorittaneita. (%)	Sotkanet, THL
Väestöra- kenne	Lapset	Lasten, 0–17-vuotiaiden, osuus kunnan väkiluvusta vuonna 2016 (%)	Sotkanet, THL
	Yli 65-vuotiaat	Yli 65 vuotta täyttäneiden osuus kunnan väkiluvusta vuonna 2016 (%)	Sotkanet, THL
	Ennakoitu väestömuutos	Vuoden 2016 väkiluvun ja ennakoitun väkiluvun vuonna 2030 muutosprosentti (%)	Tilastokeskus
	Väkiluku	Kunnan väkiluku vuonna 2016	Tilastokeskus
Työpaikat	Alkutuotannon työpaikat	Alkutuotannon työpaikkojen osuus kunnan työpaikoista vuonna 2015 (%)	Sotkanet, THL
	Palvelualojen työpaikat	Palvelualan työpaikkojen osuus kunnan työpaikoista vuonna 2015 (%)	Sotkanet, THL
	Työpaikkaomavaraisuus	Kunnan työpaikkaomavaraisuus vuonna 2015. Työpaikkaomavaraisuus kertoo kunnassa sijaitsevien työpaikkojen ja kunnassa asuvan työllisen työvoiman määrän välisen suhteen.	Maaseutu-indikaattorit, Tilastokeskus
	Nettopendelöinti	Nettopendelöitsijöiden osuus alueella työssäkävivistä vuonna 2015 (%). Nettopendelöinnillä tarkoitetaan alueen ulkopuolella työssäkävien ja alueelle muualta töihin tulevien henkilöiden välistä erotusta.	Maaseutu-indikaattorit, Tilastokeskus
Asutusra- kenne	Pinta-ala	Kunnan pinta-ala ilman vesialueita vuonna 2016 (km ²)	Maaseutu-indikaattorit, Tilastokeskus
	Asukastiheys	Kunnan väestömäärä suhteutettuna sen pinta-alaan vuonna 2016 (as./km ²)	Maaseutu-indikaattorit, Tilastokeskus
	Maaseutuasutus	Maaseudulla asuvien osuus kunnan väkiluvusta vuonna 2016 (%)	Maaseutu-indikaattorit, Tilastokeskus