



HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

Ruralia-instituutti



Suomen metsäteollisuuden uusien mahdollisuuksien aluetaloudelliset vaikutukset



Reini Kaarina
Törmä Hannu

Raportteja 55



Suomen metsäteollisuuden
uusien mahdollisuuksien
aluetaloudelliset vaikutukset

Reini Kaarina
Törmä Hannu

Julkaisija	Helsingin yliopisto Ruralia-instituutti www.helsinki.fi/ruralia	Kampusranta 9 C 60320 SEINÄJOKI Puh. 050-415 1150	Lönnrotinkatu 7 50100 MIKKELI Puhelin (015) 20231
ISBN	978-952-10-5419-8 (pdf)		
ISSN	1796-0630 (pdf)		

Esipuhe

Massa- ja paperiteollisuuden tuotannon vähenemistä korvaamaan tarvitaan metsäteollisuuteen uutta toimintaa. Bioenergian käytön lisäämiseen ja biojalostamohankkeisiin kohdistuu paljon odotuksia. Näille hankkeille on myös vahva toimintaympäristön tuki. Bioenergian osuutta kokonaisenergian kulutuksesta halutaan lisätä voimakkaasti ja samoin biopohjaisten liikenteen polttoaineiden käyttöä. Toimilla pyritään ennen kaikkea hillitsemään ilmastonmuutosta ja vähentämään riippuvuutta tuontiöljystä. Tietoa bioenergian käytön lisäämisen taloudellisista ja työllisyysvaikutuksista tarvitaan päätöksenteon tueksi.

Tutkimuksessa on selvitetty liikenteen puupohjaisia polttoaineita valmistavan biojalostamon vaikutuksia aluetalouteen. Biojalostamon kustannusrakenteen selvittäminen oli tutkimuksen keskeinen haaste. Biodieselin valmistuksen aluetaloudellista tehokkuutta verrattiin Satakunnan ja Kymenlaakson maakunnissa. Lisäksi tutkittiin tapaustutkimuksen avulla bioenergian käytön lisäämisen vaikutuksia Keski-Suomen maakunnassa. Laskentamallina on käytetty Ruralia-instituutin dynaamista yleisen tasapainon RegFinDyn-aluemallia.

Tutkimuksen johtaja on ollut professori Hannu Törmä ja tutkijana FT, KTM Kaarina Reini. Tutkimusta on avustanut Terttu Poranen ja Jarkko Mäkinen. Ruralia-instituutti haluaa kiittää tutkimus- ja kehittämispäällikkö, MMT Risto Lauhasta Seinäjoen ammattikorkeakoulusta ja kehittämispäällikkö Markku Paanasta Jyväskylän ammattikorkeakoulusta. Kiitämme myös Suomen Bioenergiayhdistystä, Puuenergia ry:tä, Metlaa, Metsäteollisuus ry:tä ja VTT:tä. Edellä mainitut ovat antaneet tutkimuskäyttöön tärkeää aineistoa ja oman asiantuntemuksensa jakamisella helpottaneet tutkimustyötä. Lopuksi haluamme kiittää työn tilaajaa ja tutkimuksen rahoittajaa Työ- ja elinkeinoministeriötä ja erityisesti alueiden kehittämisen yksikköä. Toivomme tulosten hyödyttävän ja tukevan päätöksentekoa.

Seinäjoella 16.4.2010

Sami Kurki
Johtaja, professori

Sisällys

TIIVISTELMÄ	7
ABSTRACT	9
ENERGIA-ALASTA UUTTA VETOA METSÄTEOLLISUUDELLE	11
TUTKIMUKSEN TAVOITTEET	11
PERUSTIETOJEN HANKINTA	12
SUOMEN BIOJALOSTAMOHANKKEET	12
Fischer-Tropsch -synteesi	15
BIOENERGIAN KÄYTÖN LISÄÄMISESSÄ ON HAASTEITA	16
KESKI-SUOMEN BIOENERGIASTA ELINVOIMAA -KLUSTERIOHJELMA	18
REGFIN-LASKENTAMENETELMÄ	19
SIMULOINTIEN TOTEUTUS JA PERUSURAT	19
BIOJALOSTAMON VAIKUTUSTEN LASKENTA	20
KESKI-SUOMEN BIOENERGIAN KÄYTÖN LISÄÄMISEN VAIKUTUSTEN LASKENTA	23
SIMULOINTIEN TULOKSET	24
Biojalostamon aluetaloudelliset vaikutukset	24
Perusskenaario	24
Kemera-tuki metsätaloudelle	25
Veroalennukset biodieselille	25
Biojalostamo voisi kompensoida metsäteollisuudesta johtuvia talouskasvun menetyksiä	27
Bioenergian käytön lisäämisen vaikutukset Keski-Suomen aluetalouteen	28
YHTEENVETO	30
LÄHTEET	34
RegFin-mallisovelluksiin liittyviä julkaisuja	36

Kuvat

Kuva 1.	Suunnitteilla olevat biojalostamohankkeet ja metsähakkeen teknis-ekologinen korjuupotentiaali vuodelle 2020.....	14
Kuva 2.	Fischer-Tropsch -synteesin integrointi sellu/paperitehtaaseen	15
Kuva 3.	Suomen metsähakkeen käyttö vuosina 2000 - 2008	16
Kuva 4.	Metsähakkeen alueellinen käyttö vuonna 2008.....	17
Kuva 5.	Biojalostamon kustannusten jakautuminen	22
Kuva 6.	Biojalostamotoiminta kompensoisi noin puolet massa- ja paperiteollisuuden supistumisesta aiheutuneista talouskasvun menetyksistä Kymenlaaksossa.....	27
Kuva 7.	Biojalostamotoiminta korvaisi noin neljäsosan massa- ja paperiteollisuuden supistumisen takia menetetyistä työpaikoista Kymenlaaksossa	28
Kuva 8.	Biojalostamon vaikutukset talouskasvuun, kumulatiivinen ero perusuraan verrattuna vuoteen 2020 mennessä.....	31
Kuva 9.	Biojalostamon vaikutukset työllisyyteen, kumulatiivinen ero perusuraan verrattuna vuoteen 2020 mennessä	32

Taulukot

Taulukko 1.	Suomen biojalostamohankkeet.....	12
Taulukko 2.	Perusuran oletukset makromuuttujien kehityksestä.....	20
Taulukko 3.	Keskeisimmät oletukset ja lähteet biojalostamon kustannusrakenteen muodostamisessa	21
Taulukko 4.	Polttoainelajeittain biopolttoaineiden käytön lisäystavoitteet Keski-Suomessa vuoteen 2015 mennessä	23
Taulukko 5.	Biojalostamon vaikutukset talouskasvuun ja työllisyyteen, kumulatiivinen ero perusuraan verrattuna	24
Taulukko 6.	Biojalostamon vaikutukset talouskasvuun ja työllisyyteen huomioiden metsätalouden Kemera-tuki, kumulatiivinen ero perusuraan verrattuna.....	25
Taulukko 7.	Biojalostamon vaikutukset talouskasvuun ja työllisyyteen huomioiden biodieselin tuotannontuki 5,73 senttiä/litra, kumulatiivinen ero perusuraan verrattuna.....	26
Taulukko 8.	Biojalostamon vaikutukset talouskasvuun ja työllisyyteen huomioiden biodieselin tuotannontuki 21,065 senttiä/litra, kumulatiivinen ero perusuraan verrattuna.....	26
Taulukko 9.	Bioenergian käytön lisääntymisen vaikutukset talouskasvuun ja työllisyyteen Keski-Suomessa	29

Tiivistelmä

Biojalostamo lisäisi talouskasvua ja työllisyyttä

Tutkimuksessa selvitettiin biojalostamotoiminnan aluetaloudellisia vaikutuksia Kymenlaakson ja Satakunnan maakuntiin. Biodieselin valmistus kohentaisi molemmilla alueilla talouskasvua yhteensä 3,0–3,5 prosenttiyksiköllä eli noin 200 miljoonalla eurolla vuoteen 2020 mennessä. Työllisyys paransi Kymenlaaksoissa 437 ja Satakunnassa 420 henkilötyövuodella. Biojalostamotoiminta näyttäisi tukevan työllisyyttä suhteellisesti vähemmän kuin talouskasvua johtuen alan pääomavaltaisuudesta. Kymenlaakso hyötyisi biojalostamosta hiukan enemmän kuin Satakunta johtuen aluetalouksien rakenteellisista eroista.

Metsäteollisuuden menetyksiä voitaisiin kompensoida

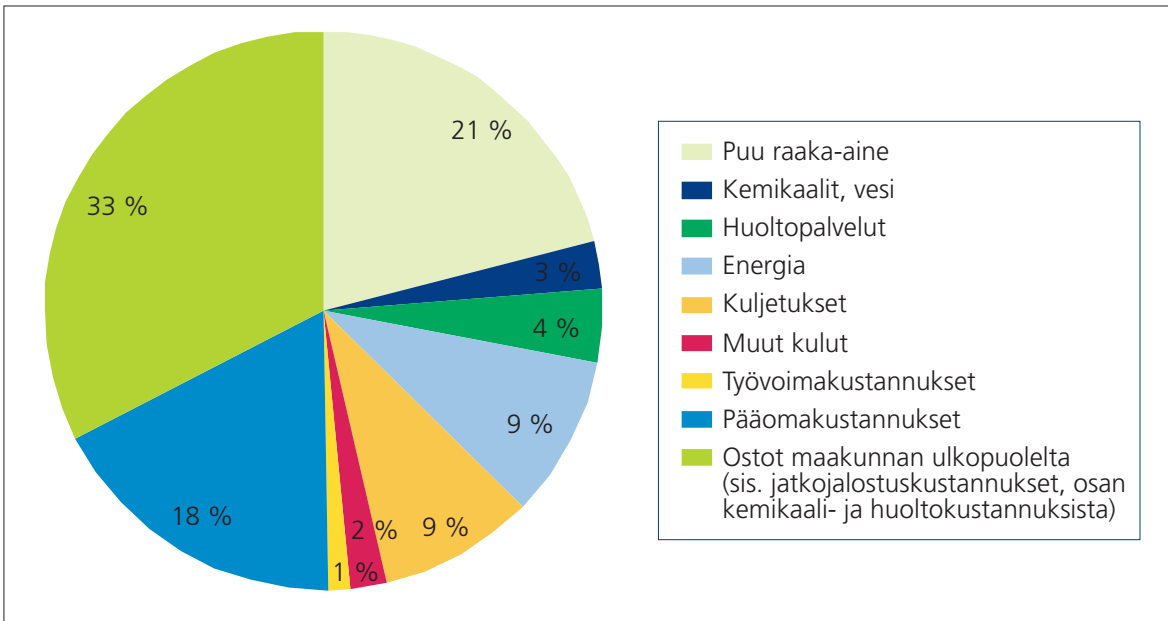
Kymenlaakso on kärsinyt metsäteollisuuden supistumisesta tähän asti suurimmat menetykset. Biojalostamon perustaminen Kymenlaaksoon voisi merkittävästi korvata paperin tuotannon laskusta aiheutuneita menetyksiä. Talouskasvun suhteen biojalostamo voisi korvata puolet menetyksistä. Työllisyysmenetyksistä biojalostamotoiminta pystyisi kompensoimaan noin neljäsosan. Tukien merkitystä biojalostamon aluetaloudellisiin vaikutuksiin selvitettiin tukityypeittäin ja -tasoin. Sekä raaka-aine- että tuotantotukivaikutukset jäivät simuloinneissa vaatimattomiksi. Tukien tehottomuutta selittää niiden pienuus. Muut toimialat kärsivät biojalostamoalan tukemisesta, mikä vähentää tukien aluetaloudellista vaikuttavuutta. Toisaalta reaali maailmassa tuet voivat olla ratkaisevassa asemassa bioenergia-alan käynnistyessä ja sen kehityksen alkumetreillä.

Bioenergia-strategian mukainen kehitys tuottaisi tulosta

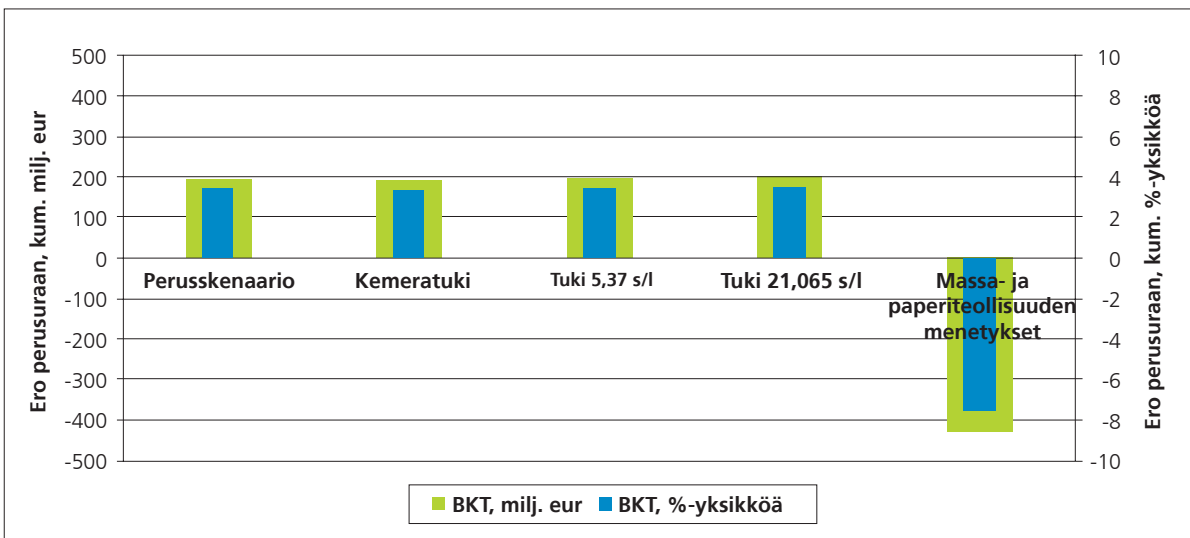
Bioenergian käytön lisäämisen aluetaloudellista vaikuttavuutta tutkittiin Keski-Suomen maakuntaa koskevan tapaustutkimuksen avulla. Vaikutusten laskenta pohjautui maakunnan bioenergian käytön tavoitteiden mukaisiin määriin. Mikäli bioenergian käyttö kasvais Keski-Suomessa neljällä terawattitunnilla vuoteen 2015 mennessä, vaikutus talouskasvuun olisi yhteensä 0,5 prosenttiyksikköä eli 35 miljoonaa euroa. Maakunnan työllisyys paransi yli 200 henkilötyövuodella. Todennäköisesti myönteisiä aluetaloudellisia vaikutuksia vahvistaisi vielä alueen energiaostoista johtuvien vuotojen väheneminen energiaomavaraisuuden kasvaessa. Keski-Suomelle voisi kertyä hyötyjä myös bioenergiateknologian alan laitevalmistuksen osaamisen lisääntymisen kautta.

Biojalostamotoiminta on täysin uudenlaista toimintaa, joten tilastollista seurantatietoa tältä alalta ei ole käytettävissä. Julkisia teknis-taloudellisia selvityksiä biodieselin tuotannosta on saatavilla suhteellisen niukasti. Koska simuloinneista saadut tulokset perustuvat biojalostamolle oletettuun kustannusrakenteeseen, tuloksia on tästä syystä käsiteltävä vain suuntaa-antavina.

Ruralia-instituutti suosittaa biojalostamotoiminnan aluetaloudellisten vaikutusten seuraamista ja laskelmien päivittämistä, kun tarkempaa tietoa biojalostamon tuotannon kustannuksista ja tuotteiden kysynnän rakenteesta on saatavilla.



Biojalostamon kustannusrakenne.



Biojalostamotoiminta kompensoisi noin puolet massa- ja paperiteollisuuden supistumisesta aiheutuneista talouskasvun menetyksistä Kymenlaaksossa.

Abstract

Biorefinery business would increase economic growth and employment

This report describes the regional economic effects of biorefinery business on Kymenlaakso and Satakunta. In both regions the production of biodiesel would increase the economic growth 3.0-3.5 percent unit or about 200 million euro by the year 2020. Employment would strengthen in Kymenlaakso by 437 and in Satakunta by 420 man-years. Biorefinery business would appear to support the employment less than the economic growth because the sector is capital-intensive. Kymenlaakso would benefit from the biorefinery a little bit more than Satakunta due to the differences in the business structures of the regions.

Damages of the forest industry down-sizing could be compensated

Kymenlaakso has suffered the biggest losses from the down-sizing of forest industry so far. Starting up a biorefinery in Kymenlaakso could significantly compensate the losses from declined paper production. Concerning economic growth the biorefinery business could compensate half of the damages. Of the lost jobs, one fourth could be covered. The relevance of subsidies to the regional economic effects of biorefinery was studied with different types and levels of subsidies. Subsidizing raw material or production had only modest effects. The inefficacy of the subsidies is explained by their small sizes. Also the non-subsidized sectors suffer and this reduces the regional economic impact of the subsidies. On the other hand in the real world the subsidies may have an important role for the start up of the bioenergy sector and in its early development.

Development according to the bioenergy strategy would be successful

The regional economic effects of the increase in the use of bioenergy were studied by Keski-Suomi case study. The calculations were based on the goals that the region had set in bioenergy use. If the use of bioenergy in Keski-Suomi would increase by 4 TWh by the year 2015, the effect on the economic growth would be altogether 0.5% or about 35 million euros. The employment would strengthen with over 200 man-years. The positive regional economic effects are likely to be increased by the growth in the energy self-sufficiency. Keski-Suomi might also benefit from the increase in the know-how of bioenergy machine building.

Biorefinery sector is a totally new type of business activity. There is no statistical data currently available. Also the number of publicly available techno-economic analysis from this field are very limited. Because the results of this study are largely based on the assumed cost structure of the biorefinery, the figures should be interpreted as suggestive only.

Ruralia Institute recommends that regional economic effects of biorefinery sector should be followed. The calculations should be updated as soon as there is new and more detailed information available about the production costs and demand structure of the products.

Energia-alasta uutta vetoa metsäteollisuudelle

Metsäteollisuudelta odotetaan uudistumista ja uusien tuotteiden kehittämistä korvaamaan vähentynyttä paperin tuotantoa. Erityisen paljon odotuksia kohdistuu biojalostamohankkeisiin ja niitä tukevat vahvasti myös poliittiset linjaukset. EU on asettanut tavoitteen lisätä uusiutuvan energian osuutta 20 %:iin. Suomen lähtötilanne on useaa muuta EU-maata parempi, joten tavoitteena on nostaa uusiutuvan energian osuus energian loppukulutuksesta 38 %:iin vuoteen 2020 mennessä. Tavoitteiden takana ovat ilmaston muutoksen hillitseminen, öljyn kallistuminen, EU:n pyrkimys vähentää öljyriippuvuuttaan ja energiajärjestelmän monipuolisuuden parantaminen. Biojalostamotoiminnan käynnistymistä tukee myös toinen EU:n tavoite. Uusiutuvien osuus liikennepolttonesteistä tulisi olla vähintään 10 % vuonna 2020.

Suomessa on meneillään useita biojalostamohankkeita, joiden kaikkien tavoitteena on käynnistää kaupallisen koon biopohjaisia liikennepolttoaineita valmistava laitos. Tätä raporttia kirjoitettaessa Fischer-Tropsch -synteesiä käyttävää toisen sukupolven biopolttonesteitä kaupallisessa mittakaavassa tuottavaa laitosta ei ole toiminnassa missään päin maailmaa, ainoastaan koelaitoksia. Teknologisten haasteiden lisäksi biojalostamon raaka-aine hankintaan liittyy haasteita. Biojalostamot joutuvat kilpailemaan raaka-aineesta muiden puuta käyttävien laitosten kanssa. Toisaalta biomassan hyödyntämiseen ja biojalostamoihin liittyvä osaamisen kasvu ei hyödytä ainoastaan metsäteollisuutta ja energia-alaa. Odotettavissa on, että uusia markkinoita ja mahdollisuuksia avautuisi myös suomalaisille kone-, laite- ja järjestelmätoimittajille.

Bioenergia- ja biojalostamohankkeita on edistetty usean tutkimusohjelman avulla. Tekesin BioRefine -uudet biomassatuotteet ohjelma alkoi vuonna 2007. Sen tavoitteena on kehittää biojalostamoihin sekä biomassan jalostukseen liittyviä teknologioita, tuotteita ja palveluja sekä luoda tarvittavaa uutta osaamista. Erityistavoitteena on edistää toisen sukupolven liikenteen biopolttoaineiden tuotantoteknologian kehittämistä ja käyttöä. Myös VTT:llä tehdään mittavaa bioenergia-alan tutkimusta 140 tutkijan voimin. Metsäbiomassan kasvavan energiakäytön vaikutuksia selvitetään puolestaan Metlan Bioenergiaa metsistä tutkimus- ja kehittämisohjelmassa.

Tutkimuksen tavoitteet

Metsäteollisuudessa on ollut käynnissä voimakas rakennemuutos. Useita tehtaita on suljettu ja tuotantokapasiteetti on vähentynyt merkittävästi. Metsäteollisuuden odotetaan kuitenkin uudistuvan ja uusia liiketoimintamahdollisuuksia tulevan biojalostamotoimintaan ja bioenergia-alalle. Ruralia-instituutti on saanut toimeksiannon Työ- ja elinkeinoministeriöltä tutkia näiden metsäteollisuuden uusien liiketoimintamahdollisuuksien vaikutuksia.

Tutkimuksen tavoitteet olivat:

- a. Kerätä tietoa metsäteollisuuden biojalostamotoimintaan liittyvistä pilottihankkeista ja toiminnan tulevaisuuden suunnitelmista. Muodostaa kustannus- ja kysyntärakenne biojalostamotoiminnalle ja laskea toiminnan aluetaloudellinen vaikutus kahdessa eri maakunnassa, Kymenlaaksossa ja Satakunnassa.
 - b. Tarkastella bioenergian käytön lisäämisen aluetaloudellisia vaikutuksia tapaustutkimuksen avulla.
 - c. Esittää kokonaisarvio uusien liiketoimintamahdollisuuksien aluetaloudellisesta merkityksestä metsäteollisuuden supistumisesta aiheutuneiden menetysten kompensoijana.
-

Bioenergian tapaustutkimuksessa keskityttiin Keski-Suomen maakunnan tarkasteluun. Keski-Suomessa on laadittu Bioenergiasta elinvoimaa klusteriohjelma vuosille 2007-2015. Ohjelmassa on määritelty selkeät polttoainekohtaiset tavoitteet bioenergian käytön lisäämiselle.

Perustietojen hankinta

Biojalostamohankkeista on kerätty tietoa metsäteollisuus- ja energiayhtiöiden pörssi- ja lehdistötiedotteista, näiden yritysten kotisivuilta, Metsäteollisuus ry:stä, lehtiartikkeleista ja muun median uutisoinnista. Biojalostamon kustannus- ja kysyntärakenteen selvittämisessä keskeisin asiakirja on ollut UPM:n biojalostamon ympäristövaikutusten arviointiselostus. UPM ei antanut muita tietoja biojalostamohankkeistaan kuin mitä on ollut julkisesti saatavilla. VTT:n tutkimuksia on hyödynnetty teknistaloudellisten oletusten osalta (mm. McKeough et al. 2005, McKeough & Kurkela 2008). Myös ulkomaisia tutkimuksia biomassapohjaisista synteettisistä polttonesteistä on käytetty apuna (mm. Tijmensen et al. 2002, Hamelinck 2004). Muita merkittäviä tietolähteitä ovat olleet Metla ja FINBIO.

Suomen biojalostamohankkeet

Työ- ja elinkeinoministeriön Energian kysyntä vuoteen 2030 -selvityksessä arvioidaan kolmen biojalostamon aloittavan biodieselin tai bioetanolin tuotannon. Ensimmäinen biojalostamo käynnistäisi toimintansa lähivuosien aikana, toinen noin vuonna 2020 ja kolmas vuoden 2025 tienoilla. Näkemystä voidaan pitää realistisena ottaen huomioon, että UPM, Stora Enso/NesteOil ja Vapo/Metsäliitto ovat käynnistäneet biojalostamohankkeita. Aivan itsestään selvää ei kuitenkaan ole, että yritykset perustavat biojalostamot Suomeen. UPM on selvittänyt mahdollisuuksia perustaa biojalostamo Ranskaan ja vastaavasti Vapo/Metsäliitto on tehnyt selvityksiä Ruotsin ja Viron osalta. Perustiedot Suomessa vireillä olevista biojalostamohankkeista on koottu seuraavaan taulukkoon. Biojalostamon pääasiallisina tuotteina ovat biopohjaiset liikennepolttonesteet, mutta suunnitellut laitokset pystyvät muuttamaan tuotantoa markkinatilanteen mukaan.

Taulukko 1. Suomen biojalostamohankkeet.

Yritys	Paikkakunta	Raaka-aineet	Raaka-aine tarve, TWh	Tuotteet	Maksimituotantokapasiteetti, t/a	YVA
UPM	Kouvola	Energiapuu	4	Biodiesel, nafta, kerosiini	300 000	8/2009
	Rauma	Energiapuu	4	Biodiesel, nafta, kerosiini	300 000	8/2009
Vapo ja Metsäliitto	Kemi	Metsäenergia, turve, peltobiomassa	4,1	Biodiesel, nafta	200 000	12/2009
	Äänekoski	Metsäenergia, turve, peltobiomassa	4,1	Biodiesel, nafta	200 000	12/2009
Stora Enso ja Neste Oil	Varkaus*	Puuperäinen biomassa		Biodiesel		Koelaitos käynnistettiin 6/2009

*Koelaitos

UPM on laatinut vuonna 2009 ympäristövaikutusten arviointiselostuksen Suomen biojalostamohankkeistaan. Biojalostamo sijoittuisi joko Raumalle tai Kouvolaan yhtiön jo toiminnassa olevien sellu- ja paperitehtaiden yhteyteen. Laitoksen rakentamisen arvioidaan kestävän noin kaksi ja puoli vuotta. YVA-selostuksessa ilmoitetaan biojalostamon maksimituotantokapasiteetiksi 300 000 tonnia liikenteen biopolttoaineita. Laitoksen tuotantoprosessi perustuisi Fischer-Tropsch -synteisiin.

Ensisijaisena raaka-aineena käytettäisiin energiapuuta, jota täydellä kapasiteetilla toimittaessa tarvittaisiin noin kaksi miljoonaa kiintokuutiota. Suunniteltu biojalostamo pystyisi käyttämään raaka-aineena myös muita biomassoja, mutta yritys ennakoii muiden kuin puuraaka-aineiden käytön olevan hyvin vähäistä. Esimerkiksi turpeen käyttöä ei ole suunniteltu ja peltobiomassojen hyödyntäminen nähdään hankalana. UPM sai vuoden 2009 joulukuussa myönteisen lausunnon Rauman ja Kouvolan YVA-selostuksesta yhteysviranomaiselta Kaakkois-Suomen ympäristökeskukselta. Ympäristövaikutusten näkökulmasta biojalostamon rakentamisella ja toiminnalla ei nähdä merkittävää eroa sen suhteen tulisiko laitos Raumalle vai Kouvolaan. Lausunnossa mainitaan hankkeen suurimpien epävarmuuksien liittyvän metsäenergian korjuuseen, koska energiapuun keräämisen seurannaisvaikutuksista tiedetään vielä vähän.

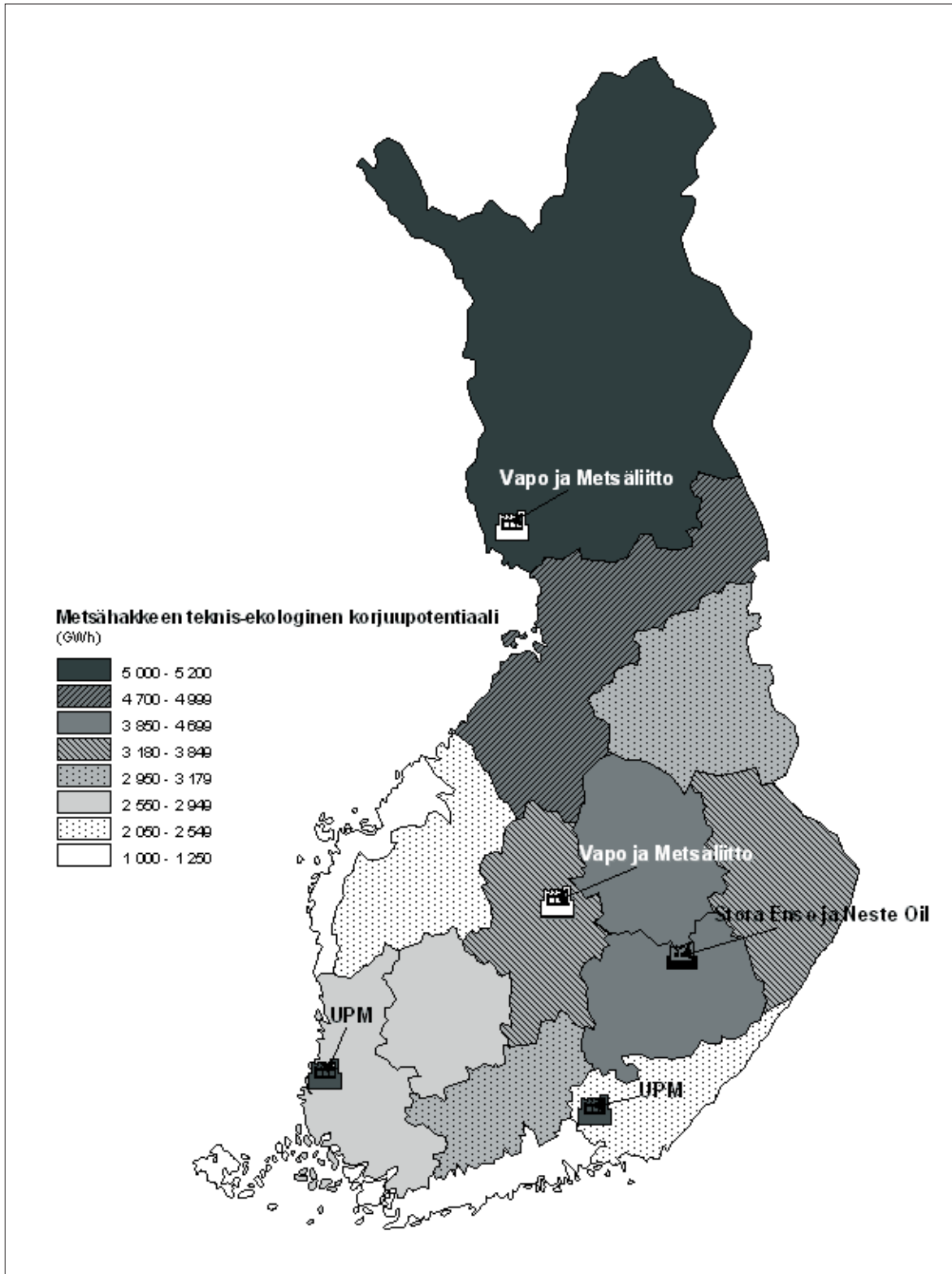
Stora Enso ja Neste Oil aloittivat yhteistyön biopolttoaineiden kehittämisessä jo muutama vuosi sitten. Yhtiöt ovat perustaneet yhteisyrityksen, NSE Biofuels, jonka tarkoituksena on kehittää teknologiaa ja tuottaa uusiutuvan dieselin raaka-ainetta. Samoin kuin UPM:n hankkeessa tuotantoprosessi perustuisi Fischer-Tropsch -synteisiin ja puu olisi pääasiallinen raaka-aine. Yhteistyön tuloksena on perustettu koelaitos Stora Enson Varkauden tehtaiden yhteyteen, joka on aloittanut toimintansa kesäkuussa 2009. Kokeilun tarkoituksena on testata teknologian toimivuus ja tukea kaupalliseen tuotantoon tarkoitettua laitoksen suunnittelua. Koelaitoksen tuottama lämpö ja sähkö on tarkoitus käyttää paikallisesti. Sen sijaan prosessissa syntyvän raakabiodieselin jatkojalostus kaupalliseksi polttoaineeksi tapahtuu Porvoossa. Kaupalliseen tuotantoon tarkoitettu laitos aiotaan sijoittaa jonkin Stora Enson tehtaan yhteyteen.

Yhtiöiden roolit ovat luontevat. Stora Enso huolehtii puuperäisen biomassan hankkimisesta ja käyttää laitoksella tuotetun lämmön. Neste Oil puolestaan jalostaa biopolttoaineen lopputuotteeksi ja toimittaa tuotteen markkinoille. Tätä raporttia kirjoitettaessa ei ole tietoa minkä tehtaan yhteyteen Stora Enson kaupallisen koon laitos mahdollisesti tulisi. Varkauden paperitehtaiden sulkemishuoli aiheuttaa ongelmia myös koelaitokselle. Tutkimukset ja yritykset ovat yhtä mieltä siitä, että biojalostamotoiminta voi olla taloudellisesti kannattavaa vain sellu- ja paperitehtaan yhteydessä.

Vapo ja Metsäliitto ovat vastikään laatineet YVA-ohjelman biojalostamohankkeistaan. Yhtiöt ovat selvittäneet laitoksen sijoittamista Kemiin tai Äänekoskelle. Yhtiöt pitävät myös avoinna mahdollisuuden rakentaa biojalostamo molemmille paikkakunnille. Sekä Kemissä että Äänekoskella laitos tulisi sijoittumaan Metsäliitto-konserniin kuuluvien tehdasintegraattien yhteyteen. Kemissä on Metsä-Botnian sellutehdas ja M-realin kartonkitehdas. Äänekoskella on Metsä-Botnian sellutehdas ja M-realilla paperin ja kartongin valmistusta.

Yhtiöiden tavoitteena on selvittää vuoden 2010 aikana biojalostamon teknologiset ja liiketaloudelliset edellytykset. YVA-ohjelman mukaan suunnitellun laitoksen maksimituotantokapasiteetti olisi 200 000 tonnia liikenteen biopolttonesteitä vuodessa. Raaka-aineena käytettäisiin ensisijaisesti metsäenergiajajakeita, mutta myös turpeen ja ruokohelpin käyttö olisi mahdollista. Täydellä kapasiteetilla toimiessaan jalostamon raaka-aineen tarve olisi noin 4,1 terawattituntia biomassaa vuodessa. Myös Vapo ja Metsäliitto suunnittelevat tuotantoprosessin perustuvan Fischer-Tropsch -synteisiin.

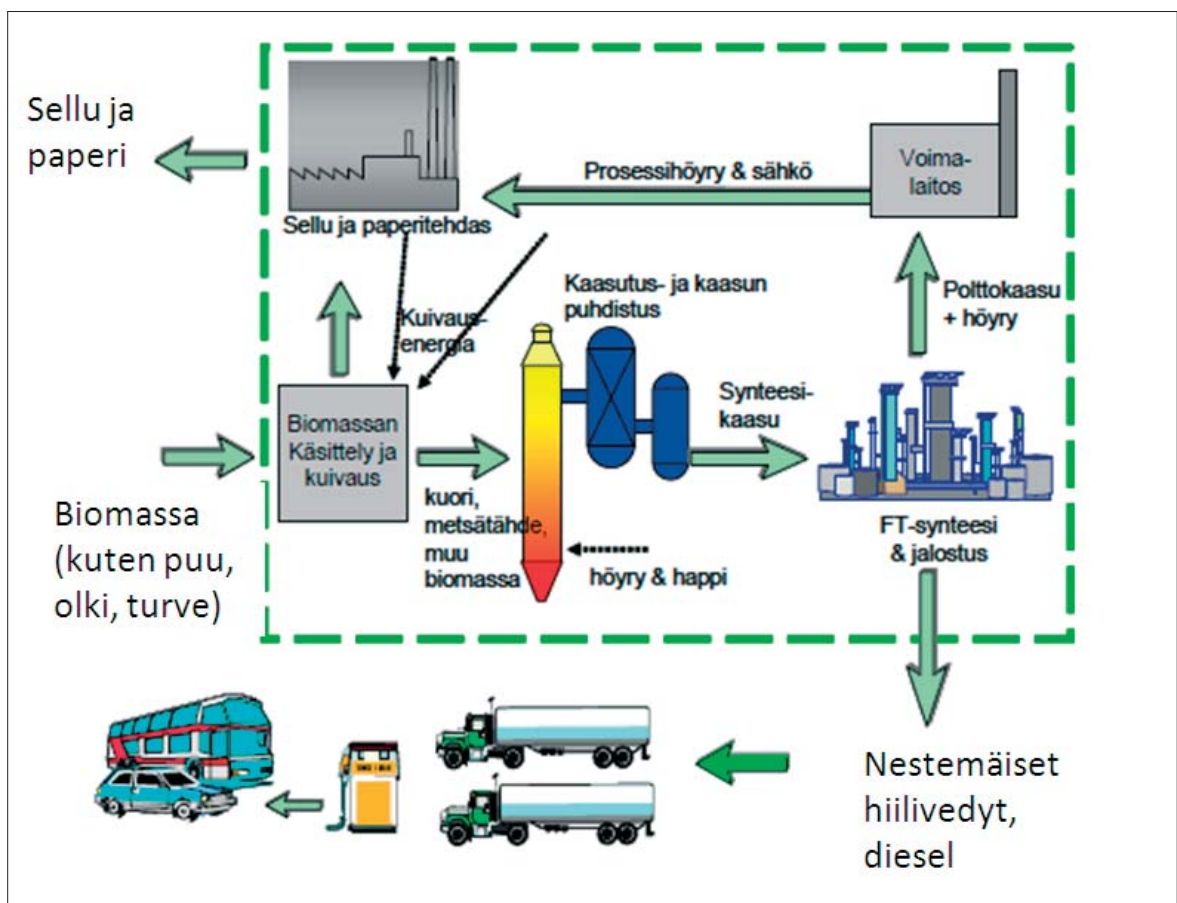
Oheinen kartta havainnollistaa suunniteltujen biojalostamoiden sijainnin. Karttaan on myös merkitty Pöyryn arvio aluekohtaisesta metsähakkeen teknis-ekologisesta korjuupotentiaalista vuodelle 2020 (Pöyry Energy Oy 2009). Nämä metsähakemäärät pitävät sisällään päätehakkuiden yhteydessä kerättävät hakkuutähteet ja kannot sekä pienpuun nuorten metsien kasvatushakkuista.



Kuva 1. Suunnitteilla olevat biojalostamohankkeet ja metsähakkeen teknis-ekologinen korjuupotentiaali vuodelle 2020 (Pöyry Energy Oy 2009).

Fischer-Tropsch -synteesi

Kaikissa nyt suunnitteilla olevissa Suomen biojalostamohankkeissa biopolttoaineiden tuotannossa hyödynnettäisiin Fischer-Tropsch -synteesiä. FT-tekniologiaa on hyödynnetty jo kauan nestemäisten polttoaineiden valmistuksessa hiilestä ja maakaasusta. Biomassa on yksi vaihtoehto raaka-aineeksi synteesikaasujen valmistukseen FT-prosessia varten. Biomassaan perustuvan FT-dieselin valmistus alkaa murskatun ja kuivatun biomassan kaasuttamisella. Syntyneet kaasut puhdistetaan ja prosessoidaan synteesikaasuksi, joka koostuu pääasiassa vedystä ja hiilimonoksidista. Synteesikaasut muunnetaan pitkäketjuisiksi hiilivedyiksi FT-synteesin avulla. Muodostunut synteettinen raaka-öljy tarvitsee vielä jatkojalostuksen lopputuotteiksi (Soimakallio et al 2009).



Kuva 2. Fischer-Tropsch -synteesin integrointi sellu/paperitehtaaseen (Lähde: Lohi 2008, kuvaa muokattu).

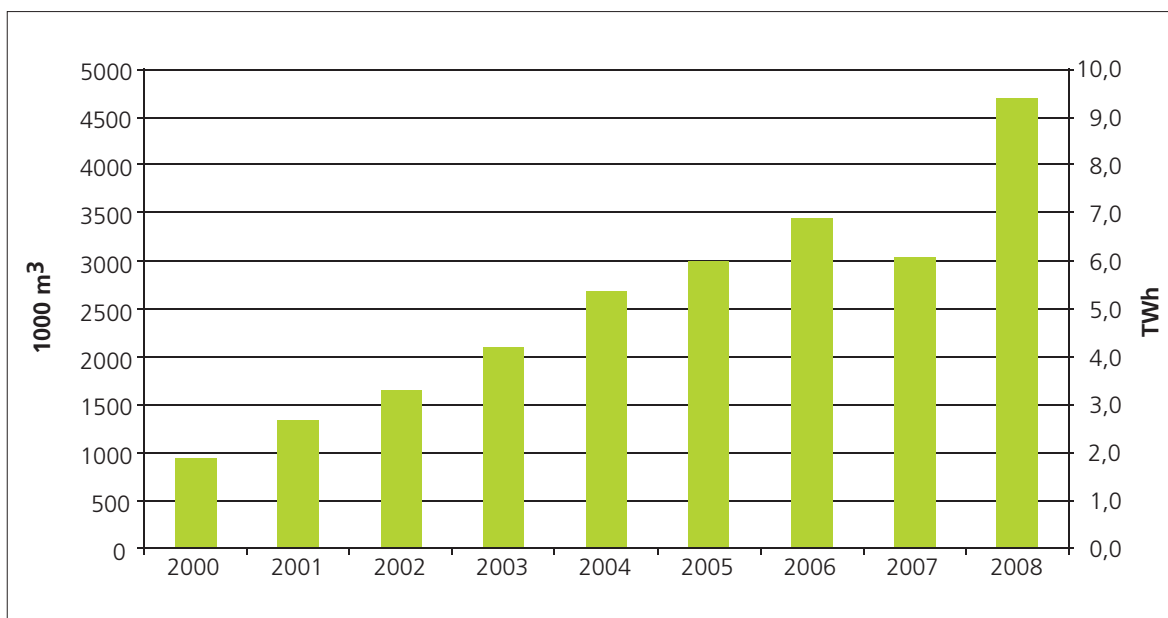
FT-menetelmällä biomassa muuttuu biopolttoaineeksi hieman alle 60 % hyötysuhteella (McKeough & Kurkela 2008, GreenStream Network Oy 2007). Biomassan kaasutuksessa ja FT-synteesivaiheessa syntyy kuitenkin merkittävästi sivutuotteena energiaa. Mikäli höyry ja polttokaasu saadaan hyödynnettyä tehokkaasti esimerkiksi yhdistetyssä sähkön- ja lämmöntuotannossa, voidaan päästä noin 90 % hyötysuhteeseen. Biomassapohjaisten FT-polttoaineiden valmistus sellu- ja paperitehtaan yhteydessä tarjoaa näin ollen monia synergiaetuja. Raaka-aineen hankinta, kuljetus ja käyttö on mahdollista toteuttaa tehokkaasti. FT-dieselin valmistusprosessissa syntyvää energiaa voidaan käyttää sellun ja paperin tuotannossa.

Bioenergian käytön lisäämisessä on haasteita

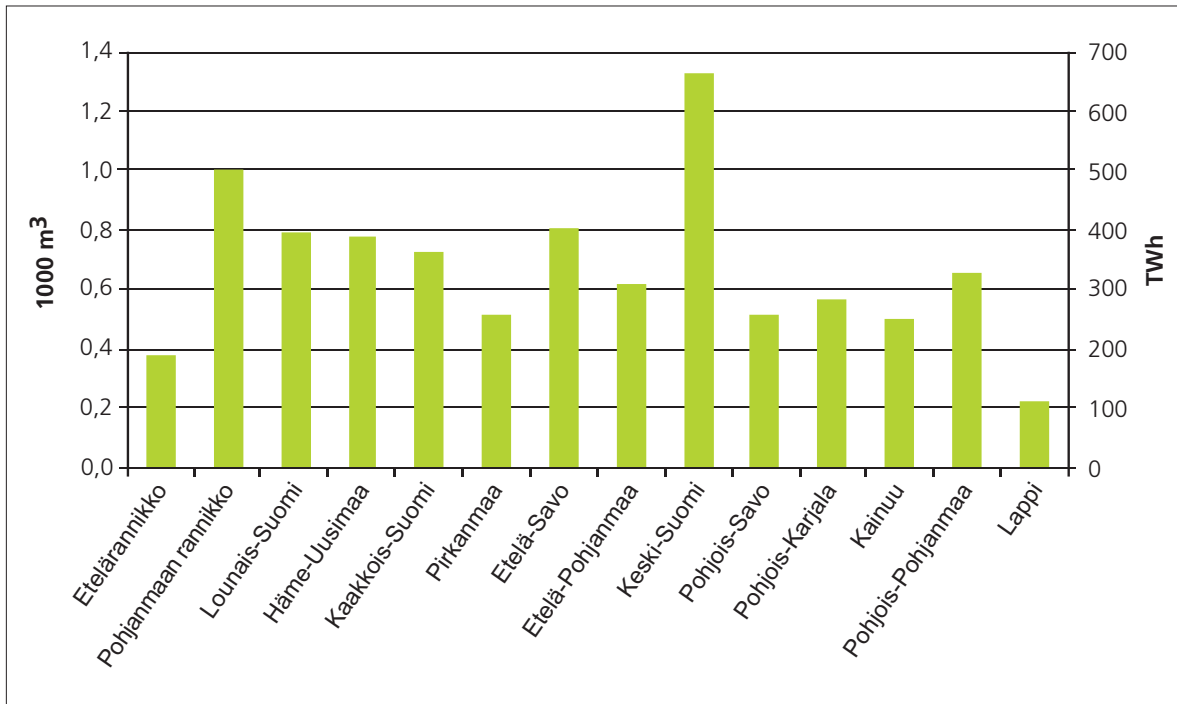
Tavoitteet uusiutuvan energian käytön lisäämisestä nojaavat suurelta osin metsäenergian osuuden huomattavaan kasvattamiseen. Tavoitteiden saavuttamisesta tekee haastavan metsäteollisuuden tuotannon lasku. Massa- ja paperiteollisuus on ollut merkittävä bioenergian tuottaja ja käyttäjä. Useiden sahojen sekä sellu- ja paperitehtaiden lopettamisen myötä puun käyttö on vähentynyt ja sitä myötä metsäteollisuuden energiakäyttöön ohjautuvat sivutuotevirrat. Pöyry ennakoii metsäteollisuuden sivutuotteiden kokonaistarjonnan laskevan jopa 4,4 terawattitunnilla eli 16 prosentilla vuoden 2006 tasosta vuoteen 2020 mennessä (Pöyry Energy Oy 2009).

Metsäenergian tehokkaampi hyödyntäminen pohjautuu pitkälti metsähakkeen käytön lisäämiseen. Metsähaketta voidaan valmistaa hakkuutähteistä, kokopuusta, rangasta ja kannoista. Metsätehon ja Pöyryn laskelmien mukaan metsähaketta olisi teknis-taloudellisesti tuotettavissa 11–29 terawattituntia (noin 5,5–14,5 miljoonaa m³) Suomessa vuonna 2020 (Metsäteho & Pöyry Oy 2009). Tämä on kuitenkin riippuvaista puupolttoaineiden kilpailukyystä eli toisin sanoen päästöoikeuden hinnasta ja vaihtoehtoisten polttoaineiden hintakehityksestä. Myös kotimaisten ainespuuhakkuiden taso ja nuorten metsien pienpuun korjuun tukitaso vaikuttavat.

Suomen pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategiassa on asetettu metsähakkeen käyttötavoitteeksi yhteensä 12 miljoonaa kuutiometriä eli noin 24 terawattituntia vuonna 2020. Vuonna 2008 metsähakkeen kokonaiskäyttö oli 4,7 miljoonaa kuutiometriä eli noin 9,4 terawattituntia (TWh), joka vastasi runsasta kahta prosenttia Suomen energian kokonaiskulutuksesta (Metsätalastollinen vuosikirja 2009). Lämpö- ja voimalaitoksissa käytettiin tästä metsähakkeesta suurin osa, yli 85 %. Seuraavissa kuvissa on esitetty metsähakkeen käytön kehitys 2000-luvulla sekä alueellinen käyttö.



Kuva 3. Suomen metsähakkeen käyttö vuosina 2000 - 2008. Lähde: Metsätalastollinen vuosikirja 2009.



Kuva 4. Metsähakkeen alueellinen käyttö vuonna 2008. Lähde: Metsätilastollinen vuosikirja 2009.

Metsähakkeen merkittävin raaka-aine on tällä hetkellä hakkuutähteet (noin 60 %), jotka hyödynnetään suhteellisen tehokkaasti (Metsätilastollinen vuosikirja 2009). Metsähakkeen tuotannon lisäämisen kannalta muiden raaka-aineen erien osuutta täytyy saada nostettua. Tähän liittyy useita teknis-taloudellisia rajoitteita. Metsähakkeen tuottamisen taloudellisuutta syövätkä pitkät kuljetusmatkat. Metsäkuljetus on erittäin kallista ja hyvien tieyhteyksien päässä olevia metsähakkeen raaka-ainelähteitä on vähän. Kannattavinta metsähakkeen valmistus on nimenomaan päätehakuiden yhteydessä. Pienpuuhakkeen korjuuteknologiassa ja mittauksessa sekä logistiikassa on paljon kehitettävää (Lauhanen ja Laurila, 2007). Metsähakkeen tuottaminen ei tahdo kannattaa ilman erilaisia tukia (esim. Kestävän metsätalouden rahoituslain perusteella maksettavat Kemera-tuet).

Bioenergiaan lasketaan kuuluvaksi myös peltoenergia ja tietyin rajoituksin myös turve. Turpeen käyttöön vaikuttaa soiden suojelupaineet ja sen asema hitaasti uusiutuvana luonnonvarana. Peltoenergian käytön lisäämisen esteenä on sen alhainen energiapitoisuus tilavuuteensa nähden ja se vaatii sekoittamista muun polttoaineen kanssa. Lisäksi peltoalaa tarvitaan ruuan ja rehun tuotantoon.

Biojalostamohankkeiden pulmakohtia ovat lisäksi raaka-aineen riittävyys, investoijien löytäminen teknologian kehittämiseen ja tuotantolaitoksiin sekä tuotannon skaalaaminen kaupalliseen kokoon (Peltola 2007). Toisaalta energiayhtiöiden sekä metsäteollisuus- ja metalliteollisuusyritysten yhteistyö osoittaa valmiutta yhteiseen kehitysohjelmaan. Stora Enso tekee yhteistyötä Neste Oilin kanssa ja Fortum liittyi vähän aikaa sitten UPM:n kehityshankkeeseen. UPM:n biojalostamohankkeeseen liittyen Metson Tampereen koelaitoksella on testattu bioöljyn tuottoa sahanpurusta ja metsähakkeesta vuoden 2009 kesäkuusta lähtien.

Lisäksi on vielä huomioitava metsäenergian käyttömahdollisuuksien ja korjuupotentiaalin alueellinen epätasaisuus (Maidell et al 2008, Pöyry Energy Oy 2009). Suurimmat raaka-ainevarat ovat Etelä-Savossa, Pohjois-Savossa ja Keski-Suomessa. Myös Pohjois-Karjalassa, Pirkanmaalla ja Pohjois-Pohjanmaalla on merkittävästi metsäenergiapotentiaalia. Suurin käyttöpotentiaali on Keski-Suomessa, Etelä-Karjalassa, Pohjois-Pohjanmaalla ja Kymenlaaksossa. Tarjonnassa ja kysynnässä on havaittavissa kohtaanto-ongel-

ma. Satakunnan, Pohjanmaan, Etelä-Karjalan ja Kymenlaakson metsähakkeen käyttöpotentiaali ylittää selvästi sen teknis-taloudellisen korjuupotentiaalin.

Keski-Suomen bioenergiasta elinvoimaa -klusteriohjelma

Keski-Suomessa on huomattavat biomassavarat, se on metsäisimpiä maakuntia ja alueen turvevarat ovat suuret. Metsäenergian käytössä maakunta on Suomen kärkeä. Keski-Suomen maakuntasuunnitelmassa on asetettu tavoitteeksi pyrkiä fossiilisista polttoaineista (lukuun ottamatta osaa liikenteen polttoaineita) vapaaseen maakuntaan vuoteen 2015 mennessä. Lämmityksessä käytetty öljy olisi tuolloin korvattu paikallisilla biopolttoaineilla ja samoin osa liikennepolttoaineista. Energiahuollon varmuuden kasvattaminen on myös keskeinen tavoite.

Bioenergia on tunnistettu alueella potentiaaliseksi kärkiklusteriksi. Bioenergiaklusteri muodostuu maakunnan energiahuoltoon osallistuvista yrityksistä ja yhteisöistä, laitteita ja asiantuntijapalveluita tuottavista ja myyvästä yrityksistä ja yhteisöistä sekä laajasta osaamisverkostosta (tutkimus ja kehitys-, koulutusorganisaatiot, kehitysyhtiöt, viranomaiset, rahoittajat ja alan rekisteröidyt yhdistykset). Bioenergiasta elinvoimaa -klusteriohjelma pyrkii vastaamaan maakunnan energiahuollon haasteisiin. Ohjelman visiona on, että Keski-Suomi kuuluu vuonna 2015 maailman kehittyneimpien bioenergiamarckkinoiden joukkoon. Bioenergian osuus on noussut 65 %:iin energiankulutuksesta. Bioenergiateknologian ja siihen liittyvän osaamisen vienti nousee yhdeksi Keski-Suomen menestystarinoista ja alue on Suomen johtava osaamis- ja koulutuskeskittymä bioenergia-alalla.

Bioenergiaklusterin kehitysteemat tulevat Keski-Suomen käytettävissä olevista biomassavaroista ja energian tuotannon ja käytön rakenteesta sekä bioenergian käytön lisäämismahdollisuuksista. Kehittämissuhteita on neljä:

- Biovoimaloiden polttoainejärjestelmät
- Alue- ja kiinteistökohtaiset lämmitysjärjestelmät
- Pellettibioenergiajärjestelmät
- Biokaasujärjestelmät

Edellä mainittujen teemojen kehittämisen yhteisvaikutuksesta arvioidaan bioenergian käytön lisääntyvän jopa neljä terawattituntia vuoteen 2015 mennessä. Maakunnan lämmityssektori olisi riippumaton tuontipolttoaineista (erityisesti öljystä), sähkön omavaraisuus olisi parantunut ja liikenteen polttoaineista huomattava osuus korvattaisiin paikallisella biopolttoainetuotannolla.

Bioenergiaklusterin strategiassa klusterin kehittäminen on jaettu neljään jaksoon:

- v. 2007–2008: Klusterikulttuurin synnyttäminen. Lähtötilanteen hahmottaminen, kehittämistarpeiden tarkentaminen ja yhteisen vision jakaminen.
 - v. 2009–2010: Kilpailukyvyyn kehittäminen. Painopiste tuotekehityksessä ja kilpailukyvyyn kasvattamisessa.
 - v. 2011–2012: Voimakas kasvu. Edellisten vaiheiden tulosten hyödyntäminen ja kapasiteetin rakentaminen.
 - v. 2013–2015: Asemoituminen kansainväliseen kilpailuun. Teknologia- ja markkinajohtajuuksien saavuttaminen valituilla segmenteillä.
-

Vision ja tavoitteiden saavuttamisen haasteina nähdään erityisesti alkuvaiheen rahoituksen järjestyminen ja kasvun vaatimien resurssien kokoaminen. Maakunnan bioenergia-alalla on tehty aikaisemminkin kehittämissuunnitelmia, mikä saattaa tarkoittaa sitä, että lisäkasvun aikaansaaminen on haastavampaa.

RegFin-laskentamenetelmä

Laskettavat yleisen tasapainon (CGE) simulointimallit ovat paras tapa arvioida erilaisten muutosten aluetaloudellisia vaikutuksia. Niiden keskeinen periaate on, että aluetaloudessa "kaikki vaikuttaa kaikkeen". Ruralia-instituutissa kehitetyt RegFin-mallit kuvaavat aluetalouden riippuvuussuhteita kattavasti ja sopivat joustavuutensa takia moninasiin tutkimustehtäviin.

RegFin on CGE-malli, EI panos-tuotos -malli. CGE-mallit kehitettiin täydentämään panos-tuotos-malleja ja ottamaan huomioon muun muassa käyttäytymisrelaatioiden epälineaarisuus, talouden resurssirajoitteet, julkinen talous ja ulkomaankauppa. CGE-mallien simulointitulokset sisältävät muutoksen suoran ja epäsuoran vaikutuksen lisäksi 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 epäsuoria ja tulo- sekä kulutusvaikutuksia kerroinvaikutuksiksi.

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

RegFin-malleissa käytettävissä olevien tulojen käsite sisältää sekä pääoma- että palkkatulot, joista on vähennetty valtion ja kunnan tuloverot ja lisätty vastaavat tulonsiirrot. Palkkatulojen oletetaan jäävän omalle alueelle, joka on tilastojen valossa oikea oletus. Pääomatulojen alueellisen kohtaannon tilastointia ollaan kuitenkin vasta kehittämässä. On selvää, että suurin osa pääomatuloista investoidaan tai kulutetaan oman alueen ulkopuolella. Tilastojen puuttuessa malli olettaa, että pääomatuloista jää omalle alueelle kansallisen BKT-osuuden mukainen osa. Simuloinnissa tämä osuus voi vähentyä, pysyä ennallaan tai kasvaa muutoksen vaikutuksista riippuen.

Yleisen tasapainon analyysin perusteet on esitetty Ruralia-instituutin julkaisuissa Törmä ja Zawalinska (2007 a,b). Lisäksi mallia on kuvattu seikkaperäisesti seuraavissa lähteissä: Törmä (2008) sekä Rutherford ja Törmä (2010). Mallin ohjelmointitekniinen kuvaus on julkaisussa Kinnunen (2007). RegFin-aluemallin rakenne ja toiminta yli ajan kattavissa dynaamisissa tutkimustehtävissä on kuvattu edellä mainituissa julkaisuissa. Lisää tietoa RegFin-malleista ja aiemmista tutkimuksista raporteineen saa osoitteesta: www.helsinki.fi/ruralia/ > Asiantuntijapalvelut > RegFin-mallit.

Simulointien toteutus ja perusrat

Käsillä oleva tutkimusongelma on luonteeltaan dynaaminen eli tarkastelu on tehtävä yli ajan. Biojalostamatoiminnan aloituksen tai bioenergian käytön lisäämisen taloudelliset vaikutukset eivät realisoitu kokonaan muutoksen ensimmäisenä vuotena. Aluetaloudelta voi kulua useita vuosia ennen kuin se on

sopeutunut muutokseen. Työvälineeksi on tästä syystä valittu alueellinen CGE RegFinDyn -simulointimali. Skenaarioita on laskettu eripituisille ajanjaksoille, joista pisin kattaa vuodet 2010–2020. Muutokset on kohdennettu eri vuosille nykyisen hankkeiden etenemistä koskevan tiedon mukaan.

Syvän laman oloissa maakuntien tulevan normaalin kehityksen eli perusrurien muodostamisessa ei voida tukeutua pelkästään alueiden menneeseen kehitykseen. Nykyisessä erittäin epävarmassa tilanteessa perusrurat muodostettiin kansallisten suhdanne-ennusteiden perusteella. Ajatuksena on, että kaikki maakunnat joutuvat kohtaamaan saman makrokehityksen. Maakunnalliset erot tulevat niiden lamaa edeltävästä kehityksestä.

Perusrurien pohjana olivat keskeisten suhdanne-ennustajien (ETLA, PT, PTT, SP ja VM) näkemykset BKT:n, yksityisen kulutuksen, investointien, viennin ja tuonnin tulevasta kehityksestä. Vuosien 2012 ja 2013 osalta luvut ovat ETLA:n keskipitkän aikavälin ennusteita. Vuosien 2014–2015 arvot on projisoitu edellisten vuosien perusteella. Kunkin muuttujan kohdalla on tutkittu ennusteiden vaihteluvälejä. Lopullisen arvon valinta perustui tutkijoiden omaan näkemykseen. Suhdannetulkinta on, että vuonna 2009 talous joutuu syvään lamaan ja kyseessä olevan vuoden luvut ovat tilastokeskuksen ennakkotietojen mukaiset. Oletuksena on edelleen, että vuosi 2010 on jo hieman positiivisella puolella ja 2011 on ensimmäinen kunnollisen kasvun vuosi. Lamanäkemys on täten U:n muotoinen. Kehitys jatkuu myönteisenä vuodet 2012 ja 2013.

Taulukko 2. Perusrurien oletukset makromuuttujien kehityksestä. Prosenttia, edelliseen vuoteen verrattuna. Lähde: Keskeisten ennustelaitosten (ETLA, PT, PTT, SP ja VM) suhdanne-ennusteet.

Vuosi	2008	2009	2010	2011	2012	2013
BKT	1,0	-7,8	1,2	2,6	3,9	3,4
Yksityinen kulutus	1,9	-2,1	0,7	1,7	2,7	2,5
Vienti	7,3	-24,0	5,3	4,5	6,8	5,9
Tuonti	7,0	-22,0	2,4	3,3	5,0	4,4
Investoinnit	0,4	-13,0	-4,6	2,4	3,6	3,1

Biojalostamon vaikutusten laskenta

Toisen sukupolven biopohjaisten liikennepolttoaineiden valmistuksesta on julkaistu varsin paljon teknillisiä selvityksiä. Biojalostamoista sen sijaan on vähän julkisesti saatavilla kannattavuuslaskelmia tai teknis-taloudellisia tutkimuksia. Monet taloutta koskevat selvitykset on tehty yhteistyössä yritysten ja tutkimusorganisaatioiden välillä ja niiden tulokset luetaan kuuluvaksi liiketoimintasalaisuuden piiriin. Tässä tutkimuksessa on tämän vuoksi jouduttu tekemään oletuksia vain julkisesti saatavilla olevaan tietoon perustuen. Tämä on syytä huomioida saatujen skenaariotulosten tulkinnan yhteydessä. Merkittäviä tietolähteitä ovat olleet useat VTT:n julkaisemat tutkimukset (McKeough et al 2005, McKeough & Kurkela 2008, Kurkela & Kurkela 2009, Soimakallio et al 2009).

Biojalostamon aluetaloudellisten vaikutusten laskeminen pohjautuu UPM:n YVA-selostuksessa annettuihin tietoihin laitoksen raaka-aineen käytöstä ja tuotantomääristä. UPM:n biojalostamohanke valittiin, koska siitä on suhteellisen paljon julkista tietoa saatavilla ja yhtiö aikoo käyttää raaka-aineena pääasiassa energiapuuta. Lisäksi yhtiö on laatinut YVA-selostuksen kahdelle eri paikkakunnalle, Raumalle ja Kouvolaan, mistä saadaan mielenkiintoinen vertailuasetelma vaikuttavuuden osalta.

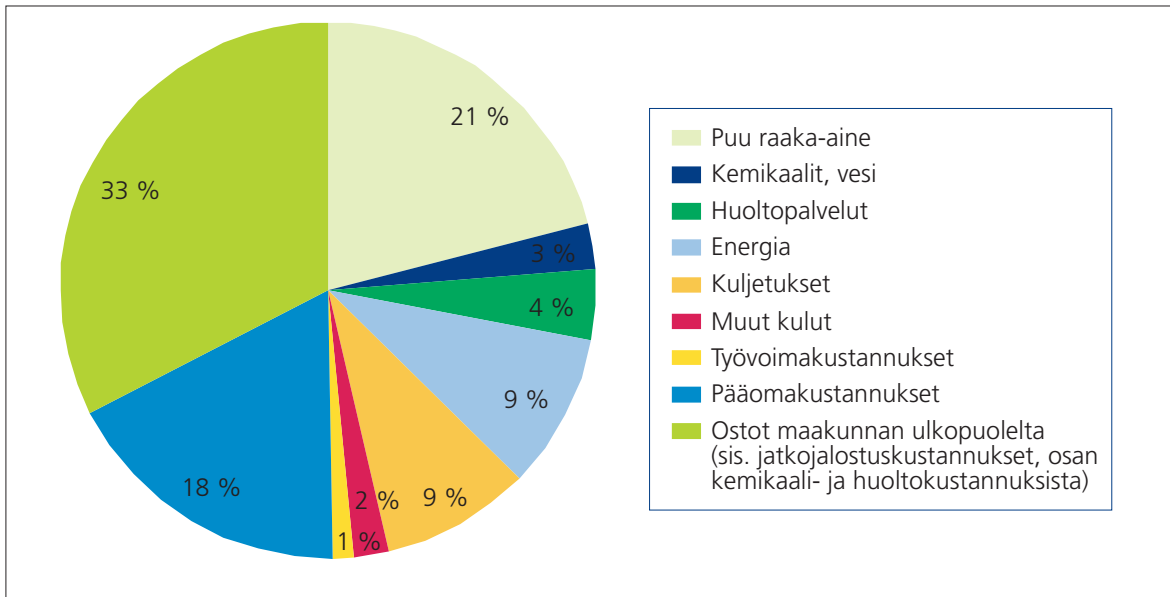
UPM ei voinut antaa tutkijoiden käyttöön mitään materiaalia eikä tietoa kustannus- tai kysyntärakenteesta liiketoimintasalaisuuden ja yhtiön tiedonantopolitiikan vuoksi. Kustannus- ja kysyntärakenteen muodostamisessa on käytetty biojalostamo- ja bioenergia-alan asiantuntijoiden apua. Myös asiantuntijat pitivät yksityiskohtaisten kustannus- ja kysyntärakenteiden muodostamista haastavana. Oheiseen taulukkoon on kerätty keskeisimmät oletukset kustannusrakenteesta sekä lähteet ja tutkimukset, jotka ovat oletusten pohjana. Suurimmat kustannuserät hahmottuvat oheisessa kuvassa. Biojalostamon kustannusrakenteen mukaiset kokonaiskustannukset noudattavat hyvin VTT:n tutkimuksissa (McKeough & Kurkela 2008) esitettyä biodieselin valmistuskustannusta 50 senttiä litralta eli 50 euroa megawattitunnilta, kun raaka-aineena käytettävän biomassan hinta on noin 15 euroa megawattitunnilta.

Taulukko 3. Keskeisimmät oletukset ja lähteet biojalostamon kustannusrakenteen muodostamisessa.

	Määrä, hinta	Lähde
Investointi	350 milj. euroa	UPM:n haastattelu ¹
Vuotuinen käyttöaika	8000 h	UPM:n YVA-selostus
Raaka-aine tarve	2 milj. kiinto-m ³ puuta, 4 TWh	UPM:n YVA-selostus
Metsähakkeen hinta	15 eur/MWh	VTT, McKeough & Kurkela 2008, Pöyry Energy Oy 2009, Lauhanen & Laurila 2007
Metsähakkeen hinnanmuodostus, %		Pöyry Energy Oy 2009
Haketus	25 %	
Kaukokuljetus	30 %	
Metsäkuljetus	25 %	
Korjuu	10 %	
Muut kulut	10 %	
kantohinta	2 %	
kasauspalkkio	2 %	
organisaatiokustannukset	6 %	
Sähkö, vuotuinen kulutus maksimikapasiteetilla	400 GWh	UPM:n YVA-selostus
Sähkön hinta	45 eur/MWh	VTT:n tutkimus, Kurkela & Kurkela 2009
Veden kulutus, vuodessa	0,58 milj. m ³	UPM:n YVA-selostus: Raakavettä kuluu tehtaalla 0,02 m ³ /s
Jäteveden tuotto, vuodessa	0,55 milj. m ³	UPM:n YVA-selostus: Jätevettä syntyy 1500 m ³ /päivä
Jätteet, tuhka, vuodessa	9000 t	UPM:n YVA-selostus
Kemikaalit, vuodessa	10 milj. eur	UPM:n YVA-selostuksen mukaan hapen kulutus 400 000 t/a, muita tarvittavia kemikaaleja metanoli, vety ja FT-synteesin katalyytit
Jatkojalostuskustannukset	5 eur/MWh	VTT:n tutkimus 5-10eur/MWh. McKeough & Kurkela 2008.
Jakelukustannukset	11 eur/MWh	VTT:n tutkimus 11 eur/MWh. McKeough & Kurkela 2008.
Huoltokustannukset, vuodessa	10,5 milj. euroa	Huoltokustannukset 3 % investoinnin ² arvosta. Hamelinck 2004.
Vakuutukset	350 000 euroa	0,1 % investoinnin arvosta. Hamelinck 2004.
Pääomakustannus	41,1 milj. euroa	Korko 10 %, pitoaika 20 vuotta, annuiteettitekijä 0,1174. McKeough et al. 2005, McKeough & Kurkela 2008, Kurkela & Kurkela 2009
Työntekijät	50 hlöä	UPM:n YVA-selostus
Keskimääräinen vuosipalkka	35 000 euroa	VTT:n tutkimus, Kurkela & Kurkela 2009
Työvoimakustannukset, vuodessa	1,75 milj. euroa	

¹ http://www.maaseuduntulevaisuus.fi/uutiset/paauutiset/01/fi_FI/UPM_lla_on_jo_valmis_tekniikka_biojalostamolle/

² Biojalostamon investoinnin arvona käytettiin 350 miljoonaa euroa.



Kuva 5. Biojalostamon kustannusten jakautuminen.

Biojalostamon on oletettu käyttävän biomassana oman maakunnan energiapuuta. Puun raaka-ainekustannukset on arvioitu sen mukaan paljonko biojalostamon tarvitsema puu (2 miljoonaa kiintokuutiometriä) metsähakkeena maksaisi. Kuljetuskustannuksia on arvioitu sen pohjalta, mitä metsähakkeen kuljetuskustannuksista on tiedossa (Pöyry Energy Oy 2009). Puuta raaka-aineena oletettiin hankittavan kolmelta sektorilta: metsätaloudesta, puutuoteteollisuudesta sekä massa- ja paperiteollisuudesta. Koska biojalostamon oletetaan käyttävän raaka-aineena sellaista puuta, joka ei kelpaa jalostettavaksi muualla, arvioitiin raaka-ainekulujen jakautuvan seuraavasti: metsätalous 70 %, puutuoteteollisuus 10 % ja massa- ja paperiteollisuus 20 %.

Biojalostamon on maksimikapasiteetilla arvioitu UPM:n YVA-selostuksen mukaan kuluttavan 400 gigawattituntia sähköä. Biodieselin valmistusprosessi tuottaa kuitenkin myös itsessään energiaa. On arvioitu, että prosessissa kuluva sähköstä biojalostamo pystyisi tuottamaan puolet itse (Työ- ja elinkeinoministeriö 2009). Raakaveden käytön, jäteveden puhdistamisen ja jätehuollon kustannukset on arvioitu UPM:n YVA-selostuksen tietoihin pohjautuen. Kemikaalikustannukset koostuvat hapestasta, vedystä, metanolista ja FT-synteesissä käytettävistä katalyyteistä (UPM:n YVA-selostus). Biopohjaisen raakaöljyn jatkojalostus- ja jakelukustannusten laskemisessa on käytetty VTT:n tutkimuksen arvoja (McKeough & Kurkela 2008). Biodieselin jatkojalostuksen on oletettu tapahtuvan oman maakunnan ulkopuolella, mutta kotimaassa.

Huoltokustannusten suuruus on arvioitu suhteessa biojalostamon investoinnin kokoon, 3 % investoinnin määrästä (Hamelinck 2004). Huolloista vastaisivat pääasiassa metallituote-, kone- ja laitteellisuus ja suurin osa (80 %) huoltotoista tehtäisiin kotimaisin voimin. Vakuutusten kustannusten on arvioitu olevan 0,1 % investoinnin määrästä (Hamelinck 2004). Pääomakustannukset on arvioitu annuiteettimenetelmällä käyttäen korkona 10 % ja pitoaikana 20 vuotta (Kurkela & Kurkela 2009, McKeough et al 2005, McKeough & Kurkela 2008). Työvoimakustannukset on laskettu UPM:n YVA-selostuksessa biojalostamon arvioidun työntekijöiden määrän perusteella (50 hlöä) ja käyttämällä keskimääräisenä vuosipalkkana 35 000 euroa (Kurkela & Kurkela 2009).

Kun arvioidaan, että dieselpolttoaineessa on verojen osuus noin 50 senttiä litralta, päästään näillä arvioituilla kustannuksilla ja verojen yhteenlasketulla summalla noin 1,05 euroa litra lopputuotteen hintaan, mikä on lähellä tämänhetkistä dieselin kuluttajahintaa. Tulos on yhdensuuntainen näkemyksen kanssa,

jonka mukaan biodieselin tuottaminen ei ole edullisempaa kuin dieselin jalostus fossiilisesta raakaöljystä nykyisellä öljyn hintatasolla (esim. Enguídanos et al 2002).

Biojalostamon tuotannon kysynnän osalta tehtiin seuraavat oletukset. Massa- ja paperiteollisuuteen menisi biojalostamon prosessien yhteydessä syntyvää energiaa. Tämän arvoksi arvioitiin 9 miljoonaa euroa eli vastaisi puolta biojalostamon käyttämästä sähkön määrästä. Valtaosa tuotannosta vietäisiin jatkojalostettavaksi muualle Suomeen tai myytäisiin ulkomaille.

Keski-Suomen bioenergian käytön lisäämisen vaikutusten laskenta

Keski-Suomen bioenergian käytön lisäämisen vaikutusten arvioinnissa lähtökohdaksi valittiin maakunnan bioenergian käytön tavoite vuodelle 2015. Biopolttoaineiden käytön lisäystavoite polttoainelajeittain on esitetty oheisessa taulukossa. Bioenergian käytön lisäyksen arvo on laskettu biopolttoaineen keskimääräisen hinnan avulla. Mikäli kaikissa kehittämistoimissa onnistuttaisiin, bioenergian käyttö voisi lisääntyä jopa 4 terawattituntia vuoteen 2015 mennessä ja rahallisesti tämä vastaisi lähes 60 miljoonaa euroa.

Taulukko 4. *Polttoainelajeittain biopolttoaineiden käytön lisäystavoitteet Keski-Suomessa vuoteen 2015 mennessä.*

Biopolttoaine	MWh	Milj. Eur	Eur/MWh	Hintatieto
Turve	1 200 000	12,5	10,4	12 kk. Liukuva keskiarvo, Bioenergialehti 12/2009
Metsähake	1 000 000	15	15	VTT, McKeough & Kurkela 2008, Pöyry Energy Oy 2009, Lauhanen & Laurila 2007
Peltobiomassa	700 000	3,2	4,5	Hämäläinen & Tukia 2007
Kierrätyspolttoaine	500 000	5	10	Kuusela 2009
Polttopuu	50 000	2,5	50	Metsäkeskuksen nettipalvelu: http://www.halkoliiteri.com/
Aurinko ja lämpöpumput	20 000			
Puupelletit	530 000	21,4	40,4	12 kk. Liukuva keskiarvo, Bioenergialehti 12/2009
Yhteensä	4 000 000	59,6		

Bioenergian käytön mittava lisäys vähentäisi merkittävästi riippuvuutta tuontipolttoaineista (erityisesti öljystä). Bioenergian neljän terawattitunnin käytön lisäyksen on arvioitu johtavan lämmityspolttoöljyn osalta Keski-Suomessa noin 100 miljoonan euron säästöihin (Bioenergiasta elinvoimaa klusteriohjelma 2007–2015).

Simulointien tulokset

Esitämme ensin kahden biojalostamon aluetaloudellisten vaikutuslaskelmien tulokset. Tämän jälkeen tarkastelemme Keski-Suomen bioenergiastrategian tavoitteiden vaikutuksia. Kaikki esitettävät tulokset ovat kiinteähintaisia eli niistä on poistettu inflaation vaikutus. Kaikki luvut sisältävät aluetalouden täyden sopeutumisen ja muutosten luomat kerroinvaikutukset.

Biojalostamon aluetaloudelliset vaikutukset

Biojalostamon aluetaloudellista vaikutusta tutkittiin kahdessa maakunnassa Kymenlaaksossa ja Satakunnassa. Laitoksen kustannusrakenteen ja tuotannon oletettiin olevan samanlaiset sekä Kouvolassa että Raumalla (kts taulukko 3). UPM:n YVA-selostuksen mukaisesti vuotuisen tuotannon arvioitiin olevan alussa 100 000 tonnia biodieseliä. Simuloinneissa oletettiin biojalostamon tuotannon nousevan tasaisesti ja saavuttavan 300 000 tonnin tason kolmantena toimintavuotena eli vuonna 2015 biojalostamo toimisi täydellä tuotantokapasiteetilla. Skenaario on sopusoinnussa nykyisten odotusten kanssa biojalostamotoiminnan alkamisen ajoittumisesta (Pöyry Energy Oy 2009, Työ- ja elinkeinoministeriö 2009).

Perusskenaario

Simulointien tulokset osoittavat biojalostamotoiminnalla olevan merkittävät taloudelliset vaikutukset niin Kymenlaaksossa kuin Satakunnassakin (taulukko 5). Talouskasvu kohenisi Kymenlaaksossa reilulla kolmella prosenttiyksiköllä yli perusuran vuoteen 2020 mennessä. Satakunnassa vaikutus olisi vajaan puoli prosenttiyksikköä pienempi. Euromääräisenä Kymenlaakson aluetalous vahvistuisi noin 194:llä ja Satakunnan vastaavasti 191 miljoonalla eurolla. Biojalostamon kustannusrakenne ja tuotanto oletettiin samanlaisiksi molemmilla alueilla. Erot tuloksissa johtuvat aluetalouksien erilaisesta rakenteesta. Tulosten mukaan Kymenlaakso pystyisi hyötymään biojalostamotoiminnasta hiukan enemmän Satakuntaan verrattuna.

Taulukko 5. Biojalostamon vaikutukset talouskasvuun ja työllisyyteen, kumulatiivinen ero perusuraan verrattuna.

BKT, %-yksikköä	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Eur
Kymenlaakso	1,04	2,05	3,04	3,08	3,13	3,19	3,26	3,33	3,41	193,9
Satakunta	0,91	1,79	2,67	2,71	2,75	2,81	2,87	2,93	3,00	191,2
Työllisyys, htv										
Kymenlaakso	109	204	299	298	313	336	366	400	437	
Satakunta	91	175	262	270	290	317	348	382	420	

Kymenlaakson ja Satakunnan työllisyys paransi biojalostamon toiminnan seurauksena. Edellisen työllisyys vahvistuisi 437:llä ja jälkimmäisen 420 henkilötyövuodella. Samoin kuin talouskasvun osalta vaikutus olisi jonkun verran suurempi Kymenlaaksossa kuin Satakunnassa. Tuloksista nähdään myös selkeästi biojalostamotoiminnan pääomavaltaisuus. Alan toiminta näyttäisi tukevan työllisyyttä suhteellisesti vähemmän kuin talouskasvua.

UPM:n YVA-selostuksessa on esitetty arvio biojalostamotoiminnan työllisyysvaikutuksista. Laitoksen rakentamisen on arvioitu työllistävän enimmillään noin tuhat henkilöä. Toimintavaiheessa biojalostamo

työllistäisi suoraan noin 50 työntekijää ja välillisiä työpaikkoja odotettaisiin syntyvän kymmenkertaisesti. Simulointien tulokset ovat yhtiön esittämien arvioiden kanssa samaa suuruusluokkaa, mutta jonkin verran pienempiä.

Kemera-tuki metsätaloudelle

Biojalostamon raaka-aineena on tarkoituksenmukaista käyttää pääasiassa energiapuuta. Koska päätehakkuiden yhteydessä energiakäyttöön menevän aineksen keräys on hyvin pitkälle optimoitu, olisi raaka-ainetta saatava enemmän esimerkiksi nuorista metsistä harvennuksien yhteydessä. Metsähakkeen tuottaminen harvennuksien yhteydessä on kalliimpaa verrattuna päätehakkuista saatavaan metsähakkeeseen. Energiapuun käytön edistämiseksi Kemera-tukea on saatavissa energiapuun korjuuseen nuorista metsistä ja siitä metsähakkeen valmistamiseen tietyin ehdoin. Tällä hetkellä tukea saa energiapuun korjuuseen 7 euroa kiintokuutiometriltä (kasaus 3,50 euroa/k-m³ + kuljetus 3,5 euroa/k-m³). Energiapuun haketustukea voidaan myöntää 1,70 euroa haketettua irtokuutiometriä kohti.

Tutkittaessa Kemera-tuen vaikutuksia suunnattiin biojalostamon tarvitseman raaka-aineen tuotannolle tukea. Koska energiapuun osalta Kemera-tukiin liittyy epävarmuuksia, pitäydettiin varovaisissa arvioissa ja annettiin metsähakkeen tuotannolle tukea 5 euroa megawattitunnilta (Pöyry Energy Oy 2009). Tuki kohdennettiin kokonaisuudessaan metsätalouteen. Biojalostamon kustannusrakenteessa oletettiin 70 % raaka-aineesta tulevan metsäsektorilta (2,8 TWh) ja lisäksi tehtiin oletus, että puolet tästä voisi täyttää Kemera-tuen saamisen ehdot. Tukisummaksi saatiin näin 7 miljoonaa euroa, joka jaettiin vielä metsätalouden työpanoksen tueksi (35 %) ja tuotannon tueksi (65 %).

Taulukko 6. Biojalostamon vaikutukset talouskasvuun ja työllisyyteen huomioiden metsätalouden Kemera-tuki, kumulatiivinen ero perusuraan verrattuna.

BKT, %-yksikköä	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Eur
Kymenlaakso	1,04	2,04	3,01	3,04	3,08	3,14	3,20	3,27	3,34	190,0
Satakunta	0,91	1,79	2,65	2,68	2,73	2,78	2,84	2,90	2,97	188,9
Työllisyys, htv										
Kymenlaakso	118	216	311	292	295	311	336	365	398	
Satakunta	94	175	254	249	261	282	310	342	377	

Simuloinnin tulosten mukaan Kemera-tuki energiapuun tuotantoon ei juuri muuta biojalostamon aluetaloudellisia vaikutuksia (taulukko 6). Tuki ei vaikuta olevan tehokas aluetalouden kannalta, sillä molemmassa maakunnissa talouskasvu ja työllisyys hieman laskevat perusskenaarioon verrattuna. Metsätalouden saama tuki on pieni, eikä tästä aiheutuva raaka-aineen lievä halventuminen johda biojalostamon tuotannon merkittävään kasvuun. Toisaalta reaali maailmassa Kemera-tuella voi olla tärkeä merkitys, jos energiapuun korjuuseen liittyy yrittäjyyttä ei saada muuten käynnistettyä tai metsähaketta tarpeeksi tuotettua markkinoille.

Veroalennukset biodieselille

Valtio voi tukea biopolttoaineiden valmistusta valmisteveron alennuksen, investointituen, jakeluvorotteen ja ajoneuvoverotuksen kautta (Härmälä 2010). Tällä hetkellä käynnissä olevalla polttoaineverotuksen

uudistamisella pyritään myös tukemaan ympäristöystävällisten polttoaineiden kehittämistä ja käyttöä. Periaatteena on verottaa polttoaineita suhteessa niistä aiheutuviin hiilidioksidipäästöihin.

Kolmannessa skenaariossa tarkasteltiin, miten aluetalouksiin vaikuttaisi biodieselin tuotannon tukeminen poistamalla lisävero ja huoltovarmuusmaksu sekä vähentämällä perittävää perusveroa. Rikittömälle dieselöljylle litraa kohden perusvero on 30,67 senttiä, lisävero 5,38 senttiä ja huoltovarmuusmaksu 0,35 senttiä. (Laki nestemäisten polttoaineiden valmisteverosta 29.12.1994/1472). Simuloinneissa tutkittiin erikseen lisäveron ja huoltovarmuusmaksun poistamisen (yhteensä 5,730 senttiä/litra) sekä näiden ja perusveron puolittamisen (yhteensä 21,065 senttiä/litra) vaikutus. Alempi tukitaso merkitsisi 300 000 tonnin vuotuisella tuotantomäärällä valtiolle reilun 20 miljoonan euron verotulojen menetystä. Vastaava menetys korkeammalla tukitasolla merkitsisi verokertymän pienentymistä noin 75 miljoonalla eurolla. Verojen alennus toteutettiin simuloinneissa biojalostamon tuotantoveroastetta laskemalla.

Biojalostamon aluetaloudellista vaikuttavuutta sijaintimaakuntiinsa tuet kasvattaisivat kuitenkin melko niukasti (taulukot 7 ja 8). Pienemmällä tukitasolla Kymenlaakson talouskasvu parani alle 0,1 prosenttiyksikköä eli vajaat 1,5 miljoonaa euroa enemmän kuin perusskenaariossa. Vaikutus Satakunnan talouskasvuun on hyvin samansuuruinen. Ero työllisyysvaikutuksissa perusskenaarioon verrattuna on myös pieni.

Taulukko 7. Biojalostamon vaikutukset talouskasvuun ja työllisyyteen huomioiden biodieselin tuotannontuki 5,73 senttiä/litra, kumulatiivinen ero perusuraan verrattuna.

BKT, %-yksikköä	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Eur
Kymenlaakso	1,03	2,04	3,02	3,06	3,12	3,19	3,27	3,35	3,44	195,3
Satakunta	0,90	1,78	2,65	2,69	2,75	2,81	2,88	2,95	3,03	193,1
Työllisyys, htv										
Kymenlaakso	110	206	301	300	314	339	369	404	443	
Satakunta	93	178	265	273	293	320	352	388	427	

Taulukko 8. Biojalostamon vaikutukset talouskasvuun ja työllisyyteen huomioiden biodieselin tuotannontuki 21,065 senttiä/litra, kumulatiivinen ero perusuraan verrattuna.

BKT, %-yksikköä	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Eur
Kymenlaakso	1,01	1,99	2,93	3,00	3,08	3,18	3,28	3,39	3,51	199,6
Satakunta	0,89	1,75	2,59	2,66	2,74	2,83	2,93	3,03	3,14	200,1
Työllisyys, htv										
Kymenlaakso	114	212	309	307	322	349	382	421	464	
Satakunta	99	187	276	285	307	336	371	411	455	

Verrattaessa alueita keskenään korkeamman tukitason hyödyntää paremmin Satakunta. Sen talouskasvu kohoaa noin 9 miljoonaa euroa eli 0,15 prosenttiyksikköä ja työllisyys vahvistuu 35 henkilötyövuodella enemmän kuin perusskenaariossa.

Sekä metsätalouden Kemera-tuen että biodieselin tuotantotuen aluetaloudelliset vaikutukset jäivät simuloinneissa vaatimattomiksi. Yhden alan tukeminen parantaa sen kilpailukykyä, mutta heikentää muiden alojen tilannetta. Biojalostamoalan osuus maakuntien aluetaloudessa on pieni ja muiden alojen kompensoivan kehityksen kautta tukien nettovaikutus on lähes neutraali, kun mittareina ovat talouskasvu ja työllisyys. Tuen kokonaiskustannus valtiolle on kuitenkin pienempi kuin biojalostamoalan saamat vero-

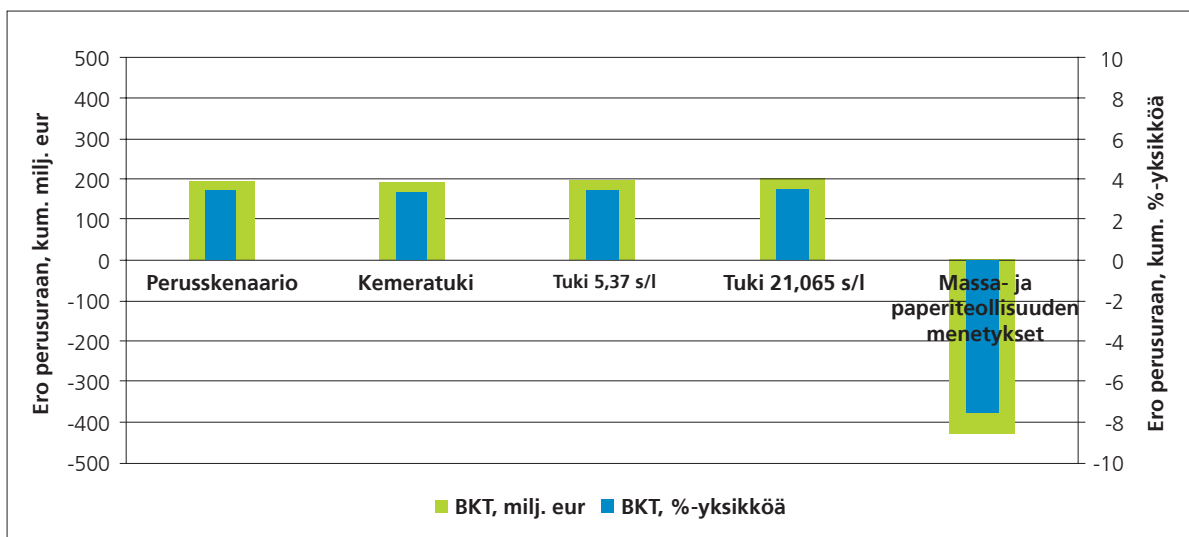
helputukset. Aluetaloudet kompensoivat valtion tuen kustannuksia talouskasvun myötä muun muassa arvonlisä- ja investointiveron sekä työpanoksen verokertymien nousun kautta, jolloin tuen kustannus valtiolle laskee noin 30–40 %.

Tuloksia tarkasteltaessa on hyvä huomioida, että simulointien tulokset perustuvat osaltaan biojalostamolle oletettuun kustannusrakenteeseen. Sen muodostaminen oli erittäin haasteellinen tehtävä, joten tuloksia on tästä syystä käsiteltävä vain suuntaa-antavina. Tarkempia tuloksia ja arvioita on mahdollista tuottaa, kun biojalostamoihin liittyviä teknis-taloudellisia tutkimuksia ja selvityksiä tulee enemmän julkisesti saataville. Tarkemmat laskelmat mahdollistuvat myös kun yritykset saavat koelaitoksistaan käyttökokemusta ja kaupalliseen koon laitoksissa käytettävät teknologiaratkaisut varmistuvat.

Biojalostamo voisi kompensoida metsäteollisuudesta johtuvia talouskasvun menetyksiä

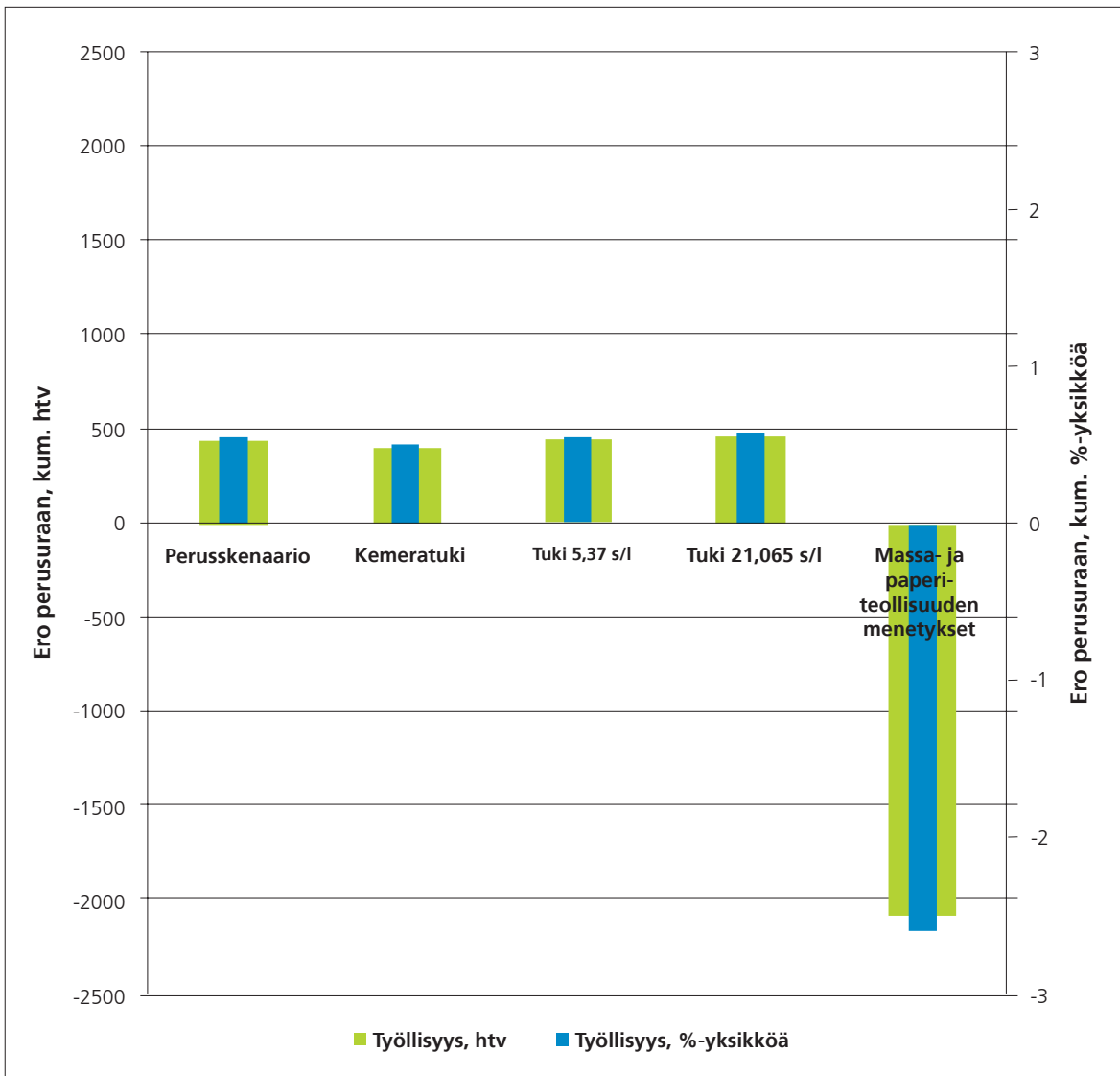
Kymenlaakso on kärsinyt metsäteollisuuden supistumisesta tähän asti suurimmat menetykset. Maakunnasta on suljettu Voikkaan (2006) ja Summan paperitehtaat (2008), useita yksittäisiä paperikoneita on suljettu ja tuotantolaitoksissa on ollut monia seisokkeja. Sunilan sellutehtaan lopullinen kohtalo on vielä avoin, jo lopetettavaksi aiottu tehdas sai vielä jatkoaikaa viime vuoden lopulla. Nämä toimenpiteet ovat pienentäneet Kymenlaakson kokonaistuotantoa lähes 450 miljoonalla eurolla ja työllisyys on heikentynyt yli 2 000 henkilötyövuodella (Reini, Törmä ja Mäkinen 2010).

Biojalostamotoiminnasta odotetaan uutta vetoa metsäteollisuudelle. Simulointien tulokset tukevat näitä odotuksia. Biojalostamo voisi merkittävästi korvata paperin tuotannon laskusta aiheutuneita menetyksiä tässä tutkimuksessa käytetyillä oletuksilla (kuvat 6 ja 7).



Kuva 6. Biojalostamotoiminta kompensoisi noin puolet massa- ja paperiteollisuuden supistumisesta aiheutuneista talouskasvun menetyksistä Kymenlaaksossa.

Talouskasvun suhteen biojalostamo voisi Kymenlaaksossa korvata puolet massa- ja paperiteollisuuden supistumisesta aiheutuneista menetyksistä. Biojalostamo 300 000 tonnin vuotuisella biodieselin tuotannolla nostaisi Kymenlaakson BKT:ta 3,4 prosenttiyksiköllä yli perusuran, kun massa- ja paperiteollisuuden tuotannon supistaminen on laskenut sitä 7,6 prosenttiyksiköllä.



Kuva 7. Biojalostamotoiminta korvaisi noin neljäsosan massa- ja paperiteollisuuden supistumisen takia menetetystä työpaikoista Kymenlaaksossa.

Työllisyysmenetyksistä biojalostamotoiminta pystyisi kompensoimaan noin neljäsosan verran. Erot talouskasvu- ja työllisyysvaikutuksissa johtuvat biojalostamotoiminnan pääomavaltaisuudesta.

Bioenergian käytön lisäämisen vaikutukset Keski-Suomen aluetalouteen

Keski-Suomen bioenergian käytön lisäämisen aluetaloudellisten vaikutusten laskenta pohjautui maakunnan bioenergiastrategian tavoitteiden mukaisiin määriin. Kaikissa kehittämistoimissa onnistuminen lisäisi bioenergian käyttöä jopa 4 terawattituntia vuoteen 2015 mennessä. Rahallisesti tämä vastaisi melkein 60 miljoonaa euroa. Tavoitteiden biopolttoainekohtainen erittely (taulukko 4) mahdollisti edellä mainitun summan jakamisen viidelle eri toimialalle.

Peltobiomassan käytön lisäys kohdennettiin maatalouden ja vastaavasti metsähakkeen ja polttopuiden käyttö metsätalouden tuotannon kasvuna. Turpeen käytön lisääntymisen tulkittiin nostavan kaivostöiminnan ja louhinnan toimialan tuotantoa. Turpeen nosto kuuluu Tilastokeskuksen toimialaluokituksen mukaan energiamineraalien kaivuun toimialaan. Puupellettien valmistus vaatii enemmän raaka-aineen

muokkaamista kuin metsähakkeen tai polttopuiden tuotanto. Sen käytön lisääntymisen tulkittiin nostavan sahatavaran ja puutuotteiden valmistuksen tuotantoa. Kierrätyspolttoaineen (REF) käyttö kohdennettiin muun valmistuksen toimialalle, joka sisältää muun muassa kierrätyksen.

Simuloinnit osoittavat bioenergian käytön lisääntymisen tukevan Keski-Suomen aluetaloutta. Vaikutus talouskasvuun olisi puoli prosenttiyksikköä yli perusuran mukaisen kehityksen, mikä vastaisi euroina 35 miljoonaa. Alueen työllisyyttä kehitys tukisi yli 200 henkilötyövuodella. Todennäköisesti myönteisiä aluetalouden vaikutuksia vahvistaisi vielä alueen energiasektorin oman maakunnan ulkopuolelle suuntautuvien vuotojen väheneminen. Tarve alueen ulkopuolelta tuotavalle lämmitysöljylle pienenee ja alueen energiaomavaraisuus nousee. Lisäksi Keski-Suomelle voi kertyä hyötyjä bioenergiateknologian alan laitevalmistuksen osaamisen lisääntymisen kautta.

Taulukko 9. Bioenergian käytön lisääntymisen vaikutukset talouskasvuun ja työllisyyteen Keski-Suomessa. Komparatiivis-staattinen tarkastelu.

Muuttuja	%-yksikköä	Milj. Eur / htv
BKT	0,5	35
Työllisyys	0,2	214

Keski-Suomen Bioenergiasta elinvoimaa klusteriohjelmassa 2007 – 2015 arvioidaan bioenergian käytön lisäämisen aluetaloudellisten vaikutusten suuruudeksi noin 200 miljoonaa euroa. Tämä summa on saatu kertomalla bioenergian määrä (4 TWh) keskimääräisellä energian hinnalla (50 Eur/MWh). Äskeisessä laskelmassa on mukana koko aluetalouden sopeutuminen. Bioenergian käytön lisääntyminen hyödyttää eräitä aloja, mutta toisaalta heikentää muiden toimialojen suhteellista kilpailukykyä. Näillä aloilla tapahtuu tuotannon menetyksiä vallankin jos bioenergia saa tukipalkkioita. Nämä tekijät selittävät erot edellisen ja tasapainolaskelman välillä.

Keski-Suomen aluetalouden näkökulmasta bioenergian käytön lisäämisen vaikutukset ovat tässä saatujen tulosten perusteella selkeästi myönteiset. Tilanne ei ole kuitenkaan aina yksiselitteinen jokaisen aluetalouden kohdalla. Tästä on esimerkkinä bioenergian tuotannon talous-, työllisyys- ja ympäristövaikutuksia aluetasolla selvittäneen hankkeen tulokset (Simola et al 2010). Tutkimuksessa oli keskitytty tarkastelemaan maa- ja metsätalouden sivutuote- ja jätevirtojen hyödyntämisestä aiheutuvia vaikutuksia sähkön- ja lämmöntuotantoon. Tulokset osoittivat nykyisellä teknologialla bioenergian tuotannon lisäämisen heikentävän lievästi työllisyyttä ja talouskasvua sekä sen, että negatiivinen vaikutus on riippuvainen vallitsevasta ilmastopolitiikasta.

Tutkimuksissa on tullut esille myös bioenergian lisääntyneen käytön kuluttajahintoja ja tuotantokustannuksia nostava vaikutus (Soimakallio et al 2009). Bioenergian tuotantoa olisi mielekkäintä edistää markkinaperusteisilla ohjaukskeinoilla, jotta toimintaa syntyisi niille alueille, missä taloudelliset edellytykset ovat parhaimmat. Myös asiantuntijoiden haastatteluissa on tullut esille erilaisten tukien ongelmallisuus (Villa & Saukkonen 2010). Pienpuun korjuuseen ja haketukseen myönnetyt Kemera-tuet nähdään tarpeellisina ja niitä tulisi jopa lisätä, jotta metsähakkeen lisäystavoitteet saavutetaan. Jotkut asiantuntijat sitä vastoin kritisoivat tukia, niiden kilpailua vääristävän vaikutuksen ja alan kehittymisen vaikuttamisen vuoksi. Kritisoijat kannattavat tukien määräaikaista.

Yhteenveto

Biopolttoaineiden kysynnän ennakoitaan kasvavan nykyiseen verrattuna moninkertaiseksi. Kehitystä ohjaavat EU:n tavoitteet lisätä uusiutuvan energian osuutta 20 %:iin ja nostaa uusiutuvien osuus liikennepolttonesteissä vähintään 10 %:iin vuoteen 2020 mennessä. Pyrkimyksenä on hillitä ilmastonmuutosta, vähentää öljyriippuvuutta, parantaa energiajärjestelmän monipuolisuutta ja nostaa energiaomavaraisuutta.

Suomessa on käynnissä useita hankkeita, jotka liittyvät biopohjaisten liikenteen polttoaineiden kehittämiseen. Kaupallisen koon biojalostamoita suunnittelevat UPM, Stora Enso ja Neste Oil sekä Metsäliitto ja Vapo. Stora Enson Varkauden tehtaiden yhteydessä toimii jo biodieseliä tuottava koelaitos. UPM, Metsäliitto ja Vapo ovat laatineet biojalostamohankkeistaan YVA-selostukset. Mahdollisia laitoksen sijaintipaikkoja olisivat Kouvola, Rauma, Äänekoski ja Kemi, missä biojalostamo voisi toimia metsäteollisuuden tehdasintegraatin yhteydessä. Investointipäätöstä biojalostamon rakentamisesta odotetaan UPM:ltä jo tänä vuonna³.

Tutkimuksessa selvitettiin puupohjaista biodieseliä tuottavan biojalostamon ja bioenergian käytön lisääntymisen aluetaloudellisia vaikutuksia. Biojalostamon osalta tutkittiin sen vaikutuksia kahdessa eri maakunnassa, Kymenlaaksossa ja Satakunnassa. Kymenlaakso on kärsinyt mittavia menetyksiä metsäteollisuuden rakennemuutoksen takia. Laskelmiin saatiin näin mielenkiintoinen vertailuasetelma siitä, kuinka paljon uusi toiminta voisi korvata paperin tuotannon vähenemisestä aiheutunutta talouskasvu- ja työllisyysmenetyksiä. Lisäksi voitiin verrata, kumpi alueista pystyisi hyödyntämään biojalostamotoiminnan paremmin eli kumman aluetalouden rakenteeseen biodieselin tuotanto sopisi paremmin. Biojalostamon vaikutusten laskennan perusteena olivat UPM:n YVA-selostuksessa ilmoitetut tiedot sekä toisen sukupolven biopolttoaineista tehdyt tutkimukset.

Bioenergian käytön lisääntymisen aluetaloudellisia vaikutuksia tutkittiin tapaustutkimuksen avulla keskittyen Keski-Suomen maakunnan tarkasteluun. Simuloinnit pohjautuivat Keski-Suomen Bioenergiasta elinvoimaa klusteriohjelman (2007–2015) tavoitteissa ilmoitettuihin lukuihin bioenergian käytön lisäämisestä.

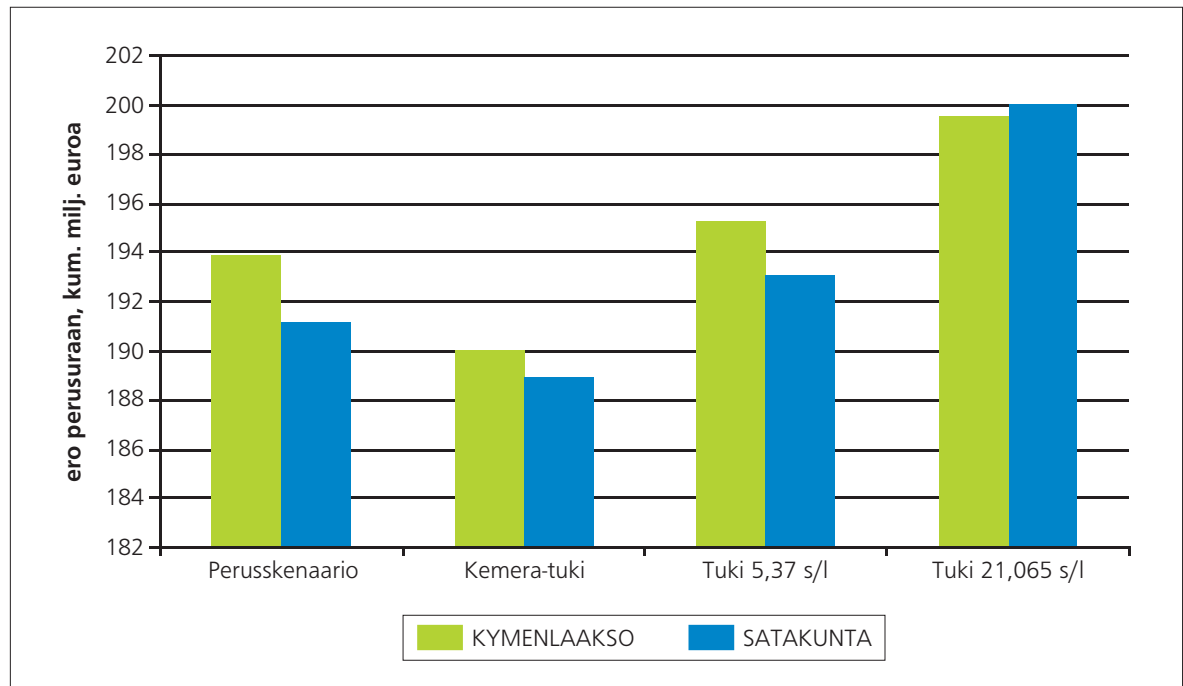
Tutkimuksen tulokset osoittavat biojalostamotoiminnalla olevan merkittävät aluetaloudelliset vaikutukset. Perusuran mukaiseen kehitykseen verrattuna talouskasvu kohenisi Kymenlaaksossa yhteensä lähes 3½:lla ja Satakunnassa 3 prosenttiyksiköllä vuoteen 2020 mennessä. Kymenlaakson aluetalous vahvistuisi noin 194 ja Satakunnan 191 miljoonalla eurolla. Työllisyys paranisi Kymenlaaksossa 437:llä ja Satakunnassa 420 henkilötyövuodella yli perusuran. Biojalostamotoiminta näyttäisi tukevan työllisyyttä suhteellisesti vähemmän kuin talouskasvua, mikä kuvastaa alan pääomavaltaisuutta. UPM:n arvioimiin biojalostamon työllisyysvaikutuksiin (suora vaikutus 50 hlöä ja välillisiä työpaikkoja kymmenkertainen määrä) verrattuna tulokset ovat samaa suuruusluokkaa, mutta jonkin verran pienempiä.

Tukien merkitystä biojalostamon aluetaloudellisiin vaikutuksiin selvitettiin tukityypeittäin ja -tasoittain. Sekä raaka-aineen vaikutukset (Kemera-tuki metsätalouteen) että tuotantotuen (polttoaineverojen alenukset biodieselille) vaikutukset jäivät simuloinneissa vaatimattomiksi. Kemera-tuki energiapuun tuotantoon ei vaikuttanut olevan tehokas aluetalouden kannalta, sillä molemmissa maakunnissa talouskasvu ja työllisyys hieman laskivat perusskenaarioon verrattuna. Biojalostamon tuotannon korkeampi tuki (21,065 senttiä/litra) hyödytti aluetalouksia suhteellisen vähän. Perusskenaarioon verrattuna talouskasvu nousi parhaimmillaankin vain noin 9 miljoonaa ja työllisyys 35 henkilötyövuodella.

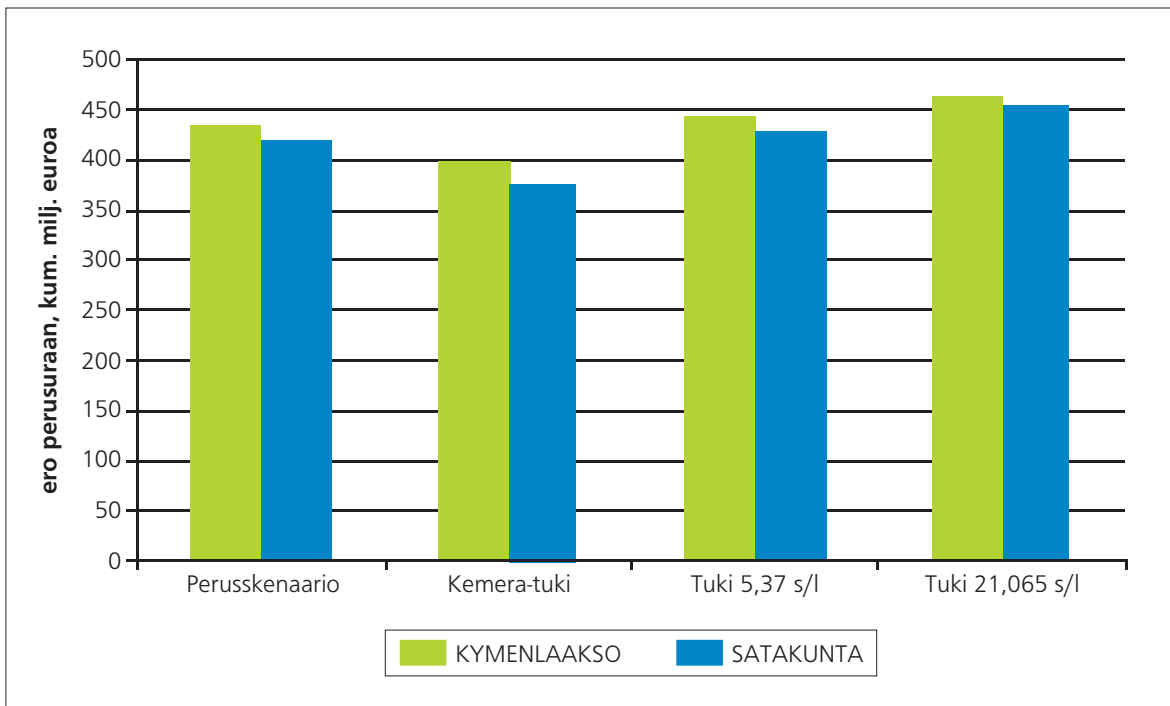
³ http://yle.fi/alueet/teksti/satakunta/2010/01/upm_pitaa_biojalostamo_todennakoisena_1384892.html

Tukien tehottomuutta selittää osaltaan niiden pienuus (Kemera-tuki metsätaloudelle ja alempi tuotantotuki 5,37 senttiä/litra). Toisaalta muut alat kärsivät biojalostamoalan tukemisesta, mikä pienentää tukien aluetaloudellista vaikuttavuutta. Toisaalta reaali maailmassa tuilla voi olla hyvinkin keskeinen rooli. Jos esimerkiksi ilman Kemera-tukea energiapuun korjuuseen liittyvää yrittäjyyttä ei saada muuten käynnistettyä tai metsähaketta tarpeeksi tuotettua markkinoille.

Yhteenveto tuloksista on koottu alla oleviin kuviin (kuva 8 ja 9). Biojalostamon oletettiin toimivan samantyyppisellä kustannusrakenteella molemmilla alueilla. Tulokset osoittavat Kymenlaakson hyötyvän biojalostamosta hiukan enemmän ja aluetalouden rakenteen soveltuvan paremmin kyseessä olevaan toimintaan.



Kuva 8. Biojalostamon vaikutukset talouskasvuun, kumulatiivinen ero perusuraan verrattuna vuoteen 2020 mennessä.



Kuva 9. Biojalostamon vaikutukset työllisyyteen, kumulatiivinen ero perusuraan verrattuna vuoteen 2020 mennessä.

Kymenlaakso on kärsinyt metsäteollisuuden supistumisesta tähän asti suurimmat menetykset. Alueen kokonaistuotanto on laskenut lähes 450 miljoonalla eurolla ja työllisyys on heikentynyt yli 2000 henkilötyövuodella (Reini, Törmä ja Mäkinen 2010). Biojalostamon perustaminen Kymenlaaksoon voisi merkittävästi korvata paperin tuotannon laskusta aiheutuneita menetyksiä. Talouskasvun suhteen biojalostamo voisi korvata puolet menetyksistä. Biojalostamo 300 000 tonnin vuotuisella biodieselin tuotannolla nostaisi Kymenlaakson BKT:ta 3,4 prosenttiyksikköä, kun massa- ja paperiteollisuuden tuotannon supistaminen on laskenut sitä 7,6 prosenttiyksiköllä perusuraan verrattuna. Työllisyysmenetyksiä biojalostamotoiminta pystyisi kompensoimaan noin neljäsosan. Erot talouskasvu- ja työllisyysvaikutuksissa johtuvat biojalostamotoiminnan pääomavaltaisuudesta.

Keski-Suomen bioenergian käytön lisääntymisen aluetaloudellisten vaikutusten laskenta pohjautui maankunnan bioenergian käytön tavoitteiden mukaisiin määriin. Mikäli kaikissa kehittämistoimissa onnistutaisiin, bioenergian käyttö voisi kasvaa jopa 4 terawattituntia vuoteen 2015 mennessä. Simuloinneista saadut tulokset osoittivat tämän tukevan Keski-Suomen aluetaloutta. Talouskasvuun vaikutus olisi puoli prosenttiyksikköä yli perusuran mukaisen kehityksen, mikä vastaisi euroina 35 miljoonaa. Alueen työllisyyttä kehitys vahvistaisi yli 200 henkilötyövuodella. Todennäköisesti myönteisiä aluetalousvaikutuksia vahvistaa vielä alueen energihuollon vuotojen väheneminen, koska tarve alueen ulkopuolelta tuotavalle lämmitysöljylle pienenee ja energiaomavaraisuus nousee. Lisäksi Keski-Suomelle voi kertyä hyötyjä bioenergiateknologian alan laitevalmistuksen osaamisen lisääntymisen kautta.

Biojalostamotoiminta on täysin uudenlaista toimintaa, joten tilastollista seurantatietoa tältä alalta ei ole saatavissa. Julkisia teknis-taloudellisia selvityksiä biodieselin tuotannosta on saatavilla suhteellisen niukasti. Tämä teki biojalostamon kustannus- ja kysyntärakenteen muodostamisesta haastavan tehtävän. Simuloinneista saadut tulokset perustuvat osaltaan biojalostamolle oletettuun kustannusrakenteeseen. Tuloksia on tästä syystä käsiteltävä vain suuntaa-antavina. Tarkempia arvioita aluetaloudellisista vaikutuksista on mahdollista tehdä, kun biojalostamoihin liittyviä teknis-taloudellisia tutkimuksia ja selvityksiä tulee enemmän julkisesti saataville. Tarkemmat laskelmat mahdollistuvat myös, kun yritykset saavat

koelaitoksistaan käyttökokemusta ja kun kaupallisen koon laitoksissa käytettävät teknologiaratkaisut varmistuvat.

Ruralia-instituutti suosittelee biojalostamotoiminnan aluetaloudellisten vaikutusten seuraamista ja laskelmien päivittämistä, kun tarkempaa tietoa biojalostamon tuotannon kustannuksista ja tuotteiden kysynnän rakenteesta on saatavilla.

Lähteet

- Bioenergiasta elinvoimaa klusteriohjelma 2007 - 2015. Keski-Suomen liitto.
- Elinkeinoelämän tutkimuslaitos, Suhdannenäkymät, helmikuu 2010.
- Enguídanos M, Soria A, Kavalov B & Jensen P (2002). Techno-economic analysis of Bio-diesel production in the EU: a short summary for decision-makers. European Commission, Joint Research Center. Report EUR 20279 EN.
- GreenStream Network Oy (2007). Selvitys uusiutuvan energian lisäämisen kustannuksista ja edistämiskeinoista. Raportti Energiategollisuus ry:lle 10.10.2007.
- Hamelinck C (2004). Outlook for advanced biofuels. Väitöskirja, University of Utrecht. <http://igitur-archive.library.uu.nl/dissertations/2005-0209-113022/full.pdf>
- Hämäläinen S & Tukia J (2007). Biodieselin, biokaasun ja ruokohelven tuotannon kannattavuus maataloilla Keski-Suomessa. <https://oa.doria.fi/bitstream/handle/10024/37622/tukiaym30.pdf?sequence=1>
- Härmälä E (2010). Viljapohjaisen etanolin tuotanto Suomessa. Selvitys Työ- ja elinkeinoministeriölle.
- Kurkela E & Kurkela M (2009). Advanced biomass gasification for high-efficiency power. Publishable final activity report of bigpower project. VTT Research Notes 2511. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2009/T2511.pdf>
- Kuusela H (2009). Kierrätyspolttoaineiden käyttö leijukerrospoltossa vetykaasun kanssa. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Teknillinen tiedekunta, Ympäristötekniikka. <https://oa.doria.fi/handle/10024/50564>
- Lauhanen R & Laitila J (2007). Bioenergian tuotannon haasteet ja tutkimustarpeet. Metlan työraportteja 42. <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2007/mwp042.htm>
- Lohi T (2008). Biojalostamo sellutehtaan näkökulmasta. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Kemiantekniikan osasto, Kuitutekniikan laboratorio, Kuitutekniikan osaamiskeskus. Julkaisu 176.
- Maidell M, Pyykkönen P & Toivonen R (2008). Metsäenergiapotentialit Suomen maakunnissa. Pellervon taloudellisen tutkimuslaitoksen työpapereita nro 106.
- McKeough P & Kurkela E (2008). Process evaluations and design studies in the UCG project 2004-2007. VTT Research notes 2434.
- McKeough P, Solantausta Y, Kyllönen H, Faaij A, Hamelinck C, Wagener M, Beckman D & Kjellström B (2005). Techno-economic analysis of biotrade chains. Upgraded biofuels from Russia and Canada to Netherlands. VTT Research notes 2312.
- Metsäalan strateginen ohjelma. <http://www.tem.fi/index.phtml?s=3040>
- Metsäliiton ja Vapon biodieselhanke, YVA Ohjelma (2009). <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=113190&lan=fi>
-

Metsäntutkimuslaitos, Metla.

Metsäteho & Pöyry Oy (2009).

http://www.metsateho.fi/uploads/Tuloskalvosarja_2009_09_Puupolttoaineiden_saatavuus_ja_kaytto_kk_4.pdf

Metsätilastollinen vuosikirja (2009). Metsäntutkimuslaitos, Metla.

Palkansaajien tutkimuslaitos, Talousennuste vuosille 2009–2010.

Pellervon taloudellinen tutkimuslaitos, PTT-katsaus 3/2009.

Suomen Pankki, Talouden näkymät 2/2009.

Peltola T (2007). Metsäalan arvoketjujen elinkeinomahdollisuudet. Metsäalan tulevaisuusfoorumi, Joensuu yliopisto. <http://www.metsafoorumi.fi/dokumentit/arvoketjut.pdf>

Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastategia, valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 6. 11. 2008. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja, Energia ja Ilmasto, 36/2008.

Pöyry Energy Oy (2009). Metsäbioenergian saatavuus energiantuotantoon eri markkinatilanteissa. Loppuraportti 30.4.2009.

Simola A, Kinnunen J, Törmä H & Kola J (2010). Bioenergian tuotannon talous-, työllisyys- ja ympäristövaikutukset aluetasolla – yleisen tasapainon mallinnustarkastelu. Kirjassa Simola A & Kola J (toim.) Bioenergian tuotannon aluetaloudelliset vaikutukset Suomessa – BioReg-hankkeen loppuraportti. Helsingin yliopisto, taloustieteen laitos, Julkaisuja 49.

Soimakallio S, Antikainen R & Thun R (2009). Assessing the sustainability of the liquid biofuels from evolving techniques. A Finnish approach. VTT Research Notes 2482.

UPM-Kymmene Oyj (2009). Toisen sukupolven biojalostamo ympäristövaikutusten arviointiselostus, elokuu 2009.

Tijmensen M, Faaij A, Hamelinck C & van Hardeveld M (2002). Exploration of the possibilities for production of Fischer Tropsch liquids and power via biomass gasification. Biomass and Bioenergy 23:129 – 152.

Työ- ja elinkeinoministeriö (2009). Energian kysyntä vuoteen 2030. Arvioita sähkön ja energian kulutuksesta. Työ- ja elinkeinoministeriö, Energiaosasto, 10.11.2009.

http://www.tem.fi/files/25135/Energian_kysynta_vuoteen_2030_Arvioita_sahkon_ja_energian_kulutuksesta_TEM_EOS_10.11.2009.pdf

Valtiovarainministeriö, Taloudellinen katsaus, joulukuu 2009.

Villa A ja Saukkonen P (2010). Bioenergia 2020 – Arvioita kasvusta, työllisyydestä ja osaamisesta. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja, työ ja yrittäjyys 6/2010.

RegFin-mallisovelluksiin liittyviä julkaisuja

- Kinnunen Jouko (2007). Dynamic version of the RegFin regional model - Practical documentation. www.helsinki.fi/ruralia/ > Asiantuntijapalvelut > RegFin-mallit > Manuaalit
- Reini Kaarina, Törmä Hannu ja Mäkinen Jarkko (2009). Metallien jalostuksen ja metallituoteteollisuuden investointien aluetaloudelliset vaikutukset. Helsingin yliopisto, Ruralia-instituutti, Raportteja 47. www.helsinki.fi/ruralia/ > Asiantuntijapalvelut > RegFin-mallit > Raportit
- Reini Kaarina, Törmä Hannu ja Mäkinen Jarkko (2010). Massa- ja paperiteollisuuden supistumisen ja tulevaisuuden kuvien aluetaloudelliset vaikutukset. Helsingin yliopisto, Ruralia-instituutti, Raportteja 50. www.helsinki.fi/ruralia/ > Asiantuntijapalvelut > RegFin-mallit > 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 (in print). www.helsinki.fi/ruralia/ > Asiantuntijapalvelut > RegFin-mallit > Artikkelit
- Saartenoja Antti, Törmä Hannu, Valkosalo Pauli ja Zawalinska Katarzyna (2007). Talvivaaran kaivoksen aluetaloudelliset vaikutukset Ylä-Savon seutukuntaan, sen kuntiin sekä Rautavaaran kuntaan. Helsingin yliopisto, Ruralia-instituutti, Raportteja 21. www.helsinki.fi/ruralia/ > Asiantuntijapalvelut > RegFin-mallit > Raportit
- Törmä Hannu (2008). Do Small Towns Development Projects Matter, and Can CGE Help? *Journal of Spatial Economic Analysis* Vol. 3, No. 2, June. www.helsinki.fi/ruralia/ > Asiantuntijapalvelut > RegFin-mallit > Artikkelit
- Törmä Hannu ja Reini Kaarina (2009a). Pajala-Kolarin ja Soklin kaivosten rata-, satama- ja meriväyläinvestointien sekä kaivosten toiminnan vaikutukset valtion ja kuntien verotuloihin. Helsingin yliopisto, Ruralia-instituutti, Raportteja 42. www.helsinki.fi/ruralia/ > Asiantuntijapalvelut > RegFin-mallit > Raportit
- Törmä Hannu ja Reini Kaarina (2009b). Pajala-Kolarin ja Soklin kaivoshankkeisiin liittyvien rautatie- ja tieinvestointien ja Kemin satamainvestointien aluetaloudelliset vaikutukset. Helsingin yliopisto, Ruralia-instituutti, Raportteja 38. www.helsinki.fi/ruralia/ > Asiantuntijapalvelut > RegFin-mallit > Raportit
- Törmä Hannu ja Reini Kaarina (2009c). Suomen kaivosalan aluetaloudelliset vaikutukset elinkeinorakenteeseen ja työllisyyteen. Helsingin yliopisto, Ruralia-instituutti, Raportteja 37. www.helsinki.fi/ruralia/ > Asiantuntijapalvelut > RegFin-mallit > Raportit
- Törmä Hannu ja Reini Kaarina (2008a). Talvivaaran nikkelikaivoksen aluetaloudellisten vaikutusten seurantatutkimus. Helsingin yliopisto, Ruralia-instituutti, Raportteja 30. www.helsinki.fi/ruralia/ > Asiantuntijapalvelut > RegFin-mallit > Raportit
- Törmä Hannu ja Reini Kaarina (2008b). Metsäteollisuuden mahdollisen supistumisen aluetaloudelliset vaikutukset. Helsingin yliopisto, Ruralia-instituutti, Raportteja 33. www.helsinki.fi/ruralia/research/ > Asiantuntijapalvelut > RegFin-mallit > Raportit
-

Törmä Hannu ja Zawalinska Katarzyna (2007 a). Technical description of the CGE RegFin/RegPol models. University of Helsinki, Ruralia Institute. www.helsinki.fi/ruralia/research/ > Asiantuntijapalvelut > RegFin-mallit > Raportit

Törmä Hannu ja Zawalinska Katarzyna (2007 b). Kevitsan kupari-nikkelikaivoshankkeen aluetaloudelliset vaikutukset, Helsingin yliopisto, Ruralia-instituutti, Raportteja 16. www.helsinki.fi/ruralia/research/ > Asiantuntijapalvelut > RegFin-mallit > Raportit.



Helsingin yliopisto
Ruralia-instituutti
ISBN 978-952-10-5419-8 (pdf)
ISSN 1796-0630 (pdf)
www.helsinki.fi/ruralia