

Kasautumisen vaikutus tuottavuuteen

TYÖPAIKKOJEN VÄLISEN SAAVUTETTAVUUDEN VAIKUTUS TOIMIPAIKKoihin JA TYÖNTEKIJÖIHIN



Taina Haapamäki

Oskari Harjunen

Antti Kauhanen

Veeti Kuivalainen

Krista Riukula

Nelli Valmari

Touko Väänänen

Suosittelava lähdeviittaus:

Haapamäki, Taina, Harjunen, Oskari, Kauhanen, Antti, Kuivalainen, Veeti, Riukula, Krista, Valmari, Nelli & Väänänen, Touko (23.1.2024).

”Kasautumisen vaikutus tuottavuuteen:

Työpaikkojen välisen saavutettavuuden vaikutus toimipaikkoihin ja työntekijöihin”.

ETLA Raportti No 144.

<https://pub.etla.fi/ETLA-Raportit-Reports-144.pdf>

Tiivistelmä

Taloudellisen toiminnan alueellista keskittymistä kutsutaan taloustieteessä kasautumiseksi. Kasautumisen vaikutukset ovat nousseet laajasti esiin keskusteluissa liikennehankkeiden hyödyistä. Vaikutusten suuruutta ei ole aikaisemmin juuri tutkittu Suomessa. Tässä raportissa tutkimme kasautumisen vaikutusta tuottavuuteen Helsingin seudulla käyttäen laajoja rekisteriaineistoja.

Kasautumisella, jota kuvaamme työpaikkojen välisellä saavutettavuudella, on positiivinen vaikutus työntekijöiden palkkoihin. Tuloksemme koskien toimipaikkojen tuottavuutta ovat epätarkempia. Tulostemme mukaan saavutettavuus kasvattaa liiketoiminnan muita kuluja (sisältää mm. vuokrat mutta ei palkkoja), mikä voi osittain selittää, miksi emme havaitse tilastollisesti merkitseviä vaikutuksia jalostusarvoon.

Tulostemme perusteella kasautumishyödyt ovat jokseenkin kaupunkiseudun sisäisiä, eikä seutujen välisen saavutettavuus vaikuta tuottavuuteen merkittävästi. Kasautumishyötyjen suhde liikennehankkeiden suoriin hyötyihin on hankekohtaista. Kasautumisvaikutusten sisällyttäminen osaksi kannattavuuslaskelmaa sisältää tuplalaskennan vaaran. Saavutettavuuden kasvun seurauksena kasvaneesta palkasta maksettavat verot ja veronluonteiset maksut voidaan kuitenkin sisällyttää laskelmaan.

Abstract

Agglomeration and Productivity: The Effect of Job-to-job Accessibility on Workers and Establishments

In economics, the regional densification of economic activity is referred to as agglomeration. The effects of agglomeration are often referred to when discussing the wider economic benefits of transportation infrastructure projects. The magnitude of these effects has not been extensively studied in Finland. In this report, we examine the impact of agglomeration on productivity in the Helsinki region, utilizing extensive registry data.

We find that improved job to job accessibility increases employees' wages. However, our findings concerning the value-added at establishment level are less conclusive and statistically insignificant. Our results suggest that increased accessibility leads to increases in other operating expenses such as rents, potentially explaining the lack of statistically significant effect on value-added.

Our results suggest that agglomeration benefits are predominantly intraregional, with interregional accessibility having little impact on these benefits. Thus, the ratio between the agglomeration benefits and the direct benefits of transportation infrastructure projects varies depending on the project. Including these benefits directly to cost-benefit analyses risks double counting some benefits. Taxes and similar payments on increased wages due to accessibility increases could be included as a separate item in the cost-benefit analysis.

DI **Taina Haapamäki** on FLOU Oy:n toimitusjohtaja.

KTT **Oskari Harjunen** on kiinteistötalouden apulaisprofessori Aalto-yliopistossa.

KTT **Antti Kauhanen** on Elinkeinoelämän tutkimuslaitoksen tutkimusjohtaja ja taloustieteen professori Jyväskylän yliopiston kauppakorkeakoulussa.

TkK **Veeti Kuivalainen** on analyytikko FLOU Oy:ssä.

KTT **Krista Riukula** on Elinkeinoelämän tutkimuslaitoksen tutkija.

KTT **Nelli Valmari** on post doc -tutkijana Aalto-yliopistossa.

DI **Touko Väänänen** on väitöskirjatutkija Aalto-yliopistossa ja konsultti FLOU Oy:ssä.

M.Sc. (Tech.) **Taina Haapamäki** is the Managing Director at FLOU Ltd.

D.Sc. (Econ.) **Oskari Harjunen** is an Assistant Professor of Real Estate Economics at Aalto University.

D.Sc. (Econ.) **Antti Kauhanen** is a Research Director at ETLA Economic Research and a Professor of Economics at Jyväskylä University School of Business and Economics.

B.Sc. (Tech.) **Veeti Kuivalainen** is an Analyst at FLOU Ltd.

D.Sc. (Econ.) **Krista Riukula** is a Researcher at ETLA Economic Research.

D.Sc. (Econ.) **Nelli Valmari** is a Postdoctoral Researcher at Aalto University.

M.Sc. (Tech.) **Touko Väänänen** is a Doctoral Researcher at Aalto University and a Consultant in FLOU Ltd.

Taina Haapamäki, taina.haapamaki@flou.io

Oskari Harjunen, oskari.harjunen@aalto.fi

Antti Kauhanen, antti.kauhanen@etla.fi

Veeti Kuivalainen, veeti.kuivalainen@flou.io

Krista Riukula, krista.riukula@etla.fi

Nelli Valmari, nelli.valmari@aalto.fi

Touko Väänänen, touko.vaananen@aalto.fi

Kiitokset: Tämän raportin on rahoittanut Liikenne- ja viestintävirasto Traficom.

Acknowledgements: This report has been commissioned by the Finnish Transport and Communications Agency (Traficom).

Avainsanat: Kasautumisvaikutukset, Tuottavuus, Liikennehankkeet, Hyöty-kustannusanalyysi, Saavutettavuus, Laajemmät taloudelliset vaikutukset

Keywords: Agglomeration, Productivity, Transport project, Cost-benefit analysis, Accessibility, Wider economic impacts

JEL: R41, R42, R12

Sisällys

1	Johdanto	4
2	Kirjallisuuskatsaus	5
3	Tutkimusasetelma ja aineisto	7
3.1	Aineisto ja otos	7
3.2	Empiirinen strategia	9
3.3	Kuvailevat tiedot työntekijöistä ja toimipaikoista	11
4	Tulokset	16
4.1	Yksilötason analyysi	16
4.2	Toimipaikkatason analyysi	17
5	Heterogeenisuus- ja herkkyytstarkastelut	20
5.1	Kasautumisesta eniten hyötyvät toimialat	20
5.2	Toimipaikkatason analyysin työntekijöiden tarkastelu	21
5.3	Etäisyyden merkitys	24
5.4	Herkkyytstarkastelut	25
6	Keskustelua	26
6.1	Vaikutusten koko suhteessa suoriin vaikutuksiin	26
6.2	Etätyön vaikutus kasautumisvaikutuksiin	27
6.3	Eri kulkutapojen vaikutus kasautumiseen	28
7	Tulosten hyödyntäminen	29
8	Haasteet ja jatkokysymykset	30
9	Yhteenveto ja suositukset	31
	Liitteet	34
A	Kuvat ja taulukot	34
B	Kasautumisvaikutusten estimointi kontrollifunktiomenetelmällä	36
C	Työpaikkojen välisen saavutettavuuden kasvusta johtuvien verotulomuutosten arviointi	38
	Viitteet	39
	Kirjallisuus	40

1 Johdanto

Taloudellisen toiminnan alueellista keskittymistä kutsutaan kaupunkitaloustieteessä kasautumiseksi (agglomeraatio). Kasautuminen voi perustua kaupunkialueen tiivistymiseen tai laajenemiseen tai yhteyksien paraneamiseen muihin keskuksiin. Kasautumisella on havaittu olevan yhteyksiä työntekijöiden ja yritysten tuottavuuteen. Monilla toimialoilla muiden yritysten – etenkin kilpailijoiden – läheisyydestä ei ole hyötyä, vaan pikemminkin haittaa. Kasautumisen kautta yritykset voivat kuitenkin hyötyä siitä, että sijaitsevat lähellä kilpailijoitaan.

Kasautuminen toimii kolmen mekanismin 1) kohtaanto, 2) jakaminen ja 3) oppiminen kautta. Kohtaanto kuvaa työntekijöiden ja työnantajien muodostamien parien syntymistä ja keskinäistä sopivuutta. Mitä parempi kohtaanto työmarkkinoilla on, sitä tuottavampia työnantaja-työntekijäpareja syntyy. Jakaminen kasvattaa tuottavuutta sen kautta, että samat toimijat voivat käyttää yhteisiä alihankkijoita. Tiheämmät työpaikkakeskittymät mahdollistavat myös erikoistuneemmat välipanostajat. Oppiminen kasvattaa tuottavuutta työntekijöiden liikkuvuuden ja yritysten välisen kanssakäymisen kautta. Mitä enemmän yritykset toimivat yhteistyössä ja mitä suurempaa työntekijöiden liikkuvuus on, sitä enemmän työntekijät voivat oppia toisiltaan, ja parhaat käytännöt leviävät yritysten keskuuteen.

Tietoa liikennehankkeiden ja politiikkatoimenpiteiden vaikutuksista yritysten tuottavuuteen tarvitaan liikenteeseen liittyvän päätöksenteon tueksi. Julkisten toimenpiteiden hyvinvointivaikutuksista tulee olla mahdollisimman kattava käsitys, jotta varojen käyttö voidaan osoittaa tehokkaimmin ja yhteiskunnallisia tavoitteita parhaiten palvelevalla tavalla (Liikenne- ja viestintäministeriö, 2020). Liikennehankkeiden taloudellisia vaikutuksia arvioidaan esimerkiksi hankearvioinneissa, joita laki liikennejärjestelmästä ja maanteistä (503/2005) ja ratalaki (110/2007) edellyttävät. Lisäksi taloudelliset vaikutukset tuodaan esiin mm. osana liikennejärjestelmäsuunnitelmia ja -strategioita sekä hanketason liikennejärjestelmävertailuja ja kaupunkitaloudellisia arviointoja.

Kasautumisvaikutuksia on selvitetty Suomessa ainakin vuodesta 2016 lähtien. Esiselvityksessä liikennehankkeiden laajemmista taloudellisista vaikutuksista (Laakso ym.,

2016) tunnistettiin, että kasautumisen potentiaali edellyttää lisäselvityksiä, mm. tehokkaan tiheyden käsitteen täsmentämistä Suomen oloihin ja empiiristä tutkimustietoa vaikuttavuusparametrien selvittämiseksi. Jatkotyössä (Laakso & Metsäranta, 2017) tutkittiin tehokkaan tiheyden yhteyttä tuottavuuteen valtakunnallisesti ja pääkaupunkiseudulla ja suositeltiin liikenteen laajempia taloudellisia vaikutuksia koskevan tutkimusohjelman perustamista. Kasautumisvaikutusten esiselvityksessä (Haapamäki ym., 2020) tunnistettiin kasautumisvaikutusten teoreettinen viitekehys ja suositeltiin tutkimusta tehokkaan tiheyden mittarista ja joustotutkimusta kasautumisvaikutusten ja tehokkaan tiheyden joustosta. Kokoavassa raportissa Liikennejärjestelmän kehittämisen laajempien taloudellisten vaikutusten tarkastelukehikko (Liikenne- ja viestintäministeriö, 2020) todettiin, että kasautumisvaikutusten empiirinen todentaminen Suomen oloissa ja tulosten yleistämisen funktioiksi tai vaikutuskertoimiksi edellyttävät tarkkoihin alueellisiin sijaintiaineistoihin perustuvien tutkimusten tekemistä. Selvityksessä tehokkaan tiheyden mittarista pyrittiin määrittelemään Suomeen soveltuva tehokkaan tiheyden mittari ja tunnistettiin, että kasautumisvaikutusten arvioinnin tutkimus- ja kehityskokonaisuuden seuraava vaihe on toimialakohtaisten tuottavuusjoustojen määrittäminen tuotantofunktion estimoinnilla.

Tässä työssä tutkimme kasautumisen vaikutuksia tuottavuuteen ja estimoimme tuottavuusjoustot Helsingin seudulla.¹ Analyysimme perustuu laajoihin rekisteriaineistoihin Suomessa vuosilta 2013 ja 2019. Teemme sekä toimipaikka- että työntekijätason analyysit ja kuvaamme tuottavuutta vastaavasti joko jalostusarvona tai palkkoina². Kasautumista kuvaamme työpaikkojen saavutettavuudella, jotta kohtaannon paraneminen ei vaikuttaisi estimaatteihin. Tutkimusasetelmamme vastaa hyvin läheisesti Knudsen ym. (2022) ja Börjesson ym. (2019) käyttämiä strategioita.

Tulostemme mukaan saavutettavuudella on positiivinen ja tilastollisesti merkitsevä vaikutus työntekijöiden palkkoihin. Sen sijaan saavutettavuuden vaikutus jalostusarvolla työntekijää kohden mitattuun toimipaikkatason tuottavuuteen on epäselvä. Tulokset ovat epätarkkoja siten, ettei kasautumisen vaikutuksesta toimipaikkojen tuottavuuteen voida tehdä johtopäätöksiä. Tulosten mukaan saavutettavuus kasvattaa liiketoiminnan muita kuluja, jotka sisältävät muun muassa vuokrat mutta eivät palkkoja tai palkkioita. Tämä kustannusten kasvu saavu-

tettavuuden kasvaessa voi olla ainakin osaselitys siihen, ettemme havaitse toimipaikkatasolla tilastollisesti merkitseviä vaikutuksia jalostusarvoon.

Tarkemmissa tarkasteluissa löysimme, että saavutettavuuden vaikutus palkkaan vaikuttaa eniten pienissä, alle 10 henkilön toimipaikoissa työskenteleviin työntekijöihin. Kasautumisvaikutusten maantieteellisestä ulottuvuudesta saimme näyttöä kahdella tavalla. Tutkimuksessa havaitsimme, että yli 50 minuutin automatkan päässä olevat alueet vaikuttavat enää hyvin vähän saavutettavuuteen, jonka kautta kasautuminen vaikuttaa palkkaan. Lisäksi etäisyysvälejä hyödyntäneessä tarkastelussa yli 50 kilometrin linnuntie-etäisyyden päässä olevien työntekijöiden määrällä ei ollut yhteyttä työntekijöiden palkkaan. Näiden tulosten perusteella kasautumishyödyt ovat melko paikallisia, eikä seutujen välinen saavutettavuus vaikuta kasautumishyötyihin merkittävästi.

Tutkimuksessa löydetty vaikutukset ovat suuruusluokaltaan vastaavia, mutta jonkin verran suurempia kuin Ruotsissa ja Tanskassa vastaavissa tutkimuksissa löydetty vaikutukset. Löytämämme vaikutukset eivät kuitenkaan eroa tilastollisesti kyseisistä tuloksista. Vaikutusten maantieteellinen ulottuvuus vastaa hyvin tarkasti Ruotsissa ja Tanskassa saatuja tuloksia. Ruotsin ja Tanskan tutkimuksissa mukana oli myös maaseutumaisempia alueita, jonka perusteella tuloksemme ovat ainakin vaikutusten etäisyyden osalta hyvin yleistettävissä myös muualle Suomeen. Vaikutusten erilaiseen kokoon voivat vaikuttaa tutkimuksien erilaiset maantieteelliset alueet. Kuitenkin tulokset ovat sen verran linjassa aiemman kirjallisuuden kanssa, että ne todennäköisesti yleistyvät hyvin ainakin muille Suomen kaupunkiseuduille.

2 Kirjallisuuskatsaus

Liikennehankkeiden ja yritysten tuottavuuden välistä kirjallisuutta on käyty laajasti läpi aiemmissa aihepiirin raporteissa (Haapamäki ym., 2020; Blomqvist ym., 2021), joten keskitymme tässä osiossa vuoden 2020 jälkeen julkaistuun tutkimukseen (esim. Knudsen ym., 2022; Lavo-ratori & Castellani, 2021).

Yksi kasautumisvaikutuksia tutkivan kirjallisuuden tutkituimmista aiheista on, mikä on kasautumisen ja tuot-

tavuuden välinen jousto. Jousto kertoo, kuinka suuri prosentuaalinen muutos tuottavuudessa tapahtuu, kun saavutettavuus kasvaa yhden prosentin. Kasautumisvai- kutuksia tutkiva kirjallisuus on kehittynyt suuresti vii- meisten 20 vuoden aikana. Yksi merkittävä tutkimus on Combes ym. (2008), jossa näytetään, kuinka valikoitumisella on väliä, kun tarkastellaan alueellisia palkka- eroja. Valikoitumisella viitataan siihen, että tiheimmil- le alueille valikoituu usein korkeamman tuottavuuden omaavia yksilöitä. Toinen merkittävä tekijä, jolla on vai- kutusta saatuihin joustoestimaatteihin ja jota on alettu huomioimaan enemmän, on käänteinen syy-seuraussuh- de. Alueet, joille tehdään esimerkiksi liikennehankkeita, voivat olla korkeamman tuottavuuden alueita. Jos tätä liikennehankkeiden kohdentamista ei oteta huomioon, saadaan harhaisia, liian suuria, joustoestimaatteja. Com- besin ja Gobillonin (2015) mukaan tutkimuksissa tuot- tavuutta kuvataan usein palkoilla tai kokonaistuottavuu- della (*total factor productivity*). Jos tutkimuksissa ei oteta huomioon havaitsemattomia yksilötason ominaisuuksia ja käänteistä syy-seuraussuhdetta saadaan tyypillisesti korkeampia, harhaisia joustoestimaatteja tuottavuuden ja taloudellisen toiminnan tiheyden välille (usein vä- lillä 0,04–0,07). Tutkimukset, jotka huomioivat nämä, löytävät tyypillisesti pienempiä tuottavuuden kasautu- misjoustoestimaatteja (0,02). Liian korkeiden joustoes- timaattien hyödyntäminen päätöksenteossa voi johtaa yli-investointeihin, sillä vaikutusarviointien tekeminen liian korkeilla joustoilla johtaa siihen, että kasautuminen näyttäisi parantavan tuottavuutta enemmän kuin todel- lisuudessa tapahtuu.

Knudsen ym. (2022) tutkivat palkkojen joustoa saavutet- tavuuden suhteen käyttäen yksilötason paneeliaineistoa ja muun muassa yritysten muuton aiheuttamaa muutos- ta saavutettavuudessa Tanskassa. Tutkimuksessa saa- vutettavuus perustuu auton käytön kustannuksiin, ja siinä käytetään useita empiirisiä strategioita valikoitu- misen ja käänteisen syy-seuraussuhteen huomioimiseksi, muutoin tutkimusasetelma vastaa Börjesson ym. (2019) käyttämää asetelmaa. Knudsen ym. (2022) saavat suosimillaan empiirisillä strategioilla palkkojen joustoes- timaatiksi saavutettavuuden suhteen 0,025–0,029. He suosittelivat tätä joustoestimaattia käytettäväksi liiken- nehankkeiden laajempien taloudellisten vaikutusten ar- vioimiseen Tanskassa. Tutkimuksessa estimoidaan jous- tot myös eri toimialoille, mutta näiden välillä löydetään vain pieniä eroja.

Knudsen ym. (2022) tutkimuksessa saadun jouston arvio on linjassa tuorempien kasautumistutkimusten kanssa, jotka ovat ottaneet huomioon suurimmat empiiriset haasteet, kuten valikoitumisen ja käänteisen syy-seuraussuhteen. Esimerkiksi, Proost ja Thisse (2019) havaitsivat katsauksessaan, että kun erot osaamisessa ja muita työntekijän tuottavuuteen vaikuttavia tekijöitä (kuten yksilön havaitsemattomat ominaisuudet tai edelliset sijaintipäätökset) otetaan huomioon, työntekijöiden tuottavuuden jousto tiheyden suhteen on hieman alle 0,03, jolloin tiheyden kaksinkertaistuessa tuottavuus kasvaa noin 2,1 prosenttia. Vastaavasti Combesin ja Gobillonin (2015) mukaan joustojen arvo on usein noin 0,02 kun käytetään yksilötason aineistoa ja yksilötason kiinteitä vaikutuksia. Donovan ym. (2022) löytävät meta-analyysissään joustoestimaatin olevan 0,026 (95 %:n todennäköisyydellä välillä 0,015 ja 0,039). Donovan ym. (2022) käyttävät meta-analyysissään 6 684 kasautumisjoustoestimaattia 294 tutkimuksesta 54 maasta kuudelta vuosikymmeneltä. Noin kolme neljäsosaa näistä tutkimuksista on julkaistu Combes ym. (2008) paperin jälkeen, jossa näytetään, kuinka valikoitumisella on väliä saatuihin joustoestimaatteihin, ja aineisto eroaakin huomattavasti sitä, jota on käytetty mm. Melo ym. (2009) meta-analyysissä. He pystyvät huomioimaan myös julkaisuharhan. Kuten aikaisemmatkin meta-analyysit (esim. Melo ym., 2009) he tunnustavat, että tutkimukset, joissa on käytössä tarkempaa aineistoa, löytävät pienempiä joustoestimaatteja. Julkaisuharhalla (*publication bias*) on myös heidän tulostensa mukaan suuri positiivinen vaikutus saatuihin joustoestimaatteihin, ja kun tämä harha otetaan huomioon, meta-analyysistä saatu joustoestimaatti pienenee noin kolmanneksella. He eivät tunnista yhtä suuria eroja joustoissa eri maiden välillä kuin Melo ym. (2009) meta-analyysissään.

Palkkaa käytetään tyypillisesti kuvaamaan tuottavuutta (ks. esim. Börjesson ym., 2019), mutta myös muita mittareita on käytetty kuvamaan tuottavuutta eri aloilla. Moretti (2021) tarkastelee korkean teknologian sektorin klustereita ja vaikutusta tuottavuuteen. Hänen tulostensa mukaan toimijoiden kasautuminen aiheuttaa merkittäviä positiivisia tuottavuusvaikutuksia, joita mitataan tuotettujen patenttien laadulla ja määrällä. Hän käyttää tarkastelussa hyödyksi muun muassa suuren valokuvaustuotteita tuottavan yrityksen Kodakin nopeaa surkastumista Rochesterin kaupungissa Yhdysvalloissa. Kodak oli kaupungin päätyöllistäjä, ja teknologiasokin ai-

heuttaman pörssikurssin nopean laskun myötä toiminat kaupungissa vähenivät merkittävästi. Hän tarkastelee myös aineiston kaikkia korkean teknologian klustereita Yhdysvalloissa paneeliaineistolla vuosilta 1971–2007 ja keskittyy yritysten muuttoihin maantieteellisten klustereiden välillä. Patenttien joustoksi klusterin koon suhteen hän saa 0,07. Tämä tarkoittaa, että jos esimerkiksi tietojenkäsittelytieteilijä muuttaisi mediaanikokoisesta tietojenkäsittelytiedeklusterista suurempaan 75 persenttiin klusteriin, kokisi hän 12 prosentin kasvun tuottavuudessa, kun yritys- ja henkilötason kiinteät vaikutukset otetaan huomioon.

Leonardi ja Moretti (2022) tarkastelevat kasautumista ravintola-alalla käyttäen hyödyksi ravintoloiden sijaintisääntelyn purkamista. Ennen vuotta 2005 oli Milanossa tarkkaan määritellyt sijainnit, joihin uuden ravintolan sai avata. Ravintoloiden välille oli määritelty vähimmäisetäisyys, jota ei saanut alittaa. Asetuksen takia ravintoloita oli tasaisesti jakautunut naapurustoiden välillä. Vuoden 2005 jälkeen ravintoloiden maantieteellinen keskittyminen kasvoi huomattavasti asetuksen poistuttua. Joillain alueilla oli suuri keskittymä ravintoloita ja toisilla taas ei lainkaan. Alueilla, joilla ravintoloiden määrä kasvoi huomattavasti, ravintolat reagoivat kasvaneeseen kilpailuun erikoistumalla niin hinnan, laadun kuin keittiönkin mukaan. Heidän tuloksensa osoittavat, että kasautuminen vaikuttaa ravintoloiden hinnoittelu- ja erikoistumis päätöksiin.

Kasautumisvaikutukset voidaan jakaa 1) urbanisaatio- ja 2) lokalisaatiovaikutuksiin. Lokalisaatioedut syntyvät, kun saman alan yritykset hyötyvät toistensa läheisyydestä. Kasautumisen lokalisaatioetuja ovat mm. yritysten määrän kasvaessa syntyvät paikalliset oman alan työmarkkinat. Urbanisaatioedut ovat taas kaupunkialueen suuruudesta itsestään syntyvät edut, joista yritykset ja kuluttajat hyötyvät. Etujen taustalla ovat kaupunkialueen suuri koko ja kulutuskysynnän monipuolisuus ja ennen kaikkea kyky tuottaa uudenlaisia tuotteita ja palveluita. Lavoratori ja Castellani (2021) tarkastelevat eri maantieteellisiä tasoja kasautumisvaikutuksissa. He keskittyvät sekä kaupunkitasoon, että kapeammin määriteltyihin naapurustoihin. Heidän tulostensa mukaan urbanisaatiovaikutukset vaikuttavat kaupunkitasolla ja lokalisaatiovaikutukset hienommalla naapurustotasolla. Urbanisaatiovaikutukset voivat olla jopa negatiivisia naapurustotasolla. Tulokset näyttävät, että liian karkealla tasolla tarkastelu saattaa sekoittaa nämä vaikutukset.

He näyttävät myös, kuinka nämä ulkoisvaikutukset vaihtelevat yritysten (koko, ikä, tuottavuus) ja sijainnin (ihmisten tiheys) mukaan.

Paikalliset työmarkkinat (*local labour market, LLM*) voivat olla erikokoisia erilaisten työntekijöiden välillä. Esimerkiksi naisilla on keskimäärin alueellisesti pienemmät markkinat kuin miehillä ja korkeasti koulutetuilla suuremmat kuin matalasti koulutetuilla. Tämän lisäksi jotkut työntekijät hyötyvät kohtaannosta ja oppimisesta enemmän ja näin kokevat suuremmat kasautumishyödyt kuin toiset. Myös kasautumisen alueellinen ulottuvuus eroaa eri ryhmien välillä. Korkeasti koulutetuille työntekijöille kasautumishyödyt vähenevät nopeasti etäisyyden suhteen, mikä selittyy sillä, että he hyötyvät eniten oppimiskanavasta, joka on hyvin paikallinen (Andersson ym., 2016). Meekes ja Hassink (2023) havaitsivat, että suuremmalla työntekijöiden tiheydellä, eli kasautumisella, on positiivinen vaikutus työntekijöiden palkkoihin, ja vaikutuksen koko kasvaa, kun käytetään laajempia alueita työntekijöiden paikallisia työmarkkinoita määritettäessä. Tulokset selittyvät sillä, että kasautumisvaikutukset, jotka tapahtuvat laajemmalla alueellisella skaalalla, saadaan huomioitua paremmin. Heidän tulostensa mukaan urbaanipalkkapreemio (*urban wage premium, UWP*) tyypillisesti yliarvioidaan matalasti koulutetuille ja aliarvioidaan korkeasti koulutetuille, jos käytetään valmiiksi määriteltyjä alueita. Donovan ym. (2022) löytävät myös meta-analyyseissä, että alueellisella koolla on väliä saatujen joustoestimaattien koon suhteen, mikä voi osaltaan heijastaa eri kanavia.

Kasautumisvaikutusten arvioimisessa on myös tärkeää ottaa huomioon se, miten saavutettavuusaineistoa yhdistetään aluetasolla. Tveter ym. (2022) mukaan aineiston yhdistäminen tasoihin voi aiheuttaa alueellisia yhdistämisvirheitä (*spatial aggregation errors*), jotka voivat vaikuttaa niin aineistoon kuin analyysin tuloksiinkin. Aggreoitujen alueiden käyttö voi johtaa jopa +/- 70 % virheeseen lasketussa saavutettavuudessa, jos käytetään aritmeettistä työntekijämäärällä painotettua keskiarvoa. Harmonisoidun keskiarvon käyttäminen matkakustannuksissa minimoi virheen suuruuden. Myös alueiden valinta on tärkeää; Tveter ym. (2022) suosittelevat käyttämään mahdollisimman karkean tason aineistoa.

Ivaldi ym. (2022) arvioivat tutkimuksessaan kasautumisvaikutuksia ottaen huomioon liikennehankkeista johtu-

vien saavutettavuusmuutosten suorat ja epäsuorat vaikutukset tuottavuuteen. Epäsuorilla vaikutuksilla viitataan vuorovaikutuskustannusten muuttumiseen ja sijaintipäätöksiin. Suorilla vaikutuksilla viitataan työllisten laadun muuttumiseen parempien mukavuuksien takia. Heidän tulostensa mukaan sekä kasautumisella että saavutettavuudella on merkittävä vaikutus tuottavuuteen. Työllisten tiheyden kaksinkertaistuminen johtaa 1,6 prosentin kasvuun tuottavuudessa.

3 Tutkimusasetelma ja aineisto

3.1 Aineisto ja otos

3.1.1 Toimipaikka, tuottavuus ja yksilötason aineistot

Saavutettavuuden vaikutusten arvioimiseen meillä on käytössämme seuraavat Tilastokeskuksen rekisteriaineistot:

1. FOLK-moduulit (FOLK_TKT, FOLK_PERUS, FOLK_TULO). FOLK-moduulit sisältävät kaikista Suomessa asuvista henkilöistä työmarkkinatietoja (kuten ansiotulot, pääasiallinen toiminta) ja perhe- ja taustatietoja (kuten koulutus). Kyseiset aineistot ovat saatavilla vuosille 1987–2020.
2. Toimipaikkojen ja asuinpaikkojen sijainnit 250x250m ruututasolla.
3. Alueellisen yritystoimintatilaston aineisto (FIRM_PROD). Aineisto on saatavilla vuosille 2013–2020 ja sisältää toimipaikkatason tiedot arvonlisäyksestä, työvoimasta, välituotekäytöstä ja investoinneista. Aineisto kattaa suuren osan toimialoista, mutta ei aivan kaikkia. Lisäksi julkiset toimipaikat jäävät ulkopuolelle. Käytämme tätä toimipaikkatason paneeliaineistoa toimipaikkatason tuottavuuden mittaamiseen.
4. Toimipaikkakohtaiset henkilöstöominaisuudet (FIRM_EMPEST). Aineisto sisältää toimipaikan henkilöstörakennetta kuvaavat tiedot.
5. Yritysten tilinpäätösaineisto (FIRM_FSS). Aineisto sisältää tietoja yritysten tuloslaskelmasta ja ta-seesta sekä tuottojen ja kulujen erittelystä.

Toimipaikkatason analyysissä tarkastelemme toimipaikkoja, jotka sijaitsevat pääkaupunkiseudulla ja sen kehyskunnissa ja joista löytyy tietoa edellä mainituista rekistereistä³. Työntekijätason analyysissä keskitymme niihin yksilöihin, jotka ovat töissä tarkastelualueella vuosina 2013 ja 2019. Teemme myös herkkyystarkastelut, joissa otamme analyysiin mukaan ainoastaan ne, jotka ovat töissä toimipaikkatason analyysin toimipaikoissa vuosina 2013 ja 2019.

3.1.2 Saavutettavuus

Liikennehankkeiden hyöty-kustannuslaskelmissa kasautumisvaikutuksista kohtaannon paranemisesta syntyviä hyötyjä arvioidaan jo osana työmatkojen matka-aikasäästöjä. Tästä syystä pyrimme poistamaan estimaateistamme kohtaannon vaikutuksen mittaamalla kasautumista työpaikkojen välisellä saavutettavuudella.

Kasautumisen mittarina toimii Börjesson ym. (2019) ja Knudsen ym. (2022) käyttämä saavutettavuusmittari, joka koostuu työpaikkojen määrästä ja kulkutapaosuuksilla painotetusta yleistetystä matkavastuksesta alueiden välillä. Saavutettavuusmittari on muotoa:

$$A_z(\delta) = \sum_{z'} N_{z'} \cdot \exp(-\delta \cdot gtc_{z,z'}), \quad (1)$$

missä $N_{z'}$ on työpaikkojen määrä alueella z' , $gtc_{z,z'}$ on yleistetty matkavastus alueelta z alueelle z' ja $\delta > 0$ on vaimenusparametri, joka kuvaa työpaikkojen saavuttamisen herkkyyttä yleistetyn matkavastuksen suhteen. Vaimenusparametri δ estimoidaan painovoimamallin avulla hyödyntäen Helmet-mallista saatavaa lähtö-määräpaikkamatriisia liikkumisen havaintoaineistona.

Yleistetty matkavastus kuvataan kuten Börjesson ym. (2019), jossa se laskettiin seuraavalla kaavalla:

$$gtc_{z,z'} = \sum_m w(m)_{z,z'} [c(m)_{z,z'} + d(m)_{z,z'} v(m)], \quad (2)$$

Jossa yleistetty matkavastus alueiden z ja z' välillä, $gtc_{z,z'}$, koostuu kunkin kulkutavan m rahallisesta kustannuksesta $c(m)$ ja matka-ajan arvosta $d(m)_{z,z'} v(m)$ painotettuna kyseisen kulkutavan kulkutapaosuudella $w(m)$. Matka-ajan arvo lasketaan kulkutapakohtaisen matka-ajan $d(m)_{z,z'}$ ja kulkutapakohtaisen matka-aikasäästön arvon $v(m)$ tulona.

Pääasiallinen ero Blomqvistin ym. (2021) ehdottamaan saavutettavuusmittariin on se, että matka-aikasäästön arvo on kulkutapakohtainen, jolloin vältetään mittarin mahdollinen epälooginen käyttäytyminen, kun matkavastukseltaan suurimman kulkutavan matkavastus laskee.

Tehokkaiden tiheyksien tuottamiseksi tarvitaan alueen työpaikkamäärien lisäksi alueiden väliset matka-ajat, matka-aikasäästön arvot, matkojen rahalliset kustannukset (esim. polttoainekustannukset ja lipun hinnat) ja kulkutapaosuudet. Kyseiset suuret arvioidaan Helsingin seudun liikenne-ennustemallilla (Helmet 4.1.3). Kyseessä on liikenne-ennusteiden ja vaikutusten arvioinnin tarpeisiin tuotettu ennustemallijärjestelmä, joka kattaa alueellisesti pääkaupunkiseudun ja kehyskunnat⁴ sekä mallintaa karkeammalla tasolla liikenteen kysynnän noin 100 km säteellä pääkaupunkiseudusta. Mallijärjestelmällä voidaan ennustaa matkatuotoksia, suuntautumista ja kulkutavan- ja reitinvalintaa sekä autonomistusta. Malli sisältää kävelyn, pyöräilyn, ajoneuvoliikenteen ja raide liikenteen liikennejärjestelmäkuvauksen, johon sisältyy kuvaus fyysisestä infra- ja sen välityskyvystä sekä joukkoliikennelinjastosta. Tässä työssä liikennemallia hyödynnetään alueparikohtaisten matka-aikojen, matkustamiskustannusten ja kulkutapaosuuksien arvioimiseen. Matka-aikasäästön arvot auto- ja joukkoliikennematkoille saadaan Helmet-mallin kulkutavan valintamallista (HSL, 2020). Pyöräilyn matka-aikasäästön arvo saadaan Väyläviraston *Tie- ja rautatieliikenteen hankearvioinnin yksiköarvojen määrittäminen vuodelle 2018* -raportista (Met-säranta ym., 2022). Kävelyn matka-aikasäästön arvo on määritetty Börjesson ym. (2019) käyttämien pyöräilyn ja kävelyn matka-aikasäästöjen suhteen avulla pyöräilyn matka-aikasäästöstä.

Arvioimme Helmet-liikennemallilla edellä mainitut suuret ja niiden pohjalta saavutettavuudet kahtena ajanhetkenä: vuosien 2012 ja 2018 lopussa. Vuoden 2012 valmiiksi saatavilla oleva liikennejärjestelmä- ja maankäyttökuvaus on yhteensopiva vain aiemman, Helmet 3.0 -mallijärjestelmän kanssa, joten muokkaamme kuvausta sopivaksi Helmet 4.1.3 -järjestelmän kanssa. Koska malliversioissa on eroja kuvauksen tarkkuudessa, esitystavassa ja alueellisessa laajuudessa, muokkaamme saatavilla olevia 2012-vuoden liikennejärjestelmän ja maankäytön tietoja 2018-vuoden kuvausta vastaavaksi ja tuomme aiemmasta versiosta puuttuvan osan alue- ja verkkotiedoista 2018-vuoden mallikuvauksesta tarkistaen pois liikenne-

järjestelmän ja väestötietojen muutokset, jotka ovat tahtuneet tarkasteluvuosien välillä. Tarkistamme maksu-
vyöhykejärjestelmien ja ajoneuvoliikenteen hinnoittelun
vastaamaan Helmet 4.1.3 -järjestelmän käyttämää ku-
vaustapaa ja hintatasoa. Tutkimuksen onnistumisen kan-
nalta on tärkeää, että käytetyt tietoaineistot ovat hyö-
dynnettävissä pitkittäisaineistona, joten kiinnitämme
mallikuvauksen konvertointiin erityistä huomiota aineis-
toja valmistellessa.

Herkkyystarkasteluna tarkastelemme myös kirjallisuuden
perusteella eniten kasautumisesta hyötyvien alojen saa-
vutettavuuden vaikutusta. Tätä varten laskemme saavu-
tettavuudet vain kyseisten alojen työpaikkoihin.

3.1.3 Vaimennusparametrin estimointi

Börjesson, ym. (2019) käyttämää saavutettavuusmitta-
ria varten on valittava vaimennusparametri δ . Börjesson
ym. (2019) estimoi kyseisen parametrin liikenne-ennus-
temallin avulla saaden sen arvoksi -0,28. Knudsen ym.
(2022) estimoivat kyseisen parametrin maksimoimalla
palkkoja selittävän mallin selityksastetta, kun käytettyä
vaimennusparametria muutetaan. He saavat parametrin
arvoksi -0,032, kun mittaavat yleistettyä matkavastusta
vuoden 2010 Tanskan kruunuissa. Ottamalla vaihtokurs-
sin ja inflaation huomioon vaimennusparametrin arvo
vuoden 2018 euroissa on -0,262⁵. Myös Blomqvist ym.
(2021) estimoivat kyseisen parametrin arvon selittämällä
Helmet-mallin työperäisten matkojen lähtö-määräpaik-
kamatriisin alkioiden suuruutta gravitaatiomallin avulla,
joka selittää alueiden välisten matkojen määrää alueiden
matkoja tuottavilla ja houkuttelevilla ominaisuuksilla se-
kä alueiden välisellä liikenteellisellä etäisyydellä. He sai-
vat vaimennusparametrin arvoksi -0,4232. Huomattavaa
on, että Knudsen ym. (2022) käyttivät yleistetyin matka-
vastuksen kulkutavoissa vain autoa, kun taas Börjesson ja
Blomqvist hyödynsivät myös joukkoliikennettä.

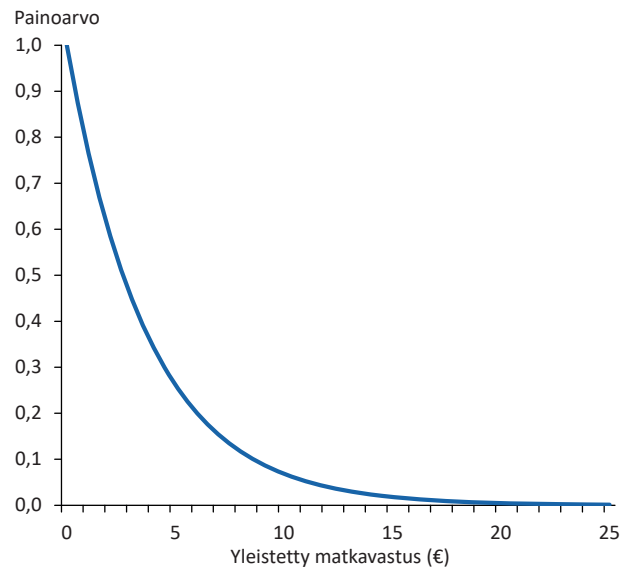
Tässä työssä estimoimme vaimennusparametrin gravitaatiomallilla kuten Blomqvist ym. (2021) hyödyntämällä
Helmet-mallin työpaikkamatkojen lähtö-määräpaikka-
matriisia. Estimoidimme parametrin uudelleen, sillä saa-
vutettavuusmittarimme eroaa Blomqvistin käyttämäs-
tä. Estimoidimme parametrin seuraavan yhtälön avulla:

$$\ln(D_{z,z'}) = \alpha + \beta \ln(A_z) + \gamma \ln(N_{z'}) + \delta gtc_{z,z'} + \epsilon_{z,z'}, \quad (3)$$

jossa A_z on lähtöalueen asukasmäärä, $N_{z'}$ on määrän-
pääalueen työpaikkojen määrä ja $gtc_{z,z'}$ on alueiden z ja z'
välinen yleistetty matkavastus. Parametri δ on estimoi-
tava vaimennusparametri. Asukas- ja työpaikkamääri-
nä on käytetty Helmet-mallin alueiden asukas- ja työ-
paikkamääriä.

Tällä tavalla vaimennusparametrin arvoksi saadaan
-0,268, joka on hyvin lähellä sekä Börjessonin ym. (2019)
ja Knudsenin ym. (2022) vaimennusparametrien arvoja.
Kuvio 1 näyttää miten työpaikkojen merkitys vaimenee
yleistetyn matkavastuksen kasvaessa. Vaimennuspara-
metrin arvo -0,268 vastaa sitä, että matkavastukseltaan
5 euron päässä olevat työpaikat lasketaan saavutettavuus-
teen kertoimella 0,262 ja 20 euron päässä olevat työpaikat
kertoimella 0,0047. Testaamme tuloksiamme herkkyyttä
myös vaimennusparametrin suuruuden valinnalle sekä
käänteisfunktion käytölle vaimennusfunktiona.

**Kuvio 1 Työpaikkojen merkityksen vaimene-
minen yleistetyin matkavastuksen funktiona
vaimennusparametrin arvolla -0,268**



3.2 Empiirinen strategia

Kasautumisvaikutusten ja tuottavuusjoustojen arviointiin liittyy useita haasteita, joista merkittävimmät ovat valikoituminen, puuttuvan muuttujan harha ja käänteinen syy-seuraussuhde (näistä lisää Haapamäki ym., 2020). Vähennämme valikoitumisen vaikutusta estimaat-

teihimme ottamalla huomioon työntekijöiden osaamisen käyttäen hyödyksi laajoja yksilötason rekisteriaineistoja ja lisäämällä malliin yksilötason kiinteät vaikutukset. Kiinteillä vaikutuksilla saamme kontrolloitua yksilöiden ajassa muuttumattomat havaitsemattomat ominaisuudet. Näin pääsemme osittain käsiksi ilmiöön, jossa tiheille alueille valikoituu usein korkean osaamistason työntekijöitä, jolloin korkeampi tuottavuus johtuu suureksi osaksi korkeamman osaamistason työntekijöistä eikä suuremmasta tiheydestä. Käänteistä syy-seuraussuhdetta ratkotaan Börjesson ym. (2019) ehdottamalla tavalla, jossa arvioinnissa hyödynnetään tehokkaan tiheyden muutosta, joka johtuu ainoastaan liikennejärjestelmän, ei maankäytön, aiheuttamasta muutoksesta tehokkaassa tiheydessä. Kirjallisuuden perusteella valikoitumisen huomioon ottaminen on näistä haasteista tärkeämpi. Instrumenttimuuttujen käyttäminen pienentää joustoestimaattia usein 10–20 prosenttia, ei vaikuta siihen lainkaan tai joskus jopa kasvattaa sitä (Combes & Gobillon, 2015). Sen sijaan yksilötason aineiston ja yksilötason kiinteiden vaikutusten lisääminen alueille valikoitumisen huomioonottamiseksi vaikuttaa joustoestimaattiin merkittävästi ja joustoksi saadaan tällöin yli puolta pienempi estimaatti.

Keskityimme Helsingin seutuun ja käytämme hyödyksi jouston arvioinnissa muutoksia saavutettavuudessa, jotka johtuvat liikennehankkeista (seuraten Börjesson ym., 2019). Laskemme tuottavuusjoustot käyttäen koko Helsingin työssäkäyntialueen aineistoa ja kaikkia alueella tapahtuneita liikennehankkeita ja niiden aiheuttamia muutoksia kasautumisessa vuosien 2012 ja 2018 välillä. Käytämme aikavälinä kyseisiä vuosia, sillä näille vuosille on saatavilla liikenneverkko kuvaus Helsingin seudun liikenne-ennustemallista sekä tarvittavat yritys ja yksilökohtaiset aineistot. Lisäksi kyseisellä aikavälillä muun muassa Länsimetron ja Kehäradan käyttöönotto johti suuriin muutoksiin saavutettavuudessa. Länsimetro otettiin käyttöön marraskuussa 2017.

Rajaamme tarkastelun niihin työntekijöihin ja toimipaikkoihin, joille kaikki muuttajat ovat saatavilla molempina ajanhetkinä, eli jotka sijaitsevat (ovat töissä) tarkastelualueella vuosina 2013 ja 2019 ja joille löytyy rekistereistä vaadittavat muuttajat. Työntekijätasolla tarkastelemme kaikkia tarkastelualueella töissä olevia, mutta teemme lisäksi herkkyystarkastelut käyttäen niitä, joiden toimipaikasta on saatavilla tietoa alueellisen yritystoimin-

tilaston aineistossa. Käytämme tuleman mittaamiseen vuotta myöhempiä ajankohtia siksi, että saavutettavuuskuvaukset kuvaavat saavutettavuuden tilaa vuosien 2012 ja 2018 lopussa.

Arvioimme kasautumisvaikutuksia estimoimalla seuraavan yhtälön:

$$\ln(y_{izt}) = \delta \ln(A_{zt}) + \beta X_{izt} + \mu_i + \theta_t + \epsilon_{izt}, \quad (4)$$

missä y_{izt} on työntekijän i (toimipaikan i) tuottavuus ajanhetkellä t ja indeksi z alue, jolla työntekijän i työpaikka tai toimipaikka i sijaitsee ajanhetkellä t . A_{zt} on alueen z saavutettavuus ajanhetkellä t . X_{izt} sisältää työntekijäkohtaisia (toimipaikkakohtaisia) havaittavia ominaisuuksia ajanhetkeltä t , kuten työntekijän iän, koulutustason- ja alan tai toimipaikan. μ_i on työntekijätason (toimipaikkatason) kiinteä vaikutus ja ottaa huomioon työntekijän (toimipaikan) havaitsemattomat, ajassa muuttumattomat erot tuottavuudessa. θ_t kuvaa kaikille yhteisiä, ajassa muuttuvia tekijöitä, ja ottaa huomioon taloussyklin. ϵ_{izt} on virhetermi.

Mielenkiinnon kohteena on parametri δ , joka kuvaa tuottavuuden joustoa saavutettavuuden suhteen. Keskivirheet klusteroidaan 250x250 m aluetasolla (t ja $t+1$), jolla tarkastelu tehdään. Koska lisäämme myös toimipaikkatason kiinteät vaikutukset toimipaikkatason tarkasteluissa ja henkilötason kiinteät vaikutukset henkilötason tarkasteluissa, kaikki ajassa muuttumattomat havaitsemattomat tekijät otetaan näin huomioon.

Instrumentoimme saavutettavuutta seuraavalla tavalla, jossa saavutettavuusmuutos vuosien 2012 ja 2018 välillä lasketaan siten, että työpaikkojen ja väestön muutoksia kyseisten vuosien välillä ei oteta huomioon (seuraten mm. Börjesson ym., 2019):

$$\ln(\tilde{A}_{zt+1}) - \ln(A_{zt}) = \ln\left(\sum_{z' \in Z} \exp(-\delta \cdot gtc_{t+1,z,z'}) N_{t,z'}\right) - \ln\left(\sum_{z' \in Z} \exp(-\delta \cdot gtc_{t,z,z'}) N_{t,z'}\right), \quad (5)$$

missä \tilde{A}_{zt+1} mittaa saavutettavuutta olettaen, että liikennejärjestelmä vastaa ajanhetken $t+1$ liikennejärjestelmää (eli yleistettyä matkavastusta $gtc_{t+1,z,z'}$) ja työpaikkojen määrä vastaa työpaikkojen määrää alueittain ajanhetkellä t ($N_{t,z}$). Tämän instrumenttimuuttujan avulla pääsemme käsiksi siihen, miten liikennehankkeiden aiheuttamat muutokset saavutettavuudessa vaikuttavat tuottavuuteen

ilman, että liikennejärjestelmään liittymättömät tuottavuussokit vaikuttavat estimaatteihin.

Tälläkään asetelmalla emme pääse täysin eroon valikoitumisesta, mutta lisäämällä työntekijätason (toimipaikkatason) kiinteät vaikutukset ja kontrolloimalla työntekijöiden (toimipaikkojen) havaittavia, ajassa muuttuvia ominaisuuksia, pystymme ottamaan suurimman osan valikoitumisesta huomioon. Käyttämämme asetelma vastaa Börjesson ym. (2019) käyttämää asetelmaa.

Työntekijätason analyysissä pyrimme lisäksi pääsemään valikoitumiseen kiinni tarkastelemalla muuttajia (*movers*), joiden työpaikkojen välinen saavutettavuus muuttuu, koska heidän työpaikkansa sijainti muuttuu, esimerkiksi työpaikan vaihdon takia. Tällöin saavutettavuudessa on enemmän variaatiota ja sen vaikutuksen estimointi on helpompaa. Tässä ongelmaksi nousee esille valikoituminen siten, että todennäköisemmin työpaikkaa ja siten sijaintiaan vaihtavat he, jotka saavat työpaikan vaihdoksen myötä suurimman palkankorotuksen. Keskitämme tämän harhan takia työntekijätason analyysissä heihin, joiden sijainti muuttuu toimipaikan uudelleen sijoittautumisen takia (kuten esim. Knudsen ym. (2022) ovat tehneet). Toimipaikan muuton (*firm relocation*) voidaan kuvitella olevan ulkoa tuleva sokki työntekijöille, ja täten sen aiheuttaman saavutettavuusmuutoksen vaikutuksia palkkaan voidaan tulkita kausaalisina. Tässä ongelmaksi tulee kuitenkin toimipaikkojen mahdollinen valikoituminen; toimipaikat, jotka ovat tuottavia, saattavat muuttaa todennäköisemmin tiheimmille alueille. Vähentääksemme tätä mahdollista harhaa kontrolloimme muutoksia toimipaikan havaittavissa olevissa ominaisuuksissa. On myös mahdollista, että toimipaikkaan jäävät muuton jälkeen vain ne, jotka ovat kaikista tyytyväisimpiä kyseiseen työpaikkaan.

3.3 Kuvailevat tiedot työntekijöistä ja toimipaikoista

Keskitymme analyysissä työntekijöihin ja toimipaikkoihin, jotka ovat molempina tutkimusvuosina 2013 ja 2019 rekistereissä ja töissä. Näin voimme verrata kutakin työn-

tekijää tai toimipaikkaa itseensä ja siten kontrolloida havaitsemattomia, ajassa muuttumattomia, ominaisuuksia. Vuotta 2020 ei ole enää mieluista tarkastella koronan aiheuttamien suurten työelämämuutosten takia. Taulukoissa 1 ja 2 on esitetty työntekijöiden ja toimipaikkojen kuvailevia tietoja vuosilta 2013 ja 2019. Vuosittaisia havaintoja on 408 852 työntekijälle ja 28 262 toimipaikalle. Toimipaikoissa on keskimäärin 9,44 henkilöä toisessa vuonna 2013.

Neljännes työntekijöistä on töissä pienessä toimipaikassa (<10 henkilöä) vuonna 2013. Yleisimmät toimialat ovat G Tukku- ja vähittäiskauppa; moottoriajoneuvojen ja moottoripyörien korjaus, C Teollisuus, M Ammatillinen, tieteellinen ja tekninen toiminta, J Informaatio ja viestintä ja F Rakentaminen.

Taulukoissa 3 ja 4 on kuvattu sekä tuottavuuden että saavutettavuuden muutosta vuosien 2013 ja 2019 välillä eri persenttileille työntekijöille ja toimipaikoille. Toimipaikkatason analyysissä tuottavuutta mitataan keskimääräisenä jalostusarvona työntekijää kohden ja työntekijätason analyysissä palkkana, kuten aikaisemmissa vastaavissa tutkimuksissa on tehty.

Muutos saavutettavuudessa on suurempaa muuttaville toimipaikoille ja yksilöille, joiden sijainti muuttuu joko toimipaikan muuton (*firm relocate*) tai toimipaikan muuton tai vaihdon takia (*movers*). Toimipaikan sijaintimuutoksen seurauksena saavutettavuusmuutokset ovat kuitenkin pienempiä verrattuna kaikkiin muuttajiin. Eniten toimipaikan sijaintimuutoksen seurauksena saavutettavuuttaan parantaneella viidellä prosentilla saavutettavuus kasvoi vähintään 36 prosenttia ja eniten heikenneellä viidellä prosentilla saavutettavuus heikkeni 27 prosenttia. Kun tarkastellaan kaikkia muuttajia, eniten muuton seurauksena saavutettavuuttaan parantaneella viidellä prosentilla saavutettavuus kasvoi 51 prosenttia ja eniten heikenneellä viidellä prosentilla saavutettavuus heikkeni vastaavasti 51 prosenttia. Helsingin seudulla 38 prosenttia toimipaikoista muuttaa sijaintiaan 250x250m ruututasolla tutkimuksen aikavälillä. Nk. jääjille löytyy vain pientä muutosta saavutettavuudessa, vaikka ajanjaksoon liittyy isoja liikennehankkeita.

Taulukko 1 Tarkastelualueella (Helsingin seudun 15 kunnassa) työskentelevät

	2013		2019	
	Keskiarvo	Keskihajonta	Keskiarvo	Keskihajonta
Log(saavutettavuus)	11,77	0,47	11,81	0,47
Palkkatulot	44 059,34	36 976,94	51 525,44	45 000,36
Log(palkka)	10,45	0,80	10,65	0,72
Nainen	0,48	0,50	0,48	0,50
Ikä	39,60	10,54	45,60	10,54
Peruskoulu	0,11	0,32	0,09	0,28
Toisen asteen koulutus	0,35	0,48	0,32	0,46
Kolmannen asteen koulutus	0,51	0,50	0,57	0,50
Tohtori	0,02	0,15	0,03	0,16
Yksineläjä	0,42	0,49	0,34	0,47
Kotitalouden koko	2,63	1,11	2,55	1,10
Julkisesti omistettu	0,29	0,45	0,30	0,46
Pieni toimipaikka (<10)	0,24	0,42	0,22	0,41
A Maatalous, metsätalous ja kalatalous	0,00	0,04	0,00	0,04
B Kaivostoiminta ja louhinta	0,00	0,02	0,00	0,02
C Teollisuus	0,09	0,29	0,09	0,29
D Sähkö-, kaas- ja lämpöhuolto, jäähdytysliiketoiminta	0,01	0,08	0,01	0,09
E Vesihuolto, viemäri- ja jätevesihuolto, jätehuolto ja muu ympäristön puhtaanapito	0,00	0,05	0,00	0,06
F Rakentaminen	0,06	0,24	0,07	0,25
G Tukku- ja vähittäiskauppa; moottoriajoneuvojen ja moottoripyörien korjaus	0,16	0,37	0,14	0,34
H Kuljetus ja varastointi	0,07	0,25	0,07	0,25
I Majoitus- ja ravitsemistoiminta	0,04	0,19	0,03	0,17
J Informaatio ja viestintä	0,08	0,28	0,09	0,29
K Rahoitus- ja vakuutustoiminta	0,04	0,20	0,05	0,21
L Kiinteistöalan toiminta	0,01	0,11	0,01	0,12
M Ammatillinen, tieteellinen ja tekninen toiminta	0,09	0,29	0,10	0,30
N Hallinto- ja tukipalvelutoiminta	0,04	0,20	0,04	0,20
O Julkinen hallinto ja maanpuolustus; pakollinen sosiaalivakuutus	0,06	0,25	0,07	0,26
P Koulutus	0,08	0,27	0,08	0,27
Q Terveys- ja sosiaalipalvelut	0,10	0,29	0,10	0,30
R Taiteet, viihde ja virkistys	0,02	0,16	0,02	0,15
S Muu palvelutoiminta	0,03	0,17	0,03	0,17
T Kotitalouksien toiminta työnantajina; kotitalouksien eriyttämätön toiminta tavaroiden ja palvelujen tuottamiseksi omaan käyttöön	0,00	0,00	0,00	0,00
U Kansainvälisten organisaatioiden ja toimielinten toiminta	0,00	0,02	0,00	0,01
Havaintojen lkm	408 852		408 852	

Taulukossa esitetään kuvailevia taustamuuttujia henkilöille, jotka olivat töissä tarkastelualueella vuosina 2013 ja 2019. Palkat on deflatoitu vuoden 2015 tasolle.

Taulukko 2 Tarkastelualueen (Helsingin seudun 15 kuntaa) toimipaikat

	2013		2019	
	Keskiarvo	Keskihajonta	Keskiarvo	Keskihajonta
Log(saavutettavuus)	11,58	0,57	11,61	0,57
Liikevaihto	2 951 220	26 195 830	3 343 295	30 325 687
Jalostusarvo per työntekijä	69 177	189 519	81 626	348 000
Log (jalostusarvo per työntekijä)	10,81	0,75	10,96	0,72
Henkilöstömäärä	9,44	42,29	10,26	48,11
Naisten osuus	0,40	0,41	0,40	0,41
Peruskoulun käyneiden osuus	0,19	0,31	0,17	0,29
Toisen asteen koulutuksen osuus (yleinen)	0,12	0,24	0,10	0,23
Toisen asteen koulutuksen osuus (ei-tekninen)	0,17	0,30	0,20	0,32
Toisen asteen koulutuksen osuus (tekninen)	0,15	0,29	0,15	0,28
Alimman kolmannen asteen koulutuksen osuus (ei-tekninen)	0,09	0,22	0,08	0,22
Alimman kolmannen asteen koulutuksen osuus (tekninen)	0,02	0,11	0,02	0,11
Alemman kolmannen asteen koulutuksen osuus (ei-tekninen)	0,08	0,20	0,09	0,21
Alemman kolmannen asteen koulutuksen osuus (tekninen)	0,04	0,14	0,04	0,15
Ylemmän kolmannen asteen koulutuksen osuus (ei-tekninen)	0,10	0,26	0,10	0,26
Ylemmän kolmannen asteen koulutuksen osuus (tekninen)	0,04	0,15	0,04	0,16
16–24-vuotiaiden osuus	0,09	0,18	0,06	0,14
25–34-vuotiaiden osuus	0,21	0,29	0,15	0,23
35–44-vuotiaiden osuus	0,26	0,34	0,23	0,32
45–54-vuotiaiden osuus	0,31	0,37	0,29	0,36
55–70-vuotiaiden osuus	0,14	0,26	0,28	0,37
Keskimääräinen ikä	41,59	8,61	45,57	9,32
Yrityskohtainen työkokemus (kk)	74,98	62,05	78,07	84,93
Keskimääräiset koulutusvuodet	12,94	2,48	13,13	2,50
Julkinen omistaja	0,01	0,10	0,01	0,10
A Maatalous, metsätalous ja kalatalous	0,01	0,07	0,01	0,08
B Kaivostoiminta ja louhinta	0,00	0,02	0,00	0,02
C Teollisuus	0,05	0,22	0,05	0,22
D Sähkö-, kaasu- ja lämpöhuolto, jäähdytysliiketoiminta	0,00	0,04	0,00	0,04
E Vesihuolto, viemäri- ja jätevesihuolto, jätehuolto ja muu ympäristön puhtaanapito	0,00	0,04	0,00	0,05
F Rakentaminen	0,13	0,34	0,13	0,34
G Tukku- ja vähittäiskauppa; moottoriajoneuvojen ja moottoripyörien korjaus	0,20	0,40	0,20	0,40
H Kuljetus ja varastointi	0,08	0,27	0,08	0,27
I Majoitus- ja ravitsemistoiminta	0,05	0,22	0,05	0,22
J Informaatio ja viestintä	0,06	0,24	0,06	0,24
K Rahoitus- ja vakuutustoiminta	0,01	0,10	0,01	0,10
L Kiinteistöalan toiminta	0,02	0,14	0,02	0,13
M Ammatillinen, tieteellinen ja tekninen toiminta	0,15	0,36	0,15	0,36
N Hallinto- ja tukipalvelutoiminta	0,05	0,22	0,05	0,22
P Koulutus	0,01	0,12	0,01	0,12
Q Terveys- ja sosiaalipalvelut	0,07	0,25	0,07	0,25
R Taiteet, viihde ja virkistys	0,02	0,15	0,02	0,15
S Muu palvelutoiminta	0,07	0,26	0,07	0,26
Havaintojen lkm	28 262		28 262	

Taulukossa esitetään kuvaavia taustamuuttujia toimipaikoille, jotka sijaittivat tarkastelualueella vuosina 2013 ja 2019 ja joille löytyi tietoa jalostusarvosta Alueellisen yritys toimintatilaston aineistosta.

Taulukko 3 Muutos saavutettavuudessa ja palkoissa vuosien 2013 ja 2019 välillä

	p5	p10	p25	p50	p75	p90	p95
Paneeli A. Kaikki työntekijät							
Muutos log saavutettavuudessa	-0,50	-0,26	-0,02	0,03	0,11	0,35	0,57
Muutos log saavutettavuudessa (2012 työpaikkamäärät)	-0,53	-0,30	-0,05	-0,00	0,07	0,31	0,53
Muutos log palkoissa	-0,68	-0,29	-0,02	0,10	0,34	0,89	1,43
Havaintojen lkm	408 852						
Paneeli B. Jääjät							
Muutos log saavutettavuudessa	-0,01	-0,00	0,02	0,03	0,05	0,07	0,09
Muutos log saavutettavuudessa (2012 työpaikkamäärät)	-0,03	-0,02	-0,01	-0,00	0,01	0,03	0,04
Muutos log palkoissa	-0,49	-0,19	-0,01	0,07	0,22	0,50	0,89
Havaintojen lkm	136 707						
Paneeli C. Muuttajat							
Muutos log saavutettavuudessa	-0,66	-0,40	-0,12	0,04	0,20	0,47	0,72
Muutos log saavutettavuudessa (2012 työpaikkamäärät)	-0,71	-0,44	-0,15	0,00	0,16	0,43	0,69
Muutos log palkoissa	-0,77	-0,34	-0,03	0,13	0,42	1,08	1,61
Havaintojen lkm	272 145						
Paneeli D. Toimipaikan muutto							
Muutos log saavutettavuudessa	-0,27	-0,17	-0,01	0,04	0,13	0,23	0,36
Muutos log saavutettavuudessa (2012 työpaikkamäärät)	-0,31	-0,21	-0,04	0,01	0,08	0,21	0,32
Muutos log palkoissa	-0,49	-0,19	-0,01	0,09	0,26	0,58	0,97
Havaintojen lkm	53 193						

Taulukossa esitetään palkan ja saavutettavuuden muutokset vuosien 2013 ja 2019 välillä valikoiduille persenttileille. Arvot on laskettu niille työntekijöille, jotka olivat töissä tarkastelualueella sekä vuonna 2013 että vuonna 2019.

Taulukko 4 Muutos saavutettavuudessa ja jalostusarvossa vuosien 2013 ja 2019 välillä

	p5	p10	p25	p50	p75	p90	p95
Paneeli A. Kaikki toimipaikat							
Muutos log saavutettavuudessa	-0,23	-0,09	0,00	0,03	0,07	0,14	0,27
Muutos log saavutettavuudessa (2012 työpaikkamäärät)	-0,26	-0,11	-0,02	-0,00	0,03	0,10	0,23
Muutos log jalostusarvo per työntekijässä	-0,92	-0,58	-0,16	0,14	0,47	0,87	1,25
Havaintojen lkm	28 262						
Paneeli B. Jääjät							
Muutos log saavutettavuudessa	-0,02	-0,00	0,02	0,03	0,06	0,08	0,10
Muutos log saavutettavuudessa (2012 työpaikkamäärät)	-0,04	-0,03	-0,01	0,00	0,02	0,04	0,05
Muutos log jalostusarvo per työntekijässä	-0,89	-0,58	-0,17	0,13	0,44	0,83	1,17
Havaintojen lkm	17 436						
Paneeli C. Muuttajat							
Muutos log saavutettavuudessa	-0,51	-0,31	-0,09	0,03	0,13	0,33	0,51
Muutos log saavutettavuudessa (2012 työpaikkamäärät)	-0,55	-0,34	-0,12	-0,00	0,10	0,30	0,48
Muutos log jalostusarvo per työntekijässä	-0,96	-0,58	-0,16	0,16	0,50	0,96	1,37
Havaintojen lkm	10 826						

Taulukossa esitetään keskimääräisen työntekijäkohtaisen jalostusarvon ja saavutettavuuden muutokset vuosien 2013 ja 2019 välillä valikoiduille persentileille. Arvot on laskettu niille toimipaikoille, jotka sijaittivat tarkastelualueella vuosina 2013 ja 2019 ja joille löytyi tietoa jalostusarvosta Alueellisen yritystoimintatilaston aineistosta.

4 Tulokset

4.1 Yksilötason analyysi

Taulukossa 5 esitämme tulokset saavutettavuuden vaikutuksesta työntekijöiden tuottavuuteen, jota mitataan palkalla. Tarkastelemme kaikkia, jotka olivat tarkastelualueella töissä vuosina 2013 ja 2019. Sarakkeessa 1 näkyvä palkkojen ja saavutettavuuden välinen korrelaatio on 0,158 ja tilastollisesti merkitsevä. Yhteys kuitenkin pienenee huomattavasti, kun sarakkeessa 2 palkkaa kontrolloidaan havaittavilla ominaisuuksilla, kuten iällä ja koulutustasolla. Kun vielä lisätään työntekijätason kiinteät vaikutukset (sarake 3), suhde pienenee entisestään, mutta jää tilastollisesti merkitseväksi.

Saavutettavuuden vaikutusta on tarkasteltu lisäksi erikseen niille, joiden toimipaikka muuttaa sijaintiaan. Toimipaikan sijainnin muutoksen voidaan ajatella olevan ulkoapäin tuleva saavutettavuussokki työntekijöille. Sarakkeessa 4 on esitetty tulokset työntekijöille, joiden saavutettavuus muuttuu, koska toimipaikka muuttaa sijaintiaan. Tällöin joustoksi saadaan 0,043. Tämä arvo vastaa Knudsen ym. (2022) saamaa joustoa ja on lähellä myös muita kasautumistutkimuksista saatuja estimaatteja. Jousto on hieman suurempi, mutta ei kuitenkaan eroa niistä tilastollisesti merkitsevästi. Tuloksen perusteella, jos tiheys kaksinkertaistuu, työntekijän tuottavuus palkassa mi-

tattuna kasvaa 3,0 prosenttia.⁶ Sarakkeissa (5) ja (6) on käytetty instrumenttimuuttujaa saavutettavuudelle, jolloin muutokset saavutettavuudessa johtuvat ainoastaan liikennehankkeista. Tulokset pysyvät samansuuruisina eivätkä eroa tilastollisesti sarakkeiden (3) ja (4) tuloksista.

Olemme tehneet vastaavat tarkastelut myös niille, joiden sijainti ei muutu, nk. jääjät (*stayers*), ja niille, joiden sijainti muuttuu (*movers*) myös muista syistä kuin toimipaikan muuton takia (kuten uuteen työpaikkaan siirtyminen). Tulokset eroavat tässä analyysissä saaduista, mutta niiden tulkinta on haastavampaa suurempien valikoitumisongelmien takia. Nämä tulokset löytyvät liite A:n taulukosta A1.

4.1.1 Toimipaikan koko

Toimipaikka voi muuttaa sijaintiaan kutistumisen tai kasvun takia, jolloin saavutettavuuden vaikutus tuottavuuteen voi olla harhainen. Taulukossa 6 on tarkasteltu tätä valikoitumista tarkemmin kontrolloimalla palkan muutosta myös toimipaikan koon muutoksella. Kontrolloimme henkilömäärää muuttujalla, joka kertoo henkilöstömäärän suuruusluokan (kategorioita 1–4 henkeä, 5–9 henkeä, 10–19 henkeä, 20–49 henkeä jne.). Saatu estimaatti on hieman edellistä pienempi, mutta ei kuitenkaan eroa tilastollisesti edellä saadusta estimaatista (sarakeet (1) ja (4)). Toimipaikan muutto joko kutistumisen tai kasvun takia ei siis näytä ajavan tuottavuuden muutosta.

Taulukko 5 Saavutettavuuden vaikutus palkkoihin

	(1) OLS, kaikki	(2) OLS, kaikki	(3) FE, kaikki	(4) FE, toimi- paikan muutto	(5) FE, IV, kaikki	(6) FE, IV, toimi- paikan muutto
Log(saavutettavuus)	0,158 *** (0,020)	0,099 *** (0,013)	0,066 *** (0,007)	0,043 *** (0,014)	0,066 *** (0,007)	0,045 *** (0,014)
Työntekijätason kiinteät vaikutukset	Ei	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Kontrollit	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Havaintojen lkm	817 704	817 704	817 704	106 386	817 704	106 386

Taulukossa tehdään yhtälön (4) mukaiset estimoinnit kaikille työntekijöille ja niille, joiden sijainti muuttuu toimipaikan muuton takia. Analyysissä tarkastellaan niitä, jotka olivat töissä tarkastelualueella vuosina 2013 ja 2019. Estimoinneissa on huomioitu seuraavat työntekijäkohtaiset taustatekijät: koulutustaso (neljä kategoriala), sukupuoli, koulutusala (yksinumeroitason), kotitalouden koko (1, 2, 3, 4+), ikä ja ikä toiseen, toimiala sekä ln(toimipaikan etäisyys centroidiin). Lisäksi on lisätty vuositaso kiinteät vaikutukset. Keskivirheet on klusteroitu vuosien 2013 ja 2019 aluetasolla (250 eure-tasolla). FE regressioissa on lisätty työntekijätason kiinteät vaikutukset. * p < 0,10, ** p < 0,05, *** p < 0,01.

Sarakkeissa 2 ja 3 (5 ja 6) sijaintiaan muuttavat toimipaikat on jaettu kahteen ryhmään koon suhteen; pieniin (alle 10 hlöä) ja suuriin (10 tai enemmän hlöä) vuoden 2013 henkilömäärän mukaan. Tulosten mukaan työntekijät, jotka työskentelevät pienissä toimipaikoissa hyötyvät paremmasta saavutettavuudesta, kun taas suurissa toimipaikoissa työskenteleville ei löydy tilastollisesti merkitsevää vaikutusta. Alle 10 henkilön toimipaikoissa työskenteleville tuottavuuden joustoksi kasautumisen suhteen saadaan 0,065 ja suuremmille toimipaikoille palkkojen joustoksi saavutettavuuden suhteen saadaan epätarkka 0,010. Tulokset ovat linjassa Knudsen ym. (2022) tulosten kanssa; pienet toimipaikat hyötyvät saavutettavuudesta enemmän, eikä suurille toimipaikoille löydy tilastollisesti merkitsevää vaikutusta.

4.1.2 Onko kodin saavutettavuudella merkitystä?

Taulukossa 7 olemme kontrolloineet palkkaa myös kodin ja työpaikkojen välisellä saavutettavuudella ja kodin etäisyydellä liikennealueen syöttöpisteestä. Saavutettavuus työpaikalta ja kotoa ovat keskenään hyvin korreloituneita, joten sarakkeiden (1) ja (2) OLS-regressioita on vaikea tulkita. Sen sijaan, sarakkeiden (3) ja (4) tulokset, joissa on käytetty hyödyksi ajallista muutosta kodin ja työpaikan saavutettavuudessa, tuottavat robustimpia tuloksia. Kiinteiden vaikutusten estimaatti työpaikan saavutettavuuden vaikutukselle palkkojen suhteen on hyvin samansuuruinen (0,064 vs. 0,066) kuin

aikaisemmin. Huomioitavaa on, että tässä tarkastelemme kaikkia työntekijöitä, emmekä vain niitä, joiden työpaikka on muuttanut sijaintiaan, joten estimaatti on todennäköisesti harhainen ylöspäin. Kodin saavutettavuuden vaikutus on pienempi (0,027), mutta tilastollisesti merkitsevä. Kodin saavutettavuuden jousto on siis merkittävästi pienempi tarkoittaen, ettei työntekijöiden kodin työpaikkasaavutettavuudella ole yhtä suurta merkitystä palkkaan kuin työpaikan saavutettavuudella muihin työpaikkoihin. Kodin ja työpaikkojen välisen saavutettavuuden tulkintaa hankaloittaa myös mahdollinen käänteinen syy-seuraussuhde. Palkankorotuksen saanut työntekijä voi todennäköisesti muuttaa arvokkaampaan asuntoon keskeisemmälle sijainnille, joka näyttäytyy kodin ja työpaikkojen välisen saavutettavuuden kasvuna ja siten positiivisena joustona.

4.2 Toimipaikkatason analyysi

Kasautumisen vaikutus toimipaikkojen tuottamaan arvonsisällään on tärkeä arvioida siten, että toimipaikan havaitsematon tuottavuus ei aiheuta harhaa tuotannon tekijöiden ja kasautumisen joustoestimaatteihin. Parhaiten tähän tarkoitukseen soveltuu ns. kontrollifunktio menetelmä (esim. Akerberg ym., 2015), kuten Graham ja Gibbons (2019) kasautumisvaikutusten estimointia käsittelevässä tutkimuksessaan toteavat. Kontrollifunktio menetelmä perustuu yrityksen tuotantoa koskevien

Taulukko 6 Toimipaikan muutto ja toimipaikan koko

	(1) FE, toimi- paikan muutto	(2) FE, toimi- paikan muutto, pienet	(3) FE, toimi- paikan muutto, suuret	(4) FE, IV, toimi- paikan muutto	(5) FE, IV, toi- mipaikan muutto, pienet	(6) FE, IV, toi- mipaikan muutto, suuret
Log(saavutettavuus)	0,034 ** (0,014)	0,065 *** (0,024)	0,010 (0,017)	0,035 ** (0,014)	0,063 *** (0,024)	0,013 (0,017)
Työntekijätason kiinteät vaikutukset	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Kontrollit	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Havaintojen lkm	91 184	20 840	70 344	91 184	20 840	70 344

Taulukossa tehdään yhtälön (4) mukaiset estimoinnit kaikille työntekijöille ja niille, joiden sijainti muuttuu toimipaikan muuton takia. Analyysissä tarkastellaan niitä, jotka olivat töissä tarkastelualueella vuosina 2013 ja 2019. Estimoinneissa on huomioitu seuraavat työntekijäkohtaiset taustatekijät: koulutustaso (neljä kategoriaa), sukupuoli, koulutusala (yksinumeroitason), kotitalouden koko (1, 2, 3, 4+), ikä ja ikä toiseen, toimiala sekä ln(toimipaikan etäisyys centroidiin). Lisäksi on lisätty vuositaso kiinteät vaikutukset. Keskivirheet on klusteroitu vuosien 2013 ja 2019 aluetasolla (250 eure-tasolla). FE regressioissa on lisätty työntekijätason kiinteät vaikutukset. * p < 0,10, ** p < 0,05, *** p < 0,01.

Taulukko 7 Työpaikan ja kodin saavutettavuuksien merkitys

	(1) OLS, kaikki	(2) OLS, kaikki	(3) FE, kaikki	(4) FE, toimi- paikan muutto
Log(saavutettavuus työpaikalta)	0,213 *** (0,023)	0,111 *** (0,015)	0,064 *** (0,007)	0,064 *** (0,007)
Log(saavutettavuus kotoa)	-0,085 *** (0,008)	-0,016 *** (0,006)	0,027 *** (0,005)	0,029 *** (0,005)
Työntekijätason kiinteät vaikutukset	Ei	Ei	Kyllä	Kyllä
Kontrollit	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Havaintojen lkm	735 782	735 782	735 782	735 782

Taulukossa tehdään yhtälön (4) mukaiset estimoinnit kaikille työntekijöille ja lisätään kodin saavutettavuus kontrollimuuttujaksi. Analyysissä tarkastellaan niitä, jotka ovat töissä tarkastelualueella vuosina 2013 ja 2019. Estimoinneissa on huomioitu seuraavat työntekijäkohtaiset taustatekijät: koulutustaso (neljä kategoriala), sukupuoli, koulutusala (yksinumerotason), kotitalouden koko (1, 2, 3, 4+), ikä ja ikä toiseen, toimiala sekä ln(toimipaikan etäisyys centroidiin) ja ln(kodin etäisyys centroidiin). Lisäksi on lisätty vuositaso kiinteät vaikutukset. Keskiarvot on klusteroitu vuosien 2013 ja 2019 työpaikkojen aluetasolla (250 euref-tasolla). FE regressioissa on lisätty työntekijätason kiinteät vaikutukset. * p < 0,10, ** p < 0,05, *** p < 0,01.

päätösten ja toimipaikan toimintaympäristöä koskevien oletusten tekemiseen ja niiden avulla havaitsemattoman tuottavuuden vaikutuksen kontrolloimiseen. Tulokset näistä estimoinneista ovat kuitenkin hyvin harhaisia sekä hankalasti tulkittavia. Tulokset ja keskustelua estimaattien harhaisuuden syystä on esitelty tarkemmin liitteessä B. Tulosten haasteiden takia estimoinimme toimipaikkatason vaikutukset yksilötason mallia vastaavalla tavalla.

Taulukossa 8 esitetään tulokset koskien saavutettavuuden vaikutusta toimipaikkojen tuottavuuteen, jota mitataan

jalostusarvolla työntekijää kohden. Sarakkeessa (1) on esitetty saavutettavuuden ja jalostusarvon välinen korrelaatio, joka on noin 0,042 ja tilastollisesti merkitsevä. Sarakkeessa (2) on tuottavuutta selittämään lisätty toimipaikkatason havaittavia ominaisuuksia (kuten mm. henkilöstön koulutus- ja ikärakenne)⁷, jolloin huomataan, että saavutettavuuden ja tuottavuuden välinen korrelaatio pienenee. Tämä näyttää, että myös Helsingin seudulla tuottavat toimipaikat valikoituvat hyvien yhteyksien äärelle. Sarakkeissa (3) ja (4) tuottavuutta selittämään on lisätty toimipaikkatason kiinteät vaikutukset, joilla huomioidaan toimipaikan ajassa muuttumattomat havaitse-

Taulukko 8 Saavutettavuuden vaikutus toimipaikkojen jalostusarvoon

	(1) OLS	(2) OLS	(3) FE	(4) FE, IV
Log(saavutettavuus)	0,042 *** (0,010)	0,031 *** (0,008)	0,026 (0,023)	0,022 (0,023)
Toimipaikkatason kiinteät vaikutukset	Ei	Ei	Kyllä	Kyllä
Kontrollit	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Havaintojen lkm	56 524	56 040	56 524	56 524

Taulukossa tehdään yhtälön (4) mukaiset estimoinnit toimipaikkatasolla. Analyysissä tarkastellaan toimipaikkoja, jotka sijaitsevat tarkastelualueella vuosina 2013 ja 2019. Estimoinneissa on huomioitu seuraavat toimipaikkakohtaiset taustatekijät: naisten osuus, eri koulutustaustojen osuus (10 kategoriala), eri ikäryhmien osuudet (5 kategoriala), henkilöstön keski-ikä, yrityskohtainen kokemus, koulutustaso (vuosissa), toimipaikan toimiala (vain OLSissa) sekä ln(etäisyys centroidiin). Lisäksi on lisätty vuositaso kiinteät vaikutukset. Keskiarvot on klusteroitu vuosien 2013 ja 2019 aluetasolla (250 euref-tasolla). FE regressioissa on lisätty toimipaikkatason kiinteät vaikutukset. * p < 0,10, ** p < 0,05, *** p < 0,01.

mattomat tekijät, jotka vaikuttavat yrityksen tuottavuuteen. Tuottavuuden ja saavutettavuuden suhde pienenee entisestään, kun otetaan huomioon toimipaikkakohtaiset havaitsemattomat erot tuottavuudessa. Tuottavuuden ja saavutettavuuden välinen suhde ei ole enää tilastollisesti merkitsevää, eli se ei eroa nolasta.

Viimeisessä sarakkeessa (4) käytämme instrumenttimuuttujaa, jolloin muutokset saavutettavuudessa johtuvat ainoastaan liikennehankkeista. Tulokset pysyvät hyvin samansuuruisina. Tulokset ovat vastaavia, kun tarkastelut tehdään toimipaikoille, joiden sijainti ei muutu, nk. jääjät (*stayers*), ja toimipaikoille, joiden sijainti muuttuu (*movers*). Nämä tulokset löytyvät liite A:n taulukosta A2.

4.2.1 Yksitoimipaikkaiset toimipaikat

Toimipaikkatason aineistosta osa tiedoista on imputoitu Tilastokeskuksen toimesta, emmekä pysty tunnistamaan toimipaikkoja, joille tiedot ovat imputoitu. Aidot tiedot muun muassa jalostusarvosta löytyvät ainoastaan yksitoimipaikkaisille yrityksille. Tästä syystä rajaamme seuraavan analyysin yksitoimipaikkaisiin yrityksiin, joiden tietoja ei ole imputoitu, ja käytämme hyödyksi yritysten tilinpäätösaineistoa. Tämä vähentää toimipaikkojen määrän noin 14 000 edelliseen 28 000 verrattuna. Taulukossa 9 on esitetty tulokset, joissa tarkastellaan saavutetta-

vuuden ja tuottavuuden suhdetta yksitoimipaikkaisille yrityksille. Tässäkään tarkastelussa ei löydy tilastollisesti merkitsevää yhteyttä.

4.2.2 Muutokset kuluissa

Yksi mahdollinen syy sille, miksi jalostusarvossa ei näy muutosta, voivat olla kohonneet kustannukset. Kun toimipaikka muuttaa alueelle, jolla on parempi saavutettavuus tai alueen saavutettavuus kasvaa, voivat liiketoiminnan muut kulut kuten vuokra nousta samalla. Siksi tarkastelemme, miten saavutettavuuden muutos on yhteydessä keskimääräisiin liiketoiminnan muihin kuluihin työntekijää kohden. Liiketoiminnan muita kuluja⁸ ovat kaikki kulut, joita ei ole erikseen mainittu tilinpäätöksessä, kuten vuokrat, leasingmaksut ja mainos- ja markkinointikulut. Erityisesti palkat ja palkkiot eivät kuulu tähän kuluerään. Taulukosta 10 nähdään, että paremman saavutettavuuden alueilla liiketoiminnan muut kulut ovat korkeammat kuin heikomman saavutettavuuden alueilla. Kun otetaan huomioon toimipaikan havaittavat ominaisuudet, positiivinen ja merkittävä korrelaatio säilyy. Myös silloin, kun lisätään toimipaikkatason kiinteät vaikutukset, yhteys saavutettavuudella ja liiketoiminnan muilla kuluilla säilyy positiivisena ja tilastollisesti merkitsevä. Kohonneet kustannukset voivat olla yksi mahdollinen selitys sille, miksi yrityksen jalostusarvossa ei nähdä vaikutusta.

Taulukko 9 Saavutettavuuden vaikutus yksitoimipaikkaisten yritysten tuottavuuteen

	(1) OLS	(2) OLS	(3) FE	(4) FE, IV
Log(saavutettavuus)	0,015 (0,011)	-0,011 (0,012)	0,007 (0,040)	0,004 (0,040)
Toimipaikkatason kiinteät vaikutukset	Ei	Ei	Kyllä	Kyllä
Kontrollit	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Havaintojen lkm	28 708	28 556	28 708	28 708

Taulukossa tehdään yhtälön (4) mukaiset estimoinnit toimipaikkatasolla. Analyysissa tarkastellaan yksitoimipaikkaisia yrityksiä, jotka sijaitsevat tarkastelualueella vuosina 2013 ja 2019 ja joille löytyy tietoa jalostusarvosta tilinpäätösaineistosta. Estimoinneissa on huomioitu seuraavat toimipaikkakohtaiset taustatekijät: naisten osuus, eri koulutustaustojen osuus (10 kategorialla), eri ikäryhmien osuudet (5 kategorialla), henkilöstön keski-ikä, yrityskohtainen kokemus, koulutustaso (vuosissa), toimipaikan toimiala (vain OLSissa) sekä ln(etäisyys centroidiin). Lisäksi on lisätty vuositaso kiinteät vaikutukset. Keskivirheet on klusteroitu vuosien 2013 ja 2019 aluetasolla (250 euf-tasolla). FE regressioissa on lisätty toimipaikkatason kiinteät vaikutukset. * p < 0,10, ** p < 0,05, *** p < 0,01.

Taulukko 10 Muutokset toimipaikkojen liiketoiminnan muissa kuluissa

	(1) OLS	(2) OLS	(3) FE	(4) FE, IV
Log(saavutettavuus)	0,124 *** (0,014)	0,074 *** (0,011)	0,050 ** (0,026)	0,049 * (0,026)
Toimipaikkatason kiinteät vaikutukset	Ei	Ei	Kyllä	Kyllä
Kontrollit	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Havaintojen lkm	56 008	55 526	56 008	56 008

Taulukossa tehdään yhtälön (4) mukaiset estimoinnit toimipaikkatasolla. Analyysissä tarkastellaan toimipaikkoja, jotka sijaitsevat tarkastelalueella vuosina 2013 ja 2019 ja joille löytyy tietoa jalostusarvosta ja liiketoiminnan muista kuluista Alueellisen yritystoimintatilaston aineistosta. Estimoinneissa on huomioitu seuraavat toimipaikkakohtaiset taustatekijät: naisten osuus, eri koulutustasojen osuus (10 kategorialla), eri ikäryhmien osuudet (5 kategorialla), henkilöstön keski-ikä, yrityskehitys kokemus, koulutustaso (vuosissa), toimipaikan toimiala (vain OLSissa) sekä ln(etäisyys centroidiin). Lisäksi on lisätty vuositaso kiinteät vaikutukset. Keskiarvot on klusteroitu vuosien 2013 ja 2019 aluetasolla (250 euf-tasolla). FE regressioissa on lisätty toimipaikkatason kiinteät vaikutukset. * p < 0,10, ** p < 0,05, *** p < 0,01.

5 Heterogeenisuus- ja herkkyystarkastelut

5.1 Kasautumisesta eniten hyötyvät toimialat

Lopuksi katsomme, miten vaikutukset eroavat eri toimialojen välillä. Aikaisimmissa spesifikaatioissa olemme lisänneet toimialatason kiinteät vaikutukset, jolloin keskimääräinen tuottavuus tai palkkataso on voinut vaihdella

toimialojen kesken. Nyt tarkastelomme kolmea tietointensiivistä (*knowledge intensive*) toimialaa: J Informaatio ja viestintä, K Rahoitus- ja vakuutus toiminta ja M Ammatillinen, tieteellinen ja tekninen toiminta. Kirjallisuuden pohjalta tietointensiivisille aloille tulisi löytyä suurimpia kasautumisvaikutuksia (ks. esim. Melo ym., 2009). Taulukossa 11 esitämme tulokset työntekijätason analyysille. Nyt saavutettavuuden vaikutus tuottavuuteen on pienempi, mutta ei tilastollisesti eroa edellä saadusta estimaatista. Saatu jousto ei ole enää tilastollisesti merkitsevä, mikä voi johtua osaksi pienemmästä havaintomäärästä.

Taulukko 11 Kasautumisesta eniten hyötyvät toimialat

	(1) OLS, kaikki	(2) OLS, kaikki	(3) FE, kaikki	(4) FE, toimi- paikan muutto	(5) FE, IV, kaikki	(6) FE, IV, toimi- paikan muutto
Log(saavutettavuus)	0,271 *** (0,035)	0,256 *** (0,027)	0,125 *** (0,018)	0,037 (0,029)	0,124 *** (0,018)	0,033 (0,029)
Työntekijätason kiinteät vaikutukset	Ei	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Kontrollit	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Havaintojen lkm	147 226	147 226	147 226	28 772	147 226	28 772

Taulukossa tehdään yhtälön (4) mukaiset estimoinnit kaikille työntekijöille ja niille, joiden sijainti muuttuu toimipaikan muuton takia. Analyysissä tarkastellaan niitä, jotka ovat töissä tarkastelualueella vuosina 2013 ja 2019 ja jotka työskentelevät toimialoilla J Informaatio ja viestintä, K Rahoitus- ja vakuutus toiminta tai M Ammatillinen, tieteellinen ja tekninen toiminta. Estimoinneissa on huomioitu seuraavat työntekijäkohtaiset taustatekijät: koulutustaso (neljä kategorialla), sukupuoli, koulutusala (yksinumeroitason), kotitalouden koko (1, 2, 3, 4+), ikä ja ikä toiseen, toimiala sekä ln(toimipaikan etäisyys centroidiin). Lisäksi on lisätty vuositaso kiinteät vaikutukset. Keskiarvot on klusteroitu vuosien 2013 ja 2019 aluetasolla (250 euf-tasolla). FE regressioissa on lisätty työntekijätason kiinteät vaikutukset. * p < 0,10, ** p < 0,05, *** p < 0,01.

Taulukko 12 Kasautumisesta eniten hyötyvät toimialat: toimipaikkatason analyysi

	(1) OLS	(2) OLS	(3) FE	(4) FE, IV
Log(saavutettavuus)	0,114 *** (0,023)	0,077 *** (0,019)	-0,032 (0,050)	-0,031 (0,049)
Toimipaikkatason kiinteät vaikutukset	Ei	Ei	Kyllä	Kyllä
Kontrollit	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Havaintojen lkm	12 400	12 400	12 400	12 400

Taulukossa tehdään yhtälön (4) mukaiset estimoinnit toimipaikkatason tasolla. Analyysissä tarkastellaan toimipaikkoja, jotka sijaitsevat tarkastelualueella vuosina 2013 ja 2019 ja jotka toimivat toimialoilla J Informaatio ja viestintä, K Rahoitus- ja vakuutus toiminta tai M Ammatillinen, tieteellinen ja tekninen toiminta. Estimoinneissa on huomioitu seuraavat toimipaikkakohtaiset taustatekijät: naisten osuus, eri koulutustaustojen osuus (10 kategorialla), eri ikäryhmien osuudet (5 kategorialla), henkilöstön keski-ikä, yritys kohtainen kokemus, koulutustaso (vuosissa), toimipaikan toimiala (vain OLS:ssä) sekä ln(etäisyys centroidiin). Lisäksi on lisätty vuositaso kiinteät vaikutukset. Keskivirheet on klusteroitu vuosien 2013 ja 2019 aluetasolla (250 euf-tasolla). FE regressioissa on lisätty toimipaikkatason kiinteät vaikutukset. * p < 0,10, ** p < 0,05, *** p < 0,01.

Taulukossa 12 teemme vastaavan tarkastelun toimipaikkatason tasolla. Näillekään toimialoille ei löydy tilastollisesti merkitseviä tuottavuusvaikutuksia. Huomioitavaa on kuitenkin se, että näiden kolmen toimialan toimipaikoilla saavutettavuuden ja tuottavuuden välinen korrelaatio on suurempi, eli valikoitumista on enemmän.

5.2 Toimipaikkatason analyysin työntekijöiden tarkastelu

Olemme edellä tarkastelleet kaikki tarkastelualueen työntekijöitä. Seuraavaksi tarkastelemme niitä, joiden toimipaikalle löytyy tietoa alueellisen yritystoimintatilaston aineistosta ja joita olemme edellä tarkastelleet. Teemme tämän nähdäksemme, löytyykö työntekijöille merkittäviä saavutettavuusvaikutuksia, vaikkei toimipaikkatason tasolla niitä löytynyt. Tämä käsittää pääosin yksityisen sektorin toimipaikkoja, muttei kaikkia niitä. Osa toimialoista ja mm. pienimmät toimipaikat ovat aliedustettuina julkisen sektorin puuttumisen lisäksi. Kirjallisuudessa on eroja siitä, mitkä toimialat on otettu mukaan tarkasteluun. Esimerkiksi Knudsen ym. (2022) rajaa analyysin ainoastaan yksityisellä sektorilla työskenteleviin, kun taas Börjesson ym. (2019) tarkastelee kaikkia alueella työskenteleviä.

Nyt työntekijöitä on yhteensä noin 243 000 (taulukko 13). Toimipaikoista tippuu pois mm. O Julkinen hallinto ja maanpuolustus; pakollinen sosiaalivakuutus. Tämän lisäksi toimialoista muun muassa Q Terveys- ja sosiaali-

palvelut ja P Koulutus työllistävät nyt merkittävästi pienemmän osuuden työntekijöistä kuin aikaisemmin (10 % vs. 3 %, ja 8 % vs. 1 %) vuonna 2013. Sama osuus (noin 25 %) niistä, joiden työpaikan henkilömäärä on tiedossa, työskentelee pienissä toimipaikoissa (alle 10 henkilöä) kuten aiemmin.

Taulukossa 14 on esitetty tulokset niille tarkastelualueen työntekijöille, joiden toimipaikoille löytyy tietoa jalostusarvosta Alueellisesta yritystoimintatilastosta. Sarakkeissa (4) ja (6) on esitetty tulokset työntekijöille, joiden saavutettavuus muuttuu, koska toimipaikka muuttaa sijaintiaan. Tulokset ovat hyvin linjassa edellisten tulosten kanssa; joustoksi saadaan 0,040 ja 0,042; jotka ovat hieman pienempiä kuin edelliset joustot 0,043 ja 0,045, mutta eivät kuitenkaan eroa niistä tilastollisesti. Yksi syy, miksi työntekijöille löytyy vaikutus mutta toimipaikoille ei, voivat olla kohonneet kustannukset, kuten edellisessä osiossa näytettiin.

5.2.1 Toimipaikan koko

Taulukossa 15 on tarkasteltu toimipaikan koon merkitystä. Kuten edellä mainittiin, toimipaikka voi muuttaa sijaintiaan kutistumisen tai kasvun takia, jolloin saavutettavuuden vaikutus tuottavuuteen voi olla harhainen. Taulukossa 15 on tarkasteltu tätä valikoitumista tarkemmin kontrolloimalla palkkaa toimipaikan koon muutoksella. Saatu estimaatti on hieman edellistä pienempi, mutta ei kuitenkaan eroa tilastollisesti edellä saadusta

estimaatista (sarakkeet (1) ja (4)). Toimipaikan muutto joko kutistumisen tai kasvun takia ei siis näytä ajavan tuottavuuden muutosta.

Sarakkeissa 2 ja 3 (5 ja 6) sijaintiaan muuttavat toimipaikat on jaettu kahteen ryhmään koon mukaan: pieniin (alle 10 hlöä) ja suuriin (10 tai enemmän hlöä) vuoden

Taulukko 13 Työntekijät, joiden toimipaikalle löytyy tietoa Alueellisen yritystoimintatilaston aineistosta

	2013		2019	
	Keskiarvo	Keskihajonta	Keskiarvo	Keskihajonta
Log(saavutettavuus)	11,76	0,47	11,80	0,47
Palkkatulot	45467,50	40322,11	53946,60	47844,35
Log(palkka)	10,48	0,80	10,68	0,72
Nainen	0,39	0,49	0,39	0,49
Ikä	38,82	10,48	44,82	10,48
Peruskoulu	0,14	0,35	0,12	0,32
Toisen asteen koulutus	0,40	0,49	0,36	0,48
Kolmannen asteen koulutus	0,45	0,50	0,51	0,50
Tohtori	0,01	0,09	0,01	0,09
Yksineläjä	0,44	0,50	0,36	0,48
Kotitalouden koko	2,64	1,11	2,56	1,11
Julkisesti omistettu	0,07	0,26	0,07	0,25
Toimipaikan koko	198,95	363,93	236,19	505,17
Pieni toimipaikka (<10)	0,24	0,43	0,23	0,42
A Maatalous, metsätalous ja kalatalous	0,00	0,04	0,00	0,04
B Kaivostoiminta ja louhinta	0,00	0,02	0,00	0,02
C Teollisuus	0,12	0,33	0,12	0,33
D Sähkö-, kaasun- ja lämpöhuolto, jäähdytysliiketoiminta	0,01	0,09	0,01	0,09
E Vesihuolto, viemäri- ja jätevesihuolto, jätehuolto ja muu ympäristön puhtaanapito	0,00	0,06	0,00	0,07
F Rakentaminen	0,09	0,29	0,09	0,29
G Tukku- ja vähittäiskauppa; moottoriajoneuvojen ja moottoripyörien korjaus	0,22	0,42	0,20	0,40
H Kuljetus ja varastointi	0,10	0,30	0,10	0,31
I Majoitus- ja ravitsemistoiminta	0,05	0,22	0,04	0,20
J Informaatio ja viestintä	0,11	0,31	0,12	0,33
K Rahoitus- ja vakuutustoiminta	0,06	0,24	0,07	0,25
L Kiinteistöalan toiminta	0,02	0,13	0,02	0,13
M Ammatillinen, tieteellinen ja tekninen toiminta	0,11	0,31	0,12	0,32
N Hallinto- ja tukipalvelustoiminta	0,05	0,21	0,05	0,21
P Koulutus	0,01	0,08	0,01	0,07
Q Terveys- ja sosiaalipalvelut	0,03	0,16	0,03	0,17
R Taiteet, viihde ja virkistys	0,01	0,10	0,01	0,10
S Muu palvelustoiminta	0,01	0,11	0,01	0,11
Havaintojen lkm	243 153		243 153	

Taulukossa esitetään kuvailevia taustamuuttujia henkilöille, jotka olivat töissä tarkastelualueella vuosina 2013 ja 2019 ja joiden toimipaikalle löytyy tietoa jalostusarvosta Alueellisen yritystoimintatilaston aineistosta.

2013 henkilömäärän mukaan. Tulosten mukaan työntekijät, jotka työskentelevät pienissä toimipaikoissa hyötyvät paremmasta saavutettavuudesta, kun taas suurissa toimipaikoissa työskenteleville ei löydy tilastollisesti merkitsevää vaikutusta. Alle 10 henkilön toimipaikois-

sa työskenteleville tuottavuuden joustoksi kasautumisen suhteen saadaan 0,053 ja suuremmille toimipaikoille palkkojen joustoksi saavutettavuuden suhteen epätarkka 0,003. Tulokset ovat hyvin linjassa edellisten tulosten kanssa.

Taulukko 14 Saavutettavuuden vaikutus palkkoihin työntekijöille, joiden toimipaikalle löytyy tietoa Alueellisen yritystoimintatilaston aineistosta

	(1) OLS, kaikki	(2) OLS, kaikki	(3) FE, kaikki	(4) FE, toimi- paikan muutto	(5) FE, IV, kaikki	(6) FE, IV, toimi- paikan muutto
Log(saavutettavuus)	0,168 *** (0,026)	0,103 *** (0,018)	0,083 *** (0,008)	0,040 *** (0,014)	0,083 *** (0,008)	0,042 *** (0,014)
Työntekijätason kiinteät vaikutukset	Ei	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Kontrollit	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Havaintojen lkm	486 306	486 306	486 306	85 180	486 306	85 180

Taulukossa tehdään yhtälön (4) mukaiset estimoinnit kaikille työntekijöille ja niille, joiden sijainti muuttuu toimipaikan muuton takia. Analyysissä tarkastellaan niitä, jotka ovat töissä tarkastelualueella vuosina 2013 ja 2019 ja joiden toimipaikalle löytyy tietoa jalostusarvosta Alueellisen yritystoimintatilaston aineistosta. Estimoinneissa on huomioitu seuraavat työntekijäkohtaiset taustatekijät: koulutustaso (neljä kategoriala), sukupuoli, koulutusala (yksinumerotason), kotitalouden koko (1, 2, 3, 4+), ikä ja ikä toiseen, toimiala sekä ln(toimipaikan etäisyys centroidiin). Lisäksi on lisätty vuositaso kiinteät vaikutukset. Keskivirheet on klusteroitu vuosien 2013 ja 2019 aluetasolla (250 euf-tasolla). FE regressioissa on lisätty työntekijätason kiinteät vaikutukset. * p < 0,10, ** p < 0,05, *** p < 0,01.

Taulukko 15 Toimipaikan muutto ja toimipaikan koko työntekijöille, joiden toimipaikalle löytyy tietoa Alueellisen yritystoimintatilaston aineistosta

	(1) FE, toimi- paikan muutto	(2) FE, toimi- paikan muutto, pienet	(3) FE, toimi- paikan muutto, suuret	(4) FE, IV, toimi- paikan muutto	(5) FE, IV, toi- mipaikan muutto, pienet	(6) FE, IV, toi- mipaikan muutto, suuret
Log(saavutettavuus)	0,030 ** (0,015)	0,053 * (0,029)	0,003 (0,018)	0,034 ** (0,015)	0,052 * (0,029)	0,009 (0,018)
Log(toimipaikan koko)	0,082 *** (0,015)	0,120 *** (0,036)	0,040 *** (0,008)	0,082 *** (0,015)	0,120 *** (0,036)	0,040 *** (0,008)
Työntekijätason kiinteät vaikutukset	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Kontrollit	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Havaintojen lkm	85 134	20 328	64 806	85 134	20 328	64 806

Taulukossa tehdään yhtälön (4) mukaiset estimoinnit työntekijöille, joiden sijainti muuttuu toimipaikan muuton takia ja otetaan lisäksi huomioon toimipaikan koon muutos. Analyysissä tarkastellaan niitä, jotka ovat töissä tarkastelualueella vuosina 2013 ja 2019 ja joiden toimipaikalle löytyy tietoa jalostusarvosta Alueellisen yritystoimintatilaston aineistosta. Estimoinnit tehdään erikseen myös pienille toimipaikoille (alle 10 hlöä) ja suurille toimipaikoille (10 tai enemmän hlöä). Estimoinneissa on huomioitu seuraavat työntekijäkohtaiset taustatekijät: koulutustaso (neljä kategoriala), sukupuoli, koulutusala (yksinumerotason), kotitalouden koko (1, 2, 3, 4+), ikä ja ikä toiseen, toimiala sekä ln(toimipaikan etäisyys centroidiin). Lisäksi on lisätty vuositaso kiinteät vaikutukset. Keskivirheet on klusteroitu vuosien 2013 ja 2019 aluetasolla (250 euf-tasolla). FE regressioissa on lisätty työntekijätason kiinteät vaikutukset. * p < 0,10, ** p < 0,05, *** p < 0,01.

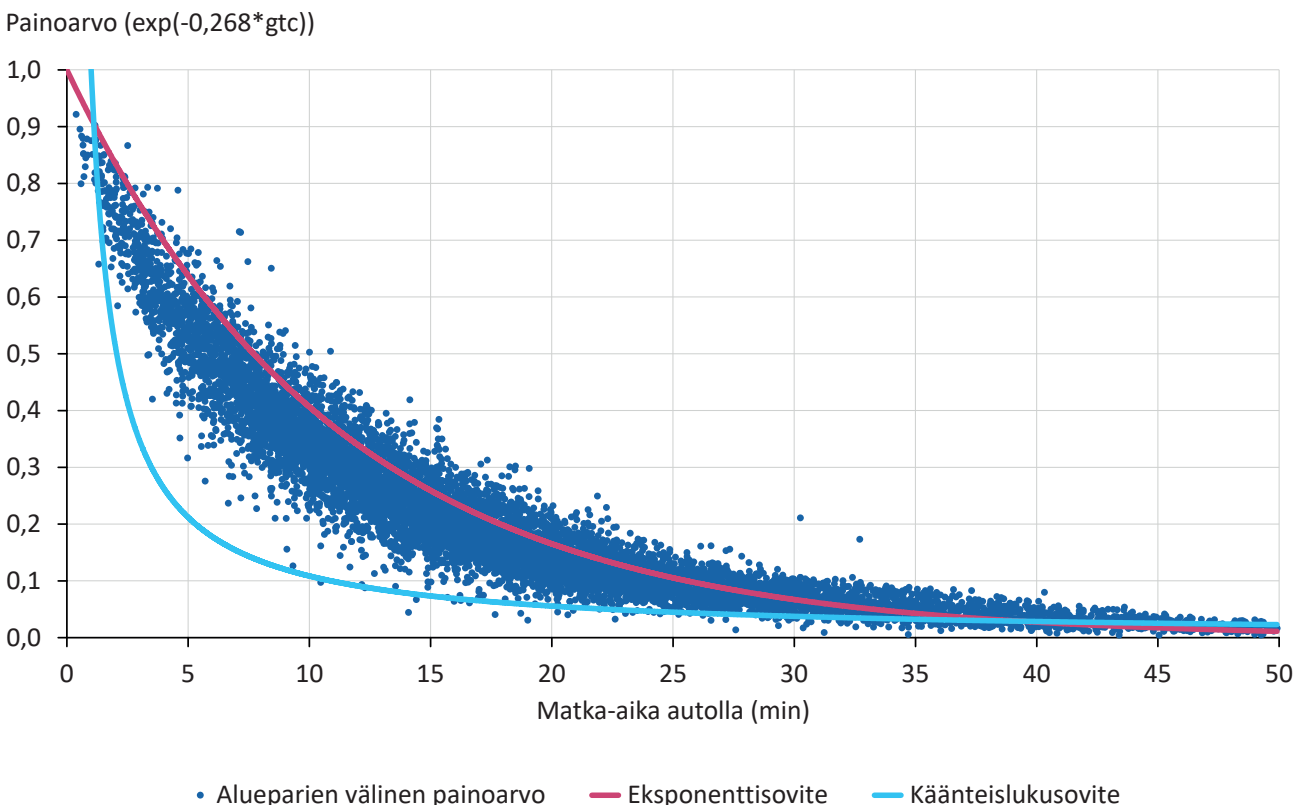
5.3 Etäisyyden merkitys

Kasautumisvaikutuksen pieneneminen etäisyyden kasvaessa huomioidaan vaimennusparametrissa. Kuviossa 2 näytetään, miten matka-aika henkilöautolla ja työpaikkamäärän merkitys saavutettavuudelle ovat yhteydessä toisiinsa. Kuvaan on piirretty 10 000 satunnaisesti valittua alueparia ja niiden välinen vaimeneminen henkilöauton matka-ajan funktiona laskemamme matkavastuksen ja estimoimamme vaimenemisparametrin avulla. Kuvaan on myös piirretty sovitteet $y = \exp(-\beta d)$ ja $y = d^{-\alpha}$. Eksponenttifunktion sovite kulkee kuvassa pääosin korkeammalla. Estimoidut kertoimet ovat $\beta = 0,090$ ja $\alpha = 0,964$, jotka vastaavat suuruusluokaltaan aiemmassa kirjallisuudessa käytettyjä etäisyyden kertoimia⁹. Kuvioista nähdään, että noin 50 minuutin etäisyydellä vähentyminen alkaa olla niin suurta, etteivät sitä kauempana olevat työpaiikat juuri vaikuta saavutettavuusmittarin arvoon. Eksponenttifunktion sovitteiden arvo 50 minuutin kohdalla on noin 0,011 ja matka-ajan käänteisfunktiosovitteiden arvo noin 0,023, mikä tarkoittaa, että 50 kilometrin etäisyy-

dellä olevista työpaikoista keskimäärin 1,1 tai 2,3 % lasjetaan mukaan saavutettavuuteen. Kuvioista havaitaan myös, että kullakin etäisyydellä vaimenemisen vaihtelu on myös suurta. Koko liikennejärjestelmän konteksti ja kaikkien kulkutapojen matkavastukset vaikuttavatkin paljon määränpään merkityksen vaimenemiseen kullakin etäisyydellä. Esimerkiksi 10 minuutin matka-ajan kohdalla vaimeneminen vaihtelee noin 0,2 ja 0,5 välillä. Tämä tarkoittaa sitä, että riippuen liikennejärjestelmästä alueparien, joiden välinen auton matka-aika on 10 minuuttia, työpaikoista otetaan huomioon 20–50 prosenttia. Pidemmällä etäisyyksillä vaimenemisen vaihtelu on pienempää oletettavasti matkalle järkevien kulkutapojen vähetessä.

Seuraavaksi tarkastelemme etäisyyden yhteyttä kasautumisvaikutuksiin käyttämällä nk. etäisyyskaistaleita (*distance bands*) Graham ym. (2009) tapaan. Nyt kasautumista kuvavat etäisyyskaistaleet, jotka ottavat huomioon työpaikkojen määrän tietyn (linnuntie) etäisyydenvälillä. Käytämme seuraavia kaistaleita: 0–5 km, 5–15 km, 15–30 km, 30–50 km ja 50–80 km.

Kuvio 2 Matka-aika henkilöautolla ja alueparin välinen määränpään merkityksen vaimeneminen



Taulukossa 16 on esitetty tulokset vuoden 2019 luvuilla työntekijöille (sarake 1) ja toimipaikoille (sarake 2). Tässä on tarkasteltu ainoastaan työpaikkojen määrän ja tuottavuuden korrelaatiota ja kontrolloitu tuottavuutta työntekijöiden ja toimipaikkojen havaittavilla ominaisuuksilla. Syy-seuraussuhde työpaikkojen määrän ja tuottavuuden välillä lienee todellisuudessa pienempi, kuten lukujen 4.1 ja 4.2 analyysissä näytettiin. Toimipaikkatason analyysissä emme löydä tilastollisesti merkitseviä suhteita työntekijämäärien ja tuottavuuden välillä. Työntekijätasolla suurin vaikutus on työpaikoilla, jotka sijaitsevat 0–5 kilometrin etäisyydellä. Työpaikoilla, jotka sijaitsevat yli 50 kilometrin etäisyydellä ei ole enää tilastollisesti merkitsevää suhdetta työntekijöiden tuottavuuteen. Tulokset ovat linjassa aikaisemman tutkimuksen kanssa; mm. Melo ym. (2017) tutkimuksen mukaan suurin osa (lähes kaikki) kasautumisvaikutuksesta tulee 20 minuutin ajomatkan etäisyydeltä.

Taulukko 16 Etäisyyden merkitys; etäisyyskaistaleet

	(1) Työntekijät, palkat	(2) Toimipaikat, jalostusarvo
Ln(L) 0–5 km	0,066 *** (0,007)	0,005 (0,006)
Ln(L) 5–15 km	0,005 (0,013)	0,008 (0,010)
Ln(L) 15–30 km	0,038 *** (0,011)	0,012 (0,009)
Ln(L) 30–50 km	0,032 * (0,018)	0,014 (0,016)
Ln(L) 50–80 km	-0,002 (0,022)	0,010 (0,017)
Kontrollit	Kyllä	Kyllä

Taulukossa on tehty estimoinnit, joissa saavutettavuutta kuvaavat etäisyyskaistaleet, jotka ottavat huomioon työpaikkojen määrän tietyn (linnuntie)etäisyysvälin päässä vuodelle 2019. Käytämme seuraavia kaistaleita: 0–5 km, 5–15 km, 15–30 km, 30–50 km ja 50–80 km. Analyysissä tarkastellaan niitä, jotka ovat töissä tarkastelualueella vuosina 2013 ja 2019 (sarake 1), ja toimipaikkoja, jotka sijaitsevat tarkastelualueella vuosina 2013 ja 2019 ja joille löytyy tietoa jalostusarvosta Alueellisen yritystoimintatilaston aineistosta. Estimoinneissa on huomioitu seuraavat työntekijäkohtaiset taustatekijät: koulutustaso (neljä kategorialuokkaa), sukupuoli, koulutusala (yksinumeroitona), kotitalouden koko (1, 2, 3, 4+), ikä ja ikä toiseen, toimiala sekä ln(toimipaikan etäisyys centroidiin). Keskivirheet on klusterioitu aluetasolla (250 euref-tasolla). * p < 0,10, ** p < 0,05, *** p < 0,01.

5.4 Herkkyystarkastelut

Tässä osiossa teemme useita herkkyyslaskelmia, joissa muutamme niin vaimennusparametria kuin testaamme eri kulkutapojen matkavastusmuutosten merkitystä tuottavuudelle. Herkkyyslaskelmien avulla näemme, muuttuuko arvio tuottavuuden saavutettavuusjouston suuruudesta, jos tehokkaan tiheyden mittaria tai vaimennusparametrin arvoa muutetaan. Lisäksi herkkyystarkastelujen perusteella voimme arvioida tulosten luotettavuutta sekä hyödynnettävyyttä tilanteissa, joissa tässä tutkimuksessa käytettyä tehokkaan tiheyden mittaria ei ole käytettävissä arviointiin tai kun tehokkaan tiheyden mittari lasketaan eri liikenne-ennustemalleilla. Testaamme vaimennusparametreina sekä mm. Gibbons ym. (2019) käyttämää käänteistä potenssia että potenssin eri arvoja (esim. 0,5 ja 1,5) ja eksponenttifunktion vaimennusparametrin eri arvoja. Lisäksi teemme esimerkinomaisia laskelmia siitä, miten eri kulkutapojen matkavastusten muuttaminen vaikuttaa seudun tuottavuuteen.

5.4.1 Vaimennusparametrin testaus

Taulukossa 17, paneelissa A, olemme käyttäneet matalampaa (0,200 vs 0,268) vaimennusparametria. Saadut joustot (0,056, *firm relocation*) ovat suurempia kuin edellä mutta eivät kuitenkaan eroa niistä tilastollisesti merkitsevästi. Paneelissa B olemme testanneet suuremmalla vaimennusparametrilla (0,360). Nyt joustot ovat vastaavasti pienempiä (0,033, *firm relocation*), mutta eivät kuitenkaan eroa tilastollisesti aikaisemmin saaduista joustoestimaateista. Paneelissa C käytämme vaimennusparametrille arvoa 0,336. Nyt jousto on pienempi kuin edellä, mutta ei kuitenkaan eroa tilastollisesti siitä. Paneelissa D käytämme Blomqvist ym. (2021) ehdottamaa vaimennusparametria 0,4232. Nyt joustot ovat vielä pienempiä (0,029, *firm relocation*).

5.4.2 Käänteinen funktiomuoto

Taulukossa 17, paneelissa E, olemme käyttäneet käänteistä saavutettavuusfunktioita eksponentiaalisen funktiomuodon sijaan. Saadut joustot ovat nyt hieman pienempiä kuin edellä, mutta edelleen tilastollisesti merkitseviä. Saavutettavuuden joustoksi palkkojen suhteen saadaan 0,11 (*firm relocation*).

Taulukko 17 Herkkyystarkastelut työntekijätasolla

	(1) OLS, kaikki	(2) OLS, kaikki	(3) FE, kaikki	(4) FE, toimi- paikan muutto	(5) FE, IV, kaikki	(6) FE, IV, toimi- paikan muutto
Paneeli A. Matalampi vaimennusparametri 0,20						
Log(saavutettavuus)	0,203 *** (0,027)	0,125 *** (0,017)	0,084 *** (0,009)	0,056 *** (0,019)	0,084 *** (0,009)	0,058 *** (0,019)
Paneeli B. Suurempi vaimennusparametri 0,36						
Log(saavutettavuus)	0,129 *** (0,015)	0,082 *** (0,010)	0,054 *** (0,005)	0,033 *** (0,011)	0,053 *** (0,005)	0,035 *** (0,011)
Paneeli C. vaimennusparametri 0,336						
Log(saavutettavuus)	0,135 *** (0,016)	0,085 *** (0,010)	0,056 *** (0,005)	0,035 *** (0,012)	0,056 *** (0,006)	0,037 *** (0,012)
Paneeli D. Vaimennusparametri 0,4232 (Blomqvist ym., 2021)						
Log(saavutettavuus)	0,119 *** (0,013)	0,076 *** (0,009)	0,049 *** (0,005)	0,029 *** (0,010)	0,049 *** (0,005)	0,031 *** (0,010)
Paneeli E. Käänneinen funktio						
Log(saavutettavuus)	0,162 *** (0,012)	0,095 *** (0,007)	0,050 *** (0,003)	0,011 ** (0,005)	0,044 *** (0,004)	0,010 ** (0,005)
Työntekijätason kiinteät vaikutukset	Ei	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Kontrollit	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Havaintojen lkm	817 704	817 704	817 704	106 386	817 704	106 386

Taulukossa tehdään yhtälön (4) mukaiset estimoinnit kaikille työntekijöille ja niille, joiden sijainti muuttuu toimipaikan muuton takia muuttaen saavutettavuusmittaria (herkkyysparametria tai funktiomuotoa). Analyysissä tarkastellaan niitä, jotka ovat töissä tarkastelualueella vuosina 2013 ja 2019. Estimoinneissa on huomioitu seuraavat työntekijäkohtaiset taustatekijät: koulutustaso (neljä kategoriala), sukupuoli, koulutusala (yksinumerotason), kotitalouden koko (1, 2, 3, 4+), ikä ja ikä toiseen, toimiala sekä ln(toimipaikan etäisyys centroidiin). Lisäksi on lisätty vuositason kiinteät vaikutukset. Keskivirheet on klusteroitu vuosien 2013 ja 2019 aluetasolla (250 euf-tasolla). FE regressioissa on lisätty työntekijätason kiinteät vaikutukset. * p < 0,10, ** p < 0,05, *** p < 0,01.

Teimme vastaavat herkkyystarkastelut myös toimipaikkatasolla. Tulokset on esitetty taulukko A2:ssa, joka löytyy liite A:sta. Joustot pysyivät tilastollisesti merkitsemättöminä ja noudattavat samanlaista kaavaa kuin työntekijätason herkkyysanalyysissä: matalammat vaimennusparametrit kasvattavat jouston arvoa, kun taas suuremmat pienentävät sitä.

6 Keskustelua

6.1 Vaikutusten koko suhteessa suoriin vaikutuksiin

Kasautumisvaikutusten koko suhteessa suoriin käyttäjähöydyihin perustuu (kuten Börjesson ym. (2019) esi-

merkistä, jota käymme lopuksi läpi, tulee ilmi) joustoestimaatin lisäksi siihen, kuinka suuri vaikutus hankkeella on kasautumiseen, eli saavutettavuuteen, ja siihen, kuinka suurelle alueelle vaikutus ulottuu, ja kuinka suuri alueen kokonaistuottavuus on. Lyhyesti, mitä pienempi vaikutus saavutettavuuteen ja mitä pienempi taloudellinen massa alueella on, sitä pienemmät ovat vaikutukset suhteessa suoriin käyttäjähöydyihin.

Hankkeella voi olla merkittävät suorat käyttäjähöydyt ilman, että se vaikuttaa kasautumiseen merkittävästi. Arvion mukaan kasautumisvaikutukset ulottuvat noin 50 km tai 50 minuutin automatkan päähän, minkä lisäksi suurimmat hyödyt koetaan lähietäisyydellä. Täten hankkeella, joka lyhentää matka-aikoja pääasiassa tätä rajaa pidemmällä matkoilla, ei voida odottaa olevan merkittäviä vaikutuksia tuottavuuteen, vaikka suorat käyt-

täjähyödyt olisivatkin merkittäviä, ellei hanke nopeuta myös lyhyempiä matkoja. Myöskään hankkeilla, jotka eivät nopeuta matkoja työpaikkakeskittymien välillä, ei voida odottaa olevan suuria kasautumishyötyjä, joita ei jo arvioitaisi hankearvioinnissa työmatkojen matka-ajan lyhentymisen kautta.

Börjesson ym. (2019) saivat tutkimuksessaan palkkojen joustoksi saavutettavuuden suhteen 0,028 Keski-Ruotsissa. He käyvät työpaperiversiossaan (Börjesson ym., 2018) laajemmin läpi kasautumisvaikutusten kokoa suhteessa suoriin vaikutuksiin. Tiivistämme tässä tärkeimmät kohdat. Heidän mukaansa metro paransi saavutettavuutta Tukholman läänissä 32 prosentilla. Metron vaikutus saavutettavuuteen on laskettu määrittäen saavutettavuudet kaikille Tukholman läänin työntekijöille vuodelle 2006 pitäen liikenneverkoston samana kuin mitä se todellisuudessa silloin oli, mutta poistaen metron. Heillä on hyvin yksinkertaistettuna oletuksena, ettei metron tilalle olisi tullut muuta julkista liikennettä, kuten bussilinjoja. He vertaavat tätä saavutettavuutta vuoden 2006 todellisen liikenneverkoston avulla määritettyyn saavutettavuuteen. Vuonna 2006 Tukholman läänin kokonaispalkkatulot olivat 48,4756 miljardia euroa. Tällöin kokonaispalkkatulot ilman metroa olisivat olleet hyvin yksinkertaistetusti $48,4756 \times (1 - \ln(1,32)) \times 0,028 \approx 48,10$ miljardia euroa. Eli metron tuomat hyödyt olivat $48,4756 - 48,10 = 0,3756$ miljardia euroa. Börjesson ym. (2014) työn mukaan metron suorat käyttäjähyödyt olivat vuonna 2006 0,9648 miljardia euroa, jolloin he arvioivat, että suoriin käyttäjähyötyihin tulisi käyttää kerrointa 1,4–1,5.

Hyvin yksinkertaistettuna esimerkkinä, jos Tukholman metro olisi vaikuttanut saavutettavuuteen Tukholman läänissä noin 5 %, olisi lukema hyvin erilainen. Tällöin hyödyt olisivat olleet 0,066 miljardia euroa vuonna 2006 ja suhteessa suoriin käyttäjähyötyihin 1,07, mikä on huomattavasti matalampi kerroin.

6.2 Etätyön vaikutus kasautumisvaikutuksiin

Etätyö ja sen yleistymisen voi vaikuttaa kasautumisvaikutuksiin. Empiirinen kirjallisuus aiheesta on toistaiseksi hyvin vähäistä, ja usein aihetta lähestytäänkin teorian pohjalta. Etätyön vaikutusta kasautumiseen on kuitenkin vaikea tarkastella teoriainkin pohjalta osittain sik-

si, että kasautumiskanavia (kuten oppiminen ja jakaminen) ei voida empiirisesti erottaa toisistaan, eikä niiden osuuksia kasautumisen tuottavuusjoustossa siten tiedetä. Lairdin ja Tveterin (2021) raportin mukaan etätyö voi vaikuttaa kasautumishyötyihin vaikuttamalla sekä joustoon että vaimennusparametriin. Etätyö voi esimerkiksi vähentää joustoa vähentämällä kasvokkaisia tapaamisia, joita tarvitaan tiedon luomiseen, ja vähentämällä myös jakamisesta syntyviä hyötyjä. Jouston pieneneminen puolestaan vähentää kasautumisen tuottavuusvaikutuksia. Etätyö voi kuitenkin mahdollisesti parantaa kohtaantoa vähentämällä keskimääräisiä työmatkakustannuksia. Sen sijaan, jos oppiminen perustuu laajalti kasvokkaiisiin tapaamisiin, etätyö voi heikentää tätä mekanismia ja siten kasautumisen hyötyjä.

Lisäksi etätyö voi vähentää kasautumisvaikutuksia siten, että työntekijät ovat vähemmän aikaa työpaikalla, jolloin mahdollisuudet esimerkiksi oppimiseen jäävät vähäisemmiksi. Parkhomenko ja Delventhal (2023) tutkivat lisääntyneen etätyön vaikutusta työpaikkojen alueelliseen jakautumiseen ja siten kasautumiseen Yhdysvalloissa. Heidän mallissaan etätyö vaikuttaa kasautumishyötyihin siten, että etätyön valitsevat työntekijät eivät vaikuta työpaikkojen väliseen kasautumiseen vähentäen kasautumisesta tulevia hyötyjä. Alueiden efektiivinen työpaikkamäärä on siten vähäisempi kuin mitä kokopäiväisten työntekijöiden määrä toimipaikassa antaisi ymmärtää.

Empiirinen kirjallisuus etätöiden vaikutuksista karttuu hiljalleen. Muutama tuore, vielä julkaisematon, tutkimus on tarkastellut, miten etätyö vaikuttaa kasautumishyötyihin ja tuottavuuteen. Liu ja Su (2022) tutkivat työpaikkailmoitusten palkkoja ja näyttävät, kuinka ammattiteissa, joissa Covid19-pandemian aikaan siirryttiin enemmän tekemään etätöitä, oli selkeä lasku palkkojen kaupunkipreemiossa (*urban wage premium*). Samaan aikaan myös monet työpaikat lähtivät suurista kaupungeista. Heidän tulostensa mukaan työpaikat, joissa etätyön määrä kasvoi, kokivat heikentyneemmät kasautumishyödyt suurissa kaupungeissa. Lisätarkastelun perusteella tämä heikentyminen johtui osaksi vähentyneestä kanssakäymisestä.

Etätyö voi kuitenkin näyttäytyä tuottavana, jos sen vaikutuksia tarkastellaan vain lyhyellä aikavälillä. Emanuel ja Harrington (2023) tarkastelevat työpaperissaan, miten etätyö vaikuttaa tuottavuuteen. Heidän tulostensa mukaan lyhyellä aikavälillä voidaan nähdä kasvua tuottavu-

nessa, mutta tämä kasvu tapahtuu pitkän aikavälin tuottavuuden kustannuksella. Lyhyellä aikavälillä kokeneemmat työntekijät saavat töitä paremmin tehdyksi, koska heillä ei mene aikaa nuorempien työntekijöiden ohjaukseen. Pitkällä aikavälillä tämä tosin näkyy nuorempien työntekijöiden tuottavuuden alenemisena ohjauksen puutteen takia.

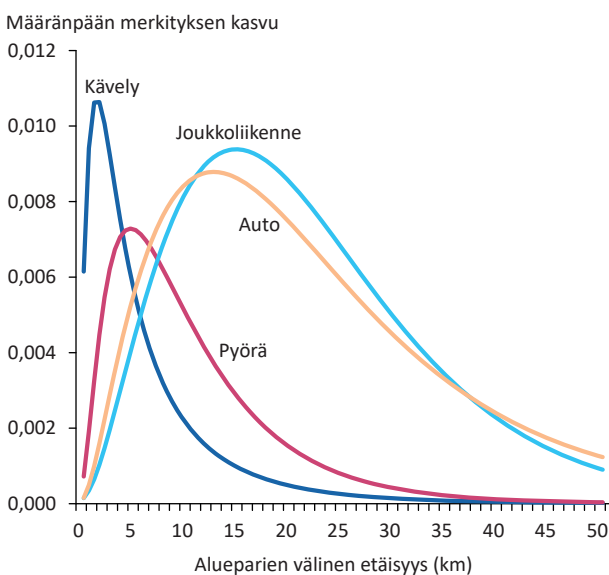
6.3 Eri kulkutapojen vaikutus kasautumiseen

Eri kulkutapojen kehittäminen vaikuttaa kasautumiseen ja siten palkkoihin pienentämällä alueiden välistä matkavastusta ja siten kasvattamalla kauempana olevien työpaikkojen merkitystä saavutettavuudelle. Riippuen alueiden välisestä etäisyydestä eri kulkutavoilla on suhteellinen etu toisiinsa nähden alueiden välisen matkavastuksen pienentämisessä. Tämä suhteellinen etu syntyy kulkutavan kulkutapaosuudesta, sillä yleistetynt matkavastuksen laskennassa kunkin kulkutavan matkavastus kerrotaan kulkutapaosuudella. Tällöin jos pyöräilyn kulkutapaosuus on suuri, matkavastuksessa pyöräilyn olosuhteiden paraneminen vaikuttaa suurella kertoimella alueiden väliseen matkavastukseen. Toisaalta pyöräilyn kulkutapaosuuden laskiessa suuretkaan pyöräilyn helpotukset eivät vaikuta paljoa, sillä monikaan ei pyöräile ja siten hyödy parannuksista. Tämä synnyttää eri matkanpituuksille alueita, joilla kunkin kulkutavan kehittä-

minen on tehokkain tapa vähentää alueiden välistä matkavastusta. Nyrkkisääntönä matkan pituuden kasvaessa tehokkaimmin matkavastukseen vaikutetaan ensin kävelyn, sitten pyöräilyn, jonka jälkeen joukkoliikenteen ja lopulta autoilun olosuhteita parantamalla.

Eri kulkutapojen vaikutusta kasautumiseen havainnollistetaan esimerkillä, jossa eri kulkutapojen matka-aikaa kahden alueen välillä vähennetään 10 % pitäen muiden kulkutapojen matka-ajat aiemmalla tasolla. Tämä matka-ajan vähennys vaikuttaa alueiden väliseen työpaikkojen merkityksen vaimenemiseen eri tavalla riippuen siitä, miten pitkä matka alueiden välillä on. Esimerkissä on oletettu, että matkan pituus on kaikilla kulkutavoilla sama. Kulkutavan valintatodennäköisyydet arvioidaan logit-mallilla, jonka muuttujat ja muuttujien kertoimet on otettu Helmet-mallin kulkutavan valintamallista. Eri kulkutapojen vakiotermejä on kalibroitu hieman, jotta kulkutavan valintatodennäköisyydet vastaisivat paremmin Helsingin seudun liikkumistutkimuksessa havaittuja keskimääräisiä kulkutavan valintatodennäköisyyksiä eri matkanpituuksilla. Auton valintatodennäköisyydessä esiintyvät autonomistusaste ja henkilöauton pääasiallisten käyttäjien vetosuhde on esimerkissä valittu olevan 400 autoa/1 000 henkeä¹⁰ ja 41HAP/59 EHAP¹¹, eli 41 henkilöauton pääasiallista käyttäjää kohden on 59 ei-henkilöauton pääasiallista käyttäjää.

Kuvio 3 Eri kulkutapojen nopeuttamisen vaikutus yksittäisen alueparin väliseen vaimenemiseen



Kuvio 3 näyttää eri kulkutapojen nopeuttamisen vaikutuksen yhden alueparin väliseen vaimenemiseen. Kuviossa y-akselilla näkyy, kuinka paljon suuremmalla luvulla saavutettavan alueen työpaikkamäärä kerrotaan, kun tiettyä kulkutapaa nopeutetaan. Kuvio on esimerkinomainen, eikä sen lukuja tai piirteitä voi yleistää kaikkien alueparien välisiin muutoksiin, sillä kulkutapojen kehittäminen alueparin välillä riippuu vahvasti niiden senhetkisestä liikenteellisestä kontekstista, kuten kulkutapajakaumasta, eri kulkutapojen matka-ajoista ja matkan kustannuksesta alueparin välillä. Kuvioista voidaan kuitenkin nähdä suuntaa antavia tuloksia siitä, miten eri kulkutapojen kehittäminen vaikuttaa eri etäisyyksillä olevien alueparien väliseen kasautumiseen. Kuvion perusteella lyhyillä matkoilla kävelyn olosuhteiden parantaminen lisää alueiden välistä kasautumista eniten. Tämän jälkeen on etäisyysväli, jolla pyöräilyn olosuhteiden parantaminen lisää kasautumista eniten, jonka jälkeen seuraa joukkoliikenneväli ja lopulta pisimmillä matkoilla autoilun olosuhteiden kehittäminen parantaa kasautumista eniten.

Kuviosta voidaan myös tulkita, että kasautumisvaikutukset vain kahden alueparin välillä tapahtuvista liikenteellisistä muutoksista ovat hyvin pieniä. Suuremmat kasautumisvaikutukset syntyvät monien alueiden välisen matkustamisen helpottumisesta. Suurimmat muutokset esimerkissämme ovat noin 0,01 suuruisia. Jos saavutettavalla alueella on 10 000 työpaikkaa, saavutettavuuden kasvu olisi $10\,000 \cdot 0,01 = 100$ työpaikkaa. Keskimääräinen saavutettavuus Helsingin seudun alueilla vuonna 2018 on 50 836, joten suhteellinen saavutettavuuden muutos keskimääräisellä alueella olisi 0,2 % ja palkan kasvu preferoidulla estimaatillamme 0,0077 %.

7 Tulosten hyödyntäminen

Tulosten hyödyntämisessä liikennehankkeiden vaikutusten arviointiin on pohdittava ainakin Helsingin seudulta saatujen tulosten yleistettävyyttä koko maahan sekä tulosten suhdetta liikennehankkeiden hankearvioinneissa arvioituihin hyötyihin.

Tämän tutkimuksen tulokset on saatu Helsingin seudulta, jonka elinkeinorakenne ja liikennejärjestelmä voivat poiketa monella tavalla muista Suomen alueista. Siksi huolena eri puolilla Suomea toteutettavien liikennehankkeiden arvioinnissa voi olla tulosten yleistettävyys kyseisille alueille. Kirjallisuuskatsauksen perusteella tässä tutkimuksessa saadut tulokset saavutettavuuden vaikutuksesta palkkoihin ovat jonkin verran korkeampia kuin Ruotsissa ja Tanskassa, joissa tutkittavina alueina olivat Tukholma ja sen läheiset maaseutumaiset alueet sekä koko Tanska. Tämä tutkittavien alueiden erilaisuus voi olla yksi selitys löytämillemme suuremmille estimaateille. Tulosten samankaltaisuus hyvinkin erilaisia maantieteellisiä alueita kattaviin tutkimuksiin luo kuitenkin varmuutta siitä, että tulokset yleistyvät ainakin kohtuullisen hyvin myös muualle Suomeen, erityisesti kaupunkiseuduille. Lisäksi tulokset kasautumisvaikutusten maantieteellisestä ulottuvuudesta vastaavat erittäin hyvin tuloksia, joita Ruotsissa ja Tanskassa on saatu. Tämän perusteella kasautumisvaikutusten ulottumaa koskevat tulokset todennäköisesti yleistyvät hyvin myös muualle Suomeen.

Tulosten hyödyntäminen hankearviointeihin sisältyvän kannattavuuslaskelman rinnalla on haastavampaa. Börjesson ym. (2019) argumentoivat, että työpaikkojen väli-

sestä saavutettavuudesta tulevat palkkahyödyt voisi ottaa suoraan mukaan kannattavuuslaskelmaan, sillä tavallisesti työpaikkojen välisten matkojen lyhenemisestä syntyviä hyötyjä ei ole mukana ko. laskelmissa. Suomessa laadituissa hankearvioinneissa laskelma sisältää kuitenkin muun muassa raskaan liikenteen aika- ja ajoneuvokustannusten muutokset, joiden voidaan odottaa liittyvän juuri yritysten välisiin matkoihin. Tästä syystä arviointien matka-aikasäästöissä on jo mukana joitain jakamiseen liittyviä hyötyjä, joita ei saatu eroteltua tutkimuksen estimaateissa. Täten, vaikka estimaattien avulla voidaankin arvioida luotettavasti saavutettavuusmuutosten vaikutusta työntekijöiden palkkoihin, näiden esittäminen suoraan kannattavuuslaskelman osana johtaisi todennäköisesti tiettyjen hyötyjen tuplalaskentaan.

Osa arviosta voidaan kuitenkin ottaa mukaan myös liikennehankkeiden kannattavuuslaskelmaan ilman tuplalaskennan vaaraa. Jo pitkään on tiedetty, että hyöty-kustannusanalyysissä ei huomioida liikennehankkeen seurauksena tulevan lisätuotannon veroja (esimerkiksi Venables, 2007). Tämä johtuu siitä, että päätöksiä tehdessään yritykset ja yksilöt eivät ota huomioon veroja tai veronluonteisia maksuja, joita maksavat kunnille ja valtiolle kasvaneesta tuotannosta tai palkasta. Tästä syystä nämä vaikutukset eivät myöskään näy liikennehankkeiden arvioinnin yksikköarvoissa. Tuotettujen estimaattien avulla voidaan arvioida, miten liikennehanke vaikuttaa alueiden työntekijöiden palkkasummaan ja siten palkkasummasta maksettaviin veroihin. Näiden verojen suuruus voitaisiin ottaa mukaan hyöty-kustannusanalyysiin ilman pelkoa hyötyjen tuplalaskennasta. Muilta osin kasautumishyötyjen suuruus voidaan arvioida osana liikennehankkeiden vaikutusten arviointia, mutta se suositellaan esitettävän erillisenä hankkeen kannattavuuslaskelmasta. Kasautumishyötyjen arviointi edellyttää, että käytössä on aluekohtainen työpaikkamääräennuste ja kulkutavanvalintamalli, jolla voidaan ennustaa eri kulkutapojen kulkutapaosuutta, matka-aikoja ja matkojen rahallista kustannusta. Käytännössä tieto on tällä hetkellä tuotettavissa niissä hankearvioinneissa, joissa hyödynnetään seudullista liikenne-ennustemallia. Liikenne- ja viestintävirastossa kehitteillä oleva valtakunnallinen liikenne-ennustemalli voi tulevaisuudessa vastata tähän tarpeeseen.

Saavutettavuusmuutoksen aiheuttaman palkan muutoksen arvioimiseen tarvitaan tietoja saavutettavuuden

muutoksesta, työpaikka-alueisiin kohdistetuista keskipalkoista ja työntekijöiden määrästä sekä verojen ja veronluonteisten maksujen määräytymisestä alueella. Lisääntyneiden verotulojen arvioinnin haasteena ovat eripalkkaisten työntekijöiden erilaiset marginaaliveroprosentit. Jos palkkasumma kasvaa hyväpalkkaisella alueella, siitä syntyvät suuremmat verotulot kuin jos palkkasumma kasvaisi alueella, jossa on matalammat palkat. Yhtenä ratkaisuna olisi arvioida keskimääräinen marginaaliveroprosentti alueen keskipalkkojen ja työntekijämäärän avulla, mutta tämän tavan todenmukaisuutta ei ole arvioitu tässä tutkimuksessa.

Jotta työpaikkojen välisen saavutettavuuden kasvun seurauksena kasvaneet verotulot saataisiin mukaan hankkearvioinnin kannattavuuslaskelmaan, tulisi hankkeen liikenteellisten vaikutusten arviointi tehdä tavalla, josta saadaan selville hankkeen vaikutukset alueiden välisten matkojen matka-aikoihin, matkakustannuksiin ja kulkutapajakaumaan. Tämä onnistuu esimerkiksi liikenne-ennustemallilla. Lisäksi arviointiin tulisi olla saatavilla alueiden työpaikkamäärät ja työpaikka-alueisiin kohdistetut palkkasumat. Näiden avulla voidaan arvioida alueiden työpaikkojen välisten saavutettavuuksien muutokset ja sitä kautta alueiden palkkojen muutokset. Lisäksi tulisi ohjeistaa, miten alueiden marginaaliveroprosentit tulisi arvioida, jotta arvioidusta palkkasumman muutoksesta saadaan marginaaliveroprosentin avulla laskettua verotulojen muutos. Tarkempi laskentatapa verotulojen muutoksen arviointiin on esitetty liitteessä C.

8 Haasteet ja jatkokysymykset

Tutkimuksen haasteet liittyvät erityisesti toimipaikkatason aineistoon ja tarkasteluun sekä kasautumisen eri mekanismien erotteluun toisistaan. Jatkotutkimuksen aiheita ovat erityisesti hankkeiden suorien vaikutusten ja kasautumisvaikutusten suuruuksien suhde sekä tuottavuuskasvun ulkoisvaikutuksen, palkan kasvusta maksettavien verojen ja veronluonteisten maksujen, laskennan tarkempi määrittäminen. Vasta pidemmällä aikavälillä kasautumisen eri mekanismien erottelu mahdollistaisi kasautumisvaikutusten ottamisen mukaan hankkearvioinnin kannattavuuslaskelmaan kokonaisvaltaisemmin.

Työn aikana havaittiin, että Tilastokeskuksen yritysaineistoista suuri osa monitoimipaikkaisten yritysten tiedoista on imputoitu, eivätkä ne välttämättä vastaa toimipaikkojen todellisia tietoja. Aineiston käyttämistä vaikeutti vielä se, ettei imputoituja arvoja voinut erottaa oikeista arvoista. Tästä syystä toimipaikkatason analyysit tehtiin yksitoimipaikkaisten yritysten tiedoilla ja tilinpäätösaineistoilla, joista mitään ei ole imputoitu.

Toimipaikkatason analyyseissä estimaatti kasautumisen vaikutuksesta toimipaikan jalostusarvoon oli niin epä-tarkka, ettei tutkimuksen perusteella voida vetää johtopäätöksiä saavutettavuuden vaikutuksesta yritysten tuottavuuteen. Tähän voi olla osasyynä se, että jalostusarvo mittaa toimipaikan tuotoksen ja kustannusten erotusta. Jos saavutettavuuden kasvaessa myös yrityksen kulut kasvavat, ei jalostusarvossa välttämättä näy muutosta, vaikka yrityksen tuottavuus kasvaisikin. Tästä mekanismista saatiin myös näyttöä, sillä yritysten liiketoiminnan muut kulut (sisältää muun muassa vuokrat, mutta ei palkkoja) kasvoivat saavutettavuuden kasvaessa. Jatkotutkimuksissa voitaisiinkin perehtyä tarkemmin siihen, miten saavutettavuus vaikuttaa yritysten kulurakenteeseen ja toisaalta arvonnalisään. Jos saavutettavuus kasvattaa yrityksen palkkakuluja ja muita kustannuksia eri tavoin, on esimerkiksi mahdollista, että yritykset reagoivat korvaamalla työtä pääomalla tai toisinpäin.

Tutkimus kärsii myös yleisestä kasautumishyötyjen tutkimisen haasteesta, jossa kasautumisen eri mekanismeja ei saada erotelluksi toisistaan. Tutkimuksen tulokset kasautumisen vaikutuksesta palkkaan vastaavat muualla ja muilla aineistoilla tehtyjä arvioita, mutta kohtaannon, jakamisen ja oppimisen suhteellista merkitystä ei saada eroteltua kunnolla toisistaan. Koska kasautumista arviointiin työpaikkojen välisellä saavutettavuudella kodin ja työpaikan välisen saavutettavuuden sijaan, kohtaannon merkityksen voidaan ajatella olevan pieni. On kuitenkin mahdollista, että toimipaikan muuttaessa sijaintiaan sinne jäävät parhaiten viihtyvät työntekijät ja siten kohtaanto vaikuttaa myös tähän estimaattiin. Jakamisen ja oppimisen kanavat ovat kuitenkin selkeämmin mahdollisia vaikutuksen välittäjiä, sillä saavutettavuusmittari kuvaa helppoutta päästä toisten yritysten luo, mikä edistää työntekijöiden välisiä kohtaamisia ja välituotepanosten välittämistä yritysten välillä. Kuten luvussa 6.2 todettiin, näiden mekanismien voimakkuuden erittelystä ei valitettavasti ole kirjallisuutta, vaan eri mekanismeja tutki-

va kirjallisuus on lähinnä keskittynyt osoittamaan jonkin tietyn mekanismin merkityksen kasautumishyödyille.

Jatkotutkimuksessa olisi tarpeellista laatia laskelmat kasautumisvaikutusten suuruudesta Suomessa suunniteltavista tai toteutetuista liikennehankkeista, jotta vaikutusten suuruusluokat konkretisoituisivat. Luvussa 6.1 arvioimme aiemman tutkimuksen ja yleisten periaatteiden kautta, minkälaisissa hankkeissa kasautumisvaikutusten voidaan odottaa olevan merkittäviä.

Lisäksi tulisi tuottaa suositus laskentamenetelmästä ja marginaaliveroprocentin laskemisesta, jotta kasvaneesta palkasta syntyvät verotulot voitaisiin ottaa mukaan liikennehankkeiden hankearvioinnin kannattavuuslaskelmaan. Luvussa 7 esitimme, että kannattavuuslaskelmaan voitaisiin ottaa mukaan saavutettavuuden kautta kasvaneista palkoista maksettavat verotulot. Tämän arvioimiseen tarvitaan tieto palkansaajien marginaaliveroprocentista. Luvussa esitettiin mahdollinen tapa sen arvioimiseen, mutta tapaa ei ole kokeiltu eikä sen pätevyttä ole arvioitu. Liitteessä C on esitetty alustava laskentaohje saavutettavuuden kasvusta seuraavan palkan kasvun arvioimiseen.

Lisäksi myös kohtaannon paranemisen seurauksena kasvaneiden palkkatulojen verot tulisi ottaa kannattavuuslaskelmiin mukaan. Tämä tutkimus pyrki erottamaan kohtaannon vaikutuksen muista kasautumisen vaikutuksista. Olisikin tarpeellista tutkia tarkemmin myös kohtaannon paranemisesta mahdollisesti seuraavaa palkan kasvua ja tästä maksettavien verojen määrää, jotta kaikki hyödyt, joita ei nykyään huomioida hankearvioinnin kannattavuuslaskelmassa, saataisiin arviointiin mukaan.

9 Yhteenveto ja suositukset

Tässä tutkimuksessa selvitimme, miten työpaikkojen välinen saavutettavuus vaikuttaa työntekijöiden ja toimipaikkojen tuottavuuteen. Saavutettavuudella havaittiin olevan vaikutus työntekijöiden palkkaan. Työpaikkojen välisen saavutettavuuden kaksinkertaistaminen kasvattaa työntekijöiden palkkoja 3 %. Saavutettavuudella ei havaittu olevan vaikutusta jalostusarvolla mitattuun toimipaikka-

tason tuottavuuteen, mutta saavutettavuudella havaittiin olevan kasvattava vaikutus työntekijöiden palkkoihin. Lisäksi havaittiin, että saavutettavuus kasvattaa toimipaikkatason liiketoiminnan muita kuluja, kuten vuokria. Tämä kustannusten kasvu saavutettavuuden kasvaessa voi olla ainakin osaselitys siihen, ettei toimipaikkatasolla havaittu vaikutuksia jalostusarvoon.

Tarkemmissa tarkasteluissa havaitsimme, että saavutettavuuden vaikutus palkkaan rajoittuu pieniin, alle 10 henkilön toimipaikoissa työskenteleviin työntekijöihin. Lisäksi kasautumisvaikutusten maantieteellisestä ulottuvuudesta saatiin näyttöä kahdella tavalla. Tutkimuksessa havaittiin, että yli 50 minuutin automatka-ajan päässä olevat alueet vaikuttavat enää hyvin vähän saavutettavuuteen, jonka kautta kasautuminen vaikuttaa palkkaan. Lisäksi etäisyysvälejä hyödyntäneessä tarkastelussa yli 50 kilometrin linnuntie-etäisyyden päässä olevien työntekijöiden määrällä ei ole yhteyttä työntekijöiden palkkaan. Näiden tulosten perusteella kasautumisvaikutukset ovat melko paikallisia, jokseenkin kaupunkiseudun sisäisiä, eikä seutujen välinen saavutettavuus vaikuta kasautumishyötyihin merkittävästi. Syy voi olla esimerkiksi se, että kauempana olevien yritysten välillä on vain vähän kanssakäymistä, eivätkä siten jakamisen ja oppimisen kanavat toimi tuottavuuden kasvattajina.

Tämän seurauksena kasautumishyötyjen suhde liikennehankkeiden suoriin hyötyihin on myös hankekohtaista. Jos liikennehanke vaikuttaa matka-aikoihin lähinnä keskenään kaukaisten alueiden välillä, ei hankkeen kasautumisvaikutusten voida olettaa olevan suuria, vaikka suoria hyötyjä olisikin. Toisaalta, jos hanke vaikuttaa matka-aikoihin ja matkan kustannuksiin kaupunkiseudun sisällä olevien työpaikka-alueiden välillä, kasautumishyödyt voivat olla merkitseviä suorien hyötyjen rinnalla. Se, kasvattaako kasautumishyötyjen huomioiminen liikennehankkeen hyödyt korkeammaksi kuin mitä hankkeen investointikustannukset ovat, on kuitenkin tapauskohtaista.

Erityisesti tulokset kasautumisen maantieteellisestä ulottuvuudesta vastaavat Ruotsissa ja Tanskassa tehtyjen tutkimusten tuloksia ja siten todennäköisesti yleistyvät hyvin myös muualle Suomeen. Vaikutusten suuruus on puolestaan jonkin verran korkeampi kuin edellä viitatuissa tutkimuksissa. Tuloksemme eivät kuitenkaan eroa niistä tilastollisesti, ja vaikutusten suuruus luulta-

vasti yleistyy melko hyvin ainakin muille Suomen kaupunkiseuduille.

Etätyön vaikutuksesta kasautumishyötyihin on vasta vähän tutkimusta, ja pääosa siitä on teoreettista. Kirjallisuudessa on havaittu kolme tapaa, joiden kautta etätöiden lisääntyminen voi vaikuttaa kasautumishyötyihin. Etätöiden lisääntymisen seurauksena saavutettavuuden vaimenemisparametri voi muuttua, esimerkiksi jos ruuhkat vähenevät, tuottavuuden kasautumisjousto voi muuttua tai itse kasautumisen määrä voi muuttua, jos työntekijät ovat vähemmän aikaa toimistolla. Kasautumisen eri mekanismit vaikuttavat näihin eri tavalla, ja vaikutustiedon puute eri mekanismien merkityksestä kasautumishyötyihin hankaloittaa arvioita siitä, kuinka suuri merkitys etätyön lisääntymisellä voi olla kasautumishyötyihin. Vaikutuksen suunta on myös epäselvä, sillä jotkut etätyön aspektit voivat kasvattaa kasautumishyötyjä, esimerkiksi jos työmatkakustannukset pienenevät, ja jotkut vähentää niitä, jos esimerkiksi työntekijöiden kasvokkaiset tapaamiset vähenevät.

Tuloksilla on vaikutusta liikennehankkeiden hankearviointiin. Ensivaiheessa hankearvioinneissa tulisi arvioida matka-aikajakauma niistä matkoista, joihin hanke vaikuttaa, jotta voidaan tunnistaa, onko hankkeella merkittäviä kasautumisvaikutuksia. Jos hankkeella on kasautumisvaikutuksia, suositellaan niitä arvioitaviksi tämän tutkimuksen tulosten perusteella. Arviointi edellyttää, että käytössä on aluekohtainen työpaikkamääräennus-

te ja kulkutavanvalintamalli, jolla voidaan ennustaa eri kulkumuotojen käyttöä, matka-aikoja ja matkojen rahallisia kustannuksia.

Tulosten perusteella työntekijöiden palkka kasvaa saavutettavuuden kasvaessa, ja tästä palkan kasvusta maksettavat verot ja mahdollisesti veronluonteiset maksut voitaisiin ottaa mukaan omana eränään hankearvioinnin kannattavuuslaskelmaan. Palkan kasvu voidaan arvioida laskemalla liikennehankkeen aiheuttama saavutettavuuden muutos tässä tutkimuksessa käytetyllä saavutettavuusmittarilla ja hyödyntämällä tutkimuksessa arvioimamme joustoja ja alueiden palkkatietoja. Verotulojen lisäyksen arviointia varten tulisi ohjeistaa, miten alueiden työntekijöiden marginaaliveroprosentit tulee laskea arviointia varten esimerkiksi tilanteissa, joissa käytettävissä on vain alueen palkkasumma.

Liikennehankkeen seurauksena työntekijöiden palkka voi kasvaa myös muiden kanavien kautta kuin työpaikkojen saavutettavuuden lisääntymisen takia. Liikennehankkeilla voi olla vaikutuksia esimerkiksi työllistymiseen ja siten talouden palkkasummaan ja veroihin. Ihanteellisessa tilanteessa myös näiden muiden kanavien kautta kasvavat verotulot tulisi ottaa huomioon hankearvioinnin kannattavuuslaskelmassa. Olisikin tarpeellista tutkia tarkemmin myös kohtaannon paranemisesta mahdollisesti seuraavaa palkan kasvua ja tästä maksettavien verojen määrää, jotta hyödyt, joita ei nykyään huomioida kannattavuuslaskelmassa, saataisiin arviointiin mukaan.

Yhteenveto suosituksista jatkoon

1. (Prosessin kehittäminen) Tunnistetaan hankearvioinneissa, tuottaako hanke kasautumishyötyjä esittämällä matkojen, joihin hanke vaikuttaa, ajallinen jakauma. Kasautumishyötyjen määrä voidaan laskea tutkimuksessa esitetyllä tavalla, mutta niitä ei voida lisätä kannattavuuslaskelmaan hyödyiksi.
2. (Lisäselvitys) Laaditaan esimerkkilaskelmat valituista hankkeista kasautumisvaikutusten suuruusluokan tunnistamiseksi. Samalla voidaan verrata kasautumisvaikutuksia muihin käyttäjähyötyihin.
3. (Lisäselvitys) Selvitetään mahdollisuus sisällyttää ulkoisvaikutuksiksi katsottavat vero- ja veronluonteiset maksut kannattavuuslaskelmaan. Tämä vaatii erityisesti laskentaan yleisesti saatavilla olevien aineistojen selvittämistä ja marginaaliveroprosentin arvioimisen ohjeistamista.
4. (Tutkimus) Selvitetään kaikkien kasautumismekanismien kautta syntyvää palkkavaikutusta, jotta kaikki hyödyt, joita ei nykyään huomioida kannattavuuslaskelmassa, saataisiin arviointiin mukaan.

Liitteet

A Kuvat ja taulukot

Taulukko A1 Työntekijätason tulokset kaikille, jääjille, muuttajille ja niille, joiden toimipaikka muuttaa sijaintiaan

	(1) OLS, kaikki	(2) OLS, kaikki	(3) OLS, jääjät	(4) OLS, muut- tajat	(5) FE, kaikki	(6) FE, jääjät	(7) FE, muut- tajat	(8) FE, toimi- paikan muutto	(9) FE, IV, kaikki	(10) FE, IV, jääjät	(11) FE, IV, muut- tajat	(12) FE, IV, toimi- paikan muutto
Log(saavutettavuus)	0,158 ***	0,099 ***	0,114 ***	0,092 ***	0,066 ***	-0,170 ***	0,064 ***	0,043 ***	0,066 ***	-0,333 ***	0,064 ***	0,045 ***
	(0,020)	(0,013)	(0,012)	(0,015)	(0,007)	(0,061)	(0,006)	(0,014)	(0,007)	(0,078)	(0,007)	(0,014)
Työntekijätason kiinteät vaikutukset	Ei	Ei	Ei	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Kontrollit	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Havaintojen lkm	817 704	817 704	273414	544 290	817 704	273 414	544 290	106 386	817 704	273 414	544 290	106 386

Taulukossa tehdään yhtälön (4) mukaiset estimoinnit kaikille työntekijöille, jääjille, muuttajille ja niille, joiden sijainti muuttuu toimipaikan muuton takia. Analyysissä tarkastellaan niitä, jotka ovat töissä tarkastelualueella vuosina 2013 ja 2019. Estimoinneissa on huomioitu seuraavat työntekijäkohtaiset taustatekijät: koulutustaso (neljä kategoriala), sukupuoli, koulutusala (yksinumerotason), kotitalouden koko (1, 2, 3, 4+), ikä ja ikä toiseen, toimiala sekä ln(toimipaikan etäisyys centroidiin). Lisäksi on lisätty vuositaso kiinteät vaikutukset. Keskivirheet on klusteroitu vuosien 2013 ja 2019 aluetasolla (250 euf-tasolla). FE regressioissa on lisätty työntekijätason kiinteät vaikutukset. * p < 0,10, ** p < 0,05, *** p < 0,01.

Taulukko A2 Toimipaikkatason tulokset kaikille, jääjille ja muuttajille

	(1) OLS, kaikki	(2) OLS, kaikki	(3) OLS, jääjät	(4) OLS, muut- tajat	(5) FE, kaikki	(6) FE, jääjät	(7) FE, muut- tajat	(8) FE, IV, kaikki	(9) FE, IV, jääjät	(10) FE, IV, muut- tajat
Log(saavutettavuus)	0,042 ***	0,031 ***	0,019 **	0,056 ***	0,026	0,144	0,028	0,022	-0,026	0,027
	(0,010)	(0,008)	(0,009)	(0,013)	(0,023)	(0,139)	(0,023)	(0,023)	(0,188)	(0,023)
Toimipaikkatason kiinteät vaikutukset	Ei	Ei	Ei	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Kontrollit	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Havaintojen lkm	56 524	56 040	34 536	21 504	56 524	34 872	21 652	56 524	34 872	21 652

Taulukossa tehdään yhtälön (4) mukaiset estimoinnit toimipaikkatasolla kaikille toimipaikoille, jääjille ja muuttajille. Analyysissä tarkastellaan toimipaikkoja, jotka sijaitsevat tarkastelualueella vuosina 2013 ja 2019. Estimoinneissa on huomioitu seuraavat toimipaikkakohtaiset taustatekijät: naisten osuus, eri koulutustaustojen osuus (10 kategoriala), eri ikäryhmien osuudet (5 kategoriala), henkilöstön keski-ikä, yritysomainen kokemus, koulutustaso (vuosissa), toimipaikan toimiala (vain OLSissa) sekä ln(etäisyys centroidiin). Lisäksi on lisätty vuositaso kiinteät vaikutukset. Keskivirheet on klusteroitu vuosien 2013 ja 2019 aluetasolla (250 euf-tasolla). FE regressioissa on lisätty toimipaikkatason kiinteät vaikutukset. * p < 0,10, ** p < 0,05, *** p < 0,01.

Taulukko A3 Herkkystarkastelut toimipaikkatasolla

	(1) OLS	(2) OLS	(3) FE	(4) FE, IV
Paneeli A. Pienempi vähenemisparametri				
Log(saavutettavuus)	0,055 *** (0,013)	0,040 *** (0,011)	0,035 (0,030)	0,030 (0,030)
Paneeli B. Suurempi vähenemisparametri				
Log(saavutettavuus)	0,033 *** (0,008)	0,025 *** (0,006)	0,020 (0,018)	0,017 (0,018)
Paneeli C. Vähenemisparametri 0,336				
Log(saavutettavuus)	0,034 *** (0,008)	0,026 *** (0,007)	0,021 (0,019)	0,018 (0,019)
Paneeli D. Vähenemisparametri 0,4232 (Blomqvist ym., 2021)				
Log(saavutettavuus)	0,029 *** (0,007)	0,023 *** (0,006)	0,017 (0,016)	0,015 (0,016)
Paneeli E. Käänteinen funktio				
Log(saavutettavuus)	0,055 *** (0,007)	0,064 *** (0,006)	0,007 (0,009)	0,005 (0,010)
Työntekijätason kiinteät vaikutukset	Ei	Ei	Kyllä	Kyllä
Kontrollit	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Havaintojen lkm	56 966	56 257	56 524	56 524

Taulukossa tehdään yhtälön (4) mukaiset estimoinnit toimipaikkatasolla muuttamalla saavutettavuusmittaria (herkkyyssparametria tai funktiomuotoa). Analyysissä tarkastellaan toimipaikkoja, jotka sijaitsevat tarkastelualueella vuosina 2013 ja 2019. Estimoinneissa on huomioitu seuraavat toimipaikkakohtaiset taustatekijät: naisten osuus, eri koulutustaustojen osuus (10 kategorialla), eri ikäryhmien osuudet (5 kategorialla), henkilöstön keski-ikä, yrityskohtainen kokemus, koulutustaso (vuosissa), toimipaikan toimiala (vain OLSissa) sekä ln(etäisyys centroidiin). Lisäksi on lisätty vuositasoin kiinteät vaikutukset. Keskivirheet on klusteroitu vuosien 2013 ja 2019 aluetasolla (250 euf-tasolla). FE regressioissa on lisätty toimipaikkatasoin kiinteät vaikutukset. * p < 0,10, ** p < 0,05, *** p < 0,01.

B Kasautumisvaikutusten estimointi kontrollifunktio-menetelmällä

B.1 Tuottavuuden estimointi: Identifiointi ja estimointi

Kasautumisen vaikutus toimipaikkojen tuottamaan arvonlisään on tärkeä arvioida siten, että toimipaikan havaitsematon tuottavuus ei aiheuta harhaa tuotannontekijöiden ja kasautumisen joustoestimaatteihin. Parhaiten tähän tarkoitukseen soveltuu ns. kontrollifunktio-menetelmä (esim. Akerberg ym., 2015), kuten Graham ja Gibbons (2019) kasautumisvaikutusten estimointia käsittelevässä tutkimuksessaan toteavat. Kontrollifunktio-menetelmä perustuu yrityksen tuotantoa koskevien päätösten ja toimipaikan toimintaympäristöä koskevien oletusten tekemiseen ja niiden avulla havaitsemattoman tuottavuuden vaikutuksen kontrolloimiseen. Kasautumisvaikutuksen estimointi edellyttää oletusta myös siitä, riippuuko kasautumisen vaikutus toimipaikan aiemmin saavuttamasta tuottavuuden tasosta.

Kasautumisjousto β_A estimoidaan osana Cobb-Douglas-muotoista jalostusarvon tuotantofunktiota

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_A a_{it} + \beta_K k_{it} + \beta_L l_{it} + \omega_{it} + \varepsilon_{it} \quad (B1)$$

jossa, yrityksessä i ajanhetkellä t , y_{it} on jalostusarvon logaritmi, a_{it} on saavutettavuuden logaritmi, k_{it} on käyttöpääoman logaritmi, l_{it} on työpanoksen logaritmi, ω_{it} on tuottavuus ja ε_{it} on virhetermi. Tuottavuus ω_{it} kehittyi ensimmäisen asteen Markov-prosessina

$$\omega_{it} = E(\omega_{it} | \omega_{it-1}) + \xi_{it} = g(\omega_{it-1}) + \xi_{it} \quad (B2)$$

jossa $g(\omega_{it-1})$ on epäparametrinen funktio ajanhetken $t-1$ tuottavuudesta ja ξ_{it} on yrityksen päätöksentekijän ajassa t havaitsema tuottavuussokki. Virhetermi ε_{it} , joka voidaan tulkita myös tuottavuussokkina, on havaitsematon yrityksen päätöksentekijälle ajassa t .

Saavutettavuus ja käyttöpääoma määräytyvät ajanhetkellä $t-1$ mm. kyseisen ajanhetken tuottavuudesta ω_{it-1} riippuvaisena. Työpanoksen määrää voidaan muuttaa vielä ajanhetkellä t , kun yrityksen päätöksentekijä on havainnut tuottavuuden tason ω_{it} .

Yhtälön estimoinnissa on monia haasteita. Ongelmat juontavat juurensa siitä, että tuottavuus ω_{it} on havaitsematon, mutta se vaikuttaa yrityksen tuotantopanosten tasoon, ja siitä, että tehokas tiheys voi myös vaikuttaa havaitsemattomaan tuottavuuteen. Näiden ongelmien ratkaisemiseksi on kehitetty useita estimointimenetelmiä (Levinsohn & Petrin, 2003; Wooldridge, 2009; Akerberg ym., 2015; Rovigatti & Mollisi, 2018). Nämä ns. kontrollifunktio-menetelmät ovat tällä hetkellä edistyneimpiä tuotantofunktio-estimointimenetelmiä, ja esimerkiksi Graham ym. (2009) käyttävät niitä Isoa-Britanniaa koskevassa arviointityössään.

Tuotantofunktion parametrien identifiointi edellyttää, että tuotannontekijöiden riippuvuutta tuottavuudesta kontrolloidaan. Identifioinnin haasteita ja ratkaisuja on pohdittu ns. kontrollifunktio- tai proxy-muuttujakirjallisuudessa (esim. Olley & Pakes, 1996; Levinsohn & Petrin, 2003; Akerberg ym., 2015). Näillä menetelmillä havaitsematon tuottavuus ratkaistaan ns. kontrollifunktion tai proxy-muuttujan avulla. Edellä mainittujen tuotantopäätösten ajoitusta koskevien oletusten lisäksi oletetaan, että yritys käyttää tuotannontekijää¹², jonka kysyntä on tuottavuudessa monotonisesti kasvava, ja että tuottavuus on ainoa havaitsematon tekijä¹³, joka yritysten välisiä eroja kyseisen tuotannontekijän kysynnässä selittää. Tässä työssä estimointimenetelmänä on Akerberg ym. (2015) ja ns. proxy-muuttujana aine- ja tarvikekysyntä.

B.2 Aineisto

Tuotantofunktioiden estimointiin käytetään tilinpäätösaineistoa vuosipareilta 2012–2013 ja 2018–2019 sekä vuosien 2012 ja 2018 viimeisille päiville laskettuja saavutettavuuslukuja. Yritysten tuotantoa mitataan jalostusarvolla. Käyttöpääomaa mitataan kiinteistöjen, koneiden ja kaluston sekä muun käyttöomaisuuden arvona. Työpanosta mitataan palkansaajien henkilötyövuosina. Jalostusarvo, käyttöpääoma ja aine- ja tarvikekäyttö deflatoidaan Tilastokeskuksen laskemilla deflaattoreilla.

Sijaintitietojen oikeellisuuden vuoksi analyysiaineistoon sisällytetään vain yksitoimipaikkaiset yritykset. Poikkeaviksi yritys-vuosi -havainnoiksi on määritelty havainnot, joissa deflatoitu aine- ja tarvikekäyttö / deflatoitu jalostusarvo, henkilötyövuodet / deflatoitu jalostusarvo tai deflatoitu käyttöpääoma / deflatoitu jalostusarvo on alle 1 tai yli 99 prosenttiin. Poikkeavia havaintoja ei käytetä

tuotantofunktioiden estimoinnissa, kuten ei myöskään havaintoja, joissa joku tarvittavista muuttujista puuttuu. Tuotantofunktiot estimoidaan toimialaluokituksen (TOL 2008) ns. kirjantasolla.

B.3 Tulokset ja keskustelua

Kasautumisjoustoestimaatin tulkinta: Kasautumisjousto 0.0X tarkoittaa sitä, että tehokkaan tiheyden kasvu 1 prosentilla johtaa tuotannon arvon nousuun X prosentilla. Vastaavasti jos kasautumisjousto on negatiivinen, tehokkaan tiheyden kasvu johtaa tuotannon arvon laskuun.

Kasautumisjoustoestimaatit ovat monille (toimi)aloille itseisarvoltaan epärealistisen suuria ja/tai tilastollisesti epämerkitseviä. Syitä voi olla useita, esimerkiksi:

1. **Aineiston rajaaminen yksitoimipaikkaisiin yrityksiin.** Saavutettavuuden merkitys voi olla yksi (hyvin monista) syistä, miksi jotkut yritykset ovat monitoimipaikkaisia.

2. **Oletus, että vuodet 2013 ja 2019 ovat peräkkäiset.** Koska välistä jää pois viisi vuotta, tuottavuusprosessi estimoituu epätarkemmin, ja instrumentit ovat heikompia.
3. **Työpanoksen mittaaminen työntekijöiden henkilötyövuosina.** Kasautumisen seurauksena yritykset saattavat palkata parempia työntekijöitä, minkä vaikutus jalostusarvoon näkyy kasautumisjoustona.
4. **Saavutettavuuden ja tuottavuuden välinen negatiivinen tai positiivinen korrelaatio.** Jos hyvä saavutettavuus mahdollistaa matalan tuottavuuden yritysten toiminnan, korrelaatio on negatiivinen ja kasautumisjoustoestimaatti on harhainen alaspäin. Jos hyvä saavutettavuus johtaa esim. korkeampiin tilavuokriin ja tiukempaan kilpailuun, matalan tuottavuuden yritykset siirtyvät heikoman saavutettavuuden sijainneille. Tällöin korrelaatio on positiivinen ja kasautumisjoustoestimaatti on harhainen ylöspäin. Edellä mainittujen korrelaatioiden ja harhojen toteutuminen riippuu

Taulukko B1 Kasautumisen vaikutus tuottavuuteen: Toimipaikkatasoiset ja toimialakohtaiset tulokset kontrollifunktiomenetelmällä

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
Käyttöpääoma	0,0420 (0,0624)	0,565*** (0,216)	0,293 (0,392)	0,239*** (0,0625)	0,168*** (0,0642)	0,131*** (0,0437)	0,0580 (0,0483)	0,0759*** (0,0278)	0,0875 (0,0539)	0,186*** (0,0642)	0,125* (0,0653)	0,0200 (0,0619)	0,127*** (0,0410)	0,0582 (0,0462)	0,144** (0,0619)
Saavutettavuus	-0,0111 (0,176)	0,283 (0,764)	0,274 (0,488)	0,254** (0,127)	0,175 (0,128)	0,00164 (0,103)	-0,115 (0,128)	-0,0362 (0,119)	0,0431 (0,279)	0,496** (0,235)	-0,0753 (0,196)	-0,161 (0,598)	0,102 (0,142)	0,167 (0,158)	-0,00728 (0,425)
Työpanos	0,870*** (0,327)	0,402 (0,513)	0,437 (0,847)	0,280 (0,208)	0,0307 (0,446)	0,668*** (0,139)	0,742*** (0,194)	0,901*** (0,102)	1,020*** (0,276)	0,0766 (0,413)	0,355 (0,314)	0,928 (0,701)	0,635*** (0,0778)	0,743*** (0,198)	0,0463 (0,427)
Toimiala	C	D	E	F	G	H	I	J	L	M	N	P	Q	R	S
Havaintojen lkm	760	10	26	1 106	2 671	1 062	661	610	145	1 451	648	143	346	205	315

Taulukossa tehdään yhtälön (B1) mukaiset estimoinnit toimipaikka- ja toimialatasolla kontrollifunktiomenetelmällä. Tuotantofunktioiden estimointiin käytetään tilinpäätösaineistoa vuosipareilta 2012–2013 ja 2018–2019. Yritysten tuotantoa mitataan jalostusarvolla. Käyttöpääomaa mitataan kiinteistöjen, koneiden ja kaluston sekä muun käyttöomaisuuden arvona. Työpanosta mitataan palkansaajien henkilötyövuosina. Jalostusarvo, käyttöpääoma ja aine- ja tarvikkeikäyttö deflatoidaan Tilastokeskuksen laskemilla deflaattoreilla. Sijaintitietojen oikeellisuuden vuoksi analyysiaineistoon sisällytetään vain yksitoimipaikkaiset yritykset. Poikkeaviksi yritys-vuosi-havainnoiksi on määritelty havainnot, joissa deflatoitu aine- ja tarvikkeikäyttö / deflatoitu jalostusarvo, henkilötyövuodet / deflatoitu jalostusarvo tai deflatoitu käyttöpääoma / deflatoitu jalostusarvo on alle 1 tai yli 99 prosenttiin. Poikkeavia havaintoja ei käytetä tuotantofunktioiden estimoinnissa, kuten ei myöskään havaintoja, joissa joku tarvittavista muuttujista puuttuu. Tuotantofunktiot estimoidaan toimialaluokituksen (TOL 2008) ns. kirjantasolla. * p < 0,10, ** p < 0,05, *** p < 0,01.

Toimialat: C Teollisuus, D Sähkö-, kaasua- ja lämpöhuolto, jäähdytysliiketoiminta, E Vesihuolto, viemäri- ja jätevesihuolto, jätetuolto ja muu ympäristön puhtaanapito, F Rakentaminen, G Tukku- ja vähittäiskauppa; moottoriajoneuvojen ja moottoripyörien korjaus, H Kuljetus ja varastointi, I Majointus- ja ravitsemistoiminta, J Informaatio ja viestintä, L Kiinteistöalan toiminta, M Ammatillinen, tieteellinen ja tekninen toiminta, N Hallinto- ja tukipalvelutoiminta, P Koulutus, Q Terveys- ja sosiaalipalvelut, R Taiteet, viihde ja virkistys, S Muu palvelutoiminta.

siitä, kuinka joustavasti yritykset vaihtavat sijaintiaan tai kuinka suurta yritysten vaihtuvuus on.

Lisäksi on hyvä huomata, että koska tuotantofunktion selitettävä muuttuja on jalostusarvo (eikä tuotannon fyysinen määrä), kasautumisen vaikutus voi johtua myös muutoksista lopputuotteiden kysynnässä ja/tai yritysten välisessä kilpailussa lopputuotemarkkinoilla. Tällöin yrityksiin kohdistuvat negatiiviset kasautumisvaikutukset voivat kuitenkin olla positiivisia kuluttajan kannalta (esim. parantunut valinnan mahdollisuus, alhaisemmat hinnat).

C Työpaikkojen välisen saavutettavuuden kasvusta johtuvien verotulomuutosten arviointi

Tutkimuksessa arvioitujen joustojen avulla voidaan arvioida saavutettavuuden kasvusta seuraava palkkojen kasvu alueittain. Alla on esitetty ohjeistus, kuinka kyseinen laskelma ja palkkojen kasvusta seuraava verotulojen muutos voidaan arvioida.

Arviota varten tarvitaan alueittain tiedot:

- Saavutettavuudesta ennen liikennehanketta ja liikennehankkeen jälkeen
 - Kulutapaosuudet aluepareittain ennen ja jälkeen hankkeen toteuttamisen
 - Matka-ajat aluepareittain ennen ja jälkeen hankkeen toteuttamisen
 - Liikkumiskustannukset aluepareittain ennen ja jälkeen hankkeen toteuttamisen
 - Matka-aikasäästöjen yksikköarvot eri kulkumuodoilla
 - Tässä työssä käytetyt arvot ovat autolle 7,92 €/tunti, joukkoliikenteelle 6 €/tunti, pyöräilylle 12,06 €/tunti ja kävelylle 4,2 €/tunti.
- Vaimenemisparametri
- Alueiden palkkasummasta
- Saavutettavuuden ja palkkojen välisestä joustosta
- Alueiden marginaaliveroprosentista

Tietojen avulla voidaan laskea alueen palkkasumman muutos seuraavalla kaavalla:

$$\Delta Y_z = Y_{t+1,z} - Y_{t,z} = Y_{t,z} \left(\frac{A_{t+1,z}}{A_{t,z}} * \partial - 1 \right)$$

jossa $Y_{t,z}$ on alueen z palkkasumma ennen liikennehanketta, $A_{t,z}$ on alueen z saavutettavuus ennen liikennehanketta ja $A_{t+1,z}$ on alueen saavutettavuus liikennehankkeen jälkeen ja ∂ on tässä työssä estimoitu saavutettavuuden ja palkkojen välinen jousto. Saavutettavuudet lasketaan kuten tässä tutkimuksessa:

$$A_{t,z}(\delta) = \sum_{z'} N_{t,z'} \cdot \exp(-\delta \cdot gtc_{t,z,z'}),$$

$$gtc_{t,z,z'} = \sum_m w(m)_{t,z,z'} [c(m)_{t,z,z'} + d(m)_{t,z,z'} v(m)],$$

missä $N_{t,z'}$ on alueen z' työpaikkamäärä, δ vaimenemisparametri, $c(m)_{t,z,z'}$ kulkutavan m rahalliset kustannukset alueiden z ja z' välisellä matkalla, $d(m)_{t,z,z'}$ alueiden välinen matka-aika kulkutavalla m ja $v(m)$ matka-aikasäästön arvo kulkutavalla m .

Palkkasumman muutoksesta seuraava verotulojen muutos alueella z saadaan laskettua kaavalla

$$\Delta \tau_z = \Delta Y_z \cdot \rho_z$$

jossa ρ_z on alueen z marginaaliveroprosentti. Liikennehankkeiden aiheuttama verotulojen muutos on lopulta verotulojen muutoksen summa yli kaikkien alueiden

$$\Delta \tau = \sum_z \Delta \tau_z$$

Viitteet

- 1 Tarkasteluun valittiin Helsingin seutu siitä syystä, että kaupunkiseudulla on käytävissä Suomen mitta-kaavassa kehittynein liikenne-ennustemallijärjestelmä, jolla saavutettavuuden kehitystä on mahdollista tarkastella. Myös muilla kaupunkiseuduilla on omat erilliset liikenne-ennustemallijärjestelmänsä, mutta niillä tuotetut saavutettavuuskuvaukset eivät ole keskenään yhteismitallisia, mikä olisi hankaloittanut niiden hyödyntämistä tutkimuksessa.
- 2 Käytämme Tilastokeskuksen Tulonjakotilaston palkkatulot-muuttujaa, joka kuvaa bruttopalkkoja. Muuttuja sisältää rahapalkkaeriä, työsuhteeseen perustuvien kustannusten korvauksia ja luontoisedut.
- 3 Jätämme pois ne toimipaikat, joiden jalostusarvo saa negatiivisen arvon.
- 4 Tässä työssä hyödynnämme Helmet-mallilla tuotettua tietoa pääkaupunkiseudulta ja sen kehyskunnista: Espoo, Helsinki, Hyvinkää, Järvenpää, Kauniainen, Kerava, Kirkkonummi, Mäntsälä, Nurmijärvi, Pornainen, Sipoo, Siuntio, Tuusula, Vantaa ja Vihti.
- 5 Vaihtokurssi vuonna 2018 oli 1 DKK = 0,1338 € ja inflaatio Tanskassa vuosien 2010 ja 2018 välillä 0,95 %, joten vaimennusparametrin arvo vuoden 2018 euroissa on $-0,032 \cdot 1,095 / 0,1338 = -0,262$.
- 6 $0,043 = \ln(p) / \ln(2) \Leftrightarrow 0,043 \times \ln(2) = \ln(p) \Leftrightarrow \ln(2^{0,043}) = \ln(p) \rightarrow p = 2^{0,043} = 1,029805\dots$, eli tuottavuus kasvaa noin 3,0 %.
- 7 Emme kontrolloi tuottavuutta toimipaikan koolla, koska kasautuminen voi vaikuttaa siihen.
- 8 Tuloslaskelmassa on erikseen mainittu mm. henkilöstökulut (kuten palkat ja palkkiot), joten ne eivät sisälly liiketoiminnan muihin kuluihin.
- 9 Esimerkiksi Graham ja Gibbons (2019) toteavat, että kaupunkiseuduilla etäisyyden käänteisfunktion vaimenemisparametrina käytetään tyypillisesti yhtä. Graham, Gibbons ja Martin (2009) estimoivat linnuntie-etäisyyden vaimenemisparametriksi etäisyyden käänteisfunktiossa 1,122–1,818 riippuen toimialasta. Graham ja Melo (2011) estimoivat vaimenemisparametrin työmatkojen linnuntie-etäisyyden suhteen eksponenttifunktiossa olevan 0,0168–0,0394.
- 10 Helsingin seudun liikkumistutkimuksen 2018 kuvan 10 tietojen perusteella saa laskettua, että seudulla on noin 0,41 autoa per henkilö.
- 11 Helsingin seudun liikkumistutkimuksessa vuonna 2018 41 % vastaajista kertoi käyttävänsä autoa päivittäin tai lähes päivittäin.
- 12 Proxy-muuttujana käytettävän tuotannon tekijän ei tarvitse olla yksi estimoitavan tuotantofunktion tuotantopanoksista. Esimerkiksi aine- ja tarvikekäyttö ei ole jalostusarvon tuotantofunktion tuotantopanoksista, mutta se on yksi bruttotuotannon tuotantofunktion tuotantopanoksista.
- 13 Muita aine- ja tarvikekysyntää määrittäviä tekijöitä ovat havaitut käyttöpääoman ja työpanoksen määrä, mahdollisesti myös tuotannon ajanhetki.

Kirjallisuus

Akerberg, D. A., Caves, K. & Frazer, G. (2015). Identification Properties of Recent Production Function Estimators. *Econometrica*, 83(6), 2411–2451.

Andersson, M., Klaesson, J. & Larsson, J. P. (2016). How local are spatial density externalities? Neighbourhood effects in agglomeration economies. *Regional studies*, 50(6), 1082–1095.

Blomqvist, P., Kauhanen, A., Metsäranta, H. & Riukula, K. (2021). Selvitys tehokkaan tiheyden mittarista. *Traficommin tutkimuksia ja selvityksiä*, 8/2021.

Börjesson, M., Isacsson, G., Andersson, M. & Anderstig, C. (2018). *Agglomeration, productivity and the role of transport system improvements* (No. 2018: 16). CTS-Centre for Transport Studies Stockholm (KTH and VTI).

Börjesson, M., Isacsson, G., Andersson, M. & Anderstig, C. (2019). Agglomeration, productivity and the role of transport system improvements. *Economics of Transportation*, 18, 27–39.

Börjesson, M., Jonsson, R. D. & Lundberg, M. (2014). An ex-post CBA for the Stockholm Metro. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 70, 135–148.

Combes, P.-P., Duranton, G. & Gobillon, L. (2008). Spatial wage disparities: Sorting matters! *Journal of Urban Economics*, 63(2), 723–742.

Combes, P. P. & Gobillon, L. (2015). The empirics of agglomeration economies. In *Handbook of regional and urban economics*, 5, 247–348. Elsevier.

Donovan, S., de Graaff, T., de Groot, H. L. & Koopmans, C. C. (2022). Unraveling urban advantages – A meta-analysis of agglomeration economies. *Journal of Economic Surveys*.

Emanuel, N. & Harrington, E. (2023). Is Work-from-Home Working?. Liberty Street Economics.

Gibbons, S., Lyytikäinen, T., Overman, H. G. & Sanchez-Guarnier, R. (2019). New road infrastructure: the effects on firms. *Journal of Urban Economics*, 110, 35–50.

Graham, D. J. & Gibbons, S. (2019). Quantifying Wider Economic Impacts of agglomeration for transport appraisal: Existing evidence and future directions. *Economics of Transportation*, 19, 100121.

Graham, D. J., Gibbons, S. & Martin, R. (2009). Transport investment and the distance decay of agglomeration benefits. *Report to the Department of Transport*.

Graham, D. J., Gibbons, S. & Martin, R. (2010). The spatial decay of agglomeration economies: Estimates for use in transport appraisal (Final report). *Statistics*, October.

Graham, D. J. & Melo, P. C. (2011). Assessment of Wider Economic Impacts of High-Speed Rail for Great Britain. *Transportation Research Record*, 2261 no. 1, 15–24.

Haapamäki, T., Kauhanen, A., Laakso, S., Metsäranta, H., Ojanperä, M., Riukula, K. & Väänänen, T. (2020). *Kasautumisvaikutusten arvioinnin menetelmät liikennejärjestelmän kehittämisen vaikutustarkastelussa*. ETLA Raportti nro 101.

HSL (2020). *Helsingin seudun työssäkäyntialueen liikenne-ennustejärjestelmän kysyntämallit 2020*. HSL:n julkaisuja 6/2020.

Ivaldi, M., Quinet, E. & Ruiz Mejia, C. (2022). Agglomeration, Transport and Productivity: Evidence from Toulouse Metropolitan Area. *Available at SSRN 4168484*.

Knudsen, E. S., Hjorth, K. & Pilegaard, N. (2022). Wages and accessibility – Evidence from Denmark. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 158, 44–61.

Laakso, S., Kostianen, E. & Metsäranta, H. (2016). *Liikennehankkeiden laajemmat taloudelliset vaikutukset. Esiselvitys*. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 38/2016.

Laakso, S. & Metsäranta, H. (2017). *Liikennehankkeiden laajemmat taloudelliset vaikutukset Arviointimenetelmien kehittäminen ja soveltaminen Suomen oloihin*. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 34/2017.

Laird, J. & Tveter, E. (2021). Agglomeration under Covid.

- Lavoratori, K. & Castellani, D.** (2021). Too close for comfort? Microgeography of agglomeration economies in the United Kingdom. *Journal of Regional Science*, 61(5), 1002–1028.
- Leonardi, M. & Moretti, E.** (2022). *The agglomeration of urban amenities: Evidence from Milan restaurants* (No. w29663). National Bureau of Economic Research. American Economic Review: Insights (Forthcoming).
- Levinsohn, J. & Petrin, A.** (2003). Estimating Production Functions Using Inputs to Control for Unobservables. *The Review of Economic Studies*, 70(2), 317–341.
- Liikenne- ja viestintäministeriö** (2020). *Liikennejärjestelmän kehittämisen laajempien taloudellisten vaikutusten tarkastelukehikko*. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 2020:5.
- Liu, S. & Su, Y.** (2022). The Effect of Working from Home on the Agglomeration Economies of Cities: Evidence from Advertised Wages. Available at SSRN 4109630.
- Meekes, J. & Hassink, W. H. J.** (2023). Endogenous local labour markets, regional aggregation and agglomeration economies. *Regional Studies* 57, no. 1, 13–25.
- Melo, P. C., Graham, D. J. & Noland, R. B.** (2009). A meta-analysis of estimates of urban agglomeration economies. *Regional science and urban Economics*, 39(3), 332–342.
- Melo, P. C., Graham, D. J., Levinson, D. & Aarabi, S.** (2017). Agglomeration, accessibility and productivity: Evidence for large metropolitan areas in the US. *Urban Studies*, 54(1), 179–195.
- Metsäranta, H., Iikkanen, P., Ristikartano, J. & Reimi, P.** (2022). Tie- ja rautatieliikenteen hankearvioinnin yksikköarvojen määrittäminen vuodelle 2018. Väyläviraston julkaisuja 48/2020.
- Moretti, E.** (2021). The effect of high-tech clusters on the productivity of top inventors. *American Economic Review*, 111(10), 3328–3375.
- Olley, G. S. & Pakes, A.** (1996). The Dynamics of Productivity in the Telecommunications Equipment Industry. *Econometrica*, 64(6), 1263–1297.
- Parkhomenko, A. & Delventhal, M. J.** (2023). Spatial Implications of Telecommuting in the United States.
- Proost, S. & Thisse, J. F.** (2019). What can be learned from spatial economics?. *Journal of Economic Literature*, 57(3), 575–643.
- Rovigatti, G. & Mollisi, V.** (2018). Theory and practice of total-factor productivity estimation: The control function approach using Stata. *The Stata Journal*, 18(3), 618–662.
- Sun, X., Yan, S., Liu, T. & Wang, J.** (2023). The impact of high-speed rail on urban economy: Synergy with urban agglomeration policy. *Transport Policy*, 130, 141–154.
- Tveter, E., Laird, J. J. & Aalen, P.** (2022). Spatial aggregation error and agglomeration benefits from transport improvements. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 164, 257–269.
- Venables, A. J.** (2007). Evaluating urban transport improvements: cost–benefit analysis in the presence of agglomeration and income taxation. *Journal of Transport Economics and Policy (JTEP)*, 41(2), 173–188.
- Wooldridge, J. M.** (2009). On estimating firm-level production functions using proxy variables to control for unobservables. *Economics letters*, 104(3), 112–114.

ETLA



Elinkeinoelämän tutkimuslaitos

ETLA Economic Research

ISSN-L 2323-2447,
ISSN 2323-2447,
ISSN 2323-2455 (Pdf)

Kustantaja: Taloustieto Oy

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

Arkadiankatu 23 B
00100 Helsinki
