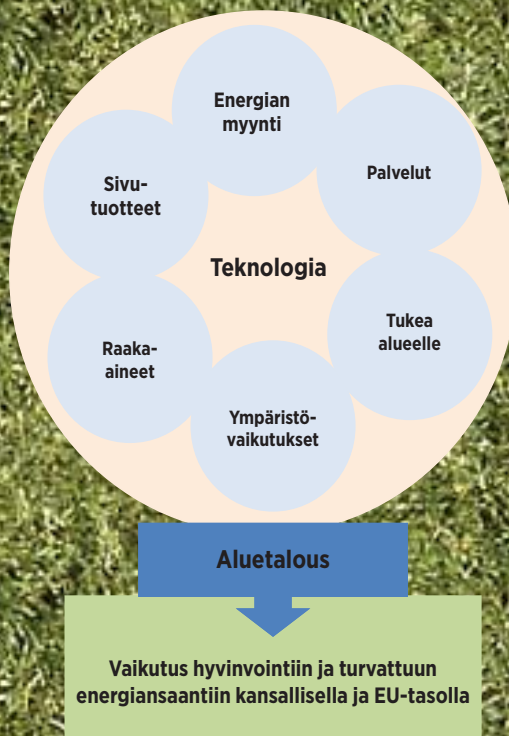


## RAPORTEJA 115

# UUSIUTUVAT ENERGIAN LÄHTEET JA HAJAUTETUN ENERGIAN TUOTANNON ALUETALOUDELLINEN VAIKUTTAVUUS PIETARSAAREN JA KAUSTISEN SEUTUKUNNISSA

REINI KAARINA, TÖRMÄ HANNU, MÄNNISTÖ TUOMAS, PEURA PEKKA, KANNONLAHTI JOUNI, HYTTINEN TIMO JA HAAPANEN ARI





# UUSIUTUVAT ENERGIAN LÄHTEET JA HAJAUTETUN ENERGIAN TUOTANNON ALUETALOUDELLINEN VAIKUTTAVUUS PIETARSAAREN JA KAUSTISEN SEUTUKUNNISSA

REINI KAARINA, TÖRMÄ HANNU, MÄNNISTÖ TUOMAS,  
PEURA PEKKA, KANNONLAHTI JOUNI, HYTTINEN TIMO JA  
HAAPANEN ARI

Julkaisija Helsingin yliopisto  
Ruralia-instituutti  
[www.helsinki.fi/ruralia](http://www.helsinki.fi/ruralia)

Kampusranta 9 C  
60320 SEINÄJOKI

Lönnrotinkatu 7  
50100 MIKKELI

Sarja Raportteja 115

Kannen kuvio Pekka Peura (mukailtu)

ISBN 978-952-10-8488-1 (pdf)

ISSN 1796-0630 (pdf)

## ESIPUHE

---

Viimeisten vuosikymmenten aikana on käyty runsaasti keskustelua maapallon ilmasto-olosuhteiden muutoksesta. Etenkin pohdinnat kestävästä kehityksestä, vihreämmästä teknologiasta ja uusiutuvien luonnonvarojen käytön lisäämisestä ovat puhuttaneet laajasti. Aihe on noussut kestateemaksi sekä tutkijoiden että politiikan tekijöiden keskuudessa. Teknologista kehitystä on tapahtunut, erilaisia ilmastostrategioita ja sopimuksia solmittu sekä ihmisten ympäristötietoisuutta lisätty. Paljon on silti tekemättä.

Ilmastohaasteisiin on tartuttu myös Suomessa ja asian vakavuus näyttää olevan paitsi päättäjien myös tavallisten kansalaisten tiedossa. Aiheesta on julkaistu runsaasti tutkimuksia eikä poliittisten päättäjienkään ole ollut mahdollista sivuttaa tätä keskustelua päätöksenteossa. Maaseutukaan ei ole jäänyt keskustelun ulkopuolelle. Maaseudulla on meneillään useita bioenergiահankkeita, tuulivoima selvityksiä ja muita toimia kehittää uusia ratkaisuja ja teknologiaa ympäristöllisesti kestävämpään suuntaan.

Käsillä olevassa tutkimuksessa pyritään tuottamaan uutta ja luotettavaa kvantitatiivista tietoa omalta alueelta peräisin oleviin uusiutuviin energianlähteisiin perustuvan kestävän energiahuollon alue- ja yhteiskuntataloudellisista vaikutuksista. Hankkeen tavoitteena on myös edistää tähän kokonaisuuteen liittyviä tutkimus- ja arviointimenetelmiä ja motivoida kuntia ja aluehallinnon tasoja edistämään omaa energiaomavaraisuuttaan. Laajemmin ajateltuna kysymys on maaseudun roolista energiantuottajana.

Maaseutualueiden on todettu omaavan runsaasti bioenergiapotentiaalia. On arvioitu, että mikäli joidenkin alueiden potentiaalia hyödynnettäisiin maksimaalisesti näin saatava energia ylittäisi kyseisen alueen oman tarpeen. Tästä näkökulmasta on perusteltua tutkia tilannetta jossa paikallinen bioenergiaan perustuva hajautettu energian tuotanto alkaisi korvaamaan nykyistä keskitettyä energiantuotantoa.

Tutkimuksen laskennallisen osuuden johtajana on toiminut professori Hannu Törmä Helsingin yliopiston Ruralia-instituutista. Tutkijoina toimivat FT, KTM Kaarina Reini ja HTM Tuomas Männistö. Bioenergia-asioiden asiantuntijana toimi Pekka Peura tutkimusryhmänsä kanssa Vaasan yliopiston Levón-instituutista. Tutkimuksen tekijät haluavat kiittää erityisesti Olavi Lassilaa, Pasi Rannilaa ja Jorma Varilaa avusta ja asiantuntemuksesta Perhon osalta. Kiitokset myös Metsäkeskuksen asiantuntijoille Anders Wikbergille ja Jarno Rantamäelle sekä Jeppo Kraftin toimitusjohtajalle Kurt Stenvallille. Tutkimuksen on rahoittanut Maaseutupolitiikan yhteistyöryhmä ja tutkimus on osa ”Kestävän energiahuollon alueellinen vaikuttavuus” -hanketta.

Seinäjoella 20.3.2014

Sami Kurki  
johtaja, professori



# SISÄLLYS

---

<b>TIIVISTELMÄ</b> .....	7
<b>ABSTRACT</b> .....	8
<b>TUTKIMUKSEN TAUSTA</b> .....	10
<b>TUTKIMUKSEN TAVOITTEET</b> .....	11
<b>TUTKITTAVAT ENERGIAN TUOTANTOTAVAT</b> .....	12
CHP-tuotanto .....	13
Biokaasu .....	13
Tuulivoima.....	14
<b>TUTKIMUKSEN ALUEET</b> .....	15
Jepua ja Pietarsaaren seutukunta .....	15
Perho ja Kaustisen seutukunta .....	16
Energian kulutus Pietarsaaren ja Kaustisen seutukunnissa .....	17
Uusiutuvien energialähteiden potentiaali Jepualla ja Perhossa .....	19
<b>AINEISTOT, TIEDONHANKINTA JA LASKENTAMENETELMÄ</b> .....	20
Perustietojen ja aineiston hankinta .....	20
RegFin-aluemalli ja sen tietokanta.....	20
Vaikuttavuuden skenaarioiden toteutus .....	21
<b>TULOKSET</b> .....	22
CHP-tuotannon kustannusrakenteet.....	22
Biokaasun tuotannon kustannusrakenteet .....	24
Tuulivoima.....	25
Yhteenveto tuotantomääristä ja rahallisista arvoista.....	26
<b>HAJAUTETTU ENERGIAN TUOTANTO JEPUALLA</b> .....	27
Aluetaloudelliset vaikutukset: osittain omavarainen raaka-aineketju .....	27
Aluetaloudelliset vaikutukset: täysin omavarainen raaka-aineketju .....	28
Hajautetun energiantuotannon vertailu keskitettyyn malliin .....	28
<b>HAJAUTETTU ENERGIANTUOTANTO PERHON KUNNASSA</b> .....	29
Aluetaloudelliset vaikutukset: osittain omavarainen raaka-aineketju .....	29
Aluetaloudelliset vaikutukset: täysin omavarainen raaka-aineketju .....	30
Hajautetun energiantuotannon vertailu keskitettyyn malliin .....	31
Jepuan ja Perhon tulosten vertailu ja tulosten merkitys.....	31
<b>YHTEENVETO</b> .....	34
<b>LÄHTEET</b> .....	36
<b>LIITE.</b> RegFin-laskentamenetelmä.....	39
RegFin-laskentamenetelmään liittyviä julkaisuja.....	43

## KUVAT

<b>Kuva 1.</b>	Hajautetun energiantuotannon toimintakonsepti.....	10
<b>Kuva 2.</b>	Hajautetun energiantuotannon malli .....	12
<b>Kuva 3.</b>	Biokaasun tuottaminen ja hyödyntäminen.....	13
<b>Kuva 4.</b>	Suomen tuulivoimat kartalla ja suunnitteilla olevat tuulivoimaprojektit .....	14
<b>Kuva 5.</b>	Pietarsaaren seutukunta ja sen kunnat .....	15
<b>Kuva 6.</b>	Keski-Pohjanmaan liiton jäsenkunnat.....	16
<b>Kuva 7.</b>	Uusiutuviin energianlähteisiin pohjautuvien toimialojen energian tuotantomäärät Jepualla ja Perhossa.....	26
<b>Kuva 8.</b>	Uusiutuviin energianlähteisiin pohjautuvien toimialojen tuotannon arvo Jepualla ja Perhossa. ....	26
<b>Kuva 9.</b>	Hajautetun energiantuotannon kerroinvaikutus osittain omavaraisen raaka-aineketjun tapauksessa. Pietarsaaren ja Kaustisen seutukunnan tulosten vertailu .....	32
<b>Kuva 10.</b>	Hajautetun energiantuotannon kerroinvaikutus täysin omavaraisen raaka-aineketjun tapauksessa. Pietarsaaren ja Kaustisen seutukunnan tulosten vertailu .....	32

## TAULUKOT

<b>Taulukko 1.</b>	Talouden tunnuslukuja Pietarsaaren ja Kaustisen seutukunnille.....	15
<b>Taulukko 2.</b>	Sähkönkulutus Kaustisen ja Pietarsaaren seutukunnissa ja kunnissa vuonna 2011 .....	17
<b>Taulukko 3.</b>	Laskennallinen lämmitysenergian tarve gigawattitunteina Kaustisen ja Pietarsaaren seutukunnissa ja kunnissa vuonna 2011.....	18
<b>Taulukko 4.</b>	Kaukolämmön tuotanto Pietarsaaren ja Kaustisen seutukuntien kunnissa vuonna 2011 .....	19
<b>Taulukko 5.</b>	CHP-tuotannon kustannusrakenne Jepualla .....	22
<b>Taulukko 6.</b>	CHP-tuotannon kustannusrakenne Perhossa.....	23
<b>Taulukko 7.</b>	Biokaasutuotannon kustannusrakenne Jepualla.....	24
<b>Taulukko 8.</b>	Tuulivoiman tuotannon kustannusrakenne Jepualla ja Perhossa .....	25
<b>Taulukko 9.</b>	Jepuan hajautetun energiantuotannon aluetaloudelliset vaikutukset Pietarsaaren seutukuntaan osittain omavaraisen raaka-aineketjun tapauksessa .....	27
<b>Taulukko 10.</b>	Jepuan hajautetun energiantuotannon vaikutukset Pietarsaaren seutukuntaan täysin omavaraisen raaka-aineketjun tapauksessa. ....	28
<b>Taulukko 11.</b>	Keskitetyn energiantuotannon merkitys Pietarsaaren seutukunnalle. ....	29
<b>Taulukko 12.</b>	Perhon hajautetun energiantuotannon vaikutukset Kaustisen seutukuntaan osittain omavaraisen raaka-aineketjun tapauksessa. ....	29
<b>Taulukko 13.</b>	Perhon hajautetun energiantuotannon vaikutukset Kaustisen seutukuntaan täysin omavaraisen raaka-aineketjun tapauksessa .....	30
<b>Taulukko 14.</b>	Keskitetyn energiantuotannon merkitys Kaustisen seutukunnalle. ....	31



# TIIVISTELMÄ

Uusiutuvien energianlähteiden käytön vaikutuksiin kohdistuu paljon sekä ympäristöön että talouteen liittyviä odotuksia. Tutkimuksessa selvitettiin millaiset potentiaaliset taloudelliset vaikutukset olisivat Jepuan ja Perhon uusiutuviin energianlähteisiin perustuvalla hajautetulla energiantuotannolla. Lisäksi selvitettiin biokaasun tuotannon kustannusrakenne Jepuan biokaasulaitoksen tietojen pohjalta ja CHP<sup>1</sup>-tuotannon kustannusrakenne Perhon lämpölaitoksen tietoihin perustuen. Aluetaloudelliset vaikutukset laskettiin yleisen tasapainon RegFin-aluemallilla. Laskelmat pohjautuvat kunkin alueen uusiutuvan energian tuotantopotentiaaleihin ja tiedossa oleviin suunnitelmiin.

Uusiutuviin energianlähteisiin perustuvan hajautetun energiantuotannon yhteenlaskettu arvo (7,5 - 8 miljoonaa euroa) ja tuotettu energiamäärä (noin 140 GWh) olivat likipitään yhtä suuret molemmilla tutkimusalueilla. Tuotantotapojen painotukset poikkesivat kuitenkin toisistaan. Tuotannon arvon perusteella Jepualla suurin toimiala oli CHP-tuotanto ja Perhossa tuulivoima. Vastaavasti pienin toimiala oli Jepualla tuulivoima ja Perhossa CHP-tuotanto.

Hajautetun energian tuotannon aluetaloudelliset vaikutukset olivat merkittävästi erilaiset riippuen siitä, mitä oletettiin raaka-aineen hankinnan omavaraisuudesta. Osittain omavarainen rakenne kuvaa tilannetta, jossa osa bioenergian tuotannon raaka-aineesta ostetaan oman alueen ulkopuolelta. Pietarsaaren seutukunnassa bioenergian tuotannon vaikutukset alueelliseen BKT:hen ovat osittain omavaraisen raaka-aineketjun tilanteessa suuremmat Kaustisen seutukuntaan verrattuna. Pietarsaaren seutukunnassa vain kuusi senttiä jo-

kaisesta hajautettuun energiantuotantoon sijoitusta eurosta valuu oman alueen ulkopuolelle kun kerroinvaikutuksetkin huomioidaan. Kaustisen seutukunnassa tämä suhde on heikompi, lähes 20 senttiä jokaisesta eurosta valuu pois omalta alueelta.

Täysin omavaraisella raaka-aineiden hankintaketjulla suuremmat kerroinvaikutukset muuttuvat vaikutuksen alueelliseen BKT:hen positiiviseksi molemmissa seutukunnissa. Pietarsaaren seutukunta hyötyy enemmän myös tässä tapauksessa hajautetusta energiantuotannosta kuin Kaustisen seutukunta. Pietarsaaren seutukunnassa jokainen hajautettuun energiantuotantoon sijoitettu euro tuottaa nyt 90 senttiä lisää muualla aluetalouden kierrossa. Kaustisen seutukunnalle tämä suhde on lähes puolet alempi, 40 senttiä yhtä euroa kohden. Tuotannon perustuminen vain oman alueen välituotteisiin nostaa merkittävästi kerroinvaikutusta. Myös alueen elinkeinorakenteella on vaikutusta, Kaustisen ja Pietarsaaren seutukunnan elinkeinorakenteet poikkeavat selvästi toisistaan.

Tulokset osoittavat että hajautetulla energiantuotannolla, joka pohjautuu sijaintialueen omavaraiseen raaka-aineiden hankintaketjuun, on positiivinen vaikutus aluetalouteen ja hyödyn suuruus on sidoksissa alueen elinkeinorakenteeseen. Lisätutkimus on kuitenkin tarpeellista. Nykyiset energiantuotannon linjaukset korostavat uusiutuvien energialähteiden käyttöä ja merkitystä. Olisi tärkeää tietää miten alueellisia taloudellisia vaikutuksia voidaan vahvistaa. Hyödyllistä olisi myös selvittää erilaisten uusiutuvien energianlähteiden käyttöä edistävien tukimuotojen vaikutus aluetaloudella.

<sup>1</sup> Combined Heat and Power, yhdistetty lämmön ja sähkön tuotanto.

# ABSTRACT

High expectations hang on the environmental and economic effects of renewable energy sources. This study explored the potential economic effects of distributed energy production based on renewable energy sources in Jeppo and Perho. In addition, the cost structure of biogas production was established on the basis of information from the Jeppo biogas plant, while the cost structure of CHP<sup>1</sup> production was analysed based on information from the Perho heating plant. The effects on the regional economy were calculated using a CGE (Computable General Equilibrium) RegFin model. The calculations were based on the production potential of renewable energy in each region, as well as on all known plans.

The total value of distributed energy production based on renewable energy sources (7.5–8 million euros) and the quantity of energy produced (about 140 GWh) were of the same magnitude in both of the regions studied. However, production patterns differed as to their focus. Based on the value of production, the largest branch in Jeppo was CHP production, and in Perho, wind power. Correspondingly, the smallest branch in Jeppo was wind power, and in Perho, CHP production.

The effect of distributed energy production on the regional economy differed significantly depending on the presumed self-sufficiency of raw-material supplies. Partial self-sufficiency refers to a situation in which part of the raw material for bioenergy production is purchased from outside the region. The effects of bioenergy production on the regional GDP in the Jakobstad subregion, which has a partially self-sufficient raw-material supply chain, are greater than in the Kaustinen subregion.

In the Jakobstad subregion, only six cents of every euro invested in distributed energy production flow out of the region when multiplier effects are taken into account. In the Kaustinen subregion, this relationship is weaker: almost 20 cents of every euro flow out of the region.

If the raw-material supply chain was fully self-sufficient, larger multiplier effects would render the impact on the regional GDP positive in both subregions. The Jakobstad subregion would again benefit more from its distributed energy production than the Kaustinen subregion. In the Jakobstad subregion, every euro invested in distributed energy production would generate an additional 90 cents in the rest of the regional economic cycle; in the Kaustinen subregion, at 40 cents per euro, this ratio is nearly 50% lower. Production based solely on intermediate products from the region significantly increases the multiplier effect. The regional business structure also plays a role: the business structures of the Kaustinen and Jakobstad subregions differ markedly.

The results show that distributed energy production based on a self-sufficient raw-material supply chain in the region positively affects the regional economy, and that the magnitude of that effect depends on the regional business structure. Further research is still needed, however. Current guidelines for energy production emphasise the use and significance of renewable energy sources. Determining how to enhance regional economic impacts and to establish the regional impact of various forms of support that promote the use of renewable energy sources would be important.

<sup>1</sup> Combined Heat and Power, or the combined generation of heat and electricity



## TUTKIMUKSEN TAUSTA

Uusiutuvien energialähteiden käytön kasvun takana on useita syitä, kuten ilmaston muutoksen hillitseminen, kestävä kehitys, fossiilisten energialähteiden kallistuminen, EU:n pyrkimys vähentää öljyriippuvuuttaan ja energiajärjestelmän monipuolisuuden parantaminen. EU:n tavoite on lisätä uusiutuvien energialähteiden osuutta 20 prosenttiin energian loppukulutuksesta vuoteen 2020 mennessä (Euroopan komissio, 2007). Suomessa tavoite on korkeampi, uusiutuvan energian osuus tulisi olla 38 prosenttia energian loppukulutuksesta.

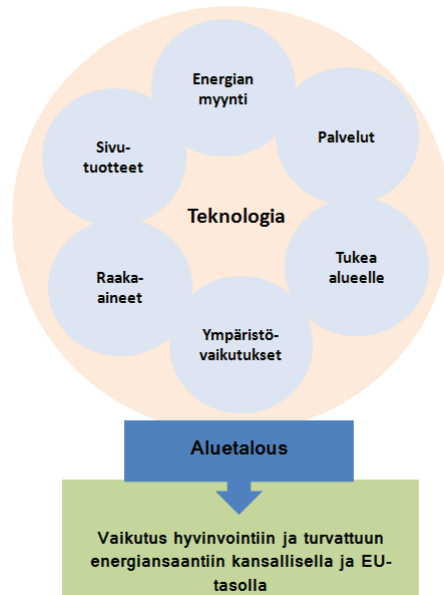
Suomen osalta tavoitteiden täyttyminen näyttää todennäköiseltä. Vuonna 2011 Suomessa uusiutuvan energian osuus energian loppukäytöstä oli noin 33 prosenttia. Tästä osuudesta lähes puolet oli puun käyttöä, kolmannes metsäteollisuuden jäteliemien käyttöä, reilu kymmenys vesi- ja tuulivoiman käyttöä ja vajaa kymmenesosa muiden uusiutuvien energialähteiden käyttöä sisältäen mm. biokaasun ja muut biopolttoaineet ja kierrätyspolttoaineet (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2013). Tilastokeskuksen vuoden 2012 ennakkotiedot energiankäytöstä osoittavat uusiutuvan energian osuuden pysyneen noin 30 prosentissa energian kokonaiskulutuksesta (Tilastokeskus, 2013b).

Suurin osa uusiutuvan energian yrityksistä on pieniä mikroyrityksiä, jotka toimivat pääasiassa kotimarkkinoilla ja hyvin usein alueellisesti, korkeintaan maakuntatasolla. Yrityksistä suuri osa on maatiloja, joissa päätoimen ohella on myös lämpöyrittäjyyttä tai energiaraaka-aineiden tuotantoa. (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2013.)

Uusiutuva energia tarjoaa mahdollisuuksia maaseudulle (Peura, 2007) (Kuva 1). Tämän potentiaalिन hyödyntäminen voi tuoda mukanaan uutta elinvoimaa ja hyötyjä alueille: lisääntyneiden tulojen ja työpaikkojen muodossa unohtamatta sosiaalisia ja ekologisia näkökulmia (Hoffmann, 2009). Lisäksi hyötynä voidaan nähdä säästöt fossiilisten polttoaineiden käytössä, kun käytetään niiden sijaan paikallisia uusiutuvia energialähteitä.

Tutkimustulokset ovat osoittaneet Suomen maaseutualueiden omaavan runsaasti uusiutuvaa energiapotentiaalia, jopa yli omien tarpeidensa (Peura ja Hyttinen, 2011). Vastaavasti useissa Kes-

ki- ja Itä-Euroopan maissa uusiutuvien energialähteiden potentiaali on riittävä kattamaan koko energiankulutuksen (van Dam et al., 2007). Myös maailmanlaajuisesti arvioiden uusiutuvien energialähteiden tekninen potentiaali on moninkertainen verrattuna nykyiseen energian tarpeeseen (Resch et al., 2008).



Kuva 1. Hajautetun energiantuotannon toimintakonsepti (kuva mukailtu Peura, 2007).

Uusiutuvien energialähteiden käytön aluetaloudellisten vaikutusten arvioiminen on haastavaa. Miten testata konkreettisesti alueiden saamat hyödyt ja tuoda näkyväksi mahdollinen taloudellisen toiminnan lisääntyminen. Etenkin maaseutua koskevissa uusiutuvien energialähteiden käytön tutkimuksissa alueellisten vaikutusten merkitystä korostetaan paljon.

Tässä tutkimuksessa keskitytään uusiutuvien energialähteiden käytön aluetaloudellisten vaikutusten selvittämiseen. Tutkimme miten uusiutuvien energialähteiden hyödyntäminen näkyy alueen taloudessa ja työllisyydessä ja näin myös alueen roolissa osana kansantaloutta.

## TUTKIMUKSEN TAVOITTEET

Tutkimus on osa ”Kestävän energiahuollon alueellinen vaikuttavuus” -hanketta, jonka on rahoittanut Maaseutupolitiikan yhteistyöryhmä. Tavoitteena on selvittää uusiutuviin luonnonvaroihin perustuvan hajautetun energiatuotannon aluetaloudellista vaikuttavuutta Pietarsaaren seutukunnassa sijaitsevassa Jepuan kylässä sekä Kaustisen seutukunnassa sijaitsevassa Perhon kunnassa. Tarkoituksena on myös verrata hajautetun energiantuotannon ja nykyisen keskitetyn energianjakelun mallin aluetaloudellista vaikuttavuutta. Esimerkkeinä uusiutuvien luonnonvarojen hyödyntämisestä toimivat kylätason alueet. Aluetaloudellinen tarkastelu tehdään tilastoaineiston saatavuudesta johtuen seutukunnallisella tasolla.

Tutkimuksen tavoitteet olivat:

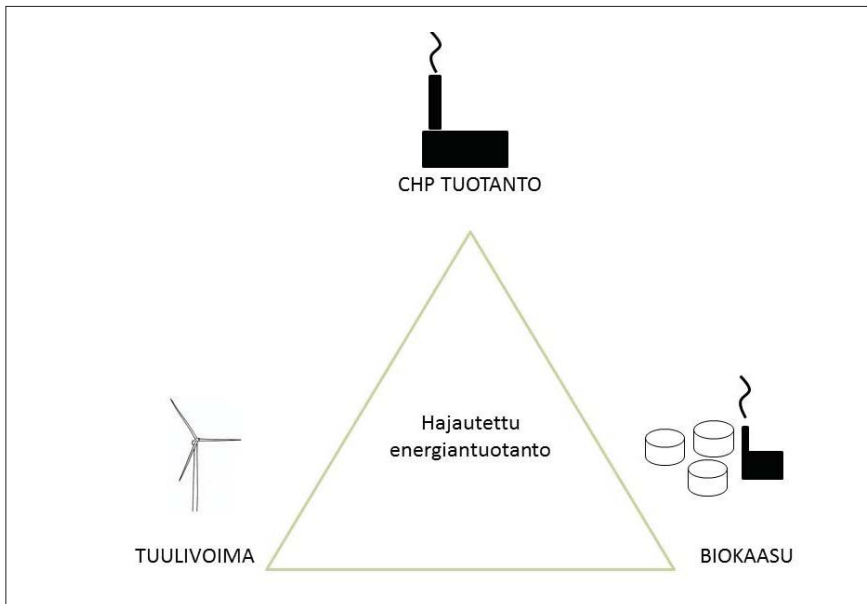
- a. Kerätä tietoa Jepuan kylän ja Perhon kunnan energian kulutuksesta ja uusiutuviin energianlähteisiin perustuvista energian tuotantomahdollisuuksista. Kerätä aluetaloustietoja sekä toimialoittaisia tietoja myös Pietarsaaren ja Kaustisen seutukunnista RegFin-aluemallin tietokantaa varten.
- b. Muodostaa kerätyn aineiston pohjalta kustannus- ja kysyntärakenne uusiutuviin energiamuotoihin perustuvalla liiketoiminnalla sekä sovittaa laskentamalli tähän aineistoon sopivaksi.
- c. Muodostaa aineiston pohjalta tarkasteltavat skenaariot, kuten vertailla hajautettua uusiutuviin energianlähteisiin perustuvaa toimintaa perinteiseen keskitettyyn energian tuotantoon.
- d. Laskea uusiutuviin energiamuotoihin perustuvan toiminnan vaikutukset aluetalouteen ja työllisyyteen Pietarsaaren ja Kaustisen seutukunnissa.
- e. Esittää kokonaisarvio hajautetun energiantuotannon vaikuttavuudesta ja merkityksestä seutukuntatasolla.

# TUTKITTAVAT ENERGIAN TUOTANTOTAVAT

Tutkimuksessa keskitytään uusiutuviin energia-  
muotoihin. Uusiutuvia energian lähteitä ovat mm.  
puu (ml. metsätähteet ja kannot), peltobiomassat,  
lietteet (esim. jätevedenpuhdistuksesta), biojätteet,  
soveltuvin osin teollisuuden jätteet, tuuli, aurinko,  
vesi ja maaperän lämpö. Tutkimuksessa turvetta ei  
lasketa uusiutuvaksi energianlähteeksi.

Tutkimuksessa oletetaan, että energian tuot-  
taminen tapahtuu maaseudulla tai maaseutumai-  
sessa ympäristössä, jolloin se luokitellaan myös  
hajautetuksi energian tuotannoksi. Hajautetulla  
energian tuotannolla tarkoitetaan tuotantomallia,  
jossa suhteellisen pienet sähkön- ja lämmöntuo-  
tannon yksiköt on hajautettu lähelle kulutuspi-  
steitä. Keskitetyssä energiantuotannossa toiminta-  
malli on perinteinen, energia tuotetaan suurissa  
yksiköissä ja energia jaetaan sähköverkon kautta  
asiakkaille. Jotta hajautettu energian tuotanto  
toimisi käytännössä, myös pienten, hajallaan ole-  
vien yksiköiden on voitava syöttää sähköverkkoon  
omaa tuotantoa.

Hajautettua energian tuotantoa uusiutuvista ener-  
gianlähteistä tutkitaan kahdella eri alueella Jepu-  
alla ja Perhossa. Nämä alueet esitellään tarkemmin  
jäljempänä. Kummankin alueen energian tuotan-  
nossa käytettävien raaka-aineiden ja tekniikan  
kuvaukset perustuvat kerättyihin aineistoihin, ti-  
lastotietoihin, kirjallisuuteen ja asiantuntijahaas-  
tatteluihin. Kaikki tutkitut energian tuotannon  
muodot pohjautuvat uusiutuviin energialähteisiin.  
Energian tuotantomuotojen yhteenlaskettu säh-  
kön tuotto eli volyyymi on arvioitu alueiden uu-  
siutuvien energialähteiden potentiaalin mukaan.  
Alueiden nykyinen energian kulutus huomioidaan  
ja tutkitaan myös alueiden mahdollisuuksia ener-  
giomavaraisuuteen. Energian tuotannon volyyymi  
jakautuu eri tuotantomuotojen kesken sen mu-  
kaan, millainen uusiutuvien energianlähteiden  
potentiaali tutkimusalueella on. Valittujen energi-  
an tuotantomuotojen suhteet määräytyvät tutki-  
musalueilta löytyvien biopolttoaineeksi kelpaavien  
raaka-aineiden mukaisesti. Teknologiset ratkaisut  
ovat molemmilla tutkimusalueilla samat: CHP-  
laitos, tuulivoima ja biokaasu (Kuva 2).



**Kuva 2.** Hajautetun energiantuotannon malli.

## CHP-TUOTANTO

CHP-tuotannolla tarkoitetaan yhdistettyä lämmön ja sähkön tuotantoa. Käsite itsessään ei määrittele millaisilla raaka-aineilla lämpöä ja sähköä tuotetaan. Laitos voi käyttää lämmön ja sähkön tuottamiseen myös fossiilisia polttoaineita kuten kivihiiltä (Flyktman et al., 2011). Tässä tutkimuksessa CHP-tuotanto nähdään osana bioenergian tuotantoa, joka perustuu metsien, soiden ja peltojen biomassasta tuotettavaan energiaan sekä yhdyskuntien, maatalouden ja teollisuuden orgaanisista biojätteistä tuotettavaan energiaan (Finbioenergy, 2012). CHP-laitos voi usein käyttää myös biokaasua, mutta tässä tutkimuksessa CHP-laitoksen toimintaa ja biokaasun tuottamista tutkitaan erillään toisistaan. Laitosten oletetaan käyttävän pääasiassa puupohjaista raaka-ainetta, kuten metsähaketta, eikä niiden oleteta käyttävän raaka-aineena turvetta.

## BIOKAASU

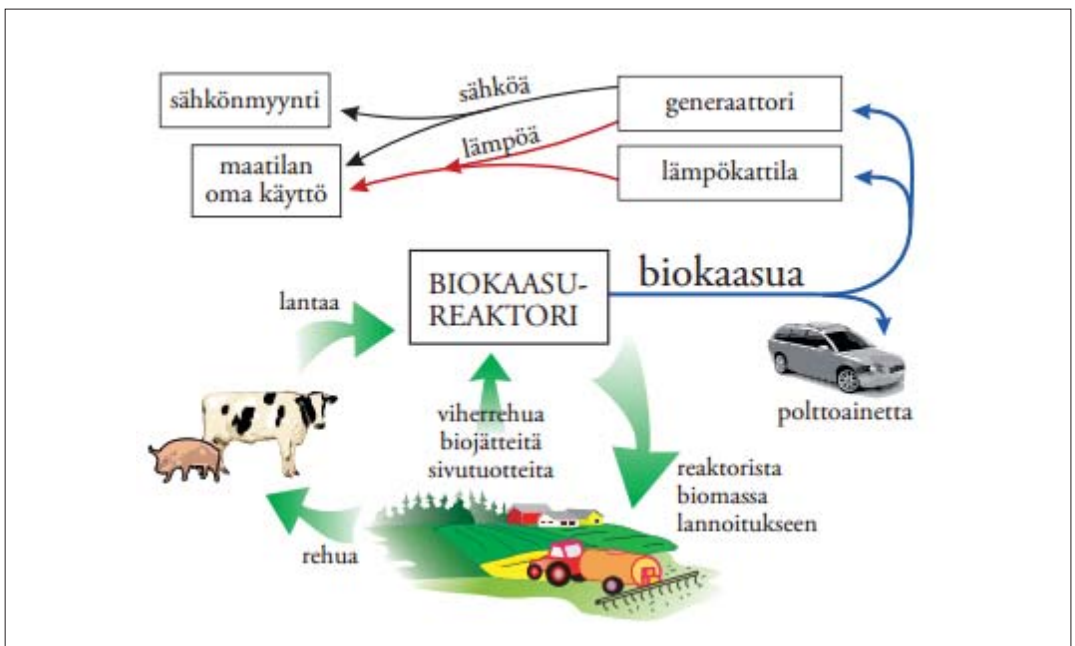
Biokaasulla tarkoitetaan orgaanisista aineista mädättämällä valmistettua kaasua, joka sisältää tyypillisesti 40 % - 70 % metaania, 30 % - 60 % hiilidioksidia sekä pieniä pitoisuuksia mm. rikkiyhdisteitä. Hyviä raaka-aineita biokaasureaktoriin käytettäväksi ovat jätevedenpuhdistamojen liet-

teet, maatalouden lannat ja kasvibiomassat, sekä yhdyskuntien ja teollisuuden biopohjaiset jätteet. Myös kaatopaikoilta voidaan kerätä biokaasua. (Biokaasuyhdistys, 2012; Motiva, 2013)

Biokaasu on uusiutuva polttoaine ja energian lähde, jonka ympäristöedut ovat merkittävät. Biokaasua hyödynnetään muun muassa lämmön- ja sähköntuotannossa ja liikennepolttoaineena (Kuva 3). Biokaasun metaani sopii polttoaineeksi erittäin hyvin, koska palamisen lopputuotteena syntyy vain vettä ja hiilidioksidia. Biokaasusta saadaan myös suurin jalostusarvo, kun se jalostetaan liikenteen polttoaineeksi. Biokaasun tuotannossa syntyvä mädätysliete voidaan lisäksi hyödyntää lannoitteena. (Biokaasuyhdistys, 2012).

Vuonna 2011 Suomessa toimi yhteensä 37 biokaasulaitosta, joista 16 jätevedenpuhdistamoilla, 10 maatilojen ja kolme teollisuuden yhteydessä sekä kahdeksan yhdyskuntajätteiden käsittelyssä. Nämä edellä mainitut reaktorilaitokset tuottivat yhteensä biokaasua 43,6 milj. m<sup>3</sup>. Biokaasusta saatiin lämpö- ja sähköenergiaa sekä mekaanista energiaa yhteensä 203,4 GWh. Biokaasua kerättiin talteen myös 39 kaatopaikkalaitokselta. Tästä biokaasusta 77,2 milj. m<sup>3</sup> käytettiin sähkön ja lämmön tuotantoon ja energiaa tuotettiin 314,5 GWh. (Huttunen ja Kuittinen, 2012.)

Valtaosa Suomen biokaasulaitoksista on pieniä yhdistetyn sähkön ja lämmön tuottajia. Ne tuottavat energiaa pääasiassa laitoksen omaan käyttöön



Kuva 3. Biokaasun tuottaminen ja hyödyntäminen. Lähde: Huttunen ja Kuittinen, 2012.



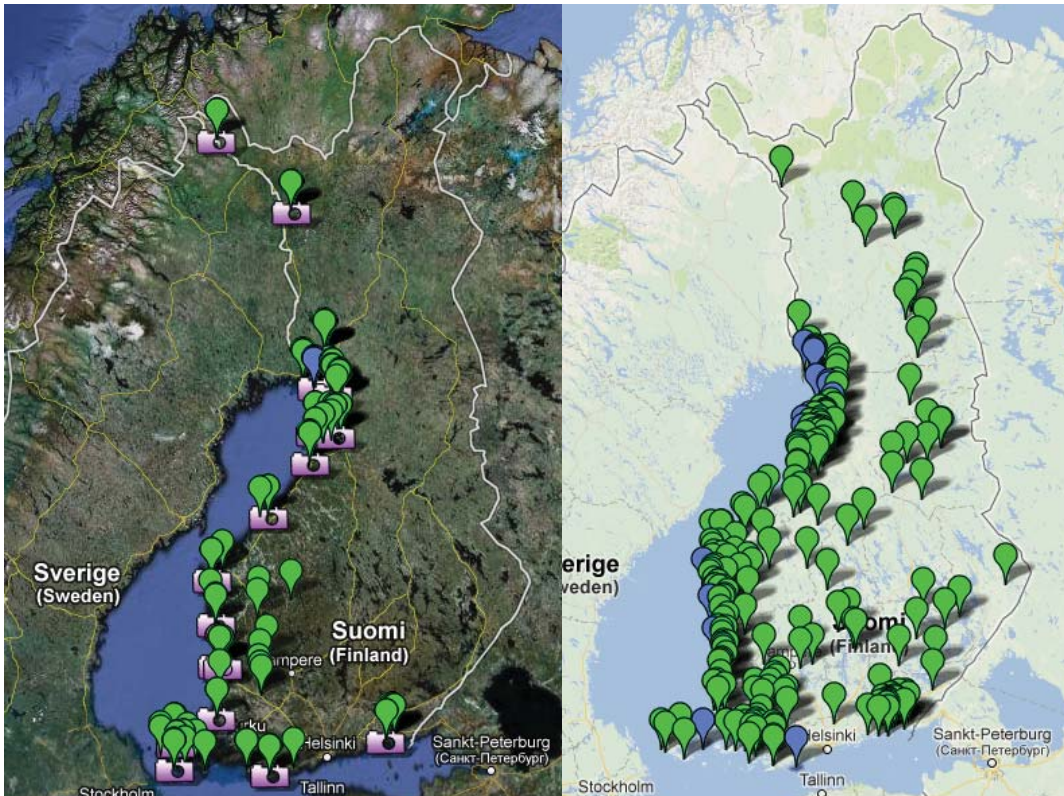
tai muuten paikallisesti. Jätevedenpuhdistamojen yhteydessä tuotettu biokaasu käytetään energiana pääasiassa sen omissa prosesseissa. (Biokaasuyhdistys, 2012; Motiva, 2013.)

## TUULIVOIMA

Tuulivoimalla tarkoitetaan tuulen virtauksen liike-energian muuntamista sähköksi tuuliturbiineilla. Vuonna 1991 Korsnäsiin perustettiin 4 x 200 kW tuulipuisto. Teollista tuulivoimaa on Suomessa tuotettu nyt noin reilut 20 vuotta. Vuonna 2012 Suomessa oli 163 voimalaa, joiden yhteenlaskettu teho on 288 MW. Sähkönkulutuksesta katettiin vuonna 2011 tuulivoimalla 0,6 %. Tuulivoimakapasiteettia olisi mahdollista kasvattaa merkittävästi nykyisestä tasosta (Kuva 4). Vuonna 2012 loka-kuun lopussa Suomessa oli julkaistu uusia tuulivoimahankkeita noin 8 900 MW edestä. Merelle

suunniteltujen hankkeiden osuus on tästä noin kolmannes. Tällä hetkellä suurimpien laitosten koko on Suomessa 3,6 MW, mutta kehityksen edetessä ja erityisesti merelle rakennettaessa laitosten teho voi yltää tasolle 5 MW. (Suomen Tuulivoimayhdistys ry, 2013.)

Tuulivoima soveltuu hyvin hajautettuun energian tuotantoon ja tuulivoimaloita voidaan rakentaa jopa suoraan sähkön kulutuspaikoille, kuten maataloille ja kesämökeille. Tuulivoima tarvitsee rinnalleen kuitenkin säätövoimaa<sup>2</sup>, eikä se siksi sovellu hankkeessa mukana olevien tutkimusalueiden ainoaksi energian tuotantomuodoksi. Tuulivoiman haaste ovat sen suuret investointikustannukset sekä se, ettei se ole vielä markkinaehtoisesti kannattavaa vaan tarvitsee tukia. Tuulivoimaloiden käyttöikä on 20 - 25 vuotta. Ne rakennetaan automaattisiksi, jolloin työvoimaa tarvitaan lähinnä vain huolto- ja korjaustöihin. (Suomen Tuulivoimayhdistys ry, 2013.)



**Kuva 4.** Suomen tuulivoimalat kartalla (vasemmalla) ja suunnitteilla olevat tuulivoimaprojektit (oikealla). Lähde: Google Maps<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> Säätövoimaa tarvitaan pitämään sähkön tuotanto ja kulutus jatkuvasti tasapainossa. Tuulivoiman tuotantovaihtelut ovat suuret, sillä tuulen nopeus vaihtelee jatkuvasti. (Holttinen, 2008).

<sup>3</sup> <https://maps.google.fi/maps/ms?hl=fi&ie=UTF8&t=h&msa=0&msid=110320599692552191340.00046d1215f04d21elfdf&ll=64.332576,23.184778&sprn=8.916305,7.371869&source=embed>



## TUTKIMUKSEN ALUEET

Seuraavassa taulukossa on keskeisiä talouden tunnuslukuja Pietarsaaren ja Kaustisen seutukunnista sekä koko maan luvut vuodelta 2010<sup>4</sup>.

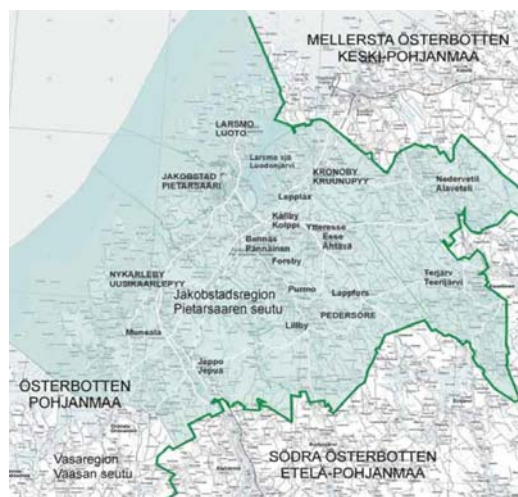
**Taulukko 1.** Talouden tunnuslukuja Pietarsaaren ja Kaustisen seutukunnille. Lähde: Tilastokeskus, aluetilinpito.

Talouden tunnuslukuja, vuosi 2010	Pietarsaaren seutukunta	Kaustisen seutukunta	Koko maa
ABKT/asukas, euroa	33 767	18 888	33 337
ABKT/asukas, indeksi, koko maa = 100	101,3	56,7	100
ABKT/BKT, milj. euroa	1 670	309	178 796
ABKT, % koko maan arvosta	0,93 %	0,17 %	
Elinkeinorakenne (työllisten määrän mukaan)			
Alkutuotanto	9,4 %	29,8 %	4,9 %
Jalostus	35,8 %	22,1 %	24,1 %
Palvelut	54,8 %	48,1 %	71,0 %
Väkiluku	49 446	16 383	5 363 351

### JEPUA JA PIETARSAAREN SEUTUKUNTA

Pietarsaaren seutukunta on Pietarsaaren kaupungin, Kruunupyyn, Luodon, Pedersören ja Uusikaarlepyyn muodostama seutukunta Pohjanmaan maakunnassa (Kuva 5). Vuonna 2012 seutukunnan asukasluku oli 49 783 asukasta, joista vajaa puolet (19 680 asukasta) asui Pietarsaareissa. Alue ei ole kärsinyt väestökadosta. Viimeisen 20 vuoden aikana seutukunnan väestömäärä on pienentynyt vain reilulla 200 henkilöllä. (Tilastokeskus, 2013a, väestörakennetilasto).

Pietarsaaren seutukunta on tunnettu vahvasta metsä-, metalli- ja veneteollisuudesta. Myös elintarviketeollisuus on ollut seudulla tunnetusti vahvaa ja viime vuosikymmeninä myös muoviteollisuus on kasvanut. Seutukunnan vientivetureita ovat elintarvikealan yritys Oy Snellman Ab ja



**Kuva 5.** Pietarsaaren seutukunta ja sen kunnat. Lähde: Pietarsaaren seudun aluerakennesuunnitelma 2030 – Perusselvitys.

<sup>4</sup> Tutkimusta tehtäessä aluetilinpidon uusimmat tiedot olivat saatavilla kattavasti vuodelta 2010.

hiomatuotteita ja -koneita valmistava KWH Mirka Ab Oy. Paperi- ja selluteollisuus on merkittävä työllistäjä, noin 400 henkilöä työskentelee tällä toimialalla. Pietarsaaren toimii UPM:n sellutehdas ja saha sekä UPM:n ruotsalaiselle Billerudille myymä pakkauspaperitehdas. (Pietarsaaren seutukunta, 2012; UPM Oyj, 2012). Seutukunnan elinkeinorakenne on työllisten mukaan laskettuna seuraava: alkutuotanto 9,4 %, jalostus 35,8 % ja palvelut 54,8 % (Taulukko 1). Lisäksi seutukunnan BKT asukasta kohden on hiukan korkeampi kuin maassa keskimäärin.

Tutkimukseen valittu Jepuan kylä sijaitsee Uudenkaarlepyyn kunnassa, jonka asukasmäärä oli 7 531 vuoden 2012 lopussa (Tilastokeskus, 2013a). Jepualla puolestaan asuu noin 1 000 henkilöä. Jepualla on muutamia keskisuuria yrityksiä, kuten Jeppo Potatis (perunan jalostus, varastointi ja myynti) ja jo edelläkin mainittu KWH Mirka Ab Oy.

Jepuan kylä on tutkimuksen kannalta kiinnostava. Siellä on oma sähköverkkoyhtiö Jeppo Kraft Andelslag, joka on ollut toiminnassa jo yli 90 vuotta. Yhtiö on paikallisten omistama sähköosuuskunta ja toimii Uudenkaarlepyyn ja Oravaisten alueella. Tällä hetkellä Jeppo Kraft ostaa jakelemaisensa sähkön Vaasan Sähköltä. Oma verkkoyhtiö mahdollistaa sähkönsiirrosta aiheutuvien talousvaikutusten jäämisen omalle alueelle. Jeppo Kraft on käynnistämässä biokaasun tuotantoa Jepualla, laitoksen rakentaminen on aloitettu tammikuussa 2013. (Jeppo Kraft, 2012; Jeppo Kraft Andelslag, 2010).

## PERHO JA KAUSTISEN SEUTUKUNTA

Perhon kunta sijaitsee Keski-Pohjanmaan maakunnassa ja kuuluu Kaustisen seutukuntaan. Kunnan asukasluku oli 2 923 vuoden 2012 lopussa. Vastaavasti Kaustisen seutukunnassa asukasmäärä oli 16 101 henkilöä. Kaustisen seutukuntaan kuuluu Perhon lisäksi viisi muuta kuntaa: Halsua, Kaustinen, Lestijärvi, Toholampi ja Veteli. Asukasmäärältään suurin näistä kunnista on Kaustinen, 4 287 asukasta vuoden 2012 lopussa. (Tilastokeskus 2013a, väestörakennetilasto).

Kaustisen seutukunta on tunnettu puurakennusteollisuudesta. Alueella on 35 puualan yritystä, jotka työllistävät yhdessä yli 200 henkilöä. Maatilatalous, bioenergia ja elintarviketeollisuus kuuluvat niin ikään merkittäviin työllistäjiin ja toimeentulon lähteisiin. Vuonna 2010 seutukunnan elinkeinorakenne työllisten mukaan oli seuraava:

alkutuotanto 29,8 %, jalostus 22,1 % ja palvelut 48,1 % (Tilastokeskus, 2012a, aluetilinpito). Jalostuksen arvonlisäyksestä reilut 40 % tulee rakentamisen toimialalta, loppuosuus jakaantuu melko tasan elintarvike-, puu- ja muun teollisuuden kesken ja metalliteollisuuden osuus jää 4 %:iin. Kaustisen seutukunta kuuluu Suomen yrittäjävaltaisimpiin seutuihin ja on hyvin tunnettu myös kulttuuri-tapahtumiensa ansiosta. (Kaustisen seutukunta 2013, Keski-Pohjanmaan tilastoja, 2013; Yrittäjä-Suomi 2013, Kaustisen seutukunta.)



Kuva 6. Keski-Pohjanmaan liiton jäsenkunnat. Lähde: [http://www.keski-pohjanmaa.fi/page.php?page\\_id=55](http://www.keski-pohjanmaa.fi/page.php?page_id=55).

Perhon kunta on Kaustisen seutukunnan kunnista neljänneksi suurin asukasluvun perusteella. Perhon elinkeinorakenne on melko samanlainen kuin koko seutukunnan. Työllisten mukaan laskettuna Perhon elinkeinorakenne on seuraava: alkutuotanto 19,4 %, jalostus 24,4 % ja palvelut 54,3 % (tuntematon 1,8 %). Toimipaikkatilaston mukaan kunnassa oli 256 yritystä vuonna 2011. Näistä suurin osa 112 toimii maa- ja metsätalouden toimialalla. Yhdeksän yritystä toimi puuteollisuuden toimialalla ja 35 rakentamisen toimialalla. (Kaustisen seutukunta 2013, Keski-Pohjanmaan tilastoja 2013.)

Perhon valintaa tutkimuskohteeksi puoltaa alueen uusiutuvien energianlähteiden potentiaali sekä näihin liittyvät hankkeet. Kuntaan on vastikään rakennettu uusi CHP-laitos. Perhoon on rakenteilla myös toinen lämpölaitos Jetta-Talo Oy:n tuotantolaitoksen yhteyteen. Lisäksi tuulivoimaloita (2 x 9 kpl, á 3MW) on suunnitteilla.

## ENERGIAN KULUTUS PIETARSAAREN JA KAUSTISEN SEUTUKUNNISSA

Nykyisestä energian kulutuksesta on saatavilla tietoja muun muassa energiateollisuuden tilastoista (Energiateollisuus, 2013). Sekä Kaustisen että Pietarsaaren seutukunta ovat molemmat maaseutumaisia, mutta löytyy jonkin verran eroja. Pietarsaaren seutukunnan kokonaissähkön kulutus on yli seitsemänkertainen verrattuna Kaustisen seutukuntaan, vaikka asukasmäärään suhteutettuna Pietarsaaren seutukunta on vain kolme kertaa suurempi. Pietarsaaren seutukunnassa ja eritoten Pietarsaareissa on paljon energiaa käyttävää teollisuutta. Pietarsaareissa teollisuus käytti 875 GWh sähköä vuonna 2011. Koko maan sähkökäytön vertailussa Pietarsaari sijoittui sijalle 23. Vertailun vuoksi Pohjanmaan maakunnan keskus Vaasa on samassa kuntien keskinäisessä vertailutilastossa sijalla 33, mikä myös kuvaa Pietarsaareissa toimivan teollisuuden mittavaa sähkön käyttöä. Pietarsaaren seutukunnassa maatalouteen ja asumiseen kului 225 GWh ja palvelut ja rakentaminen veivät 123 GWh sähköä. Kaustisen seutukunnassa vastaavasti asuminen ja maatalous käyttivät 93 GWh, teollisuus 34 GWh ja palvelut ja rakentaminen 35

GWh sähköä. Kaustisen seutukunnan kokonaissähkön kulutus oli 163 GWh. (Taulukko 2, Energia-teollisuus 2013).

Jepua on osa Uuttakaarleppyytä, jonka kokonaissähkön kulutus oli 101 GWh vuonna 2011 (Energiateollisuus, 2013). Jepuan vuotuinen sähköntarve, mukaan lukien KWH Mirkan tehdas, on noin 28 GWh (Lähde: Kurt Stenvall, Jeppo Kraft Andelslag). Uudessa kaarleppyyssä maatalouteen ja asumiseen kului 47 GWh, teollisuuteen 40 GWh ja palveluihin ja rakentamiseen 14 GWh sähköä. Perhon kunnassa 22 GWh kokonaissähkön kulutus jakautui seuraavasti: asuminen ja maatalous veivät 13 GWh, teollisuus 3 GWh ja palvelut ja rakentaminen 5 GWh.

Taulukkoon 3 on laskettu lämmitysenergian tarve perustuen rakennusten kerrosalaan. Tilastokeskuksen rakennukset ja kesämökkit -tilastosta saadaan kunnittain kerrosalatiiedot eri rakennustyypeille (Tilastokeskus, 2013c). Lämmitysenergian tarpeena on käytetty keskimääräisen talon lämmitysenergian tarvetta: 120 kWh/m<sup>2</sup>/vuosi (Rakentaja, 2013). Taulukon lämmön kulutustiedot ovat suuntaa-antavia, mutta niitä voidaan käyttää arvioidessa uusiutuvien energialähteiden riittävyttä alueen energiatarpeen kattamiseen.

**Taulukko 2.** Sähkönkulutus Kaustisen ja Pietarsaaren seutukunnissa ja kunnissa vuonna 2011, GWh. Lähde: Energiateollisuus: <http://energia.fi/tilastot-ja-julkaisut/sahkotilastot/sahkonkulutus/sahkon-kaytto-kunnittain>.

Alue	Asuminen ja maatalous	Teollisuus	Palvelut ja rakentaminen	Yhteensä, GWh	Sija	Asukasluku 31.12.2011
<b>Pietarsaaren seutukunta</b>	<b>225</b>	<b>875</b>	<b>123</b>	<b>1223</b>		<b>49 678</b>
Pietarsaari	70	741	64	875	23	19 623
Kruunupyö	40	64	16	119	105	6 681
Uusikaarlepyy	47	40	14	101	115	7 516
Pedersöre	49	28	23	101	116	10 937
Luoto	19	2	6	27	261	4 921
<b>Kaustisen seutukunta</b>	<b>93</b>	<b>34</b>	<b>35</b>	<b>163</b>		<b>16 014</b>
Kaustinen	26	12	12	50	193	4 226
Toholampi	20	13	7	39	218	3 454
Veteli	20	3	6	29	257	3 355
Perho	13	3	5	22	284	2 886
Lestijärvi	6	2	3	12	316	832
Halsua	8	1	2	11	319	1 261
<b>Koko maa</b>	<b>22 765</b>	<b>40 658</b>	<b>18 288</b>	<b>81 711</b>		<b>5 401 267</b>

**Taulukko 3.** Laskennallinen lämmitysenergian tarve gigawattitunteina Kaustisen ja Pietarsaaren seutukunnissa ja kunnissa vuonna 2011.

Alue	Kerrosala, m <sup>2</sup>		lämmönkulutus GWh / vuodessa	
	Kaikki rakennukset <sup>5</sup>	Asuinrakennukset <sup>6</sup>	Kaikki rakennukset	Asuinrakennukset
<b>Pietarsaaren seutukunta</b>	<b>4 023 058</b>	<b>3 232 420</b>	<b>482,8</b>	<b>387,9</b>
Kruunupyö	604 651	475 655	72,6	57,1
Luoto	267 125	233 291	32,1	28,0
Pedersöre	838 084	654 952	100,6	78,6
Pietarsaari	1 694 895	1 375 348	203,4	165,0
Uusikaarlepyy	618 303	493 174	74,2	59,2
<b>Kaustisen seutukunta</b>	<b>1 404 745</b>	<b>1 185 621</b>	<b>168,6</b>	<b>142,3</b>
Halsua	114 720	100 870	13,8	12,1
Kaustinen	383 594	322 015	46,0	38,6
Lestijärvi	75 852	60 682	9,1	7,3
Perho	213 193	181 884	25,6	21,8
Toholampi	314 580	260 987	37,7	31,3
Veteli	302 806	259 183	36,3	31,1

Kaukolämmön tuotannosta on saatavilla energia-teollisuuden julkaisemia tilastoja, jotka sisältävät myös hintatietoja sekä tietoa siitä mitä raaka-aineita käytetään lämmön tuottamiseen. Tutkimukseen valittujen alueiden kaukolämmön tuottamisen perustiedot on koottu taulukkoon 4. Pietarsaaren seutukunnasta löytyy muutama laitos, jotka tuottavat kaukolämpöä myyntiin. Eniten kaukolämpöä myy Pietarsaaren Energialaitos (165,7 GWh). Se ostaa lähes kaiken myymänsä lämmön Alholmens Kraftilta, jolla puolestaan on yhteydet Pietarsaaren sellu- ja paperiteollisuuteen. Alholmens Kraftin tuottama lämpö menee Pietarsaaren kaupungin alueelle. Uudessakaarlepyyssä on toinen seudun kaukolämpöä tuottavista laitoksista, sen tuotantomäärä jää alle kymmenykseen Pietarsaaren vastaavasta. Kaustisen seutukunnassa on kaksi

lämpölaitosta jotka myyvät kaukolämpöä. Toholammin Energia myi noin 13 GWh ja Vetelin Lämpö 5 GWh vuonna 2011. (Energiateollisuus, 2013).

Kaukolämpöä tuotetaan näissä laitoksissa sekä uusiutuvista että fossiilisista raaka-aineista. Alholmens Kraft käyttää kivihiiltä (16,8 GWh), jyr-sinturvetta (61,6 GWh), metsäpolttoainetta (44,5 GWh), teollisuuden puutähteitä (138,9 GWh), muita biomassoja (15,3 GWh) ja sekapolttolaitteita (12,6 GWh). Uudenkaarlepyyn laitos käyttää pääasiassa metsäpolttoainetta (18,1 GWh) ja jonkin verran raskasta polttoöljyä (2,0 GWh). Toholammin Energia käyttää palaturvetta (17,3 GWh) ja raskasta polttoöljyä (1,5 GWh). Vetelin Lämpö käyttää raskasta polttoöljyä (0,7 GWh), palaturvetta (3,8 GWh) ja metsäpolttoainetta (3,1 GWh).

<sup>5</sup> Erilliset pientalot, rivi- ja ketjutalot, asuinkerrostalot, liikerakennukset, toimistorakennukset, liikenteen rakennukset, hoitoalan rakennukset, koontumisrakennukset, opetusrakennukset, teollisuusrakennukset, varastorakennukset, muut rakennukset. Tähän ryhmään eivät sisälly maatalousrakennukset.

<sup>6</sup> Kaikki edellä mainitut rakennukset paitsi ei teollisuusrakennukset, varastorakennukset ja muut rakennukset.

**Taulukko 4.** Kaukolämmön tuotanto Pietarsaaren ja Kaustisen seutukuntien kunnissa vuonna 2011. Lähde: Energiateollisuus: <http://energia.fi/tilastot/kaukolammitus>.

Alue	Netto-tuotanto	Osto	Yht.	Myyty kauko-lämpöenergia		Edellisestä asuintalojen osuus	Keskim. myyntihinta	Väestöstä kl-talojen asukkaita	Aloitusvuosi
	GWh			GWh	1000 €	%	€/MWh	%	
<b>Pietarsaaren seutukunta</b>									
Pietarsaaren Energialaitos	0,4	184,8	185,2	165,7	9231,5	43,3 %	55,71	56,7	1973
Nykarleby Kraftverk	16,3	-	16,3	14,7	1021,5	47,8 %	69,49	-	2007
<b>Kaustisen seutukunta</b>									
Toholammin Energia Oy	15,9	0,6	16,5	13,1	961,9	43,2 %	73,43	-	1978
Vetelin Lämpö Oy	6,2	-	6,2	5	355,5	39,1 %	71,1	11,7	2008

## UUSIUTUVIEN ENERGIALÄHTEIDEN POTENTIAALI JEUALLA JA PERHOSSA

Maaseutumaisina alueina sekä Jepualla että Perhossa löytyy merkittävät uusiutuvan energian potentiaalit. Uudenkaarlepyyn, johon Jepua kuuluu, uusiutuvan energian potentiaalit on arvioitu Peuran ja Hyttisen (2011) julkaisemassa tutkimuksessa. Sen mukaan Uudenkaarlepyyn energian tarve, mukaan lukien lämmitysenergia ja sähkö, on 150 GWh vuodessa. Alueen uusiutuvien energianlähteiden potentiaali on yhteensä 258 GWh vuodessa, joka voidaan jakaa edelleen puupohjaisiin 115 GWh, peltobiomassoihin 79 GWh ja muihin uusiutuviin 64 GWh. Kaikkiaan Uudenkaarlepyyn uusiutuvien energialähteiden potentiaali ylittää reilusti nykyisen energiankulutuksen tason. Oma-raisuusaste on 172 %.

Perhossa biokaasutuotannon potentiaali on karkeasti arvioiden noin 27 GWh vuodessa. Lisäksi

olkea voitaisiin polttaa esimerkiksi lämpölaitoksessa, mistä saataisiin energiaa 10,4 GWh vuodessa. Nämä arvot perustuvat kunnan alueella olevaan tuotantoeläinten määrään, peltopinta-aloihin ja viljelytietoihin. (Julkaisematon tieto: Vaasan yliopiston Levón-instituutin Energiakylä-hanke, Ari Haapanen). Perhon kunnan teknis-taloudellinen metsäenergiapotentiaali arvioidaan olevan noin 40 - 60 GWh vuodessa (Puulakeus 2013, Laurila et al., 2010). Tämä luku sisältää ensiharvennusten ja nuorten metsien hoitokohteiden pienpuun sekä uudistushakkuiden hakkuutähteet ja kannot. Suurimman metsäenergiapotentiaalin, 20 - 30 GWh vuodessa, näistä tarjoaa nuorten metsien hoitokohteiden pienpuu.

Tässä esitettyjen potentiaalien osalta on huomioitava, että niistä osa edustaa maksimipotentiaaleja. Todellisuudessa hyödynnettävissä olevat teknis-taloudelliset potentiaalit ovat näitä lukuja pienemmät.

# AINEISTOT, TIEDONHANKINTA JA LASKENTAMENETELMÄ

## PERUSTIETOJEN JA AINEISTON HANKINTA

---

Uusiutuviin energialähteisiin perustuvien toimialojen (CHP, biokaasu, tuulienergia) kustannus- ja kysyntärakenteen muodostamisessa käytettiin erilaisia lähteitä ja aineistoja. Jepuan biojalostamohankkeesta on kerätty tietoa haastattelemalla Jeppo Kraftin toimitusjohtajaa. Soveltuvien osin on hyödynnetty myös laitoksen YVA-selvitystä (Jeppo Kraft Andelslag, 2010). Perhon CHP-laitoksen tiedot on saatu Perhon kunnalta.

Tilastokeskuksen tietoja on hyödynnetty alueiden asukasmäärien, tuotannon ja elinkeinorakenteen analysoimisessa (aluetilinpito, kansantalouden ja väestörakenteen tilastotiedot). Energiankulutus tietoja saatiin energiateollisuuden tilastoista (Energiateollisuus, 2013). Sähkön hintatietoja saatiin puolestaan energiamarkkinaviraston hakupalvelusta (Energiamarkkinavirasto, 2013) ja Tilastokeskuksen energiatilastoista.

Muita merkittäviä tietolähteitä ovat olleet eri yhdistysten ja asiantuntijaorganisaatioiden kotisivut, kuten Bioenergiayhdistys, bioenergiatieto.fi, Metsäkeskus, Suomen Biokaasuyhdistys, Suomen tuulivoimayhdistys ry ja Motiva. Vaasan yliopiston Levón-instituutin aiempien energiahankkeiden tietoja ja Energiakylä-hankkeessa kertynyttä tietoa (esim. Peura & Hyttinen 2011) on hyödynnetty soveltuvien osin.

## REGFIN-ALUEMALLI JA SEN TIETOKANTA

---

Tutkimuksen aluetaloudellisten vaikutusten arviointi on suoritettu Helsingin yliopiston Ruralia-instituutissa kehitetyllä RegFin-aluemallilla. Mallin tietokanta perustuu Tilastokeskuksen Suomen kansantalouden ja aluetilinpidon tilastoihin sekä muihin virallisiin tilastoihin.

RegFin on yleisen tasapainon skenaariomalli. Laskettavat yleisen tasapainon (CGE, Compu-

table General Equilibrium) mallit ovat paras tapa arvioida erilaisten muutosten aluetaloudellisia vaikutuksia. Niiden keskeinen periaate on, että aluetaloudessa ”kaikki vaikuttaa kaikkeen”. Ruralia-instituutissa kehitetyt RegFin-aluemallit kuvaavat aluetalouden riippuvuussuhteita kattavasti ja sopivat joustavuutensa takia moninaisiin tutkimustehtäviin.

CGE-mallit kehitettiin korvaamaan lineaaristen mallien puutteita. CGE-malleissa otetaan huomioon muun muassa käyttäytymisrelaatioiden epälineaarisuus, talouden resurssirajoitteet, julkinen talous ja ulkomaankauppa. Laskelmissa otetaan huomioon sekä tuotannon että suhteellisten hintojen muutoksien kautta tulevat vaikutukset. CGE-lähestymistapa on nykyään määrällisen vaikutusarvioinnin valtavirta. CGE-mallien skenaariotulokset sisältävät muutoksen suoran ja välillisen vaikutuksen lisäksi ns. aiheutetut vaikutukset, jotka syntyvät prosessin edetessä tuloihin ja kulutukseen asti. Näitä ei kuitenkaan erotella, vaan esitetään vain kokonaisvaikutus. CGE-perinne ei halua sekoittaa vanhempaan mallinnukseen, joissa suorien ja epäsuorien vaikutusten erottelu on tavanomaista. Kutsumme jatkossa välillisiä ja tulo- sekä kulutusvaikutuksia kerroinvaikutuksiksi.

CGE-mallina RegFin on sopeutuvien hintojen malli. Periaatteena on, että joustavat hinnat tasapainottavat talouden olosuhteissa tapahtuneen muutoksen jälkeen. Tuotannontekijöiden ja hyödykkeiden hintoja ei yleensä rajoiteta, koska ne ovat sopeutumisen mootoreita. Eräissä tapauksissa työ- ja pääomamarkkinoiden tasapainottumista kuvattaessa voidaan rajoittaa tuotannontekijöiden hintojen ja määrien sopeutumista. Tällöin on usein kyse siitä suoritetaanko skenaariot lyhyelle vai pitkälle tähtäimelle.

RegFin-aluemallin skenaariotuloksista voi tarkastella missä määrin taloudellisissa olosuhteissa tapahtuneet muutokset vaikuttavat elintäsoon (ABKT), työllisyyteen, tuloihin, yksityiseen kulutukseen, verotuloihin, julkisten palveluiden tarjontaan, kotimaan ja ulkomaan kauppaan. Aluevaikutavuuden skenaariot voidaan laskea kokonaisvaikutuksena tai kullekin vuodelle tietyllä

aikaperiodilla, esimerkiksi vuosille 2014 - 2020. Ensimmäinen vaihtoehto edustaa ns. komparatiivis-staattista ja toinen dynaamista laskentatapaa.

Yleisen tasapainon analyysin perusteet on esitetty julkaisuissa Törmä et al. 2010; Törmä ja Zawalinska 2010, 2011. Lisäksi mallia on kuvattu seikkaperäisesti seuraavissa lähteissä Törmä, 2008 sekä Rutherford ja Törmä, 2010. RegFin-aluemallin rakenne ja toimintaperiaate on kuvattu edellä mainituissa julkaisuissa. Lisää tietoa RegFin-malleista ja aiemmista tutkimuksista raportteineen saa osoitteesta: [www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/regfin.htm](http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/regfin.htm).

## VAIKUTTAVUUDEN SKENAARIOIDEN TOTEUTUS

---

Tutkimuksessa käytettiin komparatiivis-staattista mallia, joka kuvaa talouden reaktioita vasteena taloudellisissa olosuhteissa tapahtuvaan muutokseen (shokki) tiettyinä ajanhetkenä. Mallin antamat tulokset kertovat eron talouden kahden tilan välillä, eli talous shokin jälkeen ja jos shokkia ei olisi tapahtunut. Tulokset eivät kerro talouden sopeutumispolkua vaan lopputuleman. Vaikuttavuuden skenaariot suoritettiin pitkän aikavälin tarkaste-

luna, eli alueellinen toimialoitainen pääomakanta on mallissa joustava ja saa muuttua. Aikaväli oletetaan niin pitkäksi, että investoinnit (tai niiden tekemättä jättäminen) ehtivät kerryttää (vähentää) tuotantoon käytettävää pääomakantaa. Pääomakanta saa muuttua eri toimialojen kesken, mutta muutoin koko maan yhteenlaskettu pääomakanta pysyy samalla tasolla, mikä pitää sisällään myös pääoman kulumisen korvaamisen. Toimialakohtaiset investoinnit seuraavat toimialakohtaista pääomakantaa.

Kaikissa skenaarioissa oletettiin, että alueellinen julkinen kulutus seuraa alueellisen yksityisen kulutuksen kehitystä. Julkinen valta siten tuottaa ne palvelut joita yksityinen sektori kysyy. Yksityinen kulutus määräytyy kotitalouksien preferenssien, palkkatulojen ja suhteellisten hintojen mukaan. Kansallinen työvoimapanoksen kokonaiskäyttö pidettiin muuttumattomana koska Suomen väestön määrä kasvaa hitaasti, samoin demografiset muutokset ovat vuosittain pieniä

Skenaarioiden shokit kohdistettiin kunkin alueen CHP-, biokaasu- ja tuulivoimatuotannon aloille. Näiden kolmen alan tuotantoa koskeva tekninen kehitys pidettiin skenaarioissa muuttumattomana. Teknisen kehityksen oletettiin määräytyvän laadullisten tekijöiden kuten koulutuksen ja keksintöjen perusteella eikä mallin laskennallisen logiikan mukaan.



# TULOKSET

## CHP-TUOTANNON KUSTANNUSRAKENTEET

### Jepua

Jepuan CHP-tuotanto perustuu metsähakkeen käyttöön lämmön- ja sähkön tuotannossa. Teknologiset rajoitteet raaka-aineelle, potentiaalisten raaka-aineiden markkinahinnat sekä käytetty tukipolitiikka on suljettu tämän tutkimuksen ulkopuolelle. CHP-tuotannon aineisto koostettiin kirjallisuuskatsauksen perusteella ja sitä täsmennettiin alan asiantuntijalausunnoin (Ihalainen ja Niskanen 2010). Apuna käytettiin myös Männistön, Törmän ja Jylhän (2012) tutkimuksessa esitettyä CHP-tuotannon kustannusrakennetta.

Tutkimuksessa käytettiin esimerkkinä 20 MW laitosta, joka käyttää tuotantoon ainoastaan metsähaketta. Laitoksen huipun käyttöajaksi oletettiin 6 000 tuntia. Näillä oletuksilla vuosituotannoksi

arvioitiin 109,8 GWh huomioiden laitoksen hyötysuhde 86,5 %. (Ihalainen ja Niskanen 2010). Tämä energiamäärä edellyttää noin 55 000 kiinto-m<sup>3</sup> metsähaketta tai noin 113 000 - 137 000 irto-m<sup>3</sup> metsähaketta. Nykyisillä energianhinnoilla tällaisen CHP-laitoksen tuotannon vuotuiseksi arvoksi saatiin 4,9 milj. euroa. Peuran ja Hyttisen (2011) tutkimuksen mukaan Uudenkaarlepyyn alueella on runsaasti metsäenergiapotentiaalia, joten tuotantoon tarvittava puuraaka-aine voitaisiin järjestää paikallisesti.

Laitoksen keskimääräinen käytön aikainen kustannusrakenne, joka ei sisällä laitoksen rakentamisen investointikustannuksia on esitetty taulukossa 5. Pääomakustannus sisältää poistojen kautta välillisesti myös investointikustannuksia. Rahoitustoimialalle merkityt kustannukset sisältävät lisäksi laitosinvestoinnista aiheutuneita lainanhoito- ja rahoituskuluja. Toimialaan sisältyvät myös vakuutukset.

**Taulukko 5.** CHP-tuotannon kustannusrakenne Jepualla.

Kustannuserä	Osuus	Tarkempi erittely
<b>Väli tuotteet</b>		
Maa- ja metsätalous	36,6 %	Metsähake
Muu teollisuus	11,2 %	Huolto, sähkö ym.
Kauppa	0,1 %	Yleisiä pienhankintoja
Kuljetus	7,1 %	Raaka-ainekuljetukset
Rahoitus	10,4 %	Rahoituskulut ja korot, vakuutukset
Muut palvelut	1,3 %	Kiinteistöhuolto, siivous, taloushallinto
<b>Arvonlisäys</b>		
Työvoimakustannukset	8,2 %	Yhdeksän työntekijän palkat sivukuluineen
Pääomakustannukset	25,1 %	Toimintaylijäämä ja poistot
<b>Yhteensä</b>	<b>100,0 %</b>	



## Perho

Perhon CHP-tuotannon kustannusrakenne selvitettiin erikseen. Perhossa on aloittanut vuoden 2011 lopulla uusi lämpölaitos, joka toimii pääasias-  
 sa metsähakkeella. Lämmön tuottamisesta vastaa paikallinen Perhon Energiaosuuskunta. Suurin lämmön käyttäjä on Perhon kunta, joka myös vas-  
 taa lämmön myynnistä. Lämpölaitoksen kustan-  
 nusrakenteen selvittämiseksi haastateltiin Perhon  
 kunnan teknistä johtajaa Pasi Rannilaa ja Perhon  
 Energiaosuuskunnan puheenjohtajaa Jorma Vari-  
 laa. Lisäksi kustannusrakenteen muodostamisessa  
 on käytetty apuna Kuntaliiton julkaisemaa pieniä  
 lämpölaitoksia koskevaa raporttia. (Kuntaliitto,  
 2013).

Vuosi 2012 on ollut lämpölaitoksen ensimmäi-  
 nen täysi toimintavuosi ja tässä esitetyt tiedot vas-

taavat siten vuoden 2012 raaka-aineiden kulutusta  
 ja lämmön tuotantomääriä. Lämpölaitoksen teho  
 on 2 MW ja tuotettu lämpömäärä oli noin 9 000  
 MWh. Metsähake on pääpolttoaine, jota kulutet-  
 tiin 12 000 irto-m<sup>3</sup>. Lisäksi lämmön tuottamiseen  
 on käytetty turvetta (500 irto-m<sup>3</sup>), sahausjätettä  
 (300 irto-m<sup>3</sup>) ja öljyä (alle 55 ton). Lämpölaitoksen  
 tuotannon vuotuiseksi arvoksi arvioitiin 400 000  
 euroa. Tarkempi kustannusrakenne Perhon läm-  
 pölaitokselle on esitettyä oheisessa taulukossa.

Voimme huomata kummastakin CHP-kustan-  
 nusrakenteesta, että raaka-aineen ja sen kuljetus-  
 ten osuus on suuri, melkein puolet tuotannon ar-  
 vosta. Raaka-aineen saatavuudella ja oman alueen  
 metsäsektorin omavaraisuudella on ratkaiseva  
 merkitys.

**Taulukko 6.** CHP-tuotannon kustannusrakenne Perhossa.

Kustannuserä	Osuus	Tarkempi erittely
<b>Väli tuotteet</b>		
Maa- ja metsätalous	37,2 %	Metsähake
Puutuote- ja sahatavateollisuus	0,6 %	Sahauspuru
Muu teollisuus	20,7 %	Turve, öljy, sähkö ym.
Kuljetus	6,6 %	Raaka-ainekuljetukset
Rahoitus	0,4 %	Rahoituskulut ja korot, vakuutukset
Muut palvelut	1,7 %	Hallinto ja muut pienpalvelut
<b>Arvonlisäys</b>		
Työvoimakustannukset	10,3 %	1,4 henkilötyövuotta
Pääomakustannukset	22,5 %	Toimintaylijäämä ja poistot
<b>Yhteensä</b>	<b>100,0 %</b>	

## BIOKAASUN TUOTANNON KUSTANNUSRAKENTEET

### Jepua

Jepuan biokaasulaitoksen rakentaminen on aloitettu vuoden 2013 alussa ja sen on määrä valmistua kesän aikana. Hankkeeseen osallistuu useita alueen teollisuusyrityksiä ja paikallinen sähköosuuskunta Jeppo Kraft Andelslag. Laitoksen teho on 2 MW ja vuotuinen tuotantokapasiteetti 12 GWh. Raaka-aineet tulevat alueen maataloilta, turkistarhauksesta ja teollisuudelta. Vastaanottokapasiteetti on 90 000 tonnia vuodessa, mikä tekee laitoksesta yhden maan suurimmista. Raaka-aineen keräys tehdään putkiverkoston avulla. Biokaasun ohella laitos tuottaa lannoitteita mädätyslietteestä maatalouden käyttöön. Biokaasu rikastetaan puhtaaksi metaaniksi alueen teollisuuden käyttöön pääasiassa lämmöksi. Laitoksen rakentaminen kaikkine investointeineen maksaa noin 10 miljoonaa euroa. Työllisyysvaikutukset on arvioitu YVA-

selostuksessa rakentamisen ajalta enimmillään 145 ja toiminnan aikana 7–8 henkilötyövuodeksi. (Pohjalainen, 2013; Talouselämä, 2013; Jeppo Kraft Andelslag, 2010.)

Jepuan laitosta koskevat tiedot kerättiin haastatteleamalla Jeppo Kraft Andelslagin toimitusjohtajaa. Jeppo Kraft on biokaasulaitoshankkeesta vastaava taho ja sillä on käytössään kattavasti tietoa rakennettavan laitoksen käytön aikaisista kustannuksista

### Perho

Perhon biokaasun tuotannolle käytettiin samaa kustannusrakennetta kuin Jepuan laitoksessa. Tuotantomäärät tosin poikkeavat, koska Perhon biokaasun tuotantopotentiaali arvioitiin kunnan peltopinta-alojen ja viljelytietojen sekä tuotantoeläinten määrän perusteella. Perhon kunnan biokaasutuotannon potentiaalin arvioitiin tämän perusteella olevan noin 27,2 GWh vuodessa. Nykyisellä biokaasun hinnalla tuotannon vuotuiseksi arvoksi saadaan noin 2,9 milj. euroa.

Taulukko 7. Biokaasutuotannon kustannusrakenne Jepualla.

Kustannuserä	%-osuus	Tarkempi erittely
<b>Välituotteet</b>		
Maa- ja metsätalous	9,2	Lietteet maataloudesta ja turkistarhoilta, peltobiomassat, metsähake
Elintarviketeollisuus	1,3	Elintarviketeollisuuden jätteitä
Muu teollisuus	20,9	Huolto ja sähkö
Kauppa	0,6	Yleisiä pienhankintoja
Kuljetus	3,7	Raaka-ainekuljetukset
Rahoitus	1,9	Rahoituskulut ja korot, vakuutukset
Muut palvelut	11,9	Kiinteistöhuolto, siivous, taloushallinto
<b>Arvonlisäys</b>		
Työvoimakustannukset	23,1	4-5 henkilötyövuotta
Pääomakustannukset	27,5	Toimintaylijäämä ja poistot
<b>Yhteensä</b>	<b>100,0</b>	

## TUULIVOIMA

### Jepua

Tuulivoimaloiden kustannusrakenne koostettiin kirjallisuutta hyödyntäen. Tärkeimpiä lähteitä olivat tuulivoimayhdistyksen nettisivujen materiaali ja aineisto sekä sähkön tuotantokustannuksiin liittyvät julkaisut (Tuulivoimayhdistys, 2012; Vakkilainen et al., 2012; Vainio, 2011). Aineistoa täydennettiin myös tuulivoima-alan asiantuntijoiden avulla (Mikkonen, 2012). Tutkimuksessa käytetty esimerkki-tuulivoimapuisto on teholtaan 9 MW. Huipun käyttöajaksi on oletettu 2 500 tuntia, josta edelleen on johdettu vuosituotannoksi 22,5 GWh. Tämä energiamäärä edellyttää kolmen 3 MW tuuliturbiinin rakentamista. Tuuliatlaksen tietojen mukaan alueella on riittävät tuuliolosuhteet tuottaa mainittu määrä tuulisähköä (Tuuliatlas, 2013).

Taulukossa 8 on esitetty tuulivoiman tuotannon kustannusrakenne keskimääräiseltä vuodelta. Rakenne poikkeaa monin tavoin CHP-laitoksen ja

biokaasun tuotannon kustannusrakenteesta. Pääomakustannus on suurin, sillä tuotanto ei vaadi pakollisten huoltotoimien lisäksi suuria määriä muita välituotteita tai työvoimaa. Pääomakustannuksen suuruutta selittää investoinnin arvosta tehtävät poistot, jotka ovat tuulivoiman kohdalla huomattavasti suuremmat verrattuna muihin tutkittaviin energian tuotantomuotoihin. Nykyisellä sähkön hinnalla vuotuisen tuotannon arvoksi saadaan noin 1,1 miljoonaa euroa.

### Perho

Tuulivoiman tuotannolle käytettiin samaa kustannusrakennetta kuin Jepuan laitoksessa (Taulukko 8). Perhoon on suunnitteilla kaksi tuulivoimapuistoa, joissa molemmissa olisi yhdeksän 3 MW tuulivoimalaa. Tutkimuksessa on arvioitu Perhon tuulivoimaloiden yhteenlasketuksi vuosituotannoksi 97,47 GWh ja tuotannon arvoksi noin 4,8 miljoonaa euroa.

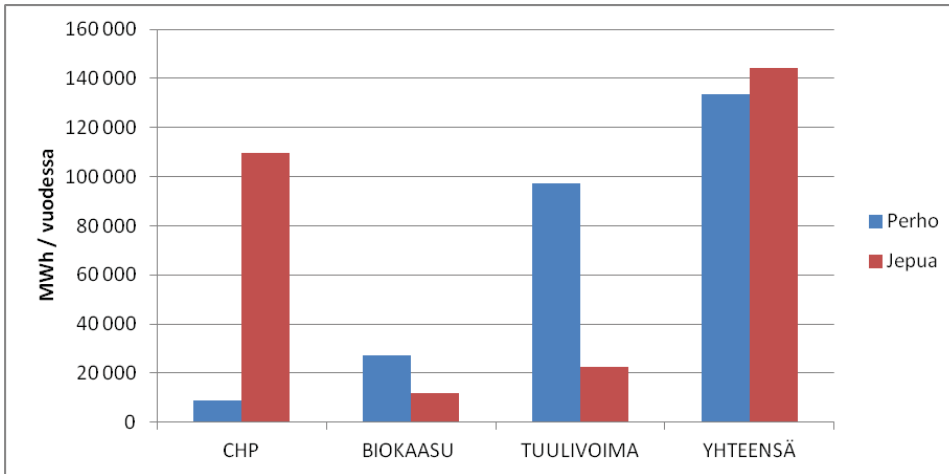
**Taulukko 8.** Tuulivoiman tuotannon kustannusrakenne Jepualla ja Perhossa.

Kustannuserä	%-osuus	Tarkempi erittely
<b>Välituotteiden käyttö</b>		
Muu teollisuus	18,8	Huolto ja sähkö
Rahoitus	5,2	Rahoituskulut ja korot, vakuutukset
Muut palvelut	0,6	Pienpalveluita, hallintokulut
<b>Arvonlisäys</b>		
Työvoimakustannukset	4,3	
Pääomakustannukset	71,1	Toimintaylijäämä ja poistot
<b>Yhteensä</b>	<b>100,0</b>	

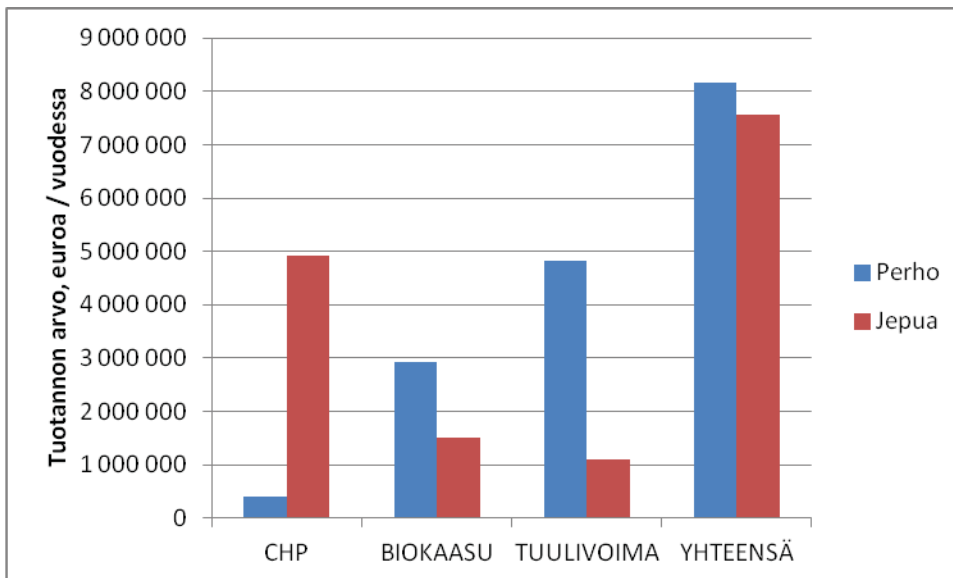
## YHTENVETO TUOTANTOMÄÄRISTÄ JA RAHALLISISTA ARVOISTA

Kuvissa 7–8 on esitetty Jepuan ja Perhon uusiutuvien energialähteiden toimialojen tuotantomäärät ja tuotannon arvot tutkimuksessa käytettyjen oletusten mukaisina. Molemmilla alueilla uusiutuviin energian lähteisiin pohjautuva energia

kokonaistuotantomäärä ja sen arvo ovat samaa luokkaa eli noin 140 GWh/vuodessa ja rahassa noin kahdeksan miljoonaa euroa. Toimialoittainen jakautuminen on alueilla erilainen. Jepualla suurin uusiutuviin energianlähteisiin pohjautuva ala on CHP-tuotanto, Perhossa vastaavasti suurin ala on tuulivoima.



Kuva 7. Uusiutuviin energianlähteisiin pohjautuvien toimialojen energian tuotantomäärät Jepualla ja Perhossa.



Kuva 8. Uusiutuviin energianlähteisiin pohjautuvien toimialojen tuotannon arvo Jepualla ja Perhossa.

## HAJAUTETTU ENERGIAN TUOTANTO JEPUALLA

### ALUETALOUDELLISET VAIKUTUKSET: OSITTAIN OMAVARAINEN RAAKA-AINEKETJU

Osittain omavaraisella raaka-aineketjulla tarkoitamme tilannetta, jossa raaka-aineiden hankinta hajautetun energiantuotannon tarpeisiin määräytyy RegFin-aluemallin teorioiden mukaisesti. Raaka-aineet biokaasun, tuulivoiman ja CHP-tuotantoon ostetaan vapaasti markkinoilta. Näin ollen raaka-aineet eivät välttämättä tule omasta seutukunnasta tai kunnasta, vaan ne ostetaan sieltä mistä ne kustannusrakenteen, hinnat, korvattavuusmahdollisuudet ja kuljetuskustannukset huomioiden on järkevintä hankkia. Asetelma kuvaa perustilannetta, jossa raaka-ainemarkkinat ovat avoimia alueiden väliselle kilpailulle.

Osittain omavaraisessa ketjussa hajautettu energian tuotanto näyttäisi olevan seutukunnalle keskimäärin melko neutraalia. Toiminta vaikuttaa myönteisesti ABKT:hen ja osin työllisyyteenkin, mutta kerroinvaikutukset ovat pieniä. Tuotannon arvo eli suora vaikutus ei juurikaan kerrytä lisävaikutuksia välillisesti muilla toimialoilla tai kotitalouksien tulojen ja kulutuksen kautta. Hajautetun energian tuotannon yhteisvaikutukset muodostuvat siten alhaisiksi. Tämä selittyy raaka-aineiden ostoilla muilta alueilta, jolloin rahaa vuotaa pois omalta alueelta. Sama koskee pääomatuoloja, joista osa valuu oman alueen ulkopuolelle. CHP-tuotanto näyttäisi olevan vähiten kannattava energian tuotannon muoto ja koska sen volyyymi kokonaisuudessa on kaikkein suurin, hajautetun energian tuotannon kokonaisvaikutukset jäävät vaatimattomiksi.

Tulosten mukaan biokaasun tuotanto on aluetalouden kannalta kannattavin energian tuotannon muoto. Tämä perustuu siihen, että laitokselle raaka-ainetta tuottavaa maataloutta ja elintarviketuotantoa on alueella runsaasti. Vastaavasti esimerkiksi tuulivoiman vaikutukset ovat pieniä siksi, ettei maakunnasta ole saatavilla huoltopalveluita. Tuulivoima on tutkituista toimialoista kaikkein pääomavaltaisinta, jolloin pääomatulojen vuodot oman alueen ulkopuolelle selittävät myös aluetaloudellisen vaikuttavuuden pienuutta.

Hajautetun energiantuotannon yhteenlaskettu liikevaihto on laskelmissa 7,5 miljoonaa euroa. Miljoonan euron sijoituksella näihin energian tuotannon muotoihin saadaan keskimäärin aikaan hieman alle neljä uutta henkilötyövuotta, mikä kertoo tuotantomuotojen pääomavaltaisuudesta. Metsähakkeen käyttö lisää työllisyyttä yleensä, mutta erityisesti metsätaloudessa. Suurimmat työllistävät vaikutukset tulevat CHP-tuotannosta jossa tuotannon volyyymi on suurin. Tuulivoiman työllisyysvaikutukset ovat oletetusti pienimmät, sillä tuulivoimala ei tarvitse toiminnassaan juuri työvoimaa, ja siten suuri osa työllistävästä vaikutuksesta tapahtuu muualla aluetaloudessa tuulivoiman tuotannon seurauksena.

Hajautettu energian tuotanto on monin tavoin kytköksissä aluetalouteen. Erityisen vahvat sidokset tuotannolla näyttäisi olevan kuljetustoimialaan, mikä selittyy raaka-ainekuljetuksilla. Myös elintarviketuotanto, vakuutus- ja rahoitustoiminta sekä metsätalous ovat vahvasti sidoksissa hajautettuun energiantuotantoon. Hajautetulla energian tuotannolla on myös vahva sidos rakentamisen toimialaan. Työllisyyden kasvaessa syntyy työtuloja, joista suurin osa kulutetaan. Asuminen, joka linkittyy rakentamiseen on useille tärkeä elintasotekijä olipa asunto vuokrattu tai oma. Pääomavaltai-

**Taulukko 9.** Jepuan hajautetun energiantuotannon aluetaloudelliset vaikutukset Pietarsaaren seutukuntaan osittain omavaraisen raaka-aineketjun tapauksessa.

Pietarsaaren seutukunta	CHP	Tuulivoima	Biokaasu	Yhteisvaikutus
Tuotannon arvo, milj. euroa	4,9	1,1	1,5	7,5
ABKT:n muutos, % -yksikköä	0,3	0,1	0,1	0,5
ABKT:n muutos, milj. euroa	3,8	1,4	1,9	7,1
Kerroinvaikutus <sup>7</sup>	-0,2	0,2	0,3	-0,1
Työllisyyden muutos, % -yksikköä	0,1	0,02	0,03	0,1
Työllisyyden muutos, htv	21,3	2,5	3,9	27,7

<sup>7</sup> Kerroinvaikutus lasketaan skenaariotuloksista indikaattorina, esimerkiksi biokaasulle kaavalla  $1,9/1,5 - 1 = 0,3$  (kokonaisvaikutus jaettu- na suoralla vaikutuksella miinus yksi). Se kuvaa lisähyötyä joka saadaan toimintaan sijoitettua yhtä euroa kohden.

suus näyttäytyy paitsi suurina kiinteän pääoman poistoina, myös toimintaylijäämänä, josta osa suuntautuu investointeihin ja sitä kautta rakentamiseen.

## ALUETALOUDELLISET VAIKUTUKSET: TÄYSIN OMAVARAISEN RAAKA- AINEKETJU

Hankkeen lähtökohtana on tutkia erityisesti täyden raaka-aineomavaraisuuden ja siihen perustuvan paikallisen bioenergian käytön vaikutuksia aluetalouteen. Täysin omavaraisella raaka-aineketjulla tarkoitetaan asetelmaa, jossa energian tuotannon raaka-aineet, erityisesti tarvittavat biomassat ja muut tuotantopanokset ostetaan omasta seutukunnasta. Mallissa tämä toteutuu lisäämällä keskeisten raaka-aineiden tarjontaa oman alueen kysynnän verran. Tarjonnan lisääntyessä ja kysynnän ollessa entisellä tasolla, raaka-aineiden hinnat laskevat ja tekevät niiden oman alueen tuotannon kilpailukykyiseksi. Lisäksi säästetään kuljetuskustannuksissa. Näin järjestelty raaka-aineiden käyttö kohdistettiin omalle alueelle.

Jepuan laitoksiin hankittiin paljon välituotteita alueen ulkopuolelta osittain omavaraisen raaka-aineketjun tapauksessa. Tämä rajoitti Pietarsaaren seutukunnan saamaa aluetaloudellista hyötyä. Täysin omavaraisen raaka-aineketjun tapauksessa kokonais- ja kerroinvaikutukset nousevat ja muodostuvat positiivisiksi myös CHP-tuotannossa. Hajautettu energiantuotanto tuo aluetalouteen 14,3 miljoonaa euroa suoran vaikutuksen ollessa

7,5 miljoonaa. Jokainen näille toimialoille sijoitettu euro tuottaa keskimäärin 0,9 lisäeuroa muualla aluetaloudessa.

Työllisyysvaikutusten arviointi on haastavaa, koska raaka-aineiden hankinta vain omalta alueelta on kohdistettu mallin toimintaa sopeuttamalla. Mallista saatavia tuloksia ei siten voida luontevasti soveltaa työllisyysvaikutusten tutkimiseen. Toisaalta on syytä olettaa, että mikäli hajautettu energian tuotanto alkaa korvata nykyistä keskitetyn energian tuotannon mallia, ainakin loppukäytön puolella vaikutukset työllisyyteen voivat olla pie-nehköt. Jonkin verran työllisyysvaikutuksia voi kuitenkin syntyä, jos sähkön hinta laskee oman alueen tuotannon kasvaessa ja näin ollen antaa kilpailuetua oman alueen teollisuudelle ja yrityksille.

## HAJAUTETUN ENERGIANTUOTANNON VERTAILU KESKITETTYYN MALLIIN

Keskitetyssä mallissa seutukunnan tarvitsema sähkö ostetaan valtakunnallisesta sähköverkosta ja sähkön tuotantopaikka voi sijaita satojen kilometrien päässä sen kulutuspaikalta. Keskitetyn mallin vaikuttavuuden arviointi on tämän tutkimuksen puitteissa haasteellista, sillä keskitetyn sähkön tuotannon rakenne sisältyy osana sähkö-, kaasu-, lämpö- ja vesihuollon toimialaan. Alla esitetyt arviot vaikuttavuudesta sisältävät siten myös veden ja lämmön tuotannon ja jakelun vaikuttavuuden. Tulokset antavat kuitenkin hyvän käsityksen siitä, millaisia kerroinvaikutuksia keskitetyllä energia tuotannon mallilla on ja millä toimialoilla

**Taulukko 10.** Jepuan hajautetun energiantuotannon vaikutukset Pietarsaaren seutukuntaan täysin omavaraisen raaka-aineketjun tapauksessa.

Pietarsaaren seutukunta	CHP	Tuulivoima	Biokaasu	Yhteensä
Tuotannon arvo, milj. euroa	4,9	1,1	1,5	7,5
<b>Täysin omavarainen raaka-aineketju</b>				
ABKT:n muutos, %-yksikköä	0,5	0,2	0,2	0,9
ABKT:n muutos, milj. euroa	8,6	2,5	3,3	14,3
Kerroinvaikutus	0,8	1,2	1,1	0,9
<b>Osittain omavarainen raaka-aineketju</b>				
ABKT:n muutos, %-yksikköä	0,3	0,1	0,1	0,5
ABKT:n muutos, milj. euroa	3,8	1,4	1,9	7,1
Kerroinvaikutus	-0,2	0,2	0,3	-0,1

**Taulukko 11.** Keskitetyn energiantuotannon merkitys Pietarsaaren seutukunnalle.

Pietarsaaren seutukunta	Sähkö-, kaasu- ja vesihuollon toimiala
Tuotannon arvo, milj. euroa	141,0
ABKT:n muutos, %-yksikköä	16,3
ABKT:n muutos, milj. euroa	222,0
Kerroinvaikutus	0,6
Työllisyyden muutos, %-yksikköä	7,1
Työllisyyden muutos, htv	908

vaikutukset muodostuvat. Työllisyysvaikutukset sekä vaikutukset alueelliseen BKT:hen eivät sen sijaan ole täysin vertailukelpoisia hajautetun mallin lukujen kanssa.

Tulosten mukaan yksi keskitetyn energian tuotantoon käytetty euro tuottaa 0,6 lisäeuroa muualla alueloudessa. Vaikutukset syntyvät tasaisesti kaikilla toimialoilla, sillä sähkö on välttämätön välituote kaikessa tuotannossa. Laskelmat on tehty Pietarsaaren seutukunnalle, joten voimakkaimmin sähkön tuotantoon on sidoksissa paperi- ja selluteollisuus. Myös kiinteistöliiketoimintaan (kiinteistöjen vuokraus ja kiinteistönhuolto) keskittyllä sähkötuotannolla on suuri vaikutus.

Tulokset osoittavat hajautetun mallin olevan kerroinvaikutuksella mitaten aluetaloudellisesti kannattavampaa jos alueen raaka-aineketju on täysin omavarainen. Hajautetun energian tuotannon kerroinvaikutus alueelliseen BKT:hen on 0,3

euroa suurempi (0,9 > 0,6) verrattuna keskitettyyn energian tuotantoon. Etu pätee kuitenkin ainoastaan siinä tapauksessa, että energia myös käytetään omalla alueella.

## HAJAUTETTU ENERGIANTUOTANTO PERHON KUNNASSA

### ALUETALOUDELLISET VAIKUTUKSET: OSITTAIN OMAVARAINEN RAAKA-AINEKETJU

Samoin kuin edellä todettiin Pietarsaaren seutukunnan suhteen, osittain omavaraisella raaka-aineketjulla tarkoitetaan tilannetta, jossa raaka-aineiden hankinta tapahtuu vapaasti markkinoilta edullisimpaan hintaan.

**Taulukko 12.** Perhon hajautetun energiantuotannon vaikutukset Kaustisen seutukuntaan osittain omavaraisen raaka-aineketjun tapauksessa.

Kaustisen seutukunta	CHP	Tuulivoima	Biokaasu	Yhteensä
Tuotannon arvo, milj. euroa	0,4	4,8	2,9	8,1
ABKT:n muutos, %-yksikköä	0,1	1,5	0,6	2,1
ABKT:n muutos, milj. euroa	0,2	4,6	1,8	6,6
Kerroinvaikutus	-0,4	-0,04	-0,4	-0,2
Työllisyyden muutos, %-yksikköä	0,02	0,2	0,2	0,4
Työllisyyden muutos, htv	1,2	11,2	15,3	27,8

Osittain omavaraisessa ketjussa hajautetun energian tuotannon vaikutus on vähäinen Kaustisen seutukunnalle kaikilla uusiutuviin energialähteisiin pohjautuvilla toimialoilla. Kerroinvaikutukset ovat selkeästi negatiiviset CHP:n ja biokaasun tuotannolle ja neutraalit tuulivoimalle. Hajautetun energian tuotannon yhteisvaikutukset ovat myös negatiiviset, kerroinvaikutus on -0,2. Jokaisesta hajautettuun energian tuotantoon käytetystä eurosta 0,2 euroa valuu Kaustisen seutukunnan ulkopuolelle. Tulos selittyy raaka-aineiden hankinnalla oman seutukunnan ulkopuolelta. Samoin kuin Pietarsaaren seutukunnan tuloksissa myös Kaustisen seutukunnalle kokonaistyöllisyysvaikutukset ovat 28 henkilötyövuotta. Vaikutus on suurin biokaasun ja hieman pienempi tuulivoiman tuotannossa.

Myös Kaustisen seutukunnassa CHP-tuotanto näyttäisi tulosten mukaan olevan vähiten kannattava energiantuotannon muoto, mutta biokaasun tuotannon kerroinvaikutukset ovat suuremmat kuin CHP-tuotannossa. Tuulivoiman tuotannon kokonaisvaikutus alueen talouteen on käytännössä neutraali. Tuulivoima näyttäisi olevan Kaustisen seutukunnalle vaihtoehtoista kannattavin. Keskeinen syy tähän on, että tuulivoiman tuotanto näyttää tulosten perusteella tukevan Kaustisen seutukunnan tärkeitä toimialoja: metalliteollisuutta, saha ja puutuoteteollisuutta sekä rakentamista. Sen sijaan CHP ja biokaasun tuotanto kiristävät kilpailua välituotteista, jotka tulevat omalta alueelta alkutuotannon toimialoilta. Tämä näkyy puu- ja sahatuoteteollisuuden sekä metalliteollisuuden tuotannon laskuna.

Hajautetun energiantuotannon työllisyysvaikutukset jäävät pieniksi, kun niitä verrataan yhteenlaskettuun liikevaihtoon 8,1 milj. euroon. Yhden miljoonan euron arvoinen rahan käyttö näissä energian tuotannoissa saa tulosten mukaan

aikaan keskimäärin 3,4 uutta henkilötyövuotta, mikä kuvastaa tuotantomuotojen pääomavaltaisuutta. Suurimmat työllistävät vaikutukset tulevat biokaasun tuotannosta, mikä on perusteltua raaka-aineketjun takia. Vähiten työllisyyttä lisää tuulivoiman tuotanto, mikä aiheutuu pitkälti sen kustannusrakenteesta. Tuulivoiman tuotannon vähäiset työllisyysvaikutukset on todettu myös kansainvälisissä tutkimuksissa (Heavner ja Del Chiaro, 2003; Kammen et al., 2004; Kjaer, 2006). Tuotanto- ja ylläpitovaiheessa tuulivoiman vaikutus on arvioitu olevan 0,03 työpaikkaa GWh kohden suhteessa tuotantomäärään ja 0,2 työpaikkaa MW kohden suhteessa kapasiteettiin.

### ALUETALOUDELLISET VAIKUTUKSET: TÄYSIN OMAVARAINEN RAAKA- AINEKETJU

Täysin omavaraisen raaka-aineketjun vaikutukset on laskettu samalla tavalla kuin edellä esitetyt vastaavat Pietarsaaren seutukuntaa koskevat tulokset. Oletuksena on, että hajautetun energian tuotannon toimialat hankkivat raaka-aineet omalta alueelta ja tuotettu energia käytetään paikallisesti.

Täysin omavaraisen raaka-aineketjun tapauksessa kaikkien toimialojen alueellisen BKT:n kerroinvaikutukset muodostuvat positiiviseksi. Yhteensä laskettuna hajautettu energiantuotanto, arvoltaan 8,1 miljoonaa euroa, tuottaa Kaustisen seutukunnan aluetalouteen 11,3 miljoonaa euroa. Jokainen näille toimialoille sijoitettu euro tuottaa 0,4 euroa lisää muualla aluetaloudessa. Kerroinvaikutusten perusteella alueen kannalta kannattavimmaksi nousee CHP-tuotanto, kerroinvaikutus on yli yhden. Myös biokaasun ja tuulivoiman tuotannon kerroinvaikutukset ovat positiiviset.

**Taulukko 13.** Perhon hajautetun energiantuotannon vaikutukset Kaustisen seutukuntaan täysin omavaraisen raaka-aineketjun tapauksessa.

Kaustisen seutukunta	CHP	Tuulivoima	Biokaasu	Yhteensä
Tuotannon arvo, milj. euroa	0,4	4,8	2,9	8,1
<b>Täysin omavarainen raaka-aineketju</b>				
ABKT, %-yksikköä	0,3	2,1	1,3	3,7
ABKT milj. euroa	0,8	6,4	4,0	11,3
Kerroinvaikutus	1,1	0,3	0,4	0,4
<b>Osittain omavarainen raaka-aineketju</b>				
ABKT, %-yksikköä	0,1	1,5	0,6	2,1
ABKT milj. euroa	0,2	4,6	1,8	6,6
Kerroinvaikutus	-0,4	-0,04	-0,4	-0,2



Yksi syy siihen, että biokaasun ja tuulivoiman tuotannon kerroinvaikutukset eivät nouse tasoa 0,3 – 0,4 suuremmiksi on pääomakustannusten suuri osuus ja tuulivoiman osalta myös suhteellisesti vähäisempi välituotteiden käyttö. CHP-tuotanto puolestaan tarvitsee välituotteita metsätaloudesta, joka on merkittävä toimiala Kaustisen seutukunnassa. Tämä selittää CHP-tuotannon kerroinvaikutuksen korkean tason. Tämän energiamuodon tuotanto saa aikaan yhdellä eurolla yli yhden lisäeuron vaikutuksen alueellisella BKT:lla mitaten muualla aluetaloudessa.

Työllisyysvaikutusten arviointi on haastavaa, koska raaka-aineiden hankinta vain omalta alueelta on kohdistettu mallin toimintaa sopeuttamalla. Mallista saatavia tuloksia ei siten voida luontevasti soveltaa työllisyysvaikutusten tutkimiseen. Toisaalta on syytä olettaa, että mikäli hajautettu energian tuotanto alkaa korvata nykyistä keskitetyn energian tuotannon mallia, ainakin loppukäytön puolella vaikutukset työllisyyteen voivat olla pie-nehköt. Jonkin verran työllisyysvaikutuksia voi kuitenkin syntyä, jos sähkön hinta laskee oman alueen tuotannon kasvaessa ja näin ollen antaa kilpailuetua oman alueen teollisuudelle ja yrityksille.

## HAJAUTETUN ENERGIANTUOTANNON VERTAILU KESKITETTYYN MALLIIN

Tutkimuksessa arvioitiin myös keskitetyn energian tuotannon vaikutusta Kaustisen seutukunnalle vastaavasti, kuten edellä esitettiin Pietarsaaren seutukunnalle. Kokonaisvaikutus Kaustisen seutukuntaan on merkittävä, keskitetty energiantuotanto on yli 12 prosenttia alueen BKT:sta.

Kerroinvaikutuksen perusteella yksi keskitetyn energiantuotannon käytetty euro tuottaa 50 senttiä muualla aluetaloudessa. Vaikutukset syntyvät tasaisesti kaikilla toimialoilla, sillä sähkö on välttämätön välituote kaikessa liiketoiminnassa.

Voimakkaimmin sähkön tuotantoon ovat sidoksissa puutuote- ja sahateollisuus, metalliteollisuus ja muu teollisuus sekä rakentaminen.

Tässä esitettyjen keskitetyn mallin tulosten kohdalla on syytä huomioida, että lukuihin sisältyy myös sähkön ohella kaasun sekä lämpö- ja vesihuollon toimialaa, koska Tilastokeskuksen luokituksessa näiden alojen tuotanto on laskettu yhteen (Tilastokeskus 2012b). Tässä esitetyt arviot keskitetyn sähkön tuotannon taloudellisista vaikutuksista ovat näin ollen jonkin verran todellista suurempia.

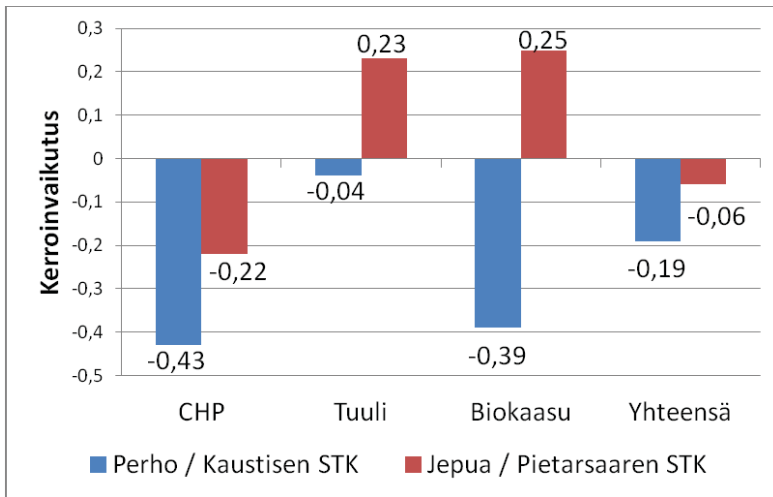
Tulokset antavat kuitenkin hyvän käsityksen siitä, millaisia kerroinvaikutuksia keskitetyllä energian tuotannon mallilla on ja millä toimialoilla vaikutukset muodostuvat. Työllisyysvaikutukset sekä vaikutukset alueelliseen BKT:hen eivät sen sijaan ole täysin vertailukelpoisia hajautetun mallin lukujen kanssa.

## JEUAN JA PERHON TULOSTEN VERTAILU JA TULOSTEN MERKITYS

Uusiutuviin energianlähteisiin nojautuvan hajautetun energian tuotannon yhteenlaskettu rahallinen arvo (7,5 – 8,0 miljoonaa euroa) ja tuotettu energiamäärä (noin 140 GWh) olivat likipitään yhtä suuret molemmilla tutkimusalueilla. Tuotantotapojen painotukset kuitenkin poikkesivat toisistaan. Tuotannon arvon perusteella Jepualla suurin toimiala oli CHP-tuotanto ja Perhossa tuulivoima. Vastaavasti pienin toimiala oli Perhossa CHP-tuotanto ja Jepualla tuulivoima. Seuraavissa kuvissa on esitettyinä hajautetun energiantuotannon kerroinvaikutukset Pietarsaaren ja Kaustisen seutukunnille osittain ja täysin omavaraisen raaka-aineketjun tilanteessa.

**Taulukko 14.** Keskitetyn energiantuotannon merkitys Kaustisen seutukunnalle.

Kaustisen seutukunta	Sähkö-, kaasu- ja vesihuollon toimiala
Tuotannon arvo, milj. euroa	25,5
ABKT, %-yksikköä	12,3
ABKT, milj. euroa	38,1
Kerroinvaikutus	0,5
Työllisyys, %-yksikköä	4,9
Työllisyys, htv	329,7

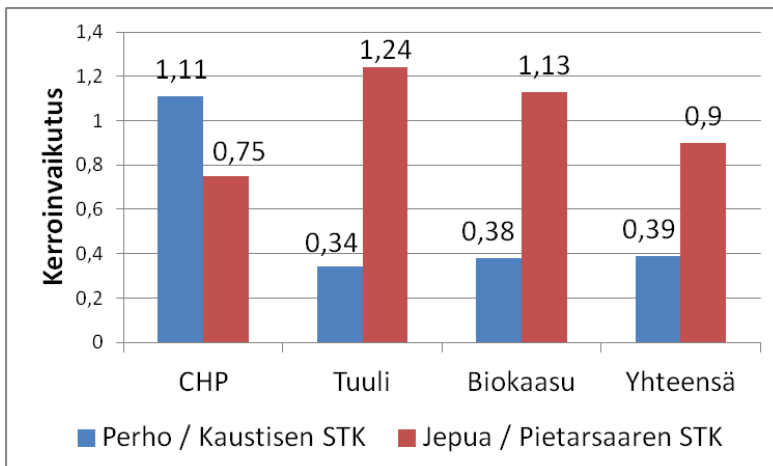


**Kuva 9.** Hajautetun energiantuotannon kerroinvaikutus osittain omavaraisen raaka-aineketjun tapauksessa. Pietarsaaren ja Kaustisen seutukunnan tulosten vertailu.

Pietarsaaren seutukunnalle kerroinvaikutukset ovat osittain omavaraisen raaka-aineketjun tilanteessa paremmat kuin Kaustisen seutukunnalle. Yhteisvaikutus on Pietarsaaren seutukunnan tapauksessa se, että vain 6 senttiä jokaisesta hajautettuun energiantuotantoon käytetystä eurosta valuu alueen ulkopuolelle. Kaustisen seutukunnalle tämä suhde on heikompi, lähes 20 senttiä jokaisesta eurosta valuu pois alueelta.

Täysin omavaraisen raaka-aineiden hankintaketjun tapauksessa kerroinvaikutukset ovat positiiviset molemmissa seutukunnissa. Pietarsaaren seutukunta näyttää hyötyvän hajautetusta energi-

an tuotannosta keskimäärin enemmän kuin Kaustisen seutukunta. Pietarsaaren seutukunnassa jokainen hajautettuun energian tuotantoon käytetty euro tuottaa nyt 90 senttiä lisää muualla alueloudessa. Kaustisen seutukunnalle tämä suhde on alempi, 40 senttiä. Tuotantoketjun omavaraisuuden kasvu nostaa merkittävästi kerroinvaikutuksia. Myös alueen elinkeinorakenteella on vaikutusta, Kaustisen ja Pietarsaaren seutukunnan elinkeinorakenteet poikkeavat selvästi toisistaan. Pietarsaaren seutukunnan aluelouden koko on myös euroissa mitattuna yli viisinkertainen verrattuna Kaustisen seutukuntaan.



**Kuva 10.** Hajautetun energiantuotannon kerroinvaikutus täysin omavaraisen raaka-aineketjun tapauksessa. Pietarsaaren ja Kaustisen seutukunnan tulosten vertailu.

Keskitetyn energian tuotannon vaikutus Pietarsaaren ja Kaustisen seutukunnille arvioitiin myös tässä tutkimuksessa. Vaikutus on merkittävä molemmille seutukunnille, toimiala vastaa Pietarsaaren seutukunnan BKT:sta yli 16 prosenttia ja Kaustisen seutukunnan BKT:sta yli 12 prosenttia. Kerroinvaikutuksen perusteella yksi keskitettyyn energian tuotantoon käytetty euro tuottaa 60 senttiä muualla Pietarsaaren seutukunnan aluetaloudessa. Vastaava luku on Kaustisen seutukunnalle 50 senttiä. Molemmissa seutukunnissa voimakkaammin sähkön tuotantoon ovat sidoksissa metsäteollisuus (sellu- ja paperiteollisuus sekä puutuote- ja sahateollisuus), metalliteollisuus, muu teollisuus ja rakentaminen.

Johtopäätös näistä tuloksista on, että hajautetulla energian tuotannolla, joka pohjautuu sijaintialueen omavaraiseen raaka-aineiden hankintaketjuun, on positiivinen vaikutus aluetalouteen ja hyödyn suuruus on sidoksissa alueen elinkeinorakenteeseen. Osittain omavaraisen raaka-aineiden hankintaketjun tapauksessa saaduissa tuloksissa nähtiin esimerkiksi CHP-tuotannon vähäinen ja jopa negatiivinen vaikutus Kaustisen aluetalouteen, jossa saha- ja puutuoteteollisuus on merkittävä ala. Osaltaan negatiivinen vaikutus johtui raaka-aineen hankinnan kiristymisestä ja kilpailusta puupohjaiseen raaka-aineeseen nojaavien toimialojen kesken.

Käytetty aluemalli ei huomioi, että esimerkiksi CHP-tuotannon ja saha- ja puutuoteteollisuuden käyttämät puuraaka-aineet ovat eri laatua. CHP-tuotanto pystyy hyödyntämään esimerkiksi metsäteollisuuden jätelemiä, sahausjätettä ja puunkuorta. Toisaalta CHP-tuotanto ja muut puuta hyödyntävät toimialat voidaan ajatella olevan selvästi kilpailutilanteessa muiden tuotantopanosten osalta. Mikäli sellu- ja paperiteollisuuden tuotannon kehitys pysyy laskusuunnassa, se vähentää teollisuuden jäteliemien ja puutähteiden energiakäyttöä. Tämän energiantuotannon korvaaminen pelkästään metsähakkeella vaatisi merkittäviä investointeja konekantaan ja lisää työvoimaa hakkeen tuottamiseen ja kuljettamiseen (Bioenergia-tieto 2013).

Tutkimuksen tulokset ovat saman suuntaisia aikaisempien uusiutuvien energian lähteiden käytön taloudellisten vaikutusten tutkimusten kanssa. Esimerkiksi bioenergian aluetaloudellista vaikutusta on aiemmin arvioitu BioReg-hankkeessa (Simola ja Kola, 2010). Saadut tulokset osoittivat bioenergian lisäämisen pienentävän BKT:ta ja vähentävän työllisyyttä, mutta auttavan saavuttamaan päästötavoitteet. Negatiiviset vaikutukset johtuivat yleisestä energian kallistumisesta mal-

lisimuloinneissa, koska bioenergian lisäys vähennettiin fossiilisen energian tuonnista. Tulokset toivat esiin myös alueellisia eroja. Maakunnista Etelä-Pohjanmaa oli ainoa selkeä hyötyjä, koska alue pystyi bioenergian vientiin. BioReg-hankkeen tuloksista tehty johtopäätös on, että bioenergian tuotantoa tulisi kannustaa markkinaperusteisilla ohjaukskeinoilla.

VTT:n vastikään julkaisemassa tutkimusraportissa on arvioitu uusiutuvan energian lisäämisen vaikutuksia Suomen kasvihuonepäästöihin ja kansantalouteen (Lindroos et al., 2012). Tarkasteltavat uusiutuvat energiamuodot olivat metsähake, tuulivoima, biokaasu ja liikenteen biopolttoaineet. Näiden energiamuotojen käytön lisäämisen kokonaisvaikutus työllisyyteen arvioitiin pitkällä aikavälillä olevan noin 3 000 htv vuodessa. Suurin vaikutus oli metsähakkeella ja pienin biokaasun tuotannolla. Tuulivoiman vaikutus arvioitiin olevan noin 1 300 htv vuodessa pitkällä aikavälillä, mutta osan työllisyysvaikutuksista arvioitiin valuvan ulkomaille kotimaisten laitetoimittajien puuttumisen takia. Positiivinen vaikutus BKT:hen arvioitiin olevan noin 0,2 % pitkällä tähtäimellä ja investointivaiheen jälkeen BKT-vaikutuksen tasaantuvan 0,1 % vertailuskenaariota ylemmälle tasolle. Mikäli energiateknologiaan liittyvä vienti pirtistyi kotimaisten kehittämistoimien seurauksena, positiivinen vaikutus BKT:hen voisi olla suurempi.

Tämän sekä aiempien tutkimuksien perusteella uusiutuvien energialähteiden ja hajautetun energian tuotannon taloudellisia vaikutuksia olisi syytä tutkia lisää. Ensinnäkin, nykyiset energian tuotannon linjaukset korostavat uusiutuvien energialähteiden käyttöä ja merkitystä. Suomi on valinnut vahvasti uusiutuvan energian ja etenkin bioenergian käytön lisäämisen tien ja myös EU:n asettamat velvoitteet uusiutuvan energian käytön lisäämiselle ohjaavat kehitystä. Toiseksi, uusiutuvan energian tuotannon taloudellisia vaikutuksia on syytä tutkia alueellisesta näkökulmasta. Alueiden saamat hyödyt ja hyötyjen suuruus voivat olla erilaisia ja elinkeinorakenteella on merkitystä. Tärkeä tieto on miten alueellisia positiivisia vaikutuksia voisi vahvistaa. Kolmanneksi, uusiutuvat energian lähteet joutuvat kilpailemaan vielä pitkän aikaa fossiilisten polttoaineiden kanssa. Tähän liittyen voitaisiin tutkia tarkemmin erilaisten tukimuotojen vaikutusta vaihtoehtoisissa skenaarioissa ja huomioiden samalla esimerkiksi liuskekaasun vaikutus yleiseen energian hintatasoon.

## YHTEENVETO

Uusiutuvien energialähteiden käytön yleistymistä ei niinkään rajoita niiden määrä ja potentiaalit vaan taloudelliset ja laadulliset aspektit. Fossiilisten polttoaineiden kallistuminen ja määrän vähentyminen vaikuttavat siirtymiseen uusiutuviin energiamuotoihin. Samoin halu päästä korkeampaan energiaomavaraisuuteen sekä irti tuontiöljystä ja siihen liittyvistä epävarmuuksista vievät kehitystä uusiutuvien suuntaan. Uusiutuvien energialähteiden laajamittainen käyttö vaatii energian jakeluverkolta uudistumista ja erilaisia ominaisuuksia kuin nykyinen keskitetty energian tuotanto. Lisäksi hajautetulla energian tuotannolla on erityisenä haasteena laadulliset seikat. Energiaa on oltava tarjolla jatkuvasti ja riittävästi kaikille asiakkaille.

Uusiutuvien energialähteiden käytön kasvu on myös sidoksissa yleiseen energian hintatasoon ja siihen kuinka kallista on käyttää fossiilisia energialähteitä. Erilaisten tukien käyttö uusiutuvan energian eduksi on todennäköisesti välttämätöntä samoin kuin päästömaksut fossiilille polttoaineille. Energiapolitiittisten päätösten vaikutukset kertautuvat kansainvälisen kaupan kautta. Mikäli kotimaisen tuotannon kilpailukyky kärsii merkittävästi päätöksistä, BKT:n pienenemiseltä tuskin vältytään. Haasteena on miten tuottaa uusiutuvi- ta energialähteistä kannattavasti ja kilpailukykyisesti energiaa.

Uusiutuvien energialähteiden alueellisista vaikutuksista on käyty paljon keskustelua. Lähtökoh- tana on ollut, että alueellisia vaikutuksia on ja että ne ovat myönteisiä. Alueen saamaa lisäarvoa, kuten ostovoiman kasvua, kulujen vähentymistä, uusia työpaikkoja ja verotuloja on tutkittu (Bentzen et al., 1997; Hoffmann, 2009; Sastresa et al., 2010, Trink et al., 2010). Numeerisia arvioita vaikutuk- sista työllisyyteen ja etenkin alueen BKT:hen on kuitenkin esitetty hyvin vähän.

Tutkimuksessa selvitettiin kuinka suuret ta- loudelliset vaikutukset Jepuan ja Perhon uusi- tuviin energialähteisiin nojautuvalla hajautetulla energian tuotannolla voisi olla. Tutkimus on ”mitä jos” -tyyppinen, eli tarkoituksena on selvittää aluetaloudellisia vaikutuksia alueen energian tuot- antopotentiaaleihin ja tiedossa oleviin suunnitel-

miin pohjautuen. Lisäksi tässä työssä selvitettiin biokaasun tuotannon kustannusrakenne Jepuan biokaasulaitoksen tietojen pohjalta ja CHP-tuo- tannon kustannusrakenne Perhon lämpölaitoksen tietoihin perustuen. Aluetaloudellisten vaikutus- ten laskemisessa käytettiin Helsingin yliopiston Ruralia-instituutissa kehitettyä yleisen tasapainon CGE RegFin-aluemallia. Tulokset laskettiin seutu- kuntatasoisina eli Pietarsaaren (Jepua) ja Kausti- sen (Perho) seutukunnille.

Uusiutuviin energialähteisiin nojautuvan ha- jautetun energian tuotannon yhteenlaskettu ra- hallinen arvo (7,5 - 8 milj. eur) ja tuotettu energia- määrä (noin 140 GWh) olivat likipitäen yhtä suuret molemmilla tutkimusalueilla. Tuotantotapojen painotukset kuitenkin poikkesivat toisistaan. Tuo- tannon arvoon perustuen Jepualla suurin toimiala oli CHP-tuotanto ja Perhossa tuulivoima. Vastaa- vasti pienin toimiala oli Perhossa CHP-tuotanto ja Jepualla tuulivoima.

Hajautetun energian tuotannon aluetaloudelli- set vaikutukset olivat merkittävästi erilaiset riippu- en siitä, mitä oletettiin raaka-aineiden hankinnan omavaraisuudesta. Pietarsaaren seutukunnalle kerroinvaikutukset ovat osittain omavaraisen raaka- aineketjun tapauksessa paremmat kuin Kausti- sen seutukunnalle. Yhteisvaikutus on Pietarsaaren seutukunnan tapauksessa se, että vain 6 senttiä jokaisesta hajautettuun energiantuotantoon sijoite- tusta eurosta valuu alueen ulkopuolelle. Kaustisen seutukunnalle tämä suhde on heikompi, lähes 20 senttiä jokaisesta eurosta valuu pois alueelta.

Täysin omavaraisen raaka-aineiden hankinta- ketjun tapauksessa kerroinvaikutukset muuttuvat positiiviseksi molemmissa seutukunnissa. Pietar- saaren seutukunta näyttää hyötyvän hajautetusta energian tuotannosta enemmän kuin Kaustisen seutukunta. Pietarsaaren seutukunnassa jokainen hajautettuun energian tuotantoon käytetty euro tuottaa 90 senttiä lisää muualla aluetaloudessa. Kaustisen seutukunnalle tämä suhde on alempi, 40 senttiä. Tuotannon perustuminen vain oman alueen välituotteisiin nostaa merkittävästi ker- roinvaikutusta. Myös alueen elinkeinorakenteella on vaikutusta, Kaustisen ja Pietarsaaren seutu- kunnan elinkeinorakenteet poikkeavat selvästi toi-

sistaan. Pietarsaaren seutukunnan aluetalouden koko on myös euroissa mitattuna yli viisinkertainen verrattuna Kaustisen seutukuntaan.

Keskitetyn energian tuotannon vaikutus Pietarsaaren ja Kaustisen seutukunnille arvioitiin myös tässä tutkimuksessa. Vaikutus on merkittävä molemmille seutukunnille, toimiala vastaa Pietarsaaren seutukunnan BKT:sta yli 16 prosenttia ja Kaustisen seutukunnan BKT:sta yli 12 prosenttia. Kerroinvaikutuksen perusteella yksi keskitettyyn energiantuotantoon käytetty euro tuottaa 60 senttiä muualla Pietarsaaren seutukunnan aluetaloudessa. Vastaava luku on Kaustisen seutukunnalle 50 senttiä. Molemmissa seutukunnissa voimakkaammin sähkön tuotantoon ovat sidoksissa metsäteollisuus, metalliteollisuus, muu teollisuus ja rakentaminen.

Johtopäätöksenä tämän tutkimuksen tuloksista voidaan sanoa, että hajautetulla energian tuotannolla, joka pohjautuu sijaintialueen omavaraiseen raaka-aineiden hankintaketjuun, on positiivinen vaikutus aluetalouteen ja hyödyn suuruus on sidoksissa alueen elinkeinorakenteeseen. Tulokset tukevat näin ollen yleistä olettamusta uusiutuvien energianlähteiden käytön aluetaloutta piristävästä vaikutuksesta

Tutkimuksen tulokset ovat samansuuntaisia aikaisempien uusiutuvien energian lähteiden käytön taloudellisten vaikutusten tutkimusten kanssa. Esimerkiksi bioenergian aluetaloudellisista vaikutuksista on aiemmin arvioitu BioReg-hankkeessa (Simola ja Kola, 2010). Hankkeessa saadut tulokset osoittivat bioenergian lisäämisen pienentävän BKT:ta ja vähentävän työllisyyttä, mutta auttavan saavuttamaan päästötavoitteet. Negatiiviset vaikutukset johtuivat yleisestä energian kallistumisesta mallisimuloinneissa, koska bioenergian lisäys vähennettiin fossiilisen energian tuonnista. Tulokset toivat esiin myös alueellisia eroja. Maakunnista Etelä-Pohjanmaa oli ainoa selkeä hyötyjä, koska alue pystyi bioenergian vientiin. BioReg-hankkeen tuloksista tehty johtopäätös on, että bioenergian tuotantoa tulisi kannustaa markkinaperusteisilla ohjauksineilla.

VTT:n vastikään julkaisemassa tutkimusraportissa on myös arvioitu uusiutuvan energian lisäämisen vaikutuksia Suomen kasvihuonepäästöihin ja kansantalouteen (Lindroos et al., 2012). Tarkasteltavat uusiutuvat energiamuodot olivat tässä selvityksessä metsähake, tuulivoima, biokaasu ja liikenteen biopolttoaineet. Näiden energiamuotojen käytön lisäämisen kokonaisvaikutus työllisyyteen arvioitiin pitkällä aikavälillä olevan noin 3 000 htv vuotta kohden. Suurin vaikutus oli metsähakkeella ja pienin biokaasun tuotannolla. Tuulivoiman vaikutus arvioitiin olevan noin 1 300 htv vuotta kohden pitkällä aikavälillä, mutta osan työllisyysvaikutuksista arvioitiin valuvan ulkomaille kotimaisten laitetoimittajien puuttumisen takia. Positiivinen vaikutus BKT:hen arvioitiin olevan noin 0,2 % pitkällä tähtäimellä ja investointivaiheen jälkeen BKT-vaikutuksen tasaantuvan 0,1 % vertailuskenaariota ylemmälle tasolle. Mikäli energiateknologiaan liittyvä vienti pirtistyy kotimaisten kehittämistoimien seurauksena, positiivinen vaikutus BKT:hen voisi olla suurempi.

Tämän sekä aiempien tutkimusten perusteella uusiutuvien energialähteiden ja hajautetun energian tuotannon taloudellisia vaikutuksia olisi syytä tutkia lisää. Ensinnäkin, nykyiset energian tuotannon linjaukset korostavat uusiutuvien energialähteiden käyttöä ja merkitystä. Suomi on valinnut vahvasti uusiutuvan energian ja etenkin bioenergian käytön lisäämisen tien ja myös EU:n asettamat veloitteet uusiutuvan energian käytön lisäämiselle ohjaavat kehitystä. Toiseksi, uusiutuvan energian tuotannon taloudellisia vaikutuksia on syytä tutkia alueellisesta näkökulmasta. Alueiden saamat hyödyt ja hyötyjen suuruus voivat olla erilaisia ja elinkeinorakenteella on merkitystä. Tärkeä tieto on miten alueellisia positiivisia vaikutuksia voisi vahvistaa. Kolmanneksi, uusiutuvat energianlähteet joutuvat kilpailemaan vielä pitkän aikaa fossiilisten polttoaineiden kanssa. Tähän liittyen voitaisiin tutkia tarkemmin erilaisten tuki- ja huomioiden samalla esimerkiksi liuskekaasun vaikutus yleiseen energian hintatasoon.

# LÄHTEET

- Bentzen J., Smith V. and Dilling-Hansen, M. 1997. Regional income effects and renewable fuels. Increased usage of renewable energy sources in Danish rural areas and its impact on regional incomes. *Energy Policy* 25 (2) 185-191.
- Bioenergiatieto (2013). [http://www.bioenergiatieto.fi/default/www/etusivu/metsaenergia/mahdollisuudet\\_ja\\_haasteet/](http://www.bioenergiatieto.fi/default/www/etusivu/metsaenergia/mahdollisuudet_ja_haasteet/)
- Biokaasuyhdistys (2012). Biokaasu. [http://biokaasuyhdistys.net/index.php?option=com\\_content&view=section&layout=blog&id=6&Itemid=53](http://biokaasuyhdistys.net/index.php?option=com_content&view=section&layout=blog&id=6&Itemid=53)
- Energiamarkkinavirasto (2013). Hintatilastot. <http://www.sahkonhinta.fi/summariesandgraphs>
- Energiäteollisuus (2013). Sähkötilastot. <http://energia.fi/tilastot-ja-julkaisut/sahkotilastot/sahkonkulutus/sahkon-kaytto-kunnittain>
- Euroopan komissio (2007). Uusiutuvia energialähteitä koskeva etenemissuunnitelma. Uusiutuvat energialähteet 2000-luvulla: kestävämmän tulevaisuuden rakentaminen. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0848:FIN:FI:PDF>
- Finbioenergy (2012) Bioenergiassa on myönteisyyttä. <http://www.finbioenergy.fi/default.asp?sivuID=9164>
- Flyktman, M., Kärki, J., Hurskanen, M., Helynen, S., Sipilä, K. (2011) Kivihiilen korvaaminen biomassolla yhteistuotannon polypolttokattiloissa. VTT-tiedotteita. [https://www.tem.fi/files/29530/Kivihiilen\\_korvaaminen\\_biomassoilla\\_yhteistuotannon\\_polypolttokattiloissa\\_VTT.pdf](https://www.tem.fi/files/29530/Kivihiilen_korvaaminen_biomassoilla_yhteistuotannon_polypolttokattiloissa_VTT.pdf)
- Heavner, B. & Del Chiaro, B. (2003). Renewable Energy and Jobs. Employment Impacts of Developing Markets for Renewables in California; Environment California Research and Policy Center. <http://www.community-wealth.org/sites/clone.community-wealth.org/files/downloads/paper-heavner-del-chiaro.pdf>
- Hoffmann, D. 2009. Creation of regional added value by regional bioenergy resources. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 13:2419-2429.
- Holtinen, H. (2008). Tuulivoiman säätö- ja varavoimatarpeesta Suomessa. *Tuulensilmä* nro 1. 2008
- Huttunen, M. J. & Kuittinen, V. (2012). Suomen biokaasulaitosrekisteri n:o 15. Tiedot vuodelta 2011. Publications of the University of Eastern Finland. Reports and Studies in Forestry and Natural Sciences No 8. University of Eastern Finland, Faculty of Science and Forestry, School of Forest Sciences, Joensuu. <http://www.biokaasuyhdistys.net/media/Biokaasulaitosrekisteri2011.pdf>
- Ihalainen, T. & Niskanen, A. (2010). Kustannustekijöiden vaikutukset bioenergian tuotannon arvoketjuissa. Metlan työraportteja 166. Saatavissa: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2010/mwpl166.pdf>
- Jeppo Kraft Andelslag (2010). Biokaasulaitos, YVA-selostus. [http://www.ely-keskus.fi/fi/ELYkeskukset/EtelaPohjanmaanELY/Ymparistonsuojelu/YVA/paattyneet/jatehuolto/Documents/Biokaasulaitoksen%20rakennushanke,%20Uusikaarlepyy/YVA\\_selostus\\_FI.pdf](http://www.ely-keskus.fi/fi/ELYkeskukset/EtelaPohjanmaanELY/Ymparistonsuojelu/YVA/paattyneet/jatehuolto/Documents/Biokaasulaitoksen%20rakennushanke,%20Uusikaarlepyy/YVA_selostus_FI.pdf)
- Jeppo Kraft (2012). Jepuan sähköverkko. <http://www.jeppekraft.fi/>
- Kammen, D.M., Kapadia, K. & Fripp, M. (2004). Putting Renewables to Work: How Many Jobs Can the Clean Energy Industry Generate? RAEI Report, University of California, Berkeley. <http://rael.berkeley.edu/sites/default/files/very-old-site/renewables.jobs.2006.pdf>
- Kaustisen seutukunta (2013). <http://www.kase.fi/seutukunta/>
- Keski-Pohjanmaan tilastoja (2013). <http://www.kase.fi/tilastot/>
- Kjaer, T. (2006). Socio-economic and regional benefits. Employment assessment. Network of pioneering communities and regions working on innovative heat energy solutions. REGENERGY. Department for Environment, Technology and Social Studies, Roskilde University. <http://www.reg-energy.org/data/dokumenter/employment.pdf>



- Kuntaliitto (2013). Alue & Yhdyskunta: Tietoja pienistä lämpölaitoksista vuodelta 2012. <http://www.kunnat.net/fi/tietopankit/tilastot/ajy/kyselyt-selvitykset-tuloksia/Documents/pienetl%C3%A4mp%C3%B6laitokset2013.pdf>
- Laurila, J., Tasanen, T. & Lauhanen, R. (2010). Metsäenergiapotentiaali ja energiapuun korjuun resurssitarpeet Etelä-Pohjanmaan metsäkeskuksen alueella. *Metsätieteen aikakauskirja* 4/2010:355-365.
- Lindroos, T.J., Monni, S., Honkatukia, J., Soimakallio, S. & Savolainen, I. (2012). Arvioita uusiutuvan energian lisäämisen vaikutuksista Suomen kasvihuonekasvupästäisiin ja kansantalouteen. VTT Technology 11. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2012/T11.pdf>
- Mikkonen, A. (2012). What does wind power cost? Investment, O & M and production costs in Finland. Suomen Tuulivoimayhdistys ry. Vaasa 21.3.2012. [http://www.vei.fi/files/pdf/704/WIND\\_POWER3\\_Mikkonen.pdf](http://www.vei.fi/files/pdf/704/WIND_POWER3_Mikkonen.pdf)
- Motiva (2013). [http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva\\_energia](http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia)
- Männistö, T., Törmä, H. & Jylhä, P. (2012) Metsän arvoketjujen aluetaloudelliset vaikutukset Etelä- ja Keski-Pohjanmaalla – Puurakentaminen ja yhdistetty lämmön ja sähköntuotanto. Helsingin yliopisto. Ruralia-instituutti. Raportteja 94. <http://www.helsinki.fi/ruralia/julkaisut/pdf/Raportteja94.pdf>
- Peura, P. (Toim.) (2007). Maaseudun voima. Liiketoiminta hajautetussa energiantuotannossa. Levon instituutti. [http://www.uva.fi/materiaali/pdf/isbn\\_978-952-476-184-0.pdf](http://www.uva.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-184-0.pdf)
- Peura, P. & Hyttinen, T. (2011). The potential and economics of bioenergy in Finland. *Journal of Cleaner Production* 19:927-945.
- Pietarsaaren seutukunta (2012). Elinvoimaista teollisuutta ja yrittäjähänkeä. <http://www.pietarsaarensuutu.fi/d-Elinkeinoel%C3%A4m%C3%A4-ja-ty%C3%B6-Elinvoimaista-teollisuutta-ja-yritt%C3%A4j%C3%A4henke%C3%A4.aspx?docID=3496&smi=3&tocid=9>
- Pohjalainen (2013). Uutinen 11.1.2013: Jepuan biokaasulaitoksen rakentaminen käynnistyy. <http://www.pohjalainen.fi/uutiset/maakunta/jepuan-biokaasulaitoksen-rakentaminen-kaynnistyy-1.1317858>
- Puulakeus (2013). Potentiaalilaskuri: <http://www.puulakeus.net/138.html>
- Rakentaja (2013). Laskurit. [http://www.rakentaja.fi/indexfr.aspx?s=/suorakanava/laskurit/lammitysjarjestelma4is.asp?utm\\_sour](http://www.rakentaja.fi/indexfr.aspx?s=/suorakanava/laskurit/lammitysjarjestelma4is.asp?utm_sour)
- Resch, G., Held, A., Faber, T., Panzer, C., Toro, F. & Haas, R. (2008). Potentials and prospects for renewable energies at global scale. *Energy Policy* 36:4048–4056.
- Sastresa E.L., Usón A.A., Bribián I.Z. and Scarpellini S. 2010. Local impact of renewables on employment: Assessment methodology and case study. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 14 (2010) 679-690.
- Simola, A. & Kola, J. (Toim.) (2010). Bioenergian tuotannon aluetaloudelliset vaikutukset Suomessa. Helsingin yliopisto, Taloustieteen laitos, Julkaisuja Nro 49, Maatalousekonomia.
- Suomen Tuulivoimayhdistys ry (2013). <http://www.tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta>
- Talouselämä (2013). Uutinen 8.3.2013: Jepualle ainutlaatuinen biokaasulaitos: kilometrien pituiset keräysputket risteilevät maan alla. <http://www.talouselama.fi/uutiset/jepualle+ainutlaatuinen+biokaasulaitos+kilometrien+pituiset+keraysputket+risteilevat+maan+alla/a2173627>
- Tilastokeskus (2012a). Aluetilinpidon tilastot. <http://stat.fi/til/altip/index.html>
- Tilastokeskus (2012b). Toimialaluokitus 2008. <http://stat.fi/meta/luokitukset/toimiala/001-2008/index.html>
- Tilastokeskus (2013a). Väestörakennetilasto. <http://www.stat.fi/til/vrm.html>
- Tilastokeskus (2013b). Energiatilasto, energian hankinta ja kulutus. [http://tilastokeskus.fi/til/ehk/2012/04/ehk\\_2012\\_04\\_2013-03-22\\_tie\\_001\\_fi.html](http://tilastokeskus.fi/til/ehk/2012/04/ehk_2012_04_2013-03-22_tie_001_fi.html)
- Tilastokeskus (2013c). Rakennukset ja kesämökkit. <http://www.stat.fi/til/rakke/tau.html>
- Trink T., Schmid C., Schinko T., Steininger K.W., Loibnegger T., Kettner IC., Pack A. and Töglhofer C. 2010. Regional economic impacts of biomass based energy service use: A comparison across crops and technologies for East Styria, Austria. *Energy policy* 38 (2010) 5912-5926.
- Tuuliatlas (2013). Ilmatieteen laitos, Suomen tuuliatlas. <http://tuuliatlas.fmi.fi/fi/#>
- Tuulivoimayhdistys (2012). Tietoa tuulivoimasta. <http://www.tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta>
- Työ- ja elinkeinoministeriö (2012). Uusiutuvan energian toimialaraportti. TEM toimialaraportti 4/2012. [http://www.temtoimialapalvelu.fi/files/1628/Uusiutuva\\_energia2012\\_web.pdf](http://www.temtoimialapalvelu.fi/files/1628/Uusiutuva_energia2012_web.pdf)

- UPM Oyj (2012). UPM Pietarsaari sellutehdas. <http://www.upm.com/FI/UPM/UPM-Lyhyesti/Globaalit-toiminnot/Tuotantoyksikot/Pages/UPM-Pietarsaari-sellutehdas.aspx>
- Vainio, T. (2011). Sähkön tuotantokustannusvertailu. Aalto-yliopisto, teknillinen korkeakoulu. [http://lib.tkk.fi/TIEDE\\_TEKNOLOGIA/2011/isbn9789526041353.pdf](http://lib.tkk.fi/TIEDE_TEKNOLOGIA/2011/isbn9789526041353.pdf)
- Vakkilainen, E., Kivistö, A. & Tarjanne, R. (2012). Sähkön tuotantokustannusvertailu. Tutkimusraportti 27, Lappeenrannan teknillinen yliopisto. <http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/86304/S%C3%A4hk%C3%B6n%20tuotantokustannusvertailu%20,%20tutkimusraportti%2027,%202012.pdf?sequence=1>
- Van Dam, J., Faaij, A.P.C., Lewandowski, I. & Fischer, G. (2007). Biomass production potentials in Central and Eastern Europe under different scenarios. *Biomass and Bioenergy* 31:345-366.
- Yritys-Suomi (2013). Kaustisen seutukunta. <https://www.yrityssuomi.fi/web/guest/artikkeli?id=8092>



## LIITE. REGFIN-LASKENTAMENETELMÄ

CGE-simulointimallit<sup>1</sup> ovat osoittautuneet parhaaksi tavaksi arvioida erilaisten muutosten aluetaloudellisia vaikutuksia. Esimerkiksi alueen taloudellisissa olosuhteissa tapahtuu muutos, alueelle tulee uusi toimija tai sieltä poistuu toimija, suoritetaan uusi investointi tai lakkautetaan tehdas. Muutos voi olla myös tukipolitiikan tai verotuksen painopisteen muuttuminen. Nämä uuden sukupolven skenaariomallit ovat selvästi kehittyneempiä talouden kuvauksia kuin vanhemmat lineaariset tekniikat. CGE-mallit kehitettiin alun perin 1980-luvulta lähtien korjaamaan vanhempien laskentametodien puutteita.

### RURALIAN YLEISEN TASAPAINON MALLI

Yleisen tasapainon CGE-mallina Ruralia-instituutin alueellinen RegFin-laskentamalli perustuu koeteltuun mikro- ja makrotalousteoriaan, kehittyneisiin soveltavan matematiikan ratkaisualgoritmeihin sekä Tilastokeskuksen kansan- ja aluetalouden tilinpidon sekä muiden virallisten tilastojen lukuihin. Toimialamallina se on joustava ja sen aineisto voidaan kohtuullisella työpanoksella päivittää vuosittain. RegFin on saanut vaikutteita ennen kaikkea Australian Melbournen Monash-yliopiston kuuluisista malleista.

Käytännössä kaikki sovellukset vaativat mallin räätälöintiä, kuten lisäaineiston hankintaa, toimiala- ja/tai aluerakenteen muokkausta sekä ohjelmointia. Mallia on kehitetty vuodesta 1998 lähtien. Viimeisten seitsemän vuoden aikana sillä on tehty yli 50 tutkimusta.

RegFin-laskenta voidaan suorittaa Suomen, sen maa- ja seutukuntien tasolla. Toimialojen lukumäärä riippuu Tilastokeskuksen kansan- ja aluetalouden tilinpidosta. Mallin perusaineisto kattaa kaikki Suomen 19 maakuntaa, joissa on kussakin 30 toimialaa. Malli voidaan sovittaa seutukunnalle, jolloin käytössä on 19 toimialaa. Mallin dimensioita voidaan räätälöidä, ja perustiedoista voidaan joustavasti yhdistellä sovellukseen sopivia toimialoista ja alueista koostuvia kokonaisuuksia. Päätoimialoja voidaan jakaa alatoimialoihin. Dimen-

<sup>1</sup> CGE tulee sanoista Computable General Equilibrium eli laskettava yleinen tasapaino.

siovalinnat ratkaisevat mallin koon ja skenaarion ratkaisemiseen kuluvan ajan.

RegFin-mallin simulointitulokset sisältävät muutoksen suoran ja epäsuoran vaikutuksen lisäksi niin sanotut aiheutetut vaikutukset, jotka syntyvät vaikutuskanavan edetessä tuloihin ja kulutukseen asti. Kutsumme epäsuoria ja tulo- sekä kulutusvaikutuksia kerroinvaikutuksiksi.

### MIKRO- JA MAKROTALOUS-TEORETTINEN PERUSTA

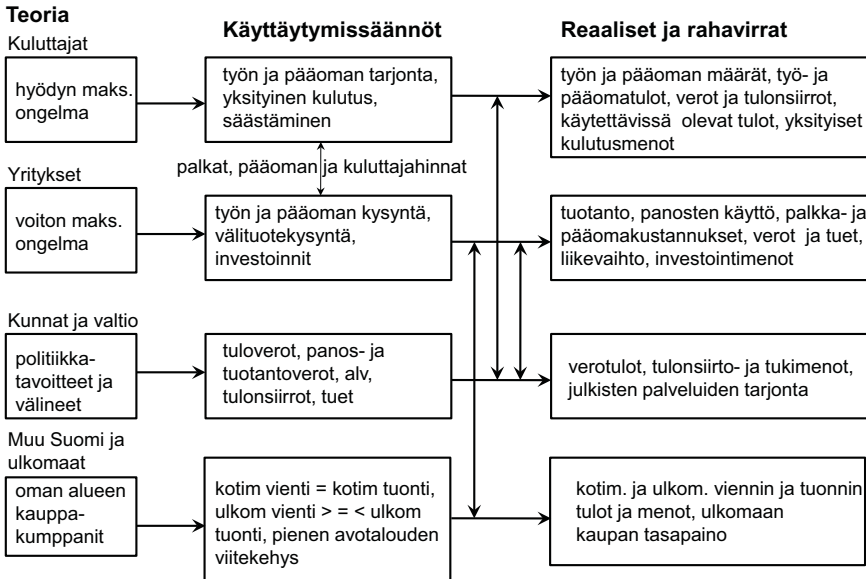
Laskentamallin keskeinen neoklassinen talousteoria on esitetty kuvassa 16.

Keskeiset päätöksentekijät ovat kuluttajat, yritykset ja julkinen sektori. Mallissa oletetaan, että kuluttajat pyrkivät valitsemaan kuluttamiensa tavaroiden ja palveluiden määrät siten, että he saavat niistä mahdollisimman suuren tarpeen tyydytyksen eli hyödyn. Kotitalouksien eli yksityinen kulutus määräytyy suhteellisten kuluttajahintojen<sup>2</sup> ja työ- ja pääomatulojen perusteella riippuen valitusta hyötyfunktioista.

Yritysten oletetaan haluavan tuottaa mahdollisimman suuren tulojen ja tuotantokustannusten erotuksen eli voiton. Kuluttajat tarjoavat tuotantontekijämarkkinoilla omistamiaan välituotteita<sup>3</sup>, työ- ja fyysisen pääoman (koneet, laitteet, kuljetusvälineet jne.) tunteja. Yritykset ostavat näitä tuotantontekijöikseen, jolloin työn ja pääoman suhteelliset hinnat määräytyvät kysynnän ja tarjonnan kohdatessa.

<sup>2</sup> Suhteellisella hinnalla tarkoitetaan kahden hinnan suhdetta. Mallissa minkä tahansa hinnan jakajana toimii valuuttakurssi. Kaikki kotimaiset hinnat ilmaistaan siten suhteessa ulkomaiseen hintatasoon. Määrittely tulee pienen avotalouden oletuksesta.

<sup>3</sup> Välituotteilla tarkoitetaan yritysten tarvitsemia raaka-aineita, komponentteja, varaosia jne. Joissain tapauksissa välituote voi olla jonkin muun toimialan lopputuote. Esimerkiksi kaupan toimiala ostaa valmiita tuotteita, kuten maitoa, juustoa, puhdistusaineita jne. muilta toimialoilta myydäkseen ne edelleen.



RegFin-aluemallin teoria.

Työn ja pääoman kysyntä määräytyvät tuotannon määrän, suhteellisten panoshintojen, panosten toisillaan korvattavuusmahdollisuuksien ja tuottavuuden perusteella. Yritysten investoinnit rahoitetaan kuluttajien säästöillä.

Kunnat ja valtio muodostavat julkisen sektorin, jolla on politiikkatavoitteita. Se määrää panos- ja hyödykeverot ja asettaa arvonlisäveron tason. Julkinen valta pyrkii puuttumaan näitä keinoja käyttäen kuluttajien ja yritysten päätöksentekoon. EU-jäsenyyden myötä julkisen sektorin mahdollisuudet tukea vientiä ja hillitä tuontia ovat vähentyneet.

Malli huomioi sekä kotimaan että ulkomaan kaupan. Kotimaan kauppa määräytyy gravitaatio-teorian mukaan. Alueiden välisen kaupan määrä riippuu suhteellisista hinnoista ja kuljetusetäisyydestä eli kuljetuskustannuksista, joiden kasvaessa kauppa pienenee. Kauppaa käydään sellaisen alueen kanssa, josta saadaan paras suhteellinen hinta. Positiivisesti vaikuttava tekijä on myös alueen tavaran tai palvelun kysyntä ja ostovoima. Etäisenkin alueen kanssa käydään kauppaa, jos sen ostoimasta tuleva vaikutus dominoi kuljetuskustannuksista tulevaa vaikutusta. Yksittäisen alueen kotimaan kauppataase voi olla ali- tai ylijäämäinen tai tasapainossa. Kotimaan kauppa on määritelmän mukaisesti toimialoittain tasapainossa Suomen tasolla.

Ulkomaan kaupassa Suomi oletetaan pieneksi avotaloudeksi, joka ei voi vaikuttaa maailman

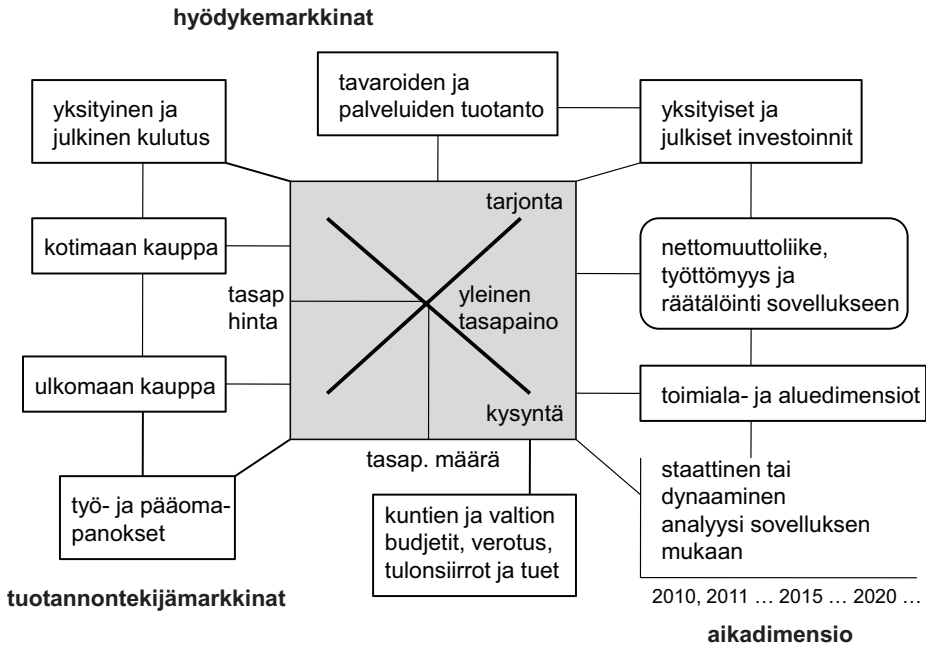
markkinahintoihin. Kukin alue voi viedä ja tuoda annetulla hinnalla haluamansa määrän. Kauppa reagoi ulkomaisten ja kotimaisten tavaroiden ja palveluiden suhteellisiin hintoihin. Jos hintasuhde muuttuu viennin hyväksi, tarjonta omalle alueelle vähenee ja vienti ulkomaille kasvaa. Yksittäisen alueen ulkomaan kauppataase voi olla ali- tai ylijäämäinen tai tasapainossa. Ulkomaan kauppa voi olla Suomen tasolla alijäämäinen, tasapainossa tai ylijäämäinen.

## KAIKKI VAIKUTTAA KAIKKEEN

CGE-malleissa keskeinen periaate on, että alueloudessa "kaikki vaikuttaa kaikkeen". Mitään talouden osaa ei voida analysoida yksin, erotettuna talouden kokonaisuudesta. Esimerkiksi kunkin toimialan vaikutuksia täytyy arvioida koko aluelouden kannalta. Alat ovat yhteydessä muiden toimialojen kanssa muun muassa alihankintaan liittyvien ostojen ja myyntien kautta.

Kukin toimiala esiintyy lähes kaikissa kuvan laatikoissa. Ne tuottavat hyödykkeitä, suorittavat toiminnan vaatimia investointeja, maksavat korvausta tehdyistä työ- ja konetunneista ja maksavat veroja. Seurauksena kukin tukee alueen yksityistä ja julkista sektoria sekä vaikuttaa myönteisesti työllisyyteen.

CGE-malleissa suhteelliset hinnat ovat talouden sopeutumisen moottoreita. Taloudellisten olosuhteiden muuttuessa hintojen muutos ohjaa ta-



RegFin-aluemallissa kaikki vaikuttaa kaikkeen.

louden kohti uutta tasapainoa. Nimensä mukaisesti malli on tasapainomalli, jossa hintojen ja määrien tasapaino toteutuu vasta, kun kaikki markkinat ovat tasapainossa. Tällöin kysyntä ja tarjonta ovat tasapainossa sopeutumisen päätyttyä. Työmarkkinat muodostavat poikkeuksen, työn kysyntä ja tarjonta eivät yleensä kohtaa täydellisesti vaan esiintyy työttömyyttä.

## UUODOT JA VIRRAT

Malli huomioi kaikki rahamääräiset vuodot tarkasteltavan alueen ulkopuolelle ja alueeseen päin suuntautuvat tulovirrat. RegFin-mallissa kaikki lasketaan nettomääräisenä. Vanhemmat lineaariset laskentamenetelmät yliarvioivat vaikutuksia, koska niiden tulokset ovat bruttomääräisiä, vuotoja ja virtoja ei huomioida. Kuvassa 12 on esitetty alueellisen tulonmuodostuksen prosessi.

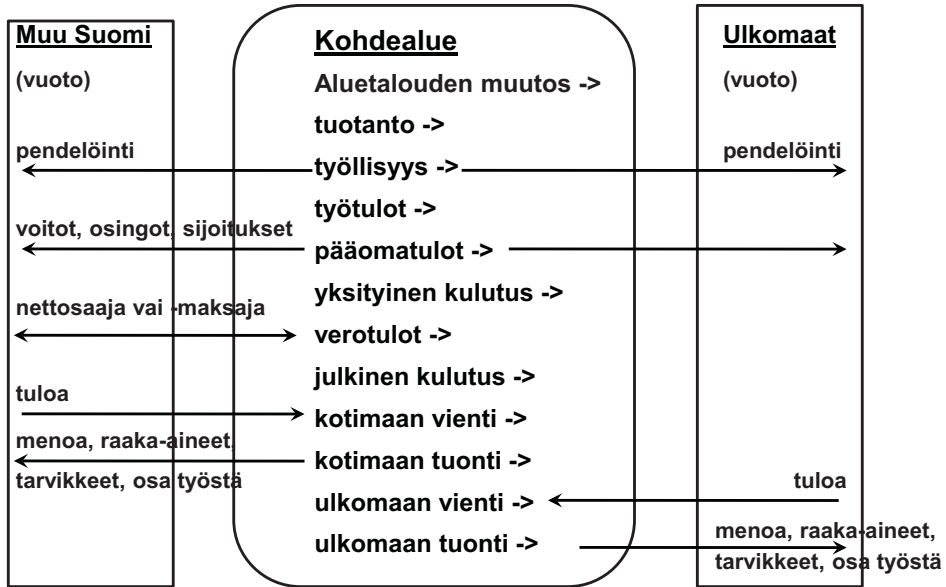
Vuodot ovat menoja, jotka johtuvat yritysten, kuluttajien ja julkisen sektorin tarpeesta ostaa tavaroita ja palveluita muualta Suomesta sekä ulkomailta. Mikään alue ei ole täysin omavarainen, joten alueen yritysten on tuotava osa raaka-aineista ja varaosista alueen ulkopuolelta. Kotitaloudet haluavat hankkia kestokulutustavaroita ja matkustaa lomalle. Esimerkiksi uuden auton oston aiheuttamasta rahavirrasta jää alueelle vain osa, mahdollisesti vain paikallisen autoliikkeen kate. Vastaavasti

lomamatka ja sen aikana tehdyt ostot voivat vuotaa lähes kokonaan ulkomaille. Osa työllisyydestä ja tuloista vuotaa pendelöinnin kautta alueelta pois. Suuri vuotoerä ovat myös pääomatulot, niistä maksetaan voittoja ja osinkoja. Lisäksi investoinneista kilpailee moni muukin alue.

Virrat syntyvät, kun alueelta viedään tavaroita ja palveluita alueen ulkopuolelle muualle kotimaahan tai ulkomaille. Valtio kerää veroja alueelta, mutta rahoittaa myös valtion vastuulla olevat palvelut. Jotkut alueet voivat olla nettosaajia, toiset taas nettomaksajia. Edellisessä tapauksessa virrat ovat vuotoja suurempia. Kunnallisvero on tyypillistä alueen yksityisen ja julkisen sektorin tulonjakoa.

Yleisen tasapainon analyysin perusteet on esitetty julkaisuissa Törmä (2008) sekä Rutherford ja Törmä (2010). Lisäksi mallia on kuvattu seuraavissa lähteissä: Törmä ja Zawalinska (2010; 2011). Lisää tietoa RegFin-malleista ja aiemmista tutkimuksista artikkeleineen ja raportteineen saa osoitteesta: <http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntija-palvelut/regfin.htm>

42 UUSIUTUVAT ENERGIAN LÄHTEET JA HAJAUTETUN ENERGIAN TUOTANNON ALUETALOUDELLINEN VAIKUTTAUVUUS  
 PIETARSAAREN JA KAUSTISEN SEUTUKUNNISSA



RegFin ottaa huomioon rahavuodot ja -virrat alueelta/alueelle.

## REGFIN-LASKENTAMENETELMÄÄN LIITTYVIÄ JULKAISUJA

### ARTIKKELIT JA EU-HANKKEIDEN RAPORTIT

Rutherford Thomas F. and Törmä Hannu (2010). Efficiency of Fiscal Measures in Preventing Out Migration from North Finland. *Regional Studies*, Vol. 44, No 4, 465–475. [http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp\\_fin/artikkelit.htm](http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp_fin/artikkelit.htm)

Törmä Hannu (2008). Do Small Towns Development Projects Matter, and Can CGE Help? *Journal of Spatial Economic Analysis* Vol. 3, No. 2, June. [http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp\\_fin/artikkelit.htm](http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp_fin/artikkelit.htm)

Törmä Hannu and Lehtonen Heikki (2009). Macroeconomic and welfare effects of the CAP reform and further decoupling of agricultural support in Finland: A CGE modelling approach. *Food Economics – Acta Agricult Scand C*, 2009; 6: 73–87. [http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp\\_fin/artikkelit.htm](http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp_fin/artikkelit.htm)

Törmä Hannu and Zawalinska Katarzyna (2007a). Technical description of the CGE RegFin/RegPol models. University of Helsinki, Ruralia Institute. [www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/regfin.htm](http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/regfin.htm)

Törmä Hannu and Zawalinska Katarzyna (2010). Methodological description of the CGE RegEU model. FP7 CAPRI-RD project, Deliverable 3.2.2. <http://www.ilr1.uni-bonn.de/agpo/rsrch/capri-rd/network.htm>

Törmä Hannu and Zawalinska Katarzyna (2011). Final documentation of the CGE RegEU model. FP7 CAPRI-RD project, Deliverable 3.2.3. <http://www.ilr1.uni-bonn.de/agpo/rsrch/capri-rd/network.htm>

### RAPORTEJA-SARJAN JULKAISUT

Laasanen Juhani (2010a). Pajala-Kolarin kaivos-hankkeen vaikutukset Kolarin kuntaan. Helsingin yliopisto Ruralia-instituutti, Raportteja 52. [http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp\\_fin/julkaisut.htm](http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp_fin/julkaisut.htm)

Laasanen Juhani (2010b). Soklin kaivoksen vaikutukset Savukosken kuntaan. Helsingin yliopisto Ruralia-instituutti, Raportteja 56. [http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp\\_fin/julkaisut.htm](http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp_fin/julkaisut.htm)

Laasanen Juhani (2011). Vapaaehtoistyön kansantaloudelliset vaikutukset. Helsingin yliopis-

to Ruralia-instituutti, Raportteja 70. [http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp\\_fin/julkaisut.htm](http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp_fin/julkaisut.htm)

Männistö Tuomas, Törmä Hannu ja Jylhä Paula (2012). Metsän arvoketjujen aluetaloudelliset vaikutukset Etelä- ja Keski-Pohjanmaalla. Helsingin yliopisto Ruralia-instituutti, Raportteja 94. [http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp\\_fin/julkaisut.htm](http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp_fin/julkaisut.htm)

Määttä Susanna ja Törmä Hannu (2012a). Varsinais-Suomen ruokatuotannon aluetaloudellisen vaikuttavuuden selvitys. Helsingin yliopisto Ruralia-instituutti, Raportteja 89. [http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp\\_fin/julkaisut.htm](http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp_fin/julkaisut.htm)

Määttä Susanna ja Törmä Hannu (2012b). Hämeen ruokatuotannon aluetaloudellisen vaikuttavuuden selvitys. Helsingin yliopisto Ruralia-instituutti, Raportteja 90. [http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp\\_fin/julkaisut.htm](http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp_fin/julkaisut.htm)

Määttä Susanna ja Törmä Hannu (2012c). Keski-Suomen ruokatuotannon aluetaloudellisen vaikuttavuuden selvitys. Helsingin yliopisto Ruralia-instituutti, Raportteja 93. [http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp\\_fin/julkaisut.htm](http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp_fin/julkaisut.htm)

Määttä Susanna, Törmä Hannu, Virtanen Petri, Hyyryläinen Torsti ja Pylkkänen Päivi (2012). Kouvolan seudun elintarviketalouden vaikutukset alueeseen ja työllisyyteen – Nykytilanne ja alustavat lähtökohdat kehitysvisionille. Helsingin yliopisto Ruralia-instituutti, Raportteja 86. [http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp\\_fin/julkaisut.htm](http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp_fin/julkaisut.htm)

Määttä Susanna, Väisänen Hanna-Maija ja Törmä Hannu (2013). Julkisten keittiöiden paikallisten elintarvikeostojen aluetaloudelliset vaikutukset. Tarkastelussa Etelä-Savon maakunta. Helsingin yliopisto Ruralia-instituutti, Raportteja 101. [http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp\\_fin/julkaisut.htm](http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp_fin/julkaisut.htm)

Reini Kaarina, Määttä Susanna ja Törmä Hannu (2011). Talvivaaran kaivoksen jalostusketjun ja siihen liittyvien investointien aluetaloudelliset vaikutukset. Helsingin yliopisto Ruralia-instituutti, Raportteja 73. [http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp\\_fin/julkaisut.htm](http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp_fin/julkaisut.htm)

Reini Kaarina ja Törmä Hannu (2010). Suomen metsäteollisuuden uusien mahdollisuuksien

- aluetaloudelliset vaikutukset. Helsingin yliopisto Ruralia-instituutti, Raportteja 55. [http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp\\_fin/julkaisut.htm](http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp_fin/julkaisut.htm)
- Reini Kaarina, Törmä Hannu ja Mäkinen Jarkko (2009). Metallien jalostuksen ja metallituoteteollisuuden investointien aluetaloudelliset vaikutukset. Helsingin yliopisto Ruralia-instituutti, Raportteja 47. [http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp\\_fin/julkaisut.htm](http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp_fin/julkaisut.htm)
- Reini Kaarina, Törmä Hannu ja Mäkinen Jarkko (2010). Massa- ja paperiteollisuuden supistumisen ja tulevaisuuden kuvien aluetaloudelliset vaikutukset. Helsingin yliopisto Ruralia-instituutti, Raportteja 50. [http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp\\_fin/julkaisut.htm](http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp_fin/julkaisut.htm)
- Saartenoja Antti, Törmä Hannu, Valkosalo Pauli ja Zawalinska Katarzyna (2007). Talvivaa-  
ran kaivoksen aluetaloudelliset vaikutukset Ylä-Savon seutukuntaan, sen kuntiin sekä Rautavaaran kuntaan. Helsingin yliopisto Ruralia-instituutti, Raportteja 21. [http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp\\_fin/julkaisut.htm](http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp_fin/julkaisut.htm)
- Törmä Hannu, Kinnunen Jouko, Määttä Susanna ja Zimoch Urszula (2013). Sodankylän Kevitsan kaivoksen alue- ja kunnallistaloudelliset vaikutukset. Helsingin yliopisto Ruralia-instituutti, Raportteja 102. [http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp\\_fin/julkaisut.htm](http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp_fin/julkaisut.htm)
- Törmä Hannu ja Reini Kaarina (2008a). Talvivaa-  
ran nikkeli-kaivoksen aluetaloudellisten vaikutusten seurantatutkimus. Helsingin yliopisto Ruralia-instituutti, Raportteja 30. [http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp\\_fin/julkaisut.htm](http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp_fin/julkaisut.htm)
- Törmä Hannu ja Reini Kaarina (2008b). Metsäteollisuuden mahdollisen supistumisen aluetaloudelliset vaikutukset. Helsingin yliopisto Ruralia-instituutti, Raportteja 33. [http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp\\_fin/julkaisut.htm](http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp_fin/julkaisut.htm)
- Törmä Hannu ja Reini Kaarina (2009a). Suomen kaivosalan aluetaloudelliset vaikutukset elinkeinorakenteeseen ja työllisyyteen. Helsingin yliopisto Ruralia-instituutti, Raportteja 37. [http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp\\_fin/julkaisut.htm](http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp_fin/julkaisut.htm)
- Törmä Hannu ja Reini Kaarina (2009b). Pajala-Kolarin ja Soklin kaivoshankkeisiin liittyvien rautatie- ja tieinvestointien ja Kemin sata-  
mainvestointien aluetaloudelliset vaikutukset. Helsingin yliopisto Ruralia-instituutti, Raportteja 38. [http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp\\_fin/julkaisut.htm](http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp_fin/julkaisut.htm)
- Törmä Hannu ja Reini Kaarina (2009c). Pajala-Kolarin ja Soklin kaivosten rata-, satama- ja meriväyläinvestointien sekä kaivosten toiminnan vaikutukset valtion ja kuntien verotuloihin. Helsingin yliopisto Ruralia-instituutti, Raportteja 42. [http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp\\_fin/julkaisut.htm](http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp_fin/julkaisut.htm)
- Törmä Hannu, Laasanen Juhani ja Määttä Susanna (2011). Kainuun erikoissairaanhoidon aluetaloudelliset vaikutukset. Helsingin yliopisto Ruralia-instituutti, Raportteja 72. [http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp\\_fin/julkaisut.htm](http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp_fin/julkaisut.htm)
- Törmä Hannu, Määttä Susanna, Suutari Timo, Ruokolainen Olli ja Kolehmainen Jari (2013). Rytmimusiikkiklusterin aluetaloudellinen vaikuttavuus ja merkitys. Loppuseminaarin 25.2 Ppt-esitys. [http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp\\_fin/julkaisut.htm](http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp_fin/julkaisut.htm)
- Törmä Hannu, Reini Kaarina ja Määttä Susanna (2010). Suomen sahateollisuuden supistumisen ja tulevaisuuden kuvien aluetaloudelliset vaikutukset. Helsingin yliopisto Ruralia-instituutti, Raportteja 62. [http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp\\_fin/julkaisut.htm](http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp_fin/julkaisut.htm)
- Törmä Hannu ja Zawalinska Katarzyna (2007a). Technical description of the CGE RegFin/RegPol models. University of Helsinki, Ruralia Institute. [http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp\\_fin/julkaisut.htm](http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp_fin/julkaisut.htm)
- Törmä Hannu ja Zawalinska Katarzyna (2007b). Kevitsan kupari-nikkeli-kaivoshankkeen aluetaloudelliset vaikutukset, Helsingin yliopisto Ruralia-instituutti, Raportteja 16. [http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp\\_fin/julkaisut.htm](http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp_fin/julkaisut.htm)

## REGFIN-RAPORTIT

- Törmä Hannu (2010). Mahdollisen kultakaivoksen vaikutukset Seinäjoen seutukuntaan-esitys-  
kimus. Helsingin yliopisto Ruralia-instituutti, RegFin-raportteja. [http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp\\_fin/julkaisut.htm](http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp_fin/julkaisut.htm)
- Törmä Hannu (2010). Längän litium- ja Kälvjän  
ilmeniittikaivoshankkeiden aluetaloudelliset vaikutukset Keski-Pohjanmaan maakuntaan, sen seutukuntaan, Kokkolan kaupunkiin sekä Kaustisen, Halsuan ja Toholammin kuntiin. Helsingin yliopisto Ruralia-instituutti, RegFin-raportteja. [http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp\\_fin/julkaisut.htm](http://www.helsinki.fi/ruralia/asiantuntijapalvelut/ytp_fin/julkaisut.htm)



[WWW.HELSINKI.FI/RURALIA](http://WWW.HELSINKI.FI/RURALIA)



HELSINGIN YLIOPISTO  
RURALIA-INSTITUUTTI