

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Metsätalouden koulutusohjelma

Essi Hämäläinen

KONTIOLAHDEN ENERGIARATKAISUJEN TALOUS- JA YMPÄ-
RISTÖVAIKUTUKSET

Opinnäytetyö
Helmikuu 2014



OPINNÄYTETYÖ
Helmikuu 2014
Metsätalouden koulutusohjelma

Sirkkalantie 12 A
80100 JOENSUU
p. 013 260 6900

Tekijä(t)
Essi Hämäläinen

Nimeke
Kontiolahden energiaratkaisujen talous- ja ympäristövaikutukset

Toimeksiantaja
Kontiolahden kunta

Tiivistelmä

Uusiutuvien energianlähteiden käyttö ja kartoitus juontaa juurensa ilmastonmuutoksesta ja öljyvarojen mahdollisesta loppumisesta. Energian omavaraisuutta halutaan lisätä, jotta työpaikat ja sitä myöten saatavat tulot jäisivät alueelle eivätkä menisi ulkomaille. Yksi uusiutuva energianlähde on metsähake, jota käsitellään opinnäytetyössä.

Opinnäytetyössä haluttiin saada selville, millainen vaikutus hakelämpölaitoksilla on Kontiolahdella. Työssä selvitettiin, kuinka paljon hakkeen käytöllä korvataan tuontiöljyä sekä miten hakelämpölaitokset vaikuttavat kunnan ympäristöön, työllisyyteen ja talouteen. Työllisyyden ja talouden vaikutuksia selvitettiin myös aluetalousvaikutuksen avulla.

Opinnäytetyössä käytettiin pääsääntöisesti kvalitatiivista tutkimusmenetelmää, mutta siinä oli myös kvantitatiivisia piirteitä. Aineisto kerättiin kyselylomakkeen ja haastattelun avulla. Kyselylomake lähetettiin kaikille Kontiolahdella sijaitseville yli 200 kW:n hakelämpölaitoksille, joita on yhdeksän. Tämän lisäksi haastateltiin yhtä hakelämpölaitostoinnassa olevaa henkilöä. Kyselylomakkeessa selvitettiin muun muassa hakelaitosten sijaintia, energiantuotantoa, hakkeenkulutusta, työllistävyyttä ja liikevaihtoa.

Kontiolahdella, yli 200 kW:n lämpölaitoksilla, tuotetaan hakkeella energiaa noin 24 600 MWh vuodessa, eikä hiilidioksidineutraalista hakkeesta tule lainkaan hiilidioksidipäästöjä. Saman energiamäärän tuottaminen öljyllä aiheuttaisi noin 6,5 tonnin hiilidioksidipäästöt vuodessa. Hakelämpölaitosten työllisyysvaikutus oli yllättävän pieni: Kontiolahden hakelämpölaitokset työllistävät noin 5,5 henkilötyövuotta. Liikevaihto lämpölaitoksilla on noin 1,7 miljoonaa euroa, ja tämä raha jää kiertämään aluetaloudessa. Tutkimusta voisi jatkaa selvittämällä laajemmin Kontiolahden energian tuotantoa ja käyttöä.

Kieli
suomi

Sivuja 36
Liitteet 1
Liitesivumäärä 2

Asiasanat
Hake, uusiutuvat energianlähteet, aluetalous, työllisyys



THESIS
February 2014
Degree Programme in Forestry
Sirkkalantie 12 A
FI 80100 JOENSUU
FINLAND
Tel. 358-13-260-6900

Author(s)
Essi Hämäläinen

Title
Economic and Environmental Impacts of Energy Solutions in Kontiolahti

Commissioned by
Municipality of Kontiolahti

Abstract

Climate change and decrease in oil resources are the main reason for the use and research of renewable energy sources. The goal is to increase energy self-sufficiency so that jobs and incomes stay in the area. One of the renewable energy resources is wood chips, which is the focus of this thesis.

The purpose of this thesis was to find out what kind of impact wood chip heating plants have in Kontiolahti. The thesis examined how much import oil is replaced by wood chips and what kind of impacts wood chip heating plants have on the environment, jobs and economy in Kontiolahti. Impacts on employment and economy were examined by using regional economy impacts.

The thesis was mainly a qualitative study, but also quantitative methods were used. Data was collected by means of a questionnaire and an interview. A questionnaire was sent to all nine forest chip heating plants of over 200 kW and located in Kontiolahti. One person was also interviewed. The questionnaire included questions about location, energy production, wood chip consumption, employment and revenue.

In Kontiolahti, about 24 600 MWh of energy is generated per year by wood chips. Therefore, carbon dioxide neutral wood chips do not form carbon dioxide emissions. If the same amount of energy were generated by oil, carbon dioxide emissions would be circa 6.5 tons. The employment effect of wood chip heating plants was rather small. In Kontiolahti, these plants employ about 5.5 man-years. Revenue in the plants was approximately 1.7 million euros, and this money stays in the area. The study could be extended by surveying further the energy production and usage in Kontiolahti.

Language
Finnish

Pages 36
Appendices 1
Pages of Appendices 2

Keywords
wood chips, renewable energy resources, regional economy, employment

Sisältö

Tiivistelmä

Abstract

Käytetyt merkinnät

1	Johdanto.....	6
2	Ympäristösopimukset	7
3	Energianlähteet	8
3.1	Uusiutuvat ja fossiiliset polttoaineet	8
3.2	Energiankäyttö lämmittämiseen Suomessa	9
4	Ympäristötavoitteet Pohjois-Karjalassa	10
5	Puupolttoaineiden käyttö energianlähteenä	10
5.1	Puupolttoaineet	10
5.2	Puupolttoaineiden hyödyt ja haitat	11
5.3	Metsähake.....	12
5.3.1	Energiapuun korjuu.....	12
5.3.2	Energiapuun haketus.....	14
5.3.3	Hakkeen koostumus	15
5.3.4	Hakkeen sopivuus eri lämpölaitoksille	16
5.4	Puupelletti	17
5.5	Pilke	18
6	Energiapuunkorjuun tuet	19
6.1	Kestävän metsätalouden rahoitustuki	19
6.2	Pienpuun energiatukijärjestelmä	20
7	Hakelaitosten aluetalousvaikutus	21
8	Kontiolahden kunta.....	22
9	Opinnäytetyön tavoitteet ja aikataulu	23
10	Aineiston hankinta ja analysointi	24
11	Tutkittavien lämpölaitosten perustiedot	25
11.1	Lämmitettävät kohteet ja rakennuskuutiot.....	27
11.2	Lämmityskattiloiden koko ja polttoainevarastot.....	27
12	Tulokset.....	28
12.1	Energiantuotanto ja ympäristö	28
12.2	Hakkeen kulutus ja työllisyys	28
12.3	Liikevaihto ja tulovaikutuskerroin	30
13	Johtopäätökset	31
13.1	Talous ja työllisyys	31
13.2	Ympäristö	32
14	Pohdinta	33
	Lähteet	34

Liitteet

Liite 1 Kyselylomake lämpölaitoksille

KÄYTETYT MERKINNÄT

Yksiköt:

€	euro
cm	senttimetri
m	metri
m ²	neliömetri
m ³	kiintokuutio
i-m ³	irtokuutio
h	tunti
ha	hehtaari
W	watti

Yksiköiden kertoimet:

k	kilo=10 ³
M	mega=10 ⁶
G	giga= 10 ⁹
T	tera= 10 ¹²

Lyhenteet:

%	prosentti
---	-----------

Kertoimet:

1 m ³	2,5 i-m ³
------------------	----------------------

Kevyen polttoöljyn ominaispäästökerroin: 267 g Co₂ / kWh (Motiva Oy 2010, 4)

Polttohakkeen lämpöarvo: 700 kWh/ i-m³ (Motiva Oy 2010, 2)

Työllisyysvaikutuskerroin raaka-ainehuollossa: 0,204 työvuotta / 1000m³ (Lehtonen & Okkonen 2014)

Työllisyysvaikutuskerroin raaka-ainehuollossa: 0,6 työvuotta / 1000 m³ (Hakkila 2004, 95)

1 Johdanto

Yleiseen tietoisuuteen energian säästöpyrkimykset tulivat 1970-luvun öljykriisin yhteydessä. Huolta aiheuttivat erityisesti energian korkea hinta ja sen riittävyys. Nykyisin energiansäästö nähdään yhtenä keinona vähentää ympäristön kuormitusta. (Hellgren, Heikkinen, Suomalainen & Kala 1999, 13.)

Tarve uusiutuvien energialähteiden käyttöön ja kartoitukseen lähtee ilmaston muuttumisesta ja sitä myöten energiansäästämisestä. Ilmasto lämpenee, joten tarvitsemme vähemmän saastuttavia energiantuotantomuotoja nykyisten tilalle. Nykyisin fossiilisten polttoaineiden käyttö energiantuotannossa on suurempaa kuin uusiutuvien energialähteiden. Uusiutuvia energiamuotoja yritetään lisätä ja näin hillitä ilmastonmuutosta ja lisätä energian omavaraisuutta ja sitä myöten lisätä työpaikkoja. (Hellgren ym. 1999, 9-16.)

Vain harvalla maalla maailmassa on saatavilla riittävästi kotimaista energiaa, joten useimmat maat ovat riippuvaisia tuontienergiasta, niin myös Suomi (Hellgren yms. 1999, 11). Siksi Suomikin pyrkii löytämään uusiutuvia ja kotimaisia energiamuotoja. Yksi tällainen on metsähake, jota käsitellään opinnäytetyössä.

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Kontiolahden kunta. Työssä selvitettiin perustietoja Kontiolahdella toimivista hakelämpölaitoksista, mikä on laitosten työllistävä vaikutus, paljonko laitoksissa tuotetaan energiaa ja kuinka paljon niiden toiminnalla voidaan korvata öljyn käyttöä. Opinnäytetyössä hakelaitoksella ja lämpölaitoksella tarkoitetaan samaa eli hakelämpölaitosta.

2 Ympäristösopimukset

Kansainvälisten ympäristösopimuksien tavoitteena on parantaa kestäväää kehitystä. Kestävä kehitys määriteltiin 1987 ympäristön ja kehityksen maailmankomission raportissa ”Yhteinen tulevaisuutemme”. Raportin mukaan se on kehitystä, joka ”tyyydyttää nykyhetken tarpeet viemättä tulevilta sukupolvilta mahdollisuutta tyydyttää omat tarpeensa”. Tähän on tähdätty erilaisilla ympäristösopimuksilla. (Ulkoasiainministeriö 2012, 8.)

Ponnisteluista huolimatta maailma ei kuitenkaan vielä ole kestävään kehityksen tiellä. Myönteistä kehitystä on kuitenkin tapahtunut ympäristönkin osalta. Maapalloa suojaavan otsonikerroksen ennustetaan palautuvan noin 50 vuodessa vuotta 1980 edeltäneelle tasolle. Yksittäisistä onnistumisista huolimatta maailmanlaajuisesti ympäristön tila heikkenee huolestuttavaa vauhtia ja tämä ilmenee aavikoitumisena, maaperän köyhtymisenä, makean veden saatavuuden heikkenemisenä, kestävämmän metsänhoitona ja äärimmäisenä luonnon monimuotoisuuden häviämisenopeutena. (Ulkoasiainministeriö 2012, 9.)

Vuonna 1992 tehtiin Rio de Janeirossa YK:n ilmastomuutosta koskeva puitesopimus, jonka tavoitteena on vakiinnuttaa ilmakehän kasvihuonekaasujen määrä turvalliselle tasolle. Kasvihuonekaasuja ovat hiilidioksidi, metaani ja typioksiidi. Sopimukseen tehtiin Kiotossa vuonna 1997 lisäpöytäkirja, jonka ensimmäinen velvoitekausi loppui vuonna 2012. Lisäpöytäkirjassa teollisuusmaat sitoutuivat vähentämään kasvihuonepäästöjään yhteensä 5 prosenttia vuoden 1990 tasosta vuoteen 2012 mennessä. Suomen veloitteena oli pitää päästöt sitoumuskaudella 2008–2012 vuoden 1990 tasolla. Suomi on saavuttamassa sille annetut tavoitteet vuoteen 2012 mennessä ja Suomelle tulee luultavasti jäämään niin sanottuja ylijäämäyksiköitä. Suomen kasvihuonepäästöt vaihtelevat vuosittain runsaasti riippuen tuodun sähkön määrästä ja energiankäytöstä. (Ympäristöministeriö 2013.)

YK:n ilmastomuutosta koskevasta puitesopimuksesta ja Kioton lisäpöytäkirjasta huolimatta polttoaineiden käytön aiheuttamat vuosittaiset maailmanlaajuiset hiilidioksidipäästöt kasvoivat noin 38 prosenttia vuosien 1990 ja 2009 välillä. Nykymentä lämpötila nousee 2,5–5 Celsius-astetta vuoden 2100 alkuun mennessä. Lämpötilan nousun arvellaan vaarantavan miljoonia ihmishenkiä saira-

uksien yleistymisen, aliravitsemuksen lisääntymisen, lämpöaaltojen ja säähän liittyvien katastrofien aiheuttamien tuhojen ja vammojen sekä joidenkin taudinkantajien, kuten malariahyttysten, leviämisen vuoksi. (Ulkoasiainministeriö 2012, 9.)

Maailmanlaajuisien ympäristömuutosten tärkein aiheuttaja on teollisen vallankumouksen jälkeen ollut ihminen. Tutkijat ovat määrittäneet kriittiset pisteet tai tietyt ympäristökysymykset maapallon kantokyvyn rajoiksi, joiden ylittämisestä syntyy ”peruuttamattoman ja äkillisen ympäristömuutoksen” uhka. Maapallon kantokyvyn rajat on määritelty yhdeksälle ilmiölle, joista yksi on ilmastonmuutos. Tutkimusryhmän mukaan ihmisen toiminta on jo rikkonut ilmastonmuutokseen liittyvät maapallon kantokyvyn rajat.

Haasteista huolimatta on vielä mahdollista kääntää kehitys niin ympäristön kuin ihmisen hyväksi. Tämä edellyttää, että luodaan uusia globaalia kestävyyttä tukevia työpaikkoja ja sijoitetaan innovaatioihin ja uusiin ympäristöteknologioihin. (Ulkoasiainministeriö 2012, 9-10.) Tästä hyvänä esimerkkinä Suomen hakelämpölaitokset, jotka tuottavat lämpöä lähellä kasvaneesta uusiutuvasta materiaalista, puusta. Suomessa puuta kasvaa noin 104,5 miljoonaa m³ vuodessa ja vuonna 2012 hakattiin 57,2 miljoonaa m³. Viimevuosina hakkuut ovat olleet 70 % kestävästä hakkuumahdollisuuksista, joten hakkuut ovat kestäväällä pohjalla Suomessa. (Metsäntutkimuslaitos 2013.)

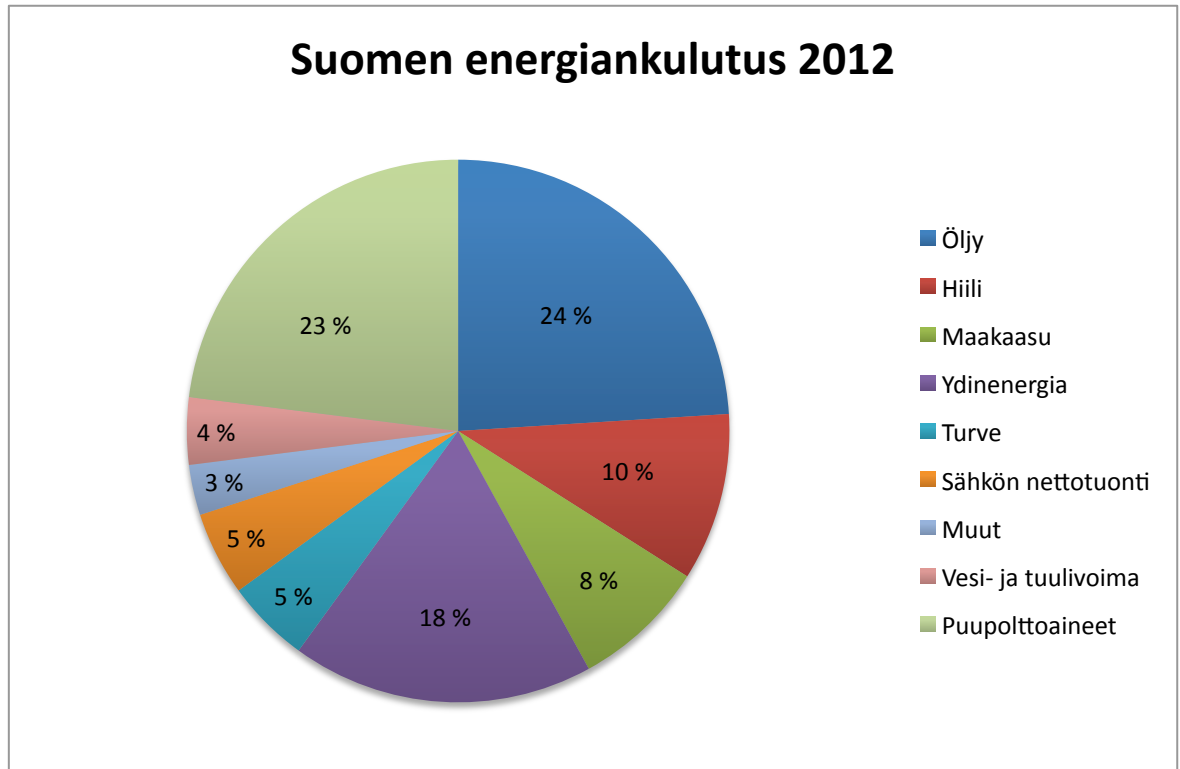
3 Energianlähteet

3.1 Uusiutuvat ja fossiiliset polttoaineet

Uusiutuvia energiavaroja ovat aurinko, vesi, tuuli, geometrinen lämpö, maalämpö ja biomassa (Hellgren ym. 1999, 16). Biomassaksi kutsutaan hiilipitoisia eloperäisiä aineita, joihin on sitoutunut yhteyttämisessä auringon energiaa. Biomassaa ovat siis muun muassa puupohjaiset polttoaineet. Suomen kokonaisenergian kulutuksesta uusiutuvilla tuotettiin vuonna 2012 27 % (Kuvio 1). Kulutus jakautui seuraavasti: Vesi- ja tuulivoimalla 4 % ja puupolttoaineilla 23 %. (Tilastokeskus 2013a.)

Fossiilisia eli uusiutumattomia energiavaroja ovat öljy, hiili, maakaasu, uraani, fuusioenergia ja turve (Hellgren ym. 1999, 16). Suomen kokonaisenergian kulu-

tuksesta fossiilisella polttoaineilla tuotettiin vuonna 2012 73 % (Kuvio 1). Kulutus jakautui seuraavasti: Öljy 24 %, hiili 10 %, maakaasu 8 %, ydinenergia 18 %, turve 5 %, sähkön nettotuonti 5 % ja muilla 3 %. (Tilastokeskus 2013a.)



Kuvio 1. Suomen energiankulutus 2012.

3.2 Energiankäyttö lämmittämiseen Suomessa

Kokonaisenergiankulutus Suomessa vuonna 2011 oli 387 TWh ja asumisen energiankulutus oli 61 884 GWh. Asuinrakennusten lämmittämiseen kulutuksesta kohdistui 84 % ja kotitalouslaitteisiin 16 %. Lämmitysenergian vuosittaiseen tarpeeseen vaikuttaa ulkolämpötila. (Tilastokeskus 2012.)

Asumisen energiankulutus energialähteittäin jakautui seuraavasti: 35 % sähköllä, 28 % kaukolämmöllä, 23 % puulla, 8 % kevytpolttoöljyllä, 5 % lämpöpumpuilla ja 1 % muilla, kuten maakaasulla, turpeella, raskaalla polttoöljyllä ja hiilellä. (Tilastokeskus 2013b.)

4 Ympäristötavoitteet Pohjois-Karjalassa

Kansallisessa metsäohjelmassa on tavoitteena lisätä metsien käyttöä energian tuotannossa ja suurin osa tästä lisäyksestä tulisi toteuttaa hakkeella (Maa- ja metsätalousministeriö 2011, 18). Myös maakuntasuunnitelmassa Pohjois-Karjalan strategia 2030 mainitaan erityisesti, että metsäalaa pitää uudistaa ja Pohjois-Karjalassa tarvitaan uudenlaisia ratkaisuja energiatehokkuuden parantamiseksi. Strategian mukaan öljyriippuvuutta pyritään vähentämään ja öljy korvamaan alueen omilla uusiutuvilla energiaratkaisuilla. Sähkön, lämmön ja liikenteen polttoaineiden valmistus, jakelu ja käyttö muodostavat merkittävän elinkeinon maakunnassa. Metsäpohjaiset tuotteet, kuten metsähake, polttopuu, pelletti, biopolttoaineet ja teollisuuden sivutuotteet ja metsäenergiaan liittyvät koneet, laitteet sekä energiayrittäjyys, ovat avainasemassa maakunnan tavoitteessa energiaomavaraisuudesta sekä osaamisen ja teknologian vientitoiminnasta. (Turunen 2010, 32–33.)

Joensuun seutu on tehnyt oman Joensuun kaupunkiseudun kuntien ilmastostrategian. Ilmastostrategian piiriin kuuluvat Joensuu, Kontiolahti, Liperi, Polvijärvi ja Outokumpu. Strategian tavoitteena on toteuttaa Suomea koskevia ilmastotavoitteita Joensuun seudulla. Tavoitteena on siis vähentää kasvihuonepäästöjä 16 prosenttia vuoden 2005 tasosta, vuoteen 2020 mennessä, lisätä energiatehokkuutta, nostaa uusiutuvan energian osuus 38 prosenttiin energian kokonaistuotannosta ja nostaa liikenteen biopolttoaineiden osuus 10 prosenttiin. Ilmastostrategian yksi osa-alue on, että kuntien käyttämien ja omistamien kiinteistöjen energiankulutuksesta vuonna 2020 vähintään 90 prosenttia perustuu uusiutuviin energianlähteisiin. Tavoitteisiin pyritään strategiakuntien osalta muun muassa vaihtamalla öljylämmityskattilat pelletillä tai hakkeella toimiviksi aina kattiloiden uusimistarpeen yhteydessä. (Joensuun kaupunkiseudun ilmastostrategian valmisteluryhmä 2009, 5–6, 30.)

5 Puupolttoaineiden käyttö energianlähteenä

5.1 Puupolttoaineet

Puupohjaisia polttoaineita ovat metsähake, pelletti, pilke, mustalipeä, puru, kuori, kantopuu, briketti, puukaasu, puuhiili, energiapaju sekä kierrätyspuu (Finnish

Bioenergy Association 2010). Puupolttoaineista kappaleessa tarkastellaan lähemmin metsähaketta, puupellettiä ja pilkkeitä.

Metsähakkeen käyttö on lisääntynyt ja yhä lisääntymässä myös isojen kiinteistöjen lämmönlähteenä. Parhaiten hake soveltuu lämpörittäjille ja metsätiloille. (Lappalainen 2007, 8.) Lämmön- ja energiantuotantoon metsähaketta on käytetty vuosina 2010–2012 noin 7,6 miljoonaa m³ vuodessa. Valtioneuvosto on asettanut tavoitteeksi vuoteen 2020 mennessä lisätä metsähakkeeseen pohjautuvaa energian ja lämmön tuotantoa 13,5 miljoonaan m³. Kantoja ja hakkuutähteidän käyttö on nykyisin noin 4,5 miljoonaa m³ vuodessa. Ainespuuhakkuiden pysyessä nykytasolla on suurin osa kasvavasta energiapuun käytöstä täytettävä ainespuukokoisella puulla. (Metsäntutkimuslaitos 2013.)

Pilkkeitä käytetään lämmönlähteenä ja tunnelmantuojina pienissä tulisijoissa ja vesikeskusjärjestelmiin liitetyissä kattiloissa. Pilkkettä käytetään jonkin verran ainoana lämmönlähteenä, mutta yleisemmin ne ovat lisälämmön lähde. Pelletti on uusi tulokas pilkkeen ja metsähakkeen rinnalla. Pellettijärjestelmien asennus- ja huoltopalveluiden kehittyminen edesauttaa pellettien suosiota. (Lappalainen 2007, 8.)

5.2 Puupolttoaineiden hyödyt ja haitat

Puun käyttöä halutaan edistää ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi, koska puuta pidetään hiilidioksidipäästöjen suhteen neutraalina polttoaineena. Tämä tarkoittaa sitä, että puunpoltto vapauttaa ilmakehään saman verran hiilidioksidia kuin vastaavan puumäärän lahoaminen luonnossa. Puupolttoaine voittaa siis kirkkaasti öljyn hiilidioksidipäästövertailussa. Sadasta litrasta öljyä tulee noin 288 kilogrammaa hiilidioksidipäästöjä. Puu on myös kotimainen vaihtoehto, sitä saadaan läheltä ja puulla voidaan korvata fossiilisia polttoaineita kuten öljyä. Näin hiilidioksidipäästöt vähenevät, mikä on Suomen energia- ja ilmastopolitiikan mukaista. (Lappalainen 2007, 7–13.)

Puun pienpoltossa on kuitenkin havaittu haittavaikutuksia. Puun palaessa syntyy väistämättä pienhiukkaspäästöjä. Pienhiukkasten haitallisuus riippuu paljolti lämmityslaitteista ja polttoaineen laadusta. Kuiva ja hyvä polttoaine, oikein säädetyt ja huolletut laitteet sekä hyvin toimiva tekniikka varmistavat puhtaan ja

tehokaan palamisen ja kemiallisesti vaarattomat päästöt. Epätäydellisessä palamisessa syntyy enemmän pienhiukkasia kuin täydellisessä palamisessa, ja hiukkaset ovat kemialliselta koostumukseltaan terveydelle haitallisempia. Haitallisinta on huonolaatuinen roskien polttaminen ja kitupoltto. (Lappalainen 2007, 7–12.)

Uusiutuvien energialähteiden laitteistojen investointikustannukset ovat suuremmat kuin öljy- ja sähkölämmityksissä. Tavoitteiden saavuttamiseksi voidaan käyttää poliittisia keinoja, joiden avulla voidaan parantaa uusiutuvan energian kilpailukykyä. Tällaisia keinoja ovat esimerkiksi investointituet ja fossiilisten polttoaineiden kovempi verotus. (Lappalainen 2007, 7–13.)

Valtion tukea voi saada voima- ja lämpölaitosten, maatilojen ja pientalojen siirtäessä pellettien tai hakkeen käyttöön. Investointiavustusta myönnetään suurille ja pienille voima- ja lämpölaitoksille polttoaineen tuottamiseen ja käsittelyyn tarvittaviin laitteisiin. Valtion energiatukea voidaan myöntää yrityksille ja yhteisöille, mutta ei yksityishenkilöille, asuinkiinteistöille tai maataloille. Pientaloille voidaan kuitenkin myöntää valtion energia-avustusta kasvihuonepäästöjä vähentävään energiajärjestelmän muutokseen kuten pelletti- tai muun puulämmitysjärjestelmän rakentamiseen. (Maa- ja metsätalousministeriön bioenergiatuotannon työryhmä 2008, 25.)

5.3 Metsähake

5.3.1 Energiapuun korjuu

Metsähaketta voidaan tehdä kokopuusta, jossa yleensä on jotain vikaa kuten lahoa, pienpuusta, hakkuutähteistä ja kannoista (Sandström 2012, 2). Haketta voidaan tehdä myös rakennustähteistä ja sahausjätteestä (Itä-Suomen Energiatoimisto 2001, 4).

Pienpuuta korjataan nuoren metsän hoitokohteilta ja ensiharvennuksilta. Pienpuuta voidaan korjata joko karsittuna tai karsimattomana energiarankana. Karsitun energiarangan korjuu on samantyyppistä kuin kuitupuun hakkuu, jossa hakkuukone kaataa ja karsii puut, jonka jälkeen ajokone ajaa rangat tienvarteen. Tyypillisesti energiarangat ovat 2,7–5,0 metriä pitkiä ja latvaläpimitaltaan 4,0–5,5 senttimetriä paksuja. Menetelmä sopii ensiharvennuskohteille. Karsitun ran-

gan etuja ovat kuljetustehokkuus kaukokuljetuksissa sekä hyvä varastoitavuus. Karsittu ranka soveltuu hyvin niin pienkiinteistöihin kuin voimalaitoskokoluokkaan. Karsitun rangan saanto on kuitenkin 20–30 % pienempi kuin karsimattoman rangan ja korjuu vaatii usein ennakkoraivauksen. (Alakangas, Erkkilä & Heikkinen 2013, 3.)

Karsimaton ranka eli kokopuuranka korjataan usein leikkaavalla energiapuurouralla varustetulla hakkuukoneella. Korjuu voidaan tehdä myös normaalilla hakkuukoneella, jossa on joukkokäsittelykoura. Tämä menetelmä sopii hyvin nuoriin metsiin, joissa taimikonhoito on jäänyt tekemättä. Korjatun rangan pituus on yleensä 6,0–7,0 metriä. Kokopuurangat kuljetaan ajokoneella tienvarsivarastoon, jossa ne kuivumisen jälkeen haketetaan ennen kaukokuljetusta. Kokopuurangan korjuussa voidaan käyttää myös yhdistelmähakkuukoneita, joilla voidaan hakettaa ja kuljettaa puut tienvarteen. Tienvarsivarastossa olevat kokopuukasat suojataan usein voimapaperilla sateelta ja lumelta. (Alakangas ym. 2013, 3.)

Hakkuutähteitä (kuva 1) korjataan tyypillisesti kuusivaltaisilta uudistusaloilta, koska harvennuksilta kertyvä hakkuutähteiden määrä ovat vähäisempi. Hakkuukone karsii latvat ja oksat kasoihin. Ajokone kerää ja kuljettaa hakkuutähteen tienvarsivarastoon kuivumaan. Hakkuutähde haketetaan usein ennen kaukokuljetusta kuljetustehokkuuden lisäämiseksi. Tienvarsihaketus on yleisin metsähakkeen tuotantomenetelmä Suomessa, paalausta ja palstahaketusta käytetään harvemmin. (Alakangas ym. 2013, 3.)

Kantoja korjataan vain uudistusaloilta ja osa kannoista jätetään nostamatta luonnon monimuotoisuuden turvaamiseksi. Kannot nostetaan kaivinkoneen erikoiskauhalla. Kannoista ravistellaan noston yhteydessä irtonainen maa-aines sekä ne halkaistaan 2–5 osaan ja kootaan kasoihin. Kasoissa kannot kuivuvat ja puhdistuvat 4–8 viikkoa. Tämän jälkeen niitä pidetään vielä puhdistumassa ja kuivamassa tienvarsivarastossa läpi kesän. (UPM metsämaailma 2008-2013.)



Kuva 1. Energiapuukasat. (Kuva: Essi Hämäläinen.)

5.3.2 Energiapuun haketus

Tällä hetkellä eniten käytössä olevat hakkurityypit ovat rumpuhakkuri, laikkahakkuri ja kartioruuvihakkuri. Myös murskaimilla tehdään haketta. Niiden puuraaka-ainevalikoima on näistä laajin ja ne kestävät parhaiten epäpuhauksia. (Metsäkeskukset 2010, 27–30.)

Rumpuhakkuri on hakkureista kaikkiruokaisin. Hakkuri soveltuu koko puun, sahapinnan, karsitun rangan ja latvusmassan hakettamiseen ja suuremmat rumpuhakkurit jopa pienten tukkien hakettamiseen. Rumpuhakkuri kestää epäpuhauksia paremmin kuin muut hakkurityypit. Hakkurissa on lieriönmallinen rumpu, jossa mallista riippuen on 2–20 terää. Puu syötetään telamatolla tai ketjukuljetimilla. Rumpuhakkurissa saadaan seulojen avulla halutunkokoista haketta. Hakkurin heikkoutena on pitkät ja tikkumaiset hakepalat, jotka voivat tuoda ongelmia lämpölaitosten hakkeen kuljettimilla. (Metsäkeskukset 2010, 28–30.)

Laikkahakkuri tarvitsee tasalaatuista raaka-ainetta, että se pystyy tekemään tasalaatuista haketta. Laikkahakkurin terärakenne vaurioituu herkästi, joten se ei sovellu latvusmassan haketukseen. Sopivia raaka-aineita ovat koko puu, sahapinnat ja karsittu ranka. Laikkahakkureiden toimintaperiaate perustuu raskaaseen vauhtipyörään, jossa on säteen suuntaisesti kahdesta kuuteen terää. Pienemmissä malleissa terät vetävät puuta hakkurin sisään, mutta suuremmissa malleissa käytetään paino- ja syöttörullia. (Metsäkeskukset 2010, 27.)

Kartioruuvihakkuri soveltuu hyvin vain sahauspintojen, ja karsitun rangan hakettamiseen, eikä se käy yleishakkuriksi. Kartioruuvihakkurissa on syöttösuppilo, jossa puu työntyy kohti kartionmallista ruuvia. Kartioruuvi vetää puun hakkuriin. (Metsäkeskukset 2010, 28.)

5.3.3 Hakkeen koostumus

Puu kostuu noin 50 % hiilestä, 40 % hapesta ja 6–7 % vedystä. Puu palaa pitkällä liekillä ja vaatii suuren palotilan. Haihtuvia aineita puussa on 80–90 % ja kiinteän hiilen osuus on noin 14,5 %. Tuhkapitoisuus on tavallisesti 0,4–0,7 %, joka on vain kymmenes siitä mitä polttoturpeella. Puun tuhkapitoisuus on siis pienempi kuin muilla kiinteillä polttoaineilla ja tämä helpottaa tuhkan käsittelyä ja pienentää siitä syntyviä kustannuksia. (Itä-Suomen Energiatoimisto 2001, 5.)

Tuoreen puun kosteuspitoisuus on yleensä 40–60 %. Puun kosketus vaihtelee hieman puulajeittain ja vuodenoittain. (Puhakka, Alakangas, Alanen, Airaksinen, Soini, Siponen & Kainulainen 2001, 6.) Hakekattiloihin sopii parhaiten palakooltaan 1–3 cm pituiset hakelastut (kuva 2). Hakekattiloissa puun kosteuden suositellaan olevan enintään 35 %. Liian kostea puupolttoaine aiheuttaa noki-metaanipäästöjä normaalia enemmän ja palaa tehottomasti. Mitä kosteampaa hake on, sitä vähemmän siitä saadaan lämpöenergiaa ja lämpökattilan hyötysuhde heikkenee voimakkaasti kosteuden lisääntyessä. Hakkeen polton automatisointi edellyttää riittävän kuivaa haketta. Varastointivaiheessa hakkeen suuri kosteuspitoisuus voi aiheuttaa polttoaineen homehtumisen, holvaantumisen ja talvella jäätymisen. Noin 1,5 i-m³ haketta tai 120 litraa öljyä tarvitaan tuottamaan yhden MWh:n energiaa, tämä tarkoittaa sitä, että 1 i-m³ metsähaketta vastaa 80 litraa öljyä. (Itä-Suomen Energiatoimisto 2001, 5.)



Kuva 2. Hakelastut. (Kuva: Essi Hämäläinen.)

5.3.4 Hakkeen sopivuus eri lämpölaitoksille

Lämpölaitokset jaetaan kolmeen luokkaan: pienet, keskikokoiset ja isot. Pienkohteille hakkeeksi sopii hyvin karsittu ranka, sahaustuotteet ja rumpuhakkurilla haketettu kokopuuhake, jos käytetään tiheää seulaa. Teknisesti riittävän hyvää haketta saadaan tehtyä rumpuhakkurilla, laikkahakkurilla ja kartioruuvihakkurilla. Näistä rumpuhakkuri on yleisin ja se onkin melkein kaikkiruokainen hakkeen suhteen. (Etelätalo 2013, 7.)

Pienkohteet ovat vaativampia hakkeen laadun suhteen ja tämän takia hakkeen tulee olla tasalaatuista ja suhteellisen kuivaa, kosteuden tulisi olla alle 25 %. Laadukkaalla hakkeella vältetään lämpökattilan häiriöitä ja sitä myöten käyttökatkoja. Laatuhake-nimitystä käytetään silloin, kun hake on oikeaoppisesti tuotettu ja käsitelty sekä kuivattu. Laatuhake sopii parhaiten pienemmille kohteille kuten omakotitaloihin ja maatilakohteille, joiden lämpökattilat ovat 20–200 kW kokoisia. (Metsäkeskukset 2010, 6–7.)

Keskikokoiset lämpölaitokset, kooltaan 200–1 000 kW, pystyvät pienikohteiden polttoaineiden lisäksi käyttämään yleensä latvusmassasta ja kokopuusta tehtyä haketta. Hakkeen palakoon tulee olla tasainen, mutta vaihtelu voi olla suurempaa kuin pienkohteissa. Keskikokoisissa lämpölaitoksissa hakkeen kosteuden tulisi olla alle 40 %. (Metsäkeskukset 2010, 6–7.)

Isoiksi lämpölaitoksiksi mielletään hakelaitokset, joiden teho on yli 1 000 kW (kuva 3). Tällaiset laitokset eivät ole polttoaineen suhteen yhtä vaativia kuin pienemmät. Isoissa laitoksissa tekniikka mahdollistaa kosteiden hake-erien polton, hakkeen kosteus voi olla jopa 65 %. Tällöin kuitenkin hyötysuhde laskee, koska alle 5 MW:n laitoksissa on harvoin lämpöpumppua tai savukaasupesuria, joilla saataisiin vesihöyryyn sitoutunut energia talteen. Paras toimintavarmuus ja hyötysuhde saavutetaan kuitenkin tasalaatuisella hakkeella. (Puhakka ym. 2001, 14.)



Kuva 3. Hakelämpölaite. (Kuva: Essi Hämäläinen.)

5.4 Puupelletti

Puupelletit valmistetaan kuivasta hiontapölystä, sahanpurusta tai höylänlastusta eli mekaanisen puujalostusteollisuuden sivutuotteista. Pelletit ovat tyypillisesti 6–12 mm paksuja ja 10–30 mm pitkiä puristamalla valmistettuja sylinterimäisiä rakeita (kuva 4), joiden kosteuspitoisuus on alle 10 %. Lämmityksen ja käytön toimimisen takaamiseksi tasalaatuinen polttoaine on tärkeää. Varsinkin pienkiinteistöjen lämmityksessä on tärkeää, että pelletit kestävät käsittelyä ja pölyä ja purua on vähän. Pienempien kohteiden kuten omakotitalojen pellettijärjestelmät vaativat laadukasta pellettiä. Suuremmissa aluelämpökohteissa pelletti voi olla myös heikompilaatuista. (Puhakka, Alanen, Kokkonen, Nalkki & Rousku 2003, 4.)



Kuva 4. Puupellettejä. (Kuva: Essi Hämäläinen.)

Puupelletti on tasalaatuista ja tiivistä polttoainetta, jota on helppo kuljettaa, käsitellä ja käyttää. Alhaisen kosteuden vuoksi pelletti ei homehdu tai jäädy. Pelletin tuhkapitoisuus on alhaisempi ja se tarvitsee vähemmän varastotilaa verrattuna muihin kiinteisiin polttoaineisiin. Pelletit on varastoitava kuitenkin kuivassa tilassa, sillä ne eivät kestä vettä. Pelletit, kuten hakekin, on usein kotimaista energiaa. (Puhakka ym. 2003, 4.)

5.5 Pilke

Pilke, halko ja klapi tarkoittavat kaikki samaa eli katkottua polttopuuta, jonka pituus vaihtelee käytettävän kohteen mukaan 20–100 cm välillä (kuva 5). Suomessa oli vuonna 2007 arviolta 2,2 miljoonaa tulisijaa, joista 1,2 miljoonaa omakotitaloissa, 0,8 miljoonaa vapaa-ajan asunnoilla ja 0,2 miljoonaa rivitaloissa. Suurin osa pilkkeestä saadaan omista metsistä ja vain noin 15 % on ostopuuta. Yleisesti polttopuut ovat lisälämmön lähde sähkölämmitteisissä pientaloissa, joita on Suomessa 0,65 miljoonaa. (Lappalainen 2007, 8,86.)



Kuva 5. Pilkkeitä. (Kuva: Essi Hämäläinen.)

Polttopuilla lämmittäessä on pilkkeen laadulla ja polttotavalla iso merkitys pienhiukkaspäästöissä. Pilkkeen tulee olla kuivaa ja mielellään huoneenlämpöistä takkaan laitettaessa. Tuhkat pitää tyhjentää säännöllisin väliajoin, että ilma pääsee kiertämään kunnolla. Puut kannattaa latoa ennen sytyttämistä suhteellisen väljästi ja sytytys tulisi suorittaa puiden päältä esimerkiksi tuohta apuna käyttäen. Näillä keinoilla saadaan pienhiukkaspäästöt mahdollisimman pieniksi takkaa lämmittäessä. (Metsäkeskus 2014.)

6 Energiapuunkorjuun tuet

6.1 Kestävän metsätalouden rahoitustuki

Kemera eli kestävän metsätalouden rahoitustuki on Suomen valtion rahoittama ja metsäkeskuksen myöntämä tuki metsänhoitoon yksityismetsänomistajille. Tuki parantaa metsätöiden kannattavuutta. Tukea voi saada myös luonnonhoitoon sekä arvokkaiden elinympäristöjen säästämiseen. (Koistinen 2012a.)

Kemera-tuen energiapuulle voi saada nuoren metsän hoidon yhteydessä ja ensiharvennuksilta hakattavalle energiapuulle. Energiapuun korjuutukea saa, kun puuta kertyy nuoren metsänhoitokohteella vähintään 20 m³ ja puut luovutetaan energiakäyttöön. Tuen saanti edellyttää, että metsäkeskukselle on annettava vakuutus puun luovutuksesta energiakäyttöön. Energiapuun korjuutuki on 7,00 €/m³ ja tuki koostuu kasauksesta 3,50 €/m³ ja kuljetuksesta 3,50 €/m³. Työlli-

syystyönä tehtyyn korjuuseen myönnetään vielä lisätukea 1,70 €/m³. Energia-puun haketustukea on saanut vuoden 2012 loppuun asti, mutta se on ollut määräaikainen eikä sitä enää makseta. (Koistinen 2012b.)

6.2 Pienpuun energiatukijärjestelmä

Suomessa on ruvettu uudistamaan tukijärjestelmiä, joilla tähdätään uusiutuvien energialähteiden lisäämiseen. Tästä johtuen käynnistettiin keväällä 2010 myös metsähakkeen edistävien tukijärjestelmien uudistaminen. Petun eli pienpuun energiatukijärjestelmän on tarkoitus korvata nykyisin kemeran nojalla maksettava energiapuunkorjuutuki. Euroopan komissio ei kuitenkaan hyväksynyt petua siinä muodossa, missä Suomi sitä ehdotti, joten esityksen jälkeen petua arvioitiin uudelleen ja siihen tehtiin pieniä muutoksia. Uusi ehdotus lähetettiin Euroopan komission käsittelyyn heinäkuussa 2012 ja se on vieläkin siellä. Uusi petu tulee aikaisintaan voimaan vuoden 2014 aikana, mikäli se hyväksytään komission käsittelyssä. (Maa- ja metsätalousministeriö 2012.)

Uudistetun ehdotuksen päälinjaukset ovat:

- Tukea voisi hakea vasta, kun pienpuuerä on hakitettu ja siirtynyt energialaitoksen omistukseen.
- Tukea maksettaisiin 5 €/m³. Tämä vastaisi noin 2 € hakettua irtokuutiota kohti.
- Tuettavat puuerät tulee ohjata lämmön- tai sähköntuotantoon. Ei esimerkiksi liikenteen polttoaineiden tuotantoon.
- Tuen hakijan täytyy olla energian tuottaja eli lämpö- tai sähkölaitos.
- Pienpuuhake-erien tulee olla lähtöisin ensiharvennuksilta tai nuoren metsän hoitokohteilta. Korjuukohteelle jäävän puuston keskimääräinen rinnankorkeusläpimitta tulee olla alle 18 cm. (Maa- ja metsätalousministeriö 2012.)

7 Hakelaitosten aluetalousvaikutus

Aluetalousvaikutus tarkoittaa sitä, millainen vaikutus esimerkiksi hakelaitoksella on alueen työllisyyteen ja alueelle jäävään tuloon. Aluetalousvaikutukset voidaan jakaa kolmeen luokkaan, joita ovat suorat vaikutukset, epäsuorat vaikutukset ja välilliset vaikutukset. Suorat vaikutukset ovat välittömiä lämpölaitoksen aiheuttamia talousvaikutuksia, epäsuorat vaikutukset ovat lämpölaitoksen aiheuttamia työllisyyden ja tuotannon muutoksia muilla talouden sektoreilla ja välilliset vaikutukset ovat esimerkiksi uudesta työllisyydestä ja energiakulujen alenemisesta seuraavat kotitalouksien kulutusvaikutukset. (Lehtonen & Okkonen 2011, 81–89.)

Aluetalousvaikutusta voidaan kuvata erilaisilla kertoimilla. Kertoimia ovat tuotantokerroin, työllisyyskerroin ja tulovaikutuskerroin. Sovellettaessa aluetalousvaikutusta hyvin automatisoiduissa lämpölaitoksissa, joissa välituotekäyttö keskittyy pääsääntöisesti poltettavaan raaka-aineeseen, työllisyysvaikutukset ovat alhaisemmat kuin esimerkiksi rakentamisessa. Rakentamisessa käytetään paljon työvoimaa ja alueen omia välituotteita tuotannossa. Kuitenkin metsäenergian korjuu, kuljetus ja jalostaminen työllistävät hyvin ja toiminta on paikallista, johtuen kuljetusetäisyyksien ja -kustannusten vaikutuksesta. Bioenergian hyötyjä ovat myös parantunut energianhuoltovarmuus sekä ympäristöhyödyt. (Lehtonen & Okkonen 2011, 82.)

Tuotantokerroin ilmoittaa, miten aluetalouteen kohdistuva kasvu jollekin toimialalle hyödyttää myös muita toimialoja välituotekulutuksen kasvun seurauksena. Tuotantokerroin osoittaa, kuinka raha alkaa kiertää aluetaloudessa. Lämpölaitoksen toiminnan tuotantokerroin Pohjois-Karjalassa on 1,80. Vertailun vuoksi maanrakennuksessa vastaava kerroin on 2,71. Tuotantokertoimella saadaan laskettua alueen kokonaisvaikutus kertomalla suora vaikutus tuotantokertoimella. (Lehtonen & Okkonen 2011, 84.)

Työllisyyskerroin kertoo, kuinka paljon työpaikkojen lukumäärä alueella kasvaa yhtä työpaikkaa kohden. Työllisyyskerroin on aina suurempi kuin yksi, koska yksi edustaa toimialan lähtötilannetta. Pohjois-Karjalassa lämmöntuotannon työllisyyskerroin on 1,75. Työllisyyskerroin muodostuu suorista vaikutuksista 1,14 ja epäsuorista ja johdannaisvaikutuksista 0,61. Työllisyyskerroin tarkoittaa,

että yksi työpaikka lämmöntuotannossa johtaa edelleen 0,75 työpaikan syntymiseen Pohjois-Karjalassa. Työvoimaintensiivisessä rakentamisessa työllisyyskerroin on 2,09. Työllisyyskertoimien laskennassa on huomioitu kotitalouksien kulutusvaikutukset aluetalouteen. (Lehtonen & Okkonen 2011, 85–86.)

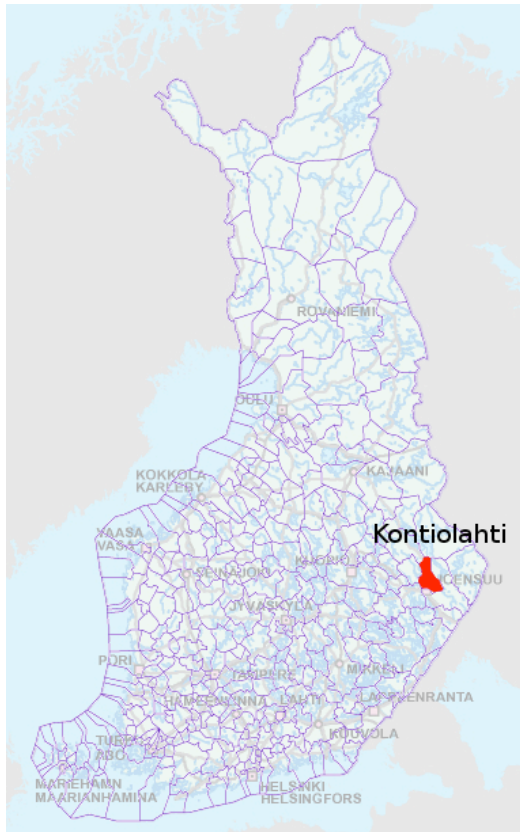
Tulovaikutukset osoittavat, miten paljon kotitalouksien tulot kasvavat kerrannaisvaikutuksen seurauksena yhtä euroa kohden. Lämmöntuotannon tulovaikutuskerroin on varsin alhainen, 1,98, kun vastaavasti maanrakennuksen luku on 3,76. Lämmöntuotannon tulovaikutuskerroin muodostuu suorista vaikutuksista 1,15 sekä epäsuorista ja johdannaisvaikutuksista 0,83. (Lehtonen & Okkonen 2011, 81–89.)

Vaikka lämmöntuotannon kertoimet ovat joka osa-alueella suhteellisen pienet, on paikallinen lämmöntuotanto merkittävä tekijä aluekehityksen edistäjänä ja tasapainottajana. Paikallinen haketuotanto korvaa tuontiöljyä ja hakkeen hyödyt eivät rajoitu vain kotimaisuuteen, vaan sillä on myös ympäristöhyötyjä. (Lehtonen & Okkonen 2011, 81–89.)

Yhteiskunta haluaa edistää metsähakkeen käyttöä ja tuotantoa ensisijaisesti ilmastonmuutoksen luoman ympäristöuhan takia, mutta myös maaseudun elinvoimaisuuden ja työllisyyden turvaamiseksi. Vaikka työllisyysnäkökulmasta jäävätkin usein taka-alalle, niillä on kuitenkin painoarvoa kunnallisessa päätöksenteossa. Vaikka paikallisiin energianlähteisiin turvaaminen ei luo työpaikkoja niin paljon kuin on toivottu, sen työllisyysvaikutus ei ole kuitenkaan missään nimessä merkityksetön. (Hakkila 2004, 95.)

8 Kontiolahden kunta

Kontiolahden kunta on opinnäytetyön toimeksiantaja. Kontiolahti sijaitsee Itä-Suomen läänissä Pohjois-Karjalan maakunnassa (kuva 4). Kontiolahdessa asuu noin 14 100 asukasta. Kunnan väkiluku on kasvanut keskimäärin 150–200 asukkaan vuosivauhtia aina vuodesta 1978 lähtien. Ikärakenteeltaan ja väestökehitykseltään kunta poikkeaa monesta muusta Itä-Suomen kunnasta. Kunnan ikärakenne on Pohjois-Karjalan nuorimpia. (Kontiolahden kunta 2013.)



Kuva 4. Kontiolahden kunta. (Lähde: Maanmittauslaitos.)

Kontiolahti on Joensuun naapurikunta ja Joensuun läheisyys nostaa myös Kontiolahden asukaslukua. Kontiolahden kunnan työpaikkaomavaraisuus vuonna 2005 oli 61,4 %. Työssäkäyntiliikenne naapurikuntiin, varsinkin Joensuuhun on melko runsasta. Kontiolahden kolme suurinta työnantajaa ovat Kontiolahden kunta, Paiholan sairaala sekä Pohjois-Karjalan rajavartioston esikunta. (Kontiolahti kunta 2009.). Näistä kolmesta Paiholan sairaalasta loppuu toiminta vuonna 2016 (Puustinen 2014a). Suuri työllistäjä Pohjois-Karjalan prikaati lopetti toimintansa vuoden 2013 loppuun (Ahjopalo 2013). Nämä kaksi jättävät siis suuren aukon Kontiolahden työllisyyteen. Maa- ja metsätaloudessa kunnan työllisestä työvoimasta toimii 6 % (Kontiolahti kunta 2009).

9 Opinnäytetyön tavoitteet ja aikataulu

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, paljonko yli 200 kW:n hakelämpölaitoksilla tuotetaan lämpöä Kontiolahden alueella ja paljonko ne korvaavat tuontiöljyä. Lisäksi tutkimuksessa selvitettiin aluetalousvaikutuksen avulla, miten paikallisen, uusiutuvan energialähteen hyödyntäminen lämmön tuotannossa vaikuttaa

Kontiolahden talouteen. Tarkastelun kohteena on hakelämpölaitoksen taloudellinen, työllistävä ja ympäristöllinen vaikutus. Oletuksena on, että energianlähde laitoksiin saadaan paikallisesta puusta, jolloin myös tulot jäävät kuntaan, kun taas fossiiliset polttoaineet, kuten öljy, ostetaan ulkomailta. Toinen oletus on, että laitoksilla olisi työllistävä vaikutus Kontiolahden kunnassa.

Tutkimuskohteiksi valittiin taloudellinen, työllistävä ja ympäristöllinen näkökulma, koska kaikki kolme ovat ajankohtaisia aiheita. Taloudellinen tilanne ei ole Suomessa lähtenyt taantumien jälkeen kunnolla nousuun. Työllisyystilanne ei ole parantunut odotetusti ja ympäristöä uhkaa ilmastonmuutos.

Kontiolahden hakelämpölaitoksilta selvitettiin kyselyn avulla perustietoa laitosten sijainnista, energiantuotannosta sekä työllistävyydestä. Kysely kohdennettiin yli 200 kW:n hakekattilan omaaville lämpölaitoksille, koska ne on rakennettu tuottamaan lämpöä useammille rakennuksille. Alle 200 kW:n hakelämpölaitokset tuottavat lämpöä pääasiassa omaan käyttöön, ja niitä käytetään esimerkiksi yksittäisten maatilojen ja omakotitalojen lämmitykseen (Metsäkeskukset 2010, 6).

Opinnäytetyön toimeksianto tuli maaliskuussa 2013 ja suunnitelmaseminaariesitys oli huhtikuussa 2013. Tiedonkeruulomakkeet lähetettiin marraskuussa ja vastaukset näihin tulivat joulukuussa. Joulukuussa suoritettiin myös haastattelu. Opinnäytetyöesitys pidettiin helmikuussa 2014.

10 Aineiston hankinta ja analysointi

Opinnäytetyö toteutettiin pääsääntöisesti kvalitatiivisella tutkimuksella, mutta siinä oli myös kvantitatiivisia piirteitä. Aineisto kerättiin lomakkeella, joka lähetettiin sähköpostilla hakelaitoksien toiminnasta vastaaville henkilöille. Sähköpostilla lähetetty kysely oli tutkimuksen kannalta hyvä vaihtoehto, sillä kysymykset vaativat asiaan paneutumista, eikä niihin olisi voinut suoralta kädeltä vastata. Sähköpostilla kyselyyn vastaaminen antoi mahdollisuuden tarkkoihin vastauksiin. Sähköpostilla lähetetty kysely on myös tiedonkeruun kannalta tehokas menetelmä. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2004, 184.) Kysely lähetettiin kaikille Kontiolahdella toimiville yli 200 kW kokoisille hakelämpölaitoksille, joita on yhteensä yhdeksän. Kaikki vastasivat kyselyyn.

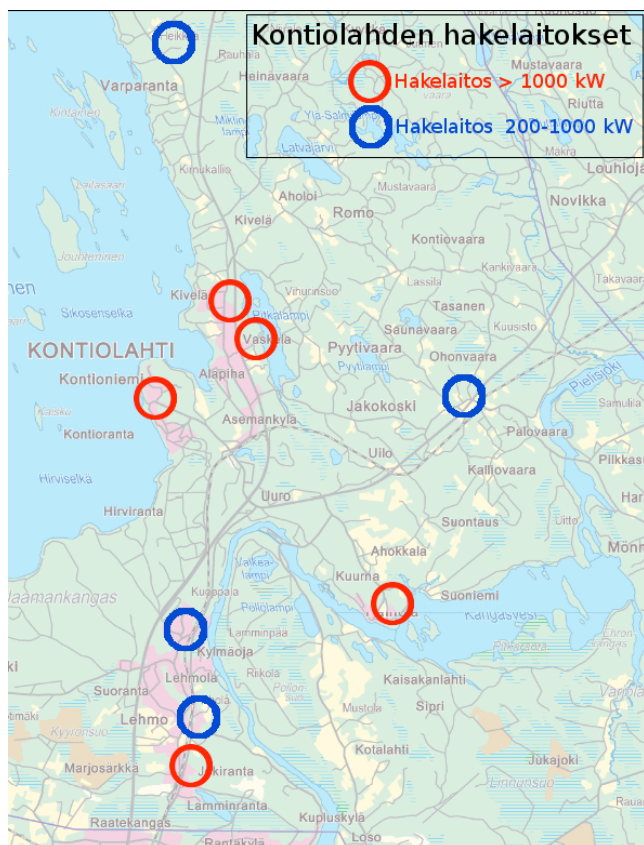
Tämän lisäksi haastateltiin myös Kontio-Energia Osuuskunnan aktiivijäsentä, joka on myös toiminut Kontiolahden kunnanvaltuustossa ja -hallituksessa. Henkilö valikoitui haastateltavaksi, sillä hän on osallisena usean Kontiolahdella toimivan hakelämpölaitoksen toiminnassa ja hänellä tietoa kunnan toimintatavoista. Hänen kanssaan tutustuttiin myös viiteen Kontiolahdella toimivaan hakelämpölaitokseen.

Kvalitatiivinen menetelmä soveltui hyvin tämän opinnäytetyön tutkimusmenetelmäksi, koska tutkittava joukko oli pieni, ja se soveltuu hyvin monipuoliseen tulosten käsittelyyn. Lisäksi se antaa mahdollisuuden käsitellä tuloksia joustavasti. (Hirsjärvi ym. 2004, 154–155).

Tuloksia analysointiin sisällön analyysin avulla. Sisällön analyysi on menettelytapa, jolla voidaan analysoida tuloksia objektiivisesti ja järjestelmällisesti. Sillä pyritään kuvaamaan tutkittavaa ilmiötä yleisessä ja tiivistetyssä muodossa. Lisäksi se myös selkeyttää vastausten käsittelyä. (Tuomi & Sarajärvi 2003, 105–106.) Tuloksia analysoidessa vastaukset jaoteltiin lämpölaitosten yleistietojen, lämmöntuotannon ja lämmityskohteiden mukaan. Jokainen vastaus käsiteltiin yksitellen ja näistä vastauksista muodostettiin kokonaisuuksia, joita seuraavassa luvussa esitellään.

11 Tutkittavien lämpölaitosten perustiedot

Kontiolahdella sijaitsee yhdeksän yli 200 kW:n hakelämpölaitosta (kuva 5). Lämpölaitokset voidaan jakaa kahteen luokkaan, keskikokoisiin 200–1 000 kW ja isompiin yli 1 000 kW:n laitoksiin. Keskikokoisia hakelaitoksia on Kontiolahdella neljä ja viisi isompaa. Hakelaitoksista neljä omistaa Kontio-Energia Osuuskunta, kaksi Biowin Karelia Oy ja yhdet Kontiolahden kunta, Mestarinikkarit Oy sekä Kiinteistö Oy Kontiolahden Parantola. Näiden lisäksi Kontiolahdella on noin kymmenkunta pienempää alle 200 kW:n hakelämpölaitosta, jotka ovat omaan käyttöön tarkoitettuja muun muassa maatiloilla ja höylämöllä.



Kuva 5. Kontiolahtien yli 200 kW:n hakelämpölaitokset. (Lähde: Maanmittauslaitos.)

Kontio-Energia Osuuskunta on suurin hakelaitostoimia Kontiolahtessa. Osuuskunta perustettiin vuonna 1998, jolloin perustajajäseniä oli 10. Osuuskunta perustettiin, koska kontiolahtelaisilla metsänomistajilla oli halu hyödyntää omien metsiensä puuraaka-ainetta lämpöenergiaksi ja luoda työtä ja toimeentuloa paikkakunnalle. (Pohjois-Karjalan energiaosuuskunnat 2005.) Tänä päivänä osuuskunnassa on 25 jäsentä. Kontio-Energia Osuuskunnalla on Kontiolahtessa neljä omaa hakelaitosta ja tämän lisäksi se toimittaa hakkeen kahteen muuhun hakelaitokseen ja hoitaa yhden laitoksen ylläpidon. (Lukkarinen 2013.)

Toinen suuri hakelaitostoimija on Biowin Karelia Oy. Se omistaa kaksi hakelämpölaitosta Kontiolahtella. Vuonna 2013 Kontio-Energia Osuuskunta osti 40 % Biowin Karelia Oy:stä. Näin ollen osuuskunta toimii jollakin tasolla kaikissa yhdeksässä lämpölaitoksessa.

Laitokset on otettu käyttöön vuosina 2003–2013. Uusin laitos on otettu käyttöön aivan loppuvuodesta 2013, joten tästä laitoksesta ei ole vielä muita tietoja, kuin lämmitettävät kohteet, biokattilan koko ja arvioitu liikevaihto. Uusin laitos ei ole

siis mukana vuosittaisissa energiankulutus eikä työllisyyslaskelmissa. Suurin osa laitoksista on melko uusia, koska yhteensä seitsemän on otettu käyttöön vuoden 2009 jälkeen.

11.1 Lämmitettävät kohteet ja rakennuskuutiot

Lämmitettävät kohteet jaoteltiin kolmeen ryhmään, pientalot, kerros- ja rivitalot sekä julkiset rakennukset. Tällä hetkellä pientaloja lämmitettiin yhteensä 13 kappaletta, kerros- ja rivitaloja 37 kappaletta ja julkisia rakennuksia 27 kappaletta. Lähes kaikki koulut lämmitetään hakkeella lukuun ottamatta muutamaa kyläkoulua. Hakkeella lämpiävät myös monet kontiolahtelaiset palvelukeskukset, päiväkodit, paloasema ja kaksi seurakuntataloa. Noin 90 % Kontiolahden kunnan kiinteistöistä lämmitetään hakkeella (Lukkarinen 2013). Lämmitettäviä kohteita ja uusia hakelämpölaitospaikkoja etsitään kokoajan lisää (Lukkarinen 2013).

Suurin hakelämpölaitos sijaitsee Kontiolahden kirkonkylällä ja tämän omistaa Kontiolahden kunta. Laitoksen biokattila on 3 200 kW:n kokoinen ja öljykattila 5 000 kW:n kokoinen. Laitos lämmittää lähestulkoon koko Kontiolahden kirkonkylän. Kesäisin kuitenkin läheinen Vaskelan lämpölaitos hoitaa myös kirkonkylän lämmittämisen. Näin kirkonkylän laitoksen ei tarvitse tuottaa kesäisin öljyllä lämpöä.

Kysyttäessä lämmitettäviä rakennuskuutioita vain kolmesta lämpölaitoksesta saatiin vastaus. Suurin hakelaitos lämmittää yhteensä 203 000 m³, joista kunnan rakennuksia 133 000 m³ ja muita 70 000 m³.

11.2 Lämmityskattiloiden koko ja polttoainevarastot

Kontiolahden hakelämpölaitosten hakekattiloiden eli biokattiloiden koko vaihtelee 200 kW:n ja 3200 kW:n välillä. Pienin laitos löytyy Jakokoskelta ja sen hakekattila on 200 kW, Varparannalla ja Kylmäojalla on 400 kW:n hakekattilat ja Lehmolassa 700 kW:n biokattila. Isompia laitoksia eli yli 1 000 kW:n hakekattiloita löytyy Kontioniemestä 1 000 kW, Lehmosta, jossa on kaksi kattilaa 500 kW + 700 kW, Paiholasta, jossa on myös kaksi kattilaa 1 000 kW + 500 kW, Vaskelessa on 1 500 kW:n kattila ja Kirkonkylällä 3 200 kW:n biokattila. Osassa laitoksista voidaan myös polttaa tarvittaessa turvehakesekoitusta.

Jokaisessa lämpölaitoksessa on myös varalla öljykattila. Öljyä poltetaan silloin, kun hakekattila on jostain syystä poissa käytössä, esimerkiksi siinä on jokin vika tai jos hakkeella ei pystytä tuottamaan kysyntäpiikin aikana tarvittavaa määrää lämpöä. Öljykattiloiden koko vaihtelee 200–5 000 kW:n välillä. Polttoainevarastot vaihtelevat hakkeella 60–700 m³ välillä ja öljyvarastot ovat 2 000–50 000 litran välissä.

12 Tulokset

12.1 Energiantuotanto ja ympäristö

Kahdeksan lämpölaitosta tuottaa vuosittain 24 600 MWh energiaa hakkeella ja öljyllä tuotetun energian määrä on 490 MWh. Vain kuusi laitosta antoi vastauksen öljystä saatavan energiantuotannon määrästä. Tähän voi olla syynä, ettei öljyä ole tarvinnut käyttää lainkaan tai öljystä saatavaa energiantuotantoa ei mitata erikseen.

Öljyn käyttö tuottaa hiilidioksidipäästöjä yhteensä 130 830 kg vuodessa. Jos hakkeella tuotettu vuosittainen energia tuotettaisiin öljyllä, hiilidioksidipäästöjä tulisi 6 568 200 kg enemmän kuin tällä hetkellä. Hakkeella tuotettu energia on hiilidioksidipäästöiltään neutraali.

Vertailun vuoksi neljän asukkaan omakotitalon 140 m²:n lämmittämiseen menee vuodessa noin 20 MWh energiaa. Talon lämmittämisestä öljyllä tulisi vuodessa 5 340 kg hiilidioksidipäästöjä. Haketta käytettäessä hiilidioksidipäästöjä ei tule lainkaan. Kontiolahdella hakkeella lämmitettäessä hiilidioksidipäästöjä tulee siis 1230 omakotitalon edestä vähemmän, kuin jos käytettäisiin lämmityksessä öljyä.

Kevyen polttoöljyn hiilidioksidipäästöjen laskeminen:

Tuotettu energian määrä (kWh) * Kevyen polttoöljyn ominaispäästökerroin
0,267 kg Co₂ / kWh

12.2 Hakkeen kulutus ja työllisyys

Vuosittainen hakkeenkulutus on kahdeksassa lämpölaitoksessa 34 600 i-m³ ja öljyn kulutus kuudessa vastanneessa 48 000 litraa. Hakkeen määrästä 22 600 i-

m³ tuotetaan maksimissaan 30–50 kilometrin säteellä hakelaitoksesta. Esimerkiksi Kontio-Energia Osuuskunta tekee 20 000 i-m³ haketta vuodessa ja he ostavat kaiken raaka-aineen mitä Osuuskunnan osakkailla on tarjota. Tämä vaihtelee 20–50 prosentin välillä kokonaishankinnoista. Loppuhakkeen Osuuskunta ostaa maksimissaan 50 kilometrin säteeltä. Tämä tarkoittaa sitä, että yhteensä 22 600 i-m³ haketta tulee Kontiolahden kunnan sisältä ja se työllistää paikallista väestöä. Loput noin 12 000 i-m³ haketta tulee pääsääntöisesti Venäjältä.

Lomakkeessa kysyttiin myös työmäärää henkilötyövuosina. Kysymys oli hieman hankala, eikä siihen ollut vastattu, koska on ollut vaikea määrittää, kuinka paljon juuri hakelaitoksille tehtäessä haketta on mennyt työaikaa, sillä metsätöitä tehdään keikkaluontoisesti. Samoin on ollut vaikeaa määrittää, kuinka paljon laitoksen pyörittämiseen menee aikaa, koska kukaan ei työskentele laitoksella vakituisesti kahdeksaa tuntia päivässä. Lämpölaitoksella käydään silloin, kun on tarvetta, esimerkiksi huoltotöissä, lisäämässä haketta varastoon tai selvittämässä jotain vikaa. Hakelämpölaitoksilla on muutama henkilö jatkuvasti varalla, jos jotain ongelmia tulee. Etähallinta oli vain kahdessa laitoksessa yhdeksästä, joten tämäkin lisää työmäärää. Muuten polttoaineen syöttö tapahtuu automaattisesti.

Työmäärää on vaikea arvioida, sen vuoksi sitä pyrittiin laskemaan muutaman työllisyyskerroimen avulla. Ensimmäinen kerroin on laskettu Lehtosen ja Okkosen aineiston mukaan. Tällä kertoimella työllisyysvaikutus Kontiolahdella tuotulla hakkeella, 22 600 i-m³, olisi 1,9 henkilötyövuotta raaka-ainehuollossa ja yhteensä työmäärä lämpölaitoksilla on noin 2,1 henkilötyövuotta.

Ehkä paremmin kuvaava työllisyyskerroin löytyy kuitenkin Hakkilan teoksesta. Hänen työllisyyskerroimensa avulla laskettu työllisyysmäärä samoilla luvuilla olisi raaka-ainehuollon osalta noin 5,4 henkilötyövuotta ja koko työmäärä lämpölaitoksilla noin 5,6 henkilötyövuotta. Hakkilan kertoimella työmäärätulokset ovat yli kaksinkertaiset verrattuna Lehtosen ja Okkosen saamiin tuloksiin. Tätä selittää se, että Lehtosen ja Okkosen laskelmissa on mukana myös suuret lämpölaitokset, jotka tuottavat lämpöä esimerkiksi kaupungeille. Suurten laitosten prosessit ovat tehokkaampia ja ihmistyövoimaa korvataan koneilla (Hakkila 2004, 95). Hakkilan kerroin on laskettu enemmän opinnäytetyössä käsiteltyjen lämpölaitosten kokoluokan mukaan.

Työmäärän laskeminen:

$$22\,600 \text{ i-m}^3 / 2,5 = 9040 \text{ m}^3$$

$$\text{Raaka-aine: } 0,204 \text{ työvuotta}/1000 \text{ m}^3 * 9040 \text{ m}^3 = 1,9 \text{ henkilötyövuotta}$$

$$\text{Raaka-aine: } 0,6 \text{ työvuotta}/1000 \text{ m}^3 * 9040 \text{ m}^3 = 5,4 \text{ henkilötyövuotta}$$

Lämpölaitoksen pyörittäminen 0,2 henkilötyövuotta

Aluetaloudessa työllisyys kertaantuu. Jos arvioidaan Kontiolahtella toimivien hakelämpölaitosten työllisyyden olevan 5,5 henkilötyövuotta työllisyyskertoimella laskettaessa kokonaisvaikutus olisi 9,6 henkilötyövuotta. Suora vaikutus olisi tästä 6,3 ja epäsuora ja johdannaisvaikutus 3,3 henkilötyövuotta.

Työllisyyskertoimet aluetaloudessa:

$$\text{Kokonaisvaikutus } 1,75 * 5,5 = 9,6 \text{ henkilötyövuotta}$$

$$\text{Suorat vaikutukset } 1,14 * 5,5 = 6,3 \text{ henkilötyövuotta}$$

$$\text{Epäsuorat ja johdannaisvaikutukset } 0,61 * 5,5 = 3,3 \text{ henkilötyövuotta}$$

12.3 Liikevaihto ja tulovaikutuskerroin

Liikevaihto kontiolahtelaisilla hakelaitoksilla on yhteensä noin 1,7 miljoonaa euroa. Aluetalousvaikutukset voidaan jakaa suoriin vaikutuksiin, epäsuoriin ja välillisiin vaikutuksiin. Suorat vaikutukset ovat tietyllä toimialalla, tässä tapauksessa hakelämpölaitoksilla, tapahtuva vaikutus. Epäsuorat vaikutukset tarkoittavat sitä, miten esimerkiksi investoinnit vaikuttaa toisilla toimialoilla. Esimerkiksi uusi hakekattilan osto lämpölaitokselle lisää työllisyyttä hakekattiloiden valmistajilla. Johdannaisvaikutukset tarkoittavat esimerkiksi, miten kotitaloudet käyttävät palkkatulojaan. Lämmöntuotannossa tulovaikutuskerroin on kokonaisuudessaan 1,98 ja tämä muodostuu suorista vaikutuksista 1,15 ja epäsuorista ja johdannaisvaikutuksista 0,83. Kokonaisuutena siis 1,7 miljoonaa euroa vaikuttaa aluetaloudessa 3,4 miljoonaa euroa, joista suoravaikutus on 2,0 miljoonaa euroa (toimialan vaikutus) ja epäsuorien ja johdannaisvaikutusten osuus 1,4 miljoonaa euroa (muihin aloihin kohdistuva vaikutus ja kotitalouksien rahan käyttö).

Tulovaikutuskertoimet aluetaloudessa:

Kokonaisvaikutukset $1,98 * 1,7 = 3,4$ miljoonaa euroa

suorat vaikutukset $1,15 * 1,7 = 2,0$ miljoonaa euroa

epäsuorat ja johdannaisvaikutukset $0,83 * 1,7 = 1,4$ miljoonaa euroa

13 Johtopäätökset

13.1 Talous ja työllisyys

Yleinen työllisyystilanne Suomessa ei ole odotuksista huolimatta parantunut. (Suomen virallinen tilasto 2013). Kontiolahdellakin lakkautettiin joulukuussa 2013 Pohjois-Karjalan prikaati, joka oli kunnan toiseksi suurin työnantaja. Tällä hetkellä suurin työnantaja on Kontiolahden kunta. Vielä tällä hetkellä kunta on itsenäinen ja ainakaan lähiaikoina Kontiolahti ei ole liittymässä muihin kuntiin, kun Joensuun kanssa tehty kuntaliitosselvitys hylättiin tammikuussa 2014 pöytäkirjassa kunnanvaltuuston äänestyksessä (Joensuun kaupunki 2014). Tulevaisuus on kuitenkin epävarma, koska Suomessa puhutaan kuntien pakkoliitoksista. Tämä voi toki tuoda alueelle lisää työpaikkoja, mutta yleisesti pelätään palveluiden huonontumista ja työpaikkojen katoamista. Tällä hetkellä Paiholan sairaala on toiseksi suurin työnantaja Kontiolahdella, mutta sekin on määrä lakkauttaa toukokuussa 2016, kun Joensuun Tikkamäelle valmistuvat sairaalaa varten uudet tilat (Puustinen 2014a).

Opinnäytetyössä kävi ilmi, että lämpölaitosten työllistävyysvaikutus on yllättävän pieni. Kuitenkin uusiutuvan energian laitteita ja koneita valmistavien yritysten liikevaihto ja työllisyys on kasvanut kahden vuoden aikana merkittävästi (Puustinen 2014b). Kaikki työ on aina tervetullutta varsinkin näinä vaikeina työllisyysaikoina. Vaikka työllisyysvaikutus onkin pieni, työvoima tulee suurimmaksi osaksi paikkakunnalta. Uusilla hakelämpölaitoksilla saadaan paikallista työvoimaa lisää ja uusia lämpölaitoskohteita etsitään jatkuvasti. Yksi tällainen kohde voisi olla tyhjilleen jäänyt Kontiorannan varuskunta-alue, jonka kunta osti. Sinne suunnitellaan monen sadan ihmisen asuinalueita (STT 2014).

Liikevaihto hakelämpölaitoksilla on noin 1,7 miljoonaa euroa ja aluetalousvaikutus yhteensä 3,4 miljoonaa euroa. Lämpölaitokset tuovat rahaa kuntaan. Raa-

ka-aine tulee läheltä ja sen saatavuus on hyvä, toisin kun öljyllä, jonka polttoainevarat ovat ehtymässä ja hinta on epävakaa. Hakelämmityksessä suurin osa tulosta jää alueelle, eikä karkaa ulkomaille niin kuin öljyllä lämmitettäessä.

13.2 Ympäristö

Hake on kotimaista ja uusiutuvaa energiaa, hiilidioksidipäästöiltään neutraalia sekä hinnaltaan vakaata polttoainetta. Tässä neljä tärkeää syytä, miksi käyttää haketta lämmöntuotannossa. Myös Jussi Kupari on tutkinut diplomityössään kestävän kehityksen näkökulmien huomioimista kunnan energiaratkaisussa. Työssään hän sai selville, että metsähakkeen käytöllä on positiivinen vaikutus kunnan kasvihuonekaasutaseeseen, työllisyystilanteeseen sekä kuluttajaystävällinen asema, lämmön hinnan vakauden ansiosta. (Kupari 2005, 2).

Tällä hetkellä Suomen metsät myös kestävät hakkeen käytön, vaikka varsinkin kantomurskeen ja hakkuutähteen käytössä ollaan oltu huolissaan ravinteiden häviämisestä. Hake kilpailee osittain kuitupuun kanssa raaka-aineena. Sen vuoksi olisikin hyvä, että energiapuuta tuettaisiin enemmän valtion tasolla. Valtio tukee nytkin uusiutuvaa energiaa, muun muassa hakelaitosten rakennuskustannuksissa ja nuoren metsän hoidossa.

Lämpölaitosten rakentamiseen saadaan tukea 35 prosenttia lämpölaitosten hyväksytyistä kustannuksista. Tuet jakautuvat niin, että 35 prosentista Euroopan unioni tukee 50 prosenttia ja valtio tukee toiset 50 prosenttia. Ilman tukea ei olisi taloudellisesti järkevää rakentaa hakelämpölaitoksia. (Lukkarinen 2013.)

Kontiolahti on jo tällä hetkellä saavuttanut ainakin yhden Joensuun seudun ilmastostrategian tavoitteen, sillä jo tällä hetkellä Kontiolahden kunnan rakennuksista noin 90 % lämmitetään hakkeella (Lukkarinen 2013). Muutenkin Pohjois-Karjala on onnistunut lisäämään uusiutuvaa energiaa. Pohjois-Karjalassa kaksi kolmasosaa käytetystä energiasta tuotetaan uusiutuvalla energialla ja hieman yli puolet käytetystä energiasta tuotetaan puulla. Energiaomavaraisuus energian käytöstä on peräti 65 prosenttia Pohjois-Karjalassa. Pohjois-Karjalassa käytettiin vuonna 2012 energiaa 11 390 GWh ja määrä on laskenut lähes 4 prosenttia 2010 vuoteen verrattuna. Uusiutuvan energian käyttö ylittää

tällä hetkellä selvästi Euroopan unionin ja valtakunnalliset tavoitteet. (Oulun yliopisto 2014, 15.)

14 Pohdinta

Opinnäytetyön aihe oli aika hankala, sillä aiheesta oli vaikea saada kunnollisia tuloksia. Tavoitteet vaihtuivat jonkin verran työtä tehdessä ja välillä olikin vaikeuksia hahmottaa, mitä opinnäytetyössä tulisi käsitellä. Opinnäytetyössä halusin alun perin verrata Kontiolahden energiankäyttöä Suomen energiankäyttöön. En saanut Kontiolahdelta kyseisiä tietoja, joten vertailu ei onnistunut. Tämä vaikeutti myös tulosten analysointia ja johtopäätösten tekoa.

Aikataulutus ei aivan onnistunut, vaan se venähti hieman pitkäksi. Tutkimusmenetelmä oli onnistunut, koska sähköpostikysely oli tässä tilanteessa kaikista kätevin tapa kerätä tietoa. Kysymykset onnistuivat yleisesti hyvin, mutta kysymys työmäärästä oli vaikea. Sen vuoksi pitikin pohtia pitkään, kuinka työvoimatulokset esittelisi. Päädyin laskemaan työvoiman kahdella erilaisella kertoimella, koska kertoimia on useita ja halusin esitellä kertoimien eroja.

Opinnäytetyön tulokset ovat yleistyksiä hakelaitoksista. Laitoskohtaisia tietoja ei käytetty, koska kysymyksessä ei ollut hakelämpölaitosesittely. Tulokset ovat enemmän suuntaa antavia, koska esimerkiksi ympäristön kannalta käsiteltiin vain hiilidioksidipäästöjä ja jätettiin muut kasvihuonekaasut käsittelemättä. Tämä senkin vuoksi, että lämpölaitoksista ei mitata päästöjä, koska tämän koko luokan hakelämpölaitoksista ei niitä tarvitse mitata. Tähän poikkeuksena ovat savukaasupesurilla varustetut lämpölaitokset, joita on muutama Kontiolahdella, mutta näistäkään mittaustuloksia ei saatu. Tutkimusta voisi jatkaa selvittämällä laajemmin Kontiolahden energian tuotantoa ja käyttöä.

Opin kuitenkin paljon työtä tehdessä. Erityisen mukava oli huomata, kuinka paljon Kontiolahdella käytetään jo tällä hetkellä haketta lämmittämiseen ja kuinka onnistuttu ympäristötavoitteissa. Opinnäytetyön tuloksia voitaisiin esitellä esimerkiksi Kontiolahden kunnan nettisivuilla, koska kovinkaan moni kuntalainen ei todennäköisesti tiedä, kuinka paljon Kontiolahdella tuotetaan energiaa hakkeella.

Lähteet

- Ahjopalo, J. 2013. Pohjois-Karjalan prikaati lopetti - kuinka tästä eteenpäin. http://yle.fi/uutiset/pohjois-karjalan_prikaati_lopetti__kuinka_tasta_eteenpain/7004415. 20.2.2014.
- Alakangas, E., Erkkilä, A. & Heikkinen, A. 2013. Enhancing the implementation of quality and sustainability standards and certification schemes for solid biofuels. Koulutusmateriaali: Puuhake. Intelligent energy Europe.
- Etelätalo, E. 2013. Erilaatuisten hakkeiden käyttökohdevaatimuksista ja tuotantokustannuksista. Karelia-ammattikorkeakoulu.
- Finnish Bioenergy Association. 2010. Puupolttoaineet. <http://www.finbioenergy.fi/default.asp?SivuID=26470>. 28.1.2014.
- Hakkila, P. 2004. Puuenergian teknologiaohjelma 1999-2003. Helsinki: Tekes.
- Hellgren, M., Heikkinen, L., Suomalainen, L. & Kala, J. 1999. Energia ja ympäristö. Helsinki: Opetushallitus.
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2004. Tutki ja kirjoita. Helsinki: Tammi.
- Itä-Suomen energiatoimisto. 2001. Hakelämmitys pienopas. Mikkeli: Aalto Oy.
- Joensuun kaupunki. 2014. Joensuuhun esitetty kuntaliitos kariutui. <http://www.joensuu.fi/kuntajakoselvitys>. 28.1.2014.
- Joensuun kaupunkiseudun ilmastostrategian valmisteluryhmä. 2009. Joensuun kaupunkiseudun kuntien ilmastostrategia.
- Koistinen, A. 2012a. Valtion tuet yksityismetsätaloudelle. http://www.metsavastaa.net/valtion_tuetyksityismetsataloudelle 20.4.2013.
- Koistinen, A. 2012b. Energiapuun korjuu. http://www.metsavastaa.net/energiapuun_korjuu 20.4.2013.
- Kontiolahden kunta. 2009. Työllisyys. <http://www.kontiolahti.fi/fi/?ID=1840> 26.3.2013.
- Kontiolahden kunta. 2013. Esittely. <http://www.kontiolahti.fi/fi/?ID=1373> 13.3.2013.
- Kupari, J. 2005. Kestävän kehityksen näkökulmien huomioiminen kunnan energiaratkaisussa. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto.
- Lappalainen, I. 2007. Puupolttoaineiden pienkäyttö. Helsinki: Tekes.
- Lehtonen, O. & Okkonen, L. 2011. Suutelan alueen rakentamisen sosioekonomiset vaikutukset. Teoksessa Puhakka, A. & Makkonen, S. (toim.) Lähilämpöratkaisut matalaenergiarakentamisessa. Joensuu: Kopijyvä Oy.

- Lehtonen, O & Okkonen, L. 2014. Socio-economic impacts of local bioenergy-based development strategy – the case of Pielinen Karelia, Finland. Tutkimuksen tausta-aineistosta, Okkosen tiedoksiannosta 6.2.2014.
- Lukkarinen, I. 2013. Typografia. Puheenjohtaja. Kontio-Energia Osuuskunta. 18.12.2013.
- Maa- ja metsätalousministeriö. 2011. Kansallinen metsäohjelma 2015. Juvenes Print.
- Maa- ja metsätalousministeriö. 2012. Pienpuun energiatukijärjestelmä edelleen komission käsittelyssä - energiapuun korjuuta tuetaan toistaiseksi kameran korjuutuella.
http://www.mmm.fi/fi/index/etusivu/metsat/hankkeet_tyoryhmat/lainsaadantohankkeet_0/pienpuunenergiatuki.html 21.4.2013
- Maa- ja metsätalousministeriön bioenergiatuotannon työryhmä. 2008. Bioenergia maa- ja metsätaloudessa. Helsinki.
- Metsäkeskukset. 2010. Laatuhaakkeen tuotanto-opas. Sastamala: Vammaspaino.
- Metsäkeskus. 2014. Tulisijan lämmitys. <http://www.halkoliiteri.com/?id=167>. 31.1.2014.
- Metsäntutkimuslaitos. 2013. Valtakunnan metsien investointi: Metsien kasvu on jatkunut hyvänä. <http://www.metla.fi/tiedotteet/2013/2013-09-16-vmi-metsien-kasvu.htm>. 6.2.2014.
- Motiva Oy. 2010. Polttoaineiden lämpöarvot, hyötysuhteet ja hiilidioksidin ominaispäästökertoimet sekä energian hinnat.
http://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCsQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.motiva.fi%2Ffiles%2F3193%2FPolttoaineiden_lampoarvot_hyotysuhteet_ja_hiilidioksidin_ominaispaastokertoimet_seka_energianhinnat_19042010.pdf&ei=zf30UqG4Bqj44QSS0oGoDg&usq=AFQjCNG4b9E5aAOKiRbBqkpQ2m_dXs_bDQ&bvm=bv.60799247,d.bGE 7.2.2013.
- Oulun yliopisto. 2014. Itä-Suomen energiatilastot 2012.
- Pohjois-Karjalan Energiaosuuskunnat. 2005. Kontio-Energia Osuuskunta.
<http://www.jns.fi/energiaosuuskunnat/kontiolahti.html>. 12.12.2013.
- Puhakka, A., Alakangas, E., Alanen, V., Airaksinen, L., Soini, R., Siponen, T. & Kainulainen, S. 2001. Hakelämmitysopas. Helsinki: Motiva.
- Puhakka, A., Alanen, V., Kokkonen, A., Nalkki, J. & Rousku, P. 2003. Pellettilämmitysopas perustietoa pellettilämmityksestä. Helsinki: Motiva Oy.
- Puustinen, P. 2014a. Vanha väistyy uuden tieltä. Sanomalehti Karjalainen 28.1.2014.
- Puustinen, P. 2014b. Pohjois-Karjalassa kaksi kolmasosaa uusiutuvaa Sanomalehti Karjalainen 6.2.2014.

- Strandström, M. 2012. Metsähakkeen tuotantoketjut Suomessa vuonna 2011. Metsäteho.
http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Tuloskalvosarja/Tuloskalvosarja_2012_04_Metsahakkeen_tuotantoketjut_2011_ms.pdf
21.4.2013.
- STT. 2014. Kontiorannan varuskunta päätyykin kunnalle.
<http://www.ts.fi/uutiset/kotimaa/583742/Kontiorannan+varuskunta+paatyykin+kunnalle> 5.2.2014.
- Suomen virallinen tilasto. 2013. Työvoimatutkimus. Helsinki: Tilastokeskus.
- Tilastokeskus. 2012. Asumisen energiankulutuksesta yli 80 prosentti kului lämmitykseen vuosina 2008 – 2011. Helsinki.
https://www.tilastokeskus.fi/til/asen/2011/asen_2011_2012-11-16_tie_001_fi.html 15.10.2013.
- Tilastokeskus. 2013a. Energian kokonaiskulutus laski 2 prosentti vuonna 2012. Helsinki. https://tilastokeskus.fi/til/ehk/2012/04/ehk_2012_04_2013-03-22_tie_001_fi.html 21.10.2013.
- Tilastokeskus. 2013b. Energiaa tuotettiin puupolttoaineella aiempaa enemmän. Helsinki.
https://www.tilastokeskus.fi/til/ehk/2013/02/ehk_2013_02_2013-09-20_tie_001_fi.html 15.10.2013.
- Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2003. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Helsinki: Tammi.
- Turunen, J. 2010. Pohjois-Karjalan strategia 2030 maakuntasuunnitelma. Joensuu. Pohjois-Karjalan maakuntaliitto.
- Ulkoasiainministeriö. 2012. Kansainväliset ympäristösopimukset ja Suomen kehityspolitiikka 2012.
<http://formin.finland.fi/public/download.aspx?ID=102838&GUID={9069A47C-7A7C-4CFE-8F3E-5BDA3FDE7249}> 8.10.2013.
- UPM metsämaailma. 2008-2013. Kantojen korjuu metsäenergiaksi.
<https://www.metsamaailma.fi/fi/ForestInformation/ForestLibrary/Sivut/Kantojen-korjuu-metsaenergiaksi.aspx> 25.11.2013.
- Ympäristöministeriö. 2013. Keskeiset kansainväliset ympäristösopimukset sekä niiden tavoitteet ja toteutumisen.
<http://www.ym.fi/download/noname/{9FE943C1-7165-4C80-9F46-892427E344B3}/57109> 9.10.2013.

Kyselylomake lämpölaitoksille

Sijainti

Omistaja

Käyttöönottovuosi

Lämmitettävät kohteet (kpl) (julkisista laitoksista myös nimet)

Pientalot

Kerros- ja rivitalot

Julkiset rakennukset

Lämmitettävät rakennuskuutiot (r-m³)

Biokattila (MW)

Öljykattila (MW)

Polttoainevarasto

Hake (m³)

Öljy (l)

Vuosittainen energian tuotanto (MWH)

Hake

Öljy

Vuosittainen polttoaineen kulutus

Hake (i-m³)

Öljy (l)

Hallinta (etähallinta yms.)

Liikevaihto (€)

Mistä hake tulee, kuljetusmatkat (km)

Työmäärä (erittele Kontiolahtelaisten ja ulkopaikkakuntalaisten työpanos)

Raaka-ainehuollon tarvitsema työmäärä (henkilötyövuotta)

Laitoksen pyörittämiseen tarvittava työmäärä (henkilötyövuotta)

Taloushallinnon tarvitsema työmäärä (henkilötyövuotta)

Päästöt (CO₂)