JYX JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ

This is a self-archived version of an original article. This version may differ from the original in pagination and typographic details.

Author(s): Hokkanen, Joonas; Savikko, Heikki; Honkatukia, Juha; Metsäranta, Heikki; Sirkiä, Ari; Haapanen, Mika; Tohmo, Timo

Title: Aluetaloustieteen menetelmät liikennejärjestelmän kehittämisen vaikutustarkastelussa

Year: 2020

Version: Published version

Copyright: © 2020 Liikenne- ja viestintäministeriö

Rights: In Copyright

Rights url: http://rightsstatements.org/page/InC/1.0/?language=en

Please cite the original version:

Hokkanen, J., Savikko, H., Honkatukia, J., Metsäranta, H., Sirkiä, A., Haapanen, M., & Tohmo, T. (2020). Aluetaloustieteen menetelmät liikennejärjestelmän kehittämisen vaikutustarkastelussa. Liikenne- ja viestintäministeriö. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja, 2020:7. http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-593-4

JULKAISUJA 2020:7

Aluetaloustieteen menetelmät liikennejärjestelmän kehittämisen vaikutustarkastelussa

LIIKENNE- JA VIESTINTÄMINISTERIÖ

Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 2020:7

Aluetaloustieteen menetelmät liikennejärjestelmän kehittämisen vaikutustarkastelussa

Joonas Hokkanen, Heikki Savikko, Juha Honkatukia, Heikki Metsäranta, Ari Sirkiä, Mika Haapanen, Timo Tohmo

Liikenne- ja viestintäministeriö Helsinki 2020

Liikenne- ja viestintäministeriö

ISBN PDF: 978-952-243-593-4

Helsinki 2020

Kuvailulehti

Julkaisija	Liikenne- ja viestintäministeriö		8.5.2020
Tekijät	Joonas Hokkanen, Heikki Savikko, Juha Honkatukia, Heikki Metsäranta, Ari Sirkiä, Mika Haapanen, Timo Tohmo		
Julkaisun nimi	Aluetaloustieteen menetelmät liikennejärjestelmän kehittämisen vaikutustarkastelussa		
Julkaisusarjan nimi ja numero	Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 2020:7		
ISBN PDF	978-952-243-593-4	**ISSN PDF**	1795-4045
URN-osoite	http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-593-4		
Sivumäärä	74	**Kieli**	suomi
Asiasanat	aluetalous, kansantalous, työmarkkina, kasautuminen, kiinteistömarkkina, panos-tuotosmalli, yleisen tasapainon malli		

Tiivistelmä

Tässä selvityksessä on arvioitu, voidaanko aluetaloudellisilla tarkasteluilla selvittää liikenneinfrastruktuurien kehittämiseen sekä liikenteen hinnoitteluun ja sääntelyyn liittyvien toimenpiteiden vaikutuksia yrityksille, kuluttajille ja julkiseen talouteen aluetalouksien tasolla. Tulosten mukaan se voidaan tehdä aluetalousmalleilla, joilla kuvataan ja lasketaan kokonaisvaltaisesti talousjärjestelmässä toisistaan riippuvien vaikutusketjujen muutoksia.

Liikennejärjestelmän muutosten suorista käyttäjähyödyistä ja -haitoista seuraa välillisesti laajempia taloudellisia vaikutuksia eri markkinoiden välisen vuorovaikutuksen dynamiikassa. Nämä vaikutukset toteutuvat kasautumiseen, työmarkkinoihin, maankäyttöön ja kiinteistötalouteen kohdistuviin liittyvissä ketjuissa. Näitä vaikutusketjuja sisältyy aluetalousmalleihin.

Aluetalousmalleilla voidaan jo nykyisillä valmiuksilla mallintaa numeerisesti liikennejärjestelmän kehittämisen laajempia vaikutusketjuja kerralla. Aluetalousmallit tarkastelevat mainittuja vaikutusketjuja tilastoiduilla aluekokonaisuuksilla niiden välisten tilastollisten kytkösten ja käyttäytymismallinnuksen mukaan. Tarkasteluilla voidaan erottaa toimenpiteistä hyötyvät alueet ja niiden seurauksena syrjäytyvät alueet sekä vaikutusten suuruus mm. työllisyyden muutoksina. Lisäksi malleilla voidaan arvioida koko kansatalouden kehitysuran muutoksia.

Kustantaja	Liikenne- ja viestintäministeriö
Julkaisun myynti/jakaja	Sähköinen versio: julkaisut.valtioneuvosto.fi Julkaisumyynti: vnjulkaisumyynti.fi

Presentationsblad

Utgivare	Kommunikationsministeriet		8.5.2020
Författare	Joonas Hokkanen, Heikki Savikko, Juha Honkatukia, Heikki Metsäranta, Ari Sirkiä, Mika Haapanen, Timo Tohmo		
Publikationens titel	Regionalekonomiska metoder i bedömningen av effekterna av utvecklingen av transportsystemet		
Publikationsseriens namn och nummer	Kommunikationsministeriets publikationer 2020:7		
ISBN PDF	978-952-243-593-4	**ISSN PDF**	1795-4045
URN-adress	http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-593-4		
Sidantal	74	**Språk**	finska
Nyckelord	allmän jämviktsmodell, regionalekonomi, nationalekonomi, arbetsmarknad, fastighetsmarknad, kumulering, input-output analys		

Referat

I utredningen utvärderas om regionalekonomiska granskningar kan klarlägga effekten av åtgärder i samband med utveckling av transportinfrastruktur. Dessutom granskas effekterna av prissättning av trafik och transporter på företag, konsumenter och de offentliga finanserna på regionalekonomin. Enligt resultaten kan regionalekonomiska modeller användas i ekonomiska system om de på ett övergripande sätt beskriver och beräknar förändringar i funktionskedjor som är beroende av varandra.

Av de direkta fördelarna och nackdelarna som förändringar i transportsystemet har för användarna följer indirekta större ekonomiska konsekvenser i växelverkansdynamiken mellan olika marknader. Konsekvenser bildar kedjor med inverkan på kumulering, arbetsmarknad, markanvändning och fastighetsekonomi. Dessa funktionskedjor ingår i de regionekonomiska modellerna.

Med de regionalekonomiska modellerna kan man med nuvarande beredskap beskriva de bredare funktionskedjorna i transportsystemets utveckling numeriskt på en gång. Modellerna granskar funktionskedjorna med statistikförda regionhelheter enligt de statistiska kopplingarna mellan dem och beteendemodellering. I utvärderingen kan man skilja mellan de områden som gynnas av åtgärderna och de som marginaliseras av dem och storleken på effekterna bland annat som ändringar i sysselsättningen. Modellerna kan också tillämpas för att utvärdera förändringar i utvecklingen av hela nationalekonomin.

Förläggare	Kommunikationsministeriet
Beställningar/ distribution	Elektronisk version: julkaisut.valtioneuvosto.fi Beställningar: vnjulkaisumyynti.fi

Description sheet

Published by	Ministry of Transport and Communications		8 May 2020
Authors	Joonas Hokkanen, Heikki Savikko, Juha Honkatukia, Heikki Metsäranta, Ari Sirkiä, Mika Haapanen, Timo Tohmo		
Title of publication	Methods of regional economics in impact assessment of the transport system development		
Series and publication number	Publications of the Ministry of Transport and Communications 2020:**7**		
ISBN PDF	978-952-243-593-4	**ISSN PDF**	1795-4045
Website address URN	http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-593-4		
Pages	74	**Language**	Finnish
Keywords	general balance model, regional economy, national economy, labour market, real estate market, accumulation, input-output analysis		

Abstract

The focus of this study was to assess whether regional economic reviews can be used to examine the impact of measures related to transport infrastructure development and transport pricing and regulation on businesses, consumers and public finances at the level of regional economies. According to the results, this can be done by means of regional economic models that comprehensively describe and calculate changes in interdependent chains of influence in the economic system.

Direct user benefits and disadvantages of changes in the transport system indirectly result in wider economic impacts in the dynamics of interaction between different markets. These impacts are realised in chains related to accumulation, the labour market, land use and the real estate economy. These impact chains are included in regional economic models.

Already with the existing capabilities, the regional economic models can be used to numerically simulate the broader impact chains of the transport system development at one time. The regional economic models examine these chains of influence in regional entities according to statistical links and behavioural modelling between them. The reviews can distinguish between regions that benefit from the measures and regions that get marginalised as a result of them, as well as the scale of the impacts as changes in employment, for example. In addition, the models can be used to assess changes in the development of the entire national economy.

Publisher	Ministry of Transport and Communications
Publication sales/ Distributed by	Online version: julkaisut.valtioneuvosto.fi Publication sales: vnjulkaisumyynti.fi

Sisältö

1 **Tausta ja tavoite** **8**

1.1 Taustaa aluetaloudellisista tarkasteluista 8

1.2 Tämän selvityksen tavoite 9

2 **Liikennejärjestelmän kehittämisen aluetaloudelliset vaikutukset** **11**

2.1 Liikennehankkeen suorat taloudelliset vaikutukset 11

2.2 Laajemmat taloudelliset vaikutukset 13

2.2.1 Kasautuminen, työmarkkinat ja kiinteistömarkkinat 13

2.2.2 Muut aluetaloudelliset vaikutukset 14

2.3 Aluetalouden vaikutusketjut ja viitekehys 15

3 **Aluetalousmallit** **19**

3.1 Staattiset panos-tuotosmallit 19

3.1.1 Mallin perusfunktiot ja muuttujat 20

3.1.2 Haasteet ja kriittiset kohdat 24

3.2 Yleisen tasapainon mallit 25

3.2.1 Mallin perusfunktiot ja muuttujat 26

3.2.2 Haasteet ja kriittiset kohdat 36

4 **Aluetalousmallien käyttö liikennehankkeissa** **38**

4.1 Tarvittavat lähtötiedot 38

4.1.1 Liikenne-ennustemallit 38

4.1.2 Hankearvioinneista hyödynnettävä aineisto 38

4.1.3 Kansantalouden tilinpito 40

4.2 Yhteenveto aluetalousmallien tämänhetkisestä käytöstä Suomessa 40

4.3 Kansainvälinen katsaus 43

5 **Havainnollistaminen ja koelaskenta** **48**

5.1 Koelaskennan kohde 49

5.2 Lähtötiedot ja skenaarion muodostaminen 49

5.3 Mallinnus 52

5.4 Tulokset 53

6 **Menetelmäsuositukset ja johtopäätökset** **65**

Lähteet **69**

LUKIJALLE

Liikenne- ja viestintäministeriö (LVM) ja Liikenne- ja viestintävirasto (Traficom) teettivät esiselvityksen liikennejärjestelmän kehittämisen aluetaloudellisista tarkasteluista osana vuosina 2019–2020 tehtyjä taloustieteellisiä selvityksiä, joilla on tuettu liikennejärjestelmän kehittämisen laajempien taloudellisten vaikutusten tarkastelukehikon (Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 2020:5) laatimista.

Hankkeen ohjausryhmään kuuluivat puheenjohtaja Juha Tervonen ja Niko-Matti Ronikonmäki (LVM), Tuomo Suvanto ja Hannu Kuikka (Traficom), Anton Goebel ja Tapio Ojanen (Väylävirasto) sekä Lauri Vuorio (Helsingin Seudun Liikenne HSL).

Selvityksen tekivät projektipäällikkö Joonas Hokkanen, Heikki Savikko, Heikki Metsäranta ja Ari Sirkiä (Ramboll Finland), Juha Honkatukia (Merit Economics) sekä Mika Haapanen ja Timo Tohmo (Jyväskylän yliopisto).

Lisätietoja: Juha Tervonen, 0295 34 2070

1 Tausta ja tavoite

1.1 Taustaa aluetaloudellisista tarkasteluista

Liikennejärjestelmän kehittämisen aluetaloudellisilla tarkasteluilla pyritään selvittämään mm. erilaisten liikenneinfrastruktuurin kehittämiseen, liikenteen hinnoitteluun ja liikenteen sääntelyyn liittyvien toimenpiteiden ja hankkeiden taloudellisia vaikutuksia julkiseen talouteen, yrityksille ja kuluttajille aluetalouksien tasolla. Tämä voidaan tehdä erilaisilla malleilla, joilla pyritään kvantifioimaan ja selventämään talousjärjestelmässä toisistaan riippuvien vaikutusketjujen kokonaiskuvaa ja syy-seuraussuhteita.

Nyt mielenkiinnon kohteena ovat nimenomaan liikennemarkkinoiden muutoksista tavalla tai toisella käynnistyvät vaikutusketjut muilla markkinoilla ja lopulta aluetalouden ja kansantalouden kokonaisuudessa. Keskeisenä työkaluna tässä toimivat talousteoria ja tilastoitu talousjärjestelmä, joiden avulla liikennemarkkinoiden muutoksista käynnistyvät laajemmat vaikutusketjut ovat jäsennettävissä taloudellisten toimijoiden näkökulmista ja taloudellisista vaikuttimista käsin, ja vaikutusketjut ovat hahmoteltavissa esimerkiksi toimialoittain ja vaikutusmuodoittain.

Mallitarkastelut ovat periaatteessa avoimia, eli kaikkien lähtöoletusten ja reunaehtojen suhteen numeerisesti ja/tai sanoin määriteltyjä sekä niissä käytetyt aineistot ja laskentaan sisältyvät oletukset ovat täysin jaettavissa yleisölle. Myös mallien tuottamat tulokset ovat selitettävissä yleisesti ymmärrettävällä tavalla. Aluetalousmallit toistavat lähtökohtaisesti perusvuotensa kuvaaman aluetalouden rakenteen täsmälleen sellaisena, kuin se kansantalouden aluetilinpidossa kuvataan. Ennusteet tulevasta kehityksestä nojaavat muun muassa historiallisiin trendeihin ja käyttäytymistä kuvaavien parametrien estimaatteihin. Aluetaloudelliset tarkastelut kattavat talousjärjestelmän vuorovaikutussuhteet kokonaisuutena. Kattaus on toisenlainen kuin laajempien taloudellisten vaikutusten erillisissä ilmiökohtaisissa tarkasteluissa, jotka keskittyvät rajattujen vaikutusketjujen tarkasteluun. Erillistarkastelut voivat ohittaa joidenkin merkityksellisten vaikutusketjujen selvittämisen tai rajata niiden alueellisia ulottuvuuksia. Erityisesti aluetaloudellisilla tarkasteluilla voidaan selventää eri alueiden taloudellisen toimeliaisuuden muutoksia, syrjäytymisvaikutuksia ja vaikutuksia koko kansantalouden kehitysuraan. Runsaiden tutkimusresurssien olosuhteissa aluetaloudellinen mallintaminen ja ilmiökohtaiset tarkastelut voivat täydentää toisiaan.

1.2 Tämän selvityksen tavoite

Liikennejärjestelmään tehtävillä muutoksilla on suoria ja epäsuoria laajempia taloudellisia vaikutuksia. Suorat vaikutukset ovat väylänpitäjän, liikennöitsijän ja käyttäjän kustannusten muutoksia (esim. säästöjä matka- ja kuljetuskustannuksissa) sekä päästöjen ja melun kaltaisten ulkoisten kustannusten muutoksia. Viranomaisprosesseissa esimerkiksi väyläinvestointien suorat taloudelliset vaikutukset arvioidaan yleensä investointikohteen yleissuunnitelman yhteydessä tai sen osana tehtävässä kannattavuuslaskelmassa. Liikenteen hinnoittelun tai sääntelyn muutosten suorat taloudelliset vaikutukset arvioidaan lainsäädännön muutosten valmisteluissa ja lakiehdotuksen vaikutusarvioinnissa. Tutkimustoiminnassa tarkasteluja voidaan tehdä vaikka puhtaasti akateemisesta mielenkiinnosta. Tutkimustuloksilla on silti erityistä merkitystä menetelmäkehitykselle ja politiikkatoimien määrittelyille.

Liikenne- ja viestintäministeriön (LVM) selvityksissä on oltu kiinnostuneita selventämään suorien vaikutusten jälkeisiä taloudellisia vaikutusketjuja ja niiden kvantitatiivisia tarkastelumahdollisuuksia. Liikennejärjestelmän kehittämisen laajempiin taloudellisiin vaikutuksiin on kohdistunut laajaa mielenkiintoa myös kansainvälisesti. Vaikutusarvioinnin menetelmällisyys on merkittäviltä osin rakentunut liikenneväyläinvestointien hankearvioinnin ympärille. Laajempien taloudellisten vaikutusten arvioinnin lähestymistavat ja menetelmät vaihtelevat kansainvälisesti. Empiirinen näyttö laajempien taloudellisten vaikutusten olemassaolosta niin erillisin menetelmin kuin aluetaloudellisin työkaluin tarkasteltuna on ohut. Tämänhetkisen tiedon mukaan laajemmat taloudelliset vaikutukset jaetaan kasautumiseen, työmarkkinoihin, maankäyttöön ja kiinteistötalouteen kohdistuviin vaikutuksiin. Olennaisia kysymyksiä ovat, mitkä aluetaloudellisista muutoksista näissä ketjuissa ovat seurausta juuri liikennejärjestelmän muutoksesta ja mitkä muutokset aiheutuvat muista syistä, onko vaikutus siirtymää jostain muualta (alueelta, toimialalta) sekä missä määrin vaikutukset otetaan huomioon jo kertaalleen suorina vaikutuksina ja missä määrin ne ovat suorien vaikutusten lisäksi luettavia vaikutuksia.

Tässä työssä esitetään teoreettinen viitekehys liikennejärjestelmän kehittämisen aluetaloudellisille vaikutuksille, tunnistetaan olemassa olevia käytäntöjä aluetaloudellisten vaikutusten arvioimiseksi sekä arvioidaan arvioinnin mahdollisuudet ja edellytykset Suomessa. Lisäksi työssä tunnistetaan käytettävissä oleviin aluetaloudellisiin tarkastelumahdollisuuksiin liittyvät aineistovaatimukset sekä niihin liittyvät kehittämistarpeet ja laaditaan suosituksia jatkoselvitys- ja tutkimuksia varten. Työ palvelee laajasti koko hallinnonalaa sekä yleisesti aihepiiriin tutkimus- ja selvitystyötä.

Tavoitteena on LVM:n tarpeiden mukaisesti vastata seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

- Mitä aluetaloudellisen tarkastelun työkaluja on käytettävissä liikennejärjestelmän kehittämisen vaikutustarkasteluun Suomessa ja kansainvälisesti?
- Mitä vaikutusketjuja aluetaloudellinen vaikutustarkastelu käsittelee?
- Ovatko aluetalouden menetelmin tarkastellut vaikutusketjut samoja vai erillisiä ilmiökohtaisiin tarkasteluihin nähden; kasautuminen, työmarkkinat, maankäyttö ja kiinteistömarkkinat?
- Ovatko eri vaikutusketjut eriteltävissä aluetalouden malleista tarkkarajaisesti, vai ilmentävätkö mallitarkastelujen tulokset eri vaikutusketjujen yhteisvaikutuksia?
- Minkälaisia tutkimustuloksia menetelmillä on saatu ja mitä haasteita niihin liittyy?
- Kuinka aluetaloudellisen tarkastelun työkalut kykenevät hyödyntämään suoria liikennetaloudellisia vaikutuksia kuvaavia lähtötietoja?
- Miten aluetalouden mallit ottavat huomioon syrjäyttämisvaikutuksia?
- Voidaanko aluetalousmalleilla selvittää taloudellisten vaikutusten nettotulemaa koko kansantalouden tasolla?
- Mitä suosituksia esiselvitys tuottaa aluetaloudellisille tarkasteluille yleisesti?
- Mitä suosituksia esiselvitys tuottaa aluetaloudellisten mallitarkastelujen suhteesta yksittäisten vaikutusketjujen erilliseen tarkastelemiseen toisin menetelmin?

Tästä selvityksestä rajataan pois väylien rakentamistoiminnan aluetaloudelliset vaikutukset, koska niitä ei tarkastella hankearvioinnissa eikä laajempien taloudellisten vaikutusten (kasautuminen, työmarkkinat, kiinteistötalous) kehikossa. Rakentamisen aikaisten vaikutusten tarkastelu aluetalousmalleilla on sinänsä hyvinkin mahdollista.

2 Liikennejärjestelmän kehittämisen aluetaloudelliset vaikutukset

2.1 Liikennehankkeen suorat taloudelliset vaikutukset

Valtion liikenneväyläinvestointien vaikutusarviointi tehdään osana hankkeen yleissuunnitelmaa, tie- tai ratasuunnitelmaa. Lain liikennejärjestelmästä ja maanteistä (503/2005) mukaan Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen on laadittava merkittävää tiehanketta koskevasta yleissuunnitelmasta ja tiesuunnitelmasta hankearviointi. Ratalain (110/2007) mukaan Väylävirastolla on vastaava velvollisuus merkittävistä ratahankkeista. Merkittävä hanke tarkoittaa yleensä valtion talousarviossa erikseen nimettyä kehittämisinvestointia. Hankearviointia käytetään suunnittelussa tehtävien valintojen sekä valtion hankkeiden ohjelmoinnissa ja lopulta hankkeen rahoitusta käsittelevien päätösten pohjana. Lisäksi liikennehankkeen suoria vaikutuksia selvitetään ympäristövaikutusten arvioinnissa, jossa ei kuitenkaan käsitellä taloudellisia vaikutuksia. Myös liikenteen hinnoittelun ja sääntelyn muutoksia koskevat velvoitteet tuottaa tietoa lainsäädännön muutosten vaikutuksista poliittista päätöksentekoa varten.

Väyläinvestoinnin suorien taloudellisen vaikutusten arviointi tuottaa kannattavuuslaskelman, jonka tuloksena esitetään yleensä hankkeen hyöty-kustannussuhde. Kannattavuuslaskelmassa arvotettavia vaikutuksia ovat yleisesti seuraavat:

- vaikutukset käyttäjiin (aika- ja rahamääräiset kustannukset)
- vaikutukset tuottajiin (liikennöintikustannukset sekä rahti- ja lipputulot)
- vaikutukset julkiseen talouteen (väylienpidon kustannukset ja vero- ja maksutulot)
- vaikutukset liikenneturvallisuuteen (onnettomuusriskin muutos ja onnettomuuskustannukset)
- vaikutukset ympäristöön (vaikutus päästömääriin, melulle ja tärinälle altistumiseen sekä päästö- ja melukustannuksiin).

Liikennehankkeen suorien taloudellisten vaikutusten määrän ja arvon määrittämisessä tavallisesti käytettäviä malleja ovat seuraavat:

- Vaikutusten yksikkökustannukset: Vaikutusyksikköä (ajokilometrit, liikenteessä kuluva tunti, henkilövahinko, päästötonni, melulle altistunut) kohden määritetty euromääräinen arvo.

- Liikennemallit: Liikennekäyttäytymistä ja liikenteellisiä muutoksia kuvaavat (matemaattiset) mallijärjestelmät, joiden avulla voidaan arvioida liikennejärjestelmään tehtyjen muutosten vaikutukset mm. tulevaan liikenteen määrään, suuntautumiseen, kulkutapaan, sijoittumiseen verkoilla. Mallinnetun liikenteen muutoksista johtuvat ylijäämänmuutokset saadaan suoraan mallista (logsum[1]).

- Vaikutusmallit: Teoriaan ja empiriaan perustuvia matemaattisia malleja, joiden avulla voidaan arvioida esimerkiksi väylän geometriassa, nopeusrajoituksessa tai rakenteissa tehtävien muutosten vaikutukset onnettomuusriskiin, ajonopeuteen ja polttoaineenkulutukseen.

Suorien vaikutusten arvioinnin laskentatyökaluna käytetään tiehankkeissa pääsääntöisesti ohjelmaa (IVAR), joka sisältää muun muassa liikenne-ennusteen, vaikutuksille määritetyt taloudelliset yksikköarvot ja useita vaikutusmalleja (Liikennevirasto 2017). Ratahankkeiden ja kaupunkiseuduilla sijaitsevien tiehankkeiden arviointiin käytetään usein EMME-sijoitteluohjelmistoa, joka hyödyntää kaupunkiseudun tai valtakunnallista liikennemallia ja tuottaa suoritemuutoksia (matka- ja aikasuoritteet), joista saadaan yksikköarvoja käyttäen määritettyä vaikutukset liikenteen kustannuksiin (Ristinkartanano ym. 2011).

Liikennehankkeiden suorien vaikutusten arviointi ei aina ole yksittäisten suorien vaikutusten erittelyn suhteen aluetaloudellisia tarkasteluja ajatellen riittävän yksityiskohtainen. Esimerkiksi aikasäästöt määritellään kohdentamatta niitä pitkämatkaiseen ja paikalliseen liikenteeseen. Vaikutustietojen tarkentaminen voi edellyttää erillistä laskentaa, jossa kannattavuuslaskelman kokonaiserät jaetaan osiin esimerkiksi hankearvioinnin yksikköarvojen määrittämisperusteiden avulla.

[1] Liikennemalleissa käytetään liikennetutkimusten tuloksista estimoituja hyötyfunktioita kuvaamaan kulkutapojen ja matkojen määränpäiden valinnasta kuluttajalle syntyvää hyötyä. Logsum on kaikkien mallialueella tehtyjen matkojen hyötyjen summa, joka voidaan laskea kulkutavoittain eriteltynä tai yhdisteltynä. Kun liikennejärjestelmään tehdään muutos, joka vaikuttaa matkojen määrään, suuntautumiseen ja kulkutapaan, muuttuu hyötyjen summa eli logsum. Logsumien erotus kertoo muutoksesta syntyvän kuluttajanylijäämän muutoksen.

2.2 Laajemmat taloudelliset vaikutukset

2.2.1 Kasautuminen, työmarkkinat ja kiinteistömarkkinat

Liikennesektorilla laajemmat taloudelliset vaikutukset tarkoittavat suorien vaikutusten synnyttämiä talousjärjestelmän muutoksia, jotka voivat edistää tuottavuutta parantavaa kasautumista, työmarkkinoiden toimintaa, kilpailun tehostumista tai kiinteistömarkkinoiden toimintaa. *Laajempi* viittaa siihen, että väyläinvestointi tai muu liikennejärjestelmän muutos voi lisätä alueiden taloudellista hyvinvointia enemmän kuin mitä mitataan suorina vaikutuksina liikennemarkkinoilla. Laajemmat taloudelliset vaikutukset ovat osin suorien käyttäjähyötyjen (aika- ja kustannusvaikutukset) seurauksia ja osin niiden erilaisia ilmenemismuotoja. Laajuus viittaa myös siihen, että muiden markkinoiden toiminnan muutoksia koetaan maantieteellisesti muualla kuin suorien vaikutusten toteutumisen sijainnissa, eli esimerkiksi tie- tai rataverkon kehittämisen kohteena olevalla yhteysvälillä.

Liikenteen vaikutusarvioinnin kehikossa on toistaiseksi keskitytty lisäämään tietopohjaa kasautumis-, työmarkkina- ja kiinteistötaloudellisista vaikutuksista. Vaikutuksia on tarkastelu erillisinä ilmiöinä. Laajempien taloudellisten vaikutusten arviointia on lähestytty mikrotason kausaliteetteina, jotka lähtevät liikennejärjestelmän muutoksen aikaansaamista saavutettavuusmuutoksista ja päätyvät lopulta esimerkiksi palkkojen tai verotulojen nettomääräisiin muutoksiin (Purwanto 2017, Venables 2007 ja 2016).

Liikennejärjestelmän **kasautumisvaikutuksia** tarkasteleva selvitys on tekeillä (Haapamäki ym. 2020). Kasautuminen (agglomeraatio) tarkoittaa taloudellisen toiminnan alueellista keskittymistä. Kasautumista tapahtuu, koska eri toimintojen ja palveluiden läheisyydestä on hyötyä sekä yrityksille että kansalaisille. Kasautumishyötyjä ajatellaan syntyvän silloin, kun talouden resurssit ovat tuottavammassa käytössä suuremmissa tihentymissä. Edut ovat seurausta sekä lisääntyneestä kulutuksesta että pienentyneistä kuljetus- ja liikkumiskustannuksista, valintavaihtoehtojen runsaudesta ja vuorovaikutuksesta. Keskittymisen taustalla vaikuttaa itseään vahvistava kehä, sillä keskittymistä kiihdyttävät voimat houkuttavat yhä uusia yrityksiä ja kotitalouksia sijoittumaan samalle alueelle. Liikennejärjestelmän vaikutus kasautumiseen tulee saavutettavuuden kautta. Kasautumisesta voi syntyä myös haittoja, kuten ruuhkautuminen ja korkeat asumiskustannukset.

Liikennejärjestelmän **työmarkkinavaikutuksia** on tarkasteltu valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan hankkeessa (Metsäranta ym. 2019). Työmarkkinavaikutuksilla tarkoitetaan yleisesti kaikkia työn kysyntään, tarjontaan tai kohtaantoon kohdistuvia vaikutuksia. Vaikutukset voivat kohdistua yhdessä tai erikseen työmarkkinoiden

kokoon, työllisyysasteeseen tai työn tuottavuuteen. Alueen saavutettavuusmuutosten lisäksi tällaisia vaikutuksia syntyy esimerkiksi väylien rakentamisesta sekä väylien kunnossapidon ja kuljetuspalveluiden tuotannosta, joissa työpanos on yksi kustannustekijä. Osa työmarkkinavaikutuksista liittyy kasautumisvaikutuksiin ja rajanveto siitä luokitellaanko vaikutukset kasautumisvaikutuksiin vai työmarkkinavaikutuksiin on tehty tapauskohtaisesti. Työmarkkinoihin kohdistuvat vaikutukset voivat olla taloudellisesti positiivisia tai negatiivisia. Positiivisia vaikutuksia syntyy, jos liikennejärjestelmän muutos siirtää työtä aiempaa paremmin tuottaviin työpaikkoihin tai vähentää työttömyyttä. Negatiivisia vaikutuksia syntyy, jos työvoimaa siirtyy huonommin tuottaviin työpaikkoihin tai työllisyyden kasvu yhdellä alueella lisää työttömyyttä toisella alueella.

Liikennehankkeiden **kiinteistömarkkinavaikutuksista** on niin ikään tehty esiselvitys (Haapamäki ym. 2019). Kiinteistötaloudessa tarkastellaan kiinteistömarkkinoiden dynamiikkaa muun muassa liiketoiminnan, suunnittelun, arvonmuodostuksen ja lain näkökulmasta. Liikennejärjestelmän muutoksen vaikutus kiinteistömarkkinoihin syntyy käyttäjähyötyjen ja muiden hyötyjen kautta. Vaikutukset voivat olla voi olla myös negatiivisia. Asuntomarkkinoilla liikennejärjestelmän muutoksen merkittävimpiä käyttäjähyötyjä ovat työpaikkojen ja palveluiden saavutettavuus, toimitilamarkkinoilla taas markkinoiden ja työvoiman saavutettavuus sekä kuljetuskustannukset. Muita kiinteistömarkkinoilla näkyviä vaikutuksia voivat olla liikennevirtojen muutokset sekä mahdollisuudet maankäytön muutokseen. Liikennejärjestelmän muutoksen negatiiviset vaikutukset voivat johtua liikenteen melu- ja päästöhaittojen tai estevaikutuksen lisääntymisestä. Liikennejärjestelmän muutoksen suorat vaikutukset kapitalisoituvat kiinteistöjen arvoihin. Yleensä vaikutus on arvoa nostava. Kiinteistöjen arvon muutosta ei oteta huomioon taloudellisessa arvioinnissa, koska kysymys olisi suoriin vaikutuksiin nähden saman hyödyn arvioinnista toiseen kertaan. Kiinteistöhyötyjen suuruus riippuu suuresti muun muassa vaikutusalueen ja vertailutilanteen rajauksista sekä kohdealueen väestömäärästä, kaavoituksesta, maapolitiikasta ja lukuisista muista tekijöistä.

Joissain väyläinvestoinneissa arvioidut laajemmat taloudelliset vaikutukset (kasautumiseen, työmarkkinoihin ja kiinteistömarkkinoihin) liittyvät samoihin talouden rakenteisiin, joita aluetalousmallit käsittelevät. Vaikutusten kytkentöihin palataan luvun 2.4 viitekehyksessä.

2.2.2 Muut aluetaloudelliset vaikutukset

Muut aluetaloudelliset vaikutukset kuvaavat vaikutuksia, mitkä muodostuvat liikennehankkeiden suorien vaikutusten seurauksena, mutta niitä ei suoraan kohdisteta edellisessä luvussa kuvattuihin laajempiin taloudellisiin vaikutuksiin. Muut aluetaloudelliset vaikutukset ovatkin osin laajempien taloudellisten vaikutusten seurauksia ja osin niiden erilaisia ilmenemismuotoja. Tätä on havainnollistettu kuvassa 2-2.

Muut aluetaloudelliset vaikutukset kuvataan kerrannaisvaikutusten kautta, jolloin vaikutukset kohdistuvat kotitalouksiin, yritysten talouteen sekä julkiseen talouteen. Väyläinvestointi tai muu liikennejärjestelmän muutos vaikuttaa alueella olevien toimijoiden välisiin vuorovaikutussuhteisiin, mikä heijastuu koko aluetalouden toimintaan. Yritysten logistiikkaan ja liikkumiseen käytettävät resurssit muuttuvat, kotitalouksien kulutus kohdistuu uudella tavalla sekä julkinen talous saa eri vaikutusketjujen kautta tulonsa, jolloin julkisen talouden käytettävissä oleva rahamäärä myös muuttuu. Yritysten taloutta kuvataan yleensä 30–170 toimialan tarkkuudella sekä kotitalouksia ja julkista taloutta kulutusmenojen sekä pääoman bruttomuodostuksen kautta.

Näin kerrannaisvaikutukset kuvaavat kaikkia muita aluetaloudessa ilmeneviä vaikutuksia, mitkä syntyvät eri toimijoiden välisistä vuorovaikutuksista ja niiden vaikutuksista eri tuotteiden kulutukseen kaikissa arvoketjuissa. Kerrannaisvaikutuksissa huomioidaan myös toimiala- ja työvoimarakenteen erot sekä muuttunut investointitarve. Kerrannaisvaikutukset muodostuvat esimerkiksi kysyntä-, tarjonta-, hinta-, kustannus-, kilpailu- ja tuottavuusvaikutuksista jotka eivät ole osana ilmiökohtaisia tarkasteluja.

Aluetaloustarkasteluissa otetaan huomioon lähtökohtaisesti alueiden sisäiset resurssirajoitteet ja sikäli kuin tarkasteltava hanke koskee vaikutuksiltaan useampia alueita, myös alueiden väliset. Nämä rajoitteet ovat keskeinen syy siihen, että tarkastelu tuottaa arvion myös negatiivisista vaikutuksista. Näitä voi syntyä aluetalouden resurssien uudelleensuuntautumisesta, kun hankkeen välittömät vaikutukset johtavat esimerkiksi joidenkin toimialojen tai alueiden kasvuun, jolloin muut toimialat kohtaavat kiristyneen kilpailun esimerkiksi työvoimaresursseista.

2.3 Aluetalouden vaikutusketjut ja viitekehys

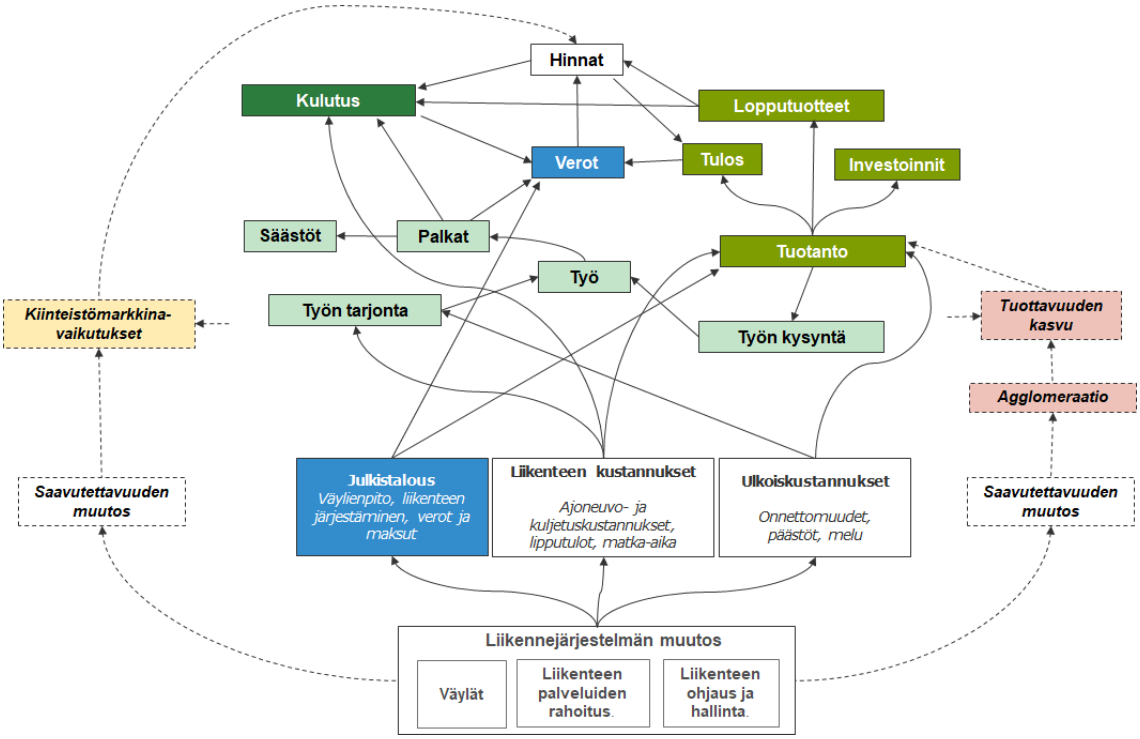
Muutokset aluetaloudessa lähtevät liikennejärjestelmän muutoksen suorista vaikutuksista saavutettavuuteen ja liikenteen kustannuksiin. Kuvassa 2-1 erotellaan saavutettavuusmuutoksen vaikutuskanavat kiinteistömarkkinoihin ja kasautumisen kustannusmuutosten vaikutuskanavat työmarkkinoille, tuotantoon ja kulutukseen. Tarkastelusta havaitsee, että kiinteistötaloudelliset vaikutukset eivät ole tulemia aluetalouden vaikutusmekanismeista, mutta erikseen arvioitu muutos kiinteistömarkkinoilla (hinnoissa) voidaan tuoda aluetalouden kiertoon kotitalouksien kulutuksen (asumisen menot) kautta. Vastaavasti toimintojen tihentymisestä johtuva tuottavuuden muutos tuotannossa on erikseen arvioituna kytkettävissä aluetalouden vaikutusmekanismeihin tuotannon kautta. Työmarkkinoilla tapahtuvat muutokset sen sijaan ovat tulemia liikenteen kustannusmuutosten aluetaloudessa synnyttämistä muutoksista. Työmarkkinoiden, kulutuksen ja investointien muutoksilla on edelleen takaisinkytkentöjä niin kiinteistötalouteen kuin tuottavuuteen. Kuvassa asia on pelkistetty hahmottamaan sitä,

että työmarkkinavaikutukset ovat kokonaan sisällä aluetalousmallitarkasteluissa, mutta kiinteistötalous- ja tuottavuusvaikutukset on tuotavana sinne erillisinä lähtötietoina. (Purwanto 2017, Mäki-Fränti 2011)

Julkistalouden muutokseen kuuluvat esimerkiksi investointimeno ja liikenteen ostojen ja tukien menot. Näiden menojen rahoittamiseksi tarvitaan verotuloja esimerkiksi kulutuksen verotuksesta, mikä nostaa hintoja ja vähentää kulutusta. Toisaalta investoinnit ja liikennepalveluiden hankinta lisäävät rakentamisen ja liikenteen tuotantoa ja välillisesti tuotantoa muilla toimialoilla. Tuotannon kasvu lisää työvoiman tarvetta eli työn kysyntä kasvaa. Tuotannon kasvun arvonlisästä menee osa palkkoihin, osa investointeihin ja osa jää yritysten voitoksi, josta se maksaa yhteisöveroa. Työntekijät maksavat palkastaan tuloveroa, ja nettotulot he voivat säästää tai kuluttaa. Kulutus puolestaan lisää tuotteiden kysyntää ja tuotantoa.

Toinen vaikutuskanava lähtee liikennejärjestelmän muutoksen vaikutuksista liikenteen kustannuksiin. Työmatkakustannuksen muutos vaikuttaa työn tarjontaan ja sitä kautta tehdyn työn määrään, palkkoihin ja siitä edelleen säästöihin, kulutukseen, veroihin. Liikenteen kustannukset vaikuttavat myös suoraan liikenteen tuotteiden ja palveluiden kulutukseen ja välillisesti muuhun kulutukseen. Työasiamatkojen ja kuljetusten kustannukset puolestaan vaikuttavat tuotantokustannuksiin ja -mahdollisuuksiin ja sitä kautta edelleen esimerkiksi tuotantoon ja työn kysyntään.

Kolmas vaikutuskanava alkaa liikennejärjestelmän ulkoisten kustannusten muutoksista. Täällä olennainen vaikutus tulee onnettomuuskustannusten muutoksen kautta. Onnettomuuksien henkilövahingot vaikuttavat työn tarjontaan tuotantopanoksen menetyksen kautta. Lievissä henkilövahingoissa vaikutus on vähäinen, mutta vuosittain tyypillisesti tapahtuvien vakavien onnettomuuksien määrillä kymmeniä henkilötyövuosia. Onnettomuudet voivat aiheuttaa hoitokustannuksia ja lisäkustannuksia tuotantoon ja toisaalta ne lisäävät esimerkiksi korjauspalveluiden tuotantoa. Liikenneturvallisuuden paraneminen vaikuttaa pääasiassa näiden muutosten kautta.



Kuva 2-1. Liikennejärjestelmän muutoksen aluetaloudelliset vaikutusketjut.

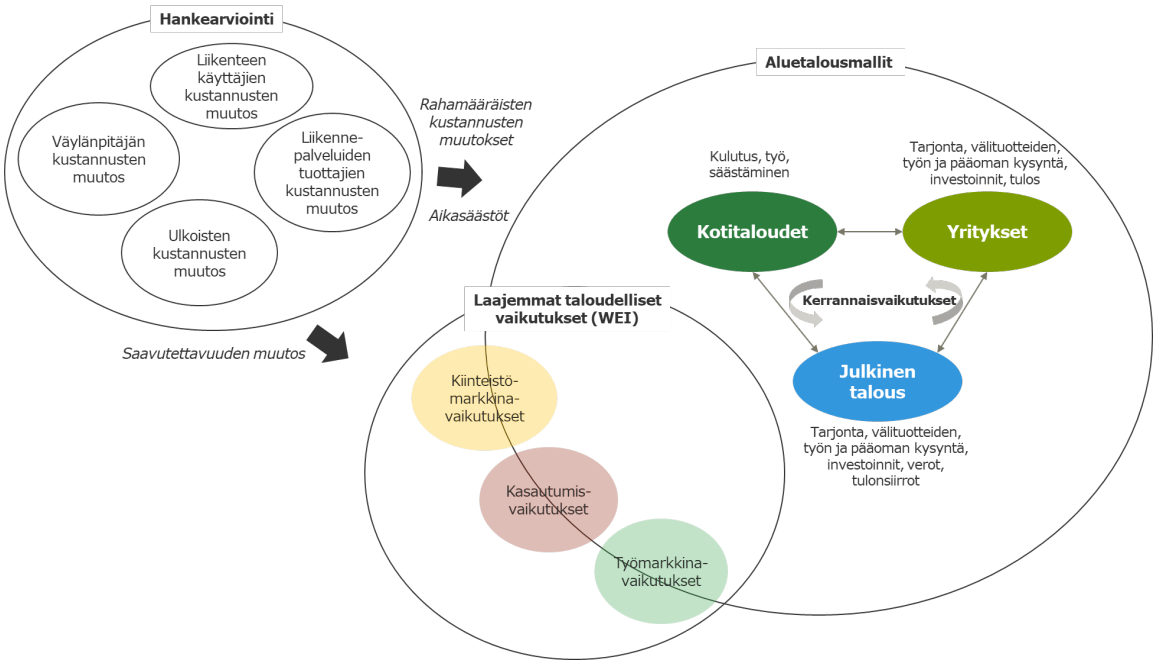
Kuvassa 2-2 hahmotellaan tässä selvityksessä täsmennetty liikennejärjestelmän muutoksen aluetaloudellisten vaikutusten arvioinnin viitekehys. Arvioinnin lähtökohtana on hankearviointi (väyläinvestoinnin tapauksessa) tai vastaava, hankearvioinnin menetelmiä ja liikennemalleja soveltaen tehty suorien liikennemarkkinoilla syntyvien vaikutusten (ennen kaikkea liikkumisen ja kuljettamisen kustannusten muutosten) arviointi.

Hankearviointiin sisältyy aluetalouden elementtejä. Ensinnäkin suorien vaikutusten arvioimiseksi tarvitaan liikenne-ennustetta, jonka keskeisinä lähtökohtina ovat väestöennuste ja talousennuste. Valtakunnallisen liikenne-ennusteen laadinnassa on käytetty aluetalousmallilla tuotettua talouskehityksen perusuraa. Toiseksi yksikköarvoissa on sisällä aluetalouden suureista määritetty tuotantopanoksen menetys (onnettomuus- ja päästökustannuksissa) ja keskimääräinen palkkakustannus sivukuluineen (aikasäästön arvossa).

Laajempien taloudellisten (WEI) vaikutusten arviointi yksittäisten vaikutusketjujen erillisinä käsittelyinä soveltaa ilmiökohtaisia vaikutusmalleja, jotka käyttävät suorista vaikutuksista lähtötietoina saavutettavuusmuutoksen tunnuslukuja (matkavastus, matka-aika, logsum) ja soveltaa niitä erityisten paikallisen tai alueellisen tilastoaineistojen avulla tehtäviin tarkasteluihin. Ilmiöiden erottelu kiinteistömarkkina-, työmarkkina- ja

kasautumisvaikutuksiin johtuu mahdollisesti siitä, että juuri näitä ilmiöitä on tutkittu taloustieteen empiirisissä tutkimuksissa.

Aluetalousmalleissa talouden ilmiöitä tarkastellaan makrotasolla. Lähtötietoina ovat liikennemarkkinoilla tapahtuvat kustannusmuutokset, jotka tulevat aluetalouteen muutosshokkeina synnyttäen muutoksia tuotannon ja kulutuksen virroissa toimialojen, alueiden, yritysten, julkisen talouden ja kotitalouksien välillä. Aluetalousmallit tuottavat osin tietoa erillistarkasteltavista ilmiöistä, mutta myös erillisinä ilmiöinä arvioidut muutokset kiinteistömarkkinoilla, työmarkkinoilla tai kasautumisen myötä tuottavuudessa voidaan syöttää aluetalousmalliin eri syötteinä. Muutoksen jälkeisessä uudessa tasapainotilassa voidaan havaita eroja työllisyydessä, investoinneissa, kulutuksessa, veroissa ja muissa aluetalouden tunnusluvuissa. Aluetalouden vaikutusmekanismeissa ovat mukana myös kerrannaisvaikutukset sekä muutosten syrjäyttävät vaikutukset.



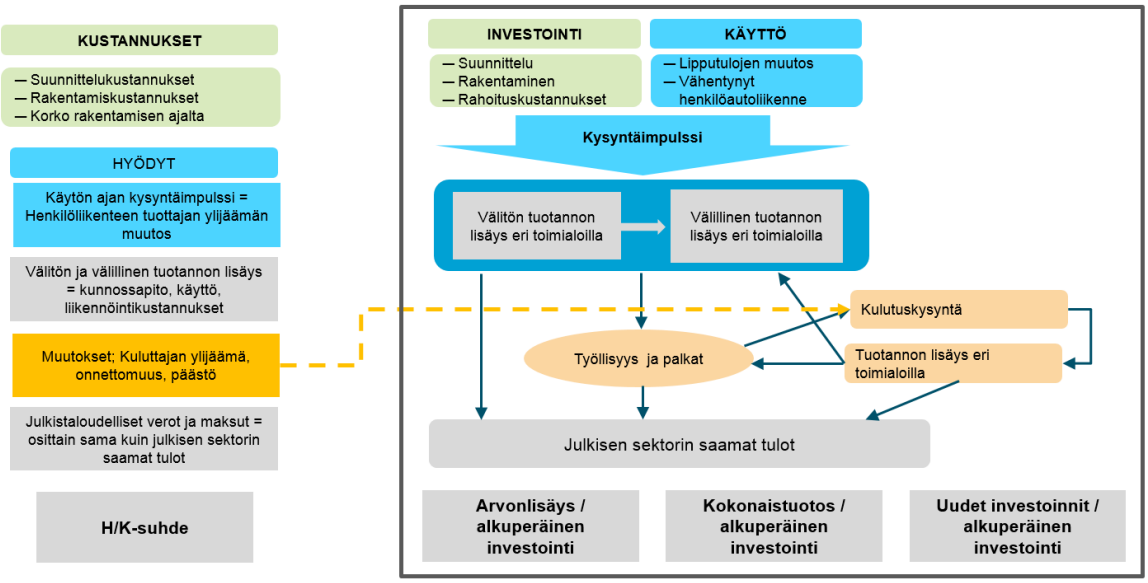
Kuva 2-2. Liikennejärjestelmän muutoksen aluetaloudellisten vaikutusten arvioinnin viitekehys.

3 Aluetalousmallit

3.1 Staattiset panos-tuotosmallit

Staattiset panos-tuotosmenetelmät kuvaavat talouden rakennetta tietyllä ajan hetkellä poikkileikkauksena yhden vuoden ajalta. Toimialojen väliset riippuvuussuhteet ja niitä kuvaavat kertoimet ovat kiinteitä, jolloin aluetaloustarkastelu perustuu erilaisiin skenaarioihin. Skenaarioissa laaditaan erilaisia kehityskulkuja verrattuna perusuraan ja niissä huomioidaan mahdolliset rajoitteet asiantuntijoiden näkemysten pohjalta. Näin skenaarioilla voidaan ottaa huomioon, että toimialojen väliset riippuvaisuudet voivat muuttua mm. teknisen kehityksen seurauksena. Staattiset panos-tuotosmallit ovat myös luonteeltaan puhtaasti kysyntämalleja, jolloin niissä ei huomioida tarjontaan ja talouskasvun mahdollisuuksiin liittyviä rajoituksia eikä täten mahdollisia syrjäytymisvaikutuksia. Oletus tarjonnan täydellisestä joustosta aiheuttaa sen, että suuria investointeja sekä talouden rakenteisiin vaikuttavia muutoksia ja kasvun rajoja tulee tarkastella skenaariotekniikkaa hyödyntäen. (Hewings & Jensen1986)

Hyötykustannusanalyysin (HK-analyysin) ja staattisten panos-tuotosmallien keskeinen ero on se, että panos-tuotosmallit huomioivat tarkasteltavan hankkeen kaikki kerrannaisvaikutukset aluetalouteen, kun taas HK-analyysi ottaa huomioon suorat aika-, onnettomuus-, päästö- ja meluperusteiset vaikutukset. Liikennehankkeiden osalta tämä tarkoittaa, että hanketta tarkastellaan eri näkökulmista ja erilaisin rajauksin. Näin ollen HK-analyysiä ja staattisia panos-tuotosmalleja voidaan käyttää rinnakkain ja niillä saatavat tulokset täydentävät toisiaan. Kuvassa 3-1 on havainnollistettu HK-analyysin ja staattisten panos-tuotosmallien samanaikaista käyttöä.



Huom. Laatikoiden värit havainnollistavat sitä, että tulokset/käytettävät lähtötiedot sisältävät samoja tietoja tai kuvaavat samaa asiaa eri analyyseissä.

Kuva 3-1. HK -analyysin ja staattisten panos-tuotosmallien samanaikainen käyttö

Panos-tuotosmalleissa liikenteen kysyntä on johdettua kysyntää eli liikennettä ei synny ilman liikkumisen tai kuljettamisen tarvetta. Välittömin linkki liikenteestä muille tuotannollisille toimialoille panos-tuotosaineistossa muodostuu siitä, miten muut toimialat hyödyntävät liikennetoimialojen palveluita. Tämä näkyy liikenteen osuutena muiden toimialojen panoskäytöstä. Suurin osa muista toimialoista käyttää tietyn määrän liikennetoimialojen palveluita, minkä kysyntä näkyy panos-tuotosaineistossa muiden toimialojen liikennetoimialoilta hankkimien palveluiden käyttönä.

Panos-tuotostilastossa kotitaloudet muodostavat kysyntäerän, jossa ne kuluttavat eri tuotteita tarpeidensa tyydyttämiseksi. Koska kotitalouksien yksityisautoilu muodostuu kotitalouksien oman toiminnan seurauksena, ei sitä mikään toimiala niille erikseen tuota tai ei toisaalta käytä panoksena toiminnassaan. Kotitalouksien omaa tuotantoa ei panos-tuotostilastossa tilastoida kansantalouden tilinpidon tilastointikäytännön mukaisesti, jolloin kotitalouksien liikkuminen näkyy panos-tuotosaineistossa välillisesti. Tämä näkyy erityisesti polttoaineiden kulutuksena, julkisen liikenteen käyttönä (linja-auto-, taksi- raide, vesi-, ilmaliikenne), autojen hankintana sekä moottoriajoneuvojen kauppa, korjaus ja huolto sekä huoltamot -toimialan käyttönä.

3.1.1 Mallin perusfunktiot ja muuttujat

Panos-tuotosmalleista on olemassa erilaisia sovelluksia, mitkä voidaan jakaa tuotantomalleihin, hintamalleihin, tuotanto-kulutusmalleihin, tuotantomalleihin, missä kotitaloudet ovat endogenisoitu, materiaalimääräisiin malleihin sekä dynaamisiin malleihin

(Piispala 2001). Dynaamisia malleja, eli yleisen tasapainon malleja, on kuvattu omana kokonaisuutenaan luvussa 3.2. Panos-tuotosmallien käyttömahdollisuuksia, tarkasteluajanjaksoa ja lähtöaineistojen tarvetta on kuvattu taulukossa 3-1.

Taulukko 3-1. Panos-tuotosmallit ja niiden käyttömahdollisuudet liikennehankkeiden vaikutustarkastelussa. (Muokaten Piispala 2001)

Malli	Tarkastelun kohde	Tarkasteluajanjakso	Lähtöaineistojen tarve
Tuotantomalli	Investoinnin kerrannaisvaikutukset	Lyhyt (rakentamisen aika)	Vähäinen
Tuotantomalli	Käytönaikaiset vaikutukset	Lyhyt – keskipitkä (n. 3 – 5v)	Vähäinen / kohtalainen
Tuotantomalli	Aluetalouden kehityksen vaikutuksen liikennettä hyödyntäviin toimialoihin	Lyhyt – keskipitkä (n. 3 – 5v)	Vähäinen / kohtalainen
Hintamalli	peruspanosten hintamuutosten vaikutus liikennettä hyödyntävien toimialojen kustannuksiin	Lyhyt – keskipitkä (n. 3 – 5v)	Kohtalainen
Hintamalli	Liikennekustannusten muutosten vaikutukset toimialojen kustannuksiin	Lyhyt – keskipitkä (n. 3 – 5v)	Kohtalainen / merkittävä
Tuotanto-kulutusmalli	Liikennekustannusten muutosten vaikutus kotitalouksiin ja toimialoille	Lyhyt – keskipitkä (n. 3 – 5v)	Merkittävä
Tuotantomalli, missä kotitaloudet ovat endogenisoitu	Liikennehankeinvestointien kerrannaisvaikutukset kotitalouksille	Lyhyt – keskipitkä (n. 3 – 5v)	Merkittävä
Materiaali-määräiset mallit	Liikennesuoritteiden muutosten vaikutukset aluetalouteen ja muiden toimialojen toimintaan	Lyhyt – pitkä (n. 3 – 20v)	Merkittävä
Dynaaminen malli	Liikennehankeinvestointien tuotantokapasiteettia lisäävät vaikutukset	Keskipitkä – Pitkä (n. 5 – 20 v)	Merkittävä

Liikenneinvestointien aluetaloudellisia vaikutuksia syntyy paljon rakentamisen yhteydessä, ja niitä voidaan analysoida alueellisilla panos-tuotosmalleilla. Tuotantomallilla voidaan hyvin arvioida, mitkä ovat liikennehankkeen rakentamisesta aiheutuvat välittömät ja välilliset kerrannaisvaikutukset alueen talouteen ja toimialojen tuotantoon.

Tällöin kiinnostuksen kohteena ovat mm. työllisyysvaikutukset, kokonaistuotos, verotulot, palkansaajakorvaukset sekä tuonti ja arvonlisäys.

Kun käytönaikaisia vaikutuksia, eli uuden tai parannetun liikennehankkeen käyttöön liittyviä kokonaistaloudellisia vaikutuksia halutaan arvioida, voidaan tuotantomalliin antaa arvioita liikennehankkeen vaikutuksista toimialojen tuottavuudelle, liikennöimiskustannuksille ja toimialojen välisille vuorovaikutussuhteille. Malliin syötettäviä tietoja saadaan muista malleista, selvityksistä tai asiantuntija-arvioista. Tuotantomallilla saatavan tiedon avulla voidaan arvioida, miten mm. eri liikennehankkeisiin liittyvät aikakustannussäästöt vaikuttavat toimialojen tuottavuuteen. Esimerkiksi tavaraliikenteessä tuottavuuden kohoaminen voi ilmetä kahdella tavalla: 1) yritykset voivat kuljettaa saman määrän tavaraa asiakkailleen entistä nopeammin tai 2) yritykset voivat kuljettaa samassa ajassa entistä enemmän tavaraa asiakkailleen.

Tuotantomallilla voidaan arvioida myös, miten alueen ennustettu talouskehitys vaikuttaa toimialoihin. Staattisen tuotantomallin kiinteistä kertoimista johtuen sopiva tarkasteluajanjakso on tyypillisesti noin 3–5 vuotta. Tällöin mallin lähtötietona voidaan hyödyntää maakuntakohtaisia keskipitkän ajan ennusteita talouskehityksestä. Tarkastelu tukee mm. liikenne-ennusteita, koska toimialoilla tapahtuvista euromääräisistä muutoksista voidaan tehdä päätelmiä myös liikennesuoritteiden muutoksista.

Hintamallia voidaan käyttää arvioitaessa peruspanoksissa tapahtuvien hintamuutosten (esim. 5 %:n palkankorotus tai tuotantohintojen 10 %:n nousu) vaikutuksia mm. liikennettä hyödyntävien toimialojen kustannuskehitykseen. Hintamallilla voidaan myös arvioida liikennesektorilla tapahtuvien kustannusmuutosten vaikutuksia toimialojen kustannuskehitykseen ja kilpailukykyyn. Näin saadaan arvioita mm. eri toimialojen kustannuskehitysten herkkyydestä liikennesektorilla tapahtuviin kustannusmuutoksiin. Hintamallin lisämallinnustarve on kuitenkin suurempi kuin tuotantomallissa.

Tuotanto-kulutusmallilla voidaan arvioida liikennekustannusten muutosten vaikutuksia kotitalouksien kulutuskäyttäytymiseen ja sitä kautta toimialojen tuotantoon. Koska tuotanto-kulutusmallissa hyödynnetään panos-tuotosaineiston ohella ekonometrisia tuloksia, on mallin kehittäminen varsin työlästä. Tarkasteluajanjakso tuotanto-kulutusmallissa on tyypillisesti keskipitkä.

Tuotantomallia on myös mahdollista muuntaa siten, että kotitalouksien kulutusmenot määräytyvät mallin ratkaisuna (kotitalouksien endogenisoiminen). Tällöin mallilla voidaan arvioida, miten liikennehankeinvestointi vaikuttaa kotitalouksien kulutusmenoihin kerrannaisvaikutusten kautta.

Materiaalimääräisillä malleilla voidaan arvioida liikennesuoritteiden muutosten vaikutukset aluetalouteen ja muiden toimialojen toimintaan, koska malleissa käsitellään euromääräisten muuttujien lisäksi materiaali- ja liikennesuoritemääriä. Materiaalimääräisissä malleissa tarvittavan lähtötiedon tarve on kuitenkin merkittävä, sillä malleja muodostettaessa on kerättävä lähtötietoja tarkasteltavan alueen euromääräisten tietojen lisäksi liikennesuoritteista, käytettävistä raaka-aineista (mm. m^3, t, GWh, km, kpl) sekä tuotettavista tuotteista ja palveluista. Materiaalimääräiset panos-tuotosmallit kuitenkin mahdollistavat liikennesuoritteiden muutosten taloudellisten vaikutusten mallintamisen perinteisiä tuotanto- tai hintamalleja paremmin, koska materiaali- ja liikennesuoritemäärinä mitatut toimialojen väliset vuorovaikutussuhteet pysyvät paremmin muuttumattomina kuin euromääräisesti kuvattuna. Tämä myös mahdollistaa hintajoustojen huomioimisen, kun yhdistetään materiaalimääräiset ja euromääräiset tiedot toisiinsa.

Dynaamisilla yleisen tasapainon malleilla voidaan arvioida liikennehankeinvestoinnin dynaamisia, tuotantokapasiteettia lisääviä vaikutuksia eri toimialoilla. Tarkasteluperiodi on yleensä pidempi kuin muissa malleissa, 5–20 vuotta. Dynaamisten alueellisten mallien kehittämiseen liittyy lähtökohtaisesti kuitenkin ongelmia käytettävissä olevan aineiston suhteen.

Alueellisilla panos-tuotosmalleilla voidaan arvioida myös vaikutuksia alueiden välisiin kauppavirtoihin. Liikennehankkeen rakentaminen synnyttää kysyntäimpulssin, joista osa kohdistuu alueen ulkopuolelle synnyttäen näin tuonti- ja vientivirtoja alueiden välillä. Vastaavasti investoinnin pidempiaikaiset vaikutukset lisäävät omalta osaltaan alueiden välistä kaupankäyntiä. Saatua tietoa voidaan hyödyntää mm. liikenteen kysyntäennusteissa.

Yhteenvetona alueellisten panos-tuotosmallien soveltuvuudesta voidaan todeta, että mallien suurimmat käyttömahdollisuudet ovat erityisesti ohjelmatason ja suurten hankkeiden vaikutusten tarkastelussa. Hanketasolla kysymykseen tulevat lähinnä tapaukset, joissa tarkastellaan suuria laajennus- ja korvausinvestointeja. Näissä tapauksissa panos-tuotosmallien soveltamista kannattaa harkita, ottaen huomioon mistä vaikutuksista arvioinnissa ollaan kiinnostuneita.

Eri panos-tuotosmallit soveltuvat liikennehankkeiden vaikutusten arviointiin, koska ne tuottavat toisiaan täydentävää tietoa taloudessa tapahtuvista muutoksista. Panos-tuotosmalleilla voidaan samanaikaisesti saada tietoa vaikutuksista alueen talouden yleiskehitykseen tai toimialoittain eriteltynä. Näin voidaan tarkemmin analysoida mitkä toimialat ja toimijat häviävät ja voittavat liikennehankkeiden kehityksen seurauksena. Lisäksi mallit antavat mahdollisuuden analysoida syy-seuraussuhteita, eli miksi toinen toimiala tai alue voittaa enemmän kuin toinen.

3.1.2 Haasteet ja kriittiset kohdat

Staattisten panos-tuotosmallien keskeisimmät haasteet ja kriittiset kohdat ovat panoskertoimien kiinteys ja lineaarisuus, tarjontarajoitteiden puuttuminen, kotitalouksien kulutusmenojen määräytyminen keskimääräisenä arviona sekä kotitalouksien liikkumisen, tavaraliikenteen ja aikakustannussäästöjen määräytyminen välillisesti. Staattisten panos-tuotosmallien käytettävyydellä onkin rajoitteita, mitkä tulee tunnistaa ja mallien soveltamisessa tulee käyttää varovaisuusperiaatetta.

Kiinteät panoskertoimet tarkoittavat sitä, että talouden tuotantoteknologiassa ei tapahdu muutoksia. Kiinteät panoskertoimet eivät pidä paikkaansa pitkällä aikavälillä.

Lineaarisuus johtaa siihen, että mallilla arvioidut vaikutukset ovat suoraan verrannollisia esimerkiksi investoinnin suuruuteen. Käytännössä 1 miljoonan euron tieinvestointi tuo suhteellisesti saman hyödyn (esim. työllisyyden paraneminen) kuin 100 miljoonaan euron investointi. Taloudessa kuitenkin esiintyy usein skaalatuottoa, jolloin 100 M€ investointi aiheuttaa suhteessa erilaisen vaikutukset kuin 1 M€ investointi.

Tarjontarajoitteiden puuttuminen tarkoittaa, että panosten saatavuus ei aiheuta rajoitteita eikä pullonkauloja taloudessa. Tämä oletus on ongelma erityisesti silloin kun todellisuudessa taloudessa esiintyy resurssirajoitteita, esimerkiksi kapasiteettiongelmia. Tästä myös seuraa, että syrjäyttämisvaikutusta ei staattisilla panos-tuotosmalleilla voida todentaa vaan ne tulee huomioida skenaarioita muodostettaessa.

Staattisissa panos-tuotosmalleissa kotitalouksien kulutusmenojen kasvu kohdistuu eri hyödykkeille panos-tuotostaulun osoittamassa suhteessa. Esimerkiksi 10 prosentin menojen kasvu lisää kunkin kulutusmenoryhmän kulutusta 10 prosenttia, vaikka todellisuudessa harvoin näin tapahtuu. Yleensä lisätulot käytetään herkemmin esimerkiksi kestokulutustavaroihin kuin päivittäistavaroihin. Tämä tulee huomioida skenaariota muodostettaessa.

Staattisilla malleilla on vaikea käsitellä kotitalouksien henkilöliikennettä. Mallit keskittyvät yleensä tuotannollisen toiminnan kuvaamiseen, jolloin kotitalouksien itse suorittama henkilöliikenne (mm. henkilöautoliikenne, pyöräily, kävely, junat, lentoliikenne ja laivaliikenne), ei näy suoraan malleissa vaan ne kuvataan välillisesti kotitalouksien käyttämän kulutuksen kohdentumisen kautta (mm. polttoaineet, huolto, renkaat).

Tavaraliikenteen liikennesuoritteet kuvautuvat välillisesti, koska yleensä panos-tuotosmallit kuvaavat rahamääräisiä muutoksia. Esimerkiksi tuotannon arvon kasvaessa tieliikenteen tavarankuljetus -toimialalla 10 prosenttia, tavaraliikennesuorite ei kasva

myös 10 prosenttia, jos tuottavuus toimialalla muuttuu samalla. Tämä täytyy huomioida skenaariossa.

Aikakustannussäästöjen käsittely on välillistä. Mallilla ei saada arvioita säästyneistä aika-, ajoneuvo- tai onnettomuuskustannuksista, jotka kuitenkin ovat olennainen osa hankearvioinnin kannattavuuslaskelmaa. Sen sijaan kannattavuuslaskelmalla arvioituja aikakustannussäästöjä voidaan panos-tuotosmallin tiedoilla jatkojalostaa alueta-loudellisiksi vaikutuksiksi.

3.2 Yleisen tasapainon mallit

Laskennallisilla yleisen tasapainon (YTP) malleilla tarkoitetaan yleensä suuria, kymmeniä toimialoja kattavia kansantalouden ja aluetalouden simulointimalleja. Tällaisten mallien kehitys juontaa juurensa panos-tuotosanalyysiin, jota voidaan pitää tasapainomallien erikoistapauksena, mutta myös kansantaloustieteelliseen, yleisen tasapainon teoriaan[2]. Nämä syntyhistoriat näkyvät edelleen jossain määrin kahtena hieman erilaisena painotuksena, mutta laskentamenetelmien kehityksen myötä traditiot ovat lähentyneet toisiaan, ja samat piirteet näyttäytyvät kaikissa laajoissa, laskennallisissa yleisen tasapainon malleissa. Malleissa kuvataan talouden toimintaa kuluttajien ja yrityksen teorian kautta ja talouden tasapaino syntyy hintojen sopeutumisesta kysynnän ja tarjonnan kohtaamisesta sekä hyödyke- että tuotannontekijämarkkinoilla. Laskennallisiksi yleisen tasapainon malleiksi kutsutaan myös stokastisia, dynaamisia makrotalouden malleja (DSGE), mutta nämä mallit keskittyvät lyhyen aikavälin ennustamiseen eivätkä käsittele toimiala- tai aluerakennetta.

Tasapainomallit ottavat liikennejärjestelmän vaikutuksista osan huomioon sellaisenaan. Erityisesti saavutettavuuden paranemisen vaikutukset tuottavuuteen tulevat niissä katetuksi, samoin osa kiinteistötoimialojen vaikutuksista. Työmarkkinavaikutukset vaativat taloudellisten aineistojen lisäksi linkittämistä liikennemalleihin matka-aikojen arvioimiseksi, samoin kasautumishyötyjen ja maankäytön muutosten vaikutusten arviointi. Kasautumishyödyt voidaan kuvata mallin ulkopuolisina syötteinä tuottavuuteen, kun taas maankäyttö kuvataan malleissa yhtenä tuotantopanoksista eri toimialoilla.

[2] Yleisen tasapainon käsite viittaa kysynnän ja tarjonnan tasapainoon, johon päästään hintojen sopeutumisen kautta, ja jossa talouden toimijat saavuttavat kannaltansa optimaalisen ratkaisun annetussa toimintaympäristössä.

Liikennejärjestelmän muutoksia on taloudellisissa malleissa käsitelty yleensä kuljetuskustannusten muutoksien kautta. Saavutettavuuden muutokset kääntyvät kuljetuskustannusten muutoksien kautta tuottavuusvaikutuksiksi, erityisesti kuljetusmarginaalien osalta hyvinkin suoraviivaisesti. Kansainvälisen kaupan malleissa kustannuksia kuvataan jäävuori-oletuksella – osa kuljetusten arvosta sulaa matkan aikana. Kuljetusten sujuvoittaminen pienentää tätä hukkaa. Tämä oletus vaikuttaa edelleen monissa malleissa. Toisaalta monissa maissa liikenteen rooli arvoketjuissa on suhteellisen hyvin tilastoitu – niin myös Suomessa – jolloin kuljetuskustannus tunnetaan tarkemmin. Tällöin on ehkä luontevampaa lähestyä liikennejärjestelmän ja kansantalouden yhteyksiä monitieteellisesti – lähestymistapoja linkittäen.

3.2.1 Mallin perusfunktiot ja muuttujat

Tässä kuvataan yleisen tasapainon mallien rakennetta ja ominaisuuksia FINAGE/REFINAGE-mallien avulla (Honkatukia 2019) ja esitellään mallien linkittämistä liikennejärjestelmää kuvaaviin malleihin. Mallit kuuluvat australialaislähtöisiin traditioon, joka kehittyi 1970-luvulta alkaen hyvin laajalti varsinkin kansainvälisen kaupan tutkimuksessa käytetyksi malliperheeksi, jonka puitteissa syntyneet geneeriset mallit ovat toimineet pohjana lukuisien maiden YTP-mallien kehittämiselle Yhdysvalloista Brasiliaan, Intiaan ja Kiinaan. Suomessa tähän perheeseen kuuluvat FINAGE/REFINAGE-mallien edeltäjät VATTAGE- ja VERM- (Honkatukia 2009, 2013), sekä RegFin-malli. Mallien sovellusalueet ovat hyvin laajoja, koska taloudellisten vaikutusten arvioinnissa joudutaan useinkin käyttämään syötteitä muusta mallinnuksesta tai tutkimuksesta. Siksi FINAGE/REFINAGE-malleja on käytetty laajalti talous-, työllisyys-, koulutus-, liikenne- ja ympäristöpolitiikan vaikutusten ja suurten teollisten ja infrastruktuurihankkeiden arvioinnissa sekä talouden pitkän aikavälin kehityksen ennakoinnissa. FINAGE/REFINAGE -malleilla tehdyt valtakunnalliset ja alueelliset pitkän aikavälin skenaariot ovat lisäksi palvelleet energiapolitiikan EU:lle raportoitavan toimialakehityksen tärkeänä lähteenä ja myös valtakunnallisen liikenne-ennusteen pohjana. Malleja on myös sovellettu liikennehankkeiden arviointiin (esim. Honkatukia 2012).

YTP-mallit kuvaavat taloutta taloudellisten toimijoiden, kotitalouksien ja yritysten optimointikäyttäytymisestä johdettujen päätössääntöjen avulla (kuva 3-2). Teoria on hyvin vakiintunutta ja mallien keskeiset valinnat muistuttavat siksi toisiaan. Lisäksi teoria kuvaa kansantaloutta sellaisena, kuin se näyttäytyy kansantalouden tilinpidossa. Tästä syystä mallien sovittaminen aineistoon on monilta osin hyvinkin yksinkertaista.

Tasapainomallien ytimessä on mikrotaloustieteellinen kuvaus yritysten ja kotitalouksien käyttäytymisestä, josta johdetaan mallin kuvaama talouden sopeutuminen muutoksiin toimintaympäristössä ja politiikassa. Kotitaloudet tekevät kulutus- ja säästämispäätöksensä ehdollisena tulonmuodostukselle, ja tämän hyödynmaksimoinnin tulok-

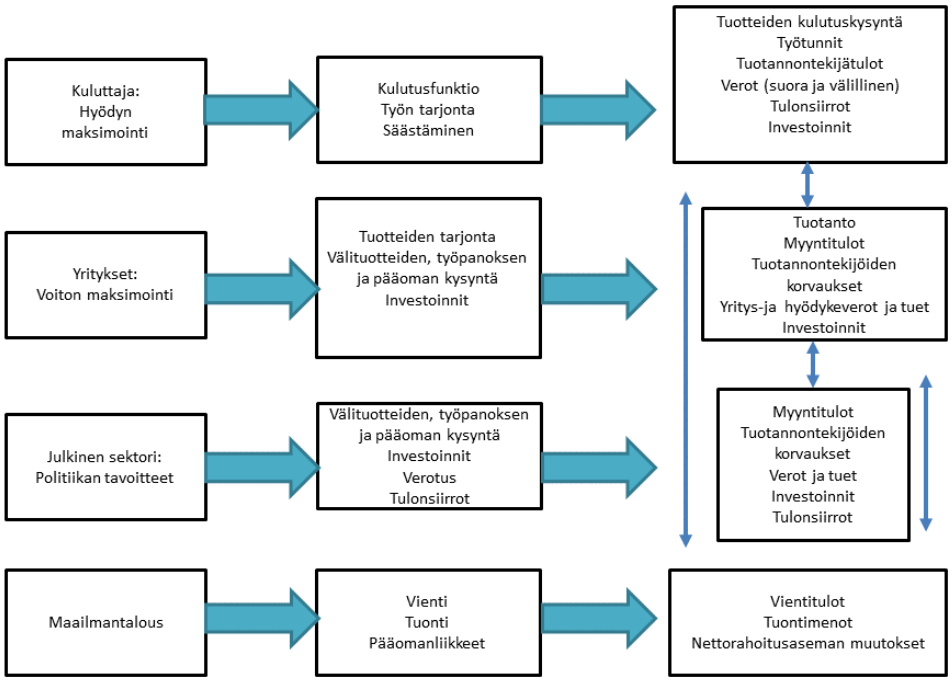
sena on hyödykkeiden kulutusta kuvaava kulutusfunktio sekä työn tarjontafunktio. Kuluttajien hyvinvointia kuvataan tyypillisillä, hyvinkäyttäytyvillä funktioilla (jolla tarkoitetaan jatkuvia ja kahdesti differentioitavia funktioita) ja niiden käyttäytymistä kuvaavat parametrit ovat usein kulutustutkimuksista estimoituja – niin Suomessakin. Yritysten tuotantofunktiot oletetaan samoin hyvinkäyttäytyviksi ja niidenkin parametrit pyritään estimoimaan. Suuri osa parametreista saadaan suoraan kuitenkin perusaineistosta, kuten esimerkiksi eri hyödykkeiden kulutusosuudet. Yritysten tuotantofunktioiden parametrejä on puolestaan estimoitu sekä toimiala- että rekisteriaineistoista.

YTP-mallit ovat nykyään yleensä dynaamisia, ja ne käsittelevät siksi myös säästämistä ja pääomanmuodostusta sekä varallisuuden ja velkojen muodostumista taloudessa. Yritysten voitonmaksimointiongelman ratkaisuna saadaan työn, pääoman ja välituotteiden kysyntäfunktiot, jotka kuvaavat sitä, kuinka tuotannontekijöitä käytetään tuotannossa, samoin kuin investointipäätökset ja tuotantopääoman kasautuminen.

Julkista sektoria käsitellään useilla eri tasoilla valtiosta kuntasektoriin ja sosiaaliturva- ja eläkerahastoihin. Julkista sektoria kuvaavissa tasapainomalleissa ennen kaikkea verotuksen rakenne sekä tulonsiirrot kotitalouksille ja toisille julkisille toimijoille. Myöskään ulkomaita ei yleensä kuvata optimointiongelman kautta, vaan vientikysynnästä ja pääomamarkkinoista tehtävin, yksinkertaisin oletuksin. Pitkän aikavälin tarkastelussa kansantalouden ulkomaisen velkasuhteen oletetaan vakiintuvan kestävälle tasolle.

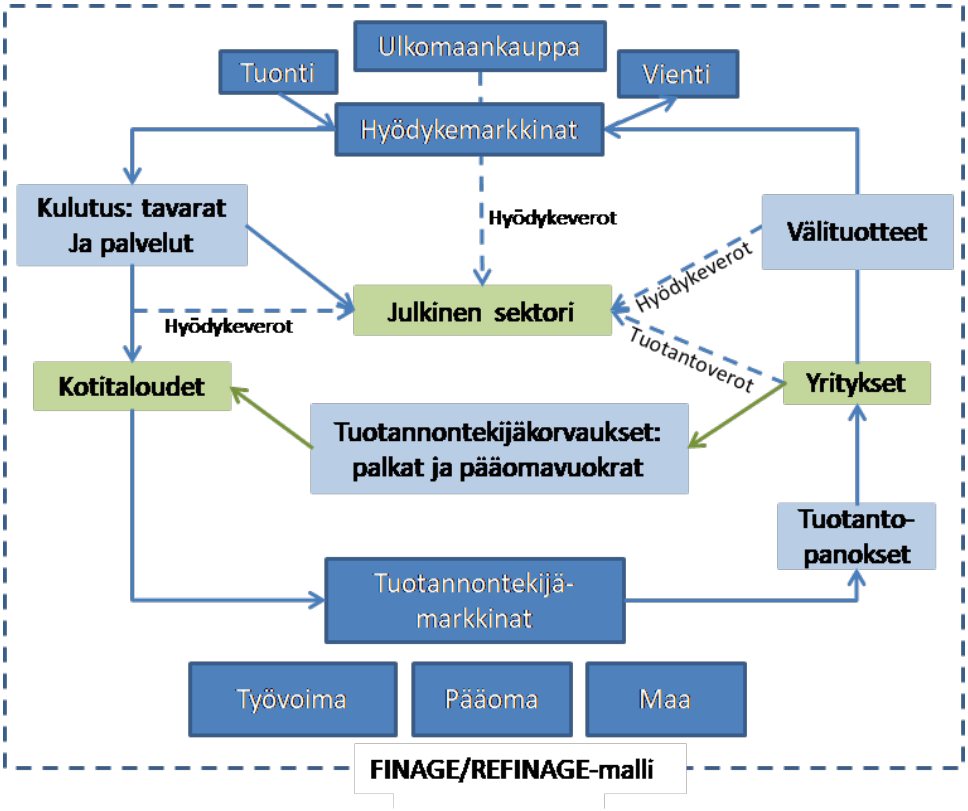
FINAGE/REFINAGE -tasapainomalleissa on kuvattu taloutta kotitalouksien, kymmenillä toimialoilla toimivien yritysten ja julkisten sektorien päätöksistä käsin. Nämä päätökset kuvataan kansantaloudellisissa malleissa historiassa havaittujen kulutustottumusten pohjalta, joiden lisäksi kulutuksen kehityksessä otetaan huomioon hyödykkeiden suhteellisten hintojen ja kotitalouksien käytettävissä olevien tulojen kehitys. Yritykset päättävät tuotantopanosten – työ, pääoma ja välituotteet – käytöstä pyrkien maksimoimaan tuotannon katetta sekä investointeja sen mukaan, kuinka eri toimialojen tuotto-odotukset kehittyvät ja suhteutuvat toimialojen historialliseen kasvuvauhtiin ja pääoman tuottoasteeseen.

FINAGE/REFINAGE-malleissa on myös kuvattu julkisten sektorien rakennetta suhteellisen yksityiskohtaisesti. Tämä johtuu siitä, että julkisten sektorein toiminnan hyvinvointivaikutusten arviointiin liittyy aina kysymys toiminnan rahoittamisesta. Niinpä esimerkiksi tiehankkeiden yhteiskunnallisia vaikutuksia tulisi arvioida siten, että niiden rahoituskustannukset sisäistetään, jolloin rahoituksen keräämiseen – verotuksen – aiheuttama hyvinvointitappio saadaan sisäistetyksi. Tämä mahdollistaa myös hankkeen laajempien vaikutusten suhteuttamisen kustannuksiin. Tämä laajempi tuottojen ja kustannusten suhde laajentaa HK-suhteen yhteiskunnan tasolle. Tätä Marginal Cost of Funds-käsitettä tarkastelee mm. Honkatukia (2011) sekä Dixon ja Honkatukia (2015).



Kuva 3-2. Taloudellisten päätösten kuvaus yleisen tasapainon malleissa

Mallissa kysynnän ja tarjonnan tasapaino toteutuu hintamekanismin kautta. Hintamekanismi on talouden sopeutumisen keskeinen mekanismi – kun esimerkiksi verotus vaikuttaa suhteellisiin hintoihin, muuttuu hyödykkeiden kysyntäkin. Tasapainomallissa vaikutus säteilee kaikkiin arvoketjuihin ja myös talouden ulkoiseen tasapainoon ja sen varallisuuteen investointien ja kansantalouden eri toimijoiden säästämisen kautta. Päätöksentekijöiden toiminnan linkittyminen markkinoiden kautta on kuvattu kuvassa 3-3. Kuvassa kotitaloudet, julkinen sektori ja yritykset ovat siis taloudellisten päätöksen tekijöitä, joiden valinnoista seuraavat tavaroiden ja palveluiden kulutuskysyntä ja välituotekysyntä, niiden kysyntä julkisten palveluiden ja hallinnon käyttöön sekä investointikysyntä eri toimialojen investointeihin. Lisäksi kuvasta nähdään, että osa tavaroiden ja palvelujen loppukysynnästä tulee ulkomailta, ja tuontitavarat muodostavat osan tavaroiden ja palveluiden kotimaisesta tarjonnasta. Kuvasta nähdään myös tuotannontekijämarkkinat sekä tuotannontekijätulojen ja erilaisten verotuottojen kohdentuminen.



Kuva 3-3. Kansantalouden tasapainomallin rakenne

Laskennallisesti tasapainomalli koostuu kolmenlaisista yhtälöistä:

1. Optimointiongelmien ratkaisuna johdetuista kotitalouksien kulutusfunktioista ja yritysten tuotantopanosten kysyntäfunktioista

2. Kysynnän ja tarjonnan tasapainoehdoista

3. Markkinahinnoittelua kuvaavista kustannusfunktioista

Tasapainomalleissa, kuten yleensä matemaattisissa malleissa pyritään selittämään mallissa määräytyvien, endogeenisten muuttujien muutoksia eksogeenisten, mallin ulkopuolella määräytyvien muuttujien avulla. Koko mallin ratkaisu voidaan esittää yhtälöryhmänä:

$$\mathbf{F}(\mathbf{Y},\mathbf{X}) = \mathbf{0}, \qquad (1)$$

Missä **Y** on endogeenisten muuttujien vektori, **X** on eksogeenisten muuttujien vektori ja F kuvaa epälineaaristen yhtälöiden ryhmää. Tällaisen ryhmän eksplisiittinen ratkaiseminen ei yleensä ole mahdollista (esimerkiksi REFINAGE-mallissa on yli 100 000

yhtälöä jokaista vuotta kohti), vaan simulointimalleissa käytetään erilaisia algoritmeja mallin ratkaisemiseksi. Kaikkiin näistä liittyy yhtälösysteemin linearisoiminen jossain laskennan vaiheessa. Linearisoinnissa käytetään hyväksi sitä, että yhtälöryhmälle on olemassa ratkaisu, $\{\mathbf{Y}_0,\mathbf{X}_0\}$, jolloin

$$\mathbf{F}(\mathbf{Y}_0,\mathbf{X}_0) = \mathbf{0}. \qquad (2)$$

Alkuratkaisuna on luontevaa pitää perusvuoden panos-tuotostietokantaa, jota täydennetään yleensä muilla aineistolla. Tällöin mallin ratkaisu voidaan esittää muodossa:

$$\mathbf{F}_Y(\mathbf{Y},\mathbf{X})\mathbf{dY} + \mathbf{F}_X(\mathbf{Y},\mathbf{X})\mathbf{dX} = \mathbf{0}, \qquad (3)$$

missä $\mathbf{F}_Y$ ja $\mathbf{F}_X$ ovat funktion $\mathbf{F}$ derivaattojen matriiseja endogeenisten ja eksogeenisten muuttujien suhteen arvioituna alkuratkaisun $\{\mathbf{Y}_0,\mathbf{X}_0\}$ ympärillä. Australialaisessa traditiossa tämä linearisointi on eksplisiittistä, ja koko malli esitetään muuttujavektorien prosenttimuutoksina **y** ja **x**. Tällöin

$$y = 100dY/Y \text{ ja } x = 100dX/X. \qquad (4)$$

Lisäksi

$$G_Y(\mathbf{Y},\mathbf{X}) = F_Y(\mathbf{Y},\mathbf{X}) \text{ ja } G_X(\mathbf{Y},\mathbf{X}) = F_X(\mathbf{Y},\mathbf{X}), \qquad (5)$$

missä ja ovat diagonaalisia matriiseja. Lineaarisoitu yhtälöryhmä on silloin:

$$\mathbf{G}_Y(\mathbf{Y},\mathbf{X})\mathbf{y} + \mathbf{G}_X(\mathbf{Y},\mathbf{X})\mathbf{x} = \mathbf{0}. \qquad (6)$$

Tämä muoto on laskennallisesti nopea ratkaista, koska se vaatii vain lineaarialgebraa, minkä lisäksi malli on helppo tehdä modulaariseksi (sen ulottuvuuksia voidaan vaihdella joustavasti). Laskutarkkuutta voidaan lisätä iteroimalla, ja ratkaisumenetelmänä on tällöin Newtonin menetelmän iteroiminen tai Newtonin menetelmien jatkokehitelmät. Esimerkiksi FINAGE/REFINAGE-mallien käyttämällä GEMPACK-ohjelmistolla laskutarkkuus koko kansantalouden tasolla on kuusi merkitsevää numeroa – eli yksi euro, kun käytetään kansantalouden tilinpidon miljoonissa ilmaistuja aineistoja.

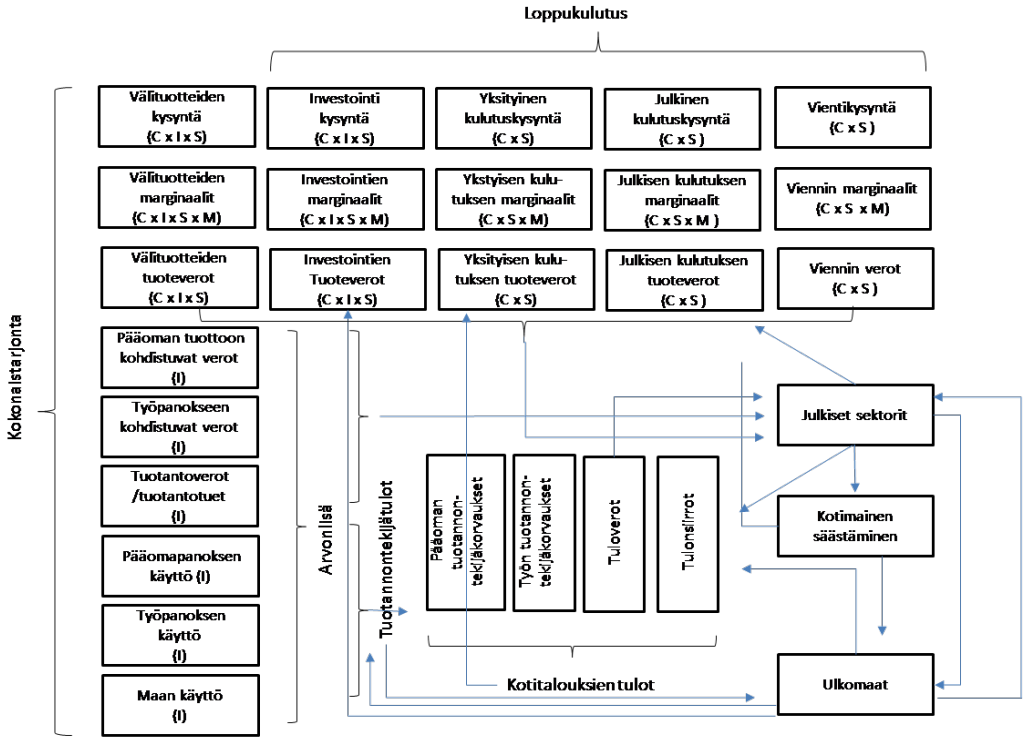
Tasapainomallilla tehtävässä vaikutusarvioinnissa mallin haluttuun kohtaan tai kohtiin tehdään politiikkatoimenpidettä tai päätöksenteon muutosta kuvaavat muutokset ja lasketaan malliyhtälöiden avulla uudet skenaariot, jotka yleensä esitetään numerotaulukkoina tai havainnollisemmin suhteessa perusskenaarioon. Kun tasapainomallilla lasketaan skenaarioita tulevaisuuden kehityksestä, monia keskeisistä talouskasvun

ajureista määritellään mallin ulkopuolella, ja mallin tehtävä on silloin laskea sellaisten talouden tekijöiden kehitysskenaariot, jotka riippuvat näistä ulkopuolisista tekijöistä.

Tarkastelu yli ajan edellyttää aikaperiodien välisten linkkien mallintamista. Tyypillisesti linkit kuvaavat pääoman kulumista ja sen ylläpitämistä ja kasvattamista investoinnein, kotitalouksien ja julkisten sektorien säästämistä ja varallisuuden kartuttamista sekä kansantalouden ulkoista tasapainoa. Nämä linkit seuraavat talousteoriaa, joka pidemmällä edellyttää, että kansantalouden ulkoinen tasapaino on kestävä, ja että kotitalouksien kulutus ei ylitä niiden varallisuutta. Ulkoisen tasapainon osalta tyypillinen vaatimus on, että kansantalouden velkasuhde vakiintuu (ulkomaisen nettovarallisuuden ja kansantuotteen suhde siis), joka asettaa rajoituksia kotitalouksien säästämisasteelle. Lisäksi vaaditaan, että julkisen sektorin velka on hallittavissa, mikä puolestaan rajoittaa julkista kulutusta tai verotusta. Nämä vaatimukset eivät sinänsä rajoita malleilla tehtävien simulointien aikahorisonttia. Rajoittavaksi tekijäksi voi muodostua eksogeenisista muuttujista saatava tieto. Niinpä esimerkiksi väestöennusteella on keskeinen merkitys kansantalouden ja aluetalouden kasvupotentiaalia arvioitaessa, mutta kun ennuste koko maan tasolla ulottuu vuoteen 2070, alueellinen ennuste loppuu jo vuoteen 2040. Mallien dynaamisesta luonteesta johtuu, ettei rakentamisen aikaisten ja pidemmän aikavälin vaikutusten tarkastelu tuota niille ongelmia, ja vaikutuksen aikaulottuvuus on myös helposti raportoitavissa.

Kuten yllä todettiin, mallien perustietokanta muodostuu panos-tuotosaineistosta ja muusta kansantalouden tilinpidon aineistosta. FINAGE/REFINAGE-mallien tietokanta organisoi lähtötiedot kuvan 3-2 päätöksentekijöiden näkökulmasta. Tietokannan rakennetta kuvaa kuva 3-4. Tietokanta kuvaa kansantaloutta tai aluetaloutta sekä kokonaistarjonnan että loppukulutuksen näkökulmista.

FINAGE-mallin tietokanta jakaa kysynnän hyödykkeittäin (C) toimialoille (I), minkä lisäksi hyödykkeiden alkuperä voi olla kotimainen tai ulkomainen (S). Siten hyödykkeiden välituotekäytön dimensiot ovat C x I x S. REFINAGE-mallissa dimensioita on vielä enemmän, koska tietokanta kuvaa useita alueita, joista jokaiselle on koottu kuva 3-4 mukainen tietokanta.



Kuva 3-4. FINAGE/REFINAGE-mallien tietokantarakenne

Yleisen tasapainon mallit ottavat sellaisenaan huomioon monia liikenteen tärkeistä vaikutuskanavista kuluttajien ja yritysten näkökulmista. Liikenne on tärkeässä ja hyvin eksplisiittisessä roolissa suomalaisissa panos-tuotosaineistoissa. Suomalaisiin aineistoihin on valittu tuottaa kaupan ja kuljetusten marginaalit eksplisiittisesti. Rahtiliikenteen kysyntä kohdentuu siis hyvin suurelta osin yritysten välituotteiden kysynnän ja loppukulutuksen jakeluun. Liikennepalveluja – kuljetusten, logistiikan ja joukkoliikenteen – kysytään toki suoraankin, minkä lisäksi henkilöautoliikenne tilastoituu kotitalouksien polttoaineiden ja ajoneuvojen sekä niiden huoltopalvelujen kulutuksena.

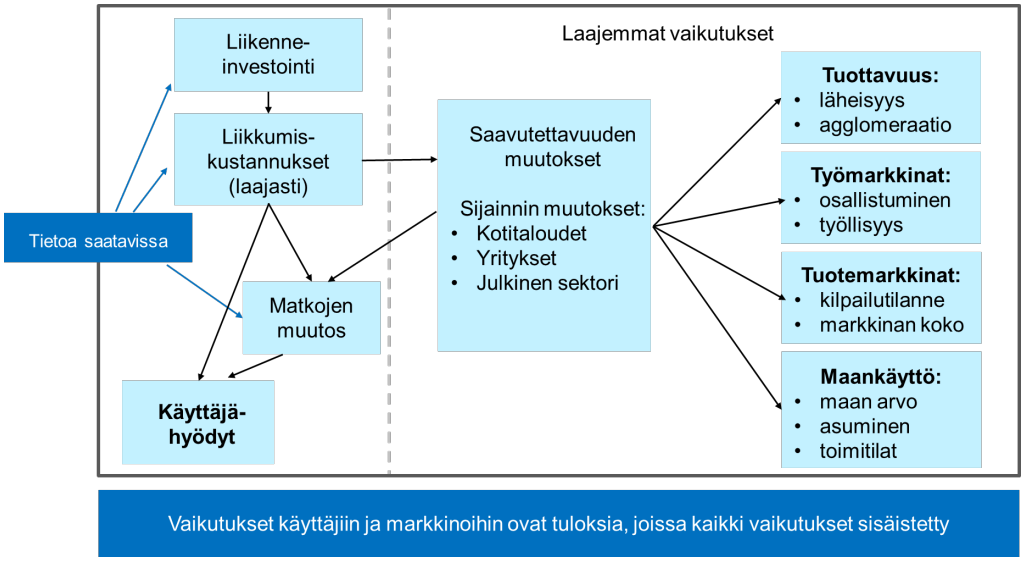
Liikenteen kuvauksena marginaaleina on myös toinen, tärkeä rooli. Kaupan ja kuljetusten marginaalit johtavat siihen, että tuottajan ja ostajan hinnat eroavat toisistaan. Tätä marginaalia kuvataan usein epätäydellisen kilpailun avulla, markkinoiden epätäydellisyytenä, mutta tätä oletusta käyttävissä malleissa ei hinnoittelun mark-upia selitetä marginaaleilla vaan esimerkiksi kiinteillä kustannuksilla. Kansantalouden tilinpidon implisiittinen oletus on, että mark-upien takana ovat aidot kustannukset, ja mikä tärkeämpää, marginaalipalvelujen tuotanto.

YTP-mallien tietokannoille on tyypillistä, että niiden tietokantoja räätälöidään tarkasteltava ilmiön mukaan. Tällöin lähtötasona voi olla julkaisutasoinen panos-tuotosaineisto, joka Suomessa on noin 64 toimialaa ja hieman useampia hyödykkeitä koko maan tasolla ja aluetasolla tätä nykyä 30 hyödykettä ja toimialaa. Tietokantoihin on

kuitenkin helppoa tuoda lisätietoa ja dimensioita. Laajimmillaan FINAGE-mallin ja sen edeltäjien tietokanta on kattanut noin 140 hyödykettä ja lähes 100 toimialaa, kun taas REFINAGEssa nämä dimensiot ovat olleet vajaat puolet tästä. Tällä jaottelulla liikenteen käyttövoimavaihtoehdot ja rahtiliikenteen eri moodit pystytään kaikki kuvaamaan omina hyödykkeinään ja toimialoinaan. Tällaisen jaottelun ylläpitäminen on periaatteessa mahdollista jatkossakin mutta viimeisin julkaistu päivitys alueellisiin panos-tuotosaineistoihin on toteutettu 30 toimialan tasolla, jotta se olisi yhteensopiva muun julkaisutasoisen aineiston kanssa (Honkatukia ym. 2019).

Liikenteen tarkastelussa tasapainomallit tyypillisesti linkitetään liikennejärjestelmää kuvaaviin malleihin, jolloin liikennejärjestelmän muutokset kuvautuvat muutoksina saavutettavuudessa ja siten liikennepalvelujen tarpeessa tai kustannuksissa. Vaikutukset kohdentuvat eri osiin taloutta, jolloin tasapainomalli arvioi yhteisvaikutuksia huomioiden markkinatasapainon asettamat rajoitukset (syrjäytymisvaikutukset yms.).

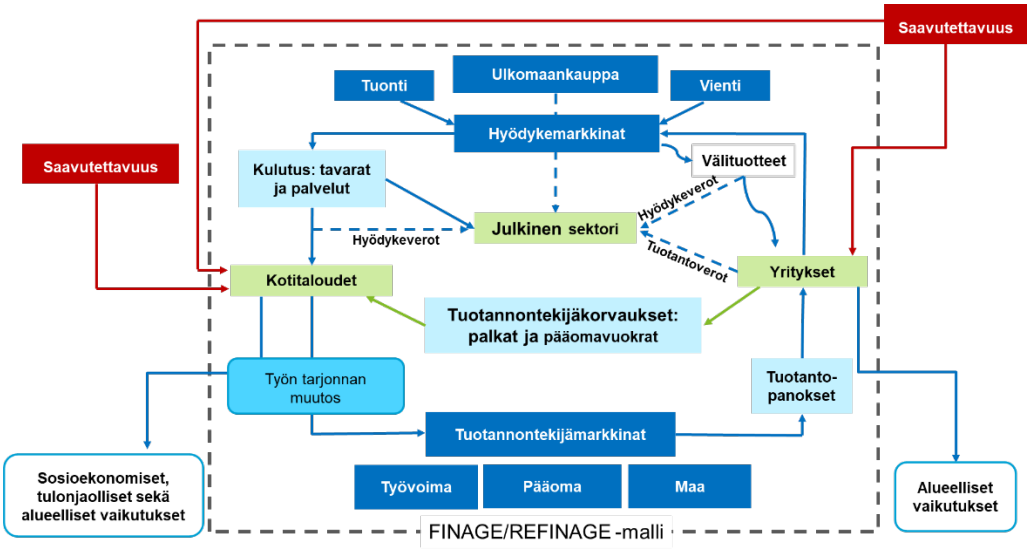
Kuvaan 3-5 on kuvattu liikenneinvestoinneista tyypillisesti saatavissa olevaa tietoa, joka kuvaa saavutettavuuden muutoksia eri toimijoille. Kuvaan 3-6 on kuvattu, kuinka saavutettavuuden muutokset kohdennetaan taloudellisina vaikutuksina – tuottavuuden muutoksina tai muuttuneina kustannuksina – yrityksiin ja kotitalouksiin, ja kuinka nämä muutokset sysäävät käyntiin sopeutumisen arvoketjuissa ja koko taloudessa. Kasautumishyödyt voidaan kuvata mallin ulkopuolisina syötteinä tuottavuuteen, kun taas maankäyttö kuvataan malleissa yhtenä tuotantopanoksista eri toimialoilla.



Kuva 3-5. Liikenneinvestoinneista tyypillisesti saatavissa oleva tieto.

Liikenteen rooli taloudessa on kansantalouden tilinpidossa tätä nykyä suhteellisen hyvin määritelty. Siten esimerkiksi eri kulkumuotojen käyttö kuljetuksen marginaaleina

tunnetaan varsin yksityiskohtaisesti, jolloin saavutettavuuden muutokset voidaan kuvat muutoksina palvelujen tarpeessa. Aluetalouden tietokannoissa marginaalit arvioidaan Suomessa myös maakuntien välisessä kaupassa, jolloin hankkeet ja liikennejärjestelmän muutokset voidaan kohdentaa alueellisesti.

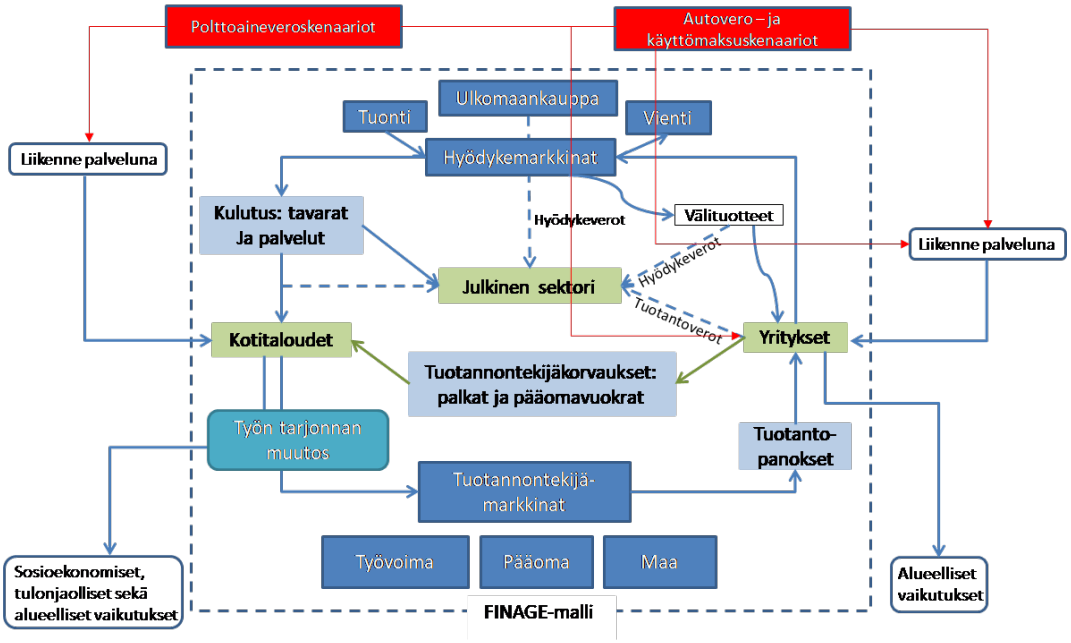


Kuva 3-6. Saavutettavuuden muutoksen kohdentaminen taloudellisina vaikutuksina – tuottavuuden muutoksina tai muuttuneina kustannuksina – yrityksiin ja kotitalouksiin.

Haluttaessa tarkasteluun voidaan myös liittää liikenteen vaatiman julkisen rahoituksen keräämisestä aiheutuvien kustannusten tarkastelu. Tällainen tarkastelu vaatii liikenteen ja talouden mallintamisen läheisempää integrointia, ja sitä on sovellettu esimerkiksi Yhdysvaltain liittovaltion ylläpitämän moottoritieverkoston rahoitusvaihtoehtojen arviointiin (Dixon ym. 2017). Tarkastelun ytimessä on henkilöautoliikenteen liikennesuoritteiden integroiminen osaksi taloudellista mallia. Päinvastoin kuin julkista liikennettä, jota kuvataan kotitalouksien käyttämänä palveluna, kansantalouden tilinpito kuvaa henkilöautoliikennettä henkilöautojen ja polttoaineiden erillisenä kysyntänä, josta ei vielä suoraan voida päätellä liikennesuoritteita. Dixon ym. kuvaavat USAGE-HWY – mallissa henkilöautoliikennettä palveluna, jossa ajoneuvoilla tuotetaan henkilökilometrejä polttoainetta ja huoltopalveluja käyttäen. Tässä tarkastelussa liikennehankkeiden vaikutukset kuvautuvat tuottavuuden muutoksina kaikkeen tieliikenteeseen, ja tarkastelu mahdollistuu esimerkiksi tiemaksujen vaikutusten arvioinnin.

Suomessa tällainen laajennus on toteutettu FINAGE-mallissa KAISU:n tausta-arvioinnissa ja sen tuorein sovellus on SITRA:n kestävän kehityksen verouudistuksen arvio (Tamminen ym. 2019). Liikennelaajennusta kuvaa kuva 3-7. Laajennuksessa kansantalousmalliin luotiin ajoneuvokantaa ja liikennesuoritetta kuvaava satelliitti, joka mah-

dollistaa ajosuoritteen ja ajoneuvokannan kehittymisen arvioinnin. Liikenteen taloudellisen ohjauksen muutokset kanavoituvat liikennepalvelujen kysyntää koskevina muutoksina, jotka vaikuttavat kuluttajan valintoihin kuluttajahintojen ja ostovoiman muutosten kautta, mutta myös ajoneuvokannan uusiutumisen kautta. Laajennuksen myötä voidaan myös tarkastella sitä, kuinka liikenteeseen kohdistuvaa verotusta voitaisiin kehittää, kun nykyinen, pääosin fossiilisten polttoaineiden verotukseen perustuva veropohja ympäristöohjauksen myötä kapenee.



Kuva 3-7. Liikenteen kuvaaminen palveluna

Vaikka laskennalliset yleisen tasapainon mallit sekä panos-tuotosmallit hyödyntävät kumpikin panos-tuotostaulujen informaatiota, ne tuottavat kysyntävaikutuksistakin erilaisia tuloksia. Karkeasti voidaan sanoa, että yleisen tasapainomallien tarkasteluissa ovat syrjäytymisvaikutukset jo mukana, vaikka niitä ei yleensä erotella välittömistä vaikutuksista. Syrjäytymisvaikutukset syntyvät sitä kautta, että hyödykkeiden ja tuotantopanosten hinnat nousevat niin, että markkinat tasapainottuvat. Investointi lisää tuotantoa, mutta sen vaatimien tuotantopanosten kysyntä nostaa niiden hintoja. Tästä aiheutuvien tasapainovaikutusten vuoksi lopullinen vaikutus tuotannon määrään jää alhaisemmaksi. Väyläinvestoinnissa tämä kohdentuu erityisesti maarakentamiseen.

3.2.2 Haasteet ja kriittiset kohdat

Tasapainomalleista on useita alalajeja, mutta alue- ja toimialatason tarkasteluun niistä soveltuu vain osa. Käytännössä CGE/AGE-mallit ovat sovellettavissa alue- ja toimialatasot tarkasteluun, mutta makrotalouteen keskittyvät DSGE-mallit eivät niinkään.

Makro- ja toimialanäkökulmien välillä on myös jännitettä, koska DSGE-mallit keskittyvät ekonometriasta nousevaan, lyhyen tähtäimen makrotaloudelliseen ennustamiseen ja CGE/AGE -mallit ennemminkin runsasta toimiala-aineistoa hyödyntävään pitkän aikavälin ennakointiin ja politiikan vaikutusarvioiden teorialähtöiseen tulkintaan. Yhteistä lähestymistavoille on pyrkimys kuvata talouden sopeutumista, kun lähtötilanteen toimintaympäristöä muuttuvat politiikan tai jonkun ulkoisen syyn vuoksi. Liikennehankkeet muuttavat näitä lähtökohtia ja mallien tehtävänä on laskea, miten laajasti muutos vaikuttaa aluetalouteen.

CGE-mallit pyrkivät hyödyntämään kansantalouden rakennetta kuvaavan tiedon täysmääräisesti, jolloin tiedon kattavuus kriittinen tekijä. CGE-mallit pyrkivät kuvaamaan vaikutusketjut talouden toimijoiden optimointikäyttäytymisestä käsin, mutta vain osa käyttäytymisparametreistä (muun muassa hyödykkeiden kulutus- ja kustannusosuudet tai pääoman poistokertoimet) on suoraan tilastoista johdettavissa sellaisenaan. Osa käyttäytymisparametreistä estimoidaan usein tilastoista tai ne kalibroidaan alla kuvatulla tavalla. Parametrien estimoimisen haasteet ja siitä kumpuavat epävarmuudet nostattavat toisinaan kritiikkiä koko lähestymistapaa kohtaan. Eräässä mielessä kritiikki on harhaanjohtavaa, koska mallinnuksen kannalta tärkeää on kalibroida malli toistamaan havaittua käyttäytymistä, kun taas parametrit sijoittuvat käyttäytymistä kuvaavan päätöksenteon spesifeihin kohtiin – yksittäisestä parametrista ei siis vielä voi päätellä paljonkaan tasapainovaikutuksista. Tämä pätee yhtälailla DSGE- kuin CGE-malleihinkin, ja nykyään tunnutaan hyväksyttävän mallien tutkimusongelmalähtöinen soveltaminen. CGE-mallien osalta mallien modulaarisuus on yksi tämän ajattelun ilmentymä, kun mallien yksityiskohtaisuutta voidaan suhteellisen joustavasti vaihdella tutkimuskysymysten mukaan, tai ne voidaan linkittää muihin malleihin joko suoraan tai heikoin linkein, käyttämällä toisten mallien tuloksia syötteinä.

Ajantasaisen tietokannan ylläpitäminen ja käyttö vaatii jatkuvaa ylläpitoa ja säännöllistä päivittämistä tuoreimmalla kansantalouden tilinpidon aineistolla. Ilman säännöllistä päivittämistä, mallin tarkkuus heikkenee eikä se ota huomioon todellista mitattua talouden muutosta.

Keskeiset tietoaineistot yleisen tasapainon malleihin ovat periaatteessa riittävän tarkkoja, sillä tuotantorakenteen kuvaamiseen tarvittavia panos-tuotosaineistoja on saatavissa ja niitä voidaan alueellistaa. YTP-mallien vaatima aineisto joudutaan kuitenkin

osin kokoamaan täydentämällä panos-tuotosaineistoja muun muassa pääomanmuodostusta, tulojen jakautumista, ulkoista tasapainoa sekä verotusta ja julkista sektoria koskevin tiedoin. Myös väestöennuste lukeutuu yleensä mallien ulkopuolelta tuotuihin syötteisiin. Näiden aineistojen kattavuus asettaa rajoituksia mallien laajuudelle, vaikka metodologia sinänsä sallii hyvinkin laajojen aineistojen käsittelyn. Linkit verojärjestelmään, julkiseen talouteen ja kotitalouksien kulutukseen ovat haastavia käsitellä yksityiskohtaisella hyödyke- ja toimialatasolla. Nykyinen tietoaineisto mahdollistaa kuitenkin kymmenien hyödykkeiden ja toimialojen tarkastelun aluetasollakin, kun taas koko maan tasolla päästään yli puolentoistasadan.

Kansantalouden tilinpito kuvaus liikenteestä hajautuu useille toimialoille ja kysyntäerille, ja tämä tuo omat haasteensa liikennehankkeiden vaikutusarviointiin, kun liikennemallien tuottamat syötteet kohdennetaan kotitalouksien kysyntään ja elinkeinoelämään. Julkisen liikenteen palvelut ja rahtikuljetukset kuvautuvat tilinpidossa kuten mikä tahansa taloudellinen toiminta, jolloin vaikutusarviot riippuvat oletuksista työn, pääoman ja välituotteiden – esimerkiksi liikennepolttoaineet ja varaosat ja huolto - substituoitavuudesta tuotannossa. Näiden oletusten osalta voidaan nojautua esimerkiksi arvioihin polttoainetalouden kehityksestä. Kotitalouksien osalta tilinpidon esitystapa on hankalampi, koska siinä liikkumiseen tarvittavat tavarat ja palvelut kuvautuvat toisistaan (lähes) riippumattomina – esimerkiksi polttoaineiden kysyntä ei suoraan liity ajoneuvojen huollon tarpeeseen ja kysyntään. Linkit ovat kuitenkin rakennettavissa, jolloin niiden kuvaus on pitkälti julkisen liikenteen kaltainen. Esikuvia tällaisella tarkastelulla on paljon, kuten aiemmin nähtiin. Näitä haasteita avataan konkreettisemmin esimerkkilaskennassa seuraavassa luvussa.

4 Aluetalousmallien käyttö liikennehankkeissa

4.1 Tarvittavat lähtötiedot

4.1.1 Liikenne-ennustemallit

Liikennejärjestelmän suorien vaikutusten arviointiin tarvitaan liikenne-ennuste. Toimintaympäristön muutoksista johtuvaa liikenteen kysynnän ennustetta vertailuvaihtoehdossa kutsutaan perusennusteeksi. Lisäksi tarvitaan ennuste arvioitavien toimenpiteiden (hankkeen) vaikutuksesta liikenteen kysyntään. Hankearvioinnissa liikenne-ennusteen lähtökohtana on viimeisin valtakunnallinen liikenne-ennuste, jota tarkennetaan hankkeen arvioinnin edellyttämään tarkkuuteen. Yksinkertaisimmillaan ennusteena käytetään valtakunnallisen liikenne-ennusteen kasvukertoimia ja mahdollisesti kysynnän joustokertoimia kulkutapamuutosten arviointiin. Varsinaisia liikennemalleja käytetään silloin, kun arvioinnin kohteella voidaan olettaa olevan merkittäviä vaikutuksia reitinvalintaan, suuntautumiseen tai kulkutavan valintaan.

Viimeisin valtakunnallinen liikenne-ennuste on vuodelta 2018 perustuen vuonna 2016 tehtyyn henkilöliikennetutkimukseen (Liikennevirasto 2018a), vuonna 2015 julkaistuun väestöennusteeseen ja erikseen yleisen tasapainon FINAGE-mallilla laadittuun alueellisiin ja toimialakohtaisiin talousennusteisiin. Ennuste määrittää liikenteen kysynnän kehityksen vuoteen 2050 asti.

Aluetalousmallien käytössä tarvitaan tieto siitä, millaista talous- ja väestöennustetta liikenne-ennusteen laadinnassa on käytetty liikenteen kehityksen ja suorien vaikutusten arvioinnissa. Aluetaloudellisten vaikutusten arvioinnissa tulisi olla suorien vaikutusten kanssa yhdenmukainen talouskehityksen perusskenaario, tai mahdolliset eroavaisuudet on otettava huomioon aluetalouden vaikutusten tulkinnassa.

4.1.2 Hankearvioinneista hyödynnettävä aineisto

Aluetalousmallien lähtötietoina tarvitaan hankearvioinnin kannattavuuslaskelman tuloksia sekä niiden laskentamenetelmistä tuotettavia tarkennuksia. Keskeisimmät lähtötiedot ovat seuraavat:

- Käyttäjien rahamääräisten ajoneuvo- ja lippukustannusten muutos. Ajoneuvokustannusmuutokset esitetään kannattavuuslaskelmassa. Lippumenojen muutoksen arviointi voi edellyttää täydentävää laskentaa mahdollisten hintamuutosten sekä kysyntämuutosten (lipputulojen muutoksen) perusteella. Aluetalousmallissa käyttäjien kustannusmuutokset kohdistuvat kotitalouksien kulutukseen.

- Työmatkojen (kodin ja työpaikan välisten matkojen) matkavastus, jota voidaan kuvata ajoneuvo-, matka- ja aikakustannuksen summana. Hankearvioinnissa ei erotella liikkumisen kustannuksia matkan tarkoituksen mukaan, mutta aikasäästöjen määrittämisessä on käytetty oletusta matkantarkoitusjakaumasta. Matkaa kohden laskettuna säästö on yleensä sama matkantarkoituksesta riippumatta. Jos lähtötietona tarvitaan kaikkien työmatkojen yhteenlaskettu hyöty, on käytettävä arviota työmatkojen osuudesta. Työmatkan matkavastus kytkeytyy aluetalousmallissa työn kysynnän ja tarjonnan riippuvuutta kuvaavaan kohtaan.

- Työasiamatkojen aika- ja matkakustannusten muutos sekä kuljetuskustannusten muutokset kohdistuvat aluetalousmalliin tuotantopanosten hintoihin. Työasiamatkojen osuus käyttäjähyödyn summasta on eroteltava matkantarkoitusjakauman avulla. Kuljetuskustannusten muutos on kannattavuuslaskelmassa yleensä omana hyötyeränään. Se sisältää ajoneuvojen käyttökustannukset sekä kuljettajan ja tavaran aikakustannukset.

- Mikäli hankkeella on vaikutuksia joukkoliikenteen liikennöintikustannuksiin ja lipputuloihin (hintojen ja/tai kysynnän muuttuessa hankkeen seurauksena), ovat tiedot eroteltuina kannattavuuslaskelman tuottajahyödyissä. Aluetalousmallissa kustannusmuutokset kohdistuvat maaliikenteen toimialan kuluihin.

- Liikennehankkeen vaikutuksilla onnettomuus-, päästö- ja melukustannuksiin liittyy materiaalisten vahinkojen kustannuksia sekä henkilötyön tuotantopanoksen menetys. Näillä on vaikutus tuotantopanoksiin aluetalousmallissa. Kannattavuuslaskelmassa mainitut kustannusosuudet eivät ole suoraan eroteltavissa, vaan kustannusmuutos on arvioitava erikseen yksikköarvojen määritysperusteiden kautta.

- Hankkeen vaikutus väylien kunnossapitokustannuksiin kytkeytyy aluetalousmallissa maa- ja vesirakentamisen toimialalla väylänpidon tuotantorakenteeseen.

- Hankkeen investointikustannus on kannattavuuslaskelmassa ero vertailuvaihtoehtoon. Investointikustannus kohdistuu aluetalousmallissa maa- ja vesirakentamisen kysyntään. Jos kustannus otetaan huomioon, pitää myös ottaa huomioon investoinnin rahoituksen keräämistapa ja siitä aiheutuva yhteiskuntataloudellinen kustannus. Investointikustannuksia ja rakentamisaikaa ei tässä työssä tarkastella.

4.1.3 Kansantalouden tilinpito

Kansantalouden tilinpitoaineisto toimii sekä staattisissa panos-tuotosmalleissa että yleisen tasapainon malleissa keskeisenä aineistona. Kansantalouden tilinpidossa kuvataan kaikkien kansantaloudessa toimivien yksiköiden taloudellista (rahassa mitattavaa) toimintaa. Kansantalouden tilinpidon alueellista laajennusta kutsutaan aluetilinpidoksi, jonka tietoja on saatavilla seutukunnittain, maakunnittain ja suuralueittain sekä tarvittaessa muilla kuntapohjaisilla aluejaoilla. Tilinpidoissa esitetään eri alueiden ja koko Suomen kansantalouden tilaa ja kehitystä kuvaavat keskeiset tunnusluvut.

Tilinpidossa kansantalouden tuotantoa, tuloja, tulojen käyttöä ja pääomanmuodostusta kuvataan taloustoimittain ja sektoreittain. Tuotanto-, työllisyys- ja pääomanmuodostustiedot esitetään taloustoimittain ja toimialoittain. Tiedot kulutuksesta esitetään kotitalouksien – ja julkisena kulutuksena. Julkista toimintaa kuvaavia tietoja esitetään myös tehtäväluokituksen mukaan. Lisäksi tietoja on kansantalouden tilinpidon mukaisista veroista ja sosiaalivakuutusmaksuista. Tarjonta- ja käyttötaulukoissa esitetään kansantalouden tarjontaa ja kysyntää koskevat tiedot tuoteryhmittäin. Kansantalouden tilinpidon tietojärjestelmä koostuu perustilastojen, erilaisten rekisterien ja erikseen kysyttävien tietojen joukosta. Pääosa tiedoista on julkisia, mutta yksittäiset yksikkökohtaiset tiedot ovat salassa pidettäviä. Kattavat kansantalouden ja aluetalouden tilinpidon aineistot mahdollistavat aluetaloudellisten vaikutusten empiirisen mallintamisen.

4.2 Yhteenveto aluetalousmallien tämänhetkisestä käytöstä Suomessa

Suomessa on käytetty sekä staattisia että dynaamisia aluetalouden malleja yksittäisien liikenneinvestointien ja investointisuunnitelmien vaikutusarvioinneissa 1990-luvulta lähtien. Tehdyillä arvioinneilla on ollut erilaisia käyttötarkoituksia, ja ne ovat osaltaan määrittäneet arviointien sisältöjä sekä johtopäätöksiä. Arvioinnit voidaan luokitella seuraavasti:

1. Arviointien kehittämisselvitykset, joissa väyläinvestointi on ollut esimerkkinä menetelmän testaamiseksi ja havainnollistamiseksi. Tavoitteena on menetelmäkehitys, mutta esimerkkiarviointien tulokset jäävät voimaan, jos kohteena on todellinen eikä kuvitteellinen hanke.

2. Verkollisten kehittämissuunnitelmien arvioinnit. Valtakunnallisista tai seudullisista investointiohjelmista tehdyt aluetaloudelliset arvioinnit ja laskelmat, joiden tarkoituksena on tuottaa tietoa poliittiseen päätöksentekoon liikenneinvestointien kansantaloudellisista vaikutuksista.

3. Valtion väyläinvestointien laajennetut vaikutusarvioinnit. Liikenneviranomaisen teettämät arvioinnit yksittäisten väyläinvestointien vaikutuksista. Arvioinnit on voitu tehdä täydentämään hankearvioinnin sisältöä tai kartoittamaan laajasti vaikutuksia esisuunnitteluvaiheessa.

4. Alueellisten toimijoiden arvioinnit valtion väyläinvestoinneista. Yksittäisistä alueen kannalta toivotuista väyläinvestoinneista laaditut aluetaloudelliset laskelmat, joiden tarkoituksena on edistää hankkeen etenemistä valtionhallinnossa ja poliittisessa päätöksenteossa.

5. Kaupunkien investointien alue- ja kaupunkitaloudelliset arvioinnit. Arviointeja on tehty raitiotiehankkeista kaupungin päätöksentekoa varten. Esimerkiksi Helsingillä on poliittisesti asetetut velvoitteet arvioida mm. kaupunkitaloudellisia vaikutuksia omista investoinneistaan. Valtion avustusta saavissa hankkeissa vaikutusarviointi on osin myös valtion osallistumisen perustelu.

Taulukkoon 2 on koottu viimeaikaisia aluetalousmallien hyödyntämisiä Suomessa.

Taulukko 4-1. Liikennejärjestelmän aluetaloudellisten vaikutusten arviointeja Suomessa.

Julkaisu	Arvioinnin kohde	Arvioinnin input	Arviointimalli
1. Kehittämisselvitysten osana tehdyt hankkeiden arvioinnit			
The wider economic impacts of transport investments (Metsäranta ym. 2014)	Seinäjoki–Oulu -rata-hanke, Norrbotniabanan (Ruotsi)	Investointi Kunnossapito Liikennöinti Liikenteen hyödyt	RegFinDyn, RegSweDyn (CGE)
Pisara-radan laajemmat yhteiskunnalliset vaikutukset (Liikennevirasto 2012)	Pisara-rata	Investointi Kunnossapito Liikennöinti Liikenteen hyödyt	Panos-tuotos RegFinDyn (CGE)
Helsinki–Turku-ratakäytävän kehittämisen aluetaloudelliset vaikutukset (Laakso ym. 2016)	Turun ”tunnin juna”	Matka-ajan muutos	Pendelöintimalli, asiantuntija-arvio, haastattelut
2. Verkolliset kehittämissuunnitelmien arvioinnit			
Nopean junaliikenteen aluekehitysvaikutukset (Valtakari ja Kasanko 1997)	Henkilöliikenteen nopeuden nosto verkon eri kohdissa	Liikenteen hyödyt	Asiantuntija-arvio

Julkaisu	Arvioinnin kohde	Arvioinnin input	Arviointimalli
Väylähankkeiden kansantaloudellinen merkitys (Honkatukia ja Antikainen 2004)	Ministerityöryhmän hankekori 2004 – 2013	Liikenteen hyödyt	EV-malli (CGE)
Runkoverkkosuunnitelman alueta-loudelliset vaikutukset (Honkatukia ym. 2006)	Ehdotetun runkoverkon kehittämisinvestoinnit	Liikenteen hyödyt	RegFin (CGE)
Helsingin kaupungin väylähankkeiden aluetaloudelliset vaikutukset (Honkatukia ja Törmä 2007).	Länsimetro, Kehärata, Kehä II:n jatke, Kehä III Vantaankoski–Lentoasemantie ja Keskustatunneli	Investointi Liikenteen hyödyt	RegFin (CGE)
3. Valtion väyläinvestointien laajennetut arvioinnit			
Seinäjoki–Kaskinen-radan perusparannus – Elinkeinoelämään ja aluetalouteen kohdistuvat vaikutukset (Koski 2017)	Seinäjoki–Kaskinen-rata	Väyläinvestointi Kunnossapito Liikenteen hyödyt	Panos-tuotos
Jäämeren rataselvitys (Liikennevirasto 2018b).	Jäämeren ratayhteyden linjausvaihtoehdot	Väyläinvestointi	Panos-tuotos
Itä-Suomeen suuntautuvien ratalinjausten tarkastelua (Väylävirasto 2019)	Itä-Suomen nopean junayhteyden linjausvaihtoehdot	Liikenteen hyödyt	Asiantuntija-arvio
4. Alueellisten toimijoiden arvioinnit valtion hankkeista			
Pisara-radan vaikutusarviointi (HSL 2015)	Pisara-rata	Väyläinvestointi Liikenteen hyödyt Kunnossapito Liikennöinti	Panos-tuotos Maankäyttömalli
Lentoradan laaja-alaiset ja välilliset vaikutukset (Uudenmaan liitto 2018)	Lentorata ja pääradan lisäraiteet	Väyläinvestointi Talorakentaminen Kunnossapito Liikennöinti Liikenteen hyödyt	Resurssivirtamalli (panos-tuotos)
Seinäjoki–Tampere kaksoisraiteen aluetaloudelliset vaikutukset (Ramboll Finland Oy 2019)	Seinäjoki–Tampere -kaksoisraide	Väyläinvestointi Talorakentaminen Kunnossapito Liikennöinti Liikenteen hyödyt	Resurssivirtamalli (panos-tuotos)
5. Kaupunkien arvioinnit omista raitiotiehankkeista			
Raide-Jokerin ja Laajasalon raitiotieyhteyden kaupunkitaloudellinen arviointi (Laakso ym.FLiikennevirasto 2015)	Raide-Jokeri Laajasalon raitiotie	Väyläinvestointi Talorakentaminen Kunnossapito, liikennöinti	Panos-tuotos Maankäyttömalli
Tampereen raitiotien rakentamisen rahavirrat ja työllisyys (VTT 2016)	Tampereen raitiotie	Väyläinvestointi Talorakentaminen Kunnossapito, liikennöinti	Panos-tuotos
Turun raitiotien vaikutusten arviointi (Vainio ym. 2019)	Turun raitiotie	Väyläinvestointi Talorakentaminen Kunnossapito, liikennöinti	Panos-tuotos

Arvioinnit osana kehittämisselvityksiä: Arviointien kehittämisselvityksiä on tehty 2010-luvulla liikenteen laajempien taloudellisten vaikutusten teeman puitteissa. Muutamiin kehittämisselvityksiin on kuulunut jonkin väylähankkeen arviointi. Liikennevirasto on käyttänyt esimerkkihankkeina Pisara-rataa ja Turun ”tunnin junaa”.

Verkollisten kehittämissuunnitelmien arvioinnit: Valtakunnallisten maantie- ja rataverkkojen kehittämissuunnitelmia ei ole tehty enää 2010-luvulla, mutta aiemmin sellaisia oli ja niistä tehtiin myös aluetaloudellisten vaikutusten arviointeja. Näidenkin arviointien yhteydessä on tehty aluetaloudellisten vaikutusten arvioinnin ja arviointimallien kehitystä, mutta varsinainen kehittämissuunnitelman arviointi on pääosassa. Viimeisimmissä arvioinneissa on käytetty yleisen tasapainon mallia.

Valtion väyläinvestointien laajennetut arvioinnit: Valtion väyläinvestointien laajennettuja vaikutusarviointeja on tehty hankkeiden esiselvitysvaiheessa, ei niinkään varsinaisen hankearvioinnin täydennyksenä. Arviointien voidaan olettaa palvelevan liikennehallinnon tietotarpeita hankkeista alueiden kanssa käytävässä vuoropuhelussa. Aluetaloudellisille vaikutuksille saadaan suunta ja mittakaava suhteessa esimerkiksi suoriin käyttäjähyötyihin. Tällaisista arvioinneista on viimeaikaisia esimerkkejä mm. Seinäjoki–Kaskinen-radan perusparannus, Itä-Suomeen suuntautuvien ratalinjausten tarkastelu ja Jäämeren rataselvitys.

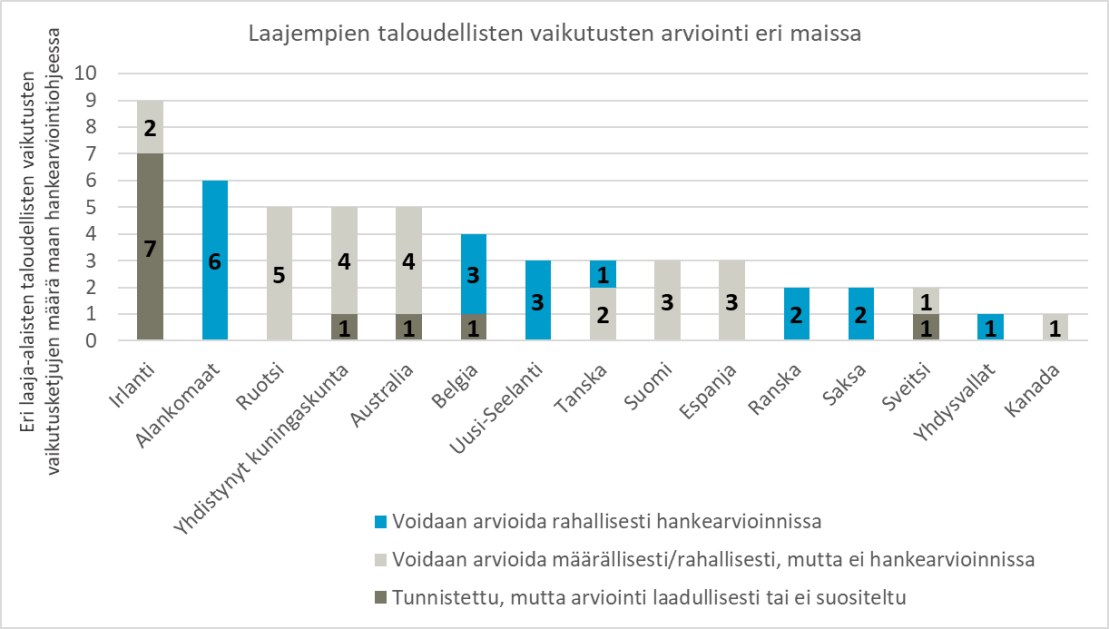
Alueellisten toimijoiden arvioinnit valtion väyläinvestoinneista: Alueelliset toimijat, kuten maakuntaliitto tai kaupunkiseudun kuntayhtymä, ovat tehneet arviointeja valtion liikenneinvestointien aluetaloudellista vaikutuksista. Tällaisten arviointien käyttötarkoitus on hankkeen edistäminen. Viimeaikaisia esimerkkejä tällaisista arvioinneista on mm. Pisara-radan vaikutusarviointi, Lentoradan laaja-alaiset ja välilliset vaikutukset sekä Seinäjoki–Tampere kaksoisraiteen aluetaloudelliset vaikutukset.

Kaupunkien omien investointien arvioinnit: Helsingin, Tampereen ja Turun kaupungit ovat teettäneet alue- ja kaupunkitaloudellisia arviointeja raitiotiehankkeistaan. Arviointien käyttötarkoitus on ollut ensisijaisesti kaupunkien oma päätöksenteko ja arvioinneissa on käsitelty kaupungin talouden kannalta merkityksellisiä eriä, kuten maanluovutustulot ja verotulot.

4.3 Kansainvälinen katsaus

Kansainvälisessä katsauksessa tarkasteltiin alkuun laajempien taloudellisten vaikutusten huomioimista eri maissa, minkä jälkeen valituista maista tarkasteltiin lisäksi

käytössä olevia aluetalouden arviointimenetelmiä ja -työkaluja. Kuvassa 4-1 on yhteenveto, miten eri maissa on tunnistettu laajemmat taloudelliset vaikutukset, sekä kuinka ne tulee huomioida hankearvioinnissa.



Kuva 4-1. Maat, mitkä tunnistavat laajemmat taloudelliset vaikutukset hankearvioinnissa, sekä niiden huomioiminen hankearvioinnissa (muokaten lähteestä Wangness ym. 2017).

Tällä hetkellä liikenneinfrastruktuureista vastaavien viranomaisten ohjeistusten mukaan Alankomaissa, Belgiassa, Uudessa-Seelannissa, Tanskassa, Ranskassa, Saksassa ja Yhdysvalloissa voidaan sisällyttää laajempia taloudellisia vaikutuksia liikennehankkeiden vaikutusarviointiin. Hankearviointiin sisällytettävät laajempien taloudellisten vaikutusten vaikutusketjut ovat maittain:

- ***Alankomaissa:*** Kasautumisvaikutukset, tuotannon muutokset epätäydellisen kilpailun markkinoilla, lisääntynyt työvoiman tarjonta, liikkuminen eri tuottavuuden työpaikkoihin, liiallinen työvoiman tarjonta ja riippuvuuksien vaikutukset maankäytön sääntelyyn (Wangness ym. 2017).

- ***Belgiassa:*** Kasautumisvaikutukset, tuotannon muutokset epätäydellisen kilpailun markkinoilla ja liiallinen työvoiman tarjonta.

- ***Uudessa-Seelannissa:*** Kasautumisvaikutukset, tuotannon muutokset epätäydellisen kilpailun markkinoilla ja kasvanut työvoiman tarjonta muuttuneista työmatkan kustannuksista.

- ***Tanskassa:*** Työn tarjonnan muutos työmatkakustannusten muuttuessa.

- ***Ranskassa:*** Kasautumisvaikutukset ja tuotannon muutokset epätäydellisen kilpailun markkinoilla.
- ***Saksassa:*** Muuttunut työvoiman tarjonta ja panokset kansainvälisten suhteiden edistämisessä, millä tarkoitetaan tuottavuusvaikutuksia, mitkä toteutuvat kansainvälisen kaupan, lisääntyneen kilpailun, erikoistumisen ja kansallisten vahvuuksien paremman käytön kautta.
- ***Yhdysvalloissa:*** Kasautumisvaikutukset.

Lisäksi Irlannissa, Ruotsissa, Yhdistyneessä kuningaskunnassa, Australiassa, Suomessa, Espanjassa, Sveitsissä ja Kanadassa on tunnistettu laajemmat taloudelliset vaikutukset ja niille erilaisia vaikutusketjuja. Edellä kuvatuissa maissa laajemmat taloudelliset vaikutukset tulee kuitenkin tarkastella erillään hankearvioinnista.

Käytössä olevia aluetalouden arviointimenetelmiä ja -työkaluja vertailtiin Suomessa, Ruotsissa, Norjassa, Alankomaissa, Australiassa ja Yhdysvalloissa. Tehdyn kansainvälisen katsauksen perusteella eri maissa käytetään aluetalousvaikutusten arvioimiseksi lähtökohtaisesti kolmenlaisia malleja:

1. Yleisen tasapainon malleja
2. Staattisia panos-tuotosmalleja
3. Liikennemallien ja maankäytön suunnittelumallien laajennuksia

Eri maissa käytössä olevat mallit ovat rakenteeltaan ja teoriataustaltaan varsin samanlaisia keskenään, mutta maakohtaisissa käytön suosituksissa ja käytön yleisyydessä on varsin suuria eroja.

Ruotsissa laajempia taloudellisia vaikutuksia ja aluetalousvaikutuksia on arvioitu niin liikennemallien laajennuksilla (DYNLOK ja SAMLOK -mallit[3]) kuin myös staattisilla panostuotosmalleilla ja yleisen tasapainon malleillakin (Brandsma ym. 2013, Vestin 2015, Anderstig ym. 2015, Hansen 2016, 2017, Ivanova ym. 2002, 2007). Ruotsissa on päädytty suositukseen, ettei laajempia taloudellisia vaikutuksia sisällytetä yhteiskuntataloudellisiin laskelmiin, koska niitä ei voida tehdä yhtäläisin standardoiduin menetelmin eri alueilla. Laajemmat taloudelliset vaikutukset tulee kuitenkin kuvata erillisarvioinnissa, jos 1) hanke on riittävän suuri tai strategisesti tärkeä, jotta se todennäköisesti tuottaa merkittäviä vaikutuksia myös liikennealan ulkopuolisille markkinoille tai

[3] DYNLOK-malli on dynaaminen sijoitusmalli, joka laskee muuttuvien matka-aikojen vaikutuksia asumiseen ja työvoimaan ja SAMLOK-malli arvioi kuntatasolla, miten liikennehankkeista syntyvät muutokset vaikuttavat väestöön, työvoimaan ja tuotokseen

2) markkinoilla on yksi tai useampi liikennejärjestelmän puutteista johtuvia markkinahäiriöitä. (Trafikverket 2018a. 2018b, Vestin 2015, Vold 2007, Duranton & Puga 2004, Sundberg, M. 2009a, 2009b, International Transport Forum 2018a,b)

Norjassa laajempien taloudellisten vaikutusten sekä aluetalousvaikutusten arviointiin on käytetty sekä alueellisia staattisia panos-tuotosmalleja että yleisen tasapainon mallia. Saatujen tulosten perusteella laajemmat taloudelliset vaikutukset ovat hyvin kontekstisidonnaisia ja esimerkiksi yleisellä tasapainomallilla laskettujen laajempien taloudellisten vaikutusten määrä vaihtelee 1,9 – 23,9 prosentin välillä suorista vaikutuksista. (TØI 2016, Hansen 2016, 2017)

Norjan hankearvioinnin ohjeissa todetaan, ettei laajempia taloudellisia vaikutuksia sisällytetä yhteiskuntataloudelliseen laskelmaan vaan ne tehdään tarvittaessa erillisenä lisäraporttina. Jotta arvioinnit laajemmista taloudellisista vaikutuksista tehdään, hankkeen tulee täyttää seuraavat kriteerit (Statens vegvessen 2018):

1) Hanke tai toimenpide on niin suuri, että se vähentää merkittävästi matka-aikaa ja sitoo markkina-alueita toisiinsa:
   - Odotettu matka-ajan lyheneminen on vähintään 20 prosenttia nykyisestä
   - Hankkeen tavoite on matka-ajan lyhentäminen
   - Matka-aika nykyisellään suurempi kuin korkein pendelöintitaso (1 tunti)
   - Työ- ja työasiamatkojen osuus kaikista matkoista on yli 55 prosenttia
2) Hanke tai toimenpide sitoo toisiinsa työpaikka-alueita
   - Määritelty työllisyystaso
3) Hanke tai toimenpide vähentää jonotusaikoja
4) Hanke vähentää epätäydellistä kilpailua

Alankomaissa on tehty kattavia tarkasteluja eri mallien ominaisuuksista ja käyttömahdollisuuksista liikennehakkeiden aluetaloudellisten vaikutusten arvioimiseksi (Romijn, Renes 2013, Bert Hof ym. 2011, Bork 2005, Thissen 2005, Elhorst 2004, Frank van Oort 2005, Annema 2016, Van de Vooren 2004, Zondag ym 2007, Zondag 2007). Mallien arvioinnin tuloksena saatiin määriteltyä keskeiset kriteerit mallien käytölle,

minkä pohjalta myös päivitettiin kansallinen vaikutustenarviointiohje. Päivitetyssä vaikutustenarviointiohjeessa on lista hyväksytyistä arviointimenetelmistä liikennehankkeiden vaikutustenarvioinnissa (käyttäytymismallit, liiketoimintacase-esimerkit, hintajoustot, kokeilut ja indeksikertoimet). Kaikkien vaikutustenarvioinnissa käytettävien menetelmien tulee täyttää seuraavat kriteerit (Annema 2016):

1) Ne on todennettu empiirisesti ja validoitava säännöllisesti.

2) Niiden on oltava sopivia tunnistamaan tarkasteltavia vaikutuksia.

3) Mitä tärkeämpi tarkasteltava vaikutus on kustannus-hyötyanalyysin tuloksiin, sitä yksityiskohtaisempi vaikutusten arviointimenetelmän on oltava.

4) Kaikki menetelmän epävarmuustekijät on ilmoitettava ja analysoitava.

Yhdysvaltojen osalta laajempien vaikutusten arviointi näyttää osavaltiotasolla keskittyvän panos-tuotosmallien käyttöön, mutta liittovaltiotaso on käyttänyt suuria YTP-malleja talouspolitiikan vaikutusten arviointiin, myös tieinfrastruktuurin osalta. Australian suhteen lienee samoin – tiehankkeiden arviointi on osavaltioiden vastuulla, mutta hyvin suuria hankkeita on arvioitu myös YTP-mallien avulla. Lisäksi Australiassa on kehitetty suurkaupunkien aluesuunnittelua ja liikennettä kuvaavia malleja, joiden käyttö rajautuu näille alueille. Molemmissa maissa mallien tietopohjia on kehitetty laajoissa tutkimushankkeissa, ja ne ovat nykyisellään hyvin kattavia. Varsinkin Yhdysvalloissa julkinen tieto on avoimesti saatavilla, mutta sen käyttö edellyttää vaativaa jatkojalostamista. Australian osalta tietojen saanti lienee helpompaa, mutta alueellisten mallien käyttöön sitä on jalostettu monien aineistojen yhdistelemisellä.

5 Havainnollistaminen ja koelaskenta

Havainnollistaaksemme aluetalousmalleilla tuotettavissa olevaa vaikutustietoa sekä testataksemme mallien soveltuvuutta liikennehankkeiden aluetaloudellisten vaikutusten arvioimiseksi, suoritettiin koelaskenta Suomen yleisen tieverkon kehittämiskohteessa, jossa rakennettiin uusi pitkä moottoritieosuus. Koelaskennassa arvioitiin jo toteutuneen hankkeen aluetalousvaikutukset hankearvioinnin tietojen pohjalta, minkä jälkeen saatuja tuloksia verrattiin todelliseen tilastoituun talouden kehitykseen alueellisesti ja valtakunnallisesti. Koelaskennassa rakentamisen aika (investointikustannukset kysyntä- ja työllisyysvaikutuksineen) rajattiin tarkastelun ulkopuolelle ja arviointiin sisällytettiin ainoastaan hankkeen valmistumisen jälkeiset käytönaikaiset vaikutukset.

Liikennemäärien ja autokannan kehitysarviot tarkastelun perusskenaariossa perustuvat LVM:n muun muassa ilmastopolitiikan arviointiin teettämiin, 2010- ja 2020-luvut kattaviin ALIISA-skenaarioihin. Näiden skenaarioiden mukaisesti 2010-luvun alkua luonnehti henkilöautoliikenteen dieselöityminen ja hybridien esiinmarssi, mutta 2020-luvulle tultaessa jo 2010-luvulla tehdyissä skenaarioissa oletettiin täyssähköautojen alkavan tulla kilpailukykyisiksi.

Moottoritien vaikutukset on kohdennettu aikasäästöjen perusteella kotitalouksille ja liikennepalveluita tuottaville toimialoille. Aikasäästöjen on tulkittu tehostavan liikennettä, mikä lähtökohtaisesti tarkoittaa, että rahamääräisesti sama tuotos/kulutus syntyisi pienemmällä resurssien käytöllä. Kansantalouden tilinpidossa näitä palveluita kuvaavat joukkoliikenne- ja henkilöautoliikennepalveluiden kysyntä. Joukkoliikennepalveluiden kysyntä kuvataan sellaisenaan, mutta henkilöautoliikenteen palveluiden kysyntä jakaantuu useille hyödykkeille. Näitä ovat liikennepolttoaineet, autojen huolto ja korjaus sekä ajoneuvojen hankinta. Aikasäästöjä koskevan käyttäytymismuutosten mallinnuksen täytyy tapahtua näiden saatavissa olevien tietojen perusteella. Joukkoliikenteen osalta on luontevaa kohdentaa aikasäästöt polttoainetalouteen ja myös työpanokseen, kun liikenteen sujuvoittaminen mahdollistaa säästöjä molemmissa. Tällöin liikennehankkeen vaikutus näkyy työn tuottavuuden ja materiaalitehokkuuden paranemisena. Kotitalouksien osalta vaikutuskanavat ovat samat, mutta tilinpidon konventioiden vuoksi ne eivät ole yhtä läpinäkyvät. Kotitalouksien henkilöautoliikennettä voidaan kuvata samoin kuin joukkoliikennettä, kuten Dixon ym. (2017) tekevät tieverkoston kehittämisen rahoitusvaihtoehtoihin syventyvässä tutkimuksessaan. Samaa lähestymistapaa sovelletaan myös SITRA:n kestävän kehityksen verouudistusta koskeneessa tutkimuksessa (Tamminen ym. 2019). Kun rahoitusvaihtoehdot eivät ole keskiössä, kuvaus voidaan toteuttaa suoraviivaisemminkin, kohdentaen arvioidut aikasäästöt edellä mainituille kysyntäerille.

Kotitalouksien osalta säästö kohdennetaan siis liikennepolttoaineisiin ja ajoneuvojen käyttökustannuksiin, kuten vaikutusketju itse asiassa toteutuu liikennepalveluissakin, joissa lisäksi säästyy myös työpanosta annettua suoritetta kohti. Aikasäästö on periaatteessa mahdollista mallintaa myös matka-ajan lyhenemisen kautta: tällöin matka-ajalle lasketaan varjohinta, jolle säästö kohdennetaan (kuten USAGE-HWY-mallissa). Esimerkkihankkeen taustatietojen perusteella tähän ei kuitenkaan päästy.

Arviosta on tähän koottu tulokset skenaariosta, jossa oletetaan, että aluetalouden muutokset heijastuvat maassamuuttoon. Tällöin Etelä-Suomeen virtaa lisää työvoimaa muualta Suomesta. Herkkyystarkastelussa on arvioitu myös sitä vaihtoehtoa, että näin ei kävisi. Lisäksi on arvioitu, missä määrin tulokset riippuvat julkisten sektorien työllisyyden kasvusta. Tässä julkispalvelujen kysyntä kasvaa väkiluvun kasvun myötä, mikä kasvattaa työvoiman kysyntää näillä toimialoilla.

5.1 Koelaskennan kohde

Koelaskennan kohteeksi valittiin moottoritien täydentäminen valtatie 1:llä välillä E18 Muurla–Lohja. E18 Muurla-Lohja tieosuus on nykyään noin 50 kilometriä pitkä kaksiajoratainen ja nelikaistainen moottoritie Muurlan ja Lohjan välillä. Tiehankkeeseen sisältyi myös Lohjan läntinen sisääntulotie Karnaisten eritasoliittymästä Routiolle.

E18 Muurla - Lohja -moottoritien rakentaminen, hoito ja ylläpito hankittiin elinkaarimallin mukaisesti kokonaispalveluna. Sopimus solmittiin syksyllä 2005 Tieyhtiö Ykköstien kanssa. Tie valmistui vuonna 2009 ja sopimus tieyhtiön kanssa jatkuu vuoteen 2029. Hankkeen kokonaisarvo on noin 700 miljoonaa euroa.

5.2 Lähtötiedot ja skenaarion muodostaminen

Tarvittavat lähtötiedot aluetalouden tilanteesta ja eri toimijoiden välisistä vuorovaikutussuhteista ennen tiehanketta saatiin kansantalouden tilinpidosta. Kansantalouden tilinpidon aikasarjat toimivat koelaskennassa käytetyn REFINAGE-mallin perusaineistona, mistä määritetään mallinnuksessa tarvittavat joustot eri muuttujien välillä.

REFINAGE:ssa kotitalouksien kysyntää kuvataan LES-kysyntäsysteemillä, joka on hyvin parsimoninen[4] vaadittavien parametrien suhteen. Tämän lineaarisen menojärjestelmän eri hyödykkeiden kulutusosuuksia koskevat parametrit voidaan johtaa suoraan

[4] Niukkaparametrinen, mutta hyvin kysyntää mallintava.

kansantalouden tilinpidon tarjonta- ja käyttötauluista. Hyödykekohtaiset tulojoustot on estimoitu kulutustutkimuksen perusteella. Yritysten tuotantoa kuvataan yhdistelmällä Leontief- ja CES-funktioita. Näidenkin funktiomuotojen parametreistä suuri osa on johdettavissa suoraan kansantalouden tilinpidosta, ja tuotantopanosten välistä substituoitavuutta kuvaavat parametrit pohjautuvat tutkimuskirjallisuuteen. Koska malleja käytetään varsin laajalti, kansainvälisissä tutkimuksissa on estimoitu näitä parametrejä myös Suomelle, minkä lisäksi Suomea koskevia erillistutkimuksia on tehty aika ajoin.

Kansantalouden tilinpito kuvaa taloutta, jossa vallitsevat vakioskaalatuotot, mutta jossa tuotteiden tuottajahintojen ja lopputuotteen hintojen – kuluttajahintojen – välillä on kuilu, joka selittyy kahdella tekijällä, hyödykkeisiin kohdistuvilla välillisillä veroilla ja kaupan ja kuljetusten marginaaleilla. Kansantalouden tilinpito siis sallii marginaalien vaikutuksen, mutta sille on tilinpidossa eksplisiittinen syy. Eräissä malleissa oletetaan, että tuottajahintojen ja kuluttajahintojen välille syntyy eroa epätäydellisen kilpailun vuoksi. Tällaisen marginaalihinnoittelun tuottamat voitot eivät useinkaan ole sellaisenaan havaittavia, jolloin mallin kalibroiminen edellyttää käytännössä tilinpidon mukauttamista. Samoin menetellään usein yritysten pääomakantaa kuvattaessa. Tässä koelaskennassa pitäydyttiin vakioskaalatuotoissa ja tilinpidon mukaisissa käsitteissä.

Arviossa käytetään perusskenaariona aluetalouden kehitystä vuodesta 2008, jota on arvioitu useissa aiemmissa tutkimuksissa. Perusskenaariossa oletetaan, että tietä ei olisi rakennettu, kun taas arviointiskenaariossa tien vaikutukset otetaan huomioon.

Arvioidaksemme E18 Muurla-Lohja tieosuuden käytönaikaisia vaikutuksia, käytönajalle muodostettiin arviointiskenaario, missä lähtötiedot ja suorien vaikutusten suuruudet saatiin hankearvioinnista E18 Muurla–Lohjanharju-hankkeen yhteiskuntataloudellinen analyysi[5]. Arviointiskenaariossa on huomioitu uuden tiehankkeen muutokset yritysten toimintaan ja kotitalouksien kulutukseen, jolloin siinä pyrittiin identifioimaan ne hyödykkeet ja toimialat, joihin hankearviossa tunnistetut aikasäästöt ja muut vaikutukset kohdentuvat. Skenaariossa keskeinen muutos koskee henkilöliikenteen aikasäästöjä, jotka kohdentuvat kotitalouksiin kolmella tavalla:

1) liikenteen sujuvoittaminen säästää polttoainekuluja, ja siitä syntyvä säästö lisää kotitalouksien kaikkea muuta kulutusta

2) liikenteen sujuvoituminen aiheuttaa samanlaisen säästö-/kulutusvaikutuksen myös joukkoliikenteeseen

[5] Paavo Moilanen ja Heikki Metsäranta: E18 Muurla–Lohjanharju-hankkeen yhteiskuntataloudellinen analyysi. Helsinki 2001. Tiehallinto, Turun ja Uudenmaan tiepiirit. Tiehallinnon selvityksiä 44/2001. 47 s. ISSN 1457-9871, ISBN 951-726-792-4, TIEH 3200690.

3) lisäksi kotitaloudet kuluttavat vähemmän moottoriajoneuvojen huoltopalveluja.

Hankearvioinnin mukaan nämä säästöt ovat arvoltaan kaikkiaan noin 275 M€ diskontattuna 30 vuoden aikana. Tämä säästö on kohdennettu vuositasolla maakuntien kotitalouksille liikennemäärien jakauman perusteella siten, että säästön määrä on Uudellamaalla 45 prosenttia kokonaissäästöstä ja Varsinais-Suomessa 55 prosenttia. Suhteellisesti vaikutus on Varsinais-Suomessa lähes nelinkertainen Uuteenmaahan verrattuna. Tarkastelu ottaa huomioon työmatka-, vapaa-ajan ja rahtiliikenteen.

Aikasäästöt koskevat myös rahtiliikennettä, jossa ne ovat noin 100 M€ diskontattuna 30 vuoden tarkasteluajalle. Rahtiliikenteessä vaikutus on kuitenkin hieman toisenlainen kuin yksityisessä kulutuksessa, rahtiliikennehän tuottaa kuljetusmarginaalia ennen kaikkea elinkeinoelämän käyttöön. Siten aikasäästöt kanavoituvat rahtiliikenteeseen työn tuottavuuden kasvuna suoraan panoskysyntäfunktioihin ja polttoainetalouden paranemisena, kun aikaa kuluu liikkumiseen vähemmän, kun taas edellinen kuvaa liikenteen sujuvoitumisen vaikutusta. Aikasäästöt on kohdennettu suhteellisesti samansuuruisina polttoaineiden käyttöön ja työvoimakustannuksiin.[6]

Tienpitoon vaikutus on päinvastainen – hankearviossa ennakoidaan, että sen tarve lisääntyisi. Tämä vaikutus on noin 18,5 M€ diskontattuna kolmen vuosikymmenen aikana, ja se on kohdennettu vuositasolle Uudenmaan ja Varsinais-Suomen tienrakentamiseen (joka vastaa korjauksista) ja muuhun ylläpitoon, joka kohdentuu hallinnon toimialaan siten, että Uudenmaan osuudeksi tulee 45 prosenttia lisäkustannuksesta. Suhteellisesti ylläpitotarve kohdistuu siis enemmän Varsinais-Suomeen.

Muodostetussa skenaariossa keskeinen oletus koskee hyötyjen jakautumista Uudenmaan ja Varsinais-Suomen välillä, joiden väliseen liikenteeseen uuden tien vaikutukset ennen kaikkea kohdentuvat. Liikennemäärien perusteella tässä oletetaan, että ne kohdentuisivat suhteellisesti merkittävämpänä Varsinais-Suomeen; liikennemäärät jakautuvat hieman epätasaisesti siten, että noin 45 prosenttia liikenteestä on Varsinais-Suomen alueella, mutta koska maakunnan aluetalous on selvästi Uuttamaata pienempi, suhteellinen merkitys on sille suurempi.

[6] Huomioon tulee ottaa, että kuorma-autoilun aikasäästö on laskettu vain kuljettajan aikasäästönä. Rahdin aikasäästöjä ei ole (tuolloin) laskettu ja siten tavaraliikenteen hyödyt on laskelmissa aliarvioitu. Jatkossa (vuodesta 2020 eteenpäin) aletaan arvioimaan myös rahdin kulun nopeutumisen suoria aikahyötyjä.

5.3 Mallinnus

Varsinainen laskenta toteutettiin REFINAGE-mallilla, mitä käytetään Gempack -ohjelmalla[7]. Mallinnuksessa malliin syötettiin edellisessä kappaleessa kuvatun skenaarion mukaiset muutokset kohdetoimialoille ja kotitalouksien kulutukseen prosenttiosuuksien muutoksina lähtötilanteeseen verrattuna. Mallinnuksessa tätä kutsutaan shokiksi, mikä poikkeaa perusskenaarion mukaisesta toiminnasta. Syötetyn shokin aikaansaamaa tulosta kutsutaan yleisen tasapainon malleissa yleensä politiikkaskenaarioksi. Mallinnuksen tarkoitus on siis arvioida, kuinka syötetty shokki kanavoituu talouteen, kun talouden toimijat sopeutuvat siihen optimaalisesti.

Tämän jälkeen mallissa laskenta toteutuu siten, että tien valmistumisen tuomat suorat vaikutukset kohdistetaan vuodelle 2009, jonka laskenta jatkuu vuositasolla, ja siitä raportoidaan tuloksia vuoden 2014 tilanteesta sekä vuoden 2020 kohdalla. Laskenta katkaistiin vuoteen 2014, koska kyseiseltä vuodelta on käytettävissä kattavat tiedot todellisista aluetalouden toteumista. Tämä mahdollistaa mallinnuksen tulosten sekä todellisen toteuman välisen vertailun, sillä laskennan lopputulosta peilataan vuoden 2014 toteumaan.

Sekä kotitalouksien että liikennetoimialojen osalta hankearvion vaikutukset on kohdennettu vuoden 2009 aikana toteutuviksi, minkä jälkeen niiden aiheuttama rakennemuutos jää ”elämään” näillä toimialoilla. Muutosten seurauksena kotitalouksien kulutuskysyntä muuttuu, samoin kuin liikennepalvelujen tarjonta; talous löytää uuden tasapainon hintamekanismin kautta, ja tällöin vaikutukset ulottuvat käytännössä kaikkiin hyödykkeisiin ja toimialoihin. Myös työllisyys muuttuu toimialojen sopeutuessa uusiin hintoihin, ja lisäksi työmarkkinat voivat sopeutua alueellisesti.

Julkisen talouden osalta oletetaan, että valtion rahoitusasema säilyy samana kuin perusskenaariossa, mihin päästään arvonlisäveroa nostamalla. Kustannus jakautuu siten koko Suomeen, ei niihin maakuntiin, joihin tie rakennetaan. Valtionverotuksella rahoitetaan käytännössä moottoritien ylläpitoa, kun investointi on toteutettu ennen tarkastelujaksomme alkua.

Mallinnetun politiikkaskenaarion mukaisen kehityksen vertailukohtana toimii perusskenaario talouskehitykselle, jossa on oletettu, että tien hyödyt eivät olisi toteutuneet.

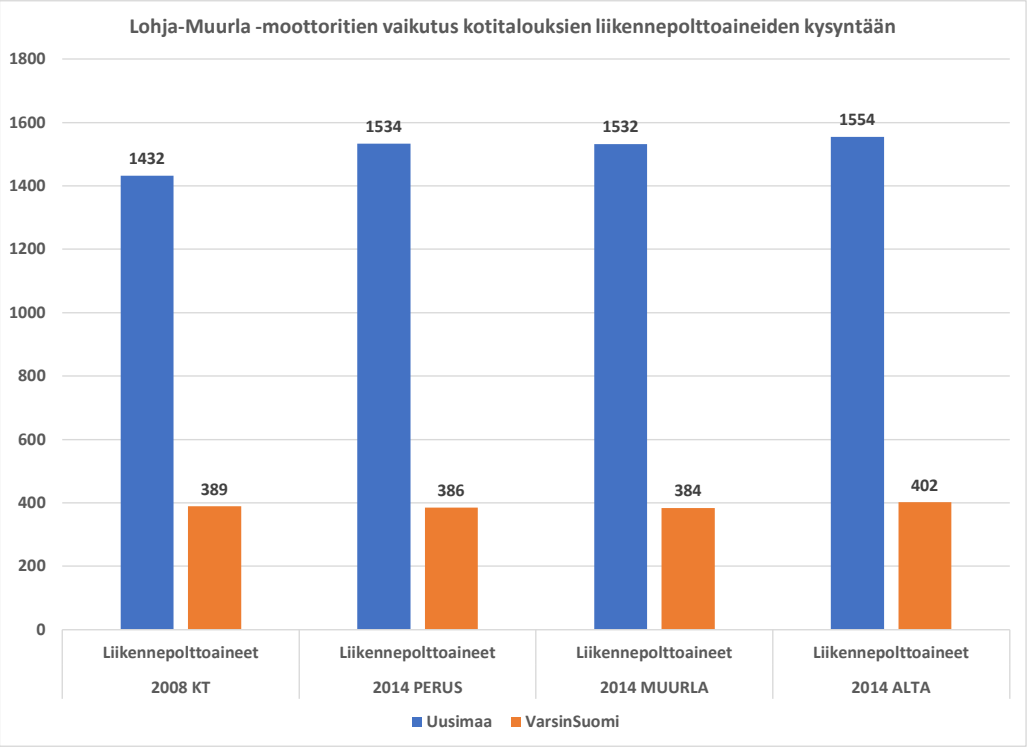
---

[7] GEMPACK (General Equilibrium Modeling PACKage) on matemaattinen mallinnusohjelmisto, joka soveltuu erityisesti yleisen ja osittaisen tasapainomallien laskemiseen. Ohjelmisto pystyy käsittelemään useita erilaisia taloudellisia käyttäytymistapoja kuvaavia aineistoja ja sisältää monipuolisen menetelmän intertemporaalisten mallien ratkaisemiseksi.

Muun talouskehityksen osalta perusskenaario nojautuu muutaman vuoden takaiseen ennusteeseen viime vuosikymmenen alun kehityksestä.

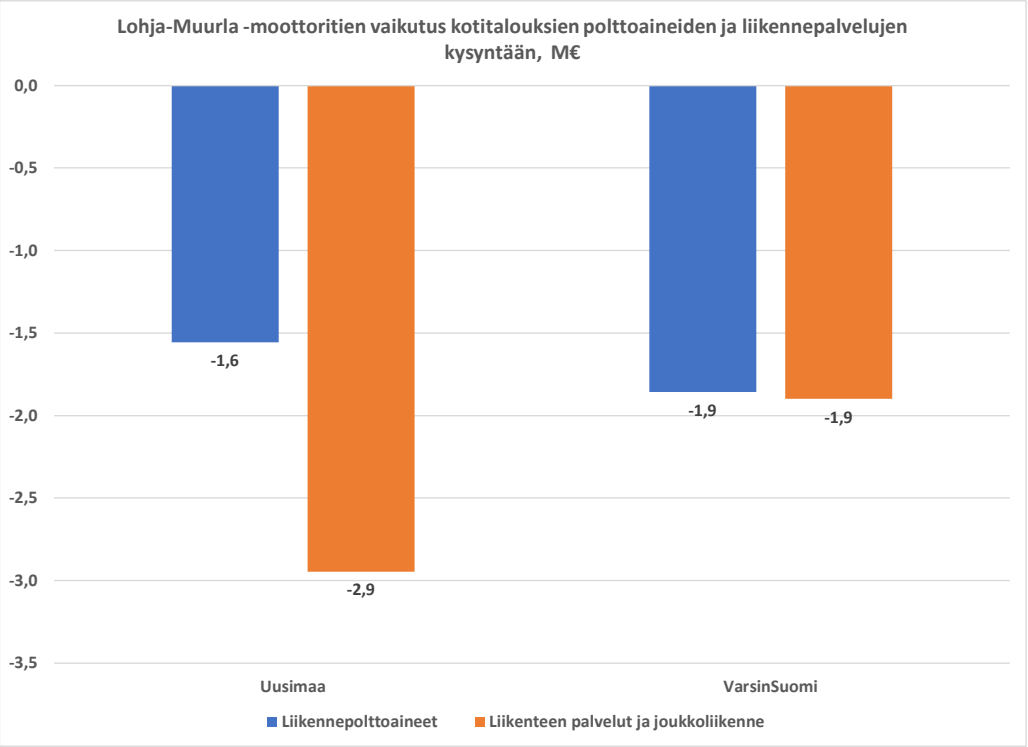
5.4 Tulokset

Perusskenaarion ja politiikkaskenaarion suhdetta toteutuneeseen kehitykseen voidaan kenties parhaiten kuvata vertaamalla laskelmien tuloksia toteutuneeseen kehitykseen. Ennen kaikkea tämä on suoraviivaista henkilöliikenteen kohdalta, kun taas monet muista vaikutuksista kohdistuvat useille toimialoille. Kuvaan 5-1 on koottu kotitalouksien taholta liikennepolttoaineisiin kohdistunut kysyntä vuonna 2008, perusskenaario (jossa tiehankkeen on jätetty pois) vuonna 2014, politiikkaskenaario (jossa moottoritien vaikutukset on arvioitu hankkeen yhteiskuntataloudellisen arvion perusteella) vuoteen 2014 mennessä sekä 5.6.2019 valmistuneen ALTA-hankkeen arvio vuoden 2014 toteutuneesta (alueellisesta) kulutuksesta. Näistä viimeksi mainittu on tällä hetkellä yksityiskohtaisin, julkaistu alueellinen kulutuksen hyödykerakennetta kuvaava tieto. Tulosten perusteella arvio tien vaikutuksista aluetalouteen osuu kohtuullisen hyvin yhteen toteutuneen kehityksen kanssa. Uudellamaalla kotitalouksien liikennepolttoaineiden kysyntä oli politiikkaskenaarion mukaisessa mallinnuksessa 12 M€ pienempi kuin ALTA-hankkeen mukainen toteuma. Ero perusskenaarion ja politiikkaskenaarion välillä kuvaa tien arvioituja vaikutuksia kulutuksen tasoon vuonna 2014. Mallinnuksen perusteella kotitalouksien kulutus liikennepolttoaineisiin on tiehankkeen seurauksena vuositasolla Uudellamaalla noin 1,6 M€ ja Varsinais-Suomessa 1,9 M€ vähäisempää kuin ilman tiehanketta. Kotitalouksien käytettävissä olevat tulot ovat kuitenkin samat, jolloin kulutus kohdistuu uudella tavalla niin Varsinais-Suomessa kuin Uudellamaallakin.



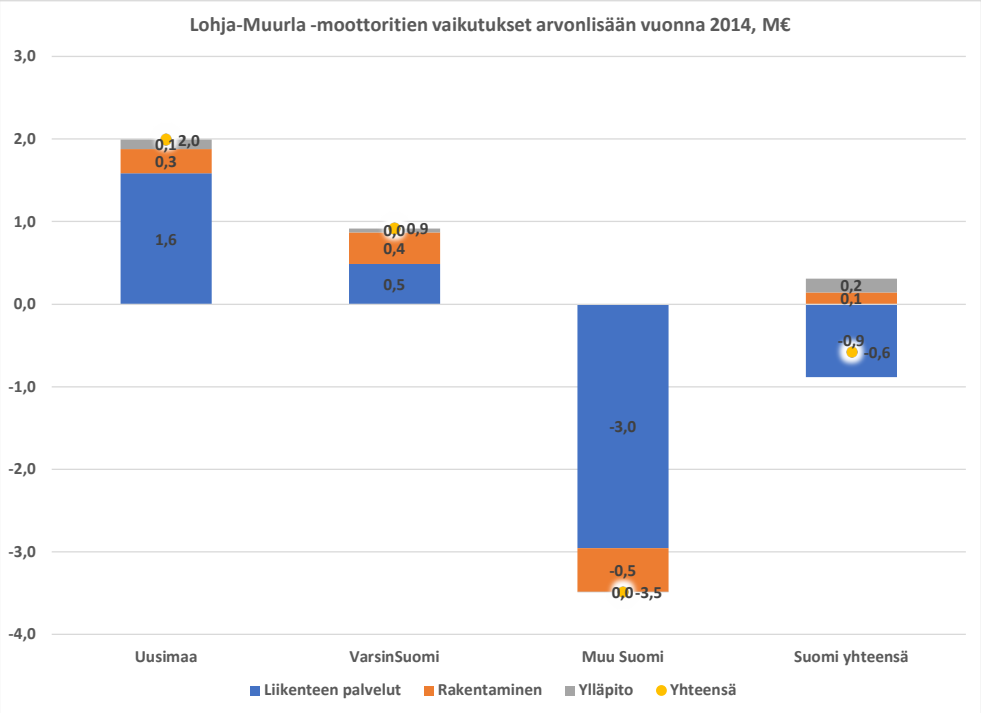
Kuva 5-1. Perusskenaario, ennuste Muurlan moottoritien vaikutuksesta ja toteutunut kehitys

Kuvassa 5-2 on kuvattu moottoritien arvioitu vaikutus kotitalouksien polttoaineiden ja liikennepalvelujen – joukkoliikenteen ja ajoneuvojen huollon – kysyntään vuonna 2014. Kuviosta näkyy, että tien hyöty aikasäästöjen ja liikenteen tehostumisen kautta on Uudellamaalla vuositasolla noin 6 miljoonaa euroa vuodessa ja Varsinais-Suomessa lähes neljä miljoonaa euroa. Mallinnuksen kolmenkymmenen vuoden (diskonttaamaton) kertymä vuoden 2008 euroissa olisi siis lähellä vuoden 2001 hankearvioinnin tulosta. Laskennan keskeiset oletukset ovat, että molempien erien kysyntä Uudellamaalla jäisi reilut 0,3 prosenttia alemmalle tasolle kuin perusskenaariossa ja Varsinais-Suomessa noin 1,5 prosenttia. Erot heijastelevat siis paitsi euromääräisten hyötyjen jakautumista, myös alueiden rakenne-eroja ja sopeutumista uuden tien tuomiin mahdollisuuksiin.

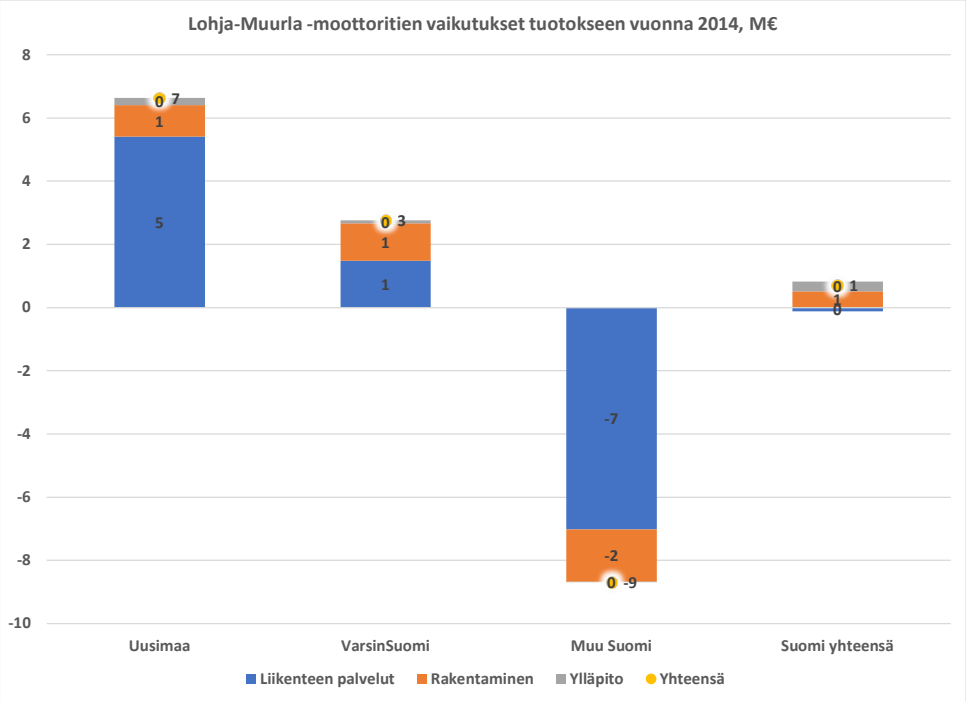


Kuva 5-2. Politiikkaskenaarion vaikutukset kotitalouksien kysyntään verrattuna perusskenaarioon.

Kuvaan 5-3 on koottu vaikutukset liikennetoimialojen arvonlisään ja kuvaan 5-4 vaikutukset näiden toimialojen tuotokseen vuonna 2014. Liikenteen palvelut kattavat tässä varsinaisen rahtiliikenteen lisäksi myös logistiikkapalvelut ja muut liikennemuodot, joihin vaikutuksia ei suoranaisesti kohdenneta, mutta jotka kuuluvat samaan laajempaan toimialaklusteriin. Rahtiliikenteen tehostuminen on laskennassa kohdennettu puolen prosentin suhteellisena polttoainetalouden tehostumisena ja työn tuottavuuden paranemisena sekä Uudellemaalle että Varsinais-Suomeen. Vuoteen 2014 näiden toimialojen kautta syntyy talouteen noin 3 miljoonan euron arvonlisäyksen lisäkasvu. Uudenmaan ja Varsinais-Suomen kasvu syrjäyttää kuitenkin muun Suomen tarjoamia, samoja palveluja, jolloin arvonlisää jää muodostumatta yhteensä vajaalla miljoonalla eurolla. Lisääntynyt tienpidon tarve kasvattaa ylläpitoa maa- ja tierakentamisen sekä ylläpidon osalta hallinnon toimialoilla. Toimialojen tuotos kuitenkin kasvaa koko maan osalta vajaalla miljoonalla.

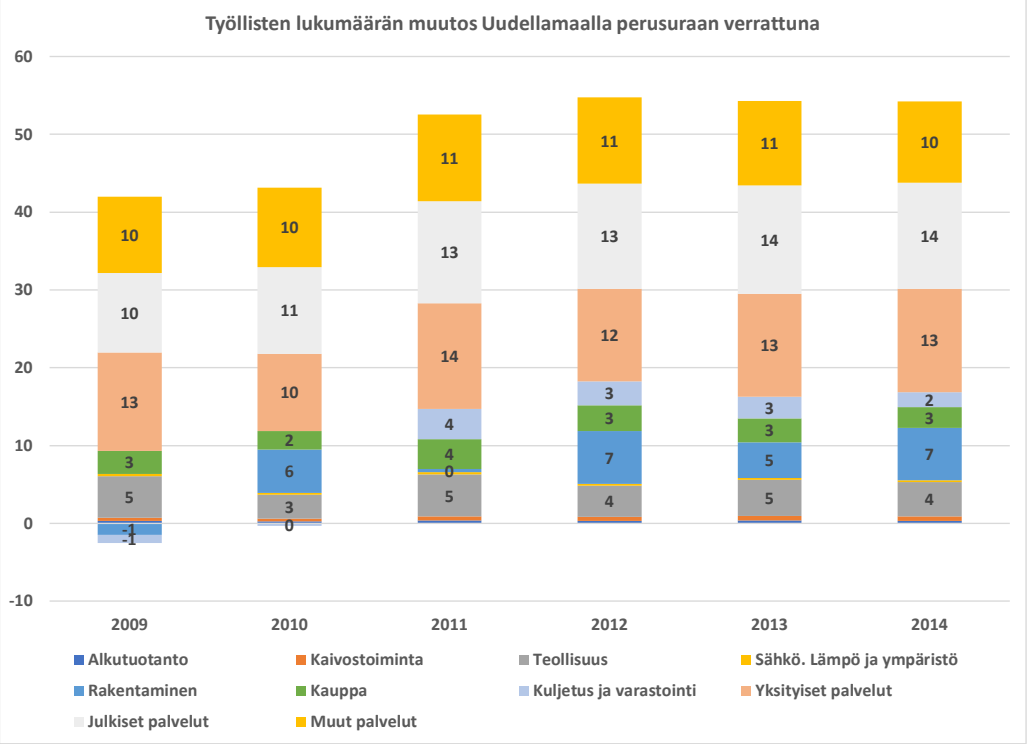


Kuva 5-3. Politiikkaskenaarion vaikutukset liikennetoimialojen arvonlisään verrattuna perusskenaarioon.

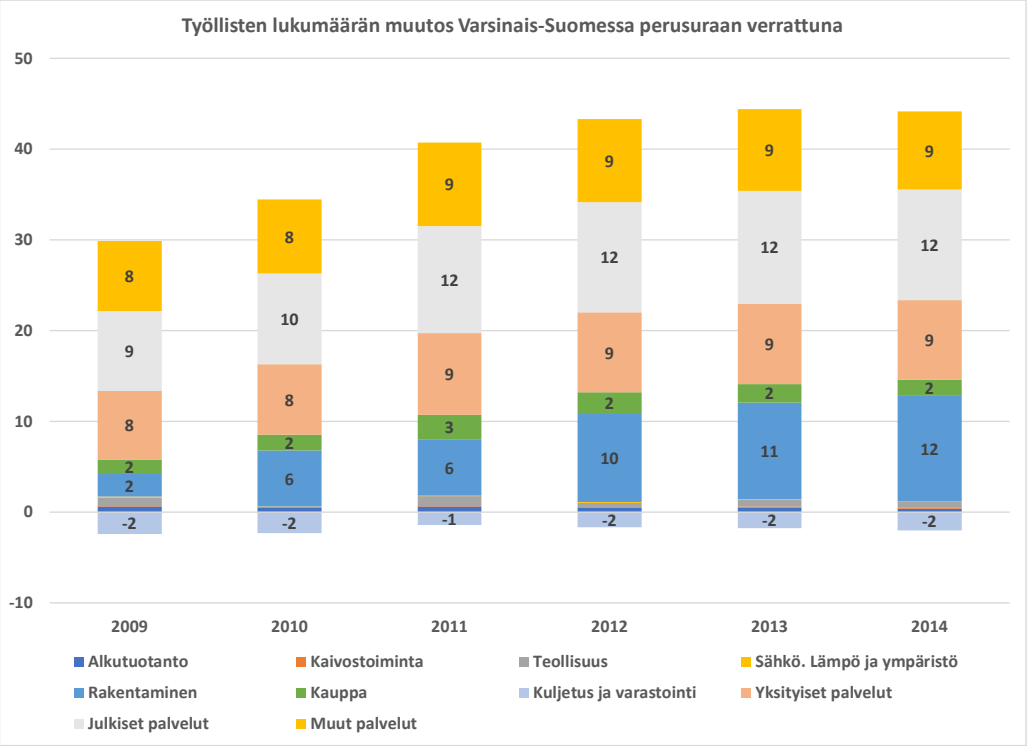


Kuva 5-4. Politiikkaskenaarion vaikutukset liikennetoimialojen tuotokseen verrattuna perusskenaarioon.

Kuviin 5-5 ja 5-6 on koottu vaikutukset työllisyyteen Uudellamaalla ja Varsinais-Suomessa. Molemmissa maakunnissa syntyy viitisenkymmentä uutta työpaikkaa, joista suurin osa kohdistuu erilaisiin palveluihin. Yksityisiin palveluihin ja muihin palveluihin (erilaiset yhteiskunnalliset ja kulttuuripalvelut) syntyy Uudellamaalla hieman vajaat 30 työpaikkaa ja Varsinais-Suomessa parikymmentä, kun taas julkisiin palveluihin syntyy molemmissa hieman toistakymmentä työpaikkaa. Uudellamaalla syntyy työpaikkoja myös liikenteeseen, teiden yläpitoon ja kauppaan (joka hyötyy logistiikan tehostumisesta) kun taas Varsinais-Suomessa kasvu keskittyy enemmän rakentamiseen, jota kasvattaa ylläpitoa enemmän muun talouden kohenemisen myötä kasvaneet investoinnit monilla toimialoilla.

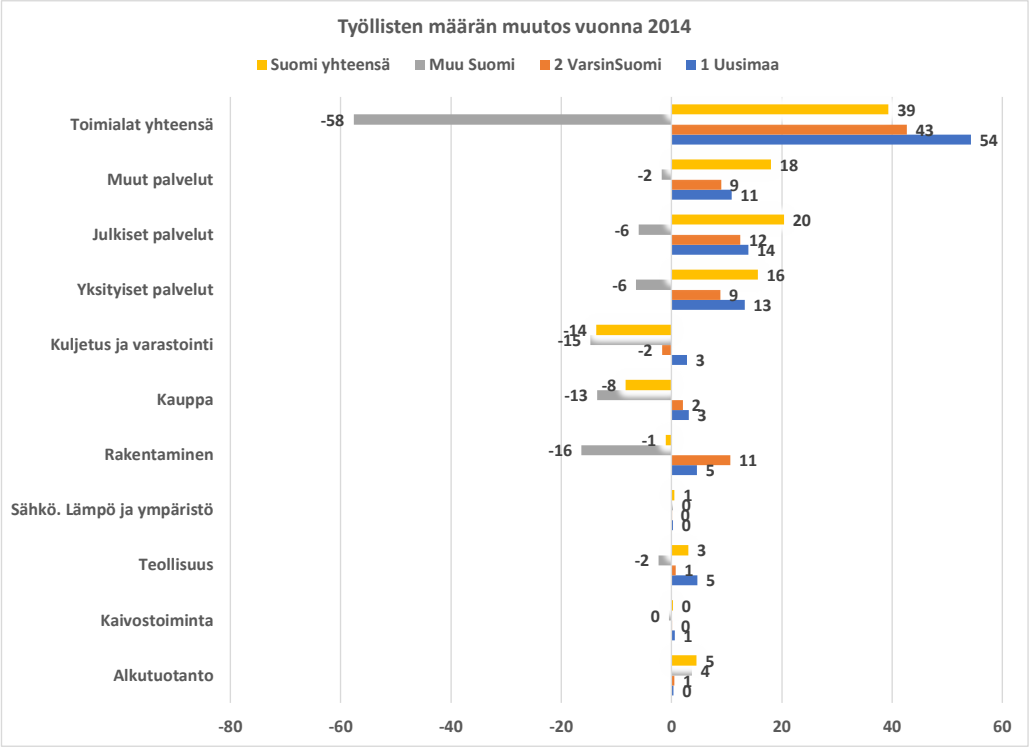


Kuva 5-5. Vaikutukset Uudenmaan työllisyyteen toimialoittain.



Kuva 5-6. Vaikutukset Varsinais-Suomen työllisyyteen toimialoittain.

Kuvaan 5-7 on koottu työllisten määrän muutos myös muualla Suomessa sekä yhteisvaikutus koko maassa. Kumulatiivisesti uusia työpaikkoja syntyy nelisenkymmentä, mutta ne keskittyvät Uudellamaalla ja Varsinais-Suomeen. Tiehankkeet synnyttävät monille aloille uusia työpaikkoja näissä kahdessa maakunnassa, mikä vetää työvoimaa muualta Suomesta. Tämä pienentää palvelujen kysyntää muualla Suomessa.

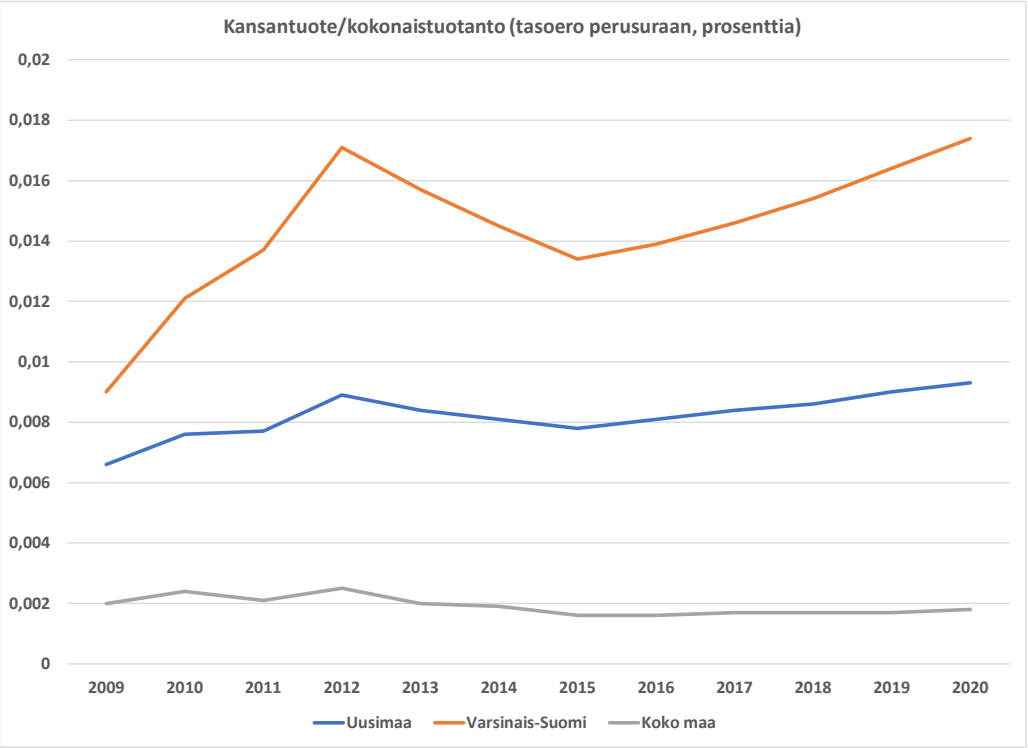


Kuva 5-7. Vaikutukset työllisten määrään koko Suomessa.

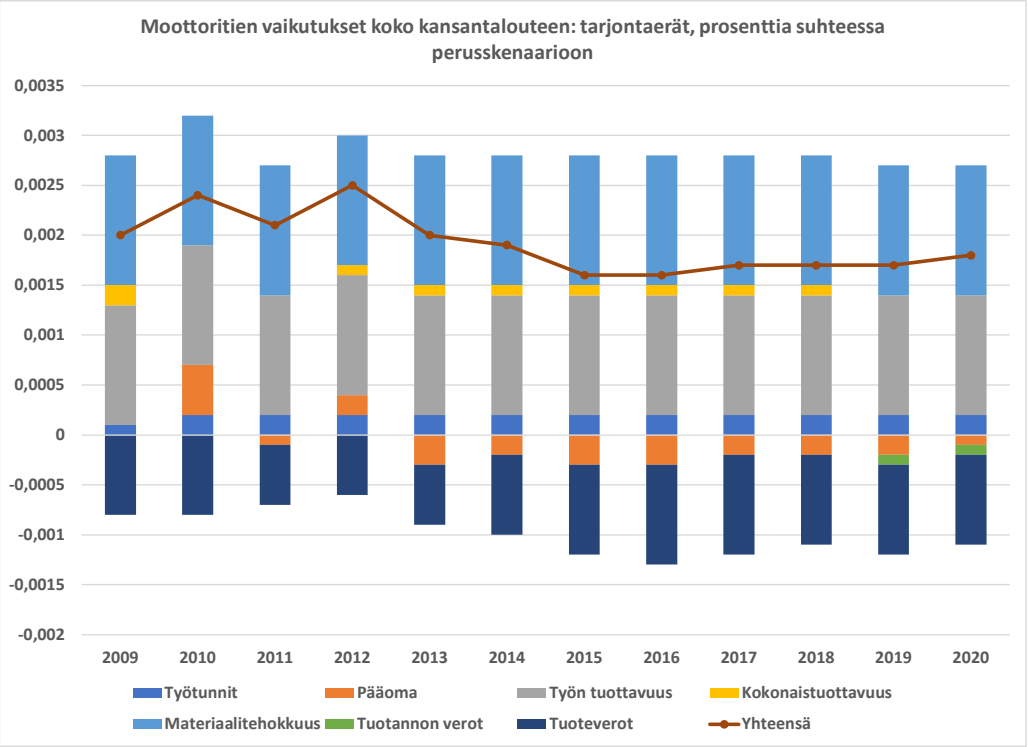
Laskenta noudattaa siis hyvin kuvan 2-2 perusajatusta: hankearvioinnin tiedot muodostavat syötteen, jonka vaikutukset lasketaan kaikkien alueiden ja toimialojen osalta. Tätä rakennetta voidaan vielä havainnollistaa kasvuhajotelmien avulla. Kokonaisvaikutusta kansantalouteen kuvataan alla kuvassa 5-8, johon on koottu moottoritien vaikutukset Uudenmaan ja Varsinais-Suomen aluetalouksiin ja koko kansantalouteen vuoteen 2020 mennessä. Kuvasta näkyy, että vaikutus koko kansantalouteen alkaa taittua muutaman vuoden kuluttua tien valmistumisesta. Vaikutus Uudenmaan ja Varsinais-Suomen aluetalouden kasvuun ei vielä 2020 ole hävinnyt, kun muuttoliike suuntautuu näihin maakuntiin. Pelkästä liikenteestä syntyvä prosentuaalinen muutos ei ole sinänsä suuri, mutta kun vuosittain syntyy miljoonien vaikutus, kertyy siitä kolmessa vuosikymmenessä suuria summia.

Kuvassa 5-9 esitetään tien vaikutus kansantuotteen tarjontaerien kasvuhajotelman avulla. Kasvu on pilkottu kokonaistuottavuuden, työn tuottavuuden, työtuntien, pääoman ja lisäksi vielä materiaalitehokkuuden kautta syntyviin vaikutuksiin. Vuonna 2009 valmistuneen tien arvioitu vaikutus aikasäästöjen kautta on kohdennettu liikennetoimialoilla polttoaineenkulutukseen ja työpanokseen, jotka näkyvät tuottavuuden ja materiaalitehokkuuden paranemisena ja tuoteverojen osuuden pienenemisenä. Kotita-

louksien aikasäästöjen vaikutuskin tulee huomioiduksi, mutta se syntyy enemmän kysynnän uudelleensuuntautumisesta, joka ohjaa kokonaiskysyntää työvoimaintensiivisempiin palveluihin. Tämä vaikutus näkyy selvemmin kuvassa 5-10.



Kuva 5-8. Vaikutukset aluetalouteen ja koko kansantalouteen Suomessa.

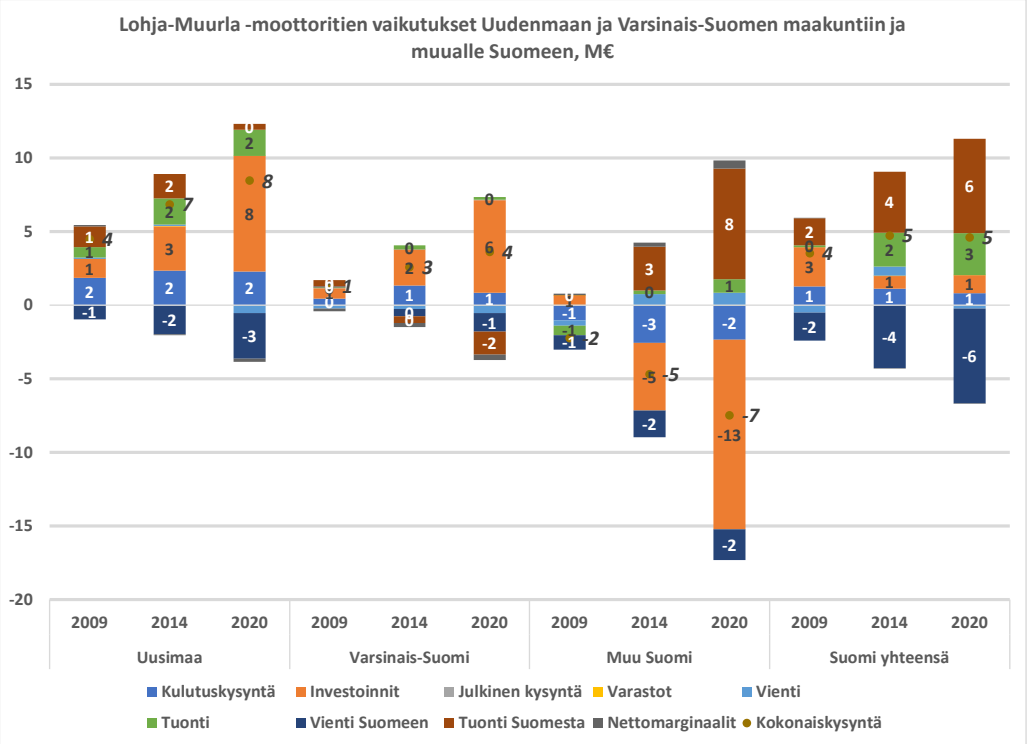


Kuva 5-9. Tarjontatekijöiden vaikutukset kansantuotteen kasvuun.

Kuvaan 5-10 on koottu vaikutuksia Uudellamaalla, Varsinais-Suomessa ja muualla Suomessa kysyntäerien kautta tarkasteltuna. Vaikutukset Uudenmaan kokonaistuotantoon ovat noin 4 M€ ja Varsinais-Suomessa noin 1 M€ vuonna 2009, kun moottoritie valmistui. Tuolloin vaikutukset muualla Suomessa olivat negatiiviset (noin 1 M€), mutta yhteensä kansantuote oli noin 4 M€ korkeampi. Vuonna 2014 Vaikutus Uudellamaalla oli kasvanut 7 miljoonaan euroon ja Varsinais-Suomessa 6 miljoonaan euroon, kun taas pääasiassa muuttoliikkeen kiihtymisen vuoksi vaikutus muualle Suomeen oli vajaa 5 M€ negatiivinen. Yhteisvaikutus kansantuotteeseen oli kuitenkin noin 5 M€ suurempi kuin perusskenaariossa vuonna 2014. Tämän jälkeen vaikutus koko kansantalouteen alkaa hieman pienentyä, kuten kuvasta 5-8 jo nähtiin, kun liikenteen kasvu syö uuden tien tuomat aikasäästöt – taloudellisessa mallinnuksessamme kulutuksen ja elinkeinoelämän kasvun myötä.

Tuloksista näkyy, että kulutuskysynnän kasvu vastasi noin puolesta kokonaisvaikutuksesta Uudellamaalla, Varsinais-Suomessa kuin myös keskimäärin koko maassakin. Muualla Suomessa kuitenkin kulutuskysyntä ja etenkin investoinnit supistuivat perusskenaarioon verrattuna. Politiikkaskenaarion mukaisesti Uudellamaalla ja Varsinais-Suomessa investoinnit kasvoivat ja niiden vaikutus kasvatti aluetaloutta merkittä-

västi molemmissa maakunnissa. Tuloksista näkyy myös, että lisääntynyt kauppa alueiden kautta sekä ulkomaille että muualle Suomeen on kasvattanut Varsinkin Uudenmaan taloutta. Varsinais-Suomessa sekä vienti että tuonti ovat negatiivisia.



Kuva 5-10. Vaikutukset aluetalouteen ja koko kansantalouteen Suomessa.

Tehdyssä koelaskennassa on arvioitu Lohja-Muurla -moottoritien vaikutuksia menneisyydestä käsin ennustaen, tuomalla tiehankkeen arvioidut vaikutukset sellaiseen perusskenaarioon, jossa tiehanke ei olisi toteutunut. Hankearvion tuloksista saatuja suoria liikennevaikutuksia – ennen kaikkea aikasäästöjä – on kohdennettu liikenteeseen vaikutuksina polttoaineenkulutukseen ja ajoneuvojen huoltoon sekä liikennepalvelujen kulutuskysyntään yhtäältä ja toisaalta liikennepalvelujen tuotannon tehostumiseen sekä polttoainetalouden että työn tuottavuuden kautta. Uuden tien myötä kasvanut ylläpito ja korjaustarve on kohdennettu näitä palveluja tarjoaville toimialoille. Tämän arvion valossa hanke on tuottanut vuoteen 2014 mennessä varsin merkittävät hyödyt ja vaikuttanut aluetalouden ja maakuntarakenteen kehittymiseen.

Arviomme tuottaa näistä lähtökohdista arvion ”kerrannaisvaikutuksista” muualla taloudessa, kun talouden toimijat sopeutuvat muuttuneisiin olosuhteisiin. Uudellamaalla ja Varsinais-Suomessa nämä vaikutukset ovat positiivisia, kun tehostunut liikenne tukee talouden kasvua, ja kun kasvu synnyttää kysyntää palveluille. Muualla Suomessa vaikutukset ovat monin osin negatiivisia – syrjäyttäviä, kun resurssit keskittyvät etelään.

Joiltakin osin tulokset heijastavat kasautumista, kun kasvava työvoima sysää investoinnitkin liikkeelle. Osa rakentamisen toimialan kasvusta on seurausta investointien kasvusta, josta osa kohdistuu myös asuntojen rakentamiseen.

Tässä esitetty arvio on toisaalta dynaaminen, ja tuloksemme on, että kansantuote jää pysyvästi korkeammalle tasolle kuin aiemmin. Alkuperäiseen hankkeen yhteiskuntataloudelliseen vaikutusarvioon verrattuna vaikutukset vuoden 2009 kansantuotteeseen ovat hyvin samansuuntaiset. Yhteisvaikutus koko kansantalouden tasolla on lähellä alkuperäistä arviota, vaikka tässä otetaan huomioon myös hankkeen syrjäytysvaikutukset muualla Suomessa.

Aluetaloudellisilla malleilla tehty laskenta ottaa suorat vaikutukset syötteinä, ja sen tuottamat tulokset sisältävät myös näiden suorien vaikutusten osuuden. Laskennan tuloksista voidaan silti tunnistaa kuviossa 2-2 kuvatut vaikutusketjut. Oheisessa taulukossa 5-1 on kuvattu kokonaisvaikutusten kohdentuminen ilmiökohtaisiin vaikutusketjuihin. Vaikutusten muodostuminen ilmiökohtaisten vaikutusketjujen kautta on mahdollista eritellä myös taulukossa 5-1 esitettyä tarkemmin, mutta tämä vaatisi tulosten tarkempaa läpikäyntiä ja dekomponointia. Taulukon tulokset kuitenkin havainnollistavat hyvin, miten aluetalousmalleilla lasketut laajemmat taloudelliset vaikutukset on mahdollista kuvata erikseen ilmiökohtaisesti tai kokonaisvaikutuksina ilman tarkempia ilmiökohtaisia rajauksia.

Kokonaisvaikutukset muodostuvat alueittain (tässä tarkastelussa maakunnittain) ja toimialoittain (tässä tarkastelussa noin 60 toimialaa per maakunta) suorien vaikutusten, työmarkkinavaikutusten, kiinteistömarkkinavaikutusten, kasautumisvaikutusten ja kerrannaisvaikutusten summana. Taulukossa 5-1 kaikkia vaikutuksia ja maakuntia ei kuitenkaan ole raportoitu erikseen, joten taulukon ilmiökohtaisia lukuja summaamalla ei päästä maakunnittaisiin kokonaisvaikutuksiin. Tehdyn koelaskennan tuloksista ne ovat kuitenkin eriteltävissä.

Taulukossa 5-1 säästöt kuvautuvat negatiivisina, koska ne pienentävät kyseisten erien käyttöä annetulla palvelutasolla. Tämä säästö kanavoituu tuotannon ja kulutuksen kasvuksi. Uudenmaan ja Varsinais-Suomen maakunnat vetävät lisätyöntekijöitä muualta Suomesta, jolloin kokonaistyöllisyys kasvaa (vuonna 2009 nelisenkymmentä htv kummassakin maakunnassa). Kulutuskysynnän kasvu heijastuu kiinteistömarkkinoille, ja sen takana oleva työllisyyden kasvu vetää myös investoinnit kasvuun. Tämä vaikutus on kuvattu investointien kasvuna suhteessa perusskenaarioon, ja sitä voitaneen pitää eräänlaisena kasautumisvaikutuksena. Euromääräisesti vaikutus on yhteensä yli seitsemän miljoonaa euroa vuonna 2009. Kerrannaisvaikutuksissa on kyse talouskasvun kanavoitumisesta välituotteiden kysynnän kasvuksi, joka heijastuu paitsi Uudenmaan ja Varsinais-Suomen maakuntiin, myös muualle Suomeen, samoin kuin kulutuskysynnän ja investointien kasvu. Näiden ketjujen avaaminen on mahdollista

mutta vaatii tilaa; taulukkoon 5-1 on siksi koottu vain kokonaisvaikutukset Uudenmaan ja Varsinais-Suomen maakuntiin sekä muuhun Suomeen.

Taulukko 5-1. Aluetalousvaikutusten muodostuminen ilmiökohtaisten vaikutusketjujen kautta, poikkileikkausvertailu vuonna 2009.

Suorat vaikutukset	Välituote-käyttö (aikasääs-töistä)	Kulutus-kysyntä (aikasääs-töistä)	Julkinen kulutus (aikasääs-töistä)	Työpanos (aikasääs-töistä)	Pääoma
Uusimaa	-1,2 M€	- 4,6 M€	0,2 M€	-1,6 M€	
Varsinais-Suomi	-0,5 M€	-4,5 M€	0,25 M€	-0,6 M€	
Työmarkkinat					
Uusimaa				39 htv	
Varsinais-Suomi				42 htv	
Kiinteistömarkkinat					
Uusimaa		0,01 %			
Varsinais-Suomi		0,01 %			
Kasautumisvaikutukset					
Uusimaa					0,01 %
Varsinais-Suomi					0,02 %
Kerrannaisvaikutukset					
Hanke → Uusimaa				-0,1 M€	2,6 M€
Hanke → Varsinais-Suomi				0,7 M€	2,7 M€
Uusimaa → koko Suomi		2,0 M€		1,0 M€	1,3 M€
Varsinais-Suomi → koko Suomi		0,5 M€		0,8 M€	0,8 M€
Kokonaisvaikutukset					
Uusimaa	-0,05 M€	1,9 M€	0,01 M€	3,5 M€	4,4 M€
Varsinais-Suomi	-0,65 M€	0,5 M€	0,01 M€	1,3 M€	2,9 M€
Muu Suomi	-0,4 M€	-0,9 M€	-0,02 M€	1,8 M€	-0,1 M€
Koko Suomi	-1,1 M€	1,5 M€	0 M€	6,7 M€	7,1 M€

6 Menetelmäsuositukset ja johtopäätökset

Aluetalousmallit soveltuvat liikennejärjestelmään laajempien taloudellisten vaikutusten arviointiin. Niillä voidaan mallintaa taloudellisia vaikutuksia kokonaisvaltaisemmin samalla kerralla verrattuna ilmiökohtaisiin kiinteistömarkkina-, kasautumis- ja työmarkkinamallinnuksiin. Aluetaloudellinen arviointi on luonteeltaan eri tyyppistä kuin ilmiökohtainen arviointi. Aluetalousmalleilla ei ole laskennallisesti teknisiä rajoitteita vaan laskennan laajuus voidaan valita tarkoituksenmukaisuutta hakien. Mallitarkastelun laajuuden valintaan vaikuttavat käytettävissä olevat lähtöaineistot ja niiden tarkkuus, tulosten käyttötarkoitus sekä haluttu tarkkuustaso.

Aluetalousmalleilla saadaan laskettu liikennehankkeiden taloudelliset vaikutukset määritellylle alueelle tai alueiden yhdistelmille mm. seuraavilta osin: kokonaistuotos, arvonlisäys, työvoiman tarve, verot veromuodoittain, bruttokansantuote, investointien tarve, maan sisällä alueiden välinen ja ulkomainen tuonti sekä vienti. Elinkeinoihin kohdistuvat vaikutukset tarkastellaan toimialoittain. Keskeiset tarkasteltavat muuttujat voidaan valita kohteesta ja tulosten käyttötarkoituksesta riippuen. Näistä voidaan johtaa erilaisia suhdelukuja sekä ilmiöitä ja vaikutuksia kuvaavia indikaattoreita. Kaikki yleisin taloudellisin tunnusluvuin ilmaistut tulokset ovat julkilausuttavissa ja niitä voidaan hyödyntää avoimesti. Laskenta on myös mahdollista jakaa kokonaisuudessaan, koska simulointi on siirrettävissä käyttäjille vaivattomasti.

Aluetalousmallit ottavat osittain huomioon kiinteistömarkkina-, kasautumis- ja työmarkkinavaikutukset. Muutokset elinkeinojen työllisyydessä vaikuttavat kasautumisen tavoin investointitarpeisiin sekä suoraan että välillisesti, kotitalouksien ostovoiman kasvun kautta, kun erityisesti palvelujen kysyntä kasvaa. Investointien kasvua syntyy myös kiinteistömarkkinoille, mutta sitä ei suoranaisesti kohdenneta uuden väylän varrelle. Tämän lisäksi aluetalousmalleilla kuvataan kerrannaisvaikutuksia, jotka kohdistuvat kotitalouksiin, yritysten talouteen sekä julkiseen talouteen. Kerrannaisvaikutukset kuvaavat mainittujen markkinavaikutusten lisäksi ilmeneviä vaikutuksia, jotka syntyvät eri toimijoiden välisistä vuorovaikutuksista ja niiden vaikutuksista eri tuotteiden kulutukseen arvoketjuissa. Kerrannaisvaikutuksissa otetaan huomioon myös toimiala- ja työvoimarakenteen erot sekä muuttunut investointitarve.

Aluetalousmallit ottavat huomioon myös syrjäytymisvaikutukset, jotka voidaan ymmärtää näin: 1) liikenneyhteyksien kehittyminen hyödyntää toimialoja, jotka käytävät paljon liikenteen palveluja, 2) samalla nämä toimialat vetävät työvoimaa, mistä syntyy kilpailua työvoimasta. Vaikutus voi myös ulottua alueelta toiselle.

Aluetaloustarkastelun erot yksittäisiin ilmiökohtaisiin tarkasteluihin verrattuna ovat mm. seuraavat:

- Aluetaloustarkastelussa arvioidaan aluetalouden kokonaisuutta (koko markkinaa). Edelleen, aluetaloustarkasteluissa voidaan arvioida vaikutuksia toimialoittain ja koko aluetilinpidon laajuudessa, jolloin toimialojen ja alueiden summana muodostuu koko kansantalouden tason vaikutus. Ilmiökohtainen tarkastelu arvioi rajatummalle tarkastelualueelle kohdistuvia valikoituja vaikutuksia.

- Aluetaloustarkasteluissa vaikutusketjut voidaan tarkastellaan niin pitkälle, kuin vaikutukset tapahtuvat Suomen rajojen sisäpuolella. Vaikutukset ulkomaille näkyvät tuontina ja vientinä, mutta aluetaloustarkasteluissa ei yleensä oteta kantaa kerrannaisvaikutuksiin ulkomailla. Yksittäisilmiöiden tarkasteluissa kaikissa arvoketjuissa muodostuvat kerrannaisvaikutukset eivät tule näkyville.

- Aluetaloustarkastelussa voidaan ottaa huomioon yksittäisilmiöiden tarkasteluiden tuloksista saatavia tehostumisen muutoksia. Aluetaloustarkastelusta ei kuitenkaan saada kaikkia tuloksia hyödynnettyä yksittäistarkasteluihin.

- Aluetalousvaikutuksissa hyötyjä ja kustannuksia tarkastellaan aluetalouden näkökulmasta, jolloin tarkastelunäkökulma on eri kuin yksittäistarkasteluissa, joissa vaikutuksia arvioidaan hankkeen näkökulmasta. Yksittäisilmiöiden arviointien ja aluetaloudellisten arvioiden tulokset voivat täydentää toisiaan.

Aluetalousmallien perusaineisto on kansantalouden tilinpito. Niihin perustuvia makrotason panos-tuotos malleja on käytetty jo 1930-luvulta lähtien. Digitaalisen ympäristön myötä mallit ovat entistä laajempia ja kattavat lähes kaiken taloudellisen toiminnan tarkasteltavalla alueella. Suomessa on käytetty sekä staattisia että dynaamisia aluetalouden malleja yksittäisien väylähankkeiden ja hankeohjelmien vaikutusarvioinneissa 1990-luvulta lähtien. Saavutettavuusmuutoksista lähteviä ilmiökohtaisia mikrotason malleja on kehitetty taloustieteellisen tutkimuksen pohjalta etenkin Iso-Britanniassa, ja niitä on sovellettu myös Suomessa 2010-luvulla.

Aluetalousmalleilla arvioidaan liikennejärjestelmän kehittämisen taloudellisia vaikutuksia skenaarioittain keskipitkän tai pitkän ajanjakson kehitysurille. Skenaariot muodostetaan hankearvioinneista saatavien tietojen pohjalta. Skenaarioissa voidaan ottaa huomioon ilmiökohtaisten mallinnusten tuloksia. Tällaisia ovat esimerkiksi kasautumista, kiinteistöjen arvonmuutosta ja työmarkkinoiden muutosta kuvaavat joustot.

Hankkeiden kannattavuusarvioinnin tulosten (suorien käyttäjävaikutusten) hyödyntäminen aluetaloudellisessa arvioinnissa edellyttää sovittuja sääntöjä arvioinnin toteuttamiseksi. Liikennejärjestelmän muutosten suorat käyttäjähyödyt tulee kytkeä laajempiin taloudellisiin vaikutusketjuihin yritysten ja kansalaisten vuorovaikutuksen dynamiikassa liikenteen kustannuksiin loogisesti liittyvin tavoin. Merkittävä etu olisi jatkossa laatia ohjeistus näiden kytkösten tekemisestä.

Koska aluetalousmalleissa ei voida esittää tulosten luotettavuutta kuvaavia tilastollisia luottamusvälejä tai muutoinkaan käyttää perinteistä tilastollisia työkaluja tulosten epävarmuuden arviointiin, niin mallien tulosten herkkyyttä tulisi arvioida selvittämällä miten saadut tulokset riippuvat tehdyistä keskeisistä käyttäytymis-, jousto- ja muista malliolettuksista. Malleilla on helppo tehdä systemaattisia herkkyystarkasteluja keskeisten käyttäytymisparametrien ja myös mallin ulkopuolelta otettujen ennusteiden suhteen.

Mallien validiteettia, eli mallin hyvyyttä mitata juuri tarkasteltavaa ilmiötä, voidaan arvioida niiden tuottamien vaikutusennusteiden vertaamisella havaittuihin vaikutuksiin. Tämä ei ole aivan helposti ja kattavasti toteutettavissa, mutta esimerkiksi investointien pitkän aikavälin tuotto-odotusten tai työn tarjonnan joustojen osalta sekä kansantalouden tilinpito että tutkimuskirjallisuus tarjoavat viitteitä, joilla mallien vaikutusten arviointia voidaan parantaa.

Aluetalousmallien käyttö on perusteltua silloin, kun etukäteisarvioinnissa halutaan tunnistaa päätöksenteossa kiinnostavia taloudellisia asioita suoria vaikutuksia laajemmin (Kuva 6-1). Esimerkiksi suurten väyläinvestointien (kuten eri suuntien nopeat ratayhteydet) vertailuun samalla kertaa yhdenmukaisessa vertailuasetelmassa tehdyt aluetaloudelliset mallitarkastelut voivat olla hyödyllisiä.

Laajemmat taloudelliset vaikutukset tulisi kuvata erillisarvioinnissa, jos 1) hanke on riittävän suuri tai strategisesti tärkeä, jotta se todennäköisesti tuottaa merkittäviä vaikutuksia myös liikennealan ulkopuolisille markkinoille 2) alustavat arviot hankkeen vaikutuksista alueen talouteen osoittavat hankkeen merkittävyyttä tai 3) markkinoilla on yksi tai useampi liikennejärjestelmän puutteista johtuvia markkinahäiriöitä. Aluetalousmalleja voidaan myös hyödyntää jälkikäteisarviointeihin ja seurantaan.

Yksittäisten liikenneinvestointien arvioinnissa ei velvoiteta aluetaloudellisten vaikutusten arviointia, koska ne eivät tuo eri hankkeiden kesken vertailukelpoista lisätietoa hankkeen vaikutuksista (kuuluu vaikuttavuuden arviointiin, jossa ei ole vertailukelpoisuutta hankkeiden välillä toisin kuin kannattavuuslaskelmassa). Jos hanke on kuitenkin kokoluokaltaan suuri suhteutettuna esim. liikenteen ja investoinnin osuuteen aluetaloudesta, aluetalousmallinnus voi tuoda esille uuttaa päätöksentekoon vaikuttavaa informaatiota.

Valtakunnallisen liikennejärjestelmäsuunnitelman vaihtoehtojen vertailu tai valitun suunnitelman alue- ja kansantaloudellisten vaikutusten selvittäminen aluetalousmallein voisi tuoda suunnitteluun hyödyllistä tietoa: Miten suunnitelma vaikuttaa maan eri osien aluetalouksiin tai miten suunnitelma vaikuttaa kansantalouden kehitykseen kokonaisuutena? Alueellisten liikennejärjestelmäsuunnitelmien taloudellisten vaikutusten arviointi voisi myös olla perusteltua. Näissä suunnitelmien tulee kuitenkin olla riittävän pitkällä, jotta suorien vaikutusten määrä on arvioitu ja vaikutusten liikenteellinen alueellinen kohdentuminen on mallinnuksen vaatimalla tarkkuudella selvitetty.

Kuva 6-1. Mallit päätöksenteon tukena.

Lähteet

Annema, J., Frenken, K., Koopmans C. & Kroesen M. (2016). Relating cost-benefit analysis results with transport project decisions in the Netherlands. Springerlink.com.

Bork, G. & Van Treyz, F. (2005). The REMI model for the Netherlands. In: Van Oort, F., Thissen, M., Van Wissen, L. (eds.). A Survey of Spatial Economic Planning Models in the Netherlands, Theory, Application and Evaluation. NAi, Rotterdam, ISBN 90-5662-376-1.

Brandsma A., Kancs, A., Monfort, P. & Rillaers, A. (2013). RHOMOLO: A Dynamic Spatial General Equilibrium Model for Assessing the Impact of Cohesion Policy, JRC81133, European Commission, DG Joint Research Centre.

Christer Anderstig, C, Berglund, S & Isberg, U. (2015). Regionalekonomiska analyser av sverigebygget. Bakgrund, modell och resultat. Trafikverket, Rapport 2015-05-27.

Dixon, P. & Honkatukia, J. (2015). Whither Recovery - Economic Growth and Structural Change after Five Years of Recession. Presentation at 18th Conference on Global Economic Analysis, Melbourne, Australia.

Dixon, P., Rimmer, M. & Waschik, R. (2017). Linking CGE and specialist models: deriving the implications of highway policy using USAGE-Hwy. Economic Modelling 66, 1-18.

Duranton, G. & Puga, D. (2004). Micro-foundations of Urban Agglomeration Economies, Handbook of regional and urban economics. Volume 4. pp. 2063-2117, Elsevier Nash, C. Laird, J. (2009) Cost-benefit analysis in transport: recent developments in rail projectappraisal in Britain, In: Brent, J. (red.) Handbook of Research on Cost-Benefit Analysis, Edward Elgar OECD (2008), The Wider Economic Benefits of Transport: Macro-, Meso- and Micro-Economic Transport Planning and Investment Tools, OECD.

Elhorst, J.P., Heyma, A., Koopmans, C. & Oosterhaven, J. (2004). Indirecte effecten infrastructuurprojecten, aanvulling op de Leidraad OEI [Indirect Effects of Infrastructure Projects, Addition to the OEI Guidelines]. Ministry of Economic Affairs and Ministry of Transport, The Hague (in Dutch).

Haapamäki, T., Riukula, K., Laakso, S., Väänänen, T., Kauhanen, A. & Metsäranta, H. (2020). Kasautumisvaikutusten arvioinnin menetelmät liikennejärjestelmän kehittämisen vaikutustarkastelussa. Julkaisematon raporttiluonnos 2.4.2020. Helsinki.

Haapamäki, T., Väänänen, T., Falkenbach, H., Harjunen. O. & Laakso, S. (2019). Esiselvitys liikennehankkeiden kiinteistömarkkinavaikutuksista. Aalto yliopisto. Flou Oy 1.11.2019. Helsinki.

Hansen, W. & Johansen, B.G. (2017). Regional repercussions of new transport infrastructure investments: An SCGE model analysis of wider economic impacts. Research in Transportation Economics 63 (2017) 38-49.

Hansen, W. (2016). SCGE-modeller i Norge, forskare vid Transportøkonomisk institut, Oslo, presentation 2016-06-10.

Hewings, G.J.D & Jensen, R.C. (1986). Regional, Interregional and Multiregional Input-Output Analysis, Chapter 8 in P.Nijkamp (ed.). Handbook of Regional and Urban Economics, Volume I, Elsevier Science Publishers BV.

Hof B., Heyma, A. & van der Hoorn T. (2011). Comparing the performance of models for wider economic benefits of transport infrastructure: results of a Dutch case study. Section Policy Analysis and Forecasts (OVE), DVS Centre for Transport and Navigation, Rijkswaterstaat, Dutch Ministry of Infrastructure and Environment. Springer: Published online 18 November 2011.

Honkatukia, J, (2009). VATTAGE – A Dynamic, Applied General Equilibrium Model of the Finnish Economy. Research reports 150, VATT, Helsinki.

Honkatukia, J. (ed.) (2011). Three takes on sustainability. Publications 58, VATT, Helsinki.

Honkatukia, J. (2012). Rautateiden henkilöliikenteen avaaminen kilpailulle. LVM julkaisuja 21/2012.

Honkatukia, J. (2013). The VATTAGE Regional Model VERM: A Dynamic, Regional, Applied General Equilibrium Model of The Finnish Economy. VATT Research Reports 171, Helsinki.

Honkatukia, J. (2019). The FINAGE/REFINAGE General Equilibrium Models of the Finnish Economy. In Honkatukia, J., Lehtomaa, J., Ruuskanen, O.-P. and Alimoff, A.: (2019): ALTA Regional database. Prime Minister's Office, 2019.

Honkatukia, J. & Antikainen R. (2004). Väylähankkeiden kansantaloudellinen merkitys VATT keskustelualoitteita 341. Helsinki.

Honkatukia, J. & Dixon, P. (2015). Whither Recovery – Economic Growth and Structural Change after Five Years of Recession. 18th Conference on Global Economic Analysis, Melbourne, Australia.

Honkatukia, J., Moilanen, P.& Törmä, H. (2006). Runkoverkkosuunnitelman aluetaloudelliset vaikutukset. VATT keskustelualoitteita 394. Helsinki.

Honkatukia, J. & Törmä, H. (2007). Helsingin kaupungin väylähankkeiden aluetaloudelliset vaikutukset. VATT muistioita 76. Helsinki.

HSL (2015). Pisara-radan vaikutusarviointi. Loppuraportti. Helsingin seudun liikenne - kuntayhtymä 22.5.2015.

International Transport Forum (2018a). Strategic Investment packages: Regional economic development in France: High speed rail and Grand Paris Express. 45–58.

International Transport Forum (2018b). Strategic Investment packages: Labour market effects and regional impacts of transport infrastructure investments in Sweden.

Ivanova, O., Vold, A. & Jean-Hansen, V. (2002). Pingo - A model for prediction of regional and interregional freight transport. TØI report, 578/2002, Oslo.

Ivanova, O. Heyndrickx, C., Spitaels, K., Tavasszy, L., Manshanden, W., Snelder, M. & Koops, O. (2007). “RAEM: version 3.0 Final report”, Transport and Mobility Leuven.

Koski, K. (2017). Seinäjoki–Kaskinen-radan perusparannus – Elinkeinoelämään ja aluetalouteen kohdistuvat vaikutukset. Vertailuvaihtoehtoina radan tehostettu kunnossapito ja radan sulkeminen liikenteeltä. Liikenneviraston suunnitelmia 1/2017.

Laakso, S., Haapamäki, T., Kilpeläinen, P., Pesonen, H., Metsäranta, H. (2015). Raide-Jokerin ja Laajasalon raitiotieyhteyden kaupunkitaloudellinen arviointi. Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto 11/2015.

Laakso, S., Kostiainen, E. & Metsäranta, H. (2016). Helsinki–Turku-ratakäytävän kehittämisen aluetaloudelliset vaikutukset. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 17/2016.

Liikennevirasto (2011). Liikenneinvestointien hankearvioinnin yleisohje. Liikenneviraston ohjeita 14/2011.

Liikennevirasto (2012). Pisara-radan laajemmat yhteiskunnalliset vaikutukset. Liikenneviraston julkaisuja 11/2012.

Liikennevirasto (2017). IVAR3-ohjelmiston käyttöopas. Liikenneviraston oppaita 1/2017.

Liikennevirasto (2018a). Henkilöliikennetutkimus 2016. Suomalaisten liikkuminen. Liikenneviraston tilastoja 1/2018. Liikennevirasto. Helsinki.

Liikennevirasto (2018b). Jäämeren rataselvitys. Liikennevirasto. Helsinki.

Metsäranta, H., Riukula, K., Kauhanen, A. & Fornaro, P. (2019). Liikennejärjestelmän työ-markkinavaikutukset ja niiden arviointi. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2019:69.

Metsäranta, H., Törmä, H., Kinnunen, J., Laakso, S. & Zimoch, U. (2014). The wider economic impacts of transport investments. Bothnian Green Logistic Corridor BGLC.

Mäki-Fränti, P. (2011). Liikennehankkeiden epäsuorien taloudellisten vaikutusten arviointi. 02/2011 Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä.

Piispala, Juha. (2001). Tienpidon taloudellisten vaikutusten arviointi. Alueellisen panos-tuotosmallin käyttömahdollisuudet. Tiehallinnon selvityksiä 45/2001.

Purwanto, A., Heyndrickx, C., Kiel, J., Betancor. O., Socorro M. P, Hernandez, A., Eugenio-Martin, J.L, Pawlowska, B., Przemyslaw, B., Fiedler, R. (2017). Impact of Transport Infrastructure on International Competitiveness of Europe. World Conference on Transport Research - WCTR 2016 Shanghai. 10-15 July 2016. Transportation Research Procedia 25 (2017) 2877–2888.

Ramboll Finland Oy (2019). Seinäjoki–Tampere kaksoisraiteen aluetaloudelliset vaikutukset. Etelä-Pohjan liitolle tehty arviointi 21.4.2019.

Ristikartano, J., Sirkiä A., Sumentola J. & Touru T. (2011). Tiehankkeiden vaikutusmallin kehittäminen, esiselvitys. Liikennevirasto, liikennesuunnitteluosasto. Helsinki 2011. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 46/2011. ISBN 978-952-255-725-4.

Romijn, G. & Renes, G. (2013). General Guidance for Cost-Benefit Analysis. The Hague, 2013.

Statens vegvessen (2018). Konsekvensanalyser, Håndbok V712.

Sundberg, M. (2009a). Essays on Spatial Economies and Organization, Diss.TRITA-TEC_PHD 09-005, Kungl. Tekniska Högskolan, Stockholm.

Sundberg, M. (2009b). The Development of STRAGO - With application to a kilometer tax, i Diss.: Essays on Spatial Economies and Organization, TRITA-TEC_PHD 09-005, Kungl. Tekniska Högskolan, Stockholm.

Tamminen, S., Honkatukia, J., Leinonen, T. & Ojanperä, O. (2019). Kestävän kehityksen verouudistus. SITRA.

Thissen, M. (2005). RAEM: regional applied general equilibrium model for the Netherlands. In: Van Oort, F., Thissen, M., Van Wissen, L. (eds.). A Survey of Spatial Economic Planning Models in the Netherlands, Theory, Application and Evaluation. NAi, Rotterdam.

Trafikverket (2018a). Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 6.1. Kapitel 2 Samhällsekonomisk teori och metod.

Trafikverket (2018b). Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 6.1. Kapitel 16 Indirekta effekter utanför transportsektorn.

TØI (2016). Beregning av netto ringvirkninger på utvalgte prosjekter. NTP 2018-2029. TØI rapport 1471/2016.

Uudenmaan liitto (2018). Lentoradan laaja-alaiset ja välilliset vaikutukset. Uudenmaan liitto, Liikennevirasto 4.10.2018.

Vainio, Lehtinen, Ylén (2019). Turun raitiotien vaikutusten arviointi. 01/07/2019 VTT-CR-00631-19.

Valtakari, M., Kasanko M. (1997). Nopean junaliikenteen aluekehitysvaikutukset. Ratahallintokeskuksen julkaisuja A 2/1997.

Van de Vooren, F. (2004). Modelling transport in interaction with the economy. Transp. Res. E 40(5), 417–437.

van Oort F., Thissen M., van Wissen L. (eds.). (2005). A survey of spatial economic planning models in the Netherlands. Theory, application and evaluation. NAi Publishers, Rotterdam. Netherlands Institute for Spatial Research (rpb), Den Haag 2005.

Wangsness, P. B., Rødseth, K.L. & Hansen, W. (2017). A review of guidelines for including wider economic impacts in transport appraisal.

Venables, A. (2007). Evaluating Urban Transport Improvements, Cost-Benefit Analysis in the Presence of Agglomeration and Income Taxation". Journal of Transport Economics and Policy, vol 41, 2, 173-188.

Venables, A. (2016). Incorporating Wider Economic Impacts within Cost-Benefit Appraisal. International Transport Forum, OECD Discussion Paper 2016/05. https://www.itf-oecd.org/incorporating-wider-economic-impacts-within-cost-benefit-appraisal.

Vestin (2015). Metodgranskning av regionalekonomiska effekter av höghastighetståg. Centrum för regionalvetenskap. Metodgranskning regionalekonomiska effekter av höghastighetståg. Umeå Univeristet. 2015-05-27.

Vold, A. & Jean-Hansen, V. (2007). "PINGO - A model for prediction of region-al and interregional freight transport in Norway", TØI-rapport 899/2007, Transportøkonomisk institut, Oslo.

VTT (2016). Tampereen raitiotien rakentamisen rahavirrat ja työllisyys. Asiakasraportti VTT-CR-03406-16, 29.8.2016.

Väylävirasto (2019). Itä-Suomeen suuntautuvien ratalinjauksien tarkastelua: Helsinki–Porvoo–Kouvola, Helsinki–Porvoo–Kotka–Luumäki, Lahti–Heinola–Mikkeli. Väyläviraston julkaisuja 15/2019. Helsinki.

Zondag, B., Geurs, K., De Jong, G., De Bok, M. & Pieters, M. (2007). Accessibility appraisal: there's more to it than just summing up travel cost reductions. In: Proceedings of the European Transport Conference 2007, Noordwijkerhout.

Zondag, B. (2007). Joint modeling of land-use, transport and economy. Dissertation T2007/4, April 2007, TRAIL Research School, the Netherlands.