



Olli Lehtonen^a, Lasse Okkonen^b, Max Strandén^c

Metsäenergiatuotannon pitkän aikavälin aluetalousvaikutukset – Esimerkkinä Enon Energiaosuuskunta

Long-term socioeconomic impacts of bioenergy production – The case of Eno Energy Cooperative, Finland

The aim of this paper is to assess the long-term direct and indirect socioeconomic impacts of biomass-based heat entrepreneurship on a local and regional economy by using input–output (I–O) analysis. The analysis focuses on a small peripheral community, called Eno, located in North Karelia, Finland. We ask in this paper what type of long-term income and employment impacts heat entrepreneurship has from start-up to growth and maturity production stages. According to the socio-economic impact analyses, the total employment impacts of the Eno Energy Cooperative in 2000–2015 were approximately 160 FTE's and the total income impact in the same period was about 6.6 million euros. Results proved also that in addition to traditional socioeconomic impacts, the energy cost savings, and their induced impacts, can create a remarkable additional increase to the local development benefits of bioenergy. Direct, indirect, and induced impacts of the investments and production are only a part of the socioeconomic impact of bioenergy production. These aspects are often analysed without understanding the profitability of bioenergy systems, and associated public and private benefits. This paper concludes with generic discussion on socio-economic impacts of bioenergy, which can be utilised in local policy advocacy.

Keywords: Socioeconomic impacts, input-output modelling, heat entrepreneurship, Eno Energy Cooperative

Johdanto

Aluetalousvaikutukset ovat merkittäviä tekijöitä metsäenergian käytön edistämisessä (OECD 2009). Metsäenergialla tarkoitetaan tässä artikkelissa energiakäyttöön suunnattua puupohjaista biomassaa (metsähakkuutähteet ja harvennuksien pienpuu), joka vastaa Hakkilan ja Fredrikssonin (1996) määritelmää puuenergiasta. Puun biomassan energiakäyttöä perustellaan yleisesti sillä, että metsäenergialla on yhtäältä mahdollisuus luoda uusia tuotantoketjuja taantuville ja väestöltään harveneille maaseutualueille (ks. Domac 2005; Johansson *ym.* 2005; Mirata *ym.* 2005; Okkonen 2009; Tonts *ym.* 2012; 2014) ja toisaalta edistää uusiutuvien energialähteiden käyttöä korvaten uusiutumattomia. Metsäenergiainvestointien synnyttämät

^a Itä-Suomen yliopisto, Luonnonvarakeskus, olli.lehtonen@luke.fi

^b Karelia-ammattikorkeakoulu

^c Itä-Suomen yliopisto

työpaikat voivat osaltaan hidastaa maaseutualueiden taloudellista taantumista ja parhaimmillaan edesauttaa elinvoimaisemman väestörakenteen muodostumisessa ja paikallisen palvelurakenteen kehittämisessä (Lehtonen & Tykkyläinen 2008; Okkonen & Lehtonen 2017; Lauri *ym.* 2014). Erityisen kiinnostuksen kohteena bioenergian tuotannossa on viime vuosina ollut puubiomassa, koska se ei ravinnoksi kelpaamattomana kilpaile ruoantuotannon kanssa, kuten jotkut toiset biomassat (Koponen *ym.* 2015). Lisäksi puubiomassaa on yleensä runsaimmin saatavilla maaseutualueilla, koska siellä metsävaroja on todennäköisemmin saatavilla (Jackson *ym.* 2018).

Biotaloushankkeisiin, joihin myös metsäenergian tuotanto kuuluu, liittyviä aluetalousvaikutuksia on arvioitu aikaisemmin paljon (Lehtonen & Okkonen 2016; He *ym.* 2016; Jackson *ym.* 2018). Tutkimukset ovat kuitenkin pääasiassa keskittyneet biotaloushankkeiden rakennus- ja tuotantovaiheisiin (Lehtonen & Okkonen 2016), joten muut pitkän aikavälin vaikutukset ovat jääneet huomioimatta. Näin aikaisemmat tutkimukset ovat voineet aliarvioida biotalouden aluetalousvaikutuksia. Esimerkiksi lämmöntuotannossa metsäenergia voi olla perinteistä öljylämmitystä edullisempaa, jolloin kuluttajien lämmityskuluissa säästyneet rahat voivat kohdentua ”uudelleen investointina” muille toimialoille aluetaloudessa. Tämä kertaannuttaa metsäenergian tuotannon aluetalousvaikutuksia, kun lämmityskuluissa säästynyt raha kulutetaan paikallistaloudessa sen sijaan, että sillä ostettaisiin tuontiöljyä.

Metsäenergian liittyvien aluetalousvaikutusten kokonaisvaltaisempi ymmärtäminen ja ennakointi olisivat päätöksenteon kannalta arvokasta, jotta sitä voidaan ohjata ja tukea strategisesti. Suomessa uusiutuvan energian tuotannossa erityisesti metsäenergialla on merkittävä rooli (Koponen *ym.* 2015). Merkittävin bioenergian lähteemme on puupohjainen energia eli puupolttoaineet, joiden osuus energian kokonaiskulutuksesta suurempi kuin öljyn tai hiilen (MMM 2017). Vuonna 2017 puupolttoaineilla tuotettiin 100 terawattituntia (TWh) ja niiden osuus Suomen energian kokonaiskulutuksesta oli 27 prosenttia (MMM 2017).

Tässä artikkelissa tarkastellaan metsäenergian hyödyntämiseen liittyviä pitkän aikavälin aluetalousvaikutuksia Pohjois-Karjalassa. Artikkelissa selvitetään Enon kirkonkylällä ja Uimaharjun taajamassa toimivan Enon energiaosuuskunnan lämmöntuotannon aluetalousvaikutuksia työllisyyteen ja tulotasoon vuosina 2000–2015. Osuuskunnan tavoitteena on tuottaa edullista aluelämpöä paikalliselle yhteisölle lähialueelta hankittavalla energiapuulla, josta osa tulee osuuskunnan jäseniltä. Tutkimme tässä artikkelissa sitä, minkälaisia pitkäaikaisia työllisyys- ja tulovaikutuksia osuuskunnan metsäenergian tuotannolla on ollut eri vaiheissa toiminnan aloittamisesta aina vakiintuneeseen tuotantoon saakka. Lämpölaitokset sijaitsevat Enon kirkonkylällä ja Uimaharjun taajamassa, joita voidaan kuvailla pieniksi ja perinteisiksi teollisuusyhdyskunniksi.

Tutkimuskohde: Enon lämpöyrittäjyys

Tutkimusalueena Enon kirkonkylä ja Uimaharjun taajama

Tutkimuskohde Enon energiaosuuskunnan lämpölaitokset sijaitsevat Enon kirkonkylällä ja Uimaharjun taajamassa. Molemmat yhdyskunnat ovat osa Pohjois-Karjalan maakuntakeskusta Joensuuta, jonne matkaa Enon kirkonkylältä on tiestöä pitkin noin 36 kilometriä ja Uimaharjulta noin 49 kilometriä. Pohjois-Karjalassa on huomattavat metsäenergian raaka-aineresurssit, jotka luovat hyvät mahdollisuudet paikalliselle energiayrittäjyydelle. Metsät peittävät noin 85 prosenttia (1,5 milj. ha) maakunnan maapinta-alasta. Raakapuun hakkuumäärät vuonna 2016 olivat maakunnassa 5,693 miljoonaa kuutiometriä (Luonnonvarakeskus 2019a), joka on selvästi alle alueelle vuosiksi 2015–2024 määritetyn suurimman kestävän hakkuun rajan (ml. tukki-, kuitu- ja energiारunkopuu), joka oli samana vuonna 7,47 miljoonaa kuutiometriä (Luonnonvarakeskus 2019b). Pohjois-Karjala on perinteisen metsäteollisuuden aluetta, jossa puunjalostus- ja kemiallinen metsäteollisuus ovat toimineet jo pitkään. Siksi alueen teollinen tuotanto ja perinne edesauttavat metsäenergian hyödyntämistä. Erityisesti alueella vahva metsäteollisuus liittyy monella tapaa läheisesti metsäenergian - osittain jo yhteisen raaka-aineperustan takia. Metsäenergian tuotannon on näin ollen helpompi levitä syrjäseuduille, koska ne nojaavat usein vahvasti näiden alueiden aikaisempiin tuotannonaloihin, kuten metsä- tai kemianteollisuuteen (Neffke *ym.* 2011).

Pohjois-Karjalassa myönteinen taloudellinen kehitys on viime vuosina pääasiassa kohdistunut kasvavan Joensuun ympärille (Lehtonen & Tykkyläinen 2008), jonne on keskittynyt lähes kolme neljäsosaa koko maakunnan väestöstä. Muu maakunta Joensuun keskustan ulkopuolella on taantunut (Lehtonen & Tykkyläinen 2012b). Näin myös tutkimuskohteet Enoa ja Uimaharju, joiden kehitystä kuvaavat tyypilliset resurssiperiferiaan liitettävät ongelmat: väestön vähentyminen, ikääntyminen, työpaikkakato ja alentuva elintaso (taulukko 1). Taantuvan kehityksen myötä metsäenergiainvestoinnit ovat alueella erityisen tärkeitä, koska ne tarjoavat mahdollisuuksia lisätä paikallisten resurssien hyödyntämistä ja tuottavat siten työtä ja tuloa alueelle. Metsävarojen hyödyntäminen on luonnollista näillä alueella, koska luonnonresurssien jalostamisessa alue on kilpailukykyinen kasvualueisiin verrattuna (Lehtonen & Tykkyläinen 2012a). Myönteisten vaikutusten myötä biotalouden kehityksellä voi olla myönteinen vaikutus alueellisten kehityserojen tasaamiseen Suomessa (Lehtonen 2015a), ja osin siksi se on ollut ja on tulevaisuudessakin keskeinen maaseudun kehittämisen lähtökohhta (Manner-Suomen maaseudun kehittämissuunnitelma 2014). Maaseudun kehittämissuunnitelmassa on panostettu myös metsäenergian tuotannon edistämiseen ja Enon tutkimuskohteet ovat saaneet tukea kehittämissuunnitelmasta.

Leviämisvaikutuksiin pohjautuva kehittäminen ei ulotu kasvukeskusten työssäkäyntialueiden ulkopuolelle, joten näiden ulkopuolella alueet näyttävät eriytyvän toisistaan, kun kasvu keskittyy muutamille alueille eikä säteile kasvualueelta 30–50 kilometrin etäisyysvyöhykettä pidemmälle (Lehtonen 2015b). Myös tutkimusalueet Enon kirkonkylä ja Uimaharju rajautuvat ulkopuolelle voimakkaimmasta Joensuun kasvusta ja ovat taantuneet viime vuosien aikana. Niinpä täällä kuten muuallakin kasvualueiden ulkopuolella paikallisessa aluekehityksessä korostuu paikkaperustainen kehittäminen, jossa huomioidaan alueiden erilaiset vahvuudet (sosiaaliset, kulttuurilliset ja luonnon resurssit) ja haasteet, joiden varassa kehittämistä toteutetaan. Suomessa suurin tarve paikallisen kehityksen vahvistamiselle on Itä- ja Pohjois-Suomen sekä Suomenselän metsäisillä alueilla (Lehtonen 2015c). Paikkaperustaisessa aluekehittämisessä keskitytään paikallisen osaamisen luomiseen, sisäisten ja ulkoisten toimijoiden yhteistyön edistämiseen ja innovointiin sekä tutkimustulosten hyödyntämiseen päätöksenteossa (Rodrik 2005).

Vuosina 2001–2014 on väkiluku vähentynyt Enossa 14 prosenttia ja Uimaharjussa 16 prosenttia (taulukko 1). Työpaikat ovat vähentyneet tätäkin dramaattisemmin: vuosina 2000–2014 Enossa vähennys on ollut 44 prosenttia ja Uimaharjussa 25 prosenttia (taulukko 1). Suuret vähennykset johtuvat pääosin teollisuuden työpaikkojen lukumäärän vähentymisestä. Taantuvat kehityskulut ovat olleet vaikuttavia, koska molemmat yhteisöt ovat väkiluvultaan ja työpaikkojen lukumäärältään pieniä. Myös mediaanituloissa Eno ja Uimaharju ovat jääneet jälkeen muun kunnan kehityksestä. Vuonna 2014 mediaanitulot olivat Joensuussa 26663 euroa, kun taas Enossa ja Uimaharjussa ne olivat 34 prosenttia alhaisemmat (taulukko 1). Alhaisempaa tulotasoa tasoittaa tosin hieman se, että Enossa ja Uimaharjussa mediaanitulotaso on tosin noussut voimakkaammin kuin Joensuussa (taulukko 1). Alemman tulotason vuoksi Enon ja Uimaharjun kaltaisille alueille olisi erityisen tärkeää paikallisen biomassan tehokkaampi kestävä hyödyntäminen teollisuuden raaka-aineeksi ja tätä kautta osaksi paikallistaloutta. Pienillä ja taantuvilla syrjäseuduilla muut taloudelliset mahdollisuudet ovat hyvin rajalliset, koska niiltä puuttuu usein muut osaamisperustaisen talouden kilpailukykytekijät, jotka kohottaisivat niiden elintasoa.

Taulukko 1. Väestön ja tulotason muutos tutkimusalueella.

Alue- tyyppi	Nimi	Mediaanitulo (€)			Väestö (henkeä)			Työpaikat (lkm)		
		2001	2014	muutos %	2001	2014	muutos %	2000	2014	muutos %
Kylä	Enon kirkonkylä	11193	17611	+57	3375	2895	-14	1021	573	-44
	Uimaharju	12904	17490	+36	2181	1833	-16	763	569	-25
Kunta	Joensuu	23044	26663	+16	71257	75514	+6	29 335	33 417	+14

Enon energiaosuuskunta ja investoinnit aluetalouteen

Metsähakkeeseen perustuvan lämmitysmuodon käyttöönotto on vaatinut Enossa pitkän kypsyttelyn niin kunnan päättäjien kuin metsänomistajienkin keskuudessa. Lähtötilanteessa kunnassa käytettiin hake-energiaa vain muutamalla maatilalla. Osuuskunnan perustaminen vuonna 1999 edellytti laajaa paikallista yhteistyötä: kunnan, jonka halusi muuttaa öljyyn perustuvan lämmityksen puuhun; paikallisen Metsäkeskuksen, jonka metsäenergian kehitysprojektit tarjosivat tukea toiminnan perustamiselle, ja paikallisten metsänomistajien kesken. Yhteistyön seurauksena metsänomistajat perustivat metsäosuuskunnan Myös ELY-keskuksen (aiemmin TE-keskus) tuki laitosten rakentamiseen oli välttämätön edellytys osuuskunnan syntymiselle.

Kuntapäättäjien ja lämpöenergiaa ostavien asiakkaiden motiivina oli yleiset metsäenergian liittyvät tekijät: 1) lämmityskuluissa säästäminen korvaamalla fossiilista tuontiöljyä paikallisella ja edullisemmalla metsäenergialla, ja 2) alueen työllisyyden edistäminen. Osuuskunnan perustajajäsenten alkuperäisenä motiivina oli myös tukea metsänhoitoa lisäämällä talouskäytön ulkopuolella olevan energiapuun hyötykäyttöä, sillä 1990-luvun lopulla energiapuulla ei Enon alueella ollut juurikaan kysyntää. Myöhemmin osuuskunnan toiminnan aikana tavoitteeksi on tullut myös paremman hinnan saaminen myytävästä metsähakkeen raaka-aineesta. Osuuskunnassa oli perustajajäseniä alun perin 12, mutta vuonna 2019 jäseniä on jo 55, jotka kaikki ovat metsänomistajia.

Osuuskunnan varsinainen toiminta alkoi vuonna 2000 Enon Yläkylän lämpölaitoksella, jonka osuuskunta osti myöhemmin vuonna 2010 itselleen Joensuun kaupungilta. Osuuskunta on rakennuttanut lämpölaitokset Uimaharjuun vuonna 2002 ja Enon Alakylään vuonna 2004. Liiketoimintasuunnitelmassaan osuuskunta pyrki tuottamaan kaikkien kolmen lämpölaitoksen tarvitseman metsähakkeen itse. Osuuskunnan lämpölaitosten energiantuotanto on vuodessa noin 15500 MWh, mihin tarvitaan noin 27000 i-m³ hakkuutähteitä. Lämpölaitokset toimivat alueelle, jossa polttoaineena käytettävän metsähakkeen saatavuus on hyvä. Enon Energiaosuuskunnan tapauksessa metsäenergian hankinta painottuu harvennuspuuhun (90%), jota täydennetään päätehakkuuiden hakkuutähteillä (10 %). Alueella on metsäalan toimijoiden mukaan huomattavasti tehtävää metsänharvennustyötä, joka tuottaa harvennuspuuta energiakäyttöön. Biomassa-atlaksen (2018) mukaiseen hakkuutähdepotentiaaliin verrattaessa, voimme todeta, että osuuskunnan koko vuosittainen polttoainekäyttö on 23,4 % alueellisesta kestävästä hakkuutähteiden kertymästä. Siten lämpölaitosten toimintaa alueella ei rajoita polttoaineen riittävyys.

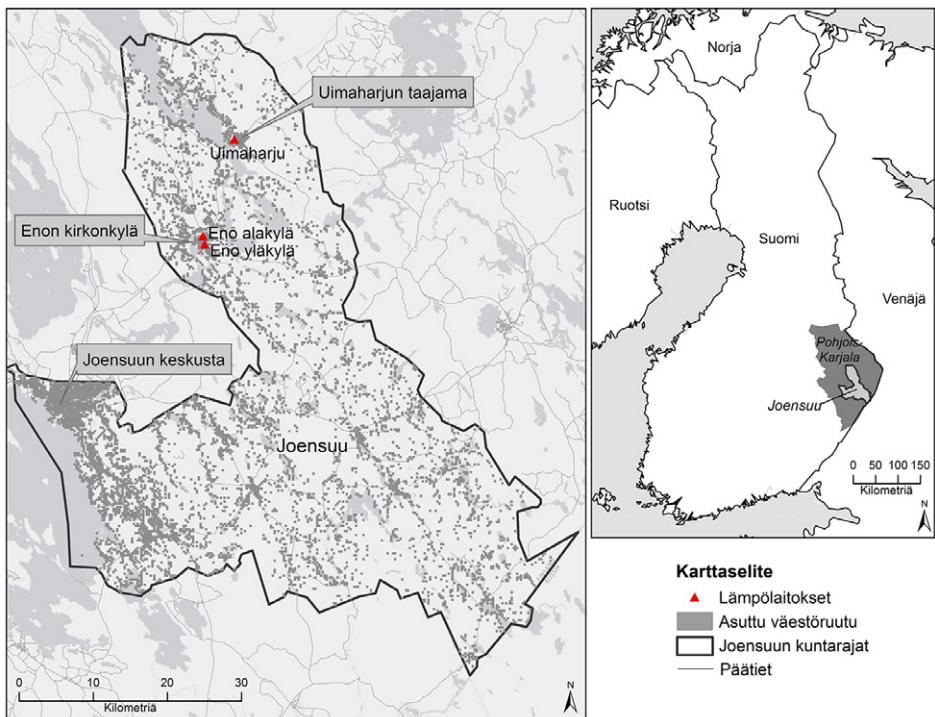
Enon energiaosuuskunnan toimialana on energian tuotanto ja sen tarkoituksena on jäsentensä ammatin ja taloudenpidon tukemiseksi hankkia puuraaka-ainetta ja tuottaa siitä lämpöenergiaa. Käytännön toimintamuotoina ovat energiapuun osto, korjuu, kuljetus, haketus sekä alue- ja pellettilämpölaitosten hoito. Hakelaitosten viiden biokattilan yhteisteho on 4,8 MW ja osuuskunnan hoidossa olevan asiakkaan omistaman pellettikattilan teho on 0,16 MW. Voimaloiden yhteenlaskettu lämmön tuotanto vastaa noin 800 pientalon vuotuista energian kulutusta. Fossiilista tuontiöljyä korvataan paikallisella lähienergialla noin 2 miljoonaa litraa vuodessa, joka vastaa 12579,41 barrelia öljyä. Hiilidioksidiksi (CO₂) muutettuna tämä vastaa 5400 tonnia eli noin 620 suomalaisen vuosittaisia hiilidioksidipäästöjä (Globalis 2019). Taulukkoon 2 on koottu tieto Enon energiaosuuskunnan lämpölaitoksista. Voimaloiden sijainnit on esitetty kuvassa 1.

Lämpöyrittäjyyden toiminnan aikaiset investoinnit vuosina 2000–2015 ovat koottu kuvaan 2. Osuuskunnan toiminnan kokonaisinvestoinnit aluetalouteen olivat 13,9 miljoonaa euroa. Lämpöyrittäjyyteen liittyvät suorat investoinnit olivat 0,8 miljoonaa euroa, mikä on suhteellisen vähän, koska suurin osa rakentamiseen liittyvistä investoinneista, kuten laitehankinnat, suuntautuivat Pohjois-Karjalan ulkopuolelle. Vuosina 2001–2015 tuotantovaiheessa aluetalouteen kohdistuvat ostot olivat 9,1 miljoonaa euroa. Nämä arvioitiin osuuskunnan toimittamista tiedoista perustuen tuotantovolyyymiin ja lopputuotteen hinnanvaihteluihin. Tuotantovaiheen ostoista suurin osa kohdistui metsätalouteen (58,8 %) ja sähkö-, kaasun- ja vesihuoltoon (41,2 %).

Metsäenergian käytön tuottamien säästöjen on laskettu vuosina 2001–2015 olleen yhteensä 4,1 miljoonaa euroa. Tästä summasta lämmönkulutuksen perusteella on arvioitu 1,8 miljoonaa

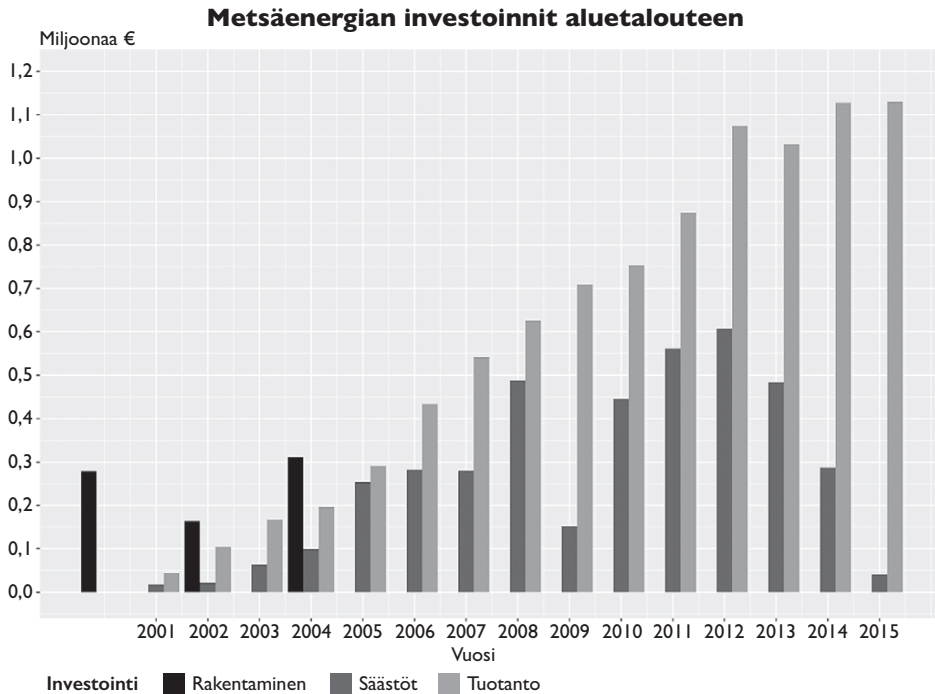
Taulukko 2. Enon energiaosuuskunnan lämpölaitokset. (EEO 2017)

Lämpölaitos	Eno Alakylä	Eno Yläkylä	Uimaharju
Omistajuus	Enon energiaosuuskunta	Enon energiaosuuskunta	Enon energiaosuuskunta
Aloitusvuosi	2004	2000	2002
Kaukolämpö- verkon pituus	3950m	3040m	4000m
Biokattilat	0,8 MW + 1,2 MW isommassa kattilassa öljy- poltin varavoimana (1 MW)	0,8 MW, käännettävä öljypoltinjärjestelmä varavoimana	1 MW + 1MW
Polttoaine- varasto	300 i-m ³	100 i-m ³	300 i-m ³
Laitte valmistaja	Vaasan kuljetuskanavat Ltd.	Vaasan kuljetuskanavat Ltd.	Vaasan kuljetuskanavat Ltd.
Vuosittainen energian myynti	6600 MWh	3800 MWh	5000 MWh
Polttoaineen kulutus	Noin 11 500 i-m ³	Noin 7000 i-m ³	Noin 9000 i-m ³
Polttoaineet	Metsähake, varalla kevyt polttoöljy	Metsähake, varalla kevyt polttoöljy	Metsähake, varalla pelletti ja kevyt polttoöljy
Lämmitys- kohteet	Kunnan virastotalo, terveys- asema, paloasema, vanhain- koti, liikekiinteistöjä ja 14 rivitaloyhtiötä	Ala- ja yläasteiden kiinteistöt, kirjasto, liikuntahalli, 6 rivita- lokiinteistöä sekä seurakunta- talo asuinrakennuksineen	Uimaharjun ala- ja yläaste, terveysasema, lähipalvelu- keskus, seurakunnan kiinteistö sekä 15 rivitaloyhtiötä.



Kuva 1. Tutkimusalue ja lämpölaitosten sijainti.

Figure 1. Research area and location of heating plants.



Kuva 2. Lämpörittäjyyden investoinnit vuosittain 2000-2015.

Figure 2. Investments of the heat entrepreneurship 2000-2015.

euroa kohdentuneen Joensuun kaupungille ja 2,3 miljoonaa euroa alueen kotitalouksille. Vuosittaiset säästöt laskettiin aikaisemman lämmitysmuodon eli öljylämmityksen ja metsähakkeella tuotetun lämmön hintojen erotuksena, jolloin säästöä on syntynyt silloin, kun metsäenergiasta tuotettu lämpö on ollut halvempaa kuin tuontiöljystä tuotettu lämpö.

Tutkimusaineistot ja menetelmät

Panos-tuotos -analyysi metsäenergian työllisyys- ja tulovaikutuksien arvioinnissa

Metsäenergian tuotannon työllisyys- ja tulovaikutuksien arvioinnissa käytämme panos-tuotos -analyysiä. Se voidaan ymmärtää perinteiseksi tuotantomalliksi, jossa jonkin toimialan lopputuotekysynnän kasvu kertautuu välituotekäytön kautta muille toimialoille. Näin lopputuotekysynnän kasvu kasvattaa myös muita toimialoja ja lisää siten tuotannon vaikutuksia tarkasteltavalla alueella. Panos-tuotos -menetelmä kuvaa toimialojen välisiä riippuvuuksia alue- ja kansantalouksissa. Tässä tutkimuksessa menetelmää käytetään arvioitaessa edellä kuvatun Enon energiaosuuskunnan tuottamia työllisyys- ja tulovaikutuksia Pohjois-Karjalan aluetalouteen vuosina 2000–2015. Nämä ovat keskeinen osa biotalouden tuottamaa alueellista lisäarvoa (Hoffmann 2009). Analysoimme metsäenergian tuotannon vaikutuksia Pohjois-Karjalan aluetalouteen, joka muodostuu maakunnan talousalueesta ja on tilastoitu ja kuvattu aluetilinpäädössä (SVT 2015). Aluetalous muodostuu alueen toimijoiden vuorovaikutuksesta ja instituutioiden toiminnasta ja se on osa kansantaloutta.

Tässä artikkelissa käytetty panos-tuotos -analyysi lähtee liikkeelle alkuolettamuksesta, että toimialojen lopputuotokset määrittävät lineaarisesti lopputuotekysynnän muutoksesta. Malli voidaan kirjoittaa seuraavasti

$$x=(I-A)^{-1}y$$

jossa merkintä A tarkoittaa $n \times n$ matriisia, joka sisältää panos-tuotos -kertoimet n määrälle toimialoja, merkintä $(I-A)^{-1}$ tarkoittaa Leontiefin käänteismatriisia (Miller & Blair 1985).

Työllisyys- ja tulovaikutusten arvioinnissa oletamme, että myönteisiä vaikutuksia aluetalouteen syntyy usean eri vaikutuksen kautta: 1) suorat työllisyysvaikutukset, 2) epäsuorat työllisyysvaikutukset tuotantoa tukeville toimialoille (metsätalous ja metsänomistajat, urakoitsijat, asentajat, palveluntarjoajat) ja 3) kotitalouksien kulutusvaikutus (esim. vähittäiskauppa). Metsäenergian tuotannolla voi olla myös muita vaikutuksia, sillä se voi olla kuluttajille myös halvempi vaihtoehto kuin polttoöljy ja täten se voi tuottaa säästöjä kuluttajille, jotka voivat edelleen kuluttaa säästönsä paikallistaloudessa. Tämä 4) vaikutus on myös huomioitu arvioinnissa, sillä tutkimusaineistosta oli mahdollista verrata metsähakkeella tuotetun lämmön hintaa suhteessa polttoöljyllä tuotettuun lämpöön vuosina 2001–2015. Laskennassa käytetyt öljynhintatiedot ovat peräisin osuuskunnan varapolttoaineksi ostaman kevyen polttoöljyn ostolaskuista. Pääkuluttajat Enon energiaosuuskunnan tuottamalla lämmöllä ovat Joensuun kaupunki ja paikalliset kotitaloudet. Säästön aluetalousvaikutusten laskennassa oletettiin, että kotitaloudet kuluttavat säästön vähittäiskauppaan, koska tarkkoja tietoja kotitalouksien kulutuksesta ei ollut tutkimusalueelta saatavilla, ja kunta terveyspalveluihin (esimerkiksi ylläpitääkseen terveysasemaa Enon kirkonkylällä), koska se on suurin yksittäinen kustannusala kaupungin budjetissa. Säästöt jaettiin kotitalouksille ja kunnalle kulutetun lämmön perusteella pohjautuen Enon energiaosuuskunnalta saatuihin tietoihin.

Panos-tuotos -analyysi on alun perin kehitetty, jotta voitaisiin analysoida toimialojen välisiä yhteyksiä kansallisen talouden sisällä (Leontief 1966), ja se on yhä edelleen käyttökelpoinen menetelmä aluetalousvaikutusten arvioinnissa. Viime vuosina panos-tuotos -analyysiä on käytetty esimerkiksi bioöljylaitoksien tulo- ja työllisyysvaikutuksia arvioitaessa (Kulicic *ym.* 2007; Santos & Rathmann 2009; Koivunen 2017), vaikka sen käyttö on vähentynyt uusien laskennallisesti monimutkaisempien yleisen tasapainon mallien yleistyttyä (Honkatukia 2009; Törmä *ym.* 2015; Matilainen *ym.* 2016). Nämä mallit on kehitetty korjaamaan panos-tuotos -analyysin puutteita (Metsäranta *ym.* 2014). Viime vuosina yleisen tasapainon malleja on myös käytetty metsäenergian suurimittakaavaisen hyödyntämisen aluetalouseläskenoissa (Karttunen *ym.* 2018) ja yleisemmin metsätoimialan tulevaisuuden aluetalousvaikutuksien kehityksen tutkimuksessa (Karttunen *ym.* 2017, Kujala *ym.* 2017). Tähän artikkeliin yksinkertaisempi panos-tuotos -analyysi kuitenkin soveltuu hyvin, sillä se ei edellytä erityisiä aineistovaatimuksia tai parametrien estimoimista. Menetelmää on yleisesti käytetty poliittisen päätöksenteon apuvälineenä jo vuosikymmeniä (Knuutila 2004).

Panos-tuotos -analyysissä on joukko rajoituksia, jotka on pidettävä mielessä, kun menetelmällä tuotettuja tuloksia käytetään ja tulkitaan (esim. Forssell 1985). Keskeinen heikkous menetelmässä on, että tuotantoteknologiaa pidetään vakiona, joten kasvava loppukysyntä kasvattaa vakioidusti myös tuotantopanosten käyttöä. Analyysimenetelmä ei siten tunnista mittakaavaetuja toisin kuin kehittyneemmät mutta raskaammat laskentamallit, joissa on myös substituutiojoustoja tuotantopanoksille. Menetelmä ei huomioi myöskään tuottavuuden paranemista, joten esimerkiksi työllisyysvaikutukset voidaan arvioida korkeammiksi, kuin ne toteutuessaan ovat. Siksi panos-tuotos -analyysiä on kritisoitu siitä, että se soveltuu huonosti pitkään aikavälin työllisyys- ja tulovaikutusten tarkasteluihin (Miller & Blair 1985).

Panos-tuotos -analyysin aineistot

Aineistona tässä tutkimuksessa käytetään metsäenergian työllisyys- ja tulovaikutusten arvioinnissa kahta panos-tuotos -mallia. Mallit eroavat toisistaan siinä, että toisessa panos-tuotos -mallissa huomioidaan myös kotitalouksien kulutus, jonka vuoksi tämän mallin tuloksia voidaan pitää realistisempina kuin perinteisen panos-tuotos -mallin tuloksia, josta kotitalouksien kulutusvaikutus puuttuu. Kotitalouksien kulutus kasvattaa työllisyys- ja tulovaikutuksia, koska kotitaloudet käyttävät tulojaan paikallisiin hyödykkeisiin ja kierrättävät siten palkkatuloaan aluetaloudessa. Mallien vertailu tuottaa tietoa kotitalouksien kulutuksen merkityksestä aluetalousvaikutusten laskennassa. Molemmat mallit pohjautuvat vuonna 2006 tuotettuihin alueellisiin panos-tuotos -taulukoihin, joiden perusvuosi on 2002 (SVT

2006). Taulukoissa toimialojen väliset riippuvuussuhteet ovat Enon energiaosuuskunnan toiminnan alkuvuosilta, mutta toimialojen kokonaistuotos sekä lopputuotekysyntä päivitettiin vuosittain vuodesta 2002 aina vuoteen 2015 asti alueellisen tilinpidon tilastoista (SVT 2017). Samoin toimialojen työllisyys ja palkansaajakorvaukset suhteessa kokonaistuotantoon päivitettiin vuosittain (SVT 2017). Laskentapohja työllisyys- ja tulovaikutuksille luotiin Excel-taulukkolaskennalla.

Kotitalouksien vaikutuksen huomioimista varten panos-tuotos -taulukko sisälsi valmiiksi kotitalouksien kulutukset, joten kotitalouksien tulot lisättiin taulukkoon laskemalla toimialoitain yhteen palkansaajakorvaukset, yrittäjätulo ja pääomatulot. Kotitalouksien sisällyttäminen panos-tuotos -taulukkoon tehtiin samalla tavalla kuin aikaisemmissa tutkimuksissa (Rimler *ym.* 2000; Vatanen 2001; Vatanen 2011). Yrittäjä- ja pääomatulot vuodelle 2002 arvioitiin Tilastokeskuksen tilastoista (SVT 2007a) ja Metsäntutkimuslaitoksen tilastoista (Metsäntutkimuslaitos 2007). Vuoden 2002 tulosirrot kotitalouksien välillä arvioitiin kansallisista tilastoista (SVT 2007b) ja lisäksi kotitalouksien ulkopuolisia tulonsiirtoja samana vuonna arvioitiin Kelan tilastoilla (Laine 2007).

Panos-tuotos -taulukoiden käyttäminen työllisyys- ja tulovaikutuksien arvioinnissa johtaa analyyseissä muutamaa yksinkertaistuksiin. Metsäenergiantuotannon vaikutuksia arvioitaessa oletetaan, että polttoaineen käyttöä lukuun ottamatta tuotantoprosessi olisi samanlainen kuin sähkön ja veden tuotannon toimialalla. Tämä on karkea oletus, mutta sitä voidaan pitää parhaana käytettävissä olevana, koska metsäenergiantuotantoon keskittyvä oma toimiala puuttuu alueellisesta panos-tuotos -taulukosta. Tuotantoprosesseilla on kuitenkin paljon yhtäläisyyksiä metsähakkeen polttamisen kanssa, ja siten toiminta- ja kunnossapitokustannukset voidaan olettaa samankaltaisiksi.

Metsäenergian tuotannon työllisyys- ja tulovaikutukset arvioidaan työllisyys- ja tulokertoimilla. Kertoimista käytetään tässä tutkimuksessa niin sanottuja ensimmäisen ja toisen tyyppin kertoimia, jotka sisältävät metsäenergiainvestointien suorat ja epäsuorat vaikutukset (ensimmäisen tyyppin kertoimet) sekä kotitalouksien kulutuksesta syntyvät johdetut vaikutukset (toisen tyyppin kertoimet) (Miller & Blair 1985). Suorat vaikutukset ovat välittömiä työllisyys- tai tulovaikutuksia, jotka syntyvät metsäenergiantuotanto-laitosten rakentamis- tai tuotantovaiheissa. Epäsuorat kerrannaisvaikutukset syntyvät suorien vaikutuksien seurauksena metsäenergiantuotantoa tukeviin toimialoihin, kuten polttoaineen hankintaan, laitehuoltoihin ja -asennuksiin (Domac *ym.* 2005), koska metsäenergian tuotanto on riippuvainen aluetaloudessa muiden toimialojen tuotannosta. Kotitalouksien kulutuksesta syntyy epäsuorat kerrannaisvaikutukset perustuvat siihen, että kotitaloudet kuluttavat saamia palkkatulojaan ja metsäenergian käytön tuottamia säästöjä aluetaloudessa esimerkiksi päivittäistavaraostoihin. Tämä kasvattaa työllisyys- ja tulovaikutuksia, koska kotitaloudet ovat merkittävät toimijat aluetaloudessa. Esimerkiksi vuonna 2015 kotitaloudet saivat Pohjois-Karjalassa palkansaajakorvauksia 2346 miljoonaa euroa (SVT 2015).

Tulokset: Metsäenergian tuotannon aluetalousvaikutukset

Työllisyysvaikutukset metsäenergian tuotannosta on kuvattu kuvassa 3, jossa näkyy Enon energiaosuuskunnan toiminnan vuosittaiset työllisyysvaikutukset Pohjois-Karjalan aluetalouteen vuosina 2000–2015. Yhteenlaskettu työllisyysvaikutus tutkimusajanjaksolla on 163. Tämä luku sisältää kotitalouksien kulutuksesta syntyvät kerrannaisvaikutukset, joita ilman työllisyysvaikutukset olisivat jääneet 120 työpaikkaan. Näin kotitalouksien kulutuksen huomioiminen kasvatti työllisyysvaikutuksia aluetaloudessa noin neljänneksellä eli 26 prosenttia. Jatkossa keskitämme tulosten tarkastelun malliin, jossa kotitalouksien kulutus on huomioitu osana aluetalousvaikutusten laskentaa.

Lämpölaitosten rakennusvaiheessa syntyi aluetalouteen 11 työpaikkaa, mikä vastaa noin 7 prosenttia kokonaistyöpaikkavaikutuksista. Toimialoista rakennusvaihe on työllistänyt aluetaloudessa eniten rakennusteollisuutta, jonne on muodostunut puolet kaikista rakennusvaiheen työpaikoista. Seuraavaksi eniten rakennusvaiheessa työpaikkoja kohdentui tukku- ja vähittäismyyntiin, jonne muodostui 11 prosenttia kaikista kyseisen vaiheen työpaikoista

sekä kiinteistölle, mihin kohdistui 6 prosenttia rakennusvaiheen aluetalouteen kohdistamista työpaikoista.

Lämpölaitosten tuotantovaiheessa syntyi aluetalouteen vuosina 2001–2015 yhteensä 76 työpaikkaa eli keskimäärin 5 työpaikkaa vuotta kohden. Tämä työllisyysvaikutus lähes kaksinkertaistui aluetaloudessa, kun laskennassa huomioitiin myös metsäenergian hyödyntämisen tuottamat säästövaikutukset. Näiden säästöjen myötä aluetalouteen syntyi 75 työpaikkaa. Tuotantovaihe ja säästöt vastaavat 48 ja 47 prosenttia kaikista lämmöntuotannon työllisyysvaikutuksista vuosina 2000–2015.

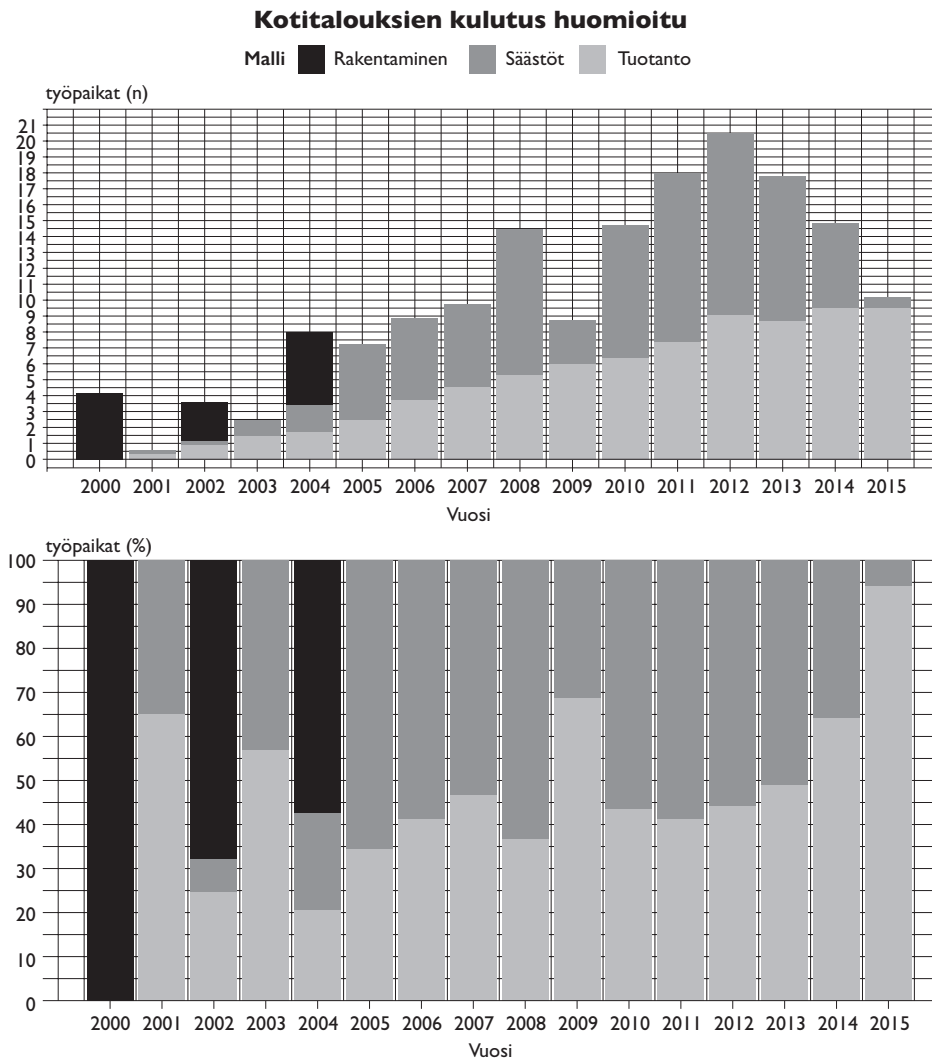
Toimialoitain vertailemalla lämpölaitosten tuotannon synnyttämät työpaikat kohdentuivat pääosin metsätalouteen, jonne kohdentui 52 prosenttia kaikista työpaikoista. Luku osoittaa metsäenergiantuotannon työllisyysvaikutuksien kohdentuvan suuremmaksi osaksi raaka-aineen hankintaan. Lämpölaitosten toiminnan eli sähkö-, kaasu- ja vesihuollon sekä tuotantoa tukevien toimialojen eli tukku- ja vähittäismyynnin osuudet tuotantovaiheen synnyttämistä työpaikoista olivat molemmissa noin 10 prosenttia. Säästöistä syntyneet työpaikat jakautuivat toimialoille uudelleen investointien myötä eri tavalla kuin tuotantovaiheen työpaikat. Näistä työpaikoista tukku- ja vähittäismyyntiin kohdentui lähes puolet ja terveyspalveluihin noin yksi kolmasosa.

Yleisesti lämpölaitosten työllisyysvaikutukset kasvoivat tasaisesti tarkastelu ajanjaksolla 2000–2015, vaikkakin niissä oli myös huomattavaa vaihtelua vuosien välillä (kuva 3). Keskimääräinen työllisyysvaikutus Enon energia osuuskunnan toiminnasta aluetalouteen oli tutkimusajanjaksolla vuosittain 10 työpaikkaa. Pienin työllisyysvaikutus Pohjois-Karjalan aluetalouteen oli 0,5 työpaikkaa lämmöntuotannon alkaessa vuonna 2001. Tuloksissa erottuu kaksi selvää työllisyysvaikutusten kasvun ja pienentymisen sykliä vuosina 2005–2008 ja 2010–2013. Näistä aiempi aikaväli edustaa toiminnan kasvuvaihetta ja jälkimmäinen aikaväli toiminnan vakiintumista, jolloin jo pelkästään metsäenergian hyödyntämisen säästöistä syntyvät aluetalousvaikutukset olivat aikaisemman ajanjakson tuotantovaikutusten tasolla (kuva 3). Työllisyysvaikutukset olivat huipussaan vuonna 2012, jolloin aluetalouteen syntyi arviolta 20,4 työpaikkaa.

Hitaat muutokset työllisyysvaikutuksissa vuosien välillä kuvassa 3 selittyvät sillä, että työllisyyskehitys toistuu autokorrelaation perusteella selvästi samankaltaisena yhden tai kahden seuraavan vuoden ajan ($r_{\text{viive1}} = 0,774$, p-arvo = 0,001; $r_{\text{viive2}} = 0,582$, p-arvo = 0,019). Toisin sanoen kolmen vuoden ajan vuosittaiset työllisyysvaikutukset tapaavat seurata toisiaan samankaltaisina tai samalla trendillä, mutta kolmannen vuoden jälkeen trendi asteittain heikkenee ($r_{\text{viive3}} = 0,322$, p-arvo = 0,197). Työllisyysvaikutusten trendeissä on eroja, sillä säästöissä viive on vain yksi vuosi, kun taas tuotantovaikutuksissa viive on yhdestä kahteen vuotta. Tästä voidaan päätellä tuotannon työllisyysvaikutusten vaihtelun olevan hillitympää vuosien välillä, ja näin ollen myös helpommin ennustettavissa.

Lämmöntuotannon tulovaikutukset muistuttavat vuosittain erittäin paljon työllisyysvaikutuksia (kuva 4). Vuosina 2000–2015 yhteenlasketut tulovaikutukset ovat 6,579 miljoonaa euroa, joka on keskimäärin 0,422 miljoonaa euroa. Rakennusvaiheen osuus tulovaikutuksista oli 7,3 prosenttia eli yhteensä 0,490 miljoonaa euroa. Lämmöntuotanto synnytti 50,7 prosenttia tulovaikutuksista, joka vastaa yhteensä 3,428 miljoonaa euroa. Tuotannon keskimääräinen tulovaikutus oli vuosittain siten 0,214 miljoonaa euroa. Metsäenergian hyödyntämisen tuottamien säästöjen osuus tulovaikutuksista oli 42 prosenttia vastaten yhteensä 2,843 miljoonaa euroa, joka vastaa keskimäärin 0,178 miljoonaa euroa vuosittain.

Yleisesti ottaen lämpölaitosten toiminnan vaikutukset tulotasoon vaihtelevat tutkimus ajanjaksolla samankaltaisesti työllisyysvaikutusten kanssa. Ristikkäiskorrelaation perusteella työllisyys- ja tulovaikutusten aikasarjat korreloivat positiivisesti vuoden takaisesta aina seuraavaan kahteen vuoteen asti ($r_{\text{viive1}} = 0,717$, p-arvo = 0,005; $r_{\text{viive2}} = 0,549$, p-arvo = 0,033). Aikasarjojen välinen korrelaatio on myös tilastollisesti merkittävä ($r_0 = 0,911$, p-arvo < 0,001). Tämä vahvistaa osaltaan käsitystä siitä, että lämmöntuotannon työllisyysvaikutusten ollessa suuret, myös sen vaikutukset tulotasoon ovat suuret. Toimialoitaiset tulovaikutukset noudattavat lisäksi hyvin tarkasti työllisyysvaikutusten kulloistakin jakautumista eri toimialoille.



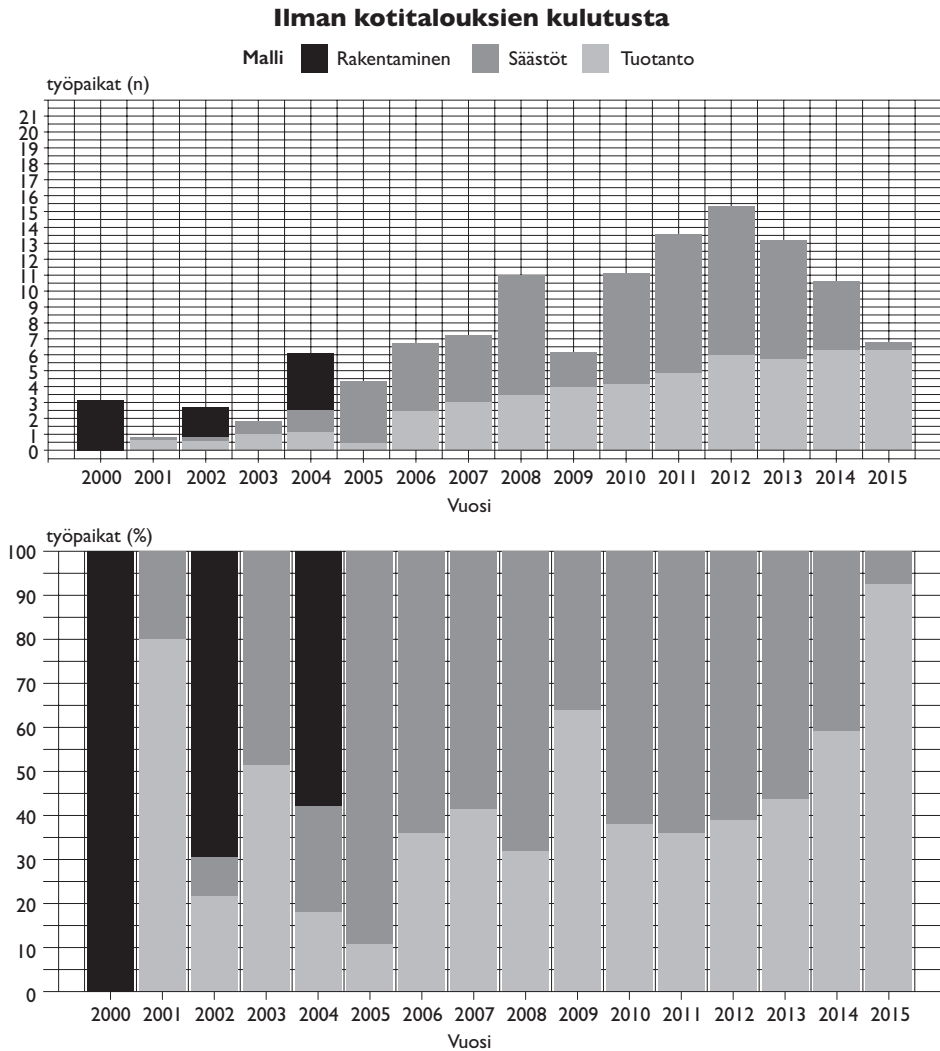
Kuva 3. Panos-tuotos -analyysillä lasketut vuosittaiset työllisyysvaikutukset

Figure 3. Annual employment impacts of the bioenergy system according to input-output model.

Metsäenergian paikalliset hyödyt kytkeytyvät polttoöljyn hintaan

Lämmöntuotannon aluetalouselvaikutukset riippuvat hyvin vahvasti kevyen polttoöljyn hinnasta. Tämän riippuvuuden vahvistaa ristikkäiskorrelaatioanalyysi, jonka perusteella polttoöljyn hinta ja säästöt korreloivat tilastollisesti merkitsevästi aikaviiveillä -2, -1 ja 0 ($r_{\text{viive-2}} = 0,613$, p-arvo = 0,017; $r_{\text{viive-1}} = 0,771$, p-arvo = 0,002; $r_{\text{viive0}} = 0,821$, p-arvo = 0,001). Näiden perusteella metsäenergian hyödyntämisestä syntyvien säästöjen suuruus seuraa kevyen polttoöljyn hinnan kehitystä kolmen vuoden sykleissä. Yleistäen ottaen voidaan sanoa säästöjen aiheuttamien aluetalouselvaikutusten ja siten lämmöntuotannon etujen olevan suuria silloin, kun kevyen polttoöljyn hinta on korkealla tasolla.

Kevyen polttoöljyn hinnan ja säästöjen työllisyysvaikutuksien suhde tulee esille kuvasta 5, jossa on laskettu vuosittainen työllisyysvaikutus, kun öljyn hinta vaihtelee 30 prosentin molemmin puolin toteutuneesta öljyn hinnasta. Vaihteluvälillä säästöjen työllisyysvaikutus vaihtelee 2 työpaikasta aina 153 työpaikkaan asti (kuva 5). Esimerkiksi jos vuosina 2001–

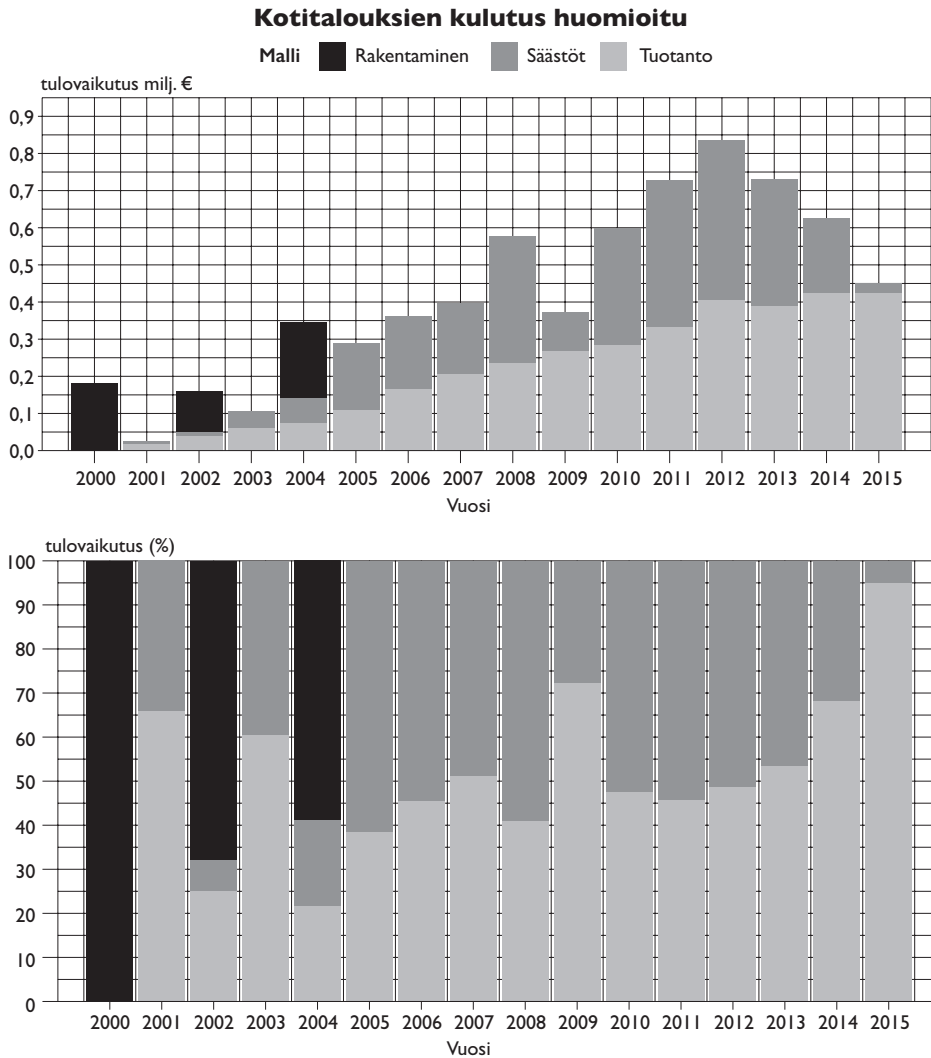


Kuva 3. Panos-tuotos -analyysillä lasketut vuosittaiset työllisyysvaikutukset
 Figure 3. Annual employment impacts of the bioenergy system according to input-output model.

2015 öljyn hinta olisi ollut 10 prosenttia korkeampi, olisi säästöjen työllisyysvaikutus ollut 103 työpaikkaa. Vastaavasti 10 prosenttia alhaisemmalla öljyn hinnalla työllisyysvaikutukset olisivat jääneet 52 työpaikkaan. Kuva 5 osoittaa, että pääosin öljyn hinnan kehityksestä riippumatta metsäenergian käyttö tuottaa säästöjä, jotka kasvattavat aluetalousvaikutuksia. Kuvassa 5 vain 28 solussa työllisyysvaikutus on negatiivinen eli tällöin metsäenergian hyödyntäminen on ollut kalliimpaa kuin polttoöljyn käyttäminen lämmöntuotannossa. Tämä luku vastaa 7,5 prosenttia kuvan 5 soluista.

Johtopäätökset

Lämpörittäjäisyys tuo taloudellisia hyötyjä kunnille ja lisää työpaikkojen lukumäärää ja tuloja aluetaloudessa. Artikkelin tulokset osoittivat, että perinteisten rakentamisesta ja tuotannosta syntyvien työllisyys- ja tulovaikutuksien lisäksi metsäenergian käyttö on ollut edullisempaa kuin öljylämmitys. Näin saavutetut säästöt voivat uudelleen investoituina kasvattaa

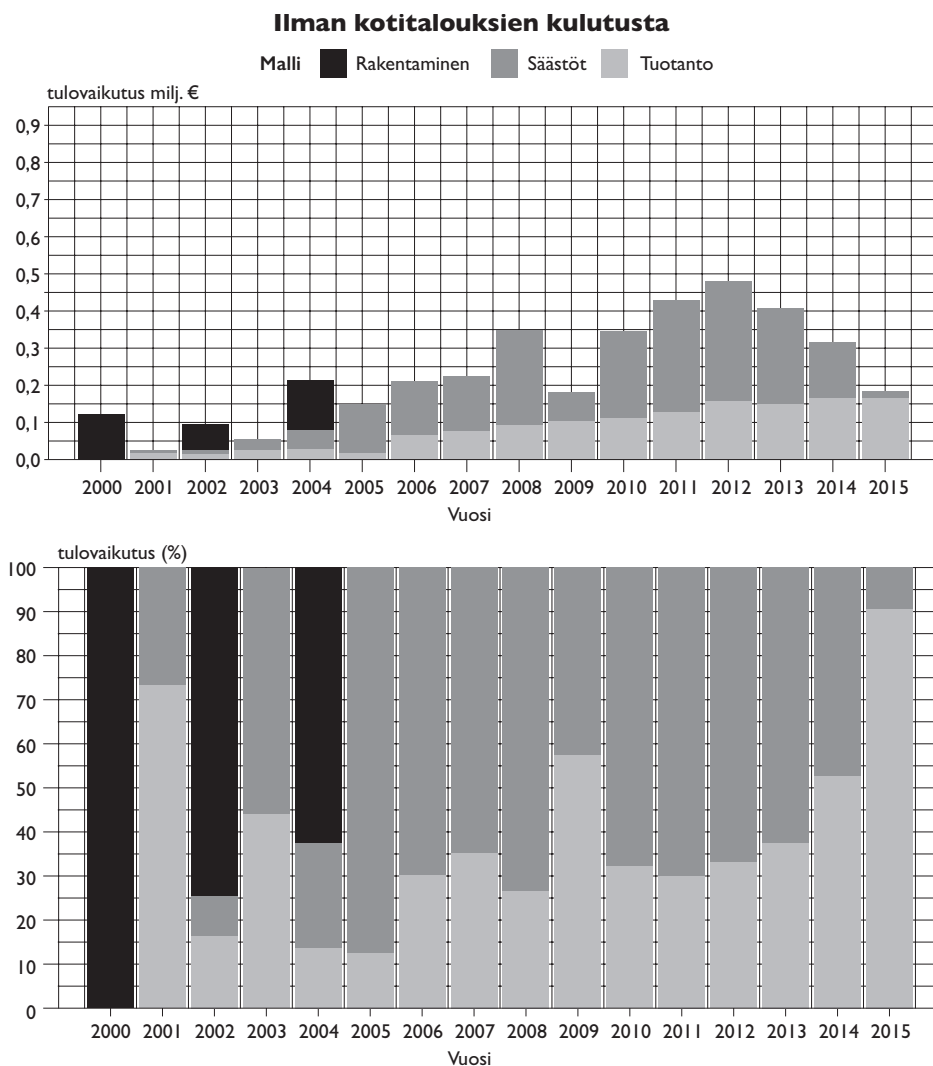


Kuva 4. Panos-tuotos -analyysillä lasketut vuosittaiset tulovaikutukset.

Figure 4. Annual income impacts of the bioenergy system according to input-output model.

metsäenergian tuotannon aluetalousvaikutuksia, jolloin niistä muodostuu huomattavasti suurempia kuin aiemmin on ennakoitu. Suorat, epäsuorat ja kotitalouksien kysynnästä johtuvat aluetalousvaikutukset ovat siten vain osa metsäenergian aluetalousvaikutuksista, joita on usein analysoitu ilman ymmärrystä metsäenergian aluetalouden pitkäaikavälisen kannattavuudesta (esim. Hendricks *ym.* 2016, Okkonen & Lehtonen 2017).

Artikkelin tulokset osoittavat, että kannattava metsäenergian tuotanto tuottaa paikallistalouteen säästöjä, jotka johtavat korkeampiin työllisyys- ja tulovaikutuksiin kuin on raportoitu aiemmissa biotaloutta ja energiantuotanto käsittelevissä tutkimuksissa (Kulisic *ym.* 2007; Perez-Verdin *ym.* 2008; Santos & Rathmann 2009; Hendricks *ym.* 2016, Lehtonen & Okkonen 2016, Okkonen & Lehtonen 2017, Jackson *ym.* 2018). Lämmityskustannuksien alentuminen lisää kotitalouksien käytettävissä olevaa tuloa paikalliseen kulutukseen ja toisaalta vapauttaa kunnan varoja paikallisten lähipalvelujen ylläpitämiseen ja henkilöstön palkkaamiseen. Säästöt lähes kaksinkertaistivat lämmöntuotannon työllisyys- ja tulovaikutukset tutkimuskaudella 2000–2015, koska säästöt uudelleen investointiin työllisyysvaltaisille



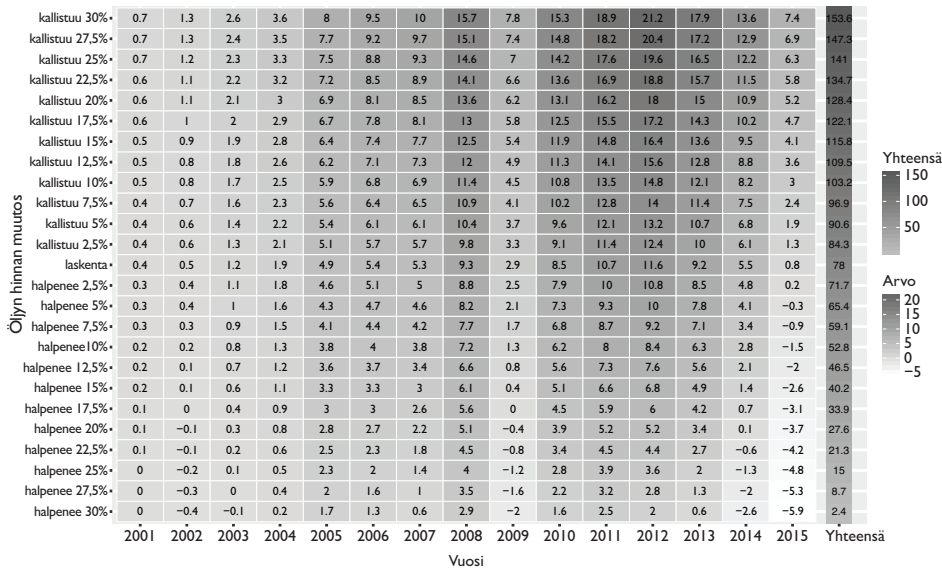
Kuva 4. Panos-tuotos -analyysillä lasketut vuosittaiset tulovaikutukset.

Figure 4. Annual income impacts of the bioenergy system according to input-output model.

palvelualoille. Metsäenergiatuotannon perinteiset suorat ja epäsuorat vaikutukset vastasivat noin yhtä kolmasosaa työllisyysvaikutuksista. Kotitalouksien kulutus kerrannaisvaikutukset ja säästöt edustivat myös kukin yhtä kolmasosaa työllisyysvaikutuksista.

Artikkelin tulokset osoittavat, että metsäenergian käyttämisellä voi olla tiedostettua merkittävämpi rooli paikallisen kehityksen vahvistajana ja siten aluekehityksen eriytymisen hillitsijänä. Paikallisen metsäenergian hyödyntämiseen tähtäävät investoinnit voivat vaikuttaa merkittävästi työpaikkojen lukumäärään, väestön tulotasoon ja paikallisten palvelujen saatavuuteen. Näin metsäenergian omavaraissysteemi ylläpitää taloudellista toimintaa ja vahvistaa paikallistalouksine tulevaisuuden näkymiä sekä tehostaa paikallisten luonnonresurssien kestävää hyödyntämistä ja vähentää paikallistalouden riippuvuutta ulkopuolella tuotetusta energiasta. Nämä positiiviset vaikutukset paikallistalouteen syntyvät siitä, että metsäenergian tuotannon investoinnit lisäävät paikallisten resurssien käyttöä ja parhaimmassa tapauksessa määrittävät niille arvon. Ilman metsäenergiainvestointeja ja paikallisten resurssien tehokkaampaa hyödyntämistä taantuvien yhdyskuntien, kuten Enon ja Uimaharjun, kehitys olisi nykyistä heikompaa. Siksi

Säästön uudelleen investoinnista peräisin olevien työpaikkojen riippuvuus öljyn hinnasta (htv)



Kuva 5. Säästön työllisyysvaikutuksen riippuvuus öljyn hinnasta vuosina 2001–2015.

Figure 5. Dependence of the employment impacts of the savings from the price of heating oil in 2001–2015.

metsäenergian kannattavalla tuotannolla voi olla erityisen suuri merkitys alueiden yleisemmän talouskäytön näkökulmasta. Enon energiaosuuskunnan vahvuus perustuu siihen, että sen toiminta rakentuu paikallisille resursseille, joiden hyödyntämisessä syrjäisemmätkin alueet ovat kilpailukyisiä (Lehtonen & Tykkyläinen 2012a). Yhteinen kehitystyö kunnan, metsäkeskuksen ja metsänomistajien kesken mahdollisti metsäenergian hyödyntämisen ja tuotantokokonaisuuden syntymisen.

Mitattujen metsäenergian tuotannon työllisyys- ja tulovaikutuksien vuosittaiset vaihtelut olivat suuria, mikä liittyi erityisesti tuotannon kannattavuuden läheiseen riippuvuuteen öljyn hinnasta. Korkean öljyn hinnan vaikutukset näkyivät kannattavamman metsäenergian myötä pienellä viiveellä säästöinä. Nämä havainnot toisaalta ensinnäkin osoittavat, että lämpörittäjäyden aluetalousvaikutukset riippuvat ulkoisista tekijöistä, joita on lyhyellä aikavälillä vaikea ennakoida. Toisaalta tämä tarkoittaa, että metsäenergian aluetalousvaikutuksia tulee tarkastella pitkällä aikavälillä yli taloussyörien.

Kuten Enon esimerkki osoittaa, lämpörittäjäydessä on potentiaalia huomattaviin aluetalouden hyötyihin, mutta nämä eivät ole itsestään selviä (vrt. yhteinen hyöty/yksityinen hyöty). Taloudellinen kilpailu voi johtaa kustannuskilpailuun raaka-aineiden hankinnassa, ja jos lähienergiasta joudutaan luopumaan, samalla voidaan menettää myös aluetaloudellisia hyötyjä. Näin voi tapahtua esimerkiksi silloin, kun paikallinen puubiomassa ei ole kustannuksiltaan kilpailukyinen alueen ulkopuolelta tuoduille polttoaineille. Siksi myös paikallinen päätöksenteko ja tukipolitiikka ovat avainasemassa paikallisen energiatuotantomallin määrittelyssä ja sen menestymisessä. Lämpörittäjäyden ei kilpaile välttämättä muun puunkäytön kanssa, koska se voi myös tukea paikallista metsätaloutta luomalla markkinat halkaisijaltaan pienen puun harvennuksille. Tämä parantaa harvennetussa metsässä puun kasvua ja tuotantoa, mikä tuottaa kasvavia tuloja metsänomistajille ja raaka-ainetta metsäteollisuudelle. Metsänomistajien tulot ovat verrattavissa kotitalouksien tuloihin, koska kasvavat metsänomistajien tulot ovat osa lämpörittäjäyden arvonlisäystä. Tätä vaikutusta ei tosin ole vielä tutkittu.

Enon energiaosuuskunnan tutkimus osoittaa, että aluetalousvaikutukset ja sosioekonomiset hyödyt voidaan maksimoida a) paikallisella toimintamallilla ja raaka-aineilla (esim. yhteisöllinen

yrittäjäyys, osuuskunnat), b) käyttämällä paikallisia puubiomassoja kestävästi ilman, että vahingoitetaan puubiomassojen tulevaa käyttöä (esim. käyttämällä harvennuspuuta), c) asiakkaiden saavuttamien kustannussäästöjen, ja d) mahdollisten voittojen uudelleen investointien avulla (esim. muut yhteisölliset toiminnot). Kansainvälisiä esimerkkejä paikallisista sosioekonomisista hyödyistä löytyy esimerkiksi Iso-Britanniassa ja Kanadassa toteutetuista yhteisöllisistä energiahankkeista (Simcock *ym.* 2016).

Tässä tutkimuksessa on muutamia puutteita, jotka on muistettava tulosten tulkinnassa. Ensinnäkin tulokset aluetalousvaikutuksista pohjautuvat useisiin toimialakohtaisiin oletuksiin metsäenergian tuotantoprosessista ja sen välituotekäytöstä, jotka heikentävät tulosten luotettavuutta. Pohjois-Karjalan aluetaloutta koskevien tulosten yleistettävyyttä puolestaan heikentää se, että todellisuudessa metsäenergian pitkän aikavälin aluetalousvaikutukset ovat monimuotoisia ja ovat riippuvaisia käytettävästä teknologiasta, aluetalouden rakenteista, sosiaalisten profiileista ja tuotantoprosesseista (Domac *ym.* 2005). Aluetalousvaikutukset ovat siten tapauskohtaisia ja ne riippuvat aluetalouden rakenteellisista ominaisuuksista, polttoaineen saatavuudesta, sosiaalisesta pääomasta ja liiketoimintamalleista. Näiden syiden vuoksi aluetalousvaikutukset ovat tapauskohtaisia, vaikkakin vaikutusmekanismit aluetalousvaikutuksille ovat samoja.

Toinen artikkelin puute on se, että artikkelissa käytetty panos-tuotos -analyysi ei sovellu parhaiten pitkän aikavälin aluetalousvaikutusten arviointiin, koska laskennassa ei huomioida eri tuotantotekijöiden välisiä joustoja, kuten esimerkiksi yleisissä tasapainomalleissa. Tätä suurempana ongelmana voidaan kuitenkin pitää sitä, että talousevoluution myötä aluetalouden rakenne muuttuu eikä tämän huomioimiseen ole luotettavia välineitä, koska aluetilinpäädössä ei ole päivitetty alueellisia panos-tuotos -taulukoita vuoden 2002 jälkeen. Puutteista huolimatta artikkeli laajensi näkemystä metsäenergian hyödyntämisen aluetalousvaikutuksista ja niiden syntymekanismista.

Lähteet

- Biomassa-Atlas (2018) Biomassa-atlas - Biomassatiedot yhdessä verkkopalvelussa. 6.6.2018. <<https://www.luke.fi/biomassa-atlas/>>
- Domac, J., Richards, K. & Risovic, S. (2005) Socio-economic drivers in implementing bioenergy projects. *Biomass and Bioenergy* 28(2) 97–106.
- Forsell, O. (1985) *Panos-tuotos -mallit*. Etlätieto, Helsinki.
- Globalis (2019) Hiilidioksidipäästöt asukasta kohden. Saatavissa: <https://www.globalis.fi/Tilastot/CO2-paeeastoet-per-asukas> [Viitattu 23.3.2019]
- Hakkila, P. & Fredriksson, T. (1996) *Metsämme bioenergian lähteenä*. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 613. Metsäntutkimuslaitos, Vantaa.
- He, L., English, B., Menard, R. & Lambert, D. (2016) Regional woody biomass supply and economic impacts from harvesting in the Southern U.S. *Energy Economics* 60 151–161.
- Hendricks, A., Wagner, J., Volk, T. & Newman D. (2016) Regional economic impacts of biomass district heating in rural New York. *Biomass and Bioenergy* 88(May) 1–9.
- Hoffmann, D. (2009) Creation of regional added value by regional bioenergy resources. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 13(9) 2419–2429.
- Honkatukia, J. (2009) Yleisen tasapainon mallien käyttö työllisyyden kehityksen ennakoinnissa ja talouspolitiikan vaikutusten analysoinnissa. *Työpolitiittinen Aikakauskirja* 1/2009 5–19.
- Jackson, R., Neto, A. & Erfanian, E. (2018) Woody biomass processing: Potential economic impacts on rural regions. *Energy Policy* 115(April) 66–77.
- Johansson, A., Kisch, P., & Mirata, M. (2005) Distributed economies—A new engine for innovation. *Journal of Cleaner Production* 13(10–11) 971–979.
- Karttunen, K., Ahtikoski, A., Kujala, S., Törmä, H., Kinnunen, J., Salminen, H., Huuskonen, S., Kojola, S., Lehtonen, M., Hynynen, J. & Ranta, T. (2018) Regional socio-economic impacts of intensive forest management, a CGE approach. *Biomass and Bioenergy* 118(November) 8–15.
- Karttunen, K., Karhunen, A., Laihanen, M., Ranta, T., Ahtikoski, A., Huuskonen, S., Kojola, S., Lehtonen, M., Salminen H. & Hynynen J. (2017) *Metsätoimialan aluetaloudellinen vaikuttavuus Etelä-Savossa – Tulevaisuusvisio 2020-luvulla*. LUT Scientific and Expertise Publications, Raportit ja selvitykset 71. <<http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/135149/Loppuraportti.pdf?sequence=2>>
- Kimming, M. (2015) *Decentralised Energy Systems Based on Biomass*. Sveriges lantbruksuniv., Acta Universitatis agriculturae Sueciae (1652-6880). Department of Energy and Technology, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.

- Knuutila, M. (2004) *Elintarvikesektorin työllisyysvaikutukset – Panos-tuotos -analyysi maakunnittain*. MTT Taloustutkimus, Helsinki.
- Koivunen, K. (2017) ”Alueellisen energiayhtiön vaikutukset aluetalouteen, case Suur-Savon Sähkö -konserni?”. Pro gradu -tutkielma. Lappeenranta teknillinen yliopisto, Lappeenranta. [online 1.4.2019] http://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/143828/Gradu_Kirsi%20Koivunen_energiayhti%c3%b6n%20aluetaloudelliset%20vaikutukset.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Koponen, K., Sokka, L., Salminen, O., Sievänen, R., Pingoud, K., Ilvesniemi, H., Routa, J., Ikonen, T., Koljonen, T., Alakangas E., Asikainen, A., & Sipilä, K. (2015) *Sustainability of forest energy in Northern Europe*. VTT Technology 237, VTT Oy Helsinki.
- Kujala, S., Kinnunen, J., Hakala, O. & Törmä H. (2017) Metsätoimialan tulevaisuuden skenaarioiden aluetaloudelliset vaikutukset Etelä-Savossa. Helsingin yliopisto, Ruralia-instituutti, Raportteja 172. <<https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/229451/Raportteja172.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>
- Kulisic, B., Loizou, E., Rozakis, S., & Segon, V. (2007) Impacts of biodiesel production on Croatian economy. *Energy Policy* 35(12) 6036–6045.
- Laine, P. (2007) Social security benefits for households in North Karelia. Unpublished statistics.
- Lauri, P., Havlík, P., Kindermann, G., Forsell, N., Böttcher, H. & Obersteiner, M. (2014) Woody biomass energy potential in 2050. *Energy Policy* 66 (March) 19–31.
- Lehtonen, O. (2015a) Paikkaperustaisen aluekehittämisen indeksi. Askelia kohti erilaistavaa aluekehittämistä. *Yhteiskuntapolitiikka* 80(1) 19–45.
- Lehtonen, O. (2015b) Työpaikkojen kasvualueiden potentiaaliset leviämis- ja supistumisvaikutukset Suomessa. *Terra* 127(2) 67–81.
- Lehtonen, O. & Okkonen, L. (2016) Socio-economic impacts of a local bioenergy-based development strategy – The case of Pielinen Karelia, Finland. *Renewable Energy* 85(January) 610–619.
- Lehtonen, O. & Tykkyläinen, M. (2008) The Emerging Shortage of Labour in Forestry in a Remote Coniferous Region: A Brake on the Massive Use of Biofuels. In Andersson, K., Eklund, E., Lehtola, M. & Salmi, P. (ed.) *Beyond the Rural-Urban Divide*, 25–55. Emerald, Bingley.
- Lehtonen, O. & Tykkyläinen, M. (2011) Spatial divergence of living standards during the economic growth phase in the periphery: A case study of North Karelia. *Fennia* 189(2) 47–62.
- Lehtonen, O. & Tykkyläinen, M. (2012a) Kuinka aluekehitys kääntyisi – kuinka sijaintihaitta katoaisi? Työpaikkakehityksen yleiset kehitysprosessit Itä-Suomessa. *Terra* 124(2) 85–105.
- Lehtonen, O. & Tykkyläinen, M. (2012b) Syrjäisten alueiden kilpailukyky keskushakuisessa kehityksessä – esimerkkinä Itä-Suomi. *Maaseudun Uusi Aika* 2 5–21.
- Leontief, W. (1966) *Input-output economics*. Oxford University Press, New York.
- Luonnonvarakeskus (2019a). Teollisuuspuun hakkuut alueittain. 5.3.2019. < http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__04%20Metsa__02%20Rakenne%20ja%20tuotanto__08%20Teollisuuspuun%20hakkuut%20alueittain/?tablelist=true&rxid=dc711a9e-de6d-454b-82c2-74ff79a3a5e0>
- Luonnonvarakeskus (2019b) Metsävarat. 5.3.2019. < http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__04%20Metsa__06%20Metsavarat/3.01__Suurin_kestava_hakkuukertymaarvio.px/?rxid=dc711a9e-de6d-454b-82c2-74ff79a3a5e0>
- Matilainen, A., Keskinarkaus, S. & Törmä, H. (2016) The Economic Significance of Hunting Tourism in East Lapland, Finland. *Human Dimensions of Wildlife* (published online).
- Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelma (2014) *Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelma 2014-2020*. Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahasto: Eurooppa investoi maaseutualueisiin. Maa- ja metsätalousministeriö, Helsinki.
- Metsäranta, H., Törmä, H., Kinnunen, J., Laakso, S. & Zimoch, U. (2014). *The wider economic impacts of transport investments*. BGLC BSR project, WP5 reports. Bothnian Green Logistic Corridor.
- Miller, R. & Blair, P. (1985) *Input-output analysis: Foundations and extensions*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
- Mirata, M., Nilsson, H. & Kuisma, J. (2005) Production systems aligned with distributed economies: Examples from energy and biomass sectors. *Journal of Cleaner Production* 13(10–11) 981–991.
- MMM (2017) Puupolttoaineet energian tuotannossa. 5.6.2018. <<https://mmm.fi/metsat/puun-kaytto/puun-energiakaytto>>
- Neffke, F., Henning, M. & Boschma, R. (2011) How do regions diversify over time? Industry relatedness and the development of new growth paths in regions. *Economic Geography* 87(3) 237–265.
- OECD (2009) *The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda*. OECD Publishing, Paris.
- Okkonen L. (2008) From exogenous to endogenous development in Scottish forestry: The feasibility of small-scale wood energy enterprise. *Journal of Environmental Planning and Management* 51(2) 221–232.
- Okkonen, L. & Lehtonen, O. (2017) Local, Regional and National Level of the Socioeconomic Impacts of a Bio-oil Production System – A Case in Lieksa, Finland. *Renewable & Sustainable Energy Reviews* 71 103–111.
- Perez-Verdin, G., Grebner, D., Munn, I., Sun C. & Grado. S. (2008) Economic impacts of woody biomass utilization for bioenergy in Mississippi. *Forest Products Journal* 58(11) 75–83.
- Rimler, T., Kurttila, M., Pesonen, M. & Koljonen, K. (2000) Economic impacts of alternative timber cutting scenarios in Finland: An input-output analysis. *Forest Policy and Economics* 1(3–4) 301–313.

- Rodrik, D. (2005) Growth strategies. In Aghion, P. & Durlauf, S. (ed.) *Handbook of Economic Growth*, 967-1014. Elsevier Academic Press, North Holland.
- Santos, O. & Rathmann, R. (2000) Identification and analysis of local and regional impacts from the introduction of biodiesel production in the state of Piauí. *Energy Policy* 37(10) 4011–4020.
- Simcock, N., Willis, R. & Capener, P. (2016) *Cultures of community energy – International case studies*. The British Academy, London.
- Suomen virallinen tilasto (SVT) (2007a) *Kotitalouksien aluetili*. 3.4.2007. <<http://www.stat.fi>>.
- Suomen virallinen tilasto (SVT) (2007b) *Kansantalouden tilinpito*. 3.4.2007. <<http://www.stat.fi/til/vtp/>>.
- Suomen virallinen tilasto (SVT) (2015) *Aluetilinpito*. 1.6.2017. <<http://www.stat.fi/til/altp/index.html>>.
- Tonts, M., Argent, N. & Plummer, P. (2012) Evolutionary perspectives on rural Australia. *Geographical Research* 50 291–303.
- Tonts, M., Plummer, P. & Argent, N. (2014) Path dependence, resilience and the evolution of new rural economies: Perspectives from rural Western Australia. *Journal of Rural Studies* 36 362-375.
- Törmä H., Kujala, S. & Kinnunen, J. (2015) The employment and population impacts of the boom and bust of Talvivaara mine in the context of severe environmental accidents – A CGE evaluation. *Resources Policy* 46 127–138.
- Vatanen, E. (2001) *Puunkorjuun ja puunkuljetuksen paikallistaloudelliset vaikutukset Juvan, Keuruun ja Pielisen Karjalan seutukunnissa*. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 825. Joensuun tutkimuskeskus, Joensuu.
- Vatanen, E. (2011) Tuotosmalli panos-tuotos -analyysin välineenä – menetelmä, teoria ja paikallistaloudelliset sovellukset. Dissertations in Social Sciences and Business Studies No 19. Publications of the University of Eastern Finland, Joensuu.
- Öljy- ja biopolttoaineala (2018) *Kuluttajahintaseurantatilasto*. 1.9.2018.
< <http://www.oil.fi/fi/tilastot-1-hinnat-ja-verot/11-oljytuotteiden-kuluttajahintaseuranta>>