

Seppo Laakso
Heikki Metsäranta

Liikennehankkeiden laajemmat taloudelliset vaikutukset

Arviointimenetelmien kehittäminen ja soveltaminen Suomen oloihin



Seppo Laakso, Heikki Metsäranta

Liikennehankkeiden laajemmat taloudelliset vaikutukset

Arviointimenetelmien kehittäminen ja
soveltaminen Suomen oloihin

Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 34/2017

Liikennevirasto
Helsinki 2017

Kannen kuva: Ari Andersin / Vastavalo.net

Verkojulkaisu pdf (www.liikennevirasto.fi)

ISSN-L 1798-6656

ISSN 1798-6664

ISBN 978-952-317-439-9

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 0295 34 3000

Seppo Laakso ja Heikki Metsäranta: Liikennehankkeiden laajemmat taloudelliset vaikutukset. Arviointimenetelmän kehittäminen ja soveltaminen Suomen oloihin. Liikennevirasto, hanke-suunnitteluosasto. Helsinki 2017. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 37/2017. 67 sivua ja 1 liite. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-439-9.

Avainsanat: liikenne, hankkeet, taloudelliset vaikutukset, arviointimenetelmät, liikenneväylät

Tiivistelmä

Tämä selvitys koostuu analyyseistä ja esimerkkitarkasteluista laajempien vaikutusten arvioinnissa tarvittavien parametrien määrittämiseksi Suomen oloihin ja hankkeisiin. Selvityksessä tutkitaan tehokkaan tiheyden yhteyttä tuottavuuteen valtakunnallisesti ja pääkaupunkiseudulla. Tulosten mukaan tehokas tiheys selittää koko talouden tuottavuutta jouston ollessa suuruusluokkaa 0,1 (prosentin muutos tehokkaassa tiheydessä muuttaa tuottavuutta 0,1 prosenttia samaan suuntaan). Toimialoittain tarkasteluna yhteys on vahvin kaupan, liike-elämän palveluiden, informaation ja viestinnän sekä elintarvike- ja metalliteollisuuden toimialoilla, joissa joustot vaihtelevat välillä 0,1–0,25. Tuloksia tulkitaan siten, että toimialalle tai toimialaryhmälle estimoidusta joustosta puolet tulkitaan lyhyen aikavälin vaikutukseksi ja toinen puoli pitkän aikavälin vaikutukseksi.

Tehokkaalla tiheydellä mitattavan saavutettavuuden ja alueellisen työllisyyden välistä yhteyttä tarkastellaan suhteessa alueiden työikäisen väestön koulutustasoon. Tuloksen perusteella saavutettavuuden paraneminen liikenneinvestoinnin vaikutuksesta tai suuren työpaikkakesittymän kasvun seurauksena vaikuttaa voimakkaimmin heikoimmin koulutettujen työllisyyteen. Matkavastuksen tai matkakustannuksen muutos vaikuttaa myös alueiden väliseen pendelöintiin. Tulosten mukaan pendelöinti pääkaupunkiseudulle kasvaa nopeasti, kun etäisyys laskee alle 60 minuutin, pienempiin keskittymiin pendelöinnissä selvä käänne tapahtuu 30–50 minuutin etäisyydellä.

Esimerkkilaskelmilla on selvitetty, miten Suomen liikenneväylien hankearvioinnista saatavat tiedot mahdollistavat laajempien taloudellisten vaikutusten arvioinnin sekä millaista suuruusluokkaa nuo vaikutukset ovat. Esimerkkilaskelmissa on sovellettu Iso-Britannian liikennehallinnon ohjeistusta laajempien taloudellisten vaikutusten arviointiin ottamalla kasautumishyödyt (agglomeraatio), tuotannon muutokset epätäydellisesti kilpailuilla markkinoilla sekä kotitalouksien ja yritysten hyöty työvoiman tarjonnan lisäyksestä. Työpaikkojen vaihdosta johtuvia vaikutuksia ei ole mahdollista arvioida ilman maankäyttömallia.

Esimerkkilaskelmien tulosten perusteella väylähankkeilla voi olla niiden kannattavuuslaskelmaan verraten suhteellisen merkittäviä agglomeraatiohyötyjä ja työllisyyden kasvusta syntyviä hyötyjä. Hankearvioinneista ei toistaiseksi ole saatavissa tarvittavia lähtötietoja, mutta ne ovat pyydettyinä helposti tuotettavissa. Laskentamallien parametrien suomalaisten arvojen määrittämiseen ei vielä ole riittävää tietopohjaa.

Liikennejärjestelmän yhteyksistä aluetalouteen, yritysten sijoittumiseen ja tuottavuuteen, työmarkkinoihin, yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön tarvitaan paljon lisätietoa, jotta liikennejärjestelmää muuttavien merkittävien investointien laajempia vaikutuksia pystytään luotettavasti arvioimaan. Tässä työssä aloitettua tutkimusta tulisi jatkaa. Työn yhtenä päätelmänä ehdotetaan liikenteen ja maankäytön keskeisten toimijoiden rahoittamaa useampivuotista tutkimusohjelmaa.

Laajempien taloudellisten vaikutusten arviointi on perusteltua ottaa mukaan väyläinvestointien hankearvioinnin ohjeistukseen, mutta ei kuitenkaan osaksi kannattavuuslaskelmaa. Tähän ei kuitenkaan ole vielä valmiuksia tietopohjan riittämättömyyden takia. Perustutkimuksen ohella tulisi tehdä tarkempia esimerkkilaskelmia todellisilla hankkeilla siten, että hankkeista tuotetaan tarvittavat lähtötiedot liikenne- ja arviointimalleja käyttäen. Tietopohjan vahvistuttua laajempien taloudellisten vaikutusten arviointi on ensin ohjeistettava periaatetasolla hankearvioinnin yleisohjeessa. Tie-, rata- ja vesiväylähankkeiden tarkentavissa ohjeissa on sitten määritettävä tarkemmin muun muassa hankearvioinnista tuotettavat lähtöarvot ja laajempien taloudellisten vaikutusten arviointimallit. Laskentamallien toimintaympäristöparametrit (kuten joustot) on vuorostaan määritettävä ja päivitettävä osana hankearvioinnin yksikköarvojen julkaisua.

Seppo Laakso och Heikki Metsäranta: Bredare ekonomiska konsekvenser av trafikprojekt. Utvecklande av en bedömningsmetod och tillämpning på finska förhållanden. Trafikverket, projektplanering. Helsingfors 2017. Trafikverkets undersökningar och utredningar 34/2017. 67 sidor och 1 bilaga. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-439-9.

Sammanfattning

Denna utredning består av analyser och jämförelsestudier för att fastställa vilka parametrar som behövs vid bedömningen av de bredare ekonomiska konsekvenserna i finska förhållanden och projekt. I utredningen undersöktes sambandet mellan effektiv täthet och produktivitet på ett riksomfattande plan och i huvudstadsregionen. Enligt resultaten beskriver den effektiva tätheten den totala ekonomins produktivitet då elasticiteten är 0,1 (en procents ändring i den effektiva tätheten ändrar produktiviteten med 0,1 procent i samma riktning). Sett per verksamhetsområde är sambandet starkast inom handeln, affärslivets tjänster, information och kommunikation samt inom livsmedels- och metallindustrin, där elasticiteten varierar mellan 0,1 och 0,25. Resultaten tolkas så att hälften av den uppskattade elasticiteten anses ha kortsiktig effekt och den andra hälften långsiktig effekt på verksamhetsområdet eller verksamhetsområdesgruppen.

Sambandet mellan tillgänglighet och regional sysselsättning som mäts med effektiv täthet undersöks i relation till utbildningsnivån hos den arbetsföra befolkningen i området. Enligt resultaten har förbättrad tillgänglighet till följd av en trafikinvestering eller en stor tillväxt av ett arbetsplatskluster den största inverkan på sysselsättningsgraden hos individerna med lägst utbildningsnivå. Resmotståndet eller en ändring i resekostnaden inverkar också på pendlingen mellan olika områden. Enligt resultaten ökar pendlingen till huvudstadsregionen snabbt, då avståndet minskar till under 60 minuter. Till mindre kluster sker en tydlig förändring i pendlingen då avståndet är 30–50 minuter.

Man har med hjälp av exempelberäkningar studerat hur information som erhållits vid utvärderingen av finska trafikledsprojekt kan möjliggöra en bedömning av de bredare ekonomiska konsekvenserna samt beskriva omfattningen av dessa konsekvenser. I exempelberäkningarna har man tillämpat Storbritanniens trafikförvaltnings anvisningar för att bedöma de bredare ekonomiska konsekvenserna genom att beakta agglomerationseffekterna (stordriftsfördelar av urbanisering), produktionsändringarna på marknader med bristande konkurrens samt hushållens och företagets nytta av det ökade arbetskraftsutbudet. Konsekvenserna av arbetsplatsbyten kan inte bedömas utan en markanvändningsmodell.

Resultaten av exempelberäkningarna visar att trafikledsprojekt, i förhållande till sina lönsamhetskalkyler, kan ha relativt betydande agglomerationsfördelar och fördelar till följd av ökad sysselsättning. Tillsvidare har man inte erhållit nödvändiga ursprungsdata via projektutvärderingarna, men dessa fås snabbt fram vid behov. Det finns ännu inte tillräckligt med informationsunderlag för att fastställa finländska värden för beräkningsmodellernas parametrar.

Det behövs mycket mera information om transportsystemets samband med regional ekonomi, företagets lokalisering och produktivitet, arbetsmarknader, samhällsstruktur och markanvändning för att man ska kunna göra en tillförlitlig bedömning av de bredare konsekvenserna av betydande investeringar som ändrar transportsystemet.

Undersökningarna som inletts inom ramen för detta arbete borde få en fortsättning. En slutsats av arbetet är förslaget att centrala aktörer inom trafik och markanvändning tillsammans skulle finansiera ett flerårigt forskningsprogram.

Det är motiverat att ta med bedömningen av de bredare ekonomiska konsekvenserna i anvisningarna för projektutvärdering av trafikledsinvesteringar, men den behöver inte tas med i lönsamhetskalkylen. Eftersom informationsunderlaget ännu inte är tillräckligt, finns det ännu inte beredskap för detta. Utöver den grundläggande undersökningen borde det göras noggrannare exempelberäkningar för verkliga projekt genom att producera nödvändiga utgångsuppgifter om projekten med hjälp av trafik- och utvärderingsmodeller. Då informationsunderlaget har blivit bättre, ska anvisningar för bedömningen av de bredare ekonomiska konsekvenserna först göras upp på principnivå i de allmänna anvisningarna för projektutvärdering. I de detaljerade anvisningarna för väg-, järnvägs- och farledsprojekt ska därefter bl.a. utgångsvärdena som produceras vid projektutvärderingen och modellerna för bedömning av de bredare ekonomiska konsekvenserna definieras noggrannare. Parametrarna för verksamhetsmiljö i kalkylmodellerna (såsom elasticitet) ska för sin del fastställas och uppdateras i publikationen om projektutvärderingens enhetsvärden.

Seppo Laakso and Heikki Metsäranta: Wider economic impacts of transport projects. Development and application of appraisal techniques in Finnish conditions. Finnish Transport Agency, Project Planning Department. Helsinki 2017. Research reports of the Finnish Transport Agency 34/2017. 67 pages and 1 appendix. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-439-9.

Summary

This report consists of analyses and case studies for determining the parameters needed for appraising the wider impacts of transport projects in Finnish conditions. The report examines the link between effective density and productivity nationally and in the Capital Region. The results indicate that effective density explains the variation of the overall productivity of the economy with an elasticity in the region of 0.1 (1% change in effective density changes productivity by 0.1% in the same direction). In terms of different sectors, the relation is strongest in trade, business services, information and communications as well as the food processing and metal industries, where elasticities range between 0.1 and 0.25. The results are analysed on the basis that half of the estimated elasticity of a sector or an industry group is interpreted as short-term impacts and the other half as long-term impacts.

The link between accessibility, which is measured by effective density, and regional employment is analysed relative to the level of education of the region's working-age population. According to the results, an improvement in accessibility as a result of a transport investment or the growth of a major job hub has the greatest impact on the employment of people with lowest education level. A change in the generalised travel costs also affects commuting between regions. According to the results, commuting to the Capital Region increases rapidly when the journey time drops to less than 60 minutes, and there is a clear change in the likelihood of commuting to smaller towns when the journey time is between 30 and 50 minutes.

Calculation examples were drawn up to examine how information obtained from Finnish transport project appraisals could be used to appraise their wider economic impacts and the magnitude of the impacts. The examples are based on the UK Department of Transport's guidance on the appraisal of wider economic impacts by including the following factors: agglomeration economies, increased output in imperfectly-competitive markets and economic welfare benefits derived by households and businesses from improved labour supply. Impacts resulting from worker relocation cannot be appraised without a land use model.

The calculation examples show that transport projects can have significant agglomeration benefits and benefits arising from increased employment relative to their profitability. The required source data are currently not available from project appraisals but can be easily obtained. There is still not enough information available to determine Finnish parameters for the calculation models.

A lot more information is needed on the links between the transport system and regional economies, the location choices and profitability of businesses, the labour market, community structure and land use to be able to reliably appraise the wider impacts of major transport system investments. This study should be followed up by further research. One possibility would be to set up a multi-annual research programme funded by key transport and land use organisations.

The appraisal of wider economic impacts should be incorporated into the guidelines on transport project appraisals, although not into cost-benefit calculations. However, there is currently not enough information available to do this. In addition to basic research, more detailed calculation examples should be produced on the basis of real projects to obtain the necessary source data using transport and appraisal models. Once more information becomes available, the principles of appraising wider economic impacts should first be incorporated into the general project appraisal guidelines. The more detailed guidelines on road, rail and waterway projects should then be revised with more detailed descriptions of, for example, the source data to be produced by project appraisals and appraisal models for wider economic impacts. The operating environment parameters of the calculation models (such as elasticities) need to be determined and updated with each revision of the unit values used in project appraisals.

Esipuhe

Liikennehankkeiden laajempien vaikutuksen esiselvitys valmistui vuoden 2016 kesäkuussa. Tässä jatkoselvityksessä tehdään analyysyjä ja esimerkkitarkasteluja laajempien vaikutusten arvioinnissa tarvittavien parametrien määrittämiseksi Suomen oloihin ja hankkeisiin. Erityisesti keskitytään analysoimaan agglomeraatiovaikutuksia ja työmarkkinavaikutuksia.

Työn tavoitteena oli tehdä johtopäätökset nykyisistä valmiuksista laskea liikennehankkeiden laajempia taloudellisia vaikutuksia ja miten näiden vaikutusten arvioinnissa tulisi edetä kohden arviointiohjeistusta. Työn englanninkieliseen versioon pyydettiin kommentit kolmelta ulkomaiselta tutkijalta (liite 1). Kommentit koskivat vain tätä selvitystä, eivät vuonna 2016 valmistunutta esiselvitystä, joka sisälsi kirjallisuuskatsauksen alan tutkimukseen sekä eri maiden käytäntöihin laajempien vaikutusten arvioinnissa. Kommentit osoittivat, etteivät työssä käytetyt menetelmät ole vielä vietävissä arviointiohjeistukseen eikä Liikennevirasto tule käyttämään niitä liikennehankkeiden kannattavuutta arvioitaessa. Liikennevirasto on tunnistanut ilmiön olemassaolon, mutta laajempien taloudellisten vaikutusten arvioinnin teoreettisesta viitekehiksestä ja mallintamisesta ei ole vielä riittävää akateemista konsensusta. Liikennevirasto seuraa kansainvälisen tutkimuksen edistymistä ja pyrkii omalta osaltaan edistämään suomalaisten tutkijoiden osallistumista aihepiiriin kansainväliseen tutkimukseen.

Työn ovat laatineet Seppo Laakso Kaupunkitutkimus TA Oy:stä sekä Heikki Metsäranta Strafica Oy:stä. Liitteessä 1 esitetyt kommentit ovat antaneet professori Maria Börjesson (VTI Swedish National Road and Transport Research Institute), professori Mogens Fosgerau (University of Copenhagen, Department of Economics) ja professori Daniel Graham (Imperial College London, Centre for Transport Studies). Ohjausryhmään ovat kuuluneet Anton Goebel ja Taneli Antikainen Liikennevirastosta, Tuomo Suvanto LVM:stä ja Niko-Matti Ronikonmäki HSL:stä.

Helsingissä huhtikuussa 2018

Liikennevirasto
Hankesuunnittelu

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO	12
2	TUTKIMUSTULOKSIA LIIKENNEHANKKEIDEN LAAJEMMISTA VAIKUTUKSISTA	14
2.1	Merkitykselliset laajemmat vaikutukset eri hanketyypeissä	14
2.2	Kansainvälisen tutkimuksen näkemyksiä vaikutusarvioinnin kehittämistä.	16
2.3	Tehokas tiheys valtakunnallisena ja paikallisena käsitteenä.....	17
	Tehokkaan tiheyden käsite	17
	Tehokas tiheys Manner-Suomen seutukunta-aineistolla.....	19
2.4	Tuloksia tehokkaan tiheyden yhteydestä tuottavuuteen eri toimialoilla	20
	2.4.1 Aineistot	20
	2.4.2 Mallit	21
	2.4.3 Tuloksia toimialaryhmittäin	22
	2.4.4 Tuloksia toimialoilta	24
	2.4.5 Vertailuja muihin tutkimustuloksiin	25
	2.4.6 Johtopäätöksiä valtakunnallisten alue-aineistojen tuloksista.....	27
2.5	Tuloksia tehokkaan tiheyden yhteydestä tuottavuuteen pääkaupunkiseudulla	29
	2.5.1 Tehokas tiheys ja yritystoiminta pääkaupunkiseudulla: aineistot.....	29
	2.5.2 Työpaikkojen sijoittuminen tehokkaan tiheyden suhteen pääkaupunkiseudulla	30
	2.5.3 Mallit	31
	2.5.4 Estimointituloksia	31
	2.5.5 Johtopäätöksiä pääkaupunkiseudun aineiston tuloksista.....	34
2.6	Tuloksia tehokkaan tiheyden yhteydestä työllisyyteen.....	35
	2.6.1 Aineistot	35
	2.6.2 Mallit	36
	2.6.3 Estimointituloksia	36
	2.6.4 Johtopäätöksiä.....	39
2.7	Tuloksia saavutettavuuden ja työmatkakustannusten yhteydestä pendelöintiin ja työllisyyteen	39
	2.7.1 Mallit ja alueet.....	40
	2.7.2 Pendelöinti Etelä-Suomen työpaikkakeskittymiin	40
	2.7.3 Estimointituloksia	41
	2.7.4 Johtopäätöksiä.....	43
2.8	Liikenneinvestoinnin vaikutuksista yritysten kilpailuun	43
3	ESIMERKKILASKELMAT.....	44
3.1	Hanketyypit ja esimerkkihankkeiden valinta	44
3.2	Laskentaperiaatteet	46
	3.2.1 Laskentamallin valinta	46
	3.2.2 Kasautumishyödyn (agglomeraatio) määrittäminen.....	47
	3.2.3 Kilpailun lisääntymisestä johtuvan hyödyn määrittäminen.....	48
	3.2.4 Työvoiman tarjonnan kasvusta johtuvan hyödyn määrittäminen	49
	3.2.5 Työpaikan vaihdosta johtuvan hyödyn määrittäminen	50
3.3	Arviot esimerkkihankkeiden laajemmista taloudellisista vaikutuksista	52
	3.3.1 Tehokkaan tiheyden kasvusta johtuva tuottavuuden kasvu (WI1).....	52
	3.3.2 Kilpailun lisääntymisestä johtuva tuotannon kasvu (WI2).....	55
	3.3.3 Työvoiman tarjonnan kasvusta johtuva hyöty (WI3)	57

3.4	Havainnot ja päätelmät esimerkkilaskelmista	59
4	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	61
4.1	Yhteenvetoa tuloksista	61
4.1.1	Tutkimustuloksia.....	61
4.1.2	Esimerkkilaskelmia	61
4.2	Kehittämissuositukset.....	62
4.2.1	Soveltavan tutkimuksen jatkaminen ja syventäminen.....	62
4.2.2	Ohjeistuksen kehittäminen	64
	LÄHDELUETTELO	65
	LIITTEET	
Liite 1	Comments on the report	

1 Johdanto

Liikennehankkeiden laajemmilla taloudellisilla vaikutuksilla (Wider Economic Impacts - WEI) tarkoitetaan vaikutuksia, joita aiheutuu suorien käyttäjä- ja tuottajahyötyjen lisäksi. Taloustieteellisen tulkinnan mukaan laajemmat taloudelliset vaikutukset perustuvat siihen, että yksittäisen liikenteen käyttäjän hyöty liikennejärjestelmän muutoksesta ei välttämättä ole sama kuin yhteiskunnan hyöty. Laajemmat vaikutukset voivat kohdistua suoraan yritysten tuottavuuteen tai ne toteutuvat työ-, hyödyke-, maa- ja asuntomarkkinojen kautta. Kuljetuksissa saatava säästö alentaa tuotantokustannuksia ja parantaa tuottavuutta. Tuottavuus kasvaa, kun kaupungin koko tai tiheys kasvaa tai keskusten väliset yhteydet paranevat. Saavutettavuuden paraneminen laajentaa työmarkkina-alueita ja vaikuttaa työikäisen väestön työllistymiseen ja tulotasoon. Liikenneinvestoinnit mahdollistavat maankäytön kehittämisen hyvin saavutettavissa sijainneissa, ja tähän voi liittyä laajempia vaikutuksia suorien käyttäjä- ja tuottajahyötyjen lisäksi.

Liikennehankkeiden laajemmista vaikutuksista julkaistiin esiselvitys vuonna 2016 (Seppo Laakso, Eeva Kostiainen ja Heikki Metsäranta: Liikennehankkeiden laajemmat taloudelliset vaikutukset, Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 38/2016). Selvitys perustui alan tuoreeseen kansainväliseen tutkimuskirjallisuuteen sekä arvioinnin kehittämisen kärkimaisissa laadittuihin viimeaikaisiin arviointiohjeisiin.

Esiselvityksen johtopäätöksissä ehdotettiin, että laajempien vaikutusten arvioinnin kehittämisessä Suomen olosuhteisiin edetään seuraavasti:

1. Tehdään esimerkkilaskelmia laajempien vaikutusten arvioinnista erityyppisillä hankkeilla Suomessa.
2. Tehdään lisäselvityksiä ja esimerkkitarkasteluja laajempia vaikutusten arvioinnissa tarvittavien parametrien määrittämiseksi Suomen oloihin ja hankkeisiin.
3. Hankitaan lisätietoa saavutettavuuden ja maankäytön yhteyksistä Suomen eri kaupunkiseuduilla.
4. Laaditaan yleiskehikko väyläinvestointien laajempien taloudellisten vaikutusten arvioinnista.
5. Laajempien taloudellisten vaikutusten arviointiin tehdään erilliset tarkentavat ohjeet, kun riittävä tietopohja on saavutettu.

Tämän jatkoselvityksen tarkoituksena on tuottaa ehdotuksen mukaista konkreettista empiiristä tietoa ehdotuksen kahdesta ensimmäisestä kohdasta.

Selvitys koostuu analyyseistä ja esimerkkitarkasteluista laajempien vaikutusten arvioinnissa tarvittavien parametrien määrittämiseksi Suomen oloihin ja hankkeisiin. Erityisesti keskitytään analysoimaan agglomeraatiovaikutuksia ja työmarkkina-vaikutuksia. Tuloksia käytetään esimerkkilaskelmien laadinnassa laajempien vaikutusten arvioinnista erityyppisillä hankkeilla Suomessa. Laskelmissa hyödynnetään muiden maiden, erityisesti Ison Britannian, menetelmäohjeita. Laskentaparametreissa lähtökohtana ovat muualla sovelletut parametrit, joita täydennetään ja korvataan Suomen aineistoista estimoiduilla tuloksilla ja niihin perustuvilla laskentaparametreilla siltä osin kuin mahdollista.

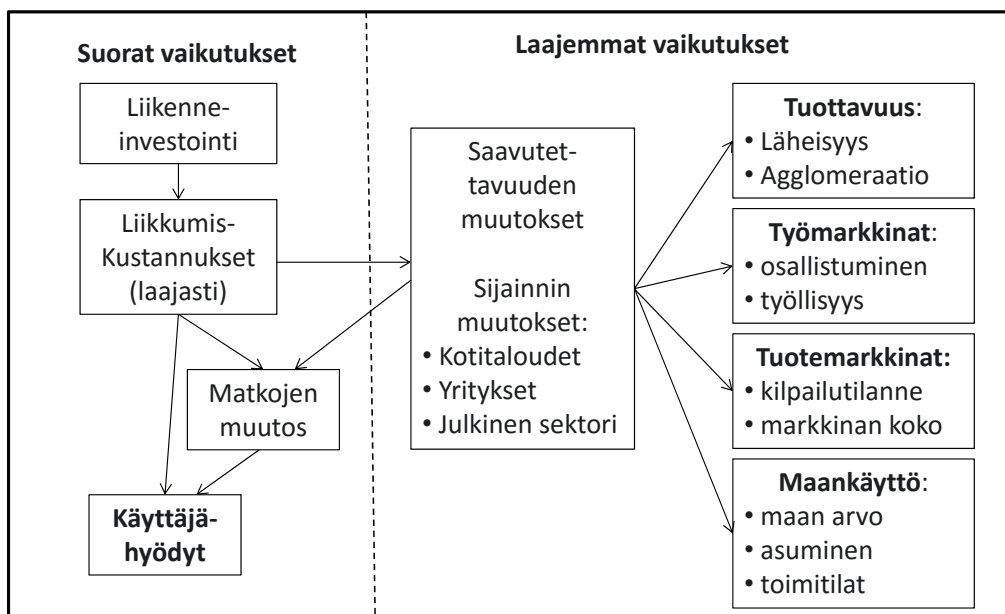
Tavoitteena on, että jatkoselvitysten tulosten perusteella voidaan laatia väyläinvestointien laajempien taloudellisten vaikutusten arvioinnin yleiskehikko, joka tässä vaiheessa kattaisi muut osat kuin saavutettavuuden ja maankäytön väliset yhteydet. Yleiskehikon pohjalta voidaan tehdä laajempien taloudellisten vaikutusten arviointiin erilliset tarkentavat ohjeet, kun riittävä tietopohja on saavutettu.

2 Tutkimustuloksia liikennehankkeiden laajemmista vaikutuksista

2.1 Merkitykselliset laajemmat vaikutukset eri hanketyypeissä¹

Laajemmat taloudelliset vaikutukset perustuvat siihen, että yhteiskunnan saama hyöty liikennejärjestelmän muutoksesta poikkeaa yksittäisen liikenteen käyttäjän kokemasta hyödystä. Silloin käyttäjähyötyjen summa ei kuvaa yhteiskunnallista kokonaisyhtyä, vaan osa niistä – laajemmat vaikutukset – jäävät summan ulkopuolelle.

Laajempia taloudellisia vaikutuksia voi ilmetä yritysten tuottavuudessa, työmarkkinoilla, hyödykemarkkinoilla sekä maa- ja asuntomarkkinoilla. Investointi vaikuttaa suoraan liikkumiskustannuksiin, jotka muodostavat itsessään käyttäjähyötyjen keskeisen osatekijän. Liikkumiskustannukset heijastuvat eri sijaintien saavutettavuuteen, mikä vaikuttaa yritysten, kotitalouksien ja julkisen sektorin sijainnivalintoihin ja edelleen maankäyttöön. Liikkumiskustannukset sekä muuttuva maankäyttö vaikuttavat liikkumiskäyttäytymiseen ja saavat aikaan matkojen muutoksia, jotka vaikuttavat käyttäjähyötyihin. Nämä vaikutukset sisältyvät lähtökohtaisesti yhteiskuntataloudelliseen hyöty-kustannuslaskelmaan. Liikenneinvestoinnista aiheutuvien laajempien vaikutusten mekanismia ja suhdetta käyttäjähyötyihin henkilöliikenteen näkökulmasta havainnollistetaan kuvassa 2.1.



Kuva 2.1 Liikenneinvestointien suorien ja laajempien vaikutusten mekanismit (Lähde: Laakso ym. 2017; alkuperäinen: Venables 2017).

¹ Perustuu raporttiin Laakso & Kostianen & Metsäranta 2016.

Saavutettavuusmuutosten aikaansaamat yritysten sijaintimuutokset voivat johtaa yrittäjäkeskittymien kasvuun ja tiivistymiseen. Tämä mahdollistaa kasautumishyödyt, joita syntyy läheisyyden takia lisääntyvästä yritysten ja niiden työntekijöiden kommunikaatioista ja vuorovaikutuksesta. Kasautumishyödyillä on tutkimusten mukaan positiivinen vaikutus yritysten tuottavuuteen, mutta vaikutukset vaihtelevat voimakkaasti toimialojen välillä. Kasautumishyödyt voidaan tulkita liikenneinvestoinnin ulkoisvaikutuksiksi, jotka saavat aikaan laajempia vaikutuksia, mutta eivät sisälly liikenteellisiin käyttäjähyötyihin.

Liikenneinvestointi voi aiheuttaa laajempia taloudellisia vaikutuksia myös työmarkkinoilla. Kun matka-aika ja samalla matkakustannukset pienenevät, yritysten saatavissa oleva työvoima lisääntyy ja toisaalta työvoimaan kuuluvien saavutettavissa olevien potentiaalisten työpaikkojen alue laajenee. Saavutettavuuden muutos johtaa työmarkkinoiden laajenemiseen. Tämä johtaa työvoiman tarjonnan lisääntymiseen ja tuotannon kasvuun, kun säästyvää matkustusaikaa voidaan käyttää enemmän tuotantoon. Työmarkkinoiden laajeneminen ja työmatkojen nopeutuminen johtavat myös työvoiman kysynnän ja tarjonnan sekä työntekijöiden osaamisen ja työnantajien osaamisvaatimusten parempaan kohtaamiseen, mikä lisää tuottavuutta.

Epätäydellisen kilpailun oloissa liikennehankkeet vaikuttavat myös tuotemerkkinoiden toimintaan. Useat tuotemerkkinoiden epätäydellisyydet voivat olla yhteydessä puutteelliseen perusrakenteeseen. Saavutettavuus ja kuljetuskustannukset vaikuttavat markkinoiden kokoon. Liikennehankkeiden vaikutukset tuotemerkkinoihin tulevat kahta kautta. Ensinnäkin hanke voi vaikuttaa yritysten tuotantokustannuksiin ja edelleen hintoihin ja tuotantomääriin. Toiseksi yritysten välinen kilpailu ja strateginen asemointi sijainnin, hinnoittelun ja tuotannon kautta voivat muuttua.

Liikenneinvestoinnit vaikuttavat maan arvoon ja siten myös asunto- ja toimitilamarkkinoihin. Saavutettavuuden parantuessa asuntojen arvon odotetaan nousevan erityisesti niissä sijainneissa, jotka tulevat investoinnin vaikutuksesta liikenteellisesti lähemmäksi työpaikka- ja palvelukeskittymiä. Saavutettavuuden paraneminen kapitalisoituu maan arvoon kaikissa sijainneissa, mutta suhteellisesti voimakkaimmin niillä alueilla, jotka tulevat kohtuullisen matka-aikaetäisyyden piiriin. Hintojen muutos vaikuttaa rakentamisen määrään sekä asuntojen ja toimitilojen tarjontaan.

Liikennehankkeiden erilaisuus edellyttää yhtenäistä tarkastelukehikkoa, jossa kuitenkin otetaan huomioon hankkeen tyyppi. Taulukossa 1 on hahmoteltu hankkeiden tyypittelyä ja esitetty erilaisten laajempien vaikutusten tyypillinen tai mahdollinen ilmeneminen erilaisissa hanketyypeissä.

Taulukko 2.1 Hankkeiden tyypittely ja laajemmat vaikutukset eri hanketyypeissä.

Hanke- tyyppi	Käyttäjä- hyödyt	Laajemmat vaikutukset				
		Agglome- raatio	Työ- markkinat	Teollisuus: tuotanto	Kilpailu	Maan- käyttö
Valtakun- nallinen rata	XXX	XX	XX	X	X	X
Valtakun- nallinen tie	XXX	X	XX	X	X	X
Paikallinen rata	XXX	XX	X			XXX
Paikallinen tie	XXX	X	X	X		XX
Paikallinen teollisuus- väylä	XXX			XXX		X

Valtakunnalliset rata- ja tiehankkeet voivat saada aikaan kaiken tyyppisiä laajempia vaikutuksia, koska hankkeet ovat suuria ja niistä aiheutuu merkittäviä suoria käyttäjähyötyjä. Paikallisilla ratahankkeilla on todennäköisesti voimakas vaikutus maankäyttöön, erityisesti asemaseuduilla tai koko raitiotievöhykkeellä. Paikalliset radat voivat myös vahvistaa keskeisiä asemaseutuja ja saada aikaan kasautumisvaikutuksia. Paikallinen tiehanke voi luoda edellytyksiä maankäytön kehittämiseksi taajamassa ja sen ympäristössä. Rata- ja tiehankkeet voivat laajentaa myös työmarkkinoita. Paikallisella teollisuusväylällä voi olla merkittävä vaikutus yhden tai usean teollisuuslaitoksen toimintaedellytyksiin.

2.2 Kansainvälisen tutkimuksen näkemyksiä vaikutusarvioinnin kehittämisestä

Liikenteen vaikutusarvioinnin kansainvälisessä tutkimuksessa on käsitelty viime vuosina aktiivisesti hankearvioinnin kehittämisen problematiikkaa, mm. OECD:n organisoimassa International Transport Forumissa. Vuoden 2015 kongressiin perustuvassa raportissa (ITF 2017) nostetaan esiin ajankohtaisia näkökulmia liikenteen hyötykustannusanalyysin ja laajempien vaikutusten arvioinnin ongelmista ja kehittämismahdollisuuksista.

Päätöksentekijät odottavat tuloksia konkreettisista vaikutuksista päätöksentekijöiden näkökulmista tärkeinä pidettäviin ilmiöihin, kuten työllisyyteen ja aluetalouden kasvuun, kun taas hyöty-kustannuslaskelmat tuottavat tietoa yhteiskuntataloudellisista hyödyistä ja kustannuksista valtakunnallisella tasolla. Tämä odotusten ja tuotettavan tiedon ristiriita aiheuttaa kritiikkiä arviointia kohtaan.

Hyöty-kustannuslaskelmat laaditaan rajattuun näkökulmaan perustuvilla laskentamalleilla, joissa sovelletaan määrättyillä kriteereillä tehtyjä oletuksia. Tämä rajoittaa sitä, mitä hyötyjä on mahdollista käsitellä ja mistä voidaan saada tuloksia. Lisäksi vakiintuneet hyöty-kustannusmallit eivät pysty käsittelemään liikenneinvestointien aikaansaamia yritystoiminnan, investointien, kotitalouksien ja työpaikkojen määrän ja

sijainnin muutoksia. Nämä rajoitukset edellyttävät monimuotoista arviointikokonaisuutta. Hyöty-kustannuslaskennan teoriaa ja käytäntöjä on tarvetta laajentaa ja syventää sekä kytkeä yhteen muiden päätöksenteon kriteerien kanssa.

ITF:n raportissa suositellaan hyöty-kustannusanalyysin kehittämistä erityisesti seuraavien periaatteiden mukaisesti:

Hyöty-kustannusanalyysia tulee laajentaa kattamaan ainakin matka-ajan ennustettavuuden hyödyt sekä keskeisimmät laajemmat vaikutukset, josta nostetaan esiin agglomeraatiovaikutukset sekä työvoiman tarjontavaikutukset. Laajemmat vaikutukset on perusteltua huomioida silloin, kun niiden voidaan odottaa olevan merkittäviä. Tämä on todennäköistä suurissa liikennehankkeissa, jotka käynnistävät maankäytön muutoksia sekä yritystoiminnan ja kotitalouksien sijainnin muutoksia.

Laajempien vaikutusten tutkimusta ja niiden vaikutusten laskentamallien kehittelyä tarvitaan edelleen. Suositeltavana lähestymistapana pidetään sitä, että arviot laajemmista vaikutuksista esitetään vakiintuneen hyöty-kustannuslaskelman rinnalla, mutta kuitenkin erillään. Laajojen ”kaiken kattavien” mallien soveltamiseen suhtaudutaan varauksellisesti.

Hyöty-kustannusanalyysiä pidetään tärkeänä osana päätöksentekoa, mutta sen rinnalla on perusteltua soveltaa myös muita lähestymistapoja ja näkökulmia. Hyöty-kustannusanalyysin rajoitukset sekä tehdyt oletukset tulee julkaista avoimesti. Johtopäätöksissä korostetaan myös aikaisempien vertailukelpoisten hankkeiden kvantitatiivinen ja kvalitatiivinen jälkikäteisarvioinnin hyödyllisyyttä, ja niiden todetaan tuottavan yleensä käyttökelpoista täydentävää tietoa päätöksenteolle.

2.3 Tehokas tiheys valtakunnallisena ja paikallisena käsitteenä

Saavutettavuus käsitteenä yhdistää alueiden välisen etäisyyden sekä niiden välisten yhteyksien määrän, joka riippuu alueilla sijaitsevien toimintojen ominaisuuksista ja volyyminä. Alueiden välisen liikenneyhteyden paraneminen tuo alueet ja niiden toiminnot lähemmäksi toisiaan ja mahdollistaa niiden väliset yhteydet helpommin ja taloudellisemmin. Toisaalta alueiden toiminnan volyymin kasvu luo potentiaalia alueiden välisten yhteyksien kasvulle. Eri toimijoiden ja toimintojen läheisyys tuo etuja sekä yritystoiminnalle ja kotitalouksille. Saavutettavuuden paraneminen mahdollistaa eri mekanismien välityksellä yritysten tuottavuuden kasvun. Kasautumis- eli agglomeraatiohyötyjä tarjoava saavutettavuuden paraneminen voi toteutua sekä alueiden kasvassa tiivistymällä tai laajenemalla tai eri alueiden välisten yhteyksien kehittymisen kautta. Kasautumishyödyiksi voidaan tulkita ne liikenneinvestointien ulkoisvaikutukset, jotka eivät sisälly liikenteellisiin käyttäjähyötyihin.

Tehokkaan tiheyden käsite

Tutkimusten (mm. Graham 2007; Venables 2017) tehokas tiheys on hyvin toimiva indikaattori saavutettavuuden ja yritysten tuottavuuden välisen yhteyden analyysiin. Tehokas (tai vaikuttava) tiheys (effective density) mittaa alueen saavutettavuutta oman ja muiden alueiden taloudellisen toiminnan massan sekä alueiden välisten etäisyyk-

sijainnin tehokkaaseen tiheyteen on sitä voimakkaampi mitä lähempänä keskittymä on ja toisaalta sitä voimakkaampi mitä suurempi keskittymä on.

Alueen i tehokas tiheys (TT_i) voidaan määritellä seuraavasti:

$$TT_i = \sum_j f(d_{ij})A_j ,$$

jossa d_{ij} on liikenne-etäisyys alueelta i kaikille muille alueille ($j=1,\dots,n$) ja A_j on kunkin alueen koko, jota voidaan mitata esimerkiksi esim. työpaikkamäärällä (Venables 2016). Etäisyyden suhteen laskeva funktio f painottaa alueiden A_j kontribuution alueen i tehokkaaseen tiheyteen. Kontribuutio on sitä suurempi, mitä suurempi alue on ja toisaalta sitä pienempi, mitä kauempana se sijaitsee liikenteellisesti.

Tässä tutkimuksessa sovelletaan tehokkaan tiheyden funktiomuotoa:

$$TT_i = \sum_j A_j / d_{ij}^B ,$$

jossa

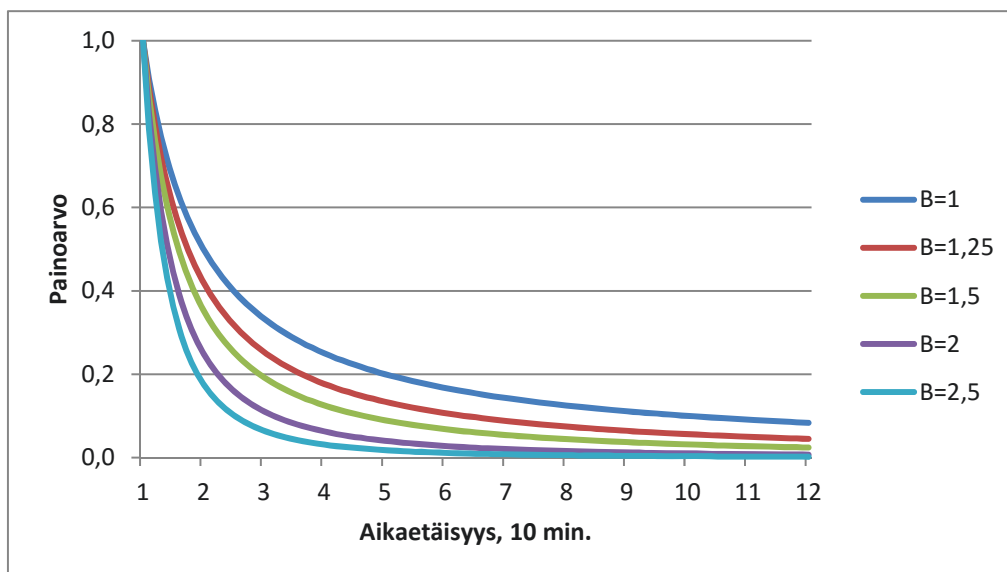
i, j = seutukunta tai kunta

A_i = seutukunnan tai kunnan työpaikkojen määrä

d_{ij} = seutukuntien tai kuntien keskuspaikkojen välinen etäisyys (d_{ii} = keskimääräinen sisäinen etäisyys)

B = kerroin joka määrittää, kuinka jyrkästi/loivasti etäisyyden vaikutus alenee. Mitä suurempi on kerroin B , sitä jyrkemmin vaikutus alenee etäisyyden kasvaessa. Tässä tutkimuksessa on sovellettu kertoimia $B= 1,25-2,5$.

Kertoimen B vaikutus eri etäisyyksillä sijaitsevien alueiden painoarvoon toiselle alueelle havainnollistuu kuvassa 2.2. Mitä suurempi on B -kerroin, sitä jyrkemmin muiden alueiden painoarvo alenee tarkasteltavan alueen tehokkaassa tiheydessä.



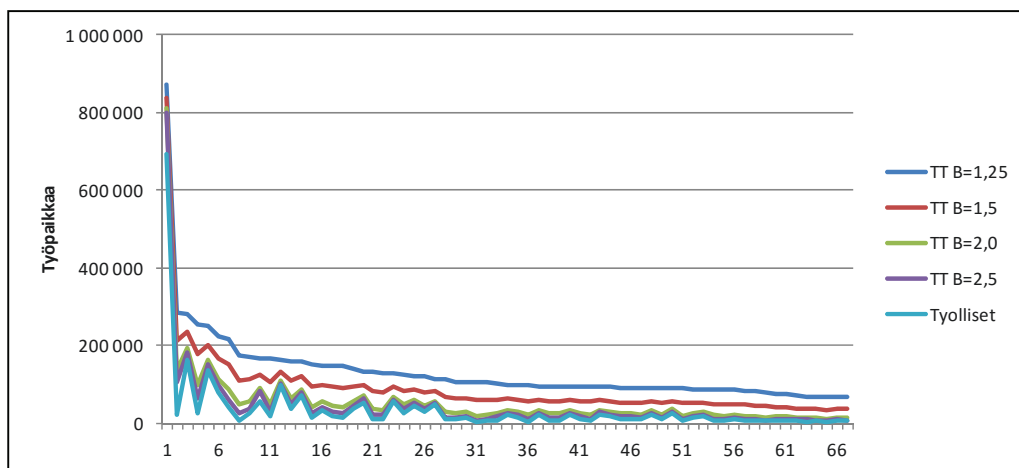
Kuva 2.2 Tehokas tiheys aikaetäisyyden mukaan eri B -arvoilla. Aikayksikkö 10 minuuttia.

Kertoimen B määrittämiseksi ei ole tutkimuskirjallisuudessa tarjolla yksiselitteistä kriteeriä. Ison Britannian laajempien vaikutusten laskentaohjeessa (DfT 2014) lähdetään oletuksesta, että kerroin voi erota toimialojen välillä. Tässä selvityksessä on estimoitu tuottavuuden ja tehokkaan tiheyden välistä yhteyttä selittäviä malleja **B:n eri arvoilla** (kuvan 2.2. vaihtoehtoista) ja valittu jatkoanalyysiin se arvo, jolla mallin tilastollinen selitysaste on korkein. Tuottavuuden selitysmalleissa on päädytty B:n arvoon 2,5, jota on sovellettu kaikille toimialoille. Työllisyyden selitysmallissa parhaaksi arvoksi todettiin 1,25.

Tehokas tiheys Manner-Suomen seutukunta-aineistolla

Tehokasta tiheyttä sovelletaan saavutettavuuden ja aluetalouden tuottavuuden välisen yhteyden tilastolliseen analyysiin osana liikennehankkeiden mahdollisten agglomeraatiovaikutusten analyysiä. Aluetasona käytetään Manner-Suomen seutukuntia vuonna 2014 (67 seutukuntaa). Alueen koon indikaattorina (A_j) on seutukunnan työpaikat vuonna 2014. Alueiden välisen etäisyyden indikaattorina (D_{ij}) on seutukuntien keskuspaikkojen välinen keskimääräinen ajoaika henkilöautolla².

Seutukuntien tehokas tiheys eri B-kertoimen arvoilla havainnollistuu kuviossa 2.3, jossa vaaka-akselilla on seutukunnan järjestysnumero pienimmän B-arvon (1,25) mukaisessa suuruusjärjestyksessä. Pystyakseli kuvaa seutukunnan tehokasta tiheyttä työpaikkamäärällä mitattuna. Mitä alempi B-arvo on, sitä laajemmin muille alueille kunkin alueen vaikutus ulottuu merkittävänä. Kaikilla B:n arvoilla Helsingin seutukunnan ja muiden suurten kaupunkiseutujen vaikutus tuntuu erityisesti niitä lähellä sijaitsevilla seutukunnissa ja nostaa niiden tehokasta tiheyttä. Korkeilla B:n arvoilla suurten kaupunkien vaikutus tuntuu merkittävänä muutaman kymmenen kilometrin etäisyydellä, mutta alhaisilla B:n arvoilla yli 100 km:n päähän.

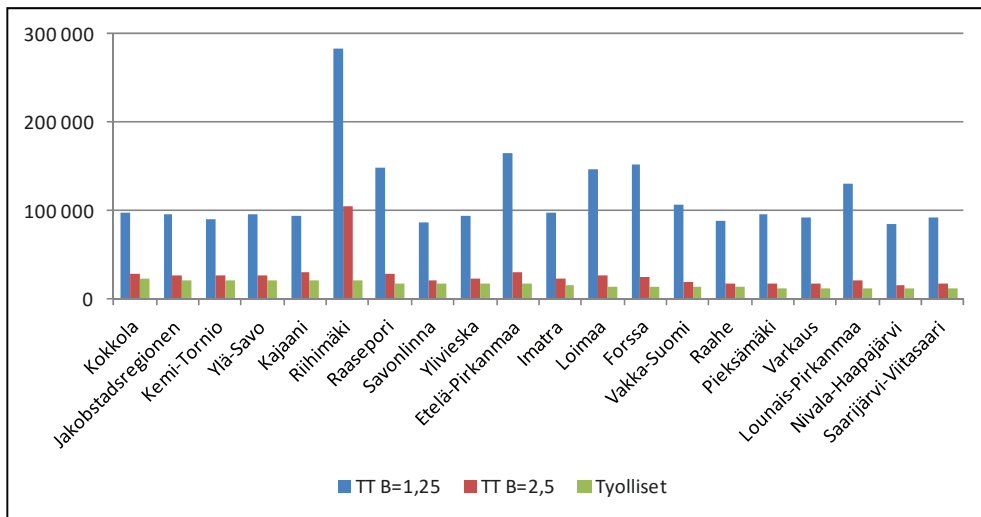
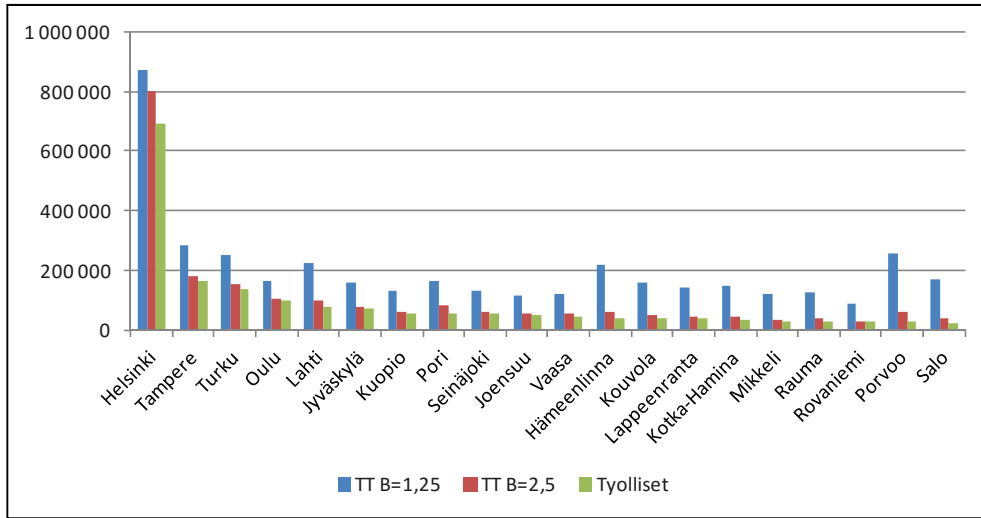


Kuva 2.3 Tehokas tiheys eri B:n arvoilla ja todellinen työllisten määrä seutukunnittain vuonna 2014.

Tehokkaan tiheyden suhde (B:n arvoilla 1,25 aj 2,5) seutukuntien todelliseen työpaikkamäärään havainnollistuu kuvassa 2.4. Suurten kaupunkiseutujen läheisyys korostaa niiden vaikutusalueella sijaitsevien pienempien kaupunkiseutujen saavutettavuutta.

² Tiedot Viastar ajomatkalaskurista 2016

Erityisesti tämä näkyy Porvoon, Riihimäen ja Etelä-Pirkanmaan kohdalla. Myös Helsingin, Tampereen ja Turun kolmion alueella sijaitsevat kaupungit, Hämeenlinna, Salo ja Loimaa, saavat saavutettavuusetua suurimpien kaupunkiseutujen läheisyydestä.



Kuva 2.4 Tehokas tiheys ja todellinen työpaikkamäärä 20 suurimmassa (ylempi kuva) ja 20 seuraavaksi suurimmassa (alempi kuva) seutukunnassa. Järjestys todellisen työpaikkamäärän mukaan.

2.4 Tuloksia tehokkaan tiheyden yhteydestä tuottavuuteen eri toimialoilla

2.4.1 Aineistot

Tehokkaan tiheyden yhteyttä tuottavuuteen valtakunnallisesti alueatasolla tutkitaan kahdella eri aineistolla:

1. Aluetalouden tilinpito seutukuntatasolla (Manner-Suomi) toimialoittain
 - Kattaa yrityssektorin ja julkisen sektorin
 - Vuodet 2010-2014
 - 67 seutukuntaa
 - Tuottavuuden indikaattori: arvonlisäys/työllinen.

2. Yritysrekisterin toimipaikka-aineisto kaupunki/seutukunta-aineistolla (Manner-Suomi) toimialoittain
- Kattaa voittoa tuottavan yrityssektorin
 - Vuosi 2014
 - Aluejako: suurten kaupunkiseutujen keskuskaupungit kuntatasolla; suurten kaupunkiseutujen kehyskunnat yhteenlaskettuna, pl. keskuskaupungit; muut alueet seutukuntatasolla; pienimmät seutukunnat eivät mukana
 - 46 aluetta
 - Tuottavuuden indikaattori: tuotannon bruttoarvo/henkilöstömäärä.

Jälkimmäisen aineiston tarkoituksena on tehdä analyysi tarkemmalla aluetasolla suurten kaupunkiseutujen osalta, mutta samalla taata riittävä määrä toimipaikkoja kullekin alueella, jotta toimialakohtainen analyysi on mahdollista.

Kumpikin aineisto mahdollistaa toimialatasoisen analyysin toimialaluokituksen (TOL 2008) 2-numerotason yhdistelmiin perustuvalla tarkkuudella. Tässä käytettävä toimialaluokitus perustuu Tilastokeskuksen aluetalouden tilinpidossa soveltamaan luokitteluun. Aluetalouden tilinpidon aineistossa toimialaluokittelua sovelletaan sekä jalostukseen että palveluihin. Yritysrekisterin aineistossa toimialaluokittelua sovelletaan vain markkinaehtosiin palveluihin (ei sisällä julkista hallintoa, sosiaali- ja terveyspalveluita, koulutusta, muita yhteiskunnallisia palveluita).

2.4.2 Mallit

Lähtökohtana on yrityksen tuotantofunktio, jossa tuotos voidaan esittää eri tuotantopanosten määrän ja sekä tuottavuuden funktiona. Agglomeraatio voidaan tulkita tuotantopanokseen rinnastettavaksi tekijäksi, vastaavalla tavalla kuin esimerkiksi henkilöstön osaamispääoma. Agglomeraatiovaikutuksia käsittelevässä kirjallisuudessa (mm. Venables (2017); Rosenthal & Strange (2004); Laakso & Loikkanen (2004)) agglomeraatio jaetaan kahdeksi eri ilmiöksi: (1) lokalisaatiovaikutukseksi, jossa tuottavuushyöty aiheutuu saman toimialaryhmän keskittymisestä samalle kaupunkialueelle ja (2) urbanisaatiovaikutukseksi, jossa vaikutus perustuu kaupunkialueen tai kaupunkiverkoston suureen kokoon ja monipuolisuuteen. Tätä jaottelua soveltaen toimialan osuutta koko seudun työllisistä kuvaava muuttuja – toimialaosuus – voidaan tulkita saman sektorin keskittyneisyyttä eli lokalisaatiovaikutusta kuvaavaksi tuotantopanokseen rinnastettavaksi tekijäksi. Tiheys voidaan puolestaan tulkita urbanisaatiovaikutusta kuvaavaksi tekijäksi. Tuotantofunktiosta voidaan johtaa työpanoksen tuottavuuden funktio, jossa tuottavuus riippuu tehokkaasta tiheydestä, toimialaosuudesta sekä pääoman ja muiden fyysisten tuotantopanosten määrästä ja tuottavuudesta. Koska aluetasolle aggregoidusta aineistosta ei ole saatavissa tietoa muista tuotantopanoksista ja tuotantoteknologiasta, niiden vaikutuksen oletetaan sisältyvän sovellettavan tuottavuusyhtälön vakiotermiin.

Tuottavuuden ja tehokkaan tiheyden välistä yhteyttä tutkitaan estimoimalla log-lineaarisia malleja tyyppiä:

$$\log(\text{tuottavuus}) = \text{vakio} + a \cdot \log(\text{tehokas tiheys}) + [b \cdot \log(\text{toimialaosuus})]$$

Vakio sisältää siis muiden tuotantopanosten ja tuotantoteknologian vaikutuksen, joiden oletetaan kullakin toimialalla olevan vaikutuksiltaan samanlaiset kaikilla alueilla. Mallit on estimoitu sekä toimialaosuudella että ilman.

Log-lineaarisen mallin kertoimet voidaan suoraan tulkita joustoiksi³. Esimerkiksi tehokkaan tiheyden kerroin 0,1 tarkoittaa, että 1 %:n tehokkaan tiheyden lisäys nostaa tuottavuutta 0,1 %.

Usean vuoden aineistoihin (aluetalouden tilinpito) lisätään lisäksi vuositason dummy-muuttujat, joiden avulla kontrolloidaan eri vuosien väliset suhdanne- ja hintaerot.

Kultakin toimialalta estimoidaan kaksi malliversiota, joista ensimmäisessä ainoana selittävänä muuttujana (vakion ja mahdollisten vuosi-dummyjen lisäksi) on tehokas tiheys ja toisessa sen lisäksi toimialan työpaikkojen osuus alueen kaikista työpaikoista (toimialaosuus). Jälkimmäisellä mallilla testataan ns. lokalisaatiovaikutusta, joka viittaa siihen, että tietyn toimialan keskittyminen samalle alueelle lisää toimialan tuottavuutta (ks. Laakso & Loikkanen 2004).

Tilastoaineistossa kukin seutukunta muodostaa yhden havainnon. Kuitenkin seutukuntien kokoerot ovat erittäin suuria, vaihdellen aluetalouden tilinpidon työllisyydellä mitattuna välillä 2 000–800 000. Tästä syystä analyyseissä painotetaan alueen kokoa siten, että suuremman alueet saavat estimoinnissa suuremman painoarvon. Painotus ei kuitenkaan ole lineaarinen, vaan työssä käytetään painokertoimena alueen kaikkien toimialojen työpaikkamäärän (tai henkilöstömäärän) neliöjuurta, joka on yleisesti todettu toimivaksi painotukseksi, kun alueiden kokoerot ovat suuret.

Analyysit on tehty karkean toimialaryhmittäisyyden tasolla sekä tarkemmalla toimialatasolla. Karkealla tasolla toimialat on jaettu kolmeen ryhmään⁴:

- jalostusalat (teollisuus, energiahuolto, vesihuolto, jätehuolto, rakentaminen)
- markkinapalvelut (kauppa, kuljetus ja varastointi, majoitus- ja ravitsemisala, informaatio ja viestintä, rahoitus- ja vakuutus, kiinteistöala, ammatillinen, tieteellinen ja tekninen toiminta, hallinto- ja tukipalvelut)
- yhteiskunnalliset palvelut (julkinen hallinto, koulutus, terveys- ja sosiaalipalvelut, taiteet, viihde ja virkistys, muu palvelutoiminta).

2.4.3 Tuloksia toimialaryhmittäin

Karkealla toimialaryhmien tasolla tuloksia voidaan tiivistää seuraavasti (taulukko 2.2). Yksityiskohtaiset estimointitulokset esitetään liitteessä.

Markkinapalveluissa tehokkaan tiheyden joustot ovat eri malliversioissa ja eri aineistoilla välillä 0,10–0,16 ja kertoimet ovat poikkeuksetta tilastollisesti merkitseviä. Toimialaosuus vaikuttaa positiivisesti tuottavuuteen eli markkinapalveluille on etua siitä, että samalla alueella on paljon markkinapalveluita suhteessa alueen kokoon. Mallit selittävät suuren osan tuottavuuden alueellisesta vaihtelusta (aluetalouden tilinpidon aineistossa noin 75 %, yritysrekisterin aineistossa noin 55 %).

³ Jouston tulkinta on kuitenkin monimutkainen kysymys, johon palataan alaluvun lopussa.

⁴ Alkutuotanto on toimialaryhmien ulkopuolella.

Jalostusaloilla tulokset perustuvat vain aluetalouden tilinpidon aineistoon. Tehokkaan tiheyden jousto on eri malliversioissa välillä 0,10–0,14. Toimialaosuus ei vaikuta positiivisesti tuottavuuteen, vaan suorastaan negatiivisesti, eli jalostusaloille kokonaisuutena ei ole hyötyä siitä, että samoilla alueilla on paljon muutakin jalostusta. Mallit selittävät tuottavuuden vaihtelusta 41–44 %.

Yhteiskunnallisissa palveluissa tulokset perustuvat vain aluetalouden tilinpidon aineistoon. Tehokkaan tiheyden jousto on selvästi alempi kuin muissa toimialaryhmissä: 0,06. Kerroin on kuitenkin tilastollisesti merkitsevä. Toimialaosuudella ei ole vaikutusta. Mallit selittävät tuottavuuden vaihtelusta 34 %.

Kaikki toimialat yhdistettynä (aluetalouden tilinpidon aineisto) tehokkaan tiheyden jousto on 0,08 ja selitysaste 46 %.

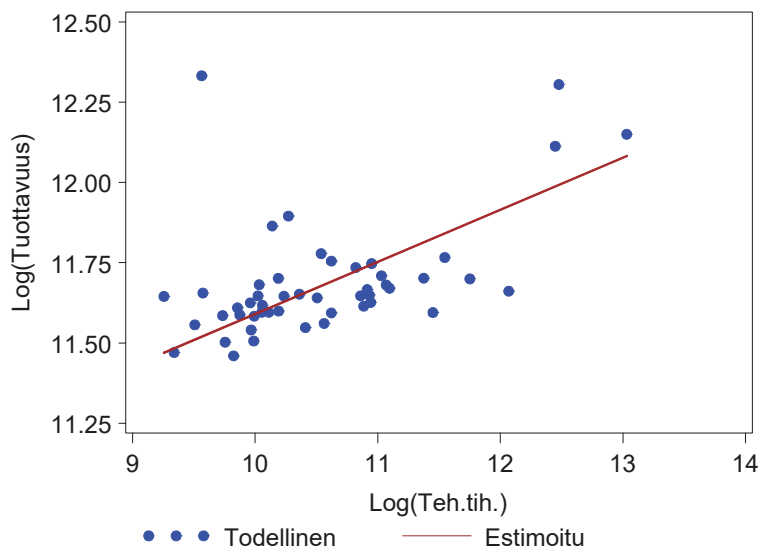
Tulosten perusteella sekä jalostuksessa että markkinapalveluissa tuottavuudella on selvä yhteys tehokkaaseen tiheyteen. Näitä toimialaryhmiä on kuitenkin perusteltua käsitellä erikseen, vaikka kummassakin ryhmässä joustot ovat samaa suuruusluokkaa. Yhteiskunnallisissa palveluissa, joissa tuottavuuden käsite on jossain määrin tulkinanvarainen, jousto on selvästi alempi ja malli selittää heikommin tuottavuuden alueellista vaihtelua. Kaikissa ryhmissä joustokertoimet ovat tilastollisesti erittäin merkitseviä.

Taulukko 2.2 Tuottavuuden selitysmallien tuloksia toimialaryhmien malleista seutukunta-aineistolla 2010–2014 ja kaupunki/seutukunta-aineistolla 2014. Joustokertoimia⁵ tehokkaan tiheyden suhteen eri malliversioista.

Toimiala	Seutukunta-aineisto 2010-14 Arvonlisäys/työllinen Kertoimet (min-maks)	Kaupunki/seutukunta-aineisto 2014 Bruttoarvo/henkilö Kertoimet (min-maks)
Markkinapalvelut	0.10 – 0.13	0.11– 0.16
Jalostus	0.10 – 0.14	
Yhteiskunnalliset palvelut	0.06	
Kaikki toimialat	0.08	

Mallilla estimoitu regressiosuora markkinapalveluiden havainnoista yhdessä todellisten aluehavaintojen kanssa on esitetty kuvassa 2.5.

⁵ Kaikki kertoimet tilastollisesti merkitseviä vähintään 99,9 %:n tasolla.



Kuva 2.5 Tuottavuus ja tehokas tiheys (logaritmoituina) alueittain (kaupungit/seutukunnat): todelliset havainnot ja estimoitu regressiosuora (kerroin 0.16) yritysrekisterin aineistosta v. 2014.

2.4.4 Tuloksia toimialoilta

Tuloksia voidaan tarkentaa valituille tarkemmille toimialoille sekä jalostuksen että markkinapalveluiden osalta. Taulukkoon on poimittu ne toimialat, joilla tuottavuuden ja tehokkaan tiheyden välillä on tilastollisesti merkitsevä yhteys.

Teollisuudelle ja alkutuotannolle on mahdollista estimoida tehokkaan tiheyden jousto ainoastaan aluetalouden tilinpidon aineistosta. Selvä tilastollinen yhteys tuottavuuden ja tiheyden välillä löytyy elintarviketeollisuudessa, metalliteollisuudessa ja rakentamisessa. Sen sijaan alkutuotannossa, metsäteollisuudessa ja muussa teollisuudessa (kuin elintarvike- ja metalli) ei tulosten mukaan ole yhteyttä.

Elintarviketeollisuudessa jousto on tulosten mukaan yli 0,2. Malli selittää 42 % tuottavuuden vaihtelusta. **Metalliteollisuudessa** jousto on noin 0,2 ja selitysaste on 40 %. Kummallakin toimialalla toimialaosuudella on merkittävä positiivinen vaikutus tuottavuuteen.

Rakentamisessa jousto on 0,05 aluetalouden tilinpidon aineiston mukaan, mutta 0,12 yritysrekisteriaineistosta estimoituna. Mallit selittävät noin 35 % (aluetalouden tp.) / 25 % (yritysrekisteri) tuottavuuden vaihtelusta. Toimialaosuudella ei ole kummankaan aineiston mukaan positiivista vaikutusta. **Kuljetuksessa ja varastoinnissa** tulokset vaihtelevat myös melko paljon välillä 0,06 (aluetalouden tp.) ja 0,16 (yritysrekisteri). Kummankin aineiston mukaan toimialaosuudella on erittäin suuri merkitys tuottavuudelle. Selitysasteet eroavat huomattavasti: aluetalouden tilinpidon aineistossa 23 % ja yritysrekisterissä 53 %.

Kaupan toimialalla joustoa koskevat tulokset vaihtelevat välillä 0,12 (aluetalouden tp.) ja 0,21 (yritysrekisteri). Selitysasteet ovat noin 65 % kummankin aineiston mukaan. Toimialaosuudella on lievä positiivinen vaikutus aluetalouden tilinpidon aineiston mukaan.

Majoitus- ja ravitsemisalalla joustot ovat alempia (0,06–0,08) kuin muilla markkinapalveluiden aloilla. Eri aineistojen tulokset ovat samaa suuruusluokkaa. Toimialaosuudella on vähäinen vaikutus tuottavuuteen. Mallien selitysasteet ovat alempia kuin muilla palvelualoilla, 0,25–0,35 %.

Informaatio ja viestintä -toimialalla joustot vaihtelevat välillä 0,09–0,16 ja selitysasteet ovat alhaisia välillä 0,16–0,25. Korkeammat joustot ja selitysasteet perustuvat aluetalouden tilinpidon aineistoon. Koska informaatio- ja viestintäala on Suomessa keskittynyt erittäin voimakkaasti neljälle suurimmalla ja korkeimman tehokkaan tiheyden kaupunkialueelle, toimialaosuus on vahvasti multikollineaarinen tehokkaan tiheyden kanssa, joten vaikutusta ei saada selville. **Liike-elämän palveluiden** joustot ovat välillä 0,10–0,18 ja selitysasteet välillä 52–61 %. Aluetalouden tilinpidon aineisto antaa alemman jouston ja korkeamman selitysasteen. Toimialaosuudella on positiivinen vaikutus tuottavuuteen. Nämä palveluiden toimialaryhmät ovat vahvimmin suurille kaupunkialueille keskittyneitä: informaatio- ja viestintäalan työpaikoista 78 % ja liike-elämän palveluiden työpaikoista 63 % sijaitsee neljällä suurimmalla kaupunkiseudulla (Helsinki, Tampere, Turku, Oulu) aluetalouden tilinpidon 2014 mukaan.

Kokonaisuutena alueellisesti yksityiskohtaisempi aineisto, jossa suurten ja keskisuurten kaupunkialueiden keskuskaupungit erotetaan ympäröivistä kehysalueista, tuottaa korkeampia joustoja rakentamiselle, kaupalle, kuljetukselle ja varastoinnille sekä liike-elämän palveluille.

Taulukko 2.3 Tuottavuuden selitysmallien tuloksia toimialamalleista seutukunta-aineistolla 2010–14 ja kaupunki/seutukunta-aineistolla 2014. Joustokertoimia tehokkaan tiheyden suhteen eri malliversioista.

Toimiala	Seutukunta-aineisto 2010-14 Arvonlisäys/työllinen Kertoimet (min-maks)	Kaupunki/seutukunta- aineisto 2014 Bruttoarvo/henkilö Kertoimet (min-maks)
Elintarviketeollisuus	0.23 – 0.24	
Metalliteollisuus	0.20 – 0.21	
Rakentaminen	0.05	0.12
Kauppa	0.12 – 0.13	0.21
Kuljetus ja varastointi	0.06 – 0.07	0.16
Majoitus- ja ravitsemisala	0.08	0.06
Informaatio ja viestintä	0.16	0.09 – 0.13
Liike-elämän palvelut	0.10 – 0.12	0.13 – 0.18

2.4.5 Vertailuja muihin tutkimustuloksiin

Edellä esitettyjä estimointituloksia voidaan verrata muissa tutkimuksissa julkaistuihin tuloksiin. Tässä tutkimuksessa on sovellettu vastaavaa tehokkaaseen tiheyteen ja toimiala-aineistoihin perustuvaa lähestymistapaa kuin Grahamin (2007) tutkimuksessa. Toisena vertailukohtana on Susiluodon (2015) tutkimus toimialojen eri tavoin mitattavien kasautumistekijöiden vaikutuksesta työn tuottavuuteen. Susiluodon tutkimuksessa ei sovelleta tehokkaan tiheyden käsitettä, vaan tutkitaan valituilla toimialoilla

erikoistumisen, toimialojen monipuolisuuden, alueen koon ja etäisyystekijän vaikutusta toimialan tuottavuuteen. Aineistona on aluetalouden tilinpito seutukuntatasolla jaksolla 1975–2008.

Grahamin aineisto perustuu yritystason tietoihin Iso-Britanniasta. Aineisto on hankittu käyttöön vuonna 2003. Tehokkaan tiheyden laskenta perustuu kunnan osa-alueitasoiseen aluejakoon. Toimialaluokituksen osalta Grahamin tulokset painottuvat markkinapalveluihin. Grahamin aineisto on sekä taloudellisten että aluetietojen osalta huomattavasti yksityiskohtaisempaa kuin tämän tutkimuksen aineisto.

Grahamin tuloksissa teollisuuden ja rakentamisen toimialojen tuottavuuden joustot tehokkaan tiheyden suhteen ovat alempia kuin tässä tutkimuksessa saadut jalostusalojen joustot. Teollisuuden toimialoista, kuten elintarvike tai metalli, Grahamilla ei ole tuloksia. On mahdollista, että Suomessa teollisuuden kuljetuskustannukset ovat suuremmat ja logistisen sijainnin merkitys on suurempi yritysten tuottavuuden kannalta kuin Iso-Britanniassa. Kaupan sekä majoitus- ja ravitsemisalojen joustojen voidaan katsoa Grahamilla olevan samaa suuruusluokkaa kuin tässä tutkimuksessa. Sen sijaan kuljetus ja tietoliikenne sekä liike-elämän palvelut saavat Grahamin tutkimuksessa korkeammat joustot tässä tutkimuksessa. Kaikista korkein jousto Grahamin tutkimuksessa tulee Iso-Britanniassa keskeiselle rahoitusalueelle, jota tässä tutkimuksessa ei ole sisällytetty mukaan. Iso-Britanniassa suuret kaupunkialueet ovat suurempia ja tiiviimpiä kuin Suomessa, mikä voi korostaa agglomeraation merkitystä erityisesti liike-elämän palveluiden ja muiden osaamisintensiivisten alojen tuottavuuden kannalta.

Susiluodon tutkimustulokset ovat tämän tutkimuksen kannalta kiinnostavia siltä kannalta, että siinä käytetään samaa tietolähdettä ja pääosin samaa aluejakoa. Myös kaikki Susiluodon tutkimuksen toimialat ovat tässä tutkimuksessa mukana erillisinä samalla kriteerillä rajattuina. Sen sijaan Susiluoto ei sovelle tehokkaan tiheyden käsitettä, vaan alueen koko ja etäisyys⁶ muista alueista ovat mukana erillisinä indikaattoreina. Tästä syystä joustokertoimet eivät ole keskenään vertailukelpoisia, vaan vertailu on mahdollista ainoastaan vaikutuksen suunnan ja merkitsevyyden suhteen. Susiluodon tulosten mukaan alueen koolla on merkittävä positiivinen ja etäisyystekijällä negatiivinen vaikutus elintarviketeollisuuden tuottavuuteen, mikä on yhdenmukaista tämän tutkimuksen tulosten kanssa. Alueen koko vaikuttaa merkittävästi myös liike-elämän palveluiden sekä majoitus- ja ravitsemisalalan tuottavuuteen, mutta etäisyystekijöillä ei ole näihin merkittävää vaikutusta. Tämä heijastanee tuottavimpien yritysten keskittymistä suurille kaupunkiseuduille. Metalliteollisuudessa ja rakentamisessa alueen koolla ei ole merkitsevää vaikutusta, mutta etäisyydellä on.

⁶ Etäisyyden indikaattorina on käytetty alueen painotettua keskimääräistä etäisyyttä muihin alueisiin.

Taulukko 2.4 Tuottavuuden selitysmallien tulosten vertailua muualla julkaistuihin tutkimuksiin.

Toimiala	Tämä tutkimus*	Graham 2007	Susiluoto 2015**	
	Tehokkaan tiheyden jousto	Agglomeraatiojousto	Alueen koon jousto	Etäisyys-tekijän jousto
Kaikki toimialat	0,08	0,12		
Jalostusalat (Tol C-F)	0,10 – 0,14	-		
Teollisuus (pl. Rakent.)		0,08		
Markkinapalvelut	0,10 – 0,16			
Elintarviketeollisuus	0,23 – 0,24		0,44	-0,80
Metalliteollisuus	0,20 – 0,21		(0,23)	-0,87
Rakentaminen	0,05 – 0,12	0,07	(0,08)	-0,35
Kauppa ja MaRa		0,15		
Kauppa	0,12 – 0,21			
Majoitu ja ravitsemisala	0,06 – 0,08		0,16	-
Kuljetus ja varastointi	0,06 – 0,16			
Kuljetus ja tietoliikenne		0,22		
Informaatio ja viestintä	0,09 – 0,16			
Liike-elämän palvelut	0,10 – 0,18	0,22	0,22	-
Kiinteistöpalvelut		0,19		
Rahoituspalvelut		0,24		

*Seutukunta ja kaupunki/seutukunta-aineistojen tulosten vaihteluväli.

**Kiinteiden vaikutusten malli (Susiluoto 2015, Taulukko 4). Ei-merkitsevät joustot suluissa.

2.4.6 Johtopäätöksiä valtakunnallisten alue-aineistojen tuloksista

Teollisuuden toimialoista elintarvike- ja metalliteollisuudessa tuottavuudella on selvä yhteys tehokkaan tiheyden kuvaamaan alueen saavutettavuuteen. Lisäksi kummallakin toimialalla saman alan alueellisesta keskittymisestä on etua tuottavuuden näkökulmasta. Elintarviketeollisuudessa läheisillä markkina-alueilla on suuri merkitys. Metalliteollisuuteen puolestaan kuuluvat oleellisena osana alihankintaverkostot, joiden kannalta läheisestä sijainnista on etua. Kumpikin ala on erittäin riippuvainen logistisista yhteyksistä. Alojen yritykset ovat keskittyneet pitkällä ajalla hyvin saavutettaviin sijainteihin. Logistisen saavutettavuusedun tuomat kustannussäästöt on pystytty muuntamaan tuottavuudeksi mm. yritysten kasvun ja mittakaavaetujen avulla.

Palvelualoista kaupalla, liike-elämän palveluilla sekä informaatiolla ja viestinnällä on selvin yhteys tuottavuuden ja tehokkaan tiheyden välillä. Myös saman alan keskittymisestä on ainakin jonkin verran etua. Kaupan alalla logistiikalla ja paikallisen markkina-alueen suuruudella on suuri merkitys. Liike-elämän palvelut ja informaatioalat ovat kommunikaatiointensiivisiä aloja, joissa henkilöliikenteen saavutettavuus ja asiakkaiden ja yhteistyökumppanien läheisyydellä on suuri merkitys. Myös näillä aloilla yhteys tuottavuuden ja tehokkaan tiheyden välillä on syntynyt pitkällä ajalla tapahtuneen sijainninvalinnan kautta. Toisaalta saavutettavuuden paraneminen voidaan kanavoida kustannussäästöiksi ja edelleen korkeammaksi tuottavuudeksi.

Rakentamisessa, kuljetuksessa ja varastoinnissa sekä majoitus- ja ravitsemisalalla yhteys tuottavuuden ja tehokkaan tiheyden välillä on muita tutkittuja toimialoja heikompi ja eri aineistojen väliset erot ovat suuremmat. Kuitenkin näilläkin aloilla yhteys on positiivinen ja tilastollisesti merkitsevä.

Tuottavuuden ja tehokkaan tiheyden välisen yhteyden tulkinta on kuitenkin monisyinen asia. Kaikilla aloilla, joilla tuottavuuden ja tehokkaan tiheyden välillä on tilastollisesti merkitsevä yhteys, on ilmeistä, että suuri osa yritysten toimipaikoista on pitkän ajan kuluessa valikoitunut sijainteihin, jotka ovat yritysten kannalta hyvin saavutettavia. Tästä voidaan päätellä, että näillä toimialoilla saavutettavuudella on merkitystä yrityksille. Sen havaitusta tilastollisesta yhteydestä ei voida suoraan päätellä, kuinka paljon jostain syystä toteutuva saavutettavuuden muutos vaikuttaa tietyn toimialan yritysten tuottavuuteen keskimäärin ja kuinka pitkän ajan kuluessa muutos realisoituu. Tuloksiin voi näin ollen sisältyä niin kutsuttua valikoitumisharhaa.

Tietyn sijainnin tehokas tiheys voi muuttua liikenneyhteyksien paranemisen kautta, jolloin muut keskuskeskukset tulevat liikenteellisesti lähemmäs, tai oman tai läheisten keskittymien kasvun kautta. Tehokkaan tiheyden kasvaessa jollain alueella, sen vaikutus alueen yritysten tuottavuuteen voidaan jakaa kolmeen ryhmään:

1. Osa alueella sijaitsevista yrityksistä hyötyy saavutettavuuden paranemisesta ja pystyy tämän ansiosta laskemaan kustannuksiaan tai tehostamaan muuten toimintaansa ja edelleen nostamaan tuottavuutta. Näille yrityksille tuottavuuden muutos voi toteutua lyhyellä ajalla.
2. Saavutettavuuden muutos voi vetää alueelle uusia yrityksiä, joiden tuottavuuteen saavutettavuus vaikuttaa. Uudet yritykset tulevat alueelle ja vaikuttavat alueen yritysten keskimääräiseen tuottavuuteen pitkällä ajalla. Saavutettavuuden muutos voi toimia impulssina toimipaikan muuttoon alueiden välillä, jolloin tapahtuu tuotannon ja työpaikkojen alueellisia siirtymiä.
3. Osalla yrityksistä saavutettavuuden paranemisella ei ole merkitystä eikä muutoksella ole vaikutusta niiden tuottavuuteen. Jos tällainen yritys on ollut keskimääräistä tuottavampi ennen muutosta, se on sitä todennäköisesti myös muutoksen jälkeen, vaikka sen tuottavuus ei muuttuisi. Nämä yritykset voivat saada osaltaan mallien tuloksiin ns. valikoitumisharhaa.

Käytettävissä olevat aggregaattitasoiset aineistot eivät mahdollista tarkempaa analyysiä tehokkaan tiheyden muutosten vaikutusten jakautumisesta yritysten välillä. Tällainen analyysi edellyttäisi toimipaikkatasoisia paneeliaineistoja useiden vuosien ajalta ja eri alueilta, joiden välillä on vaihtelua tehokkaan tiheyden muutoksen suhteen.

Estimoitujen joustojen voidaan tulkita kuvaavan pitkän aikavälin vaikutusta. Voidaan olettaa, että edellä vaikutukset 1. ryhmän yrityksiin toteutuvat muutaman vuoden kuluessa, mutta 2. ryhmän yrityksiin useiden pitemmän ajan kuluessa. 3. ryhmän yrityksiin muutoksella ei ole vaikutusta.

Asiantuntijanäkemyksenä esitetään, että toimialalle tai toimialaryhmälle estimoidusta joustosta (tai joustohaarukan keskiarvosta) puolet tulkitaan lyhyen aikavälin vaikutukseksi ja toinen puoli pitkän aikavälin vaikutukseksi.

2.5 Tuloksia tehokkaan tiheyden yhteydestä tuottavuuteen pääkaupunkiseudulla

Agglomeraation ja yrityssektorin tuottavuuden välistä yhteyttä on tutkittu paikallisesti pääkaupunkiseudun aineistolla. Agglomeraation indikaattorina on käytetty tehokasta tiheyttä vastaavalla tavalla kuin edellä valtakunnallisilla seutukunta- ja kaupunkitasoisilla aineistoilla.

2.5.1 Tehokas tiheys ja yritystoiminta pääkaupunkiseudulla: aineistot

Pääkaupunkiseudulle tehdyssä analyysissä aluetasona on postinumeroalue. Aluetaso on valittu sillä perusteella, että se on tarkin aluetaso, jolla on saatavissa yritysrekisterin aineistoon perustuvia toimipaikkojen liiketoimintaa kuvaavia tietoja toimialoitain.

Myös pääkaupunkiseudulle sovelletaan tehokkaan tiheyden funktiomuotoa:

$$TT_i = \sum_j A_j / d_{ij}^B,$$

jossa

i, j = postinumeroalue

A_i = postinumeroalueen työpaikkojen määrä

d_{ij} = postinumeroalueiden välinen liikenne-etäisyys (d_{ii} = keskimääräinen sisäinen etäisyys)

B = kerroin joka määrittää, kuinka jyrkästi/loivasti etäisyyden vaikutus alenee. Mitä suurempi on kerroin B , sitä jyrkemmin vaikutus alenee etäisyyden kasvaessa. Pääkaupunkiseudulle on sovellettu kertoimia $B=1,25$ ja $2,5$.

Postinumeroalueiden väliset liikenne-etäisyydet perustuvat HSL:n liikkumistutkimusten aineistoihin, joista Strafica Oy:n asiantuntijat ovat HSL:n HELMET-mallilla laatineet liikennealueiden väliset matkavastusmatriisit eri kulkumuodoille ja ajanjaksoille. Tässä työssä on käytetty alueiden välisenä liikenne-etäisyytenä kaikkien kulkumuotojen käyttäjäosuuksilla painotettuja matkavastusten keskiarvoja. Työpaikkamääränä on käytetty työssäkäyntitilaston työpaikkoja v. 2012 liikennealueittain. Tehokas tiheys on laskettu ensin liikennealuejaolla ja aggregoitu sen jälkeen postinumerotasolle. Aluetasolla tehokkaan tiheyden laskentayksikkönä on työpaikka.

Yritysten liiketoimintaa ja tuottavuutta kuvaavat aineistot tuotettiin Tilastokeskuksessa yritysrekisterin vuoden 2014 toimipaikkatasoisista aineistoista, jotka aggregoitiin postinumerotasolle toimialoitain.

Yritysrekisterin toimipaikka-aineisto:

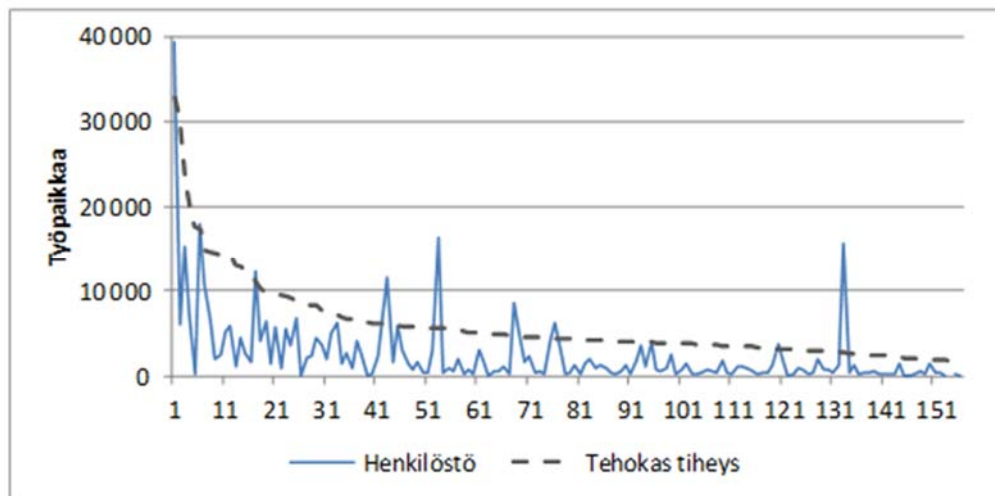
- Kattaa voittoa tuottavan yrityssektorin
- Vuosi 2014
- Aluejako: pääkaupunkiseutu, postinumeroalue
- 154 aluetta (joissa tietosuojavaatimusten edellyttämä määrä toimipaikkoja)
- Toimialat
 - o Kaikki toimialat yhteensä
 - o Kauppa (Tol 45-47)
 - o Majoitus- ja ravitsemistoiminta (55-56)

- Informaatio- ja viestintäpalvelut (58-63)
- Liike-elämän palvelut (683, 69-82)
- Tuottavuuden indikaattorit:
 - liikevaihto/henkilöstömäärä
 - palkkasumma/henkilöstömäärä.

2.5.2 Työpaikkojen sijoittuminen tehokkaan tiheyden suhteen pääkaupunkiseudulla

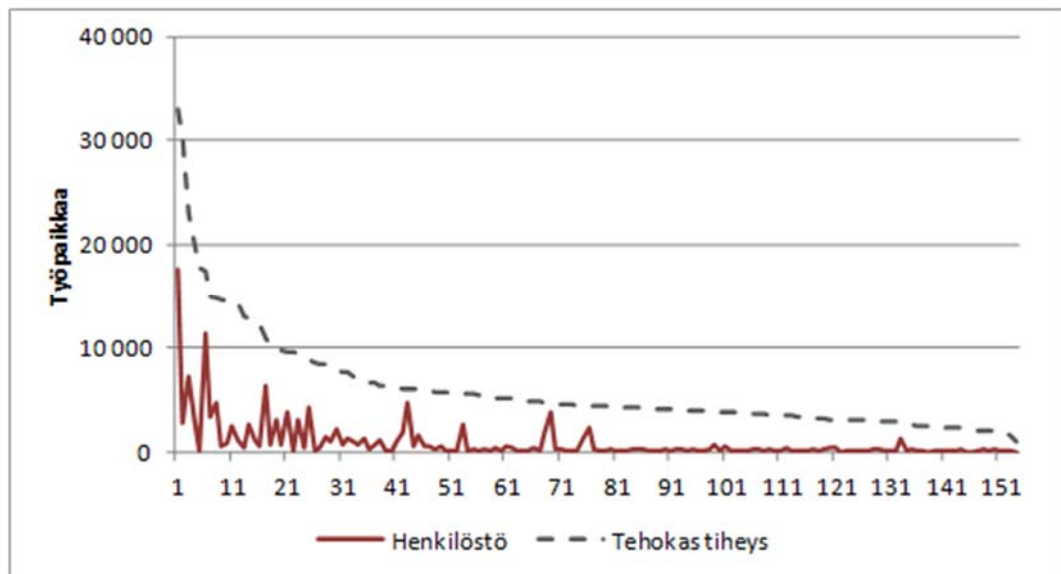
Pääkaupunkiseudun yrityssektorin työpaikat ja edellä kuvatulla menetelmällä laskettu tehokas tiheys esitetään kuviossa 2.6, jossa pääkaupunkiseudun postinumeroalueet on järjestetty tehokkaan tiheyden suhteen laskevaan järjestykseen. Korkein tehokas tiheys on Helsingin keskustan postinumeroalueella 00100, jossa sijaitsee 39 000 yrityssektorin työpaikkaa ja laskennallinen tehokas tiheys saa arvon 33 000 (B:n arvo 2,5).

Kuvion mukaan työpaikkojen todellisella määrällä ja tehokkaalla tiheydellä ei ole yhteyttä keskenään lukuun ottamatta korkean tehokkaan tiheyden ydinkeskustaa. Keskinkertaisen ja alhaisen tehokkaan tiheyden alueilla on lukuisia suuria työpaikkakeskittymiä, joka erottuvat piikkeinä kuviossa. Näitä ovat erityisesti esikaupunki-alueiden kauppakeskukset ja yhdyskuntarakenteen ulkopuolella sijaitsevat tiiviit teollisuusalueet sekä mm. Helsinki-Vantaan lentokenttä (alueen järjestysnumero 133).



Kuva 2.6 Tehokas tiheys ja yrityssektorin henkilöstömäärä postinumeroalueittain pääkaupunkiseudulla tehokkaan tiheyden mukaisessa järjestyksessä v. 2014.

Tehokkaan tiheyden yhteys työpaikkojen todelliseen sijoittumiseen tulee paremmin esiin, kun työpaikat rajataan asiantuntijatoimialojen toimialoihin (informaatioalat, liike-elämän palvelut) kuviossa 2.7. Näiden alojen suurimmat työpaikkakeskittymät sijaitsevat pääasiassa korkean tehokkaan tiheyden alueilla. Kuitenkin myös asiantuntijatyöpaikkojen keskittymiä sijaitsee keskinkertaisen tehokkaan tiheyden alueilla.



Kuva 2.7 Tehokas tiheys ja asiantuntijapalveluiden toimialojen henkilöstömäärä postinumeroalueittain pääkaupunkiseudulla tehokkaan tiheyden mukaisessa järjestyksessä v. 2014.

2.5.3 Mallit

Tuottavuuden ja tehokkaan tiheyden välistä yhteyttä tutkitaan estimoimalla vastaavan tyyppisiä log-lineaarisia malleja kuin seutukunta/kaupunkialueilla. Tuottavuutta selitetään tehokkaan tiheyden lisäksi toimialaosuudella sekä toimipaikkojen keski-koolla. Toimialaosuuden tarkoituksena on toimia indikaattorina saman toimialan paikalliselle keskittymiselle, jolla on mahdollisesti vaikutusta yritysten tuottavuuteen (lokalisaatiovaikutus). Toimipaikkojen keskikoko toimii indikaattorina yrityskoon vaikutukselle tuottavuuteen (mittakaavaetu).

Mallityyppi:

$$\log(\text{tuottavuus}) = \text{vakio} + a \cdot \log(\text{tehokas tiheys}) + b \cdot \log(\text{toimialaosuus}) + c \cdot \log(\text{keskikoko})$$

Kaikkissa malleissa painotetaan alueen kokoa siten, että suuremman alueet saavat estimoinnissa suuremman painoarvon. Painotus ei kuitenkaan ole lineaarinen, vaan työssä käytetään painokertoimena alueen kaikkien toimialojen työpaikkamäärän (tai henkilöstömäärän) neliöjuurta, joka on yleisesti todettu toimivaksi painotukseksi, kun alueiden kokoerot ovat suuret.

2.5.4 Estimointituloksia

Kaikkien toimialojen yhdistetyn mallin mukaan palkkasumma/henkilö on toimivampi tuottavuusindikaattori kuin liikevaihto/henkilö, jonka suhteen eri toimialat eivät ole keskenään vertailukelpoisia. Palkkasumma-tuottavuuden suhteen tehokkaan tiheyden joustot vaihtelevat välillä 0,08–0,16 ja kertoimet ovat tilastollisesti merkitseviä. Toimipaikan keskikoko saa suuren ja merkitsevän kertoimen. Selitysaste on noin 65 %.

Kaupun toimialalla tehokas tiheys selittää hyvin liikevaihto-tuottavuutta, mutta ei palkkasummatuottavuutta. Edellisen osalta joustot ovat korkeita, 0,23–0,28. Myös toimipaikan keskikoko saa merkitsevän ja suuren kertoimen. Mallin selitysaste on noin 40 %.

Majoitus- ja ravitsemisalalla malli toimii liikevaihtotuottavuudelle, mutta ei henkilöstötuottavuudelle, kuten kaupan toimialalla. Tehokkaalla tiheydellä ei kuitenkaan ole vaikutusta mitattuun tuottavuuteen. Sen sijaan toimipaikan keskikoko selittää tuottavuutta hyvin. Mallin selitysaste on 48 %.

Informaatio ja viestintä -toimialalla malli toimi kummallakin tavalla määritellylle tuottavuudelle, mutta multikollineaarisuus tehokkaan tiheyden, keskikoon ja toimialaosuuden välillä vaikeuttaa tulosten tulkintaa. Liikevaihtotuottavuuden suhteen tehokkaan tiheyden jousto on 0,06–0,07, mutta palkkasummatuottavuuteen tehokkaalla tiheydellä ei tulosten mukaan ole merkitsevää vaikutusta, mikä osin voi johtua multikollineaarisuudesta. Toimipaikan keskikoolla on merkittävä vaikutus tuottavuuteen kumman tuottavuusindikaattorin suhteen. Mallien selitysasteet ovat välillä 40–52 %.

Liike-elämän palveluissa malli selittää hyvin palkkasummatuottavuutta, mutta heikommin liikevaihtotuottavuutta. Tehokkaan tiheyden jousto on palkkasummatuottavuuden suhteen välillä 0,12–0,19 ja liikevaihtotuottavuuden suhteen 0,07–0,13 (tilastollisesti heikolla merkitsevyydellä). Toimipaikan keskikoolla on positiivinen vaikutus palkkasummatuottavuuteen. Multikollineaarisuus tehokkaan tiheyden, keskikoon ja toimialaosuuden välillä vaikeuttaa tulosten tulkintaa. Mallien selitysaste vaihtelee välillä 28–39 %.

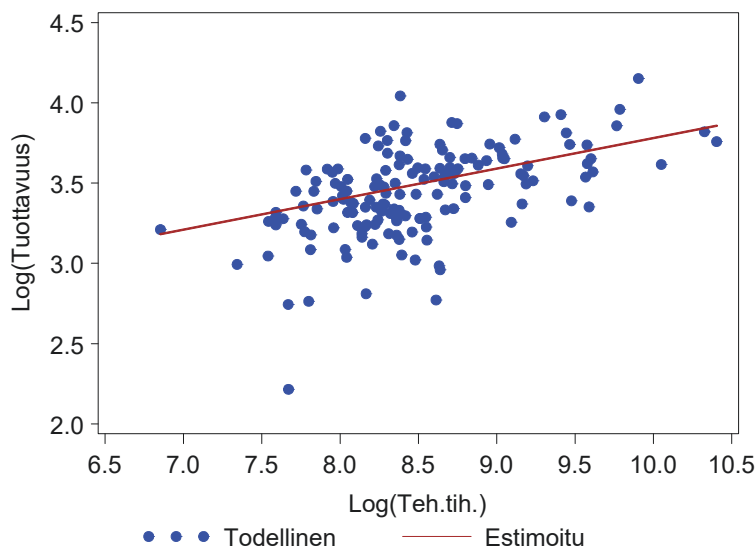
Tulosten mukaan tehokas tiheys vaikuttaa merkittävästi tuottavuuteen kaupan toimialalla ja jonkin verran informaatio- ja viestintäalalla, kun tuottavuusindikaattorina on liikevaihto/henkilö. Liike-elämän palveluissa tehokkaan tiheyden tuottavuusvaikutus on merkittävä, kuin indikaattorina on palkkasumma/henkilöstö. Kaikilla tutkituilla toimialoilla skaalaeduilla on merkitystä, koska toimipaikan keskikoko (henkilö/toimipaikka) selittää hyvin tuottavuuden vaihtelua, useimmilla aloilla kumpaakin tuottavuusindikaattoria.

Taulukko 2.5 Tuottavuuden selitysmallien pääkaupunkiseudun toimialakohtaisista malleista 2014. Joustokertoimia⁷ tehokkaan tiheyden suhteen eri malliversioista.

Toimiala	Muuttuja	Tuottavuus Liikevaihto/henkilöstö Kertoimet (min-maks)*	Tuottavuus Palkkasumma/henkilöstö Kertoimet (min-maks)*
Kaikki toimialat	Tehokas tiheys	(0 – 0.18)	0.08 – 0.16
	Toimip. keskikoko	(0.49)	0.21
Kauppa	Tehokas tiheys	0.23 – 0.28	–
	Toimip. keskikoko	0.50 – 0.55	0.25 – 0.31
Majoitus- ja ravitsemisala	Tehokas tiheys	–	–
	Toimip. keskikoko	0.06	–
Informaatio ja viestintä	Tehokas tiheys	0.06 – 0.07	–
	Toimip. keskikoko	0.21 – 0.23	0.18 – 0.20
Liike-elämän palvelut	Tehokas tiheys	(0.07 – 0.13)	0.12 – 0.19
	Toimip. keskikoko	(0.03 – 0.06)	0.11 – 0.12

* Tilastollisen merkitsevyyden suhteen heikot mallit on merkitty sululla.

Mallilla estimoitu regressiosuora⁸ liike-elämän palveluiden havainnoista yhdessä todellisten aluehavaintojen kanssa on esitetty kuvassa 2.8. Positiivinen korrelaatio tuottavuuden ja tehokkaan tiheyden tulee selvästi esiin, mutta palkkasummatuottavuudella on erittäin suuri alueellinen vaihtelu erityisesti tehokkaan tiheyden keskivaiheilla.



Kuva 2.8 Liike-elämän palveluiden tuottavuus (palkkasumma/henkiö) ja tehokas tiheys (logaritmoituna) postinumeroalueittain pääkaupunkiseudulla: todelliset havainnot ja estimoitu regressiosuora (kerroin 0.19) v. 2014.

⁷ Tilastollisen merkitsevyyden suhteen heikot mallit on merkitty sulkuihin.

⁸ Kerroin 0.19, mallissa ei muita selittäviä muuttujia.

2.5.5 Johtopäätöksiä pääkaupunkiseudun aineiston tuloksista

Tulosten perusteella kauppa sekä liike-elämän palvelut erottuvat toimialoina, joissa hyvä saavutettavuus suhteessa kaupunkialueen työpaikkakeskittymiin tarjoaa agglomeraatioetuja, jotka vaikuttavat positiivisesti tuottavuuteen.

Kaupan toimialalla suuri yksikkökoko sekä tehokas tiheys eli sijainti suuressa keskittymässä tai keskittymien lähellä selittävät suuren osan kaupan toimipaikkojen tuottavuuden alueellisesta vaihtelusta, kun tuottavuutta mitataan liikevaihdolla työntekijää kohti. Liiketilojen vuokrataso on yhteydessä sijainnin keskeisyyteen, joten tilakustannukset pakottavat kaupan yrityksiä tehokkuuteen. Toisaalta suuren yksikkökoon tarjoaman mittakaavaedun vaikutus tuottavuuteen on ilmeistä kaupan alalla. Kaupan alalla saavutettavuuden muutokset saavat aikaan myös toimipaikkojen sijoittumisen muutoksia muuttojen, uusien toimipaikkojen perustamisen ja vanhojen lakkauttamisen kautta. Tähän liittyy tuottavuuden muutoksia, mutta samalla myös alueiden välisiä tuotannon ja työpaikkojen siirtymiä.

Liike-elämän palveluissa tehokkaan tiheyden yhteys tuottavuuteen liittyy näiden toimialojen kommunikaatiointensiivisyyteen. Kokousten ja tapaamisten järjestäminen on tehokasta, kun toimipaikka sijaitsee keskeisesti lähellä asiakkaita ja yhteistyökumppaneita. Liike-elämän palveluissa yritysten tuotos perustuu pääasiassa asiantuntijoiden henkilötyöhön, mutta yritysten välillä on paljon alihankintasuhteita. Siksi on loogista, että palkkasumma/henkilöstö-suhteella mitattu tuottavuus toimii malleissa paremmin kuin liikevaihto/henkilöstö.

Pääkaupunkiseudun aineistojen tulosten perusteella tuottavuuden ja tehokkaan tiheyden välisen yhteyden tulkinta ei myöskään ole suoraviivaista, vastaavasti kuten valtakunnallisilla aineistoilla. Niillä toimialoilla, joille keskittymien saavutettavuus on tärkeä sijoittumiskriteeri, toimipaikat ovat pitkän ajan kuluessa valikoituneet keskittymäsijainteihin. Toisaalta toimitilojen vuokrataso on korkea keskittymissä, joten niihin sijoittuminen edellyttää korkeaa tuottavuutta, koska tilojen tarve on yhteydessä henkilöstömäärään. Hyvä saavutettavuus on puolestaan edellytys korkealle tuottavuudelle. Nämä valikoitumisprosessit saavat aikaan valikoitumisharhaa.

Vastaavasti kuten seutukunta/kaupunkiaineistojen tuloksia tulkittaessa, myös pääkaupunkiseudun tulosten perusteella havaitusta tilastollisesta yhteydestä ei voida suoraan päätellä, kuinka paljon jostain syystä toteutuva saavutettavuuden muutos vaikuttaa tietyn toimialan yritysten tuottavuuteen keskimäärin ja kuinka pitkän ajan kuluessa muutos realisoituu. Tietyn sijainnin tehokas tiheys voi muuttua liikenneyhteyksien paranemisen kautta, jolloin muut keskukset tulevat liikenteellisesti lähemmäs, tai oman tai läheisten keskittymien kasvun kautta. Mallien tulokset eivät anna suoraan vastausta siihen, kuinka paljon ja minkä ajan kuluessa toimipaikkojen tuottavuus muuttuu, jos kaupunkialueella tehdään suuri liikenneinvestointi, joka muuttaa työpaikkakeskittymien saavutettavuutta merkittävästi.

Yritykset voivat reagoida muuttuneeseen saavutettavuuteen muuttamalla sijaintia tai muuttamalla toimintaansa entisessä sijainnissa. Pääkaupunkiseudun sisällä toimipaikkojen muuttaminen on huomattavasti yleisempää kuin seutukuntien välillä, joten voidaan olettaa, että saavutettavuuden muutokset saavat aikaan muutoksia toimipaikkojen sijainnissa nopeammin yhdellä kaupunkialueella kuin valtakunnallisesti.

2.6 Tuloksia tehokkaan tiheyden yhteydestä työllisyyteen

Liikenneinvestoinnin vaikutukset työmarkkinoiden toimintaan ovat keskeinen osa liikenteen laajempia taloudellisia vaikutuksia. Esiselvityksen (Laakso & Kostianen & Metsäranta 2016) mukaan vaikutukset työmarkkinoihin ovat Suomen oloissa todennäköisesti merkittävin ja laajimmin erilaisia hanketyyppejä koskeva laajempi vaikutus.

Saavutettavuuden yhteyttä työmarkkinoiden toimivuuteen ja erityisesti työllisyyteen analysoidaan kahdesta näkökulmasta. Ensiksi (tässä alaluvussa) analysoidaan saavutettavuuden yhteyttä alueelliseen työllisyyteen yleisesti ja koulutustason mukaan käyttäen seutukuntatasoista tehokasta tiheyttä saavutettavuuden indikaattorina. Tarkoituksena on selvittää, onko saavutettavuudella merkittävä vaikutus työllisyyteen ja miten vaikutus eroaa eri koulutustasojen välillä, kun muut alueelliset työllisyyteen vaikuttavat tekijät kontrolloidaan. Kuitenkin monien todellisten liikenneinvestointien ja laajempien vaikutusten näkökulmasta on tärkeää saada esiin investoinnin vaikutus yksittäisten työpaikkakeskittymien ja niiden vaikutusalueiden välisiin matkavastuksiin ja työmatkakustannuksiin sekä niiden aikaansaamat muutokset työmatkaliikkuvuuteen (seuraavassa alaluvussa).

2.6.1 Aineistot

Tehokkaan tiheyden yhteyttä alueen työllisyyteen valtakunnallisesti tutkitaan seutukuntatasoisella aineistolla, jossa on koulutustasoittain tiedot 18–64-vuotiaan väestön pääasiallisesta toiminnasta vuonna 2014. Aineistossa on kustakin seutukunnasta seuraavat tiedot:

- Koulutusaste:
 - o ei perusasteen jälkeistä tutkintoa
 - o keskiaste
 - o alin tai alempi korkea-aste
 - o ylempi korkea-aste tai tutkijakoulutus
- Pääasiallinen toiminta:
 - o työlliset
 - o työttömät
 - o työvoiman ulkopuolella.

Aineistoon on liitetty kunkin seutukunnan väestöä ja elinkeinorakennetta kuvaavia tietoja, joilla oletetaan olevan vaikutusta työllisyyteen, mm.

- 55–64-vuotiaiden osuus väestöstä
- ruotsinkielisten osuus väestöstä
- muun kuin suomen- tai ruotsinkielisten osuus väestöstä
- alkutuotannon osuus työllisistä
- jalostusalojen osuus työllisistä
- julkisen hallinnon ja hyvinvointipalveluiden osuus työllisistä.

2.6.2 Mallit

Alueellisen työllisyysvaikutusmallin lähtökohtana on alueellisesta työmarkkina-mallista (mm. Crampton 1999) yksinkertaistettu asetelma, jossa alueen työpaikkamäärän, johon työvoiman kysyntä perustuu, oletetaan riippuvan alueen koosta, tiheydestä ja saavutettavuudesta muihin alueisiin. Tämä ilmenee työpaikkojen yliomavaraisuutena suurissa työpaikkakeskittymissä ja aliomavaraisuutena ympäröivillä alueilla. Pendelöinti ympäröiviltä alueilta keskuksiin toimii osaltaan työvoiman alueellista kysyntää ja tarjontaa tasoittavana tekijänä. Liikenneinvestointi voi muuttaa keskittymän vaikutusalueen saavutettavuutta, jolloin tehokas tiheys muuttuu laajalla alueella. Se voi johtaa keskittymän työpaikkojen muutokseen mm. agglomeraatiovaikutuksen kautta, mutta erityisesti työmarkkina-alueen (pendelöintialueen) laajenemiseen.

Työpaikkakeskittymien koon ja saavutettavuuden ohella työllisyyden oletetaan riippuvan kunkin alueen

- työikäisen väestön määrästä,
- ikärakenteesta (työmarkkinoille osallistuvuuden riippuvuus iästä, mm. ikään-tyvät)
- kielijakaumasta (kulttuuriset tai resurssitekijät jotka vaikuttavat mm. yrittäjyyteen)
- elinkeinorakenteesta (valtakunnallisesti taantuvien alojen osuus).

Tuottavuuden ja tehokkaan tiheyden välistä yhteyttä tutkitaan estimoimalla log-lineaarisia malleja erikseen eri koulutustasojen työikäiselle väestölle. Pääasiallinen mallityyppi:

$$\log(\text{työlliset}) = \text{vakio} + a \cdot \log(\text{työikäiset}) + b \cdot \log(\text{tehokas tiheys}) + c \cdot \log(55\text{-}64\text{-v. osuus}) + d \cdot \log(\text{ruotsinkielisten osuus}).$$

Lisäksi malleissa kokeiltiin muita selittäviä muuttujia, kuten muiden kuin suomen- ja ruotsinkielisten osuus väestöstä, alkutuotannon osuus ja jalostuksen työpaikoista alueiden ominaisuuksia kontrolloivina tekijöinä.

2.6.3 Estimointituloksia

Kaikissa malleissa seutukunnan 18–64-vuotiaan väestön määrä (kullakin koulutustasolla) selittää yhdessä vakion kanssa yli 99 % työllisyyden alueellisesta vaihtelusta ja vastaava jousto on lähellä yhtä. Tämä on lähes itsestäänselvyys, koska työikäinen väestö edustaa työvoiman maksimipotentiaalia ja määrittää työllisyyden perustason. Kiinnostavaa on tehokkaan tiheyden ja alueen muiden ominaisuuksien vaikutus työllisyyden vaihteluun työikäisen väestön määrittämän perustason ympärillä.

Tehokas tiheys selittää merkittävästi työllisyyden vaihtelua. Tehokkaan tiheyden osalta malleissa on sovellettu B:n arvoa $B=1,25$, jossa muiden alueiden kontribuutio kunkin alueen tehokkaaseen tiheyteen alenee loivasti etäisyyden suhteen, toisin kuin agglomeraation vaikutuksessa, jossa jyrkästi aleneva B:n arvo ($B=2,5$) todettiin parhaiten toimivaksi. Yhteenvedo tuloksista työikäisen väestön määrän ja tehokkaan tiheyden suhteen on taulukossa 2.6.

Kaikkien koulutusasteiden yhdistetyn mallin mukaan tehokas tiheys saa merkitsevän positiivisen kertoimen ja jousto on 0,05. Ikäryhmän 55–64-v. osuudella on merkitsevä negatiivinen vaikutus työllisten määrään. Ruotsinkielisten osuudella on merkitsevä positiivinen vaikutus.

Ei peruskoulun jälkeistä tutkintoa -ryhmä painottuu alle 25-vuotiaisiin ja toisaalta yli 55-vuotiaisiin. Tehokkaan tiheyden jousto on korkea, 0,2, mutta kerroin on heikosti merkitsevä. Ikäryhmän 55–64-v. osuudella ei ole merkitsevää vaikutusta. Ruotsinkielisen osuudella on merkitsevä positiivinen vaikutus.

Keskiasteen tutkinnon suorittaneilla tehokkaan tiheyden jousto on korkea, 0,08 ja kerroin on tilastollisesti merkitsevä. Ikäryhmän 55–64-v. osuudella on merkitsevä negatiivinen vaikutus työllisyyteen. Ruotsinkielisen osuudella on merkitsevä positiivinen vaikutus.

Alimman tai alemman korkea-asteen suorittaneilla tehokkaan tiheyden jousto on vain 0,02 ja kerroin on heikosti merkitsevä. Ikäryhmän 55–64-v. osuudella on merkitsevä negatiivinen vaikutus työllisyyteen. Ruotsinkielisen osuudella on merkitsevä positiivinen vaikutus.

Ylemmän korkea-asteen tai tutkijakoulutuksen suorittaneilla tehokkaan tiheyden joustolle ei tule tulosten mukaan merkitsevää kerrointa. Ikäryhmän 55–64-v. osuudella on heikosti merkitsevä negatiivinen vaikutus työllisyyteen. Ruotsinkielisen osuudella ei ole merkitsevää vaikutusta.

Taulukko 2.6 Työllisyyden selitysmallien tuloksia koulutusasteen mukaan seutukunta-aineistolla v. 2014. Joustokertoimia tehokkaan tiheyden ja työikäisen väestön määrän suhteen valitusta malliversioista.

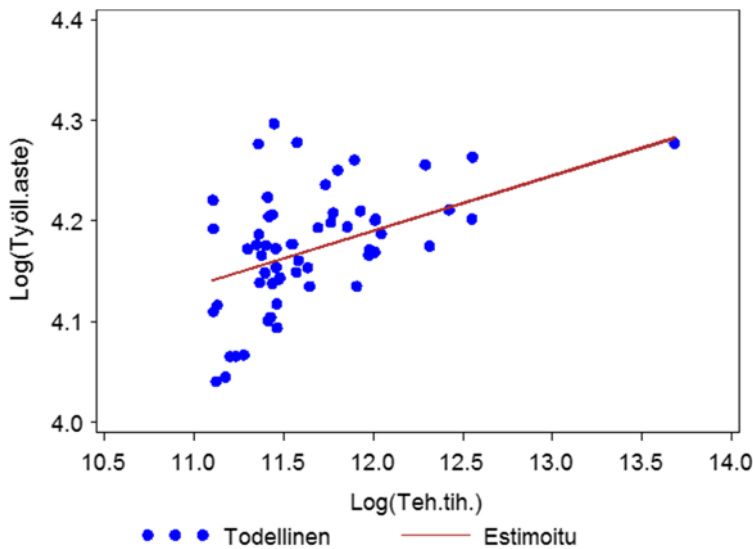
Koulutusaste	Tehokas tiheys (B=1,25) Kerroin	18-64-v. väestö Kerroin
Kaikki koulutusasteet	0.05	0.966
Ei peruskoulun jälkeistä tutkintoa	(0.20)	0.900
Keskiaste	0.08	0.947
Alin tai alempi korkea-aste	(0.02)	0.984
Ylin korkea-aste tai tutkijakoulutus	–	0.989

Tulosten tulkintaa helpottaa, kun niitä tarkastellaan suhteessa työllisyyden alueiden väliseen vaihteluun eri koulutusasteilla (taulukko 2.7). Koulutusasteella ja työllisyysasteella on erittäin voimakas yhteys. Ylimmän korkea-asteen suorittaneiden työllisyysaste on yli kaksinkertainen tutkintoa vailla oleviin verrattuna ja lähes 20 %-yksikköä korkeampi kuin keskiasteen suorittaneilla. Toisaalta alueiden välinen työllisyysasteen hajonta on vähän koulutetuilla paljon suurempi kuin korkeasti koulutetuilla.

Taulukko 2.7 Keskimääräinen työllisyysaste ja sen keskihajonta alueiden välillä koulutusasteen mukaan v. 2014.

Koulutusaste	Työllisyysaste keskiarvo	Työllisyysaste keskihajonta
Kaikki koulutusasteet	68,0	4,45
Ei peruskoulun jälkeistä tutkintoa	43,5	6,45
Keskiaste	67,1	4,59
Alin tai alempi korkea-aste	81,2	2,82
Ylin korkea-aste tai tutkijakoulutus	85,9	2,58

Mallilla estimoitu regressiosuora⁹ työllisyysasteen havainnoista yhdessä todellisten aluehavaintojen kanssa on esitetty kuvassa 2.9. Positiivinen korrelaatio työllisyysasteen ja tehokkaan tiheyden välillä tulee selvästi esiin, mutta alhaisen tehokkaan tiheyden alueiden välillä on erittäin suuri vaihtelu työllisyysasteen suhteen, mikä kuvastaa kaukana suurista kaupunkialueista sijaitsevien seutukuntien välisiä suuria eroja työllisyyden suhteen.



Kuva 2.9 Työllisyysaste (18–64-v., kaikki koulutusasteet) ja tehokas tiheys (logaritmoituina) seutukunnittain: todelliset havainnot ja estimoitu regressiosuora (kerroin 0,055) v. 2014 (poikkeavimmat tapaukset poistettu kuvasta).

⁹ Kerroin 0.055; selitettävänä työllisyysaste; mallissa ei muita selittäviä muuttujia; ruotsinkieliset seutukunnat poistettu.

2.6.4 Johtopäätöksiä

Tehokkaalla tiheydellä mitattavan saavutettavuuden ja alueellisen työllisyyden välistä yhteyttä pitää tarkastella suhteessa alueiden työikäisen väestön koulutustasoon. Korkeimmin koulutettujen (ylin korkea-aste) työllisyysaste on korkea valtakunnallisesti ja alueiden väliset erot ovat pienet eli alueellinen hajonta on vähäistä. Työllisyyden jousto ryhmän väestömäärän suhteen on lähes 1. Tässä ryhmässä alueiden kuntien välinen pendelöinti on kaikkein yleisintä, koko maassa 39 % ylimmän korkea-asteen suorittaneista käy työssä asuinkuntansa ulkopuolella. Suurten kaupunkiseutujen kehyskunnissa osuus on vielä korkeampi. Tehokas tiheys ei selitä korkeasti koulutettujen työllisyyden alueellista vaihtelua, koska sitä ei juuri ole.

Ruotsinkielisen väestön osuus nostaa selvästi työllisyysastetta kaikilla koulutustasoilla, mikä heijastaa kielen ja kulttuurin yhteyttä yrittäjyyteen ja työmyönteisyyteen. Vieraskielisten (muut kuin suomen-, ruotsin- tai saamenkieliset) osuus on erittäin voimakkaasti korreloitu tehokkaan tiheyden kanssa, koska vieraskieliset ovat keskittyneet suuriin kaupunkeihin, joten se ei lisää mallien selitysasetta. Myös elinkeinorakenne on vahvasti sidoksissa tehokkaaseen tiheyteen siten, että alkutuotantovaltaiset ja julkisen sektorin työpaikkojen dominoimat alueet ovat systemaattisesti alhaisen tehokkaan tiheyden alueita, joten elinkeinorakennemuuttujatkaan eivät lisää mallien selitysvaimaa.

Työllisyysaste alenee systemaattisesti, kun koulutustaso alenee, mikä ilmenee paitsi valtakunnallisista keskiarvoista myös kunkin koulutusryhmän työikäisen väestön joustosta, joka alenee koulutustason mukaan. Vastaavasti alueiden välinen hajonta kasvaa. Sen sijaan tehokas tiheys saa sitä suuremman kertoimen mitä alempi on koulutustaso. Tuloksen perusteella saavutettavuuden paraneminen (tehokkaan tiheyden kasvu) liikenneinvestoinnin vaikutuksesta tai suuren työpaikkakeskittymän kasvun seurauksena vaikuttaa voimakkaimmin heikoimmin koulutettujen työllisyyteen.

2.7 Tuloksia saavutettavuuden ja työmatkakustannusten yhteydestä pendelöintiin ja työllisyyteen

Liikenneinvestointien laajempien vaikutusten käytännön arvioinnin kannalta on tarkoituksenmukaista liittää työllisyysmuutokset suurten työpaikkakeskittymien saavutettavuuteen hankkeen vaikutusalueella. Käytännössä tämä voidaan tehdä liittämällä hankkeen aikaansaama matkavastuksen tai matkakustannuksen muutos alueiden välisen pendelöinnin muutokseen, sillä voidaan olettaa, että vaikutusalueen kunnissa työllisyyden muutos tapahtuu nimenomaan työpaikkakeskittymiin suuntautuvan pendelöinnin muutoksen kautta. Seuraavassa esitettävät laskelmat perustuvat Etelä-Suomen liikennekäytävien vaikutusarvioinnista tehtyyn selvitykseen (Laakso & Metsäranta 2016).

2.7.1 Mallit ja alueet

Saavutettavuuden parantuessa ja työmarkkinoiden integroitua kahden alueen välillä talouden voidaan odottaa kasvavan molemmilla seuduilla. Vastaavasti alentunut liikkumisvastus johtaa pendelöinnin lisääntymiseen molempiin suuntiin. Liikkumisvastusta voidaan mitata matka-aikana tai matkakustannuksena, joka sisältää sekä matka-ajan ja -vaivan välilliset kustannukset (ajan vaihtoehtoiskustannus) että rahalliset matkakustannukset.

Lisääntynyt alueiden välinen työmatkaliikkuvuus johtaa työvoiman kysynnän ja tarjonnan parempaan alueelliseen kohtaamiseen ja työllisyysasteen nousuun molemmilla seuduilla.

Pendelöinnin ja saavutettavuuden (matkavastuksen) välisen yhteyden selvittämiseksi analysoitiin Etelä-Suomen kuntien välistä pendelöintiä käyttäen aineistoina kuntien välistä työssäkäyntiä koskevia tilastotietoja¹⁰ sekä kuntien välisiä matka-aikatietoja¹¹. Pendelöinnin matkavastusjouston selvittämiseksi analysoitiin malleja, jossa Etelä-Suomen työpaikkakeskittymiin suuntautuvan pendelöinnin määrää selitettiin matka-ajalla, asuinkunnan työllisten määrällä, ratakäytäväsijainnilla sekä muilla tekijöillä. Tutkittavat työpaikkakeskittymät ovat:

- pääkaupunkiseutu (Helsinki, Espoo, Kauniainen, Vantaa)
- Turun ydinseutu (Turku, Kaarina, Naantali, Raisio)
- Tampereen ydinseutu (Tampere, Nokia, Pirkkala, Ylöjärvi)
- Lahden ydinseutu (Lahti, Hollola)
- Porin ydinseutu (Pori, Ulvila)
- Kouvola
- Kotka
- Hämeenlinnan ydinseutu (Hämeenlinna, Hattula, Janakkala)
- Salo.

Sovellettu pendelöinnin selitysmalli on muotoa:

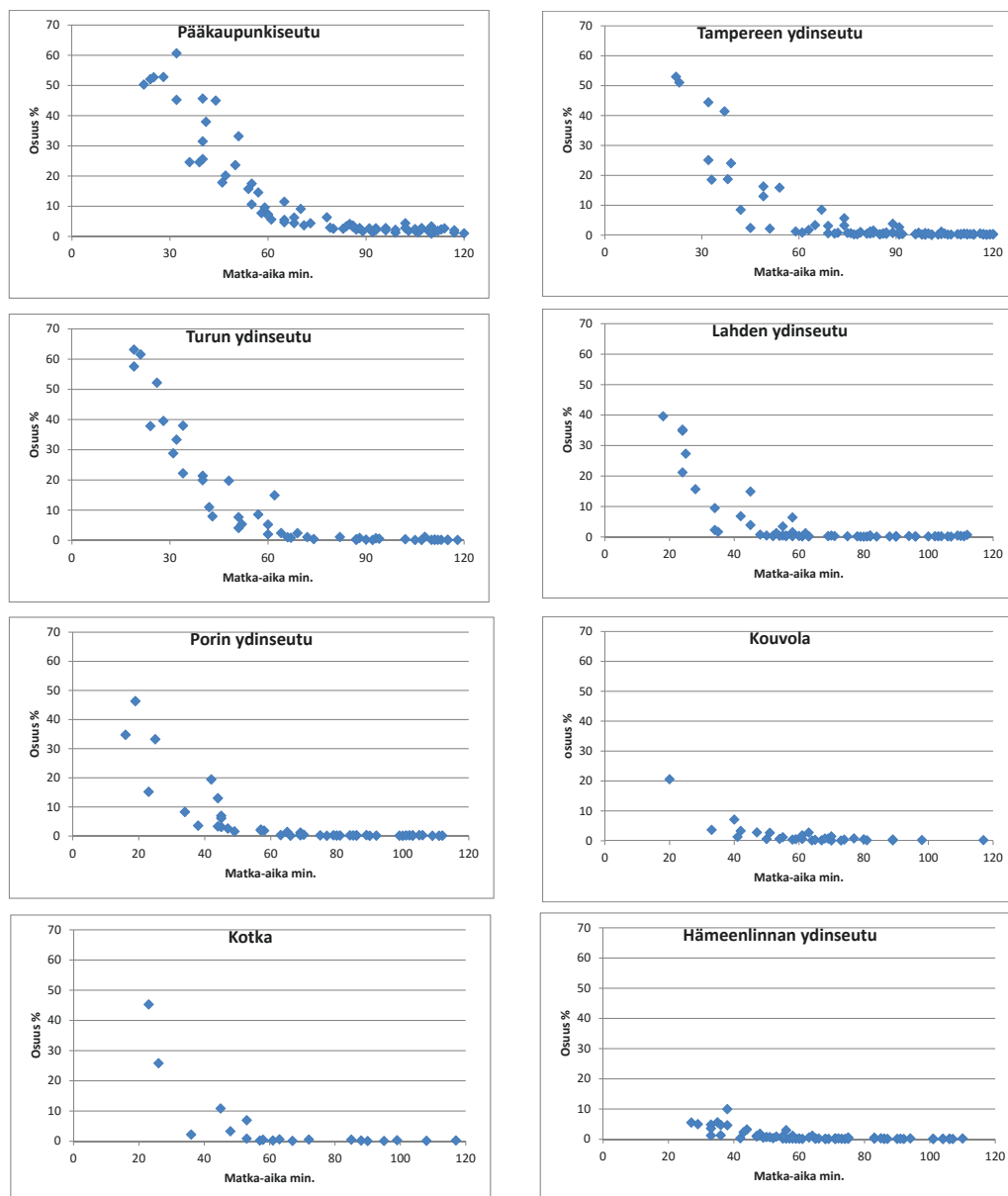
$$\log(\text{keskusalueelle pendelöivät}) = \text{vakio} + a \cdot \log(\text{kunnan työlliset}) + b \cdot \log(\text{matkavastus}) + c \cdot \text{ratavyöhykesijainti} \quad [0=e / 1=k]$$

2.7.2 Pendelöinti Etelä-Suomen työpaikkakeskittymiin

Etelä-Suomen suurimpien kaupunkien työmarkkina-alueiden laajuus havainnollistuu kuvassa 2.10. Kullekin ydinkaupunkiseudulle (keskuskaupunki ja työmarkkinoiden kanalta merkittävät naapurikunnat) muista kunnista tulevien pendelöivien osuus asuinkunnan työllisestä työvoimasta on kuvion pystyakselilla ja keskimääräinen matka-aika vaaka-akselilla.

¹⁰ Tilastokeskus, työssäkäyntitilasto 2013.

¹¹ Luvut kuvaavat laskennallista ajoaikaa henkilöautolla asuinkunnan keskustasta työpaikka-alueen keskustaan. Lähde: Viastar ajoaikalaskuri.



Kuva 2.10. Pendelöinti Etelä-Suomen suurimpiin työpaikkakeskittymiin työllisten asuinkunnista matka-ajan mukaan vuonna 2013. Pendelöivien osuus asuinkunnan työllisestä työvoimasta. Tietojen lähde: Tilastokeskus, työssäkäyntitilasto; matka-ajat: Viastar.

2.7.3 Estimointituloksia

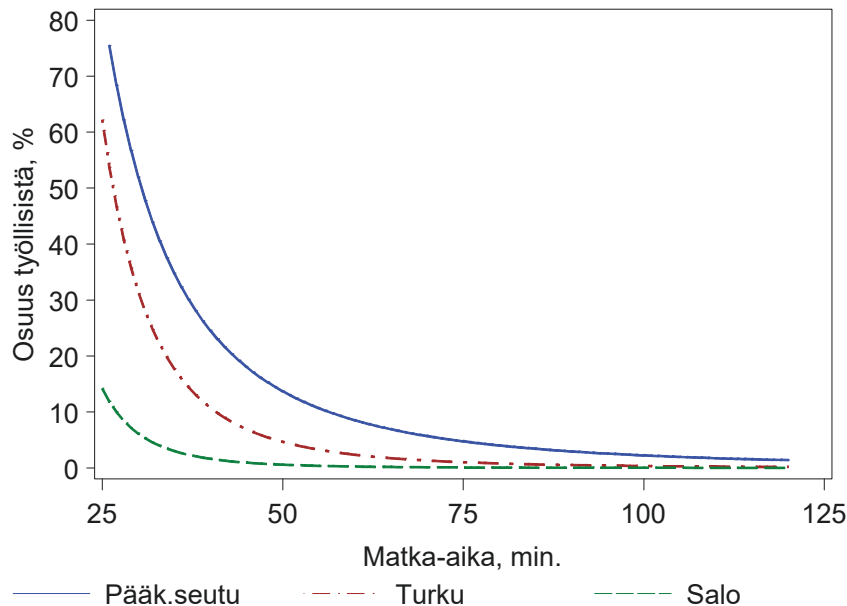
Tulosten mukaan asuinkunnasta työpaikkakeskittymään pendelöivien osuus työllisistä kasvaa eksponentiaalisesti, kun matka-aika lyhenee. Matkavastuksen jousto suhteessa pendelöintiin on tilastollisesti merkitsevää kaikkien kaupunkien malleissa. Jousto vaihtelee välillä -2,5...-5. Jousto on sitä lukuarvona itseisarvoltaan sitä suurempi mitä pienempi keskittymä on kysymyksessä. Pääkaupunkiseudun jousto on -2,5, Tampereen, Turun ja Lahden välillä -3,3...-3,7 ja pienempien kaupunkien välillä -4...-5 (taulukko 2.8).

Kunnan työllisten määrä selittää itsestään selvästi suurimman osan pendelöinnin alueellisesta vaihtelusta. Joustot ovat likimäärin 0,9. Tulosten mukaan pendelöinti asuinkunnasta työpaikkakeskittymään on sitä yleisempää, mitä pienempi on kunnan oma työpaikkamäärä. Toisin sanoen kunnan pienuus ja työpaikkatarjonta suhteessa työikäisiin vaikuttaa laajemmille työmarkkinoille työntävänä tekijänä. Radanvarsisijainti lisää pendelöintiä erityisesti pääkaupunkiseudulle ja Tampereelle, koska ratayhteys tarjoaa autolle vaihtoehtoisen kulkumuodon. Sen sijaan muille Etelä-Suomen kaupunkiseuduille suuntautuvan pendelöinnin kannalta sillä ei ole merkittävää vaikutusta.

Taulukko 2.8 Pendelöinnin matkavastusjousto ja pendelöintialueen laajuus Etelä-Suomen suurimmissa työpaikkakeskittymissä v. 2013.

Työpaikka-alue	Matka-aikajousto	Etäisyys, jonka jälkeen pend.osuus < 1%
Pääkaupunkiseutu	-2,5	135 min.
Tampere ydinseutu	-3,6	78 min.
Turku ydinseutu	-3,7	75 min.
Lahti	-3,3	54 min.
Muut kaupungit	-4 – -5	40 - 50 min.

Pendelöinti ulottuu sitä kauemmaksi ja pendelöivien osuus on sitä suurempi mitä suurempi on työpaikkakeskittymä, mikä havainnollistuu taulukosta 2.8 ja kolmen kaupunkiseudun relaatiota esittävästä kuvasta 2.10. Pääkaupunkiseudun laaja pendelöintialue, jolta vähintään 1 % työllisestä työvoimasta käy töissä pääkaupunkiseudulla, ulottuu mallin tulosten mukaan 135 minuutin ajomatkaetäisyyden päähän. Tampereen ja Turun ydinseuduilla vastaava etäisyys on 75–80 minuuttia ja Lahdessa noin 55 minuuttia. Pienempien keskittymien vaikutusalue ulottuu 40–50 minuutin päähän.



Kuva 2.11: Pendelöintiosuuden (% asuinkunnan työllisistä) riippuvuus matkajasta pääkaupunkiseudulla, Turun ydinseudulla ja Salossa.

2.7.4 Johtopäätöksiä

Tulokset vahvistavat tutkimuskirjallisuuden (mm. Andersson ym. , 2005) ¹² tuloksia, joiden mukaan pendelöinti työpaikkakeskittymiin riippuu erittäin voimakkaasti liikenteellisestä saavutettavuudesta. Työpaikkakeskittymän pendelöintialue on sitä laajempi mitä suurempi on keskittymä. Toisaalta pienempiin keskittymiin pendelöintiaste nousee jyrkemmin. Kuntatasolla laskettuna pendelöinti pääkaupunkiseudulle kasvaa nopeasti, kun etäisyys laskee alle 60 minuutin, pienempiin keskittymiin pendelöinnissä selvä käänne tapahtuu 30–50 minuutin etäisyydellä.

2.8 Liikenneinvestoinnin vaikutuksista yritysten kilpailuun

Laajempien vaikutusten tutkimuksessa yhtenä liikenneinvestoinnin mahdollisena vaikutuksena pidetään yritysten välisen kilpailun lisääntymistä ja sen aikaansaamia tehokkuushyötyjä sellaisilla alueilla ja toimialoilla, joilla heikko saavutettavuus pitää yllä monopolistista kilpailuasetelmaa tai rajoittaa tuotantopotentiaalin hyödyntämistä. Kirjallisuudessa (mm. Dft 2005) todetaan, että merkittävimmät vaikutukset liikenneinvestointien vaikutuksesta syntyvät yritysten työasialiikkumisen (mm. asiakastapaamiset) ja tavarankuljetuskustannusten alenemisen välillisenä vaikutuksena, kun kustannusten aleneminen ja liikkumisen tai kuljettamisen nopeutuminen mahdollistaa hintojen alenemisen ja tuotannon kasvattamisen. Näiden tekijöiden kautta syntyy laajempia vaikutuksia sekä yritysten väliseen kilpailuun että talouden rakenteeseen.

Vaikutuksen laskemiseksi Venables (1999) on esittänyt arviointimallin saavutettavuuden paranemiselle liikkumis- tai kuljetusintensiivisille toimialoille epätäydellisen kilpailun oloilla. Mallissa taloudellinen hyöty esitetään funktiona työasiamatkojen liikkumiskustannussäästöstä, matka-ajan ennustettavuushyödystä sekä epätäydellisen kilpailun korotustekijästä (uprate factor). Tämä puolestaan riippuu tuotteen tai palvelun hinnan ja marginaalikustannuksen erosta sekä kysyntäjoustosta.

Tämän mallin pohjalta vaikutus voidaan olettaa osuudeksi työasiamatkoista aiheutuvista käyttäjähyödyistä. Vaikutus lasketaan 10 %:n lisäyksenä työasiamatkojen käyttäjähyötyihin, perustuen aiempaan tutkimukseen (DFT, 2005).

Anderssonin ym. (2015) mukaan vaikutukset ovat kuitenkin hyvin erilaisia eri tuoteryhmissä ja eri aluetasoilla. Heidän mukaansa on vain vähän sellaisia empiirisiä tutkimustuloksia, joiden perusteella voisi vetää yleistettäviä johtopäätöksiä yksittäisten hankkeiden vaikutuksista. Teoreettisen viitekehysten sekä joidenkin empiiristen tutkimusten perusteella hekin pitävät ilmiötä kuitenkin potentiaalisesti merkittävänä.

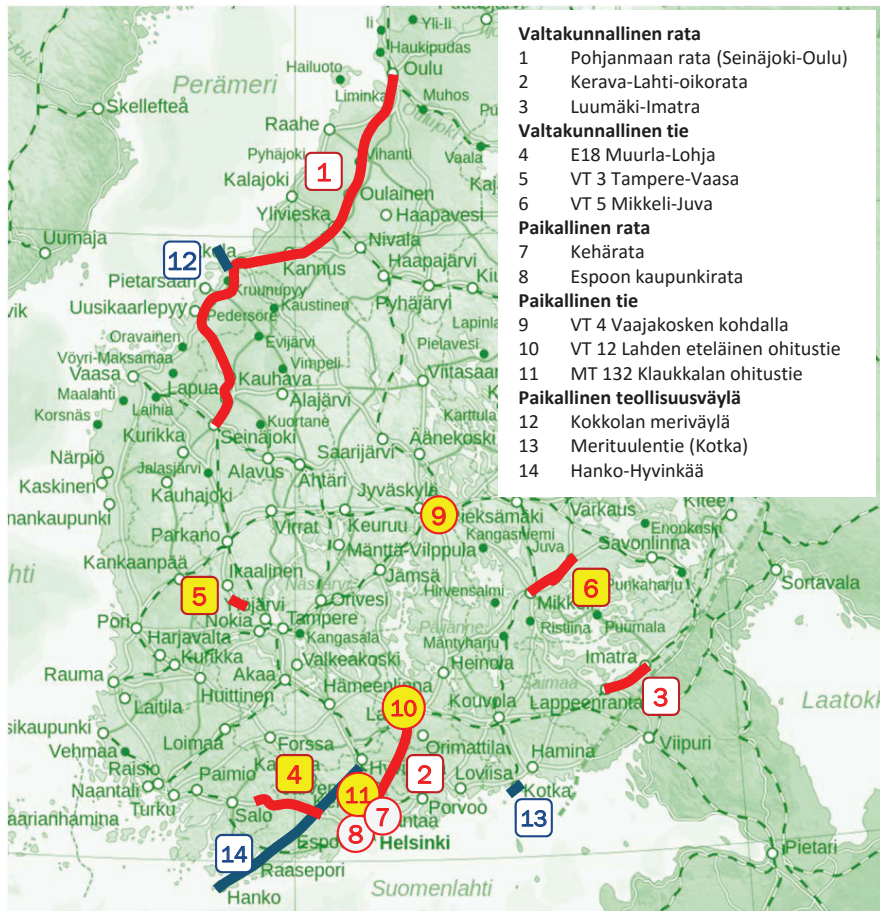
Tässä selvityksessä ei ole tehty empiiristä tutkimusta, jolla voitaisiin vahvistaa tai kumota edellä esitetyn mallin toimivuus Suomen oloissa tai estimoitu siihen liittyviä parametreja. Kuitenkin talouden rakenteet ovat Suomessa samankaltaisia kuin muissakin teollistuneissa ja palveluvaltaistuneissa maissa, joten sillä perusteella voidaan olettaa, että mallin taustalla oleva teoreettinen viitekehys pätee myös Suomessa.

¹² Kirjallisuuskatsaus mm. Laakso & Kostianen & Metsäranta 2016.

3 Esimerkkilaskelmat

3.1 Hanketyypit ja esimerkkihankkeiden valinta

Esimerkkilaskelmilla on selvitetty, miten Suomen liikenneväylien hankearvioinnista saatavat tiedot mahdollistavat laajempien taloudellisten vaikutusten arvioinnin sekä millaista suuruusluokkaa nuo vaikutukset ovat. Esimerkkilaskelmia on tehty 14 liikenneväylähankkeesta (kuva 3.1). Hankkeet valittiin edustamaan erilaisia hanketyyppejä vaikutusten kohdentumisen (valtakunnallinen/paikallinen/teollisuus), väylämuotojen (rata/tie/vesiväylä) sekä maantieteellisen sijainnin mukaan.



Kuva 3.1. Esimerkkilaskelmissa käytettyjen hankkeiden sijainti.

Valtakunnalliset radat

- 1. Pohjanmaan rata (Seinäjoki–Oulu)** on vuodesta 2007 lähtien käynnissä ollut hanke, jossa lisätään radan kapasiteettia ja palvelutasoa eri kohdin 335 km pituisista yhteysväliä. Hanke valmistuu vuonna 2017. Koko hankkeen kustannus-arvio on noin 880 M€. Esimerkkilaskelman lähtökohtana käytetään vuonna 2006 tehtyä hankearviointia (Ratahallintokeskus 2006), jossa investointikustannus on 449 M€ ja hyötykustannussuhde 1,89.
- 2. Kerava–Lahti-oikorata** on vuonna 2006 liikenteelle avattu uusi ratayhteys Keravan ja Lahden välille. Hanke nopeutti matka-aikoja koko itäiseen Suomeen. Esimerkkilaskelman lähtökohtana käytetään vuonna 2000 tehtyä kannattavuuslaskelmaa (Ratahallintokeskus 2006), jossa investointikustannus on 2 325 Mmk (391 M€) ja hyötykustannussuhde 1,8.

3. **Luumäki–Imatra -rata** on hanke, jossa parannetaan Luumäen ja Venäjän rajan välistä rataosuutta. Esimerkkilaskelman lähtökohtana käytetään vuonna 2015 tehtyä hankearviointia (Kiuru ja Sipilä 2015) ja vaihtoehtoa, jossa investointikustannus on 48 M€ ja hyötykustannussuhde 1,3 (nykyisen raiteen nopeuden ja kantavuuden nosto).

Valtakunnalliset tiet

4. **E18 Muurla–Lohja** on valtatie 1 vuonna 2009 liikenteelle avattu viimeisin moottoritieosuus, joka toteutettiin elinkaarihankkeena. Esimerkkilaskelmana hankkeesta käytetään lähtötietona vuonna 2001 julkaistua kannattavuuslaskelmaa (Moilanen ja Metsäranta 2001), jossa investointikustannus on 365 M€ ja hyötykustannussuhde 1,7.
5. **Vt 3 Tampere–Vaasa** tarkoittaa tässä yhteysväällä sijaitsevaa Hämeenkyrön ohitustien rakentamista. Esimerkkilaskelman lähtökohtana käytetään vuonna 2016 julkaistua kannattavuuslaskelmaa (Ristikartano et al 2016), jossa investointikustannus on 68 M€ ja hyötykustannussuhde 1,4.
6. **Vt 5 Mikkeli–Juva** on hanke, jossa Mikkelin ja Juvan välinen valtatie parannetaan pääosin nelikaistaiseksi eritasoliittymän varustelluksi tieksi. Esimerkkilaskelman lähtökohtana käytetään vuonna 2012 tiesuunnitelmaselostuksessa esitettyä kannattavuuslaskelmaa (Pohjois-Savon ELY-keskus 2013), jossa investointikustannus on 122 M€ ja hyötykustannussuhde 1,2.

Paikalliset radat

7. **Kehärata** on uusi kehämäinen ratayhteys Martinlaaksosta lentoaseman kautta Tikkurilaan. Esimerkkilaskelmassa käytetään lähtöarvoina vuonna 2007 julkaistua hankearviointia (Ratahallintokeskus 2007), jossa hankkeen investointikustannus on 391 M€ ja hyötykustannussuhde 1,4.
8. **Espoon kaupunkirata** on hanke, jossa rakennetaan lisäraiteet ja parannetaan asemia Leppävaaran ja Espoon aseman välillä. Esimerkkilaskelman lähtöarvot ovat vuonna 2016 julkaistusta hankearvioinnin päivityksestä (Rinta-Piirto 2016), jossa kaupunkiradan investointikustannus on 226 M€ ja hyötykustannussuhde 1,2.

Paikalliset tiet

9. **Vt 4 Vaajakosken kohdalla** on hanke, jossa rakennetaan moottoritie Kanaavuoren ja Haapakosken välille (2,8 km) Jyväskylässä. Esimerkkilaskelman lähtökohtana käytetään vuonna 2013 tehtyä yleissuunnitelmavaihtoehdon kannattavuuslaskelmaa (Keski-Suomen ELY-keskus 2013), jossa investointikustannus on 126 M€ ja hyötykustannussuhde 1,2.
10. **Vt 12 Lahden eteläinen ohitustie** on hanke, jossa rakennetaan noin 13 km uutta tietä Lahden Soramäen ja Okeroisten välille Lahden ohitse. Esimerkkilaskelman lähtökohtana käytetään vuonna 2015 tiesuunnitelman osana tehtyä hankearviointia (Uudenmaan ELY-keskus 2015), jossa investointikustannus on 240 M€ ja hyötykustannussuhde 2,0.
11. **Mt 132 Klaukkalan ohitustie** -hankkeessa rakennetaan uusi tieyhteys, joka ohittaa Klaukkalan keskustan pohjoispuolelta. Esimerkkilaskelman lähtökohtana käytetään vuoden 2012 hankearviointia (Uudenmaan ELY-keskus 2012), jossa investointikustannus on 32 M€ ja hyötykustannussuhde 3,9.

Paikalliset teollisuusväylät

12. **Kokkolan meriväylä** on hanke, jossa syvennetään Kokkolan satamaan johtavan valtion meriväylän kulkusyvyyttä. Esimerkkilaskelman lähtökohtana käytetään vuonna 2013 tehtyä hankearvioinnin päivitystä (Iikkanen 2013) ja vaihtoehtoa, jossa investointikustannus on 53 M€ ja hyötykustannussuhde 3,2.
13. **Merituulentie (Kotka)** on hanke, jossa rakennetaan uusi maantieyhteys Kotkan ja Mussalon välille satamaan suuntautuvalla pitkämatkaisella liikenteelle. Nykyinen tie jää palvelemaan paikallista liikennettä. Esimerkkilaskelman lähtökohtana käytetään vuonna 2016 tehtyä yleissuunnitelmavaihtoehdon kannattavuuslaskelmaa (Ramboll Finland Oy 2016), jossa investointikustannus on 34 M€ ja hyötykustannussuhde 1,1.
14. **Hanko–Hyvinkää** on radan sähköistys hanke. Esimerkkilaskelman lähtökohtana käytetään vuonna 2014 tehtyä hankearviointia (Iikkanen 2014), jossa investointikustannus on 48 M€ ja hyötykustannussuhde 0,6.

3.2 Laskentaperiaatteet

3.2.1 Laskentamallin valinta

Esimerkkilaskelmissa on sovellettu Iso-Britannian liikennehallinnon ohjeistusta (DfT 2014) laajempien taloudellisten vaikutusten arviointiin. Vaihtoehtoisia ohjeita ei käytännössä ole testattavaksi, koska useimmissa maissa laajemmat taloudelliset vaikutukset käsitellään ohjeissa vasta periaatteellisella tasolla. Myös Uudessa Seelannissa ja Australiassa on aiheesta tarkempaa arviointiohjeistusta, mutta niiden sisältö noudattelee englantilaisten laskentamalleja.

Iso-Britannian arviointiohjeiden mukaan liikennehankkeen mahdollisia laajempia taloudellisia vaikutuksia ovat:

1. kasautumishyödyt (agglomeraatio)
2. tuotannon muutokset epätäydellisesti kilpailluilla markkinoilla
3. kotitalouksien ja yritysten hyöty työmarkkinoilla tapahtuvista muutoksista (työvoiman tarjonnan lisäys ja työvoiman liikkuminen enemmän tai vähemmän tuottaviin työpaikkoihin).

Ohjeistuksen mukaan lähes kaikista hankkeista olisi syytä arvioida tuotannon muutokset epätäydellisesti kilpailluilla markkinoilla ja työvoiman tarjonnan muutoksesta johtuva verotulojen muutos. Kasautumishyötyjen arviointia suositellaan harkittavaksi silloin, jos hanke parantaa saavutettavuutta talouskeskuksen tai suuren työssäkäyntikeskuksen läheisyydessä. Työpaikkojen vaihdosta seuraavia vaikutuksia tulee ohjeen mukaan arvioida vain silloin, jos maankäytön alueelliset muutokset arvioidaan liikenteen ja maankäytön vuorovaikutusta kuvaavalla mallilla.

3.2.2 Kasautumishyödyn (agglomeraatio) määrittäminen

Kasautumishyöty määritetään ohjeen mukaan tehokkaan tiheyden (effective density) kautta. Tehokas tiheys on osa-alueiden välisen etäisyyden, osa-alueen työllisyyden sekä työ- ja työasiamatkojen matkakustannusten funktio¹³:

$$(1) \quad d_i^{S,k,f} = \sum_{j,m} \frac{E_j^{S,f}}{(g_{i,j}^{S,m,f})^{\alpha^k}}$$

Missä

$d_i^{S,k,f}$	Alueen i tehokas tiheys toimialalla k , skenaariossa S , ennustevuonna f
$E_j^{S,f}$	Kaikkien toimialojen yhteenlaskettu työpaikkojen määrä alueella j skenaariossa S , ennustevuonna f (hankearvioinnissa maankäytön kokonaismäärä on sama hanke- ja vertailuvaihtoehdoissa)
$g_{i,j}^{S,m,f}$	Yleistetty matkavastus osa-alueiden i ja j välisillä matkoilla skenaariossa S , kulkumuodolla m ennustevuonna f (määritetään painotettuna keskiarvona yli matkantarkoituksen ja kulkumuodon)
m	Kulkumuoto (henkilöauto, juna, metro, raitiovaunu, bussi)
α^k	Kerroin, joka määrittää kuinka loivasti tai jyrkästi matkavastuksen muutos vaikuttaa toimialalla k .
i	Matkojen lähtöpaikan osa-alue
j	Matkojen määräpaikan osa-alue
f	Ennusteen vuosiluku
k	Toimiala

Tehokkaan tiheyden määrittäminen tarkalleen kaavan (1) määrittämällä tavalla on mahdollista liikennemallin avulla, jos käytössä on lisäksi työpaikkaennuste vastaavalla alueella. Suurten kaupunkiseutujen hankkeissa tämä kuitenkin olisi mahdollista. Esi-merkkihankkeiden tarkastelussa tehokas tiheys arvioidaan maakunnan tasolla, jolloin voidaan käyttää valtakunnallisen henkilöliikennetutkimuksen (Liikennevirasto 2017) ja valtakunnallisen liikennemallin (Moilanen et. al.) tietoja alueen ja alueiden välisten matkavastusten määrittämiseen sekä Valtion taloudellisen tutkimuskeskuksen ennustetta tulevaisuuden työpaikkamääristä (VATT 2017).

Tehokkaan tiheyden muutoksesta seuraava tuottavuuden muutos määritetään toimialakohtaisten joustojen avulla. Absoluuttiset muutokset tuottavuudessa lasketaan kertomalla tuottavuuden suhteellinen muutos osa-alueen tuotannon arvolla.

$$(2) \quad WI1^f = \sum_{i,k} WI1_i^{k,f}$$

¹³ Tehokkaan tiheyden funktiomuoto on tässä sama kuin raportin luvun 2 tarkasteluissa.

$$(3) \quad WI1_i^{k,f} = \left[\frac{d_i^{A,k,f}}{d_i^{B,k,f}} \right]^{\rho^k} - 1 \Big] GDPW^{B,K,f} E_i^{B,k,f}$$

Missä

$WI1^f$ on kaikkien lähtöalueiden i ja toimialojen k yhteenlaskettu agglomeraatiovaikutus ennustevuonna f

$WI1_i^{k,f}$ on agglomeraatiovaikutus toimialalla k lähtöalueelle i ennustevuonna f

$GDPW^{B,K,f}$ on BKT työntekijää kohden alueella i toimialalla k vertailuvaihtoehdon skenaariossa B ennustevuonna f

ρ^k Kerroin, joka määrittää toimialan k tuottavuuden jouston suhteessa tehokkaaseen tiheyteen; kertoimen arvo vaihtelee toimialoittain.

Esimerkkilaskelmissa käytetään VATT:in ennustetta arvonlisäyksestä maakunnittain vuonna 2030 (VATT 2017). Tuottavuuden laskennassa käytetään kaikkien toimialojen keskimääristä lyhyen aikavälin joustoa 0,04 luvussa 2.4.6 esitetyn suosituksen mukaisesti (puolet estimoidusta keskimäärisestä joustosta 0,08 tulkitaan lyhyen aikavälin vaikutukseksi ja puolet pitkän aikavälin vaikutukseksi).

3.2.3 Kilpailun lisääntymisestä johtuvan hyödyn määrittäminen

Vaikutus epätäydellisesti kilpailluilla markkinoilla arvioidaan Iso-Britannian ohjeen mukaan yksinkertaistetusti olettamalla sen suuruudeksi keskimäärin 10 % yritykselle kohdistuvasta työasiamatkojen käyttäjähyödyistä:

$$(4) \quad WI2^f = tBUB^f$$

missä

$WI2^f$ on epätäydellisesti kilpailluilla markkinoilla tapahtuvasta tuotannon kasvusta johtuva hyöty ennustevuonna f

t on tuotemarkkinoiden hinta-kustannusmarginaaleista ja kysynnän hintajoustoista johdettu kerroin tuotannon muutokselle (tällä hetkellä 0,1)

BUB^f on työasiamatkoihin kohdistuva matkavastuksen (matka-aika, matkan kustannus, täsmällisyys) muutos ennustevuonna f

Ohjeen mukaan tavaraliikenteen matkavastuksen muutos voidaan ottaa huomioon samalla tavalla herkkyytarkasteluna, jos tieto on käytettävissä. Esimerkkilaskelmissa tämä hyöty määritetään kertomalla hankkeiden arvioitu työasiamatkojen matkavastuksen muutos, jossa otetaan huomioon aika- ja ajoneuvokustannukset sekä joukko-liikenteen palvelutasohyöty. Esimerkkihankkeista lasketaan myös tavaraliikenteen säästöistä johtuva vaikutus, koska lähtötieto on käytettävissä.

3.2.4 Työvoiman tarjonnan kasvusta johtuvan hyödyn määrittäminen

Työvoiman tarjonnan muutos arvioidaan työmatkojen yleistetyn matkakustannuksen muutoksen perusteella. Vaikutuksen arviointi perustuu käsitykseen siitä, että matkakustannus vaikuttaa ihmisten haluun ja mahdollisuuksiin tehdä työtä. Vaikutuksen arvioimiseksi lasketaan ensin työmatkojen yleistetyn vuotuisen matkakustannuksen muutos työmatkoja tekevää henkilöä kohden aluepareittain. Tämä muutos kerrotaan työssäkävijöiden määrällä, ja lisäksi otetaan huomioon työvoiman tarjonnan jousto, keskimääräinen veroaste ja ero työvoiman ulkopuolelta tulevan keskimääräistä alempi tuottavuus:

$$(5) \quad GP1^f = -\varepsilon^{LS} \frac{\eta}{(1-\tau_1)} \sum_i \left[\sum_j W_{i,j}^{S,f} (G_{i,j}^{A,c,f} - G_{i,j}^{B,c,f}) \right]$$

Missä

$GP1^f$	on työvoiman tarjonnan muutoksesta johtuva vaikutus BKT:oon ennustevuonna f
ε^{LS}	on työvoiman tarjonnan jousto suhteessa nettoansioon, jossa nettotuloista vähennetään työmatkan kustannus; kertoimen arvo Iso-Britannian ohjeessa on 0,1
η	on kerroin työvoiman ulkopuolelta tulevan keskimääräistä alemman tuottavuuden huomioon ottamiseksi; kertoimen arvo Iso-Britannian ohjeessa on 0,69
τ_1	on kerroin työntekijän bruttoansioiden muuttamiseksi nettoansioiksi ottaen huomioon tulovero, tukien väheneminen ja maksujen nousu
$W_{i,j}^{S,f}$	on osa-alueiden i ja j välinen työssäkäynti (työmatkojen määrä) skenaariossa S ennustevuonna f
$G_{i,j}^{A,c,f}, G_{i,j}^{B,c,f}$	on osa-alueiden i ja j välisten edestakaisten työmatkojen c keskimääräinen yleistetty matkavastus investointivaihtoehdossa A ja vertailuvaihtoehdossa B ennustevuonna f

Esimerkkilaskelmissa käytetään lähtöarvioina hankearvioinnista selvitettävää matkavastuksen muutosta edestakaista työmatkaa kohden sekä hanketta käyttävien työmatkojen määrää. Työvoiman tarjonnan joustona käytetään arvoa 0,3.¹⁴ Työvoiman rajatuottavuudeksi oletetaan sama kuin Iso-Britannian ohjeessa 0,69¹⁵ ja työvoimaan tulevan osallistumisveroaste 67 %.¹⁶

¹⁴ Työllistymisen jousto riippuu mm. tulotasosta, perhetilanteesta ja koulutuksesta. VM (2017) laskelmissa käytettiin keskimääräistä joustoa 0,25. VATT (2013) mukaan verovähennysten ja sosiaalietuuksien muutosten ja työllisten määrän väliset joustot vaihtelevat välillä 0,12–0,50.

¹⁵ Tässä tutkimuksessa ei ole löydetty vastaavaa tietoa Suomessa.

¹⁶ Osallistumisveroaste kertoo työhön osallistumisen kannattavuuden työllisen kannalta. Mitä suurempi osallistumisveroaste on, sitä enemmän verojärjestelmä vähentää työssäkäynnin taloudellista hyötyä. Kannustinloukkutyöryhmän (VM 2017) mukaan osallistumisveroaste vaihtelee perhetyypin, lasten lukumäärän, koulutuksen ja sosiaaliturvan mukaan välillä 62 % - 73 %. Tässä käytetään eri perhetyyppien osallistumisveroasteiden painotettua keskiarvoa.

Työvoiman tarjonnan muutoksen taloudellinen nettovaikutus on mukana kannattavuuslaskelmassa verottomalta osaltaan, koska käyttäjät arvottavat työssäkäynnin hyötyjä verojen jälkeisinä tuloina. Työvoiman tarjonnan kasvun laajempi vaikutus syntyy kotitalouksien tulojen ja yritysten tuotoksen kasvusta. Laajemman vaikutuksen indikaattorina on verotulojen kasvu. Vaikutuksen suuruuden arvioinnissa otetaan huomioon uusien työntekijöiden tulovero, tuotoksen kasvusta johtuva yritysveron kasvu sekä työttömyyteen liittyvien tukien vähenemisen. Esimerkkilaskelmissa käytetään samaa verotulojen kertoimen arvoa kuin Iso-Britanniassa.¹⁷

$$(6) \quad WI3^f = \tau_2 GP1^f$$

Missä

$WI3^f$ on työvoiman tarjonnan muutoksesta johtuva vaikutus verotuloihin ennustevuonna f

τ_2 on kerroin verotulojen muutoksen määrittämiseksi työssäkäynnin kasvusta johtuvan tuotannon kasvun $GP1$ seurauksena; kertoimen arvo Iso-Britanniassa on 0,40.

3.2.5 Työpaikan vaihdosta johtuvan hyödyn määrittäminen

Työvoiman siirtymistä johtuvat vaikutukset arvioidaan Iso-Britannian ohjeen mukaan siten, että ensin mallinnetaan liikenneinvestoinnin vaikutus työn sijaintiin (liikenne- ja maankäyttömallilla, LUTI), jonka perusteella arvioidaan sijaintimuutoksista seuraava tuottavuuden muutos. Työn uudelleensijoittumisesta aiheutuvat tuottavuusmuutokset arvioidaan kertomalla liikennehankkeen aikaansaama työllisyyden muutos osa-alueen keskimääräisellä tuottavuudella (BKT/työntekijä) ja laskemalla alueiden luvut yhteen. Tuloksena saadaan muutos kokonaistuotannossa jokaiselle vuodelle, joka aiheutuu siirtymästä erilaisen tuottavuuden töihin.

$$(7) \quad GP2^f = GDPW^{N,f} \sum_i (E_i^{A,f} - E_i^{B,f}) PI_i$$

Missä

$GP2^f$ on osa-alueiden työpaikkamäärien yhteenlaskettu muutos (siirtymä vähemmän/enemmän tuottaviin työpaikkoihin) ennustevuonna f

$GDPW^{N,f}$ on BKT työntekijää kohden keskimäärin koko maassa ennustevuonna f

$E_i^{A,f}, E_i^{B,f}$ on työpaikkojen kokonaismäärä investointivaihtoehdossa A ja vertailuvaihtoehdossa B ennustevuonna f

PI_i on indeksi, joka kertoo osa-alueen i keskimääräisen tuottavuuden (BKT/työntekijä) ero koko mallialueen keskimääräiseen tuottavuuteen

¹⁷ Karin (2016) mukaan julkisen sektorin tulojen menetys työttömyydestä on keskimäärin 40 % palkkameinoista, kun otetaan huomioon työntekijältä ja työnantajalta perittävien verotulojen menetys sekä työttömyystuet.

Työvoiman siirtymien taloudellinen nettovaikutus määritetään kertomalla edellä laskettu tuotannon muutos keskimääräisellä verokertoimella, joka pitää sisällään työn tuottavuuden muutoksesta johtuvan vaikutuksen arvonlisäykseen (yritysvero) ja palkkoihin (tulovero). Työpaikan vaihdosta johtuva hyvinvointivaikutus on jo sisällä kannattavuuslaskelmassa verottomana, ja laajempi taloudellinen vaikutus on siitä seuraava muutos verotuloissa:

$$(1) \quad WI4^f = \tau_3 GP2^f$$

Missä

$WI4^f$ on työpaikkojen vaihdoista johtuvan tuottavuuden lisäyksestä enustevuonna f

τ_3 on kerroin verotulojen muutoksen määrittämiseksi työpaikan vaihdosta johtuvan tuotannon kasvun $GP2$ seurauksena; kertoimen arvo Iso-Britanniassa on 30 %

Suomessa ei ole käytetty liikenne- ja maankäyttömallia hankearvioinnissa 2000-luvulla. Hankearvioinnin ohjeistuksessa on lisäksi pääsääntönä, että maankäyttö (eli asukkaat ja työpaikat) on sama kaikissa vaihtoehtoissa. Näin ollen työpaikan vaihdosta johtuvaa hyötyä ei ole lainkaan mahdollista arvioida.

3.3 Arviot esimerkkihankkeiden laajemmista taloudellisista vaikutuksista

3.3.1 Tehokkaan tiheyden kasvusta johtuva tuottavuuden kasvu (WI1)

Esimerkkihankkeiden agglomeraatiohyödyt on laskettu maakuntatasolla. Matkavastuksena on käytetty maakuntien sisällä valtakunnallisen henkilöliikennetutkimuksen (Liikennevirasto 2017) mukaista työ- ja työasiamatkojen keskimääräistä matka-aikaa. Maakuntien välisillä matkoilla on käytetty valtakunnallisella liikennemallilla (Moilanen et. al. 2014) tuotettuja kulkutapaosuuksilla painotettuja keskiarvoja. Laskelman lähtöarvot esitetään taulukossa 3.1.

Hankkeen aiheuttama muutos matkavastukseen on määritetty erikseen maakuntien sisäisille matkoille ja maakuntien välisille matkoille. Tehokkaan tiheyden (yksikkönä työlliset) määrittämisessä on käytetty samaa kertoimen B arvoa kuin raportin luvussa 2.4 (B=2,5). Toimialojen keskimääräisenä joustona tuottavuuden ja tehokkaan tiheyden välillä on käytetty arvoa 0,04 (ks. kaava 2 luvussa 3.2.2).

Taulukko 3.1 Esimerkkihankkeiden agglomeraatiohyötyjen laskennan lähtöarvot.

	Alueiden tunnusluvut 2030			Alueen työ- ja työasiamatkat			Tehokas tiheys (B=2,5) 2030		
	Väestö	Työlliset	Arvonlisäys, M€	Hlö/vrk (HLT 2011)	Milj. Matkaa/v 2030	Min/matka (HLT 2011)	Sisäinen	Muiden alueiden vaikutus	Yhteensä
Etelä-Karjala	128 335	52 799	4 247	0,50	20,0	27,9	56 866	1 358	58 224
Etelä-Pohjanmaa	199 839	81 550	4 918	0,57	33,2	23,4	91 325	795	92 120
Etelä-Savo	140 734	60 893	3 881	0,51	23,4	26,8	66 079	1 040	67 119
Kainuu	74 707	36 633	2 284	0,61	14,7	24,9	40 363	192	40 554
Kanta-Häme	193 025	73 463	5 257	0,51	26,8	21,9	83 846	5 136	88 981
Keski-Pohjanmaa	72 076	31 721	2 259	0,55	11,3	28,3	34 073	490	34 564
Keski-Suomi	289 003	118 384	8 104	0,63	52,3	24,9	130 514	626	131 140
Kymenlaakso	175 699	75 139	5 320	0,52	28,4	18,6	91 039	2 126	93 165
Lappi	182 679	77 726	5 730	0,50	27,4	24,8	85 780	262	86 042
Pirkanmaa	528 269	216 871	15 835	0,61	91,8	26,0	236 760	2 271	239 031
Pohjanmaa	201 627	83 121	6 517	0,70	37,6	19,5	98 745	216	98 961
Pohjois-Karjala	180 504	67 846	4 407	0,49	24,5	26,0	74 066	214	74 280
Pohjois-Pohjanmaa	397 959	174 896	12 673	0,56	67,5	20,4	204 371	293	204 664
Pohjois-Savo	270 682	100 017	6 850	0,51	38,1	22,0	114 019	367	114 386
Päijät-Häme	200 461	87 656	5 848	0,45	27,3	21,8	100 147	3 460	103 607
Satakunta	220 250	102 623	7 609	0,53	35,7	18,1	125 835	1 275	127 110
Uusimaa	1 828 339	826 829	69 369	0,67	317,3	27,4	893 127	2 257	895 384
Varsinais-Suomi	502 802	217 561	15 758	0,53	74,3	24,7	240 200	1 995	242 195

Valtakunnallisten ratojen esimerkkihankkeista (taulukko 3.2) suurin agglomeraatiohyöty on arvion mukaan Kerava–Lahti-oikoradalla. Oikorata lyhentää merkittävästi Helsingin ja Lahden välistä matka-aikaa, mikä lisää Helsingin merkitystä Päijät-Hämeen tehokkaaseen tiheyteen ja hieman myös toiseen suuntaan. Alueiden sisäisiin matkoihin radalla ei ole havaittavaa vaikutusta. Pohjanmaan radan hyöty jää selvästi pienemmäksi, koska käyttäjämäärä on pienempi kuin Oikoradalla. Vaikutuksia syntyy sekä maakuntien välisen saavutettavuuden paranemisesta että Pohjois-Pohjanmaan sisäisen saavutettavuuden paranemisesta. Lappeenranta–Imatra-hankkeen aikasäästö ja liikennekysyntä ovat pienimmät ja siten myös euromääräinen agglomeraatiohyöty.

Taulukko 3.2 Valtakunnallisten ratojen esimerkkihankkeiden arvioidut agglomeraatiohyödyt.

	VALTAKUNNALLINEN RATA		
	Pohjanmaan rata	Kerava-Lahti- oikorata	Lappeenranta- Imatra
Koko alue (maakuntataso)			
Työ- ja työasiamatkoja, milj. matkaa/v	112	345	73
Työllisten määrä, henkilöä	288 167	914 485	195 784
Arvonlisäys, M€/v	19 850	75 217	13 974
Hanke			
Työ- ja työasiamatkoja, milj. matkaa/v	0,6	0,8	0,2
Hankkeen käyttäjien aikasäästö, min/matka	30,2	35,2	6,7
Tehokas tiheys TT ilman hanketta 2030			
Maakuntien sisäinen TT, työllistä	329 770	993 274	221 971
Muiden maakuntien TT kontribuutio, työllistä	1 578	5 717	3 698
TT yhteensä, työllistä	331 348	998 991	225 669
Tehokas tiheys TT hankkeen kanssa 2030			
Maakuntien sisäinen TT, työllistä	330 656	993 274	221 996
Muiden maakuntien TT kontribuutio, työllistä	1 690	7 488	3 705
TT yhteensä, työllistä	332 346	1 000 762	225 700
Tuottavuusvaikutus			
Tehokkaan tiheyden muutos	0,30 %	0,18 %	0,01 %
Hankkeen tuottavuushyöty, M€/v	2,5	4,3	0,1
Tuottavuushyöty/alueen arvonlisäys	0,012 %	0,006 %	0,001 %
Tuottavuushyöty/investointikustannus (30 v/3,5 %)	10,2 %	20,3 %	3,3 %

Valtakunnallisten teiden arvioidut agglomeraatiohyödyt esitetään taulukossa 3.3. Kaikilla näillä hankkeilla on vaikutuksia sekä maakuntien sisäisiin että maakuntien välisiin matkavastuksiin. Suurin hyöty on arvion mukaan Hämeenkyrön ohikulkutiellä. Hämeenkyrössä vaikutus on suurempi kuin E18-tiellä Uudellamaalla, koska valtatie 3 matkamäärä suhteessa Pirkanmaan kaikkiin matkoihin on selvästi suurempi kuin valtatie 1 matkamäärä suhteessa Uudenmaan kaikkiin matkoihin.

Paikallisten ratojen esimerkkihankkeilla on keskimäärin saman suuruinen vaikutus matka-aikaan (taulukko 3.5). Kaupunkiradan käyttäjämäärä on hieman suurempi, minkä takia sen agglomeraatiohyöty maakunnan sisäisistä matkoista on laskelmassa suurempi kuin Kehäradan. Kaupunkiradalla on lisäksi vaikutus Turun ja Helsingin väliseen kaukojuna liikenteeseen, jolloin sen vaikutus näkyy myös Uudenmaan vaikutuksena Varsinais-Suomen tehokkaaseen tiheyteen ja päinvastoin.

Taulukko 3.3 Valtakunnallisten teiden esimerkkihankkeiden arvioidut agglomeraatiohyödyt.

	VALTAKUNNALLINEN TIE		
	E18 Muurla-Lohja	Vt 3 Hämeenkyrön ohikulkutie	Vt 5 Mikkeli-Juva
Koko alue (maakuntataso)			
Työ- ja työasiamatkoja, milj. matkaa/v	392	125	61
Työllisten määrä, henkilöä	1 044 390	298 421	160 910
Arvonlisäys, M€/v	85 127	20 753	10 731
Hanke			
Työ- ja työasiamatkoja, milj. matkaa/v	1,7	1,6	1,3
Hankkeen käyttäjien aikasäästö, min/matka	7,4	2,3	4,4
Tehokas tiheys TT ilman hanketta 2030			
Maakuntien sisäinen TT, työllistä	1 133 327	328 085	180 098
Muiden maakuntien TT kontribuutio, työllistä	4 252	3 066	1 407
TT yhteensä, työllistä	1 137 579	331 151	181 505
Tehokas tiheys TT hankkeen kanssa 2030			
Maakuntien sisäinen TT, työllistä	1 133 539	328 218	180 206
Muiden maakuntien TT kontribuutio, työllistä	4 468	3 412	1 416
TT yhteensä, työllistä	1 138 007	331 630	181 622
Tuottavuusvaikutus			
Tehokkaan tiheyden muutos	0,04 %	0,14 %	0,06 %
Hankkeen tuottavuushyöty, M€/v	1,2	1,3	0,80
Tuottavuushyöty/alueen arvonlisäys	0,001 %	0,006 %	0,007 %
Tuottavuushyöty/investointikustannus (30 v/3,5 %)	6,3 %	34,1 %	12,2 %

Taulukko 3.4 Paikallisten ratojen esimerkkihankkeiden arvioidut agglomeraatiohyödyt.

	PAIKALLINEN RATA	
	Kehärata	Espoon kaupunkirata
Koko alue (maakuntataso)		
Työ- ja työasiamatkoja, milj. matkaa/v	317	317
Työllisten määrä, henkilöä	826 829	826 829
Arvonlisäys, M€/v	69 369	69 369
Hanke		
Työ- ja työasiamatkoja, milj. matkaa/v	8,4	10,0
Hankkeen käyttäjien aikasäästö, min/matka	5,5	5,6
Tehokas tiheys TT ilman hanketta 2030		
Maakuntien sisäinen TT, työllistä	893 127	893 127
Muiden maakuntien TT kontribuutio, työllistä	2 257	2 257
TT yhteensä, työllistä	895 384	895 384
Tehokas tiheys TT hankkeen kanssa 2030		
Maakuntien sisäinen TT, työllistä	893 999	894 187
Muiden maakuntien TT kontribuutio, työllistä	2 257	2 266
TT yhteensä, työllistä	896 256	896 453
Tuottavuusvaikutus		
Tehokkaan tiheyden muutos	0,10 %	0,12 %
Hankkeen tuottavuushyöty, M€/v	2,7	3,3
Tuottavuushyöty/alueen arvonlisäys	0,004 %	0,005 %
Tuottavuushyöty/investointikustannus (30 v/3,5 %)	12,7 %	27,0 %

Paikallisten teiden esimerkkihankkeista (taulukko 3.5) Klaukkalan ohikulkutiellä on pelkästään maakunnan sisäisiä vaikutuksia. Vaajakosken kohdan parannus sekä Lahden ohikulkutie vaikuttavat sekä maakuntien sisäisiin että maakuntien välisiin matkoihin.

Taulukko 3.5 Paikallisten teiden esimerkkihankkeiden arvioidut agglomeraatiohyödyt.

	PAIKALLINEN TIE		
	Klaukkalan ohikulkutie	Vt 4 Vaajakosken kohdalla	Vt 12 Lahden ohikulkutie
Koko alue (maakuntataso)			
Työ- ja työasiamatkoja, milj. matkaa/v	317	52	27
Työllisten määrä, henkilöä	826 829	118 384	87 656
Arvonlisäys, M€/v	69 369	8 104	5 848
Hanke			
Työ- ja työasiamatkoja, milj. matkaa/v	1,3	1,8	2,6
Hankkeen käyttäjien aikasäästö, min/matka	6,7	5,6	4,7
Tehokas tiheys TT ilman hanketta 2030			
Maakuntien sisäinen TT, työllistä	893 127	130 514	100 147
Muiden maakuntien TT kontribuutio, työllistä	2 257	626	4 853
TT yhteensä, työllistä	895 384	131 140	105 000
Tehokas tiheys TT hankkeen kanssa 2030			
Maakuntien sisäinen TT, työllistä	893 293	131 019	100 847
Muiden maakuntien TT kontribuutio, työllistä	2 257	636	4 929
TT yhteensä, työllistä	895 550	131 656	105 776
Tuottavuusvaikutus			
Tehokkaan tiheyden muutos	0,02 %	0,39 %	0,74 %
Hankkeen tuottavuushyöty, M€/v	0,5	1,3	1,7
Tuottavuushyöty/alueen arvonlisäys	0,001 %	0,016 %	0,030 %
Tuottavuushyöty/investointikustannus (30 v/3,5 %)	29,7 %	18,6 %	13,3 %

3.3.2 Kilpailun lisääntymisestä johtuva tuotannon kasvu (WI2)

Hankkeiden laajempi vaikutusta kilpailun lisääntymisen kautta tuotannon kasvuun riippuu hankkeiden työajan matkojen matkavastuksen muutoksesta. Tämän laajemman hyödyn suuruuteen vaikuttavat näin ollen työasiamatkojen osuus hankkeen liikennekysynnästä sekä vastuksen muutos matkaa kohden. Esimerkkihankkeista otetaan lisäksi huomioon (Iso-Britannian ohjeessa herkkyytarkasteluna sallittu) kuljetuskustannussäästöistä laskettu vaikutus.

Valtakunnallisten ratojen esimerkkihankkeista (taulukko 3.6) vain Kerava–Lahti-oikoradalla on erottuva kilpailuhyöty työasiamatkojen matkavastuksen pienenemisestä. Pohjanmaan rata taas erottuu kuljetuskustannussäästöillään. Vaikutukset jäävät kaikkiaan kuitenkin pieniksi.

Taulukko 3.6 Valtakunnallisten ratojen esimerkkihankkeiden arvioidut hyödyt kilpailun lisääntymisen vaikutuksesta tuotantoon.

	VALTAKUNNALLINEN RATA		
	Pohjanmaan rata	Kerava-Lahti-oikorata	Lappeenranta-Imatra
Hanke			
Työajan matkojen käyttäjähyöty, M€/v	2,7	10,2	0,3
Kuljetusten kustannussäästö, M€/v	11,3	0,8	0,0
Kilpailun lisääntymisen hyödyn laskenta			
Laajempi hyöty matkojen käyttäjähyödyistä, M€/v	0,27	1,02	0,03
Laajempi hyöty/investointikustannus (30 v/3,5 %)	1,1 %	4,8 %	1,0 %
Laajempi hyöty kuljetusten käyttäjähyödyistä, M€/v	1,13	0,08	0,00
Laajempi hyöty/investointikustannus (30 v/3,5 %)	4,6 %	0,4 %	0,0 %

Valtakunnallisten teiden esimerkkihankkeiden hyödyt kilpailun lisääntymisestä (taulukko 3.7) ovat niin ikään pieniä. Kuljetuskustannukset huomioon ottaen kilpailuhyöty nousisi Muurla–Lohja hankkeessa noin 4 % kokonaishyödyistä, mikä vastaa suuruusluokaltaan moottoritien aiheuttamaa kunnossapitokustannusten kasvua kannattavuuslaskelmassa.

Taulukko 3.7 Valtakunnallisten teiden esimerkkihankkeiden arvioidut hyödyt kilpailun lisääntymisen vaikutuksesta tuotantoon.

	VALTAKUNNALLINEN TIE		
	E18 Muurla-Lohja	Vt 3 Hämeenkyrön ohikulkutie	Vt 5 Mikkeli-Juva
Hanke			
Työajan matkojen käyttäjähyöty, M€/v	1,04	0,74	1,70
Kuljetusten kustannussäästö, M€/v	13,14	1,35	2,67
Kilpailun lisääntymisen hyödyn laskenta			
Laajempi hyöty matkojen käyttäjähyödyistä, M€/v	0,10	0,07	0,17
Laajempi hyöty/investointikustannus (30 v/3,5 %)	0,5 %	2,0 %	2,6 %
Laajempi hyöty kuljetusten käyttäjähyödyistä, M€/v	1,31	0,13	0,27
Laajempi hyöty/investointikustannus (30 v/3,5 %)	6,6 %	3,6 %	4,0 %

Paikallisten ratojen esimerkkihankkeiden kilpailuhyödyt työasiamatkojen matkavastuksen pienenemisestä ovat vähäiset (taulukko 3.8). Kuljetuksia näillä rataosilla ei ole.

Taulukko 3.8 Paikallisten ratojen esimerkkihankkeiden arvioidut hyödyt kilpailun lisääntymisen vaikutuksesta tuotantoon.

	PAIKALLINEN RATA	
	Kehärata	Espoon kaupunkirata
Hanke		
Työajan matkojen käyttäjähyöty, M€/v	1,49	4,03
Kuljetusten kustannussäästö, M€/v	0,00	0,00
Kilpailun lisääntymisen hyödyn laskenta		
Laajempi hyöty matkojen käyttäjähyödyistä, M€/v	0,15	0,40
Laajempi hyöty/investointikustannus (30 v/3,5 %)	0,7 %	3,3 %
Laajempi hyöty kuljetusten käyttäjähyödyistä, M€/v	0,00	0,00
Laajempi hyöty/investointikustannus (30 v/3,5 %)	0,0 %	0,0 %

Työasiamatkojen nopeutumisesta saatava kilpailuhyöty on pieni myös paikallisten teiden esimerkkihankkeissa (taulukko 3.9). Jos otetaan lisäksi huomioon raskaan liikenteen aika- ja ajoneuvokustannussäästöt, ovat kilpailuhyödyt suurimmillaan 4,5 % kokonaishyödyistä Vaajakosken moottoritiehankkeessa.

Taulukko 3.9 Paikallisten teiden esimerkkihankkeiden arvioidut hyödyt kilpailun lisääntymisen vaikutuksesta tuotantoon.

	PAIKALLINEN TIE		
	Klaukkalan ohikulkutie	Vt 4 Vaajakosken kohdalla	Vt 12 Lahden ohikulkutie
Hanke			
Työajan matkojen käyttäjähyöty, M€/v	0,58	1,10	3,75
Kuljetusten kustannussäästö, M€/v	0,45	2,59	3,98
Kilpailun lisääntymisen hyödyn laskenta			
Laajempi hyöty matkojen käyttäjähyödyistä, M€/v	0,06	0,11	0,37
Laajempi hyöty/investointikustannus (30 v/3,5 %)	3,3 %	1,6 %	2,9 %
Laajempi hyöty kuljetusten käyttäjähyödyistä, M€/v	0,04	0,26	0,40
Laajempi hyöty/investointikustannus (30 v/3,5 %)	2,6 %	3,8 %	3,1 %

Paikallisten teollisuusväylien esimerkkihankkeilla saavutetaan ensisijaisesti säästöjä kuljetuskustannuksissa. Kotkan Merituulentiellä on lisäksi paikallista liikennettä ja siten myös työasiamatkoja. Näiden työasiamatkojen nopeutumisesta johtuva kilpailu-hyöty on vähäinen (taulukko 3.10). Kuljetuskustannussäästöistä johtuvat kilpailuhyödyt ovat kaikissa näissä hankkeissa merkittävän suuruisia.

Taulukko 3.10 Paikallisten teollisuusväylien esimerkkihankkeiden arvioidut hyödyt kilpailun lisääntymisen vaikutuksesta tuotantoon.

	PAIKALLINEN TEOLLISUUSVÄYLÄ		
	Kokkolan meriväylä	Merituulentie, Kotka	Hanko-Hyvinkäärata
Hanke			
Työajan matkojen käyttäjähyöty, M€/v	0,00	0,16	0,00
Kuljetusten kustannussäästö, M€/v	7,56	1,44	2,04
Kilpailun lisääntymisen hyödyn laskenta			
Laajempi hyöty matkojen käyttäjähyödyistä, M€/v	0,00	0,02	0,00
Laajempi hyöty/investointikustannus (30 v/3,5 %)	0,0 %	0,9 %	0,0 %
Laajempi hyöty kuljetusten käyttäjähyödyistä, M€/v	0,76	0,14	0,20
Laajempi hyöty/investointikustannus (30 v/3,5 %)	26,3 %	7,9 %	7,8 %

3.3.3 Työvoiman tarjonnan kasvusta johtuva hyöty (WI3)

Esimerkkihankkeiden vaikutus työssäkäyntiin on laskettu hankearviointien perusteella arvioitujen työmatkojen määrien sekä matka-aikasäästöjen perusteella. Esimerkkilaskelmissa ei ole ollut käytettävissä tietoa alueiden välisestä työssäkäynnistä ja matkavastuksista kaikilla kulkumuodoilla. Hyödyn määrittämisessä käytetyt kertoimet ovat (ks. kaava 5 luvussa 3.2.4): Työvoiman tarjonnan jousto -0,3; työvoiman rajatuottavuus 0,69 ja työvoimaan tulevan osallistumisveroaste 67 %.

Valtakunnallisten ratojen esimerkkihankkeista (taulukko 3.11) suurin työvoiman kasvusta johtuva hyöty on arvion mukaan Kerava–Lahti-oikoradalla. Tämä on odotettavaa, koska Lahden ja Helsingin välinen pendelöinti on vilkasta ja matka-ajan nopeutus suuri. Pohjanmaan radan hyöty jää selvästi pienemmäksi, koska hankkeesta hyötyvien työmatkojen määrä on selvästi pienempi vaikka aikasäästö suuri onkin. Lappeenranta–Imatra-hankkeen aikasäästökin jää muihin verraten pieneksi ja siten myös työssäkäynnin kasvun hyöty.

Taulukko 3.11 Valtakunnallisten ratojen esimerkkihankkeiden arvioidut hyödyt työvoiman tarjonnan kasvusta.

	VALTAKUNNALLINEN RATA		
	Pohjanmaan rata	Kerava-Lahti-oikorata	Lappeenranta-lmatra
Hanke			
Työmatkan käyttäjähyöty, €/matka	4,40	5,20	1,00
Hankkeesta hyötyviä työllisiä	1 200	1 600	400
Työssäkäynnin lisäyksen hyödyn laskenta			
Työllisten määrän kasvu hankkeen seurauksena	14	22	1
Työllisyyden kasvusta johtuva nettohyöty, M€/v	0,83	1,28	0,06
Työllisyshyöty/investointikustannus (30 v/3,5 %)	3,4 %	6,0 %	2,3 %

Valtakunnallisten teiden arvioidut työssäkäynnin lisääntymisen hyödyt esitetään taulukossa 3.12. Absoluuttisesti suurin hyöty Muurla-Lohja-moottoritille, jossa on suurin matka-aikasäästö ja suurin työmatkojen määrä.

Taulukko 3.12 Valtakunnallisten teiden esimerkkihankkeiden arvioidut hyödyt työvoiman tarjonnan kasvusta.

	VALTAKUNNALLINEN TIE		
	E18 Muurla-Lohja	Vt 3 Hämeenkyrön ohikulkutie	Vt 5 Mikkeli-Juva
Hanke			
Työmatkan käyttäjähyöty, €/matka	1,10	0,30	0,70
Hankkeesta hyötyviä työllisiä	3 400	3 200	2 600
Työssäkäynnin lisäyksen hyödyn laskenta			
Työllisten määrän kasvu hankkeen seurauksena	10	3	4
Työllisyyden kasvusta johtuva nettohyöty, M€/v	0,58	0,17	0,26
Työllisyshyöty/investointikustannus (30 v/3,5 %)	2,9 %	4,6 %	4,0 %

Paikallisten ratojen esimerkkihankkeiden vaikutukset työssäkäynnin kasvuun ovat samaa suuruusluokkaa. Kaupunkiradalla on hankearviointien perusteella hieman enemmän työmatkoja kuin Kehäradalla, jolloin hyötykin tulee suuremmaksi.

Taulukko 3.13 Paikallisten ratojen esimerkkihankkeiden arvioidut hyödyt työvoiman tarjonnan kasvusta.

	PAIKALLINEN RATA	
	Kehärata	Espoon kaupunkirata
Hanke		
Työmatkan käyttäjähyöty, €/matka	0,80	0,80
Hankkeesta hyötyviä työllisiä	16 800	20 000
Työssäkäynnin lisäyksen hyödyn laskenta		
Työllisten määrän kasvu hankkeen seurauksena	38	46
Työllisyyden kasvusta johtuva nettohyöty, M€/v	2,09	2,53
Työllisyshyöty/investointikustannus (30 v/3,5 %)	9,8 %	20,6 %

Paikallisten teiden esimerkkihankkeista (taulukko 3.14) Lahden ohikulkutiellä on suurin vaikutus työssäkäyntiin. Paikallisista teollisuusväylistä Kotkan Merituulentiellä on pieni vaikutus työssäkäyntimatkoihin. Vaikutus on kuitenkin niin pieni, että ei erotu esimerkkilaskelman tarkkuudessa.

Taulukko 3.14 Paikallisten teiden esimerkkihankkeiden arvioidut hyödyt työvoiman tarjonnan kasvusta.

	PAIKALLINEN TIE		
	Klaukkalan ohikulkutie	Vt 4 Vaajakosken kohdalla	Vt 12 Lahden ohikulkutie
Hanke			
Työmatkan käyttäjähyöty, €/matka	1,00	0,80	0,70
Hankkeesta hyötyviä työllisiä	2 600	3 640	5 200
Työssäkäynnin lisäyksen hyödyn laskenta			
Työllisten määrän kasvu hankkeen seurauksena	7	8	9
Työllisyyden kasvusta johtuva nettohyöty, M€/v	0,39	0,46	0,55
Työllisyshyöty/investointikustannus (30 v/3,5 %)	22,8 %	6,7 %	4,2 %

3.4 Havainnot ja päätelmät esimerkkilaskelmista

Iso-Britannian hankearviointiohjeistuksen perusteella on mahdollista tuottaa arvioita suomalaisten liikenneväyläinvestointien agglomeraatiohyödyistä, työllisyyden kasvun hyödyistä sekä kilpailun lisääntymisen hyödyistä. Tarkalleen ottaen arviointi tulisi tehdä liikennemallin osa-aluejaon mukaisella tarkkuudella, mikä on käytännössä mahdollista suurten kaupunkiseutujen malleilla arvioitavissa hankkeissa. Muualla sijaitsevilla hankkeissa arviointi on tehtävä keskimääräisin arvin. Työpaikkojen vaihdosta johtuvia vaikutuksia ei ole mahdollista arvioida ilman maankäyttömallia.

Hankearvioinneista ei nykyisen ohjeistuksen mukaisesti dokumentoida riittäviä lähtöarvoja laajempien taloudellisten vaikutusten karkeaan arviointiin. Hankkeista tarvitaan seuraavat lähtöarvot:

- vaikutuksen kohteena olevien työmatkojen määrä
- vaikutuksen kohteena olevien työasiamatkojen määrä
- vaikutuksen kohteena olevien matkojen matkavastus (osatekijöihinsä eroteltuna) ennen hanketta
- vaikutuksen kohteena olevien matkojen matkavastus (osatekijöihinsä eroteltuna) hankkeen jälkeen.

Esimerkkilaskelmissa nämä lähtöarvot on päätelty hankearvioinnin ja hankkeen muiden suunnitelmien eri tiedoista sekä muista tietolähteistä, kuten tierekisteri, rautatietilasto ja valtakunnallinen liikennemalli. Kaikki karkeaan arviointiin tarvittavat tiedot olisi hankearvioinnissa kuitenkin melko helposti tuotettavissa, jos sellaiset pyydetäisiin esittämään.

Esimerkkilaskelmien tulosten perusteella väylähankkeilla voi olla niiden kannattavuuslaskelmaan verraten suhteellisen merkittäviäkin suorista hyödyistä johtuvia laajempia taloudellisia hyötyjä. Ennako-odotuksista poiketen ratahankkeiden laajemmat hyödyt eivät ole suurempia kuin tiehankkeiden vastaavat. Laskentamenetelmän perusteella tämä on kuitenkin odotettava tulos, koska auton kulkutapaosuus on kaikilla alueilla suuri ja siten hankkeen suhteellinen vaikutus tarkastellun alueen sisäiseen ja alueiden väliseen matkavastukseen on suuri. Näissä esimerkkilaskelmissa asiaan voi vaikuttaa myös vaikutusalueen rajausta, joka on käytännön syistä maakunta. Hankkeiden suorista ja laajempia hyötyjä vertaillaessa on myös huomattava, että suorista hyödyistä merkittävä osa syntyy vapaa-ajan matkojen säästöistä, kun taas laajemmat hyödyt ovat seurausta työ- ja työasiamatkojen (sekä kuljetuskustannussäästöjen) säästöistä.

Yleisesti voidaan todeta, että laajemmat hyödyt eivät olennaisesti muuta suorien hyötyjen ja hyöty-kustannussuhteen perusteella tehtäviä päätelmiä hankkeen kannattavuudesta ja tärkeysjärjestyksestä.

Taulukko 3.15 Yhteenveto esimerkkihankkeiden arvioituista laajemmista hyödyistä.*

Hanke	Hankearviointi		Arvioidut laajemmat hyödyt				
	Kustannusarvio, M€	Suorat H/K	Agglomeraatiohyöty, M€/v	Kilpailuhyöty, M€/v	Työllisyyshyöty, M€/v	Yhteensä, M€/v	Laajemmat H/K
Pohjanmaan rata	449	1,9	2,5	1,4	0,8	4,7	0,2
Kerava - Lahti oikorata	391	1,8	4,3	1,1	1,3	6,7	0,3
Lappeenranta - Imatra	48	1,3	0,1	0,0	0,1	0,2	0,1
E18 Muurla - Lohja	365	1,7	1,2	1,4	0,6	3,2	0,2
VT 3 Hämeenkyrön ohikulkutie	68	1,4	1,3	0,2	0,2	1,6	0,4
VT 5 Mikkeli - Juva	122	1,8	0,8	0,4	0,3	1,5	0,2
Kehärata	391	1,4	2,7	0,1	2,1	4,9	0,2
Espoon kaupunkirata	226	1,2	3,3	0,4	2,5	6,2	0,5
Klaukkalan ohikulkutie	32	3,9	0,5	0,1	0,4	1,0	0,6
Vt 4 Vaajakosken kohdalla	126	1,2	1,3	0,4	0,5	2,1	0,3
VT 12 Lahden ohikulkutie	240	2,0	1,7	0,8	0,6	3,1	0,2
Kokkolan meriväylä	53	3,2		0,8		0,8	0,3
Merituulentie, Kotka	34	1,1		0,2	0,0	0,2	0,1
Hanko - Hyvinkää -rata	48	0,6		0,2		0,2	0,1

*) Laajempien hyötyjen arviot ovat esimerkinomaisia ja eri lähteistä päätettyjen lähtötietojen takia epävarmoja. Tässä esitettyjä arvioita ei tule yhdistää esimerkkeinä käytettyihin todellisiin hankkeisiin missään muussa asiayhteydessä.

4 Yhteenveto ja johtopäätökset

4.1 Yhteenvetoa tuloksista

Tämän jatkoselvityksen tarkoituksena on tuottaa konkreettista empiiristä tietoa liikennehankkeiden laajemmista taloudellisista vaikutuksista. Selvitys koostuu analyyseistä ja esimerkkitarkasteluista laajempien vaikutusten arvioinnissa tarvittavien parametrien määrittämiseksi Suomen oloihin ja hankkeisiin. Tuloksia käytetään esimerkkilaskelmien laadinnassa laajempien vaikutusten arvioinnista erityyppisillä hankkeilla Suomessa. Tavoitteena on, että jatkoselvitysten tulosten perusteella voidaan laatia väyläinvestointien laajempien taloudellisten vaikutusten arvioinnin yleiskehikko, joka tässä vaiheessa kattaisi muut osat kuin saavutettavuuden ja maankäytön väliset yhteydet. Yleiskehikon pohjalta voidaan tehdä laajempien taloudellisten vaikutusten arviointiin erilliset tarkentavat ohjeet, kun riittävä tietopohja on saavutettu.

4.1.1 Tutkimustuloksia

Selvityksessä tutkitaan tehokkaan tiheyden yhteyttä tuottavuuteen valtakunnallisesti ja pääkaupunkiseudulla. Tulosten mukaan tehokas tiheys selittää koko talouden tuottavuutta jouston ollessa suuruusluokkaa 0,1. Toimialoitain tarkasteluna yhteys on vahvin kaupan, liike-elämän palveluiden, informaation ja viestinnän sekä elintarvikkeiden ja metalliteollisuuden toimialoilla, joissa joustot vaihtelevat välillä 0,1–0,25. Tuloksia tulkitaan siten, että toimialalle tai toimialaryhmälle estimoidusta joustosta puolet tulkitaan lyhyen aikavälin vaikutukseksi ja toinen puoli pitkän aikavälin vaikutukseksi.

Liikenneinvestoinnin vaikutukset työmarkkinoiden toimintaan ovat keskeinen osa liikenteen laajempia taloudellisia vaikutuksia. Tehokkaalla tiheydellä mitattavan saavutettavuuden ja alueellisen työllisyyden välistä yhteyttä tarkastellaan suhteessa alueiden työikäisen väestön koulutustasoon. Tulosten mukaan työllisyysaste alenee systemaattisesti, kun koulutustaso alenee. Kuitenkin tiheys saa sitä suuremman kertoimen mitä alempi on koulutustaso. Tuloksen perusteella saavutettavuuden paraneminen (tehokkaan tiheyden kasvu) liikenneinvestoinnin vaikutuksesta tai suuren työpaikkakeskittymän kasvun seurauksena vaikuttaa voimakkaimmin heikoimmin koulutettujen työllisyyteen.

Liikenneinvestointien laajempien vaikutusten kannalta on oleellista, että liikennehankkeen aikaansaama matkavastuksen tai matkakustannuksen muutos vaikuttaa alueiden väliseen pendelöintiin. Tulosten mukaan työpaikkakeskittymän pendelöintialue on sitä laajempi mitä suurempi on keskittymä. Toisaalta pienempiin keskittymiin pendelöintiaste nousee jyrkemmin. Kuntatasolla laskettuna pendelöinti pääkaupunkiseudulle kasvaa nopeasti, kun etäisyys laskee alle 60 minuutin, pienempiin keskittymiin pendelöinnissä selvä käänne tapahtuu 30–50 minuutin etäisyydellä.

4.1.2 Esimerkkilaskelmia

Esimerkkilaskelmilla on selvitetty, miten Suomen liikenneväylien hankearvioinnista saatavat tiedot mahdollistavat laajempien taloudellisten vaikutusten arvioinnin sekä millaista suuruusluokkaa nuo vaikutukset ovat. Esimerkkilaskelmia on tehty 14 liikenneväylähankkeesta. Hankkeet valittiin edustamaan erilaisia hanketyyppejä vaikutusten

kohdentumisen (valtakunnallinen/paikallinen/teollisuus), väylämuotojen (rata/tie/vesiväylä) sekä maantieteellisen sijainnin mukaan. Valintaan vaikutti myös saatavilla olevan hankearvioinnin laatu.

Esimerkkilaskelmissa on sovellettu Iso-Britannian liikennehallinnon ohjeistusta (DfT 2014) laajempien taloudellisten vaikutusten arviointiin. Ohjeistuksesta on otettu mukaan esimerkkilaskelmiin seuraavat mahdolliset laajemmat vaikutukset: 1. kasautumishyödyt (agglomeraatio), 2. tuotannon muutokset epätäydellisesti kilpailuilla markkinoilla, 3. kotitalouksien ja yritysten hyöty työmarkkinoilla tapahtuvista muutoksista (työvoiman tarjonnan lisäys ja työvoiman liikkuminen enemmän tai vähemmän tuottaviin työpaikkoihin).

Esimerkkilaskelmien tulosten perusteella Iso-Britannian hankearviointiohjeistuksen perusteella on mahdollista tuottaa arvioita suomalaisten liikenneväyläinvestointien agglomeraatiohyödyistä, työllisyyden kasvun hyödyistä sekä kilpailun lisääntymisen hyödyistä. Työpaikkojen vaihdosta johtuvia vaikutuksia ei ole mahdollista arvioida ilman maankäyttömallia.

Esimerkkilaskelmien tulosten perusteella väylähankkeilla voi olla niiden kannattavuuslaskelmaan verraten suhteellisen merkittäviäkin agglomeraatiohyötyjä ja työllisyyden kasvusta syntyviä hyötyjä. Paikallisilla teollisuusväylillä merkittävä osa hyödyistä on kuljetuskustannussäästöjä, joten näistä laskien laajempi taloudellinen hyöty voi olla merkittävä.

Arviot ovat herkkiä hankearvioinneista päätellyille lähtötiedoille, joissa on huomattavia epävarmuuksia. Laajempien vaikutusten arvioinnissa tarvittavat hankkeiden lähtöarvot ovat kuitenkin pyydettyinä helposti tuotettavissa kaikista hankkeista. Lisäksi tuloksiin vaikuttavat laskentamallin parametrit, joiden määrittämiseksi tarvitaan lisätutkimusta. Esimerkkilaskelmissa valinnat on tehty siten, että suuruusluokat vaikuttavat järkeviltä. Kaikkiin hankkeisiin on sovellettu samoja kaavoja, jolloin tuloksista voidaan havaita vertailukelpoisesti hankkeiden välisiä eroja laajempien taloudellisten vaikutusten synnyttäjänä. Erot ovat selitettävissä hankkeiden vaikutusten (keskimääräinen aikasäästö, matkantarkoituksijakauma) tai vaikutusalueiden erojen perusteella (hankkeen osuus vaikutusalueen työ- ja työasiamatkojen kokonaismäärästä).

4.2 Kehittämissuosituksiset

4.2.1 Soveltavan tutkimuksen jatkaminen ja syventäminen

Tässä selvityksessä ja sitä edeltäneessä esiselvityksessä on kuvattu alan tutkimukseen perustuva viitekehys sekä saatu vaikutusten suuntaa, merkittävyyttä ja suuruusluokkaa kuvaavia empiirisiä tuloksia Suomen seutukunnista ja kaupungeista sekä tarkemalla aluetasolla pääkaupunkiseudulta. Lähtökohta oli se, että selvityksen teemoista oli käytettävissä hyvin vähän kotimaisia empiirisiä tutkimuksia, joiden tulokset olisivat sellaisenaan käyttökelpoisia laajempien vaikutusten laskelmien laadinnassa. Runsaan kansainvälisen tutkimuskirjallisuuden käyttökelpoisuuden rajoituksena on se, että Suomen taloudellinen toimintaympäristö ja maantiede poikkeavat varsin paljon useimmista maista, joihin alan empiirinen tutkimus painottuu, erityisesti USA:sta. Kotimaista tutkimusta tulisi jatkaa, jotta Suomessa kertyisi jatkuvasti kumuloituvaa osaa-mispääomaa ja käytännön arvioinnissa sovellettavissa olevien tutkimustulosten tietovarantoa.

Liikennejärjestelmän yhteyksistä aluetalouteen eri näkökulmista tarvitaan paljon lisää tietoa, jotta liikennejärjestelmän ja taloudellisen toimintaympäristön välisiä suhteita pystytään ymmärtämään nykyistä paremmin ja että liikenneinvestointien laajempia vaikutuksia pystytään luotettavasti arvioimaan. Keskeisiä teemoja, joista on välttämättömää saada tieteelliseen viitekehykseen ja tilastolliseen mallianalyyysiin perustuvia empiirisiä tuloksia ovat mm. liikennejärjestelmän ja saavutettavuuden yhteydet:

- yritysten tuottavuuteen eri toimialoilla
- yritysten sijoittumiseen eri toimialoilla
- yritysten kilpailuun ja liiketoiminta-alueiden laajuuteen eri toimialoilla
- työikäisen väestön työllistymiseen demografisissa ja sosio-ekonomisissa ryhmissä
- työllisten työpaikan vaihdoksiin
- kotitalouksien asuinpaikan valintaan
- työmatka- ja työasialiikkumiseen ja kulkumuodon valintaan
- maan hintaan, maankäyttöön ja yhdyskuntarakenteeseen.

Tässä selvityksessä saavutettavuuden sekä yritysten tuottavuuden ja työllisyyden välisiä yhteyksiä tutkittiin aggregaattitason tilastoaineistoja ja saavutettavuusindikaattoreita käyttäen. Näitä tutkimuksia tulisi täydentää aineistoilla, jotka perustuvat mikrotason dataan yrityksistä ja kotitalouksista useiden vuosien ajalta kytkettynä liikennejärjestelmän paikallisiin muutoksiin. Suomessa alan empiiriselle tutkimukselle on hyvät lähtökohdat siinä suhteessa, että tutkimustarkoituksiin käytettävissä on kattavia ja luotettavia hallinnollisiin tietojärjestelmiin perustuvia rekisteriaineistoja pitkältä ajalta, kuten Tilastokeskuksen työssäkäyntitilastoaineisto ja yritysrekisteri sekä näihin kytkettävissä olevat lukuiset muut rekisteriaineistot. Mikrotasojen aineistojen sijaintitietojen avulla tiedot on mahdollista kytkeä liikennejärjestelmään ja saavutettavuuteen. Näiden mikroaineistojen pohjalta on mahdollista tehdä korkeatasoisia analyysejä liikennejärjestelmän ja saavutettavuuden muutosten yhteydestä yritystoimintaan, työmarkkinoihin, asumiseen sekä maankäyttöön edellä esitetyn luettelon teemoista.

Eryyiseksi tutkimusteemaksi tulisi ottaa merkittävien toteutettujen liikennehankkeiden perusteelliset jälkiarvioinnit, joita voidaan käyttää hyväksi tulevien samankaltaisten hankkeiden arvioinnin perustana, kuten mm. alaluvun 2.2 kansainvälisessä tutkimuksen katsauksessa suositellaan (ITF 2017). Nykyistä jälkiarviointikäytäntöä tulisi kehittää alueellisesti tarkemmaksi sekä liittää niihin alueellisia kyselyihin perustuvia analyysejä liikennehankkeen vaikutuksista yritysten ja kotitalouksien toimintaan. Yritysten oalta kiinnostavia teemoja ovat liikennejärjestelmän muutoksen mahdolliset vaikutukset toimipaikkojen sijaintiin, tuotantoon ja tuotteisiin, markkina-alueeseen, työvoiman saatavuuteen ja työmatkaliikkumiseen, työasialiikkumiseen sekä kuljetukseen. Kotitalouksien tasolla on oleellista saada lisää tietoa asuinpaikan valinnasta ja muuttamisesta, työpaikan vaihdoksista, työmatka- ja muusta liikkumisesta, kulkumuodon valinnasta ja matkojen suuntautumisen ja määrän muutoksista.

Liikenteen ja maankäytön vuorovaikutuksen tutkimusta on tarve kehittää ja syventää, jotta suurilla kaupunkialueilla voidaan kehittää kansainvälisen tutkimuksen tarjoamaan viitekehykseen perustuvia malleja liikenteen ja maankäytön muutosten vaikutusten arviointiin.

Toimenpide-ehdotus: Liikenteen ja maankäytön keskeisten toimijoiden (LVM, YM, VM, Liikennevirasto, kuntaliitto, HSL, suuret kaupungit ja suurten kaupunkiseutujen maakuntaliitot) tulisi laatia yhteisesti edellä käsiteltyjä tutkimusteemoja koskeva tutkimusohjelma sekä osoittaa ohjelmalle usean vuoden perusrahoitus. Tutkimusohjelma tulisi kytkeä julkisten toimijoiden sekä yliopistojen, korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten väliseen yhteistyöhön.

Suomen tulisi ottaa mallia muiden Pohjoismaiden, Ruotsin¹⁸, Tanskan ja Norjan panostuksista ja yhteistyöverkostoista alan tutkimuksessa.

Suomessa tavoitteena tulisi olla yhtäältä eri toimijoiden välisen vuorovaikutuksen ja yhteistyön lisääminen tutkimushankkeiden suunnittelussa ja toteutuksessa, jotta olemassa olevat tutkimusresurssit suunnattaisiin tehokkaammin ja tehtävät tutkimuksen tuottaisivat aikaisempaa enemmän lisäarvoa kaikille toimijoille. Toisaalta alan tutkimuksen rahoitusta tulisi lisätä, tutkimusalueita laajentaa ja monipuolistaa sekä alan opetuksen ja tutkimusten tasoa nostaa. Tutkimusohjelmaa tulisi tarjota myös Strategisen tutkimuksen neuvostolle mahdolliseksi rahoituskohteeksi.

4.2.2 Ohjeistuksen kehittäminen

Laajempien taloudellisten vaikutusten arviointi on perusteltua ottaa mukaan väyläinvestointien hankearvioinnin ohjeistukseen. Laajennuksessa tulisi ottaa huomioon agglomeraatiohyödyt, työllisyyden kasvusta johtuvat hyödyt sekä kilpailun lisääntymisestä johtuvat hyödyt. Laajemmat taloudelliset hyödyt pidettäisiin erillään kannattavuuslaskelmasta mutta esitettäisiin euromääräisenä täydentävänä tietona ja vertailukelpoisesti eri hankkeiden välillä. Kaikki mainitut hyödyt ovat määritettävissä Iso-Britannian ohjeistuksesta Suomen olosuhteisiin sovitettujen mallien ja parametrien avulla. Hankearvioinneista on mahdollista tuottaa tarvittavat lähtötiedot.

Tähän ei kuitenkaan ole vielä valmiuksia puutteellisen tietopohjan takia. Perustutkimuksen ohella tulisi tehdä tarkempia esimerkkilaskelmia todellisilla hankkeilla siten, että hankkeista tuotetaan tarvittavat lähtötiedot liikenne- ja arviointimalleja käyttäen. Esimerkkihankkeiden tulisi edustaa tämän raportin tavoin valtakunnallisia ja paikallisia rata- ja tiehankkeita sekä teollisuusväyliä.

Tietopohjan vahvistuttua laajempien taloudellisten vaikutusten arviointi on ensin ohjeistettava periaatetasolla hankearvioinnin yleisohjeessa. Tie-, rata- ja vesiväylähankkeiden tarkentavissa ohjeissa on sitten määritettävä tarkemmin muun muassa hankearvioinnista tuotettavat lähtöarvot ja laajempien taloudellisten vaikutusten arviointimallit. Laskentamallien toimintaympäristöparametrit (toimialojen tuottavuusjousto tehokkaan tiheyden suhteen, työvoiman tarjonnan jousto, työvoiman rajatuottavuus ja työvoimaan tulevan osallistumisveroaste) on vuorostaan määritettävä ja päivitettävä osana hankearvioinnin yksikköarvojulkaista.

¹⁸ Ruotsin Trafikverket (2016) on julkaissut tutkimusohjelman ”Trafikslagsövergripande plan för utveckling av metoder, modeller och verktyg – för analys av samhällsekonomi, järnvägskapacitet, effektsamband och statistik samt för trafik- och transportprognoser”.

Lähdeluettelo

Andersson, M. & Johansson, B. & Klaesson, J. 2005. Transportsystem och ekonomisk miljö. En vägledning för analys av infrastrukturförändringar och fyra fallstudier med beräknade regionalekonomiska effekter av förändrad transportinfrastruktur. Jönköping International Business School. Jönköping University.

Andersson, M. & Dehlin, F. & Jörgensen, P. & Pädam, S. (2015). Wider Economic Impacts of Accessibility – a Literature Survey. Centre for Transport Studies, Stockholm. CTS Working Paper 2015:14.

Crampton, G. R. (1999). Urban Labour Markets. Kirjassa Cheshire P. & Mills, E.S. (toim.) Handbook of Regional and Urban Economics, vol 3. North-Holland.

Graham, D. J. (2007). Agglomeration, productivity and transport investment. Journal of transport economics and policy, 41(3), 317-343.

DfT, Department for Transport (2005). Transport, Wider Economic Benefits, and Impacts on GDP. Discussion Paper, July 2005.

DfT, Department for Transport (2014a). TAG UNIT A2.1 Wider Impacts. Transport Analysis Guidance (TAG) <<https://www.gov.uk/transport-analysis-guidance-webtag>> (7.1.2016).

Iikkanen, P. (2013). Kokkolan väylän syventäminen. Kannattavuuslaskelmien päivitys. Liikennevirasto, Helsinki.

Iikkanen, P. (2014). Hyvinkää–Hanko -radan sähköistyksen yhteiskuntataloudellisen kannattavuuden arviointi Liikennevirasto. Helsinki.

International Transport Forum (2017). Quantifying the Socio-economic Benefits of Transport. OECD/ITF.

Keski-Suomen ELY-keskus (2013). Valtatien 4 parantaminen Vaajakosken kohdalla, Jyväskylä. Yleissuunnitelma. Keski-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, raportteja 114/2013. Jyväskylä.

Kari, M. (2016). Työttömyyden kustannukset, työttömyysturvan vaikutus työmarkkina-käyttäytymiseen ja työvoimapalvelut. Palkansaajien tutkimuslaitos PTT. työpapereita 305. Helsinki.

Kiuru, T. ja Sipilä, J. (2015). Luumäki–Imatra–Imatrankoski–raja hankearviointi. Liikenneviraston suunnitelmia 5/2015. Helsinki.

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

Laakso, S. & Loikkanen, H. A. (2004): Kaupunkitalous. Johdatus kaupungistumiseen, kaupunkien maankäyttöön sekä yritysten ja kotitalouksien sijoittumiseen. Gaudeamus.

Laakso, S & Metsäranta, H. (2016). Etelä-Suomen liikennekäytävien vertailu aluetalouden näkökulmasta. Uudenmaan liiton julkaisuja E 170–2016.

Liikennevirasto (2017). Valtakunnallinen henkilöliikennetutkimus 2010–2011. <http://www.hlt.fi> [vierailtu 19.1.2017].

Moilanen, P. ja Metsäranta, H. (2001). E18 Muurla–Lohjanharju-hankkeen yhteiskuntataloudellinen analyysi. Tiehallinnon selvityksiä 44/2001. Helsinki.

Moilanen, P., Salomaa, O. ja Niinikoski, M. (2014). Valtakunnallinen liikkumisvalintojen yksilömalli. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 12/2014. Helsinki.

Pohjois-Savon ELY-keskus (2012). Valtatien 5 parantaminen välillä Tuppurala–Vehmaa, Mikkeli ja Juva. Tiesuunnitelmaselostus 12.12.2012. Kuopio.

Ramboll Finland Oy (2016). Mt 355 Merituulentien yleissuunnitelma, hankearvioiti. Kaakkois-Suomen ELY-keskus, Kouvola.

Ratahallintokeskus (2000). Kerava – Lahti-oikoradan yhteiskuntataloudellinen kannattavuus. Ratahallintokeskus, kehittämissyksikkö, 7.11.200. Helsinki.

Ratahallintokeskus (2006). Seinäjoki–Oulu-radan palvelutason parantaminen. Yhteiskuntataloudelliset tarkastelut. Ratahallintokeskus, Strafica Oy. Helsinki.

Ratahallintokeskus (2007). Kehärata. Kannattavuuslaskelmien ja liikennöintiperiaatteiden tarkentaminen. Ratahallintokeskus, Vantaan kaupunki, Strafica Oy. 12.2.2007. Helsinki.

Rinta-Piirto, J. (2016). Espoon kaupunkiradan liikennöintiselvityksen ja hankearvioinnin päivitys. Liikenneviraston suunnitelmia 4/2016. Helsinki.

Ristikartano, J., Heikkilä, K., Kirvesniemi, S. ja Turkk, M. (2016). Valtatie 3, Hämeenkyrön ohitus ja Kostula–Kyröskoski. Hankearviointi. Pirkanmaan ELY-keskus. Julkaisuja 2016.

Rosenthal, S. S. & Strange, W. C. (2004): Evidence on the Nature and Sources of Agglomeration Economies. Teoksessa J. V. Henderson – J-F. Thisse (eds.): Handbook of Regional and Urban Economics, Volume 4, Cities and Geography. Elsevier, North-Holland.

Susiluoto, I. (2015). Toimialojen kasautumistekijöistä kaupunkiseuduilla. Helsingin kaupungin tietokeskus, tutkimuksia 2015:2.

Trafikverket (2016). Trafikslagsövergripande plan för utveckling av metoder, modeller och verktyg – för analys av samhällsekonomi, järnvägskapacitet, effektsamband och statistik samt för trafik- och transportprognoser. Publikationsnummer: 2016:052.

Uudenmaan ELY-keskus (2012). Keimola–Loppi mt 132 parantaminen välillä Palojoki–Numlahti (Klaukkalan ohikulkutie), Nurmijärvi. Hankearviointi. Helsinki.

Uudenmaan ELY-keskus (2015). Valtatie 12 Lahden eteläinen kehätie Tiesuunnitelman laatiminen. Hankearviointi. Sito Oy, Ramboll Finland Oy, Uudenmaan ELY-keskus. Helsinki.

Venables, A. J. (2016). Incorporating Wider Economic Impact within Cost-Benefit Appraisal. International Transport Forum / OECD. Discussion Paper 2016/05.

Venables, A. J. (2017). Incorporating Wider Economic Impact within Cost-Benefit Appraisal. International Transport Forum / OECD. ITF Roundtable Report 160.

VM (2017). Kannustinloukut ja alueellinen liikkuminen. Kannustinloukkutyöryhmän selvityksiä 2017. Valtiovarainministeriö. Helsinki.

VATT (2013). Verotuksen ja sosiaaliturvan työllisyysvaikutukset. Vuoden 2012 muutosten arviointia. Valtion taloudellinen tutkimuskeskus, VATT-työryhmä, muistiot 28, helmikuu 2013. Helsinki.

VATT (2017). Valtion taloudellinen tutkimuskeskus, ennakointi.
<http://tilastot.vatt.fi/PXWeb/pxweb/fi/ENNAKOINTI/> [vierailtu 17.2.2017].

Comments on the report "Wider economic impacts of transport projects –
Development and application of appraisal techniques in a Finnish context"

By Mogens Fosgerau



I first review the report, providing some major and minor comments. Then at the end of the note, I try to answer some specific questions that have been raised.

Summary

The report performs some empirical exercises to find numbers that can be used in applying the UK guidelines on assessment of the wider economic benefits (WEB) of transport projects to projects in Finland. It then briefly presents the elements of the UK guidelines and applies them to a range of Finnish example projects.

Overall assessment

- As is recognized in the report, it can by no means stand alone as a basis for incorporating WEB in transport project appraisal in Finland.
- The first reason is that the empirical estimates are weak and not credible. This is more or less recognized in the report.
- The second reason is that the UK guidelines are uncritically adopted, even though they lack a theoretical basis that can ensure, e.g., that they do not imply double-counting of benefits (at least as far as I am aware, none is given here).
- The report is useful in identifying data requirements and for getting a feel for the magnitudes involved.

Major comments

- The literature review is very incomplete and misses a lot of relevant literature. A fairly recent place to begin would be Combes & Gobillon (2015).¹

¹ Combes, Pierre-Philippe Philippe, and Laurent Gobillon. 2015. "The Empirics of Agglomeration Economies." In *Handbook of Regional and Urban Economics*, edited by J. Vernon Henderson, William C. Strange,

- I prefer to talk about agglomeration rather than effective density. The most important part of the report deals with the agglomeration to productivity effect.
 - The data used are not suited for the purpose. Aggregate data are known to lead to elasticities that are too large. Micro-level panel data would be required and such data seem to be available in Finland.
 - The econometric methodology is not adequate. Nothing is done to deal with endogeneity issues. Endogeneity arises for example if underlying factors affect both accessibility and productivity. If not dealt with, endogeneity is known to severely bias the estimate of the effect of accessibility on productivity upwards.
 - The estimate of 0.1 is high, which is as expected given the methodology.
-
- Figure 2.1 and the surrounding text is problematic. Many of the effects counted as wider impacts are already accounted for in the user benefits. For example the welfare impact of change in house prices following a transport cost change is already part of the change in the consumer surplus, since it is just a capitalisation of the change in transport costs.
 - Similarly, a large part of the labor market benefits are already captured as they are internal to the commuting choices of the workers. This applies to matching and changes in employment.
 - It is only the part of benefits that is paid as taxes that is external and hence a true WEB.
 - These points show the importance of having an underlying theoretical framework. Without such a framework, there is a high risk that benefits are counted more than once.
-
- Denmark already accounts for employment effects, using an approach that has a consistent theoretical foundations which ensures that no double-counting occurs.
 - A large (about 3 mio. EUR) strategic research project is ongoing that includes measuring the link from agglomeration to productivity using micro-level panel data from Statistics Denmark. Further effects are found to be have a too uncertain foundation.
 - Denmark has decided not to adopt the UK guidelines, as the political compromises lying behind those are irrelevant for Denmark and since there is probably some double-counting of benefits going on. As far as I am aware, there is no single theoretical framework behind the UK guidelines.

Minor comments

- Table 2.1: I don't see how the table is really meaningful: all projects have all kind of impacts but to varying degrees.
- The statement that “The concept of accessibility is a combination of the distance between areas and the number of transport links between them” is not correct. Employment accessibility, for example, is the number of jobs weighted by some decreasing function of distance.
- The distance decay function applied uses a coefficient in the range 1.25-2.5. This interval lacks a motivation.
- Apparently, the coefficient used is found by evaluating the model fit. It should raise suspicion that the distance decay coefficient hits the maximum of 2.5! At that value, the accessibility is almost equal to the local employment. Then it makes very little sense to think about this as an accessibility measure,
- I suspect the estimates just reflect that wages are higher in high density areas. There is a clear reverse causality problem here, an endogeneity problem: The local density is affected by the wage, since high-wage areas attract workers.
- 67 regions is a very low number of units. This is not enough to do a meaningful empirical analysis.
- The econometric specifications are completely inadequate. It may be the best that can done with the data, but then more and better data should have been obtained.
- The models lack motivation. To just mention one thing, it is certainly wrong that the constant in the productivity is the same in a sector in all areas.
- Concerning the weighting of regressions, there must be a better argument than that the weighting is "functional"?
- The literature review is very short. It is not sufficient to compare results to the now 10 years old paper by Dan Graham and a study in Finnish. I have mentioned a review that could have been used for comparison. That would have revealed that the estimates here are quite far off from the current consensus.
- It is a huge understatement to say that Graham's data are more detailed!
- What does Graham do to control for endogeneity? How does he estimate distance decay? What is his coefficient on distance decay?
- Models for employment lack theoretical foundation. It is not clear that they make sense.
- What is the accessibility measure here? Access to jobs or access to labor (by residence?)
- Have you carried out any sanity checks of the estimates? E.g., does the model predict the total Finnish employment? What would happen to total

employment if transport costs were reduced? What would happen to employment if population was increased in a zone? When would employment exceed the population?

PAGE 4 OF 6

- The argumentation for using 0.04 instead of 0.08 is strange. Why consider only short-term impacts? The CBA is usually for the long term. Two wrongs do not make a right.
- Reference list is not sorted.

Specific questions

What is the applicability of the British guidelines for use in other countries?

- The methods are easily transferable. The British guidelines are, however, far from the final word on the issue. They are merely the first set of comprehensive guidelines that are available. They reflect compromises and particulars that reflect the process in the UK, and which have little relevance in other countries.
- An important objection against the UK guidelines is that they add a range of WEB, without providing a general theoretical framework that includes all the effects. The effects are plausible one by one in isolation, but there is much reason to think that there is double-counting of benefits, which means that the WEB will be exaggerated.
- I will say more below about how Denmark deals with this issue.
- The UK parameters are based on limited evidence and the methodology is still evolving. Therefore it is useful, not just for Finland but also for the development of the state of the art, to provide new estimates. This requires, however, a serious research effort.
- The UK parameters may in some cases be transferred as a first approximation if local estimates are not available. It is however strongly recommended to develop local estimates. This may significantly affect results and is furthermore important for the credibility of the results.

How suitable is the method for the assessment of different project types (for example transport mode, project size, project location)?

- As mentioned in the review, I don't think these aspects really matter for the method. They matter for the results, of course, but the method is the same.
- Regarding transport mode, the default assumption is that they affect accessibility in the same way and in proportion to how much they are actually used.
- Regarding project size, small projects have small impacts and large project have large impacts, generally speaking. The size of the impacts

relative to the size of the project may be the same. Hence, it is equally relevant to compute WEB for small projects as it is for large projects. The only caveat I can think of is the resources required to do the analysis. If the process is automatized in models, then it is little effort to compute WEB as an post-calculation on a traffic model. If, on the other hand, the computation of WEB is not automatized and therefore time consuming, it may not be worthwhile for small projects.

- Regarding project location, that should not matter for the method either. Differences between locations should be accounted for in the traffic forecasts and the computation of accessibility changes so they should be captured by a uniform methodology.

How does the calculation results depend on the input data (especially the regional accounts and business data used when calculating the relationship between effective density and productivity)?

- Obtaining adequate data is crucial. As discussed above, the data used for the present study are clearly not adequate. Hence, the estimated elasticities are not credible.
- The data requirements are less strict in the project appraisal. Still, it is important that the data have a level of spatial detail that matches the transport projects. A level similar to the traffic model applied would be ideal. This does not mean that all data need to be at a fine geographical resolution. It is perhaps less important that wages are differentiated, while it is important that employment and transport costs have fine geographical resolution.

In your country, what overall significance do you attach to the assessment of wider economic impacts in the socio-economic analyses made for transport infrastructure projects, and what are the greatest challenges in assessing these impacts?

- WEB are considered very important in Denmark. There is considerable interest from the policy level in assessing these. The Ministry of Transport considers it important to present the evidence. It may sometimes be important to show that the issues have been taken into account, even when the effects are small.
- Denmark has for many years included the marginal cost of public funds in the CBA. This may be considered a wider economic effect, that takes into account the effect of financing projects on labour supply.
- This has now been extended with the corresponding effect of accessibility on labour supply. This is analogous to WI3 in the UK guidelines. The formulae are motivated by an underlying theoretical general equilibrium model, which ensures against double counting.

- Academic research is ongoing to determine elasticities that relate wages (proxying productivity) to accessibility. This uses contemporary micro-econometric methods in conjunction with individual-level population-wide register-based panel data at a fine geographical resolution combined with transport costs panel data from the Danish national traffic model using the detailed zone system of that model.
- Simultaneous theoretical work has been carried out to determine how this agglomeration-productivity effect should be incorporated in the CBA. The outcome of this analysis is that the UK WI1 implies double counting, as part of the productivity effect is captured by workers and therefore already part of the consumer surplus. A working paper by Jonas Eliasson and Mogens Fosgerau is available.²

² https://mpra.ub.uni-muenchen.de/76526/1/MPRA_paper_76526.pdf

Imperial College
London

Peer review of wider economic impacts of transport projects

Professor Dan Graham
Centre for Transport Studies
Imperial College London
SW7 2BU
d.j.graham@imperial.ac.uk
<http://www3.imperial.ac.uk/people/d.j.graham>

25th November 2017

1. Introduction

This document provides a technical review of the report entitled *Wider Economic Impacts of Transport Projects* commissioned by the Finnish Transport Agency. The report presents analyses designed to provide the parameters necessary to assess the wider economic impacts (WEIs) of transport projects in Finland. To this end, the study develops the following pieces of empirical evidence

- i. An analysis of the link between agglomeration (as measured by effective density) and productivity (as measured by valued added per worker).
- ii. An analysis of the link between accessibility (as measured by effective density) and employment.
- iii. An analysis of the link between generalised travel costs and commuting between regions.
- iv. Example calculations of WEIs based on the UK Department for Transport (DfT) WebTag methodology using parameters generated in i, ii, and iii.

My review is based on reading of the *Wider Economic Impacts of Transport Projects* report alone. I have not read the earlier preliminary study published in 2016.

My review of the report is structured as follows. Sections 2 and 3 review the discussion of wider economic impacts and effective densities included in the report. Estimation methods and results are reviewed in sections 4 to 6 as follows: link between productivity and agglomeration (section 4), link between employment and accessibility (section 5) and link between commuting cost and commuting and between commuting and employment (section 6). The example calculations used to quantify WEIs are reviewed in section 7. Finally, some recommendations for future development of the work are given in the final section.

2. Overview of WEIs

The description of WEIs in section 2.1 summarises the main impacts and notes that these are distinct from the direct user benefits captured via conventional Cost Benefit Analysis (CBA). This is the correct starting point to choose in providing an understanding of WEIs and their significance. However, while the main issues are covered in the report, the discussion is rather brief and I feel that it glosses over some important technical details. In general, I think this section of the report could benefit from

- Further discussion and clarification of the mechanisms that give rise to WEIs.
- More explanation of impacts that are not usually thought of as WEIs (i.e. impacts on land values) .
- More thorough discussion of the issues of additionality and double-counting.

Below I provide some more specific comments on the content of this section of the report.

I believe this section of the report would benefit greatly from a rigorous review of conventional consumer surplus based CBA calculations and the case for the existence of WEIs. I think it may also help to move the review of WebTag guidance out of section 3 and place it within section 2 following a new expanded discussion of the theory of CBA and WEIs.

The report correctly distinguishes between direct user benefits (DUBs) and wider economic impacts, but it would be much more informative if it explained the assumptions underpinning the calculation of DUBs in conventional CBA, because it is those assumptions that in a sense define WEIs.

The economic theory underpinning CBA implies that under conditions of perfect competition, constant returns to scale, and in the absence of any market failures; *all* economic impacts of transport schemes would be captured via DUBs. Thus, in order to identify potential WEIs we simply need to find instances where these idealised economic conditions are violated. In the UK this has led to identification of three main classes of WEIs.

- i. **Agglomeration economies** - transport improvements can increase the scale of potential economic interactions available in the economy, with implications for the relative level of agglomeration experienced by firms.
- ii. **Imperfect competition** - transport improvements can cause a decrease in the costs of interacting in the spatial economy, thus potentially allowing firms to expand output. Output expansion yields a welfare gain in uncompetitive markets when willingness to pay for the increased output exceeds the cost of producing it.
- iii. **Tax revenues arising from labour market impacts** - if accessibility improvements cause firms or workers to move to more productive locations, or have greater participation in labour markets, this will result in a tangible financial gain (i.e. higher wages or productivity). Most of this is captured in the consumer surplus based calculations of user benefits, but not the resulting change in tax revenue to the government (i.e. income tax, national insurance, and corporation tax).

It is important to stress that WEIs are viewed as additional to DUBs because they derive from sources of market failure and imperfect competition. I do not think that the report is clear enough on this and it does not make the case for additionality strongly enough. For example, the understanding of labour market impacts in section 2 appears to suggest that all labour market impacts can be classed as WEIs, but this is incorrect since the majority of labour market effects are typically already captured via travel time savings. Note that in section 3, under discussion of the WebTag methodology, the correct interpretation of labour market WEIs is given, as tax revenues only, but not in section 2.

Similarly, the impacts of land values are not really WEIs in the strict sense of them being additional to DUBs. To repeat, it is important to understand what is, and is not, being captured by conventional BCA, because WEIs must be additional to conventional benefits and not involved “double counting”.

Another area for clarification in section 2 relates to the description of agglomeration effects and the mechanisms (or sources) that cause these to emerge. While I think the general thrust of what is written is correct, this short paragraph on agglomeration fails to cover the main sources of spatial proximity that we believe lead to productivity benefits (see Duranton & Puga 2004, Melo et al 2014).

A final general point on section 2 is that the text is presumably written for a general audience rather than technical audience with a knowledge of economics. I think this is fine and perfectly understandable, but it is important to still ensure that the concepts are defined precisely and rigorously explained, even if that is done in non-technical language. As it stands, I think section two contains a number of ambiguities, particularly in relation to:

- the definition of DUBs and WEIs;
- the issues of additionality and double counting;
- the economic theory underpinning conventional consumer surplus based CBA calculations; and,
- the economic theory for sources of WEIs.

3. Overview of effective density

The overview of the effective density (ED) measure of accessibility covers most of the key issues reasonably well. I think the report could provide further clarification of the following points

- Effective density and productivity** – in models that seek to relate productivity to agglomeration, EDs are used as a proxy for access to economic mass (ATEM). ATEM is the key measure used to represent the relative agglomeration experienced by firms.
- Impedance function** – the impedance function is typically a function of distance, not travel time by a particular mode. This is because the benefits of agglomeration are not only generated via transport networks (or more specifically road networks), but also because mode based ED measures can pose difficulties in econometric estimation of productivity models due to problems of endogeneity.

4. Estimating the link between productivity and agglomeration

In section 2.4 the report outlines a methodology to estimate agglomeration elasticities by relating a measure of productivity to effective density. Two data sets are used: one that provide a measure of GVA per worker for 67 sub-regions over the period 2010-2014; and one that provides information on gross value added per employee for centre city areas in one year.

The data are somewhat limited in quality for two main reasons.

- Aggregation** – the available data are for zones, rather than firms or workers. It is worth noting that the recent empirical literature on agglomeration has developed a strong preference for models based on disaggregate micro-level panel data (for workers and firms), largely because they allow for application of sophisticated econometric model to deal with potential sources of endogeneity and also allow dynamics and adjustment in behaviour (i.e. lagged effects) to be studied. Furthermore, the behavioural assumptions inherent in economic theory (i.e. profit maximisation, cost minimisation, competitive equilibrium) have micro foundations and it is thus most appropriate to test theory at a micro level.
- Representation of productivity** – the data available for estimation do not allow for a full representation of productivity according to economic principles, but rather for the construction only of simple partial productivity measures such as average labour productivity.

These data limitations undoubtedly constrain possibilities for econometric modelling. Below, I make some specific comments on the approach adopted by the authors. As a basis for comparison, I have in mind the sort of analysis that we would typically see in the modern academic literature, or that

which has been applied in other empirical contexts to estimate agglomeration elasticities for use in transport appraisal (i.e. in the UK).

The analysis is conducted separately for distinct sectors of the economy. The approach used attempts to distinguish between impacts from localisation and urbanisation economies. The former is represented by job share, the latter by an ED measure. The modelling approach simply involves regressing value added per worker on these two variables. There is no discussion of how the panel nature of the data has been used econometrically, other than to say that yearly fixed effects are added to the model to account for temporal shocks. In addition, some of the regression appear to have been weighted by the square-root of sub-region size, but the logic underpinning weighting is not adequately explained.

In my view, there are several serious deficiencies in the basic approach used to model productivity and in the econometric methods applied. Consequently, a large degree of caution is advised in using these estimates for evaluation of WEIs. Estimation of agglomeration-productivity effects is a tricky area, fraught with difficulties that require careful econometric modelling strategies for valid identification. The report really would benefit from a thorough review of the recent literature on econometric estimation of agglomeration-productivity effects, because the approach that has been adopted falls somewhat short of the standards that have been set in that literature.

For use in transport appraisal, a key point is that the estimated parameters should have (as far as possible) a causal, rather than associational, interpretation. That requires a number of methodological challenges to be addressed. I list some of these below briefly, but it is outside the scope of this review to provide a full account of econometric modelling issues.

- 1) **Endogeneity via unobserved productivity** – in spatial econometric models, productivity is usually represented by wages (assuming the workers are paid the value of their marginal product), or via an estimate of total factor productivity TFP. Use of a simple measure of labour productivity (GVA per employee), as is the present report, provides only a partial measure of true productivity that may not adequately affect the efficiency of production. The assumption that other production inputs and technology can be captured by a constant term is untenable. In short, the economic theory underpinning the representation of productivity has been inadequately developed.
- 2) **Endogeneity via spatial sorting / functional self-selection** – firms within the same industry are typically engaged in different activities across different types of locations. This is due to spatial self-selection of labour, with high quality workers self-selecting into zones that contain the highest quality jobs. This is sometimes referred to as a *people versus place* distinction, in which the 'place' based effects of agglomeration are obscured by the 'people' based effects of sorting.
- 3) **Endogeneity of the ED measure** – higher productivity areas tend to have more congested transport systems. When the impedance function of ED variables is based on modal travel times, econometric difficulties can arise due to bi-directionality.
- 4) **Reverse causality** – the relationship between ATEM and productivity is likely bi-directional since higher productivity locations may attract a greater level of private investment over time leading to larger economic mass. This increase in mass can feedback by raising productivity.

- 5) **Endogeneity via output price heterogeneity** – because GVA is a price based measure firms that exist in local markets with higher prices may have seemingly higher productivity, even in the absence of superior efficiency.
- 6) **Endogeneity via confounding / omitted variables** - the 'pure' effect of agglomeration may be just one element of local technology that could affect productivity.

As far as I can tell, none of these challenges have been addressed (or even acknowledged) in the research presented in the report. In addition, I also believe that the urbanisation/ localisation distinction has not been represented correctly since the measure of localisation should reflect absolute scale, not relative contribution.

As mentioned previously, to address the challenges listed above the literature has developed firm or worker level data panel approaches, with productivity estimated using panel econometric methods based on control functions or instrumental variables to address potential sources of endogeneity. The authors have aggregate zone level data that mean micro panel methods cannot be used. However, even at the zone level there is more that could be methodologically to address challenges listed above and model the key relationship of interest more carefully (see Melo et al 2009, Combes and Gobillon 2015).

Regarding the empirical results, the estimates looks high compared to those found in previous studies. Melo et al (2014) report a mean urbanisation elasticity over several studies of around 0.04. The aggregate (all sector) estimate reported in table 2.2. is 0.08. The sectoral results in table 2.3 are between 0.05 and 0.23. It is worth noting that an observed consequence of ignoring endogeneity in econometric models is that larger parameter estimates will tend to be obtained (see Melo et al 2014 for a discussion).

It would also have been nice to see a brief summary of the empirical literature on agglomeration against which the results of this report could be compared. The review in 2.4.5 covers only a very limited number of studies and is out of date. It would at least be worth reporting results from the many review papers that now exist on this topic, and also from the paper underpinning the DfT WebTag estimates (e.g. Graham et al 2009).

In section 2.5 the report considers the link between effective density and productivity for the Helsinki metropolitan area. This is based on a cross-sectional analysis for the year 2014. Models are of much the same form as used in section 2.4, but with average business size included as an additional covariate and with average wage as a productivity measure.

The use of average wage is good, since, under fairly reasonable assumptions, it should provide a valid proxy to the value of the marginal product of labour. However, again, for the reasons given above, the econometric approach is not suitable for identification of causal effects and is thus unlikely to produce evidence that is suitable for use in CBA. In the wage model, there are no covariates for wage determination (i.e. that reflect worker characteristics), other than those linked to agglomeration and business size, and this makes it very difficult to identify the true agglomeration effect due to potential bias from omitted variables.

5. Estimating the link between employment and accessibility

In section 2.4 attempts are made to estimate the impact of accessibility on employment and to show how this differs by type of employment (as measured by level of education).

In the opening paragraph the authors note that a preliminary 2016 study indicated that labour market effects are likely to form the most significant WEI. This is in contrast to most other contexts that I am aware of where agglomeration benefits are thought to be by far the largest of the WEIs. It worth noting in this context, that the understanding of labour market effects as a WEI presented in section 2.1 differs from that used in WebTag, particularly in regard to what element is additional to that already captured in travel time savings (see discussion above in section 2).

Again, as with the productivity models, the economic theory underpinning the labour market models and the econometric methods used are not well developed. The econometric challenges are not so different from those listed above, so I will not repeat them again, but I will note in addition that the general principle of regressing employment on employment density is rather suspect as we of course expect to find a strong relationship between them since the two variables are constructed from the same data. Consequently, the estimated relationship is certainly not causal but merely association. Thus, the claim that “effective density explains variation in employment to a significant degree” could equally be replaced with “employment explains variation in effective density to a significant degree”.

Due to the absence of a formal economic model underpinning the econometric representation of the employment models, and because the econometric modelling likely suffers from problems of identification, it is very hard to interpret the parameters reported in this section of the report or to understand what effects they actually represent.

6. Estimating the link between commuting cost and commuting and between commuting and employment

In section 2.7 of the report results are presented on the relationship between commuting flows and the generalised cost (GC) of commuting. The form of this model is at best questionable since the relationship is surely bi-directional: GC will affect the demand for travel, but equally the demand for travel will affect GC via congestion. Thus again, there are considerable econometric issues that have not been addressed and the theory underpinning the regression is absent.

I am unclear as to why this empirical evidence is being generated in relation to WEIs. As mentioned in section 2 above, the WEI thought to arise from increased labour force participation relates only to taxation, not the gross effect of reduced travel times on commuter flows which is mainly captured via the standard consumer surplus based calculations for travel time savings. It is worth noting that in the UK it is thought that labour markets effects are small in relation to agglomeration effects and it is also recognised that in general they can be difficult to quantify.

7. Example calculations

In section 3 example calculations are made to quantify WEIs. The projects considered are for national & local railways, national & local road schemes, and local industrial routes. The WebTag methodology for calculation of WEIs is applied. My main comments are as follows:

- 1) **WebTag review** – the review of WebTag methodology appears to be well done, with the relevant equations reproduced from the original source.
- 2) **Long / short run agglomeration effects** – a decision was made to regard the estimated elasticity of 0.08 as long run, and use half of that value (0.04) to estimate short run impacts. This decision appears to have been made arbitrarily, or at least it is not justified in the text. Given that the explanation of the econometric approaches adopted in the report makes no mention of attempts to derive long and short run elasticities (which can be done in a panel context – Graham & Van Dender 2011), I assume that the short/long run distinction is not based on empirical evidence. If so, why make it at all? I think the authors need to be clearer on their thinking here.
- 3) **Results** – tables 3.2-3.14 present results for different projects for different categories of WEIs. Table 3.15 shows an interesting breakdown of total benefits (i.e. wider CBA benefits = DUBs + WEIs). We would typically expect WEIs to form somewhere around 20% of total benefits, with DUBs forming the remaining 80%. If my reading of the table is correct, the table below shows the proportion of total benefits accounted by Weis for each of the schemes assessed.

	% WEIs of Total Benefits
Ostrobothnian Railway	11%
Kerava–Lahti Line	17%
Luumäki–Imatra	8%
E18, Muurla–Lohja	12%
National road 3, Hämeenkyrö	29%
National road 5, Mikkeli–Juva	11%
Ring Rail Line	14%
Espoo City Railway	42%
Klaukkala bypass	15%
National road 4, Vaajakoski	25%
National road 12, Lahti bypass	10%
Kokkola Sea Route	9%
Merituulentie, Kotka	9%
Hanko–Hyvinkää Railway	17%

The proportion of WEIs ranges from 8% to 42%, with a mean value of 16%. This appears reasonable relative to what we typically see in other empirical contexts. However, clearly, the magnitude of the WEI results is determined by the parameters used to calculate them, and as I have said previously, I have reservations about the econometric methods used to obtain those parameters.

8. Recommendations for development

In their development recommendations the authors note that more robust empirical evidence on WEI parameters would be desirable. In particular, they argue that analyses of micro-level data on firms and workers could be beneficial. I strongly agree with this recommendation.

The report has provided evidence that forms a useful starting point in understanding the role of WEIs of transport in Finland. However, there are serious limitations and deficiencies of the data available for analysis, and consequently, limited opportunities for the sort of rigorous econometric modelling that could address the challenges of estimation that hinder valid identification of the parameters required to calculate WEIs. Previous research has shown that when these estimation issues are ignored, parameter estimates will tend to be biased upwards, and the estimates presented in this report do appear high compared to those typically found in the recent literature.

The value of the empirical work is that it has demonstrated associations of the type we would expect to find in the presence of WEIs. However, due to the methodological limitations discussed in my review, I believe that the empirical evidence is difficult to interpret and arguably cannot be used to infer cause-effect relationships. Consequently, I believe it would be advisable to develop the work further to obtain robust parameters for use in formal appraisal calculations.

In my view, the priority areas for immediate development for this work are as follows.

- Develop a rigorous understanding of the economic theory underpinning spatial economic processes including agglomeration, imperfect competition and labour market effects. I would begin with a comprehensive review of the mechanisms or sources that give rise to these features and how they affect economic outcomes. There are several excellent review papers that summarise this vast literature, making the task much easier.
- Demonstrate theoretically how agglomeration, imperfect competition and labour market effects might emerge from transport interventions.
- Show how, and under what assumptions, defined WEIs are genuinely additional to benefits measured under conventional CBA. To do this will require a rigorous understanding of conventional CBA, the economic theory and assumptions underpinning consumer surplus based calculations, and the case for WEIs. This should include discussions of the issue of additionality and of potential problems of double counting benefits.
- Identify the best data sources available in Finland to generate the parameters required to make WEI calculations. Preferably, these should be in the form of disaggregate panel datasets for firms or workers that can provide a valid representation of the distribution of productivity across space.
- Develop a full understanding of the econometric challenges of estimation and the sources of endogeneity that can hinder identification. This will require a literature review of appropriate econometric methods and identification strategies that have been used in previous relevant work. Fortunately, there are several survey papers that summarise this literature very well.

- Conduct new empirical work with better data and more appropriate models and methods. Crucially, to be readily interpretable, the econometric models used for estimation should have a grounding in the economic theory of productivity, labour markets and travel demand / commuting.

References

Combes, P.-P. and L. Gobillon (2015). The empirics of agglomeration economies. In J. V. H. Gilles Duranton and W. C. Strange (Eds.), *Handbook of Regional and Urban Economics*, Volume 5 of *Handbook of Regional and Urban Economics*, pp. 247-348. Elsevier.

Duranton, G. and D. Puga (2004). Microfoundations of urban agglomeration economies, Chapter in Henderson JV and Thisse JF (eds) *Handbook of Regional and Urban Economics*, Volume 4. Amsterdam: Elsevier.

Graham, D. J., S. Gibbons, and R. Martin (2009). *The spatial decay of agglomeration economies*. London: DfT.

Graham, D. and K. Van Dender (2011). Estimating the agglomeration benefits of transport investments: some tests for stability. *Transportation* 38, 409-426.

Melo, P., D. J. Graham, and R. B. Noland (2009). A meta-analysis of estimates of urban agglomeration economies. *Regional Science and Urban Economics* 39, 332-342.

Comments on the report “Wider economic impacts of transport projects - Development and application of appraisal techniques in Finnish context”, by Seppo Laakso and Heikki Metsäranta.

By Maria Börjesson
Professor of Economics,
VTI Swedish National Road and Transport Research Institute

The first part tries to answer the questions asked by the Finnish transport agency. The second part comments on the report “Wider economic impacts of transport projects”. The third part summarizes my comments on the report and suggests how to proceed with how to develop tools to assess and wider economic impacts.

1 APPLICABILITY, SIMILARITIES AND DIFFERENCES IN SWEDISH AND UK GUIDELINES

What is the applicability of the British guidelines for use in other countries?

I think that the applicability and transferability of the British guidelines for Wider Economic Impact (UK Department for Transport, 2014) in other countries is in general good, in terms of recommendations and theories.

However, even in the British guidelines it is stressed that many of the effects are context specific (and even more in the report that the guidelines are based on Venables et al. (2014)). For instance, the WebTag Unit A2.1 stresses that the UK Department for Transport has identified the areas that are dense enough that transport improvements are likely to have agglomeration benefits, the FUR (the Functional Urban Region, figure A1 in TAG Unit A2.1). The analyst cannot assume that they are large everywhere and in particular not in more sparsely populated areas. In Scandinavian countries, where the population densities are significantly lower, is it likely that there are many areas where agglomeration effects cannot be assumed to add significant benefits. Moreover, the elasticities of accessibility on productivity might reduce fast over long distances.

Venables et al. (2014), on which much of the British guidelines are based, also stress that many of the effects are context specific and the application of the methods and models must be attuned to the specific project that is analysed. This means that the analyst needs to identify and describe the exact mechanisms likely to be at play and why. This needs to be done also for projects in other countries.

How suitable is the method for the assessment of different project types (for example transport mode, project size, and project location)?

It is sometimes argued that wider economic impacts are more important for larger investments than for smaller. In empirical studies, or in the theories, there are however nothing to suggest that the wider economic impacts should be (proportionally) large for larger and more costly infrastructure investments, impacting more travellers.

The British Guidelines do not distinguish between transport modes. However, since the model is estimated applying travel distance/travel time by car – one can at least question whether it is applicable to investments in rail/metro infrastructure in other countries. There is no evidence on this and so the British assumption might be a sensible assumption (but this is not how it is done in Sweden).

How do the calculation results depend on the input data (especially the regional accounts and business data used when calculating the relationship between effective density and productivity)?

In general, the results depend strongly on the input data, and the accuracy of the input data is critical. Now, on one hand the regional accounts and business data might be an advantage because the regions are probably better informed about data and the likely mechanisms of and types wider economic impacts at play. On the other hand it opens up for the regions to present data and mechanism that exaggerate the benefits of the infrastructure that are (at least partly) paid for by the government. Then the CBA will not be transparent and objective anymore.

In this respect the Swedish and the British guidelines are slightly different, where the Swedish guidelines demand that the national guidelines, models and data sources are used in all regions, to make sure that analysis of investments in different regions are comparable. According to British guidelines, local adaptations, including models and data, are accepted.

Britain has the most advanced methods for quantifying wider economic impact (WEI), albeit not necessarily the most correct (their guidelines relies on some strong assumptions, I will come back to that).

In your country, what overall significance do you attach to the assessment of wider economic impacts in the socio-economic analyses made for transport infrastructure projects, and what are the greatest challenges in assessing these impacts?

In the UK, the assessment of the WEI effects are reported along with standard CBA results in a “Appraisal Summary”, but are not included in the initial BCR (benefit cost ratio), since the assessment of these are judged less robust than the impacts captured in the standard CBA. However, the value of the WEI could be included in an “adjusted BCR”. British examples indicate that WEB can represent major effects. Crossrail, a major railway investment in central London, is expected to generate £ 13 billion according to a standard CBA. WEIs were

assessed to generate additional benefits corresponding to £7 billion. The two dominant effects are tax effects of increased labour supply (higher employment) and general productivity growth due to increased accessibility. The main reason for the large effect is that London is an extremely dense and highly specialized labour market.

Also the Swedish CBA guidelines (ASEK), includes recommendations on how to quantify WEI, based on the SamLok model (described below). As regards presentation and appraisal, the Swedish guidelines manage WEI much the same way as the UK guidelines. In Sweden, the wider economic impacts can be reported in a "Total Impact Assessment", but are not included in the benefits when computing the BCR (benefit cost ratio). The main reason for not including them when computing the BCR is that a) they are more uncertain than the benefits in the standard CBA, b) they are more context specific than the benefits in the standard CBA and c) it is also unclear to what extent the WEI overlaps with the standard CBA (consumer surplus).

The Swedish guidelines underscore that the WEIs are negligible in contexts where there are no significant market disturbances. However, in context where some specific market imperfections are identified, the WEI can be presented, if the identified imperfections are presented and if the analyst avoids double counting of benefit. Correctly, the Swedish guidelines states that the WEIs are greatest for projects that already have high value for money, and are located in dense metropolitan areas. Since the WEI is often strongly correlated with the benefits of the standard CBA, WEI has often a marginal effect of ranking of competing proposed investments (but might favour investments in denser areas over investments in more sparsely populated areas).

The Swedish guidelines state further that for small and medium-sized projects, the WEI should be assumed to be zero. In case of larger projects WEI can be assessed. It is unclear what this recommendation is based on because there are no evidence suggesting that the WEIs (in relation to the benefit in the standard CBA) has to do with the size of the project.

To explain the effects that are included in the British and the Swedish guidelines, and how it relates to (overlap with) the benefits included in standard CBA (consumer surplus), I summarize the mechanisms that drive WEI in four bullet points, and discuss to what extent they are included in the British and Swedish guidelines.

1. *Tax revenue from increased labour supply and better matching.* Increased accessibility can a) increase the number of hours that each employee work (the workers may use some of the travel time gain to more hours), and b) increase the employment (reduce unemployment, the most important mechanism should be that for an unemployed worker with a given reservation wage a reduction in the generalized commuting cost extends the radius of the job search area, increasing the probability of finding a job) and c) increase wages (productivity) through better matching on the labour market. The part of the income increase that accrue to the individuals is included in the consumer surplus (and thus in the standard

CBA). However, the increased tax revenues, and possibly lower unemployment benefits paid by the government, are not included in the standard CBA.

2. *External agglomeration effects.* There is a correlation between increased accessibility between workers/firms (or "effective density") and higher productivity in high density areas. Several econometric studies show that there is a causal link: higher employment density increases productivity. This is due to the economies of scale and density, driven mainly by the positive effect on knowledge and skills developing in the local labour force as density of the workplaces increases. This is not reflected in transport market, and is thus external, and should be added to the consumer surplus in transport appraisal.

The UK guidelines include 2 and parts of 1 (the UK guidelines do not assume better matching or more hours worked per employee, only the effect on the employment). The Swedish SamLok model (see below) calculates parts of 2 (but only the agglomeration effect translated in higher wages, not on other parts of GDP) and part of 1 (but increased employment is not included, only better matching or more hours worked per employee). SamLok only calculates the sum of these effects (parts of 1 and 2) without separating them into components.

3. *Relocation of workplaces.* A transport investment can increase density by reducing travel costs between workers and firms (for example, by shorter travel times) and by attracting more workers and firms to locate in proximity to one another. The UK guidelines assume that relocated workplaces are has the same productivity as the workplaces already in the area, which is a very strong assumption. However, the relocation effect does not necessarily have to be positive, as firms may move from more productive to less productive areas.

The Swedish guidelines state that redistribution effects do not affect the socio-economic because if one region gains population or firms, some other regions will lose. Still, redistribution is important from a regional perspective and for this reason the effects should be described in the distribution analysis in the "Total Impact Assessment".

4. *Increased production in markets with imperfect competition.* In markets with imperfect competition the price is higher than the marginal production cost. An increase in production will therefore increase welfare in society. Now, if the price of an input factor falls, such as reduced travel and transport cost, production will increase, thus giving a welfare benefit that is greater than the value of the transport cost reduction. This effect is quantified in British guidelines (but not in the Swedish), but it is small and uncertain.

Common to all the effects is that causal effects are highly uncertain and context specific, in terms of size and overlap with the already benefit already included in the standard CBA (the consumer surplus).

The Swedish model SamLok

The Swedish Transport Administration uses a tool for assessing WEI that is called SamLok. SamLok forecasts how accessibility changes in response to a transport

investment affect the net income at the municipality level. It builds on the theory that the average gross income per employee in a municipality will increase in response to the increased accessibility, for example due to increased job match quality, more worked hours by each employee or human capital accumulation due to knowledge spill-overs.

To avoid methodological problems with endogeneity and confounding (see a, b,c below) the model is estimated as a difference-in-difference model. The change in gross income in a municipality between two periods (11 years apart) is assumed to depend on the change in accessibility in the municipality between two points in time and a number of socio-economic variables, including education level and age. The change of accessibility is divided into two parts - a part due to relocation of workplaces, and a part that is due to changes in the transport system. In the estimation, two elasticities are thus obtained for how the gross income per employee is impacted by accessibility changes; one relating to changes in the transport system, and one relating to relocation of workplaces. Only the elasticity associated with changes in the transport system is used when the model is used to analyse the effect of transport investments; relocation of workplaces is believed to be driven by other processes.

Even if the accessibility is computed on the municipality level it is based on a much finer spatial resolution. This is important because it needs to capture the accessibility between firms and workers on the micro level to take the transport system into account. It takes into account the transport system including all modes and is not only based to travel time by car or distance. This is important since it is the transport system improvements by all modes that should be estimated.

The SamLok model has been estimated a few times. The second version (Anderstig et al., 2012), used in the Transport administrations investment planning, provides elasticities that are in line with international literature. It estimates separate relationships for three groups segmented by values of time, where the values of time depends on income. The results indicate that it is primarily workers with high income that produce the WEI. An even more recent study (Börjesson and Isacson, 2017), shows that the spill over effect is much stronger than the matching effect, and approx. 0.03.

The SamLok model does not capture changes in employment. However, using the same methodology to predict effects on unemployment, Norman et al. (2017) find a negative relationship between generalized commuting costs and unemployment on Swedish data, which is more pronounced for low-educated workers (the most important mechanism should be that for an unemployed worker with a given reservation wage a reduction in the generalized commuting cost extends the radius of the job search area, increasing the probability of finding a job. Elasticity is 0.01.

2 COMMENTS ON REPORT

In general this report is easy to read and interesting. Clearly, a lot of work has been put in, and the final section 4.3 shows interesting evidence, namely that the ranking of the investments are not impacted by the WEI (wider economic impact) to any large extent. However, this field is very difficult, in terms of theories, input data and econometrics, and the research has moved fast in the past decade. See my comments and questions as constructive suggestions.

Chapter 1 and 2

In the introduction, in the wording in chapter 2, and in Figure 2.1, it seem to be suggested that all effect on land-values, labour market and productivity are all wider impacts, i.e. not at all included in the CBA. This is not the case and this should be pointed out (see my list 1-4 above). (you discuss this on page 47, but that comes late in the report?)

As for “**Productivity**”, “**Labour Market**”, see point bullet point 1-2 above, there is an issue of whether they are additional. Again, if workers get higher incomes because they work longer hours or commute longer to improve the job matching, this is partly included in the standard CBA. The part of the increased production accruing to the worker is included, but not the part accruing to the governments through income taxes. The tax part should therefore be added in the CBA. In Scandinavian countries, it may typically be up to 50% of the income increases (the UK guidelines assume 30%). Insofar as this productivity increase occurs through mechanisms other than those mentioned under "increased employment (1 above), they are completely additional to the standard CBA. This is the external agglomeration effects in bullet point 2 above. This is explained and described in Eliasson and Fosgerau (2017). However, recent Swedish study (Börjesson and Isacson, 2017) suggest that the spill-overs effects are substantially larger than the effect of better matching and that employees work longer hours, and so the risk of overlap is small. Hence, for existing workers it might be a good idea to add the full income increase of existing workers to the CBA.

If labour supply increases, effect on incomes arising from higher employment is partly included in the consumer surplus, because some of the benefit is accruing to the individual. However, the increases in income tax and reduced unemployment benefit are external to the individual and should be added to the benefit (the UK guidelines assumes 40%).

Land Use

Value of land. There is a massive body of empirical evidence of increasing land values in response to transport investments (see Smith and Gihring (2006) for a review). But the mechanisms is that some of the benefits from transport investments are transferred from the travellers (measured by the consumer surplus) to the land-owners (Batt, 2001; Mohring, 1961). Some decades ago, it was even commonly assumed that the increased land-rents at locations could measure the travel time benefits of the investment (Arnott & Stiglitz, 1981). Mohring (1961) and Arnott and Stiglitz (1981) stress however, that this assumption holds only under very specific circumstances. Hence, one cannot say

that all effects on the land values all are “wider”, but in most cases captured by the standard CBA.

Housing and businesses (see bullet point 3 above). Changes in the location of business and the population might be important for the regions but is not necessarily a net benefit on the national level: if some region increases its population other reduce (The UK guidelines assume that relocated workplaces are given the same productivity as the workplaces already in the area, which seems to be extremely strong assumption, see effect 3). Hence, these effects are in general not large positive effects (and therefore not counted according to the Swedish guidelines).

Page 14

“Wider economic impacts are based on the fact that the benefit arising from a change in the transport system to society differs from the benefit perceived by an individual transport user.”

I think this is too strong. Both Swedish and British guidelines are clear that such wider impacts are project specific – in particular might be small or zero in sparsely populated areas. The research is mostly based on cities with high density (see above).

“Travel costs affect the perceived accessibility”

what does the word perceived add here? I suggest delete or explain.

Table 2.1. It is hard to understand what evidence this table is based on.

“Local rail projects are likely to have a major impact on land use, especially near stations or across the entire railway zone.”

(Swedish) research shows that this effect is small in particular if land use is regulated. For this reason the Swedish guidelines assumes than now housing can be included in the CBA only if it is planned within 10 years after the investment is built.

“Benefit-cost analyses are seen as an important element of decision-making, but other approaches and perspectives should also be applied alongside them.”

True – but I have never heard anyone suggesting that CBA should be the entire basis for the decisions (have you).

“The shortfalls and uncertainties of benefit-cost analyses should be clearly highlighted in the analyses.”

True, but these flaws are not as large as indicated, in fact, the ranking of investments are surprisingly robust to errors in input data. In fact, in Sweden and Norway, CBA has a very small impact on project selection. The challenge is to struggle to make transparent and knowledge based support has any impact and so I would not undermine it more than necessary (also you show in the last page that WEI have little effect on the ranking of investments, implying that the CBA is pretty robust).

Page 18

The formula on the middle of the page should sum over j and not I , right?
Are the region A_i included in the sum? This is important for understanding the figures.

The spatial resolutions seems to be very coarse... ! Can you really model accessibility between firms on a micro level with any great accuracy using that? Please be more specific on the mechanism at work on the spatial level you define the accessibility measure on.

"There is no unambiguous criterion for determining the coefficient B in research literature."

Well, the parameter B should be estimated because it impacts the analysis. In Sweden it is estimated in the transport model. In UK it is estimated in Graham et al. (2009).

"... highest degree of statistical explanation has been chosen for further analyses."
Statistical explanation of what?

Page 19

Graham and Van Dender (2011) argue that measures of accessibility you use based on travel times would impose endogeneity problems because locations with higher economic activity tend to be congested. Perhaps this is not a problem with Finnish inter-city travel but perhaps mention that?

I am not entirely sure I understand figures 2.3-2.5. Perhaps explain further? Are the jobs in the area itself included in the accessibility measure? Why is the blue bar largest in Helsinki and lowest in Salo?

Page 20: I am not sure it is clear how the intra city and inter-city data is used. Are they combined or used in the two different analyses/estimations (intra city and inter-city)? Is it 67 sub-regions and 46 areas per sub-region? Is the productivity indicator measured as gross income (what exactly is value-added per worker)?

2.4.2 This section talks about a production function in the model estimation. However, the mechanism of accessibility (that you measure) is a micro level. Perhaps tie the mechanisms modelled to the earlier discussion in the paper? I don't think you need production functions.

Are the parameters a and b are both sector specific? Why not present them both in the result tables? The estimates are higher than what usually is estimated more recently (and those refer to intra urban accessibility and not inter-urban accessibility like you do here, the latter should be higher due to distance decay, but here is not much literature on the intra-city elasticity).

I think the high elasticities are an effect of that you estimate the effective density on productivity in a cross-section, which many older studies did. For this reason you might get endogeneity problems and sorting effects, that makes the causal effect too large and uncertain for the following reasons:

a. *Reverse causality*. Investments (reducing travel time) are to a large extent built in in regions with higher (or lower) economic or population growth. Moreover, higher local wages increase agglomeration by attracting more workers and jobs.

b. *Excluded variables*. For example, that external shock simultaneously affects agglomeration through the number of jobs and wages is a well-known problem in this field. There may also be common trends in productivity and infrastructure investments for many reasons.

c. *Spatial sorting of workers and firms*. Does large/dense cities cause higher productivity, or are it the most productive and skilled workers and firms that is attracted to the large/dense areas? A larger labor market gives higher payoff to the most productive firm, and skilled workers get greater opportunities. Several studies have shown that this selection effect exists.

The three problems can lead to apparently strong statistical relationships even if there is no direct causal link between agglomeration and growth. More recent studies usually use different types of time series data, and instrumental variables to reduce the effects, and then the elasticity becomes lower.

Table 2.2 and other tables. It would be easier to understand if the number of observations and some basic model statics were in the tables.

In the discussion of results by sector and industry group – it could be good to be clear on what mechanisms that result in these differences.

Page 26. When comparing with other studies including Graham et al., note that for instance Graham et al. explores the effect on intra-city accessibility. Inter-city agglomeration effects should be lower due to distance decay. Moreover, more recent newer studies find lower estimates. For instance Grham et al (2009) on which the British guidelines are based are much lower.

Page 28. I am not sure that the main effect, external agglomeration effects due to economy of density falls under the three points of page 28? Or maybe it does?

Page 29

Be clearer that you shift focus now to inter-city effects. Are the mechanisms the same? Why? Can you explain?

Is it a sum over j in the formula?

Can you explain the spatial resolution of the analysis more in detail?

Why do you use distance and not travel time by car as in the inter-city model?

Page 30

How does turnover measures productivity. Income does if the labor market is perfect.

I don't understand Figure 2.6. Can you explain? Is the jobs in the A_i itself included?

Page 31

The spatial resolution of the accessibility measure seems very coarse. Does it really say anything about the potential for interaction in the micro level that the transport system works on?

Same comments as earlier: the resulting elasticities seems large and I think that the cross-section data, inducing endogeneity problems (for reasons a,b, and c) can be the results.

I am not sure I understand how you mean that inter-urban connectivity impact unemployment. Surely rather few people are not commuting very long distances between cities in Finland? Perhaps the distance decay parameter should be larger?

The pattern in the result, that the elasticity is higher for low educated workers is consistent with theory on reservation wages and earlier Swedish results (Norman et al., 2017). However, the numbers seems many times higher than the Swedish estimates (around 0.01). It might be endogeneity issues that bias your estimates upwards as you use cross-sectional data?

Page: 39-40

I fully agree with the mechanism explained in the final paragraph of page 39. However, I am not sure that travel time to the city hub really measures the accessibility to the labor market? That depends on the spatial distribution of jobs in the city which might vary? I am not really sure how the estimates of 2.6 and 2.7 relate to each other? Which one to use? Or both? Do they capture different mechanisms?

I think that the effect on unemployment is pretty regional. Long distance commuting is not common in Finland (and other counties with long distances) in particularly not for low educated people (am I wrong?)

Chapter 3

Page 43:

As stated in bullet point 4 above, increased production in markets with imperfect competition is quantified in British guidelines (but not in the Swedish), but it is small and uncertain. Hence, I don't think it is worth spending so much effort on at the moment (there are more important effects to focus on at the moment).

Page 47: beginning of 3.2 is very good – but why wait so long with this? Perhaps put this in the beginning and start from their mechanisms?

Page 48:

This formula looks sensible and the accessibility measure too... why not use it in the estimation as well? Can these elasticities be transferred from estimation to application if not?

How is the decay parameter determined? It should have an impact?

Do you have any labour supply effect (matching or more hours worked) in the GDP: if so there may be overlap issues.

Page 49:

The parameter t is really important – how is that estimated?

Page 51:

Yes, that the UK guidelines assume that relocated workplaces have the same productivity as the workplaces already in the area, but this is a very strong assumption. Do you believe it?

Page 53: How can you calculate the agglomeration benefits for a region without a proposed project to evaluate?

How was the effect on generalized travel cost determined without a transport model?

You say in beginning of 3.2 that the agglomeration effects can only be included for the project in the denser areas. How did you select these in your application?

Page 54: How can there be large WEI for all projects in all regions (not only in the dense)?

In table 3.2 and 3.3, please also include consumer surplus and compare it to the WEI? Perhaps move the table 3.15 forward? This is an excellent table! It tells you that the WEIs change the ranking of the projects...

Chapter 4: My further development recommendations would be

Higher accessibility can increase productivity through human capital accumulation, job match quality, and increased labour supply. Human capital accumulation occurs primarily in metropolitan areas and all effects are context specific. Older studies based on cross-sectional data like the present overestimates the elasticities by not controlling for reversed causality, omitted variables, and spatial sorting and selection effects. The elasticity around 0.1 estimated/recommended in the report is probably too high. The best estimate we have in Sweden is now 0.03 and seem to reflect mostly external agglomeration effects. There is probably no big overlap with the consumer surplus and can thus be added (in cases where it is present).

The best Swedish estimate on the elasticity of accessibility on employment is approximately 0.01 (five times lower than the present report). Only the tax part and possibly reduced unemployment benefit should be added as the other parts overlap with consumer surplus. This effect is probably larger for low educated workers outside the big cities.

In order to calculate the WEI, you need to estimate the causal link between accessibility increase and production increase, i.e. the elasticity. I recommend that you develop a measure of accessibility that has sufficient geographic resolution, and also represent the transport system in detail (with all modes) since you are going to estimate the effect of transport system improvements. It is useful to design an accessibility measure from the output from a transport model (based on the generalized travel cost by all modes but otherwise similar to the type used in the report). This measure is also consistent with the consumer surplus if you compute that based on the same transport model.

When you estimate the causal link between accessibility increase and production increase, i.e. the elasticity, you need to control for endogeneity issues by using time series data and possibly instrumental variables. Then this model will be easy to apply in appraisal, primarily for project in urban areas.

As for other effects, like relocation, this is often hard to predict and often not a benefit on the national level (since other regions then lose population). I would recommend you to follow the Swedish guidelines on this point and neglect the impacts, if new houses are not planned simultaneously the building of the investment.

- Venables, Anthony, J. J. Laird, and H. G. Overman. "Transport investment and economic performance: Implications for project appraisal." (2014): 1-79.
- UK Department for Transport, 2014, Transport WebTAG unit A2.1
- Elisasson and Fosgerau 2017, "Cost-benefit analysis of transport improvements in the presence of spillovers, matching and an income tax" http://swopec.hhs.se/ctswps/abs/ctswps2017_003.htm
- Graham, D. J., Gibbons, S. and Martin, R. (2009) Transport investments and the distance decay of agglomeration benefits. Draft report for the Department of Transport
- Arnott, R. J., & Stiglitz, J. E. (1981). Aggregate Land Rents and Aggregate Transport Costs. *The Economic Journal*, 91(362), 331–347. <https://doi.org/10.2307/2232588>
- Batt, H. W. (2001). Value Capture as a Policy Tool in Transportation Economics: An Exploration in Public Finance in the Tradition of Henry George. *American Journal of Economics and Sociology*, 60(1), 195–228. <https://doi.org/10.1111/1536-7150.00061>
- Graham, D. J., & van Dender, K. (2011). Estimating the agglomeration benefits of transport investments: some tests for stability. *Transportation*, 38(3), 409–426. <https://doi.org/10.1007/s11116-010-9310-0>
- Mohring, H. (1961). Land Values and the Measurement of Highway Benefits. *Journal of Political Economy*, 69(3), 236–249. <https://doi.org/10.2307/1829265>
- Norman, T., Börjesson, M., & Anderstig, C. (2017). Labor market accessibility and unemployment. *Journal of Transport Economics and Policy*.
- Smith, J. J., & Gihring, T. A. (2006). Financing Transit Systems Through Value Capture. *American Journal of Economics and Sociology*, 65(3), 751–786.

ISSN-L 1798-6656
ISSN 1798-6664
ISBN 978-952-317-439-9
www.liikennevirasto.fi

Liik
enne
vira
sto

