

Markus Latvala

**Metsähakkeen käytön vaikutus aluetalouteen ja työllisyyteen Kurikan Kaukolämpö Oy:n alueella**

Opinnäytetyö

Kevät 2016

SeAMK Elintarvike ja maatalous

Maaseudun kehittämisen koulutusohjelma



## Tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Elintarvike ja maatalous

Koulutusohjelma: Maaseudun kehittämisen koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto:

Tekijä: Markus Latvala

Työn nimi: Metsähakkeen käytön vaikutus aluetalouteen ja työllisyyteen Kurikan Kaukolämpö Oy:n alueella

Ohjaaja: Risto Lauhanen

Vuosi: 2016

Sivumäärä: 54

Liitteiden lukumäärä:1

---

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, miten metsähakkeen poltto kunnallisessa lämpölaitoksessa vaikuttaa alueen talouteen ja työllisyyteen. Tutkimuksessa tarkasteltiin niitä syitä, joiden vuoksi kunnallisen lämpölaitoksen on järkevää ostaa puuta polttoaineeksi kalliimmalla hinnalla kuin turvetta tai kierrätyspuuta. Kun lämpölaitoksessa käytettävän polttoaineen edullisuusvertailua laskettiin, huomioon otettiin hakkeen polton työllistävä vaikutus kunnan alueella ja siitä saatavat verotulot sekä sen imagohyöty kunnalle. Tutkimuksessa oli tärkeintä selvittää onko metsähaketta kannattavaa polttaa kun aluetaloushyödyt on huomioitu.

Tutkimuksessa on vertailtu jrsinturpeen, palaturpeen ja metsähakkeen polttoa Kurikan Kaukolämpö OY:llä, sekä näiden polttoaineiden vaikutuksia alueen talouteen ja työllisyyteen. Lisäksi tutkimuksessa selvitettiin, miten kierrätyspuun korvaaminen metsähakkeella vaikuttaa aluetalouteen.

Opinnäytetyön aineisto kerättiin Kurikan Kaukolämpö Oy:n tiedoista, aiemmista samansuuntaisista tutkimuksista ja tilastotiedoista. Tutkimuksen tärkeimpiä aineistoja olivat polttoaineiden hintatiedot, jotka perustuvat Energia.fi-sivuston raaka-aineiden hintatilastoihin. Tutkimuksessa käytetty aineisto analysoitiin Exel-taulukko-ohjelmalla.

Tutkimuksessa selvisi, että metsähakkeen poltolla on vaikutuksia työllisyyteen ja aluetalouteen. Hintaero jrsinturpeeseen ja palaturpeeseen kutistui useita euroja megawatti tasolla, kun otettiin huomioon metsähakkeen käytön vaikutukset Kurikan talouteen ja työllisyyteen. Tutkimustulosten perusteella lämpölaitoksen tehtäväksi jää arviointi siitä mitkä polttoaineet sopivat teknisten ominaisuuksien ja huoltovarmuuden perusteella parhaiten lämpölaitokselle. Polttoaineiden hintaerot eivät ole tutkimuksen perusteella perusteltuja valintakriteereitä.

Avainsanat: metsähake, aluetalousvaikutus, kaukolämpö, työllisyysvaikutus

## Thesis abstract

Faculty: School of Food and Agriculture

Degree programme: Master's Degree Programme in Development of Agriculture and Rural Enterprises

Specialisation:

Author/s: Markus Latvala

Title of thesis: The impact of the use of woodchip on economy and employment on the area of Kurikan Kaukolämpö Oy.

Supervisor(s): Risto Lauhanen

Year: 2016      Number of pages: 54      Number of appendices: 1

---

The purpose of this thesis was to research, how the burning of woodchip in a municipal district heating plant impacts on the economy and the employment of the municipality. The purposes for which it is more economical to use woodchip with higher price than peat or recycled wood in a municipal district heating plant were researched. When the profitability of different energyware in a district heating plant was compared certain aspects had to be taken into account: the impact on employment of the area, the accumulation of taxes to the municipality and the impact on public image of the municipality. It was also important to research if it is beneficial to burn woodchip in a district heating plant at all.

The use of woodchip was compared to the use of different types of peat in Kurikan Kaukolämpö Oy. In this thesis the impact on economy and employment of these different types of sources of energy were compared. The impacts of replacing recycled wood with woodchip were also researched.

The material for this thesis was gathered from Kurikan Kaukolämpö Oy, previous related studies and from statistics. The most important material were the prices of energyware. The prices were gathered from webpage Energia.fi and from other statistics. The material was analyzed with Excel.

The result was that burning woodchip has positive effect on employment and economy of Kurikka. When taking into account the positive effects on employment and economy the price of woodchip was competitive. Further on it is only matter of technical features of different types of sources of energy. The results showed that the use of peat can no longer be explained by cheaper price.

Keywords: woodchip, economic impacts on municipality, district heating plant, employment

## SISÄLTÖ

|   |    |
|---|----|
| Tiivistelmä .....   | 1  |
| Thesis abstract.....  | 2  |
| SISÄLTÖ.....  | 3  |
| Kuvio- ja taulukkoluetelo.....  | 5  |
| 1 JOHDANTO .....  | 6  |
| 2 MENETELMÄT JA AINEISTOT.....  | 9  |
| 2.1 Tutkimusmenetelmä.....  | 9  |
| 3 TEOREETTINEN TAUSTA .....   | 11 |
| 3.1 Lähestymistapa.....   | 11 |
| 3.2 Aineiston valinta.....  | 11 |
| 3.3 Tutkimusraportti .....  | 12 |
| 4 METSÄHAKE JA SEN HANKINTA.....  | 13 |
| 4.1 Mitä metsähake on.....  | 13 |
| 4.2 Karsittu ranka – metsähakkeen raaka-aine.....                                 | 13 |
| 5 POLTTOAINEIDEN ARVOKETJUT .....   | 17 |
| 5.1 Metsähakkeen toimitusketju.....   | 18 |
| 5.2 Turpeen toimitusketju.....  | 19 |
| 5.3 Kierrätyspuun toimitusketju .....   | 20 |
| 5.4 Tuotantoketjujen arvonlisäys.....   | 21 |
| 5.4.1 Metsähakkeen työllisyysvaikutukset ja arvonlisäys.....                      | 21 |
| 5.4.2 Turpeen työllisyysvaikutukset ja arvonlisäys.....                           | 22 |
| 5.5 Yhteiskunnan sääntely.....  | 22 |
| 5.5.1 Tuet nuoren metsän hoitokohteilla.....                                      | 22 |
| 5.5.2 Päästökauppa.....   | 23 |
| 5.5.3 Verot .....   | 23 |
| 5.5.4 Tuhka – jäte vai lannoite .....   | 24 |
| 5.5.5 Energiapuuhun sitoutuneen pääoman korkokustannus kuivumisen<br>aikana ..... | 25 |
| 5.5.6 Tulevaisuuden energiamuodot.....  | 27 |
| 6 TUTKIMUSYMPÄRISTÖ.....  | 30 |

|  |           |
|--|-----------|
| 6.1 Kurikan Kaukolämpö Oy .....  | 30        |
| 6.2 Henkilöstö .....   | 31        |
| 6.3 Kurikan Kaukolämpö Oy:n tämänhetkinen polttoainekäyttö .....                           | 32        |
| 6.2 Soveltuvuus eri polttoaineille .....   | 32        |
| 6.4 Metsähakkeen käytön strategia Kurikan Kaukolämpö Oy:llä .....                          | 33        |
| <b>7 METSÄHAKKEEN ALUETALOUDELLISTEN VAIKUTUSTEN<br/>SELVITTÄMINEN .....</b>               | <b>35</b> |
| 7.1 Lämpölaitoksen aluetalousvaikutukset.....  | 35        |
| 7.2 Metsähakkeen arvonlisäys bruttokansantuotteeseen.....                                  | 35        |
| 7.3 Metsähakkeen käytön suora vaikutus työllisyyteen ja kunnalle jäävät<br>verotulot ..... | 37        |
| 7.4 Metsähakkeen käytön välilliset työllisyysvaikutukset.....                              | 38        |
| 7.5 Metsähakkeen käytön vaikutukset ympäristöön .....                                      | 39        |
| 7.6 Hintavertailu eri polttoaineiden välillä .....   | 39        |
| 7.7 Polttoaineen hinta aluetalousvaikutukset huomioiden.....                               | 40        |
| 7.8 Hypoteesi – energian tuottaminen yhdellä polttoaineella .....                          | 42        |
| <b>8 HERKKYYSANALYYSI .....</b>  | <b>45</b> |
| 8.1 Epävarmuuden huomioiminen laskelmissa .....  | 45        |
| <b>9 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA .....</b>  | <b>47</b> |
| <b>10 LÄHTEET .....</b>  | <b>51</b> |
| 10.1 Kirjallisuus.....   | 51        |
| 10.2 Internetlähteet.....  | 51        |
| 10.3 Haastattelut.....   | 53        |

## Kuvio- ja taulukkoluetelo

|   |    |
|---|----|
| Kuva 1. Haketuskelvoton kasa karsimatonta kokopuurankaa, kasassa on runsaasti juuripuuta ja kiviä. (Kuva: Markus Latvala) .....                   | 14 |
| Kuva 2. Karsitun rangan keskeneräinen tienvarsivarasto, yrittäjä on asettanut aluspuut oikeaoppisesti. (Kuva: Markus Latvala).....                | 15 |
| Kuva 3. Risukourassa ei ole poikittain olevia lappuja. (Kuva: Evimet Oy 2005)....   | 16 |
| Kuva 4. Normaalilla puutavarakouralla ajettu valmis työmaa. Kuvat ovat metsästä kourakasojen kohdalta. (Kuvat: Markus Latvala 2014.) .....        | 16 |
| Kuva 5. Polttoaineen arvoketjut (kuvat: Vapo, Alaku Oy, Markus Latvala, Kurikan Kaukolämpö Oy) .....  | 17 |
| Kuva 6. Suomen luokittelu puujalostusteollisuuden sivutuotteille ja tähteille, sekä käytöstä poistetulle puulle (VTT tiedonantoja 2014.) .....    | 21 |
| Kuva 7. Energiapuun korjuu- ja varastointi ketju, sekä varastoinnin kulut.....  | 26 |
|   |    |
| Taulukko 1. Eri turvetuotantomenetelmät ja niitä vastaavat tunnusluvut (Ukskoski ym. 44. VTT tiedonantoja 2003.).....                             | 20 |
| Taulukko 2. Eri polttoaineiden verot.....   | 24 |
| Taulukko 3. Energiapuun varastoinnista aiheutuneet pääomakulut 1 m <sup>3</sup> kohti. ...  | 27 |
| Taulukko 4. Kurikan Kaukolämpö Oy:n toimipisteet.....   | 31 |
| Taulukko 5. Kurikan Kaukolämpö Oy:n yksinkertaistettu tuloslaskelma 1 MWh kohti metsähakkeen käytölle. (Pekkarisen ja Sutelan 2002, mukaan.)..... | 36 |
| Taulukko 6. Kurikan Kaukolämpö Oy:n energian käyttö vuonna 2014.....  | 37 |
| Taulukko 7. Kurikan Kaukolämpö Oy:n energian käyttö lähivuosina.....  | 38 |
| Taulukko 8. Energian hinta ilman aluetalousvaikutuksia vuonna 2014 toteutuneilla määrillä. ....   | 40 |
| Taulukko 9. Energian hinta lähivuosina ilman aluetalousvaikutusta.....  | 40 |
| Taulukko 10. Metsähakkeen aluetalousvaikutukset. ....   | 41 |
| Taulukko 11. Polttoaineen hinta kun aluetalousvaikutus on huomioitu. ....   | 42 |

## 1 JOHDANTO

Kurikan Kaukolämpölaitos Oy on kunnallinen kaukolämpölaitos, joka toimittaa kaukolämpöä Kurikan, Jurvan ja Ilmajoen taajamiin. Lämpölaitoksen keskeisiä toimintoja ovat kaukolämmön tuotanto, siirto ja myynti. Kunnallisen kaukolämpölaitoksen tarkoituksena on luopua vähitellen turpeen ja kierrätyspuun käytöstä. Korvaavana polttoaineena tullaan käyttämään metsähaketta. Metsähakkeen käyttäminen vaatii enemmän työresursseja kuin turpeen tai kierrätyspuun käyttäminen. Kunnan ja näin ollen myös kunnallisen lämpölaitoksen tavoitteena on parantaa alueen taloutta ja työllisyyttä. Mikäli polttoaine tuotetaan paikallisilla yrittäjillä jäävät taloudelliset hyödyt omaan kuntaan ja myös työllisyys lisääntyy.

Uusiutuvien energiamuotojen kehittämiseen panostetaan, sillä niitä pidetään tulevaisuuden energiamuotoina. Euroopan Unionin tavoitteena on, että vuoteen 2020 mennessä 20 prosenttia energian loppukulutuksesta tuotetaan uusiutuvilla energiamuodoilla. Suomalaisen Työn Liiton mukaan Suomeen saataisiin joka suosi tuhat uutta työpaikka, jos jokainen suomalainen käyttäisi kuukausittain yhden euron enemmän kotimaisiin tuotteisiin ja palveluihin. Positiivisena asiana ovat raaka-aineiden kohtuullisen helpon saatavuuden lisäksi vähäinen ympäristökuormitus ja öljyriippuvuuden väheneminen. Heikkoutena edelleen ovat huono hyötysuhde, teknologian kalleus ja energiansaannin kausivaihtelut.

Bioenergian käytön kasvulla on monia positiivisia vaikutuksia kuntien talouteen. Työllisyyden parantuminen, verotulot, maaseudun infrastruktuuri, talouden monipuolistuminen ja kohentunut metsän tuottavuus ovat tästä esimerkkejä.

Tutkimuksen aihepiiri on kunnallinen aluetalous ja metsähakkeen käytön lisäämisen vaikutukset aluetalouteen ja työllisyyteen.

Tarkoituksena on selvittää, miten metsähakkeen poltto kunnallisessa lämpölaitoksessa vaikuttaa alueen talouteen ja työllisyyteen ja siihen miksi kunnallisen lämpölaitoksen kannattaa ostaa puuta polttoaineeksi kalliimmalla hinnalla kuin turvetta tai kierrätyspuuta, kun lasketaan hakkeen polton työllistävä vaikutus kunnan alueella ja tästä saatava vero- ja imagohyöty kunnalle. Ylipäätään on tärkeää selvittää, onko metsähaketta järkevää polttaa.

Työn tavoitteena on osoittaa kuntapäätäjille ja metsäalan vaikuttajille kunnallisella tasolla puun polton kannattavuus. Monissa pienissä kunnissa tehdään päätöksiä, joilla lopetetaan turpeen tai öljyn poltto ja siirytään metsähakkeen polttoon. Päätökset eivät kuitenkaan välttämättä perustu tutkimuksiin tai laskelmiin. Perinteisesti kunnissa ei ole selvitetty sitä, paljonko metsähakkeen käyttö lisää työllisyyttä ja tuo rahaa aluetalouteen. Jotta puuta pystytään ostamaan polttoon, on sen hinnan oltava kilpailukykyinen kuitupuun markkinahintaan nähden. Tämä on siis vähimmäismäärä, mitä puusta pitäisi pystyä maksamaan. Osa poltettavaksi hankitun ensiharvennuspuun hinnasta muodostuu sille maksettavista tuista. Lisäksi tarkoituksena on osoittaa, että turpeen, kierrätyspuun ja öljyn poltosta kannattaa luopua ja siirtyä polttamaan vaihtoehtoista energianlähdettä, metsähaketta.

Varsinaisen tutkimusongelman selvittämiseen liittyy läheisesti myös se, paljonko puuta on mahdollista kunnassa hakata, jotta noudatetaan kestävän metsätalouden periaatteita eikä ylitetä hakkuissa puuston vuotuista kasvua. Oman ongelmansa muodostavat koneyrittäjien sitouttaminen pitkäjänteiseen toimintaan sekä alueen riittävät hakkuumahdollisuudet sulan maan aikana.

Opinnäytetyö on tehty siitä olettamuksesta, että käytettävän energiapuun hakkaavat, kuljettavat ja hakettavat paikalliset yrittäjät, jolloin verohyödyt jäävät omaan kuntaan. Lisäksi kunnassa on Kurikan kaupungin omistamia kiinteistöjä jotka ovat vielä kaukolämmön ulottumattomissa öljyn tai turpeen varassa. Tämän työn tarkoitus on osoittaa metsähakkeeseen siirtymisen suotuisat vaikutuksen alueen talouteen ja työllisyyteen. Lisäksi tarkoitus on osoittaa, että myös kunnan omistamat kaukolämpöpiiriin kuulumattomat kiinteistöt olisi kannattavampaa lämmittää omassa kunnassa tuotetulla kaukolämmöllä ulkomailta ostetun öljyn sijaan.

Aluetalouteen vaikuttavat tekijät ovat suora työllisyyden lisäys ja epäsuora vaikutus työllisyyteen. Energiapuun jalostaminen lämmöksi vaikuttaa bruttokansantuotteen arvonlisäyksen kautta ja lisäksi kunta hyötyy kasvavista verotuloista. Kaukolämpöyhtiölle myönteisiä vaikutuksia ovat imagon parantuminen alueellisena työllistäjänä ja tasalaatuisen polttoaineen saaminen käyttöön ilman kausivaihteluita. Toisaalta puupolttaine vaatii kuivattamista, jolloin siihen sitoutuu korkosidonnaista pääomaa. Tämä nostaa polttoaineen hintaa hieman ylöspäin.



Työssä pohditaan lisäksi, paljonko puusta voitaisiin maksaa maanomistajalle ja millä hinnalla kaukolämpölaitoksen on kannattavaa ostaa puuta saavutettavan aluetaloudellisen vaikutuksen vuoksi. Lisäksi metsähakkeen käytön kannattavuutta pohditaan tilanteessa, jossa raaka-aineen markkinahinta ja kustannukset nousevat.

Työn tarkoituksena on valmistaa raportti, jota kunnalliset päättäjät voivat käyttää päätöksenteon tukena esimerkiksi uusissa investoinneissa. Tällainen raportti on mahdollista saada aikaan kvantitatiivista menetelmää hyödyntäen laskelmilla ja vertailuilla. Menetelmänä käytetään vertailulaskelmia. Vertailujen perusteella Kurikan Kaukolämpö Oy pystyy arvioimaan metsähakkeen käytöstä aiheutuvia aluetaloudellisia hyötyjä suunnitellessaan tulevaisuuden investointeja.

## 2 MENETELMÄT JA AINEISTOT

### 2.1 Tutkimusmenetelmä

Opinnäytetyön tutkimusmenetelmä on määrällinen eli (kvantitatiivinen), mutta työssä on myös laadullisia (kvalitatiivisia) piirteitä. Lisäksi teoria ja käytäntö yhdistyvät työssä. Määrällisessä tutkimustavassa tietoa tarkastellaan numeroiden avulla. Määrällinen tutkimusmenetelmä vastaa kysymyksiin, kuinka moni, kuinka paljon ja kuinka usein. (Vilkkä 2007, 14.) Kvantitatiivista tutkimusmenetelmää hyödyntäen on mahdollista selvittää metsähakkeen polttamisen kustannukset ja vertailla saatuja lukuja esimerkiksi turpeen ja öljyn polton kustannuksiin. Opinnäytetyössä kvantitatiivisen tutkimusmenetelmän käyttäminen mahdollistaa tarkan vertailun eri vaihtoehtojen välillä.

Tutkimuksessa tarvittava taustatiedon keruu tapahtuu pääasiassa Kurikan Kaukolämpö Oy:n toimitusjohtajaa ja työntekijöitä haastatteleamalla sähköpostin välityksellä ja henkilökohtaisilla tapaamisilla. Ensimmäisessä tapaamisessa oli paikalla myös opinnäytetyön ohjaaja.

Työssä on hyödynnetty jossain määrin myös kvalitatiivista tutkimusmenetelmää. Tällainen tilanne saattaa tulla esiin esimerkiksi silloin, kun pyritään kaukolämpöyhtiön työntekijöitä haastatteleamalla selvittämään tiettyjä kustannuksia, joiden selvittäminen numeerisesti kvantitatiivista menetelmää käyttäen on mahdotonta. Haastatteleamalla kaukolämpöyhtiön työntekijöitä on selvitetty muun muassa yhtiössä noudatettuja käytäntöjä, lämpölaitosteknologiaa ja henkilökunnan asenteita hakkeenpoltoon.

Tutkimusta varten on selvitetty metsähakkeen arvoketjut, mikä tarkoittaa sitä, että jokaiselle työlajille määritellään rahallinen arvo. Arvoketju alkaa metsänomistajan pystyssä olevasta harvennusemetsästä ja päättyy tuhaksi poltettuun metsähakkeeseen, jota voidaan käyttää lannoitteena.

Arvoketjut metsähakkeen, turpeen ja öljyn käytön osalta on määritettävä niiltä osin kun ne vaikuttavat aluetyöllisyyteen. Tämä tarkoittaa arvoketjun määrittämistä aino-

astaa kun se vaikuttaa paikallisten ihmisten työllisyyteen. Näitä työllisyysvaikutuksia alueen työllisyyteen voi olla öljyllä esimerkiksi kun paikallinen öljyn myyjä myy öljyn tai paikallinen polttoainetta kuljettava kuorma-autoyrittäjä kuljettaa öljyn. Turvetuotannossa sen sijaan paikalliset vaikutukset ovat suurempia kuin öljyä poltettaessa. Turvetuotannossa työresursseja tarvitaan ainakin turpeen nostoon ja kuorma-autokuljetukseen. Toisaalta on otettava huomioon myös työllisyyden kerrannaisvaikutukset kuten hakkuukoneiden ja turvetuotantokoneiden huoltohenkilökunta sekä konemyyjät.

## **3 TEOREETTINEN TAUSTA**

### **3.1 Lähestymistapa**

Työn lähestymistapa on tutkimuksellinen ja aluetalouteen tähtäävä. Työssä tutkitaan metsähakkeen aluetalousvaikutuksia. Aihetta lähestytään Kurikan Kaukolämpölaitos Oy:n näkökulmasta ja tarkoituksena on saada aikaan tutkimus, jonka pohjalta lämpölaitos voi suunnitella tulevaa toimintaansa.

### **3.2 Aineiston valinta**

Kvantitatiivisen tutkimusmenetelmän periaatteiden mukaan opinnäytetyön aineisto koostuu kirjallisuuden ja aiempien tutkimustulosten avulla selvitetystä teoreettisesta taustasta sekä laskelmien pohjalta luoduista arvoketjuista ja niiden vertailusta. Arvoketjujen vertailut ovat työn tärkeimpiä mittareita eli primääriaineistoa, jonka tarkoitus on vastata suoraan tutkimusongelmaan, kun etsitään vastausta metsähakkeen käytön kannattavuudelle. Kirjallisuuden ja aiempien tutkimusten avulla voidaan selvittää keskiarvolukuja arvoketjujen eri osille ja hyödyntää näitä lukuja hakkeen polton kustannusten selvittämisessä. Aineistoksi on valittu myös kvalitatiivista aineistoa kuten lämpölaitoksen toimitusjohtajan ja henkilökunnan haastatteluja. Haastattelujen avulla selvitetään toteutuneita kuluja edellisiltä vuosilta vertailtavien polttoaineiden osalta ja selvitetään voimalaitoksen turvekäyttöön suunnitellun kattilatekniikan soveltuvuutta metsähakkeelle.

Toisen käden aineistoa sen sijaan ovat aiemmat tutkimustulokset, joiden avulla voidaan selvittää hakkeen polton kustannuksia toisissa tutkimuksissa. Valtakunnan metsien inventointitiedoista voidaan selvittää vuosittaiset energiapuun hakkuumahdollisuudet kunnittain. Tämän selvittäminen on tärkeää, ettei hakata enempää vuodessa kuin yhden kunnan alueella metsä kasvaa. Nämä toisen käden aineistot eivät anna vastausta varsinaiseen ongelmaan, mutta auttavat tulosten ja johtopäätösten kirjoittamisessa. (Vilka 2007, 34.)

### 3.3 Tutkimusraportti

Kirjallinen tuotos on kirjoitettu vertailulaskelmien jälkeen, erityistä huomiota tulosten esittämisessä ja raportin kirjoittamisessa on kiinnitetty objektiivisuuteen. Määrällisen tutkimuksen raportti on pyritty kirjoittamaan sellaiseksi, josta ei erotu tutkijan persoonana (Vilkkä 2007, 160). Määrällisen eli kvantitatiivisen tutkimusmenetelmän valinta työn pääasialliseksi tutkimusmenetelmäksi estää sen, että tutkimuksen tekijän omat melko voimakkaat mielipiteet eivät vääristä tutkimustuloksia, kun tulokset on esitettävissä numeerisesti. Metsämuurosen (2011, 38) mukaan tutkimuksen aihepiirin ollessa omasta työelämästä, on asioita kyseenalaistettava ja ympäristöä on tarkkailtava kriittisesti. Kun aihepiiri on itselle tuttu, on siitä helppoa ja mielenkiintoista hankkia tietoa.

Tutkimuksen tekijän vankka kokemus metsähakkeen käytöstä polttoaineena mahdollistaa laadukkaiden johtopäätösten tekemisen ja numeeristen tutkimustulosten tulkinnan.

## 4 METSÄHAKE JA SEN HANKINTA

### 4.1 Mitä metsähake on

Metsähake on yleisnimitys suoraan metsästä korjattavasta puuraaka-aineesta joka on haketettu tai murskattu energiakäyttöön. Metsähaketta on käytetty Suomessa jo 50 vuotta. Metsähakkeen jakeet ovat hakkuutähdehake, kokopuuhake, rankahake ja kantohake. Hakkuutähdehake on ainespuun korjuussa syntyneen hakkuutähteen haketta ja koostuu lähinnä oksista ja latvusmassasta. Kokopuuhake valmistetaan kokopuusta (karsimaton ranka). Rankahake valmistetaan pieniläpimittaisesta karsitusta rangasta tai kuitupuusta. Kantohake joka valmistetaan pääosin avohakkuu-aloilta nostetusta kuusenkannosta. (Kuitto toim. 9.)

Tämän työn laskelmat perustuvat rankahakkeelle, koska metsähakkeista sen laatu- vaihtelut ovat vähäisimpiä. Laadukkaalla hakkeella vältetään häiriöitä ja käyttökatkoja voimalaitoksella (Kuitto toim. 302).

Yhdestä kiintokuutiometristä ( $m^3$ ) energiapuuta saadaan energiaa puulajista riippuen noin kaksi megawattituntia (MWh) ja noin 2,5 irtokuutiometriä ( $i\text{-}m^3$ ) haketta. Yhden MWh:n tuottamiseen tarvitaan noin 1,3 irtokuutiometriä haketta tai 100 litraa öljyä (Kuitto toim. 11).

Ainespuun tilavuusyksikkönä tässä työssä on käytetty pääsääntöisesti kiintokuutiometriä ( $m^3$ ) ja hakkeen tilavuusyksikkönä irtokuutiometriä ( $i\text{-}m^3$ ).

### 4.2 Karsittu ranka – metsähakkeen raaka-aine

Jotta varmistetaan laadukas ja tasalaatuinen metsähake, on sen raaka-aineen oltava hyvää ja kuivaa. Tähän tarkoitukseen sopii parhaiten nuorista metsistä harvennushakkuissa hakattu puu, joka korjataan karsittuna rankana. Kohteet ovat pääasiassa nuoren metsän kunnostusta vaativia metsiköitä ja työ voidaan suorittaa myös niin sanottuna viivästyneenä taimikonhoitona. Nuorien metsien kunnostaminen ja niistä energiapuun kerääminen on kuitenkin taloudellisesti kannattamatonta ilman yhteiskunnan tukea. (Saksa 2008, 36.)

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

Karsitturanka korjataan usein sahaavalla joukkokäsittelykouralla varustetulla hakkuukoneella. Tämä menetelmä sopii hyvin nuoriin ensiharvennusikäisiin metsiin. Rangat kuljetaan metsätraktorilla tienvarsivarastoon, jossa ne kuivumisen jälkeen haketetaan ennen kaukokuljetusta, tai kaukokuljetetaan kuorma-autolla terminaaliin haketusta varten. (Alakangas ym. 2013, 3)

Haketukseen voidaan ohjata kaikki puutavaraerät jotka eivät sisällä epäpuhtauksia. Metsätraktorin kuljettajan tehtävänä on huolehtia, että puukasoihin ei joudu epäpuhtauksia, kuten kiviä, maata tai rautaa (L&T Biowatti 2016).



Kuva 1. Haketuskelvoton kasa karsimattonta kokopuurankaa, kasassa on runsaasti juuripuuta ja kiviä. (Kuva: Markus Latvala)

Karsitulle rangalle ei ole varsinaisia mitta- tai laatuvaatimuksia ja rajoittavat tekijät ovat lähinnä hakkuukoneiden tekniset rajoitteet sekä kuljetusautojen kuormatilojen maksimipituudet. Hakkuukoneella valmistettavan rankapuun minimiläpimitta on käytännössä noin 3-4 cm ja kuljetusauton kuormatilan pituudesta johtuen rankapuun pituus on noin 5 metriä. Sen sijaan havu- ja koivukuitupuulla minimiläpimitta on vakiintunut 6 cm:iin ja pituus on rajoitettu. Lisäksi kuitupuilla ei sallita kuoriotumista haittaavia mutkia, epämuodostumia, pehmeää sydänlahoa ja ylisuuria runkoja. Haapakuidun minimiläpimitta on 8 cm ja kantohinta alhaisempi kuin havu- tai koivukuidulla. (Pennanen 2002.) Tästä syystä karsittuna rankana korjatut ensiharvennuskohteet antavat paremman hehtaarikohtaisen saannon kuin kuitupuulla ja ne on taloudellisesti järkevää myydä polttorankana.



Kuva 2. Karsitun rangan keskeneräinen tienvarsivarasto, yrittäjä on asettanut aluspuut oikeaoppisesti. (Kuva: Markus Latvala)

Energiapuuta varastoitaessa on kiinnitettävä huomiota varastointiin. Varastopinon pohjalle laitetaan riittävästi aluspuita, joilla estetään maakosteuden siirtyminen pinon alempiin kerroksiin sekä pinon kallistuminen tai kaatuminen. Lisääntyneen ilmankierron ansiosta pino myös tuulettuu paremmin. Pinosta tehdään mahdollisimman korkea, jotta sen kosteutta keräävä päällysosa on mahdollisimman pieni. Käytännössä tämä tarkoittaa 4-5 metrin korkeutta. Pinoon tulevat puut asetetaan tyvet



tielle päin niin, että pino mieluiten ”katsoo” etelään päin. Näin vesi valuu latvojen suuntaan ja auringon suora säteily kohdistuu tasaisesti koko varastopinoon. Lisäksi pinoon tehdään tien puolelle noin metrin pituinen lippa tai kasa voidaan peitellä tarkoitukseen soveltuvalla kuituvahvisteisella peittopaperilla, joka vähentää pinon kastumista. (Äijälä 2010, 47.) Ennen haketusta raaka-aineen tulisi kuivua vähintään yhden vuoden tai ainakin yhden kesän yli. Talvella hakattu puu ajetaan terminaaliin kuivumaan alkukesästä ja peitellään peittopaperilla. (L&T Biowatti 2015.)

Haketuskelpoinen energiapuu on oltava kuivaa, eikä se saa sisältää epäpuhtauksia kuten maata, kiviä, tai rautaa. Kuormatraktorissa on hyvä käyttää ns. risukouraa, ettei metsässä kourakasoja nosteltaessa tulisi mukaan muuta kuin puuta. Epäpuhtauden kuten kiven tai kuormatraktorin pankkoputken rikkoessa hakkurin, voivat vauriot nousta jopa kymmeniintuhansiin euroihin. (L&T Biowatti 2015.)



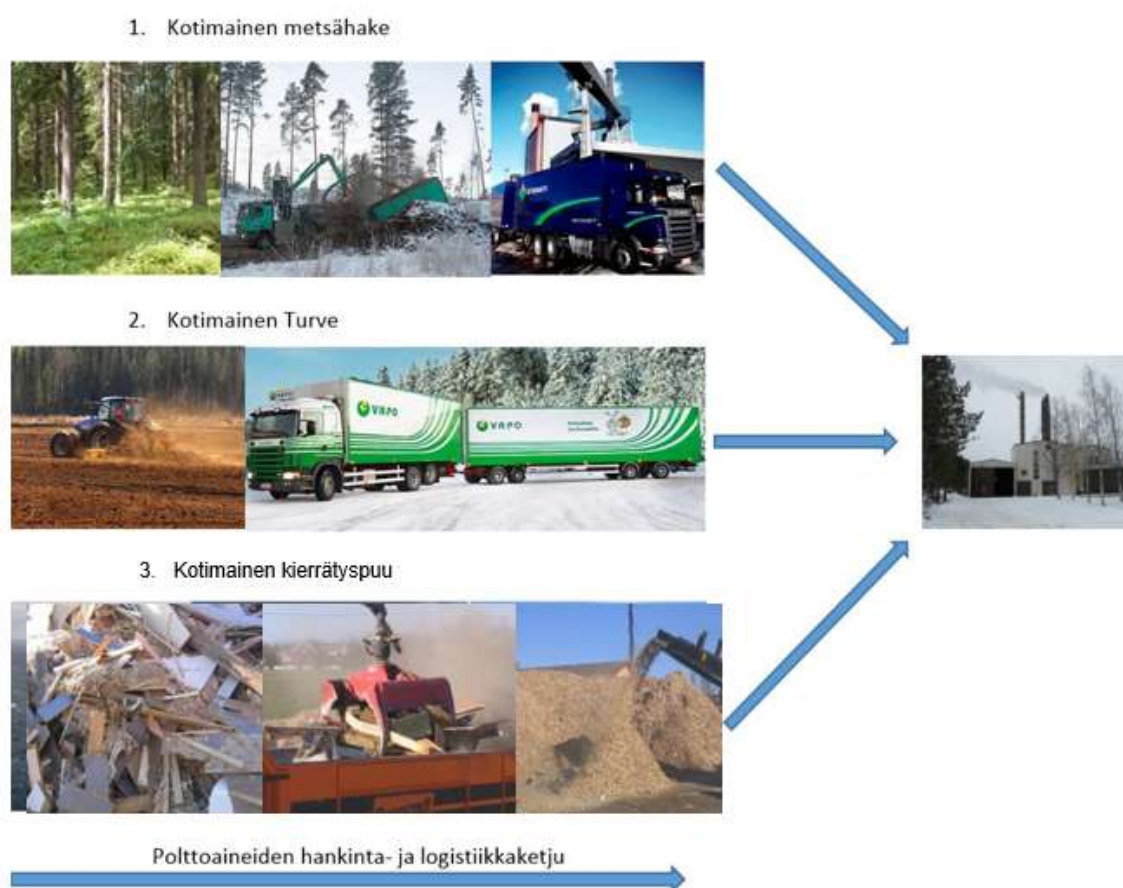
Kuva 3. Risukourassa ei ole poikittain olevia lappuja. (Kuva: Evimet Oy 2005)



Kuva 4. Normaalilla puutavarakouralla ajettu valmis työmaa. Kuvat ovat metsästä kourakasojen kohdalta. (Kuvat: Markus Latvala 2014.)

## 5 POLTTOAINEIDEN ARVOKETJUT

Työssä on tarkasteltu kolmea eri vaihtoehtoa lämmön tuottamiselle. Jokaiselle vaihtoehdolle on laskettu hinta sekä kuinka paljon kukin vaihtoehto vaatii työllisyyttä ja jättää rahaa kuntatalouteen. Metsähakkeella korvataan lähinnä kierrätyspuuta ja öljyä, jolloin työllisyysvaikutukset ovat suurempia kuin jos turpeen polttoa korvataan hakkeen poltolla, koska turvetuotanto vaatii myös omat työllisyyspanoksensa. Arvoketjulla tarkoitetaan tässä tapauksessa raaka-aineen koko arvoketjua aina siihen pisteeseen kunnes sen jalostaminen päättyy. Työssä on otettu huomioon vain ne asiat jotka vaikuttavat talouteen ja työllisyyteen.



Kuva 5. Polttoaineen arvoketjut (kuvat: Vapo, Alaku Oy, Markus Latvala, Kurikan Kauko-  
lämpö Oy)

## 5.1 Metsähakkeen toimitusketju

Metsähaketta tuottaessa toimitusvarmuus riippuu tarjolla olevista hakkuualueista, sääolosuhteista ja koneenkuljettajien ammattitaidosta. Ennen hakkeen valmistamista puutavaran on kuivuttava vähintään yhden kesän yli mielellään peitellyssä kassassa. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että myöhään syksyllä korjattu puutavara on polttokuivaa vasta noin vuoden kuluttua. Sen sijaan keväällä ja alkukesästä korjattu puu voidaan parhaassa tapauksessa hakettaa ja polttaa jo noin kolmen kuukauden kuluttua sen korjaamisesta. Nopea polttoon saanti on tärkeää, sillä kuivumassa olevaan karsittuun rankaan sitoutuu runsaasti korkosidonnaista pääomaa. (Ukskoski ym. VTT tiedotteita 22.)

Metsähakkeen arvoketju on määritetty tutkimalla puun eri työvaiheita puukaupasta metsäenergiaksi ja tuhkaksi hyödyntämällä alan eri toimijoiden kuvausta metsätalouden eri työvaiheista. (Metsämaailma.fi, Vero.fi, Ukskoski ym. VTT tiedotteita 21.)

Alla esimerkki metsähakkeen arvoketjusta.

1. Harvennuskuvio löytyy maastosta puunostajan toimesta tai maanomistajan soittaessa ostohenkilölle.
2. Puunostaja käy kiertämässä kuvion maanomistajan kanssa ja tekee tarjouksen.
3. Maanomistaja hyväksyy tarjouksen ja kauppa syntyy.
4. Työmaa-alue merkitään maastoon sini-puna nauhoituksella, hakkuualueesta tehdään metsänkäyttöilmoitus, puutavaran varastointipaikat ja hakkuuajankohta päätetään.
5. Valmis työmaa lähetetään tämän jälkeen hakkuuyrittäjälle.
6. Hakkuuyrittäjä siirtää koneet (hakkuukone ja kuormatraktori) työmaalle, suorittaa hakkuun ja kuljettaa puutavaran tienvarteen annetun ohjeistuksen mukaisesti.
7. Hakkuutulo maksetaan maanomistajalle tehdyn sopimuksen mukaisesti ja hakkuutyö maksetaan hakkuuyrittäjälle.
8. Tienvarsivarastoon ajettu puutavara peitellään peittopaperilla tai kuljetetaan puutavara-autolla terminaaliin kuivumaan, jossa se peitellään.
9. Kun puu on kuivunut tarvittavan määrän (yhden kesän) se voidaan hakettaa. Hake voidaan valmistaa suoraan kuorma-auton kyytiin ja ajaa heti voimalaitokselle polttoon tai se haketetaan maahan asfaltti-kentälle.
10. Valmis hake kuormataan kauhakuormaajalla kuorma-autoon ja hake ajetaan voimalaitokselle polttoon.

11. Polttoprosessi muuttaa puun lämmöksi ja tuhaksi. Lämpölaitoksen työntekijät antavat oman työpanoksensa polttoprosessin aikana.
12. Tuhka käytetään lannoitteena rakeistuksen jälkeen tai se käsitellään jätteenä. Tuhka kuljetetaan kuorma-autolla pois lämpölaitoksesta.
13. Tuhka levitetään lannoitteeksi metsään tai pellolle.

## 5.2 Turpeen toimitusketju

Turpeen tuotantovarmuuteen vaikuttavat lähinnä säät, mutta nykyään ongelmaksi on muodostunut myös hyvien turvetuotantoalueiden löytäminen ja ympäristölupien saaminen. Turvetuottajilla oli vuonna 2013 viranomaiskäsittelyssä uusien tuotantoalueiden lupahakemuksia yli 15 000 hehtaarille, mutta vuonna 2014 on saatu lainvoimaisia lupia vain 500 hehtaarille. (Turveteollisuus 2015.)

Tuotantotilannetta heikentää pienenevien pinta-alojen lisäksi se, että vanhat ja matalat tuotantoalat kuivuvat sateiden jälkeen hyvin hitaasti. Uudet ja paksuturpeiset tuotantoalueet saadaan sateiden jälkeen vanhoja ja mataloituneita alueita selvästi nopeammin tuotantoon. Turve kuivatetaan luonnonkuivauksena toimituskosteuteen. Kuivatus ja korjuu varastoon tapahtuvat normaaliolosuhteissa touko-elokuun aikana. Turve varastoidaan suolle, josta se kuljetetaan käyttöpaikalle kuorma-autolla. Epävakaisten säiden ja pienenevien turvealojen vuoksi turpeen asema tulee heikkenemään jonkin verran tulevaisuudessa. (Turveteollisuus 2015.)

Turvetuotannossa vakiintuneita menetelmiä ovat haku-menetelmä, imuvaunumenetelmä ja mekaaninen kokoojavaunu. Menetelmät on kuvattu taulukossa 1 työntekijä- ja työsaavutustietoineen. Lisäksi erilaiset turvetuottajille suunnatut tutkimus- ja konsulttipalvelut (esim. suosunnitelmat ja lupahakemukset) sekä lupamenettelyt ovat tärkeä osa turvetuotantoa ja lisäävät työllisyyttä. (Ukskoski ym. 43–45. VTT tiedonantoja 2003.)

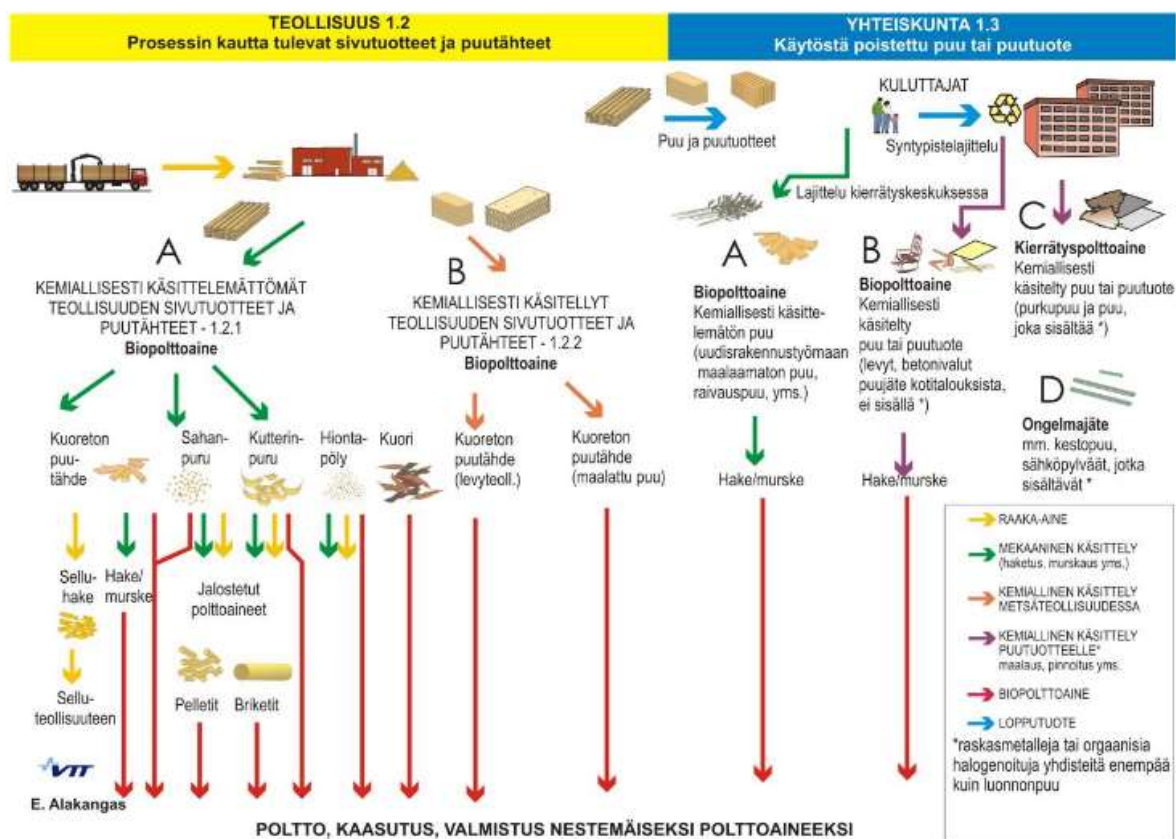
Taulukko 1. Eri turvetuotantomenetelmät ja niitä vastaavat tunnusluvut (Ukskoski ym. 44. VTT tiedonantoja 2003.)

| <b>JYRSINTURVE</b>                     |                                  |     |                          |               |
|--|----------------------------------|-----|--------------------------|---------------|
| Menetelmä ja tuotantopinta-ala         | Kone                             | Lkm | Työsaavutus, ha/h        | Työntekijöitä |
| Haku-menetelmä<br>(300 ha)             | JYRSIN                           | 1–2 | 5–7                      | 7–9           |
|  | Kääntäjä                         | 1–2 | 10–20                    |               |
|  | Karheaja                         | 1   | 10                       |               |
|  | Kuormaaja                        | 1   |                          |               |
|  | Perävaunu                        | 3–5 | riippuu lukumäärästä     |               |
| Imuvaunu-menetelmä<br>(50 ha)          | Jyrsin                           | 1   | 4–5                      | 1–2           |
|  | Kääntäjä                         | 1   | 14–27                    |               |
|  | Imuvaunu                         | 1   | 60–100 m <sup>3</sup> /h |               |
| Mekaaninen kokoojavaunu<br>(70 ha)     | Jyrsin                           | 1   | 4–5                      | 1–2           |
|  | Kääntäjä                         | 1   | 14–27                    |               |
|  | Mekaaninen vaunu, etukarheejalla | 1   | 80–150 m <sup>3</sup> /h |               |
| Kaukokuljetus                          | Rekka-auto                       |     | 3–6 kuormaa/d            | 1–3           |
| <b>PALATURVE</b>                       |                                  |     |                          |               |
| Menetelmä ja tuotantopinta-ala         | Kone                             | Lkm | Työsaavutus, ha/h        | Työntekijöitä |
| Tupla-menetelmä, lainepala<br>(160 ha) | PK-1S LP                         | 6   | 22 m <sup>3</sup> /h     | 1–5           |
|  | Palakääntäjä                     | 1   | 4,5                      |               |
|  | Karheaja                         | 1   | 0,84                     |               |
|  | Kuormaaja                        | 1   | 350 m <sup>3</sup> /h    |               |
|  | Perävaunu                        | 4   | riippuu lukumäärästä     |               |

### 5.3 Kierrätyspuun toimitusketju

Kierrätyspuu on merkittävä energijae. Puutuotteista ja –rakenteista voidaan elinkaarensa lopuksi hyödyntää energiana suurin osa. Kierrätyspuuksi voidaan laskea biopolttoaineeksi luokiteltava puhdas puutähde sekä käytöstä poistettu puu tai puutuote, johon ei sisälly muovipinnoitteita tai halogenoituja orgaanisia yhdisteitä eikä raskasmetalleja. Kierrätyspuuta ovat esimerkiksi uudisrakentamisen puutähde ja kuormalavat. Kierrätyspuun osuus lämpö- ja voimalaitosten puuperäisestä raaka-

aineesta on viime vuosina ollut noin 4 prosenttia. (Alakangas & Viik 2008.) Kierrätyspuu sisältää sekä mekaanisia että kemiallisia epäpuhtauksia. Mekaaniset epäpuhtaudet voidaan erottaa magneeteilla ja seulomalla polttoainetta tuotantoprosessin aikana. Kemialliset epäpuhtaudet sen sijaan ovat aina kiinteä osa puumateriaalia ja siksi niiden erottaminen on vaikeaa tai mahdotonta. Lisäksi tuhkan raskasmetalli- ja muut haitta-ainepitoisuudet kasvavat ja näin ollen tuhkan hyötykäyttö on haastavampaa. (Alakangas & Viik 2008, s. 30.)



Kuva 6. Suomen luokittelu puujalostusteollisuuden sivutuotteille ja tähteille, sekä käytöstä poistetulle puulle (VTT tiedonantoja 2014.)

## 5.4 Tuotantoketjujen arvonlisäys

### 5.4.1 Metsähakkeen työllisyysvaikutukset ja arvonlisäys

Vaikka tuotantoketjut ovat pitkälle koneellistettuja, työnjohtoa tai ostoiesimiestä luokun ottamatta missään työvaiheessa ei ole suoranaista miestyötä. Tästä huoli-

matta nuorten metsien harvennuksista saatu ranka ja siitä tehdyn hakkeen loppuhinnassa jopa puolet voi olla palkkakustannuksia. VTT:n arvion mukaan vuonna 2010 metsähaketta (ei sisällä metsätähdehaketta eikä kannoista saatavaa murskettä.) tuotettiin 3,8 TWh ja suora työllisyysvaikutus oli noin 1700 henkilöä. Noin 2300 MWh työllisti siis yhden ihmisen. On kuitenkin syytä muistaa, että toiminnan kehittyessä voimakkaasti myös tuotantomenetelmät kehittyvät eikä työllisyys välttämättä kehity tulevaisuudessa niin nopeasti kuin on ennustettu. (Ukskoski ym. 23–25. VTT tiedonantoja 2003.) Kustannussyistä metsähake on hankittava pienillä ihmistyöpanoksilla. Paikallisiin energialähteisiin panostaminen ei luo niin paljon uusia työpaikkoja kuin vanhemmissa tutkimuksissa on todettu, mutta työllisyyden kasvulla on silti merkitystä (Hakkila 2004). Ihmistyön osuus energiapuun teossa on suurimmillaan kun omatoiminen maanomistaja tekee ensiharvennusta käsityönä (Hakkila 2004).

#### **5.4.2 Turpeen työllisyysvaikutukset ja arvonlisäys**

VTT:n arvion mukaan vuonna 2010 turvetuotannon suora työllisyysvaikutus olisi ollut noin 2400 henkilöä ja turvetta tuotettiin noin 24 TWh. Yksi henkilö on näin ollen tuottanut noin 10 000 MWh. Kun huomioidaan laitevalmistajat, ympäristö- ja muu hallinto sekä tutkimus- ja konsulttipalvelut on turvetuotannon työllistänyt yhteensä ollut lähes 2700 henkilöä. Tällöin hieman alle 9000 MWh vastaa yhtä työpaikkaa. (Ukskoski ym. 46. VTT tiedonantoja 2003.)

### **5.5 Yhteiskunnan sääntely**

#### **5.5.1 Tuet nuoren metsän hoitokohteilla**

Heikosti kannattavia metsätöitä tuetaan valtion toimesta. Kestävän metsätalouden rahoituslain (Kemera) mukaista tukea maksetaan myös luonnontuhoista aiheutuneisiin uudistamiskuluihin ja metsäluonnon hoitoon. Metsäkeskus myöntää sieltä haetut tuet. Kemera-tuet ovat verotettavaa tuloa, mutta eivät kata kustannusten sisältämiä arvonlisäveroja (Metsäkeskus 2015).

Vuonna 2015 voimaan tulleessa Kemera-laissa on määritetty pienpuun energiatuki, joka korvaa vanhan päättyneen energianpuun korjuutuen. Uudessa laissa ensiharvennuskohteista korjatulle pienpuulle (alle 16 rinnankorkeudelta) maksetaan 450 € / ha tukea silloin, kun puuta on korjattu vähintään 35 m<sup>3</sup> / ha. Vanhan Kemeralain aikainen tuki oli 252 € / ha ja lisäksi on maksettu 7 € / m<sup>3</sup> energiapuun korjuutukea (Metsäkeskus 2015). Uusi tuki on siis jonkin verran huonompi kuin vanha ja vaikuttaa energiapuun korjuun taloudelliseen kannattavuuteen nuoren metsän hoitokoh-teissa.

### **5.5.2 Päästökauppa**

Päästökaupasta säädetään päästökauppalailla ja asetuksilla. Energiavirasto toimii lain mukaan Suomen kansallisena päästökauppaviranomaisena EU:n päästökaup-pajärjestelmässä. Päästölupien myöntämisen ja valvomisen lisäksi sen tehtäviin kuuluvat päästökaupparekisterin ylläpito, veloitteiden noudattamisen valvominen ja päästökauppatodentajien valvominen. Päästökauppalakia sovelletaan laitok-sissa, joiden nimellisteho samaan kaukolämpöverkkoon kuuluvissa laitoksissa on yli 20 MWh. Energiavirasto perii päästökaupparekisterin ylläpidosta ja tilien avaami-sesta maksuja. (Energiavirasto 2015.)

Kurikan kaukolämpö Oy:n Kurikan laitoksen yhteenlaskettu teho ilman varavoimaa on 19 MWh, joten laitos ei kuulu päästökaupan piiriin (Kurikan Kaukolämpö 2015). päästökaupan vaikutuksia ei ole tästä syystä huomioitu laskelmissa.

### **5.5.3 Verot**

Suomessa kannetaan energiaveroja sähköstä, kivihilestä, maakaasusta, polttotur-peesta, mäntyöljystä ja nestemäisistä polttoaineista. Lisäksi varmuusvarastoinnista ja muusta huoltovarmuuden turvaamisesta valtiolle aiheutuvien menojen rahoitta-miseksi on nestemäisistä polttoaineista, sähköstä, kivihilestä ja maakaasusta li-säksi suoritettava huoltovarmuusmaksua. Kun polttoturvetta käytetään lämmöntuot-tamiseen enemmän kuin 5000 MWh vuodessa on polttoturpeen käyttäjä velvollinen



suorittamaan kaikesta lämmöntuottamiseen käytetystä turpeesta valmisteveroa Tullin antaman taulukon mukaan. Jos lämpöä tuotetaan vuodessa alle 5000 MWh vuodessa, ei veroa tarvitse maksaa. Verollista polttoturvetta on kaikki lämmöntuotantoon käytettävä turve. Metsähakkeesta valmiste- ja energiaveroa ei tarvitse maksaa. (Suomen Tulli 2016.)

Taulukko 2. Eri polttoaineiden verot.

| Polttoaine               | Energiasäilytö-<br>vero | Hiilidioksidi-<br>vero | Huoltovarmuus-<br>maksu | Yhteensä |
|--------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|----------|
| Metsähake                | 0                       | 0                      | 0                       | 0        |
| Polttoturve €/MWh        | 1,9                     | 0                      | 0                       | 1,9      |
| Kevyt polttoöljy snt/l   | 9,3                     | 11,75                  | 0,35                    | 21,39    |
| Raskas polttoöljy snt/kg | 7,59                    | 14,25                  | 0,28                    | 22,12    |

Puunmyyjä maksaa puun myynnistä pääomaveroa, jonka puunostaja toimittaa ennakonpidätyksenä kauppahinnasta. Pääomaveron oli vuonna 2015 33 prosenttia. Lisäksi puukauppasummaan lisätään arvonlisävero, joka on metsänomistajalle kauttakulkuera. (Vero.fi 2015.)

#### 5.5.4 Tuhka – jäte vai lannoite

Tuhka on polton epäorgaaninen jäännöstuote, johon jää suurin osa polttoaineen sisältämistä epäorgaanisista aineista. Polttoaineiden tuhkapitoisuudet ja laatu vaihtelevat hyvin paljon. Puutuhkan laatuun vaikuttaa muun muassa puun kasvupaikka ja se, onko kyseessä pienikokoinen runkopuu, metsätähde vai kuori. Runkopuun tuhkapitoisuus on 0,4-0,6 %, kuoren 2-5 % ja oksien 1-2 %. Tuhkaa syntyy eniten niistä puun osista, joissa puun kasvu tapahtuu. Puutuhkan keskiarvona voidaan pitää 2 %. Turpeessa tuhkaa on noin 5 % eli yli kaksinkertainen määrä puun tuhkaan verrattuna. Lisäksi turpeen tuhka on karkeampaa ja se sisältää vähemmän ravinteita kuin puun tuhka (RecAsh-projekti.) Öljyn poltosta syntyy tuhkaa noin 0,01 % ja se sisältää pääasiassa haitallisia raskasmetalleja ja luokitellaan aina jätteeksi (VTT 2000).

Puupolttoaineiden tuhka sisältää ravinteita ja hivenaineita, jotka puu on ottanut maaperästä ja ilmasta. Typpeä ei tuhkassa oikeastaan ole, sillä suurin osa typestä poistuu polton aikana ilmakehään. Tuhkan lannoitekäyttö edellyttää käytännössä tuhkan rakeistusta, että se voidaan levittää järkevillä kustannuksilla. Puutuhkan käyttö metsälannoitteena on yleensä suometsien terveyslannoitusta ja lannoitteen pääraaka-aine on puun tuhka. (VTT 2000, Ecolan.)

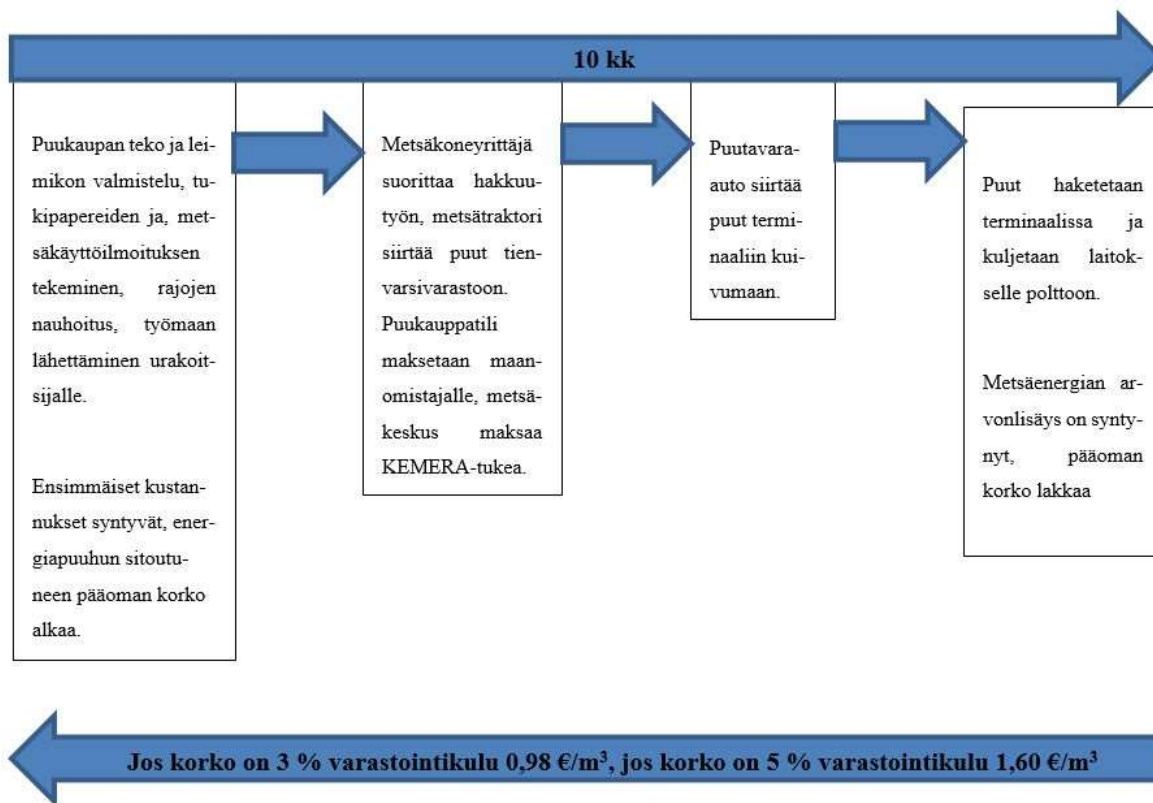
### **5.5.5 Energiapuuhun sitoutuneen pääoman korkokustannus kuivumisen aikana**

Karsitun rangan ja metsähakkeen on kuivuttava, jotta siitä saataisiin mahdollisimman hyvä energiasisältö. Kuivumisen aikana puuhun sitoutuu kuitenkin pääomaa, jolla on korko. Diskonttauksen avulla voidaan laskea, paljonko energiapuuhun sitoutuu pääomaa kuivumisen aikana vallitsevalla korkoprosentilla. Taloussanakirjan mukaan diskonttauksella tarkoitetaan tulevan maksun tai useiden eriaikaisten maksujen nykyarvon (tarkasteluhetken arvon) laskemista.

Kun vertaillaan tämänhetkistä ja tulevaisuudessa maksettavaa rahaa, siirretään eriaikaisten maksujen arvo nykyaikaan (tarkasteluhetken) diskonttaamalla. Diskonttauksessa voidaan käyttää pankin yleisesti käyttämää korkoa tai yrityksen tuotto-odotusta tai todellista yrityksen maksamaan oman pankkirahoituksen korkoa. Diskonttauksen avulla eri ajankohtien rahallisten suoritusten arvot lasketaan nykyhetkessä. Normaalisti menetelmällä lasketaan tulevaisuudessa saatavan maksun nykyarvo, mutta tässä tutkimuksessa nykyarvo määritettiin diskonttaamalla menneisyydessä aiheutuneet kuluerät nykyhetkeen. Nykyarvolla tarkoitetaan menneisyydessä tai tulevaisuudessa sijoitetun pääoman arvoa tarkasteluhetkellä. Nykyarvo tarkasteluhetkellä saadaan diskonttaamalla rahan arvo tarkasteluhetken koron avulla. (Saari 2014, 29-33.)

Tässä tutkimuksessa kulu- ja tuloerät sijoittuvat eri aikoihin korjuun ja haketuksen välisenä 10 kuukauden aikana. Jos toukokuulla korjuuseen sidotaan pääomaa esimerkiksi 10000 €, hankitun puutavaran nykyarvo 5 prosentin korolla on 10 kuukauden kuluttua enää noin 9600 €. Toukokuulla korjuuseen sidottu raha on kiinni kuivumassa olevissa energiarangoissa siihen saakka kunnes ne muuttuvat energiaksi

kaukolämmöllä. Lisäksi pääoman ollessa sitoutuneena kuluerään sen arvo laskee ajan funktiona. (Saari 2014, 29-33.)



Kuva 7. Energiapuun korjuu- ja varastointi ketju, sekä varastoinnin kulut.

Kuvasta 7. selviää karsitun energiarangan korjuuketju ja siihen sitoutuneen pääoman vaikutus varastointiin. Ensimmäinen tuloerä, mikäli Metsäkeskuksen maksama KEMERA-tukea ei oteta huomioon, saadaan vasta noin 10 kuukauden kuluttua hakkuutyömaan aloituksesta.

Jokaisesta kuluerästä laskettiin nykyarvo kahdella eri korolla. Varastointiaikana (korjuun ja haketuksen välinen aika) korosta aiheutuneet pääomakulut suhteutettiin laskelmissa korjattuihin karsitun rangan kiintokuutiometrihin. Tällä menetelmällä saatiin tunnus, joka ilmaisee kuinka paljon varastoinnista aiheutui pääomakuluja 10 kuukauden ajanjaksolla ja 3 tai 5 prosentin korkokannalla yhtä kiintokuutiometriä kohden.

Taulukko 3. Energiapuun varastoinnista aiheutuneet pääomakulut 1 m<sup>3</sup> kohti.

| Energiasisältö 2 MWh / m <sup>3</sup> |  |                                      |   |  |  |  |               |   |
|---------------------------------------|--|--------------------------------------|---|--|--|--|---------------|---|
| korko                                 | Huhti-<br>kuu  | Touko-<br>kuu                        | kesäkuu   | Kesä-<br>kuu   | Syys-<br>kuu                                 | Tammi-<br>kuu                                | Tammi-<br>kuu |   |
|                                       | Puu-<br>kaupan<br>teko ja<br>työ-<br>maan<br>valmis-<br>telu | korjuu<br>ja met-<br>säkulje-<br>tus | Energia-<br>puun<br>korjuu-<br>tuki<br>makse-<br>taan | Puukau-<br>pan<br>maksu<br>metsän-<br>omista-<br>jalle | kauko-<br>kulje-<br>tus<br>termi-<br>naaliin | Haketus<br>ja kulje-<br>tus<br>polt-<br>toon | poltto        | Varas-<br>tointi-<br>kustan-<br>nukset €<br>/ 1m <sup>3</sup> |
|                                       | € / m <sup>3</sup>   | € / m <sup>3</sup>                   | € / m <sup>3</sup>                                    | € / m <sup>3</sup>                                     | € / m <sup>3</sup>                           | € / m <sup>3</sup>                           | 20 € /<br>MWh |   |

|     |   |       |       |       |     |      |       |         |
|-----|---|-------|-------|-------|-----|------|-------|---------|
|     | 3 | 17    | -7    | 12    | 4   | 8    | 40    | -1,60   |
| 5 % | 3 | 16,93 | -6,94 | 11,85 | 3,9 | 7,67 | 38,40 |         |
|     |   |       |       |       |     |      |       | -1,60 € |

|     |   |       |       |       |      |      |       |         |
|-----|---|-------|-------|-------|------|------|-------|---------|
|     | 3 | 17    | -7    | 12    | 4    | 8    | 40    | -0,98   |
| 3 % | 3 | 16,96 | -6,98 | 11,91 | 3,94 | 7,80 | 39,02 |         |
|     |   |       |       |       |      |      |       | -0,98 € |

Taulukossa 3 on laskettu 10 kuukauden varastointiajan aiheuttamat pääomakulut. Kolmen prosentin korolla varastointikustannukset ovat 0,98€ / m<sup>3</sup>. Viiden prosentin korolla kustannukset ovat 1,60 € / m<sup>3</sup>.

### 5.5.6 Tulevaisuuden energiamuodot

Tulevaisuuden haasteet energian tuotannossa liittyvät energiankäytön jatkuvaan kasvuun, energian hintaan ja saatavuuteen sekä samaan aikaan tapahtuvaan ilmastomuutokseen.

Globaalisti edistyskäsityksellä tai ympäristöystävällisyydellä ei ole vielä nykyäänkään suurta merkitystä kun mietitään tulevaisuuden energiamuotoja. Edulliset ja helposti saatavilla olevat energiamuodot ovat edelleen suosittuja. Öljyn hinnan kohotessa jatkuvasti ovat myös uudet tähän saakka liian kalliina pidetyt energiamuodot alkaneet herättää kiinnostusta. Riippuvuus tuontienergiasta katsotaan uhaksi,

koska energian toimittajalla on usein neuvotteluvälillä. Lisäksi energian kulutus kasvaa vuodesta toiseen. (Hiltunen ym. 2014, 69.)

Tällä hetkellä öljy on globaalisti suosituin energiamuoto. Energiankulutuksesta öljyn osuus oli vuonna 2011 33 prosenttia. Öljyn osuus kuitenkin laskee vähitellen. Hiili on toiseksi suosituin energialähde maailmassa noin 30 prosentin osuudella. Hiilen käyttö lisääntyy edelleen johtuen pääasiassa Kiinan panostuksesta. Maakaasu on kolmanneksi suosituin energialähde ja sen avulla tuotettiin lähes 24 prosenttia energiasta. Vesivoima osuus on noin 7 prosenttia ja ydinvoiman lähes 5 prosenttia. Uusiutuvien luonnonvarojen (ilman vesivoimaa) avulla tuotettiin vain noin 2 prosenttia maailman energiasta. Uusiutuvien luonnonvarojen käytöstä suurin osa oli tuulivoimaa. Nopeimmin uusiutuvista muodoista suosiotaan on kasvattanut aurinkoenergia. (Hiltunen ym. 2014, 70.)

British Petroleumin (2015) mukaan uusiutuvien energialähteiden osuus kasvaa öljyn ja hiilen kustannuksella tulevina vuosina. Uusiutuvien energialähteiden kasvun on ennustettu olevan vuosina 2010 – 2030 8,2 prosenttia. Sen sijaan myös kaasun osuuden ennustetaan kasvavan 2,1 prosenttia vuodessa.

Uusiutuviin energialähteisiin luetaan kuuluvaksi hiilidioksidipäästöttömät energialähteet kuten tuulivoima, vesivoima, maalämpö ja aurinkoenergia sekä biopolttoaineet, joiden hiilipäästöt ovat yhtä suuret kuin biomassan luontaisessa hajoamisessa syntyvät hiilipäästöt. Biopolttoaineet voidaan jakaa ensimmäisen ja toisen sukupolven polttoaineisiin. Ensimmäisen sukupolven polttoaine tarkoittaa biomassan muuttamista suoraan energiaksi esimerkiksi polttamalla. Toisen sukupolven polttoaineissa taas biomassaa muutetaan esimerkiksi jonkin kemiallisen prosessin avulla korkean hyötysuhteen omaavaksi diesel-öljyksi. (Hiltunen ym. 2014, 76-84.)

Pariisin ilmastokokouksessa joulukuussa 2015 solmittiin uusi, kattava ja oikeudellisesti sitova ilmastopöytäkirja, jolla päästöjä vähennetään maailmanlaajuisesti vuodesta 2020 alkaen. Sopimuksen myötä ensimmäistä kertaa lähes kaikki maailman maat ovat kertoneet olevansa valmiita toimiin ilmastomuutoksen torjumiseksi. Ilmastopöytäkirjan mukaan koko maailman päästöjen ja hiilinielujen tulee olla tasapainossa kuluvan vuosisadan jälkipuoliskolla. Kaikki maat ovat jatkossa velvoitettuja suunnittelemaan ja toteuttamaan päästövähennyksiä ja kertomaan niistä avoimesti

ja läpinäkyvästi. Toimet ovat kansallisesti määriteltyjä ja siten suhteutettuja maan kehitystasoon ja niiden tulee kiristyä ajan myötä. Kaikkien maiden tulee raportoida päästöistään ja etenemisestään kohti tavoitteita. (Adoption of the Paris Agreement 2015.)

Ympäristöministeri Kimmo Tiilikaisen (Ympäristöministeriö 2015) mukaan tehdyt päätökset ovat odotettuja, välttämättömiä ja käännteentekeviä. Maailma on nyt valmis muutokseen, jotka eivät ole aiemmin olleet mahdollista. Vaikka sopimus ei ole täydellinen, se on silti historiallinen ja tulee määrittämään päästörajat seuraavien vuosikymmenien aikana.

Sopimus auttaa turvaamaan nykyisiä teollisia työpaikkoja myös Suomessa. Samalla lisääntyvät ilmastotoimet avaavat suuret kasvumahdollisuudet puhtaan teknologian yrityksille. Tämä luo Suomessa uusia mahdollisuuksia alan yrityksille. Suomen kannalta on myös tärkeää, että metsien merkitys hiilinieluna tunnustetaan sopimuksessa yleisellä tasolla. (Ympäristöministeriö 2015.)

## 6 TUTKIMUSYMPÄRISTÖ

### 6.1 Kurikan Kaukolämpö Oy

Kurikka on noin 15 000 asukkaan kunta Etelä-Pohjanmaalla. Vuonna 2009 tapahtuneen kuntaliitoksen myötä myös Jurvan kunta liitettiin osaksi Kurikkaa. Kurikan vahva yrittäjäperinne luo työpaikkoja. Noin 750 yrityksen ansiosta kunnan työpaikkaomavaraisuus on korkea. Vahvimpia toimialoja ovat puu- ja huonekaluteollisuus, metalliteollisuus sekä maatalous ja näitä tukevat monipuoliset palvelut. Tutkimuksessa ei ole huomioitu Jalasjärven ja Kurikan kuntaliitosta, joka astui voimaan 1.1.2016. (Kurikan kaupunki 2015.)

Kurikan Kaukolämpö Oy on Kurikan kaupungin kokonaan omistama lämpölaitos. Yhtiö toimittaa kaukolämpöä Kurikan ja Ilmajoen taajamiin yhteensä 10:ssä eri toimipisteessä. Suurimmat laitokset ovat Kurikan Jousimiehenkadulla toimiva 19 MW laitos ja Ilmajoen Palkkitiellä sijaitseva 11 MW laitos, muut laitokset ovat pienempiä, teholtaan vain muutaman megawatin kokoisia laitoksia. Yhtiön keskeisiä toimintoja ovat kaukolämmön tuotanto, siirto ja myynti. Tutkimus koskee Kurikan taajamassa osoitteessa Jousimiehenkatu 3 sijaitsevaa lämpölaitosta. (Kurikan kaukolämpö Oy 2015.) Kaukolämmön asiakkaat jakautuvat seuraavasti: asuintaloasiakkaat 532 kpl 7,9 MW, teollisuusasiakkaat 88 kpl 9,9 MW, muut asiakkaat 28 kpl 5,3 MW. Yhtiön vuosittainen lämmöntuotanto on pysytellyt viimevuosina 50 GWh:n molemmin puolin, ollen vuonna 2013 46,9 GWh. Yhtiö on aloittanut lämmön myymisen Kurikassa vuonna 1987. (Energiateollisuus 2014.)

Taulukko 4. Kurikan Kaukolämpö Oy:n toimipisteet.

| Kurikan Kaukolämpö Oy | Käyttöönottovuosi | Kattiloiden tai yksiköiden lukumäärä | Teho yhteensä MWh | Pääpolttoaine    |
|-----------------------|-------------------|--------------------------------------|-------------------|------------------|
| Jousimiehenk. 3       | 1987              | 4                                    | 19                | Palaturve        |
| Nummentie             | 1996              | 1                                    | 4,8               | kevyt polttoöljy |
| Nikkarintie           | 1996              | 1                                    | 1,8               | kevyt polttoöljy |
| Terveyskeskus         | 1980              | 2                                    | 1,2               | kevyt polttoöljy |
| Linjatie              | 2009              | 2                                    | 1,6               | kevyt polttoöljy |
| Palkkitie, Ilmajoki   | 2001              | 3                                    | 11                | Palaturve        |
| Ilmajoentie, Ilmajoki | 2004              | 1                                    | 4                 | kevyt polttoöljy |
| Koulukeskus, Ilmajoki | 2004              | 2                                    | 3,5               | kevyt polttoöljy |
| Herr. Koulu, Ilmajoki | 2004              | 2                                    | 2                 | kevyt polttoöljy |
| Koskenkorva, Ilmajoki | 2013              | 2                                    | 2                 | Palaturve        |

Kurikan Jousimiehenkadulla on käytössä 5 kattilaa, joista 2 on varalla olevia 5,0 MW raskaan polttoöljyn kattiloita. Kiinteälle polttoaineelle laitoksella 6,0 MW arinakattila, 6,0 MW leijukerroskattila ja 5,0 MW arinakattila. Metsähaketta poltetaan lähinnä arinakattiloilla ja leijukattilalla poltetaan jyrshinturvetta. (Kurikan kaukolämpö Oy 2015.)

## 6.2 Henkilöstö

Kurikan Kaukolämpö Oy:n palveluksessa Kurikan Jousimiehentiellä on tällä hetkellä viisi kaukolämpöasentajaa, kaksi toimistohenkilöä ja toimitusjohtaja. (Kurikan kaukolämpö Oy 2015.)



### 6.3 Kurikan Kaukolämpö Oy:n tämänhetkinen polttoainekäyttö

Kurikan Kaukolämmön polttoaineen käyttö vuonna 2014 oli seuraavanlainen.

|  |            |
|--|------------|
| Raskas poltto öljy ja kevyt polttoöljy | 2139 MWh   |
| Palaturve                              | 11 249 MWh |
| Jyrsinturve                            | 24 107 MWh |
| Kierrätyspuu                           | 24 125 MWh |
| Metsähake                              | 8 396 MWh  |

Yhtiön tarkoituksena on luopua kierrätyspuun käytöstä vuosien 2015 ja 2016 aikana siten, että metsähakkeen käyttöä nostetaan vähitellen 32 000 MWh tasolle. (Kurikan Kaukolämpö Oy 2015.)

### 6.2 Soveltuvuus eri polttoaineille

Kaukolämpö on luopumassa kierrätyspuun polttamisesta. Suurimpana syynä kierrätyspuun polttamisesta luopumiseen ovat kattilan häiriöriskit ja tukkeentuminen sekä savukaasujen haitta-ainepitoisuuksien nouseminen. Häiriötekijät johtavat helposti työvoimaa kuormittavaan lisääntyvään valvontaan ja laitevaurioihin (Viinikainen 2015). Kierrätyspuu sisältää sekä mekaanisia että kemiallisia epäpuhtauksia. Mekaaniset epäpuhtaudet voidaan erottaa magneeteilla ja seulomalla polttoainetta tuotantoprosessin aikana. Kemialliset epäpuhtaudet sen sijaan ovat aina kiinteä osa puumateriaalia ja siksi niiden erottaminen on vaikeaa tai mahdotonta. Lisäksi tuhkan raskasmetalli- ja muut haitta-ainepitoisuudet kasvavat ja näin ollen tuhkan hyötykäyttö on haastavampaa. (Alakangas & Viik 2008, s. 30.)

Kaukolämmön käytössä olevat arinakattilat soveltuvat hyvin metsähakkeen, hyvälaatuisen kantomurskan ja palaturpeen polttoon. Pienitehoinen kattila on käytännössä suurin rajoittava tekijä metsähakkeen käytön lisäykselle. Varsinkin polttoaineen kosteus rajoittaa kattilasta saatavaa huipputehoa. Tästä syystä laitoksella käy-

tetään talviaikana pääasiassa turvetta, sillä sen kosteus ja laatu vaihtelut ovat pienempiä kuin metsähakkeella. Lisäksi turpeen parempi energiasisältö vaikuttaa siihen, että kylmällä ilmalla turpeesta saadaan enemmän tehoa irti. Puusta olisi kuitenkin mahdollista saada enemmän energiaa tehokkaan lämmön talteenoton ansiosta. Tällöin voitaisiin hyödyntää savukaasuista saatavaa energiaa, mikä laskisi kattilan huipputehon tarvetta. Laitoksen leijukattilassa poltetaan ainoastaan jyrshinturvetta, mutta sen käyttäminen metsähakkeella olisi mahdollista. Jos leijukattilassa poltetaan metsähaketta huipputeho jää pienemmäksi ja tästä syystä metsähake soveltuu poltettavaksi vain kesäaikana, jolloin tehon tarve on pieni. (Kurikan Kaukolämpö Oy 2015.)

Laitoksella on kokeiltu myös kantomurskeen ja metsätähdehakkeen polttoa, jotka soveltuvat polttoon vain erittäin hyvälaatuisina ja kuivina. Lisäksi laitoksella on kokeiltu puusepännteollisuuden sivutuotteita. (Kurikan Kaukolämpö Oy 2015.)

#### **6.4 Metsähakkeen käytön strategia Kurikan Kaukolämpö Oy:llä**

Kurikan Kaukolämmön tarkoituksena on siirtyä polttamaan metsähaketta kierrätyspuun sijasta. Tuotettavaan megawattituntihintaan vaikuttaa oleellisesti käytettävä polttoaine. Varsinaista polttoainestrategiaa yrityksessä ei ole tehty. Kurikan Kaukolämmön polttoainestrategia muodostuu kannattavuuden, polttoaineen saatavuuden ja muiden ominaisuuksien mukaan. Lyhyellä aikavälillä metsähake tulee olemaan kesäajan polttoaine Kurikan Kaukolämpö Oy:llä. Syksyn ja loppupalven polttoaineena voidaan käyttää seospolttona turvetta ja metsähaketta. Sydäntalvella kun tarvitaan lämpökattiloiden huipputehoa, polttoaineena toimii pelkästään turve. (Kurikan Kaukolämpö Oy 2015.)

Metsähakkeen ja palaturpeen hinta olivat vuoden 2015 loppupuoliskolla lähellä toisiaan siitä syystä, että turpeesta maksettiin haittaveroa. Sen sijaan jyrshinturpeella hintaero oli huomattava turpeen eduksi. Tämän hetkiselä energian tuotantorakenteella Kurikan Kaukolämpö Oy:llä on perusteltua tavoitella noin 50 prosentin metsähakkeen käyttöä vuosituotannosta. Kurikan Jousimiehentiellä sijaitsevan laitoksen osalta se tarkoittaisi 32 000 Megawattituntia eli noin 16 000 m<sup>3</sup> puuta vuodessa. (Kurikan Kaukolämpö Oy 2015.)

Sen sijaan jysinturpeen korvaajana metsähaketta tuskin tullaan käyttämään suuren hintaeron vuoksi. Suomen hallituksen ohjaus polttoaineiden käyttöön vaikuttaa kuitenkin tulevaisuudessa, pääasiassa haittaverojen ja toisaalta uusiutuviksi luokiteltujen polttoaineiden tukemisen kautta. Turpeen haittaverolaski vuoden 2016 alussa 3,4 € / MWh tasosta 1,9 € / MWh tasoon. (Kurikan Kaukolämpö Oy 2015.)

Yhtiön tavoitteena on pitää kaukolämmön hinta edullisena asiakkaille ja koska polttoaineiden hankinta on noin 50 prosenttia Kurikan Kaukolämmön liikevaihdosta, on sen hankintahinta erittäin merkittävä. (Kurikan Kaukolämpö Oy 2015.)

Öljyä Kurikan Kaukolämpö Oy:llä käytetään vain hetkellisesti ja lähinnä varavoi-  
mana sekä huipputehon tarpeessa. Öljyä ei kannata käyttää jatkuvasti polttoai-  
neena sen kalleuden vuoksi. Vuoden 2015 lopulla jysinturve oli edullisinta polttoai-  
netta yhtiölle, kuitenkin sateisen tuotantokesän jäljiltä hyvälaatuista turvetta voi kui-  
tenkin olla vaikeaa saada. (Kurikan Kaukolämpö Oy 2015.)

## **7 METSÄHAKKEEN ALUETALOUDELLISTEN VAIKUTUSTEN SELVITTÄMINEN**

### **7.1 Lämpölaitoksen aluetalousvaikutukset**

Pohjois-Karjalassa lämpölaitosten sosioekonomisia vaikutuksia tutkineiden Lehtosen ja Okkosen (2011, 81–89) mukaan aluetalousvaikutuksella tarkoitetaan sitä, kuinka suuri vaikutus lämpölaitoksella on alueen työllisyyteen ja alueelle jäävään rahamäärään. Aluetalousvaikutukset jaetaan kolmeen luokkaan, joita ovat suorat vaikutukset, epäsuorat vaikutukset ja välilliset vaikutukset. Suorat vaikutukset ovat välittömiä lämpölaitosten aiheuttamia talousvaikutuksia, epäsuorat vaikutukset ovat lämpölaitoksen aiheuttamia työllisyyden ja tuotannon muutoksia muilla talouden sektoreilla ja välilliset vaikutukset ovat esimerkiksi uudesta työllisyydestä johtuvien kotitalouksien kulutusvaikutukset.

Aluetalousvaikutusta kuvaillaan 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. Sen sijaan metsäenergian korjuu, kuljetus ja hakettaminen työllistävät hyvin ja toiminta on paikallista, johtuen kuljetusetäisyyksien ja kustannusten vaikutuksesta. Lisäksi bioenergian hyötyjä ovat myös parantunut energianhuoltovarmuus sekä ympäristöhyödyt. Tuotantokertoimella tarkoitetaan sitä, miten aluetalouteen kohdistuva kasvu yksittäisellä toimialalla hyödyttää muita toimialoja välituotekulutuksen kasvun seurauksena. Tuotantokerroin osoittaa, kuinka raha alkaa kiertää aluetaloudessa. (Lehtonen & Okkonen 2011, 82.)

### **7.2 Metsähakkeen arvonlisäys bruttokansantuotteeseen**

Paikallisesti tuotetun metsähakkeen käytöstä johtuvaa aluetaloudellista hyötyä voidaan arvioida muun muassa arvonlisäyksen avulla. Tuotantoon osallistuva yksikkö

synnyttää bruttoarvon, jota kutsutaan markkinatuotannossa arvonlisäykseksi. Arvonlisäys lasketaan siten, että vähennetään myynnin arvosta yrityksen muilta ostettujen ja omassa tuotannossaan käyttämien raaka-aineiden arvo. Arvonlisäyksen avulla voidaan erotella loppu- ja välituotteisiin kuuluvat tuotteet. (Pekkarinen & Sutela 2002 170–172.)

Taulukossa 5 on esitetty Kurikan Kaukolämpö Oy:n yksinkertaistettu tuloslaskelma. Yrityksen myymän energian hinta 2014 oli 66 € / MWh (Energiateollisuus 2014). Arvonlisä saadaan vähentämällä myytävän lopputuotteen hinnasta muilta ostettujen ja omassa tuotannossa käytettyjen raaka-aineiden eri jalostusvaiheen työvaiheissa syntyneet kustannukset sekä huomioidaan myös metsätalouden tuet (yhteensä 20,4 € / MWh). Nämä välituotteet merkitään kansantaloudessa muiden yritysten tuloslaskelmiin. Lopputuotteen myynnin ja välituotteen arvon erotus on yrityksen myynnin arvo ja sen arvonlisäys kuntatalouteen ja bruttokansantuotteeseen. Kuvion 4 laskelmassa se on 45,6 € / MWh. Arvonlisäys on siis kaikkien lopputuotteen hintaan vaikuttaneiden yritysten yhteinen summa. (Pekkarinen & Sutela 2002, 172-173.)

Taulukko 5. Kurikan Kaukolämpö Oy:n yksinkertaistettu tuloslaskelma 1 MWh kohti metsähakkeen käytölle. (Pekkarisen ja Sutelan 2002, mukaan.)

|                   | TULOT                        |  | MENOT                |
|-------------------|------------------------------|--|----------------------|
|                   | Kaukolämmön myynti €<br>/MWh |  | Raaka-aine €<br>/MWh |
| Myynti-<br>tuotot | 66                           | Raaka-aine (karsittu ranka,<br>ensiharvennus)<br>(Välituotteet) Hakkuu, ha-<br>ketus, kuljetus | 6<br>20              |
|                   |                              | Tuet   | -5,6                 |
|                   |                              | Palkat, voitot, korot  | 45,6                 |
| Yhteensä          | 66                           |  | 66                   |

Kun haetaan kannattavuutta, on tärkeää, että nostetaan tuotteen jalostusarvoa. Metsähakkeen raaka-aineen eli karsitun rangan osuus lopullisesta tuotteen hinnasta on melko pieni, vain noin 15 prosenttia. Kannattavuutta haettaessa on tärkeää saada jalostusarvo mahdollisimman korkeaksi, koska jalostusarvo tarkoittaa myös arvonlisäystä sekä työpaikkoja ja verotuloja kuntaan. (Pekkarinen & Sutela 2002, 172.)

Lähellä tuotetun ruuan vaikutuksia maaseutukuntien talouteen tutkineen Vihman mukaan suurin arvolisäys tapahtuu tuotteen jalostusvaiheessa, sillä raaka-aineen osuus lopputuotteen hinnasta on melko pieni eikä raaka-aineen hinta yksistään vaikuta aluetalouteen merkittävästi. Jalostuksessa syntyvä arvonlisä on euromääräisesti paljon suurempi kuin raaka-aineen osuus. Tästä syystä on tärkeää, että tuote jalostetaan ja käytetään sijaintipaikkakunnalla, jolloin verotulot ja työpaikat hyödyttäisivät aluetaloutta. (Lindroos toim. 2006, 3-7.)

### 7.3 Metsähakkeen käytön suora vaikutus työllisyyteen ja kunnalle jäävät verotulot

Metsähakkeen hankintaketjun suora työllistävä vaikutus on esitetty kohdassa 5.4.1. Turpeen hankintaketjun työllistävä vaikutus on esitetty kohdassa 5.4.2. Työntekijöiden palkat hankintaketjussa ovat Tilastokeskuksen mukaan 2 351 € kuukaudessa ja laitostyöntekijöiden palkat 2991 € kuukaudessa.

Kurikan Kaukolämpö Oy käytti vuonna 2014 metsähaketta noin 8 396 MWh. Metsähakkeen hankintaketjussa sen käyttö vaikutti työllisyyteen 3,7 henkilötyövuotta. Turvetta käytettiin vuonna 2014 noin 35 000 MWh, mutta sen vaikutus työllisyyteen oli lähes sama kuin metsähakkeella vaikka turpeella tuotettiin yli neljä kertaa enemmän energiaa. Yhteensä metsähakkeen ja turpeen hankintaketjun työpaikat olivat noin 8 henkilötyövuotta. Kunnan verotulot työntekijöiden osalta olivat noin 150 t €.

Taulukko 6. Kurikan Kaukolämpö Oy:n energian käyttö vuonna 2014.

| Kurikan Kaukolämpö vuonna 2014    |                            |                            |                 |
|-----------------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------|
|                                   | <b>Haketta 8,4<br/>GWh</b> | <b>Turvetta 35<br/>GWh</b> | <b>Yhteensä</b> |
| <b>Palkansaajat (k€/v)</b>        | 375 360                    | 381 120                    | 756 480         |
| <b>Kunnan verotulot (k€/v)</b>    | 75 072                     | 76 224                     | 151 296         |
| <b>Työpaikat hankintaketjussa</b> | 3,7                        | 3,9                        | 7,6             |
| <b>Työpaikat lämpölaitoksella</b> | 8                          | 8                          | 8               |

Yhtiön tarkoituksena on siirtyä vuonna 2015 ja 2016 kierrätyspuun poltosta metsähakkeen polttoon. Tällöin metsähakkeen hankintaketju työllistää noin 14 henkilöä ja

lisäksi lämpölaitos 8 henkilöä, tällöin kunnan verotulot ovat noin 134 t € vuodessa. Lisäksi turpeen hankintaketju työllistää noin 4 henkilöä. Polttoaineen hankintaketjut ja lämpölaitoksen työntekijät yhteensä työllistävät noin 26 henkilöä. Joista kertyy verotuloa yhteensä noin 210 t € eli noin 60 t € enemmän kuin vuonna 2014.

Taulukko 7. Kurikan Kaukolämpö Oy:n energian käyttö lähivuosina.

| Kurikan Kaukolämpö energiakäyttö lähivuosina |                           |                            |                 |
|--|---------------------------|----------------------------|-----------------|
|  | <b>Haketta 32<br/>GWh</b> | <b>Turvetta 35<br/>GWh</b> | <b>Yhteensä</b> |
| <b>Palkansaajat (k€/v)</b>                   | 672000                    | 381120                     | 1053120         |
| <b>Kunnan verotulot (k€/v)</b>               | 134400                    | 76224                      | 210624          |
| <b>Työpaikat hankintaketjussa</b>            | 14                        | 3,9                        | 17,9            |
| <b>Työpaikat lämpölaitoksella</b>            | 8                         | 8                          | 8               |

#### 7.4 Metsähakkeen käytön välilliset työllisyysvaikutukset

Metsähakkeen tuotanto aikaansaa työllisyyttä myös muille toimialoille. Kun paikallisesti tuotetun metsähakkeen käyttö työllistää kunnassa, myös muut toimialat hyötyvät tästä lisääntyneenä kulutuksena aiheuttaen kerrannaisvaikutuksen. Tätä kutsutaan välilliseksi työllisyysvaikutukseksi. Kerrannaisvaikutus kohdistuu kunnan alueelle, mutta myös laajemmin maahan ja ulkomaille. Koska muillakin alueilla harjoitetaan vastaavaa toimintaa, voidaan arvioida, että tuotantopanosten hankinnan tase pysyy suunnilleen tasapainoisena alueiden välillä. Tilastokeskuksen katsauksessa 1997/8 on arvioitu metsähakkeen tuotannossa välillisten työllisyysvaikutusten olevan 40 % välittömistä työllisyysvaikutuksista. Kehittämisen- ja koulutustoiminnan välillisistä vaikutuksista ei ole tietoa, joten tässä välillinen vaikutus on kohdistettu ainoastaan puunkorjuun työvaiheisiin. (Paananen 2005.)

Pentti Hakkilan (2004) mukaan metsähakkeen välilliset työllisyysvaikutukset voisivat olla pienimmillään 1000 puukuutiota kohti 0,2 henkilötyövuotta ja suurimmillaan 0,4 henkilötyövuotta. Ero selittyy konetyön ja käsityön erolla sekä voimalaitosten eroista kustannustehokkuudessa.

## 7.5 Metsähakkeen käytön vaikutukset ympäristöön

Metsähakkeen käytön vaikutukset ympäristöön eivät ole varsinaisia rahassa mitattavia arvoja. Metsähakkeen käytön lisäyksellä on kuitenkin selkeä tavoite hiilidioksidipäästöjen vähentämisessä. Koska tavoite on ympäristölähtöinen, on toimittava niin, ettei toisaalla saavutettua ympäristöhyötyä pilata tekemällä ympäristöhaittaa. Koska polttoaineena metsähake on lähes hiilineutraali, syntyvät päästöt korjuun, kaukokuljetuksen ja haketuksen aikana. Niiden osuus on kuitenkin vain noin 3 % luokkaa tuotetun polttoaineen energiasisällöstä. Hakkuut vaikuttavat ympäristöön, maisemaan ja maaseudun elinvoimaisuuteen. Harvennushakkuut ja nuorien metsien kunnostus työt koetaan myönteisinä, koska ne avartavat näkyvyyttä. Lisäksi kaukolämpöyhtiön imago paranee kun se käyttää lähellä tuotettua polttoainetta. (Hakkila 2004.)

## 7.6 Hintavertailu eri polttoaineiden välillä

Hintavertailuun otettiin mukaan jrsinturve, palaturve, kierrätyspuu ja metsähake. Työllisyysvertailussa jrsinturpeen ja palaturpeen työllisyysvaikutukset ovat yhtä suuret. Vaikka laitos käyttää myös kevyttä polttoöljyä, sen määrä on marginaalinen eikä sen huomioiminen laskelmissa ole järkevää. Kurikan Kaukolämpö tuottaa vuodessa noin 70 000 MWh energiaa.

Taulukossa 8 on kuvattu Kurikan Kaukolämpö Oy:n energian tuotanto vuonna 2014 toteutuneilla määrillä. Laitos tuotti energiaa noin 67 GWh ja polttoaineen hinta vuoden aikana oli hieman vajaa 1,15 miljoonaa euroa. Jrsinturvetta ja kierrätyspuuta käytettiin lähes yhtä paljon, kierrätyspuun käyttö oli kuitenkin hieman jrsinturvetta edullisempaa. Palaturvetta käytettiin kolmanneksi eniten hieman yli 11 GWh:ta ja sen käyttö maksoi yhtiölle noin 220 tuhatta euroa. Metsähakkeen käyttö vuonna 2014 oli melko pientä, sitä käytettiin vain hieman yli 8 GWh:ta. Metsähake oli myös megawatti hinnaltaan kalleinta polttoainetta, sen maksaessa noin 21 €.



Taulukko 8. Energian hinta ilman aluetalousvaikutuksia vuonna 2014 toteutuneilla määrillä.

|                     | €/ MWh | MWh / vuosi | Hinta vuodessa € |
|---------------------|--------|-------------|------------------|
| <b>Jyrsinturve</b>  | 17     | 24 107      | 409 849          |
| <b>Palaturve</b>    | 20     | 11 249      | 224 980          |
| <b>Kierrätyspuu</b> | 14     | 24 125      | 337 750          |
| <b>Metsähake</b>    | 21     | 8 396       | 176 316          |
| <b>Yhteensä</b>     |        | 67 877      | 1 148 895        |

Kun yhtiö lähivuosina lopettaa kierrätyspuun käytön ja siirtyy metsähakkeen käyttöön, sen hankkiman polttoaineen hinta ilman aluetalousvaikutuksia vuonna 2014 tuotetulla energiamäärällä on yhteensä noin 1,31 miljoonaa. Tilanne on kuvattu taulukossa 9. On huomioitavaa, että normaalitilanteessa polttoaineiden yksikköhinnat vaihtelevat vuosittain, taulukoissa 8 ja 9 on kuitenkin käytetty laskennassa samoja polttoaineiden hintoja. Kun aluetalousvaikutuksia ei ole otettu huomioon, lämpölaitokselle koituu metsänhakkeen lisääntyvästä poltosta lähes 170 000 € lisää kustannuksia.

Taulukko 9. Energian hinta lähivuosina ilman aluetalousvaikutusta.

|                    | €/ MWh | MWh / vuosi | Hinta vuodessa € |
|--------------------|--------|-------------|------------------|
| <b>Jyrsinturve</b> | 17     | 24 107      | 409 819          |
| <b>Palaturve</b>   | 20     | 11 249      | 224 980          |
| <b>Metsähake</b>   | 21     | 32 521      | 682 941          |
| <b>Yhteensä</b>    |        | 67 877      | 1 317 740        |

## 7.7 Polttoaineen hinta aluetalousvaikutukset huomioiden

Metsähakkeen aluetaloudellisia hyötyjä laskettaessa on otettu huomioon aiemmin tutkimuksessa selvitettyt seikat, kuten suora työllistävä vaikutus, välillinen työllistävä vaikutus, energiapuuhun kuivumisen aikana sitoutunut pääoman korko ja kunnallisveron lisääntyminen.

Laskelmien perusteella metsähakkeen hankintaketju työllistäisi yhteensä 18 henkilötyövuotta (välittömät ja välilliset) lisäksi voimalaitos työllistää 8 henkilötyövuotta. Noin 30 000 € vuosiansioilla 26 henkilöä maksaa kunnallisveroa 20 prosentin veroprosentilla noin 158 000 €. Energiapuun kuivumiseen sitoutunut pääoma vaikuttaa miinusmerkkisenä laskelmissa. Aluetaloudelliset hyödyt ovat yhteensä noin 132 000 €. Lisäksi osakeyhtiömuotoiset yritykset maksavat yhteisöveroa kuntaan, jota ei ole laskettu, sillä se on riippuvainen yrityksen tuloksesta.

Taulukko 10. Metsähakkeen aluetalousvaikutukset.

|   | <b>Haketta 32 GWh</b>   |
|---|---|
| <b>Työpaikat välilliset</b>   | 4   |
| <b>Työpaikat hankintaketjussa</b>   | 14  |
| <b>Työpaikat lämpölaitoksella</b>   | 8   |
| <b>Palkansaajat (€/v)</b>   | 792 000   |
| <b>Kunnan verotulot (€/v)</b>   | 158 200   |
| <b>Pääoman korko kuivumisen aikana 5 % sisäisellä korkokannalla (€/10 kk)</b> | -25 600   |
| <b>Aluetaloudelliset hyödyt yhteensä</b>                                      | 132 600 € + 18 henkilötyövuotta + yrityksen maksama yhteisövero |

Taulukosta 11 käy ilmi Kurikan Kaukolämpö Oy:n polttoainekäyttö tulevina vuosina sekä aluetaloushyödyn vaikutus polttoaineen hintaan. Metsähakkeen aluetalousvaikutus on 132 600 €, joka vaikuttaa energian yksikköhintaan lähes 4,1 € / MWh. Kun aluetalousvaikutukset huomioidaan palaturve ja metsähake ovat lähes samanhintaista polttoainetta. Polttoaineiden hintaerot ovat tasoittuvat kun aluetalousvaikutukset otetaan huomioon. Aluetalousvaikutukset huomioiden kaikkien vertailtavien polttoaineiden hinnat vaihtelevat noin 2 € / MWh. Ilman aluetalousvaikutusten huomiointia ne vaihtelivat 4 € / MWh.

Kaukolämmön polttoaineen hintaan vuositasolla aluetalousvaikutukset vaikuttavat yli 200 000 € vuodessa. Metsähakkeella on suurin työllistävä vaikutus, joten sen

megawattihintaan vaikutukset ovat kaikista suurimmat. Huomion arvoista on, että palaturve on taulukossa 11 kalleinta polttoainetta, tosin pienellä erolla metsähakkeeseen.

Taulukko 11. Polttoaineen hinta kun aluetalousvaikutus on huomioitu.

|                          | Uusi hinta<br>€/ MWh | Vanha<br>hintaa € /<br>MWh | MWh<br>/ vuosi | Hinta vuo-<br>dessa €   | Aluetalousvai-<br>kutukset vuo-<br>dessa € | Hinta alueta-<br>lousvaiku-<br>tus huomi-<br>oiden |
|--------------------------|----------------------|----------------------------|----------------|-------------------------|--|--|
| <b>Jyrsin-<br/>turve</b> | 14,9                 | 17                         | 24 107         | <b>409 819</b>          | 50 000                                     | <b>359 819</b>                                     |
| <b>Palaturve</b>         | 17,5                 | 20                         | 11 249         | <b>224 980</b>          | 28 000                                     | <b>196 980</b>                                     |
| <b>Metsä-<br/>hake</b>   | 16,9                 | 21                         | 32 521         | <b>682 941</b>          | 132 600                                    | <b>550 941</b>                                     |
| <b>Yhteensä</b>          |                      |                            | <b>67 877</b>  | <b><u>1 317 740</u></b> | <b>210 600</b>                             | <b><u>1 107 140</u></b>                            |

## 7.8 Hypoteesi – energian tuottaminen yhdellä polttoaineella

Laadin työhön myös laskelman, jossa oletetaan kaiken Kurikan Kaukolämpö Oy:n käyttämän polttoaineen (70 GWh) olevan metsähaketta, vaikka se nykyisellä lämpökattila kapasiteetillä ei ole edes mahdollista. Vertailulaskelma on tehty turpeen kanssa. Metsähakkeen hankintaketju voisi työllistää tällöin jopa 30 henkilötyövuotta (suorat ja välilliset) ja kunnan verotulot olisivat lähes 290 000 €. Turpeen osalta saamat luvut ovat 8 henkilötyövuotta ja 108 000 €. Hintavertailussa on otettu huomioon siis pelkkä hinta, polttoaineen saatavuutta tai käytön järkevyyttä ei ole otettu huomioon. Polttoaineiden hinnat ovat peräisin Taloussanomien raaka-aine tilastosta.

Energian yksikköhinta metsähakkeen osalta olisi noin 17,60 € / MWh ja turpeen osalta (palaturve ja jyrsinturve yhdessä) olisi noin (energian hinta) 17 € / MWh.

Taulukon 12 mukaan lämpölaitos voisi hankkia energian halvimmillaan 980 000 eurolla vuodessa, jos käytettäisiin pelkästään kierrätyspuuta. Kierrätyspuun käyttämiseen sisältyy kuitenkin paljon epävarmuustekijöitä kuten sen saatavuus, polttolaitteiston rikkoontumisriskin kasvu ja tuhkan ominaisuuksien heikentyminen. Kalleinta energiaa olisi metsähake, jonka käyttö maksaisi yhtiölle 1 470 000 € vuodessa. Met-

sähakkeella on kuitenkin vertailtavista polttoaineista suurin vaikutus bruttokansantuotteeseen, jonka vuoksi sen käyttäminen on kannattavampaa. Metsähakettakaan ei teknisistä syistä voi käyttää ainoana polttoaineena, koska laitoksella pitäisi tehdä isoja investointeja. Jyrsinturve sijoittuu vertailussa toiseksi halvimmaksi polttoaineeksi ja sen käyttö vuodessa maksaisi hieman vajaa 1 200 000 €. Turpeen aluetalousvaikutukset jäävät kuitenkin pienemmäksi kuin metsähakkeella. Hyvälaatuista turvetta voi kuitenkin olla vaikeaa saada etenkin sateisen tuotantokesän jälkeen.

Taulukko 12. Energian hinta.

| 70 GWh<br>vuodessa | €/ MWh+vero | MHh / vuosi | Hinta vuodessa € |
|--------------------|-------------|-------------|------------------|
| Jyrsinturve        | 17          | 70 000      | 1 190 000        |
| Palaturve          | 20          | 70 000      | 1 400 000        |
| Kierrätyspuu       | 14          | 70 000      | 980 000          |
| Metsähake          | 21          | 70 000      | 1 470 000        |

Taulukossa 13 on vertailtu kuvitteellista tilannetta, jossa lämpölaite käyttäisi polttoaineena pelkästään turvetta tai metsähaketta ja huomioitu vaihtoehtojen aluetalousvaikutukset. Pelkästään turvetta polttoaineena käytettäessä hankintaketjun työpaikkoja olisi 8 kappaletta, kun metsähakkeella työpaikkoja syntyisi 30 kappaletta. Palkansaajien vuositulot ovat yhteensä vajaa puoli miljoonaa, kun metsähakkeella palkkatulojen osuus on yli 1,4 miljoonaa. On kuitenkin huomioitava, että pelkästään teknisistä syistä laitoksella ei voida käyttää vain yhtä polttoainetta.

Taulukko 13. Polttoaineen aluetalousvaikutukset kun oletetaan, että kaikki polttoaine on metsähaketta tai turvetta.

|   | <b>Haketta 70 GWh</b>   |
|---|---|
| <b>Työpaikat välilliset</b>   | 10  |
| <b>Työpaikat hankintaketjussa</b>                                   | 30  |
| <b>Työpaikat lämpölaitoksella</b>                                   | 8   |
| <b>Palkansaajat (€/v)</b>   | 1 440 000   |
| <b>Pääoman korko kuivumisen aikana 5 % sisäisellä korkokannalla</b> | -56 000   |
| <b>Kunnan verotulot (€/v)</b>                                       | 288 000   |
| <b>Aluetaloudelliset hyödyt yhteensä</b>                            | 232 000 € + 40 henkilötyövuotta + yrityksen maksama yhteisövero |
|   | <b>Turvetta 70 GWh</b>  |
| <b>Työpaikat välilliset</b>   | 2   |
| <b>Työpaikat hankintaketjussa</b>                                   | 8   |
| <b>Työpaikat lämpölaitoksella</b>                                   | 8   |
| <b>Palkansaajat (€/v)</b>   | 540 000   |
| <b>Kunnan verotulot (€/v)</b>                                       | 108 000   |
| <b>Aluetaloudelliset hyödyt yhteensä</b>                            | 108 000 € + 18 henkilötyövuotta + yrityksen maksama yhteisövero |

Jos kaikki Kurikan Kaukolämpö Oy:llä tuotettu energia tuotettaisiin metsähakkeella, tämä työllistäisi yhteensä noin 40 henkilöä, josta noin 30 henkilöä olisi metsähakkeen hankintaketjussa. Kunnallisveroa nämä henkilöt maksaisivat lähes 230 t € vuodessa. Lisäksi yrityksen sijaintipaikkakunta saisi yhteisöveron hyödykseen, mutta sitä ei ole laskettu, koska se on riippuvainen yhtiön tuotosta.

## 8 HERKKYYSANALYYSI

### 8.1 Epävarmuuden huomioiminen laskelmissa

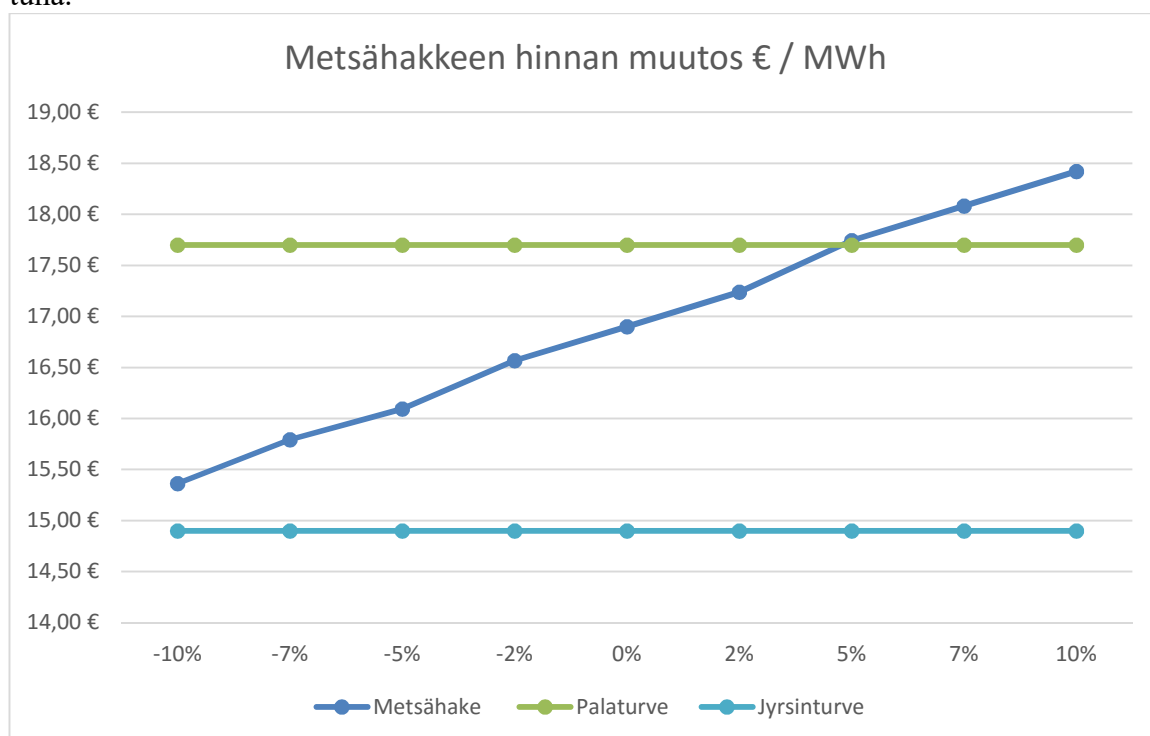
Koska tulevaisuuteen liittyy aina epävarmuustekijöitä, eivät laskentatuloksetkaan olosuhteiden muuttuessa ole paikkansapitäviä. Metsähakkeen käytön kannattavuus turpeeseen verrattuna perustuu sen aluetalousvaikutuksiin ja kasvavaan työllisyyteen. Epävarmuustekijöitä ovat polttoaineen hinta ja sen muodostumiseen vaikuttavat tekijät. Mikäli selluksi kelpaavan kuitupuun hinta nousee, vaikuttaa se myös karstitun rangan markkinahintaan nostavasti. Puunkorjuun tehokkuus ja hinta vaikuttavat työllisyyteen ja kunnallisveroihin. Työkoneiden polttoaineiden kova hinnan nousu nostaisi myös hakkuun, kaukokuljetuksen ja haketuksen hintoja, jotka vaikuttavat lopputuotteen hintaan. Toisaalta polttoaineiden hintojen nousu vaikuttaisi myös turpeen hintaan, koska myös sen tuotantokustannukset nousevat. Puun kuivumisen aikana varastoon sitoutuu korkosidonnaista pääomaa, korkojen nousu vaikuttaisi myös puun polton kannattavuuteen. Valtion maksama Kemera-tuki nuorten metsien hoitokohteille voi huonossa taloudellisessa tilanteessa heikentyä tai jopa poistua kokonaan, mikä tarkoittaisi välittömästi puun korjuun hinnan nousua, elleivät maanomistajat olisi valmiita myymään puuta huomattavasti halvemmalla. Toisaalta käänteentekevä pienpuun korjuumenetelmän tulo markkinoille voisi nopeuttaa puun korjuuta ja samalla laskea hintaa, jolloin työllisyysvaikutukset laskisivat. Turpeen haittaveron oli vuonna 2015 3,4 € / MWh ja se laski vuoden 2016 alussa 1,9€ MWh tasolle. Turpeen haittaveron mahdollinen kokonaan poistuminen vaikuttaisi puun polton kannattavuuteen.

Toisaalta metsähakkeen käyttö turpeeseen verrattuna tulee kannattavammaksi, mikäli turpeen verot nousevat vuoden 2014 tasolle. Yhden sateisen kesän jäljeltä turpeen saanti voi olla vaikeaa tai sen hinta voi nousta korkealle, tällöin puun poltto kannattaa.

Yksi merkittävimmistä asioista metsähakkeen polton kannattavuutta tarkasteltaessa on sen kosteusprosentti polttohetkellä. Voimalaitokselle toimitettavan polttoaineen käyttö lisääntyy lineaarisesti sitä mukaan, mitä kosteampaa polttoaine on. Märkää polttoainetta joudutaan polttamaan kuivaa enemmän, jotta saataisiin saman määrä

energiaa. Metsäntutkimuslaitoksen tutkimusten mukaan metsähakkeen kosteusprosentin nousu 5 prosenttiyksiköllä nosti käyttöpaikkakustannuksia 1,1 prosenttia. Metsänomistajille maksettavan puun hinta vaikuttaa metsähakkeen hintaan, 1 euron hinnan nousu vaikutti tutkimuksen mukaan metsähakkeen käytön kokonaiskustannuksiin 2 prosenttia käyttöpaikalla. Hakkuukoneen tuntikustannusten 5 prosentin nousu vaikutti tutkimuksen mukaan metsähakkeen kokonaiskustannuksiin 2 prosenttia. (Ihalainen & Niskanen 2010, 31-33.)

Taulukko 14. Metsähakkeen hinnan muutokset jyrshinturpeeseen ja palaturpeeseen verrattuna.



Taulukosta 14 käy ilmi, miten metsähakkeen kannattavuus muuttuu jyrshinturpeeseen ja palaturpeeseen verrattuna, kun metsähakkeen hinta muuttuu -10 -+10 %. Metsähake kestää noin 5 prosentin hinnan nousun palaturpeeseen verrattuna. Jyrshinturpeeseen verrattuna edes metsähakkeen 10 prosentin hinnan lasku ei tee metsähakkeesta edullisempää polttoainetta. Laskennassa ei ole otettu huomioon polttoturpeen hinnan vaihteluita.

## 9 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Metsähakkeen käytön lisäämistä ja siitä aiheutuvaa työllistävää vaikutusta aluetaloushyötyineen ja kerrannaisvaikutuksineen on tutkittu monessa kunnassa ja lämpölaitoksessa. Tutkimuksien perusteella on myös tehty investointeja, joista maininnan arvoinen on Vaasan Vaskiluodon lähes 40 miljoonan euron investoinnit, jotka tuovat tutkimuksien mukaan alueelle lisätuloja 15 miljoonaa euroa ja joiden vuotuinen työllisyysvaikutus on noin 100 henkilötyövuotta, josta 90 henkilötyövuotta on metsähakkeen hankintaketjussa. (Karttunen 2014.) Professori Osmo Forssellin mukaan Suomeen saataisiin 10 000 uutta työpaikkaa, jos jokainen suomessa asuva henkilö käyttäisi 10 € kuukaudessa enemmän kotimaisiin tuotteisiin (Forssell 2012). Metsähakkeen käytön lisäämiselle löytyy siis runsaasti kannatusta ja tutkittua tietoa.

Kurikan Kaukolämpö aikoo käyttää tulevina lähivuosina metsähaketta noin 30 – 35 GWh verran, energiapuuta tähän määrään tarvitaan noin 15 000 – 20 000 m<sup>3</sup> vuodessa. Jos koko puumäärä hakataan ensiharvennukselta, on pinta-ala 400 – 500 ha vuodessa. Etelä- ja Keski-Pohjanmaan alueellisen metsäohjelman mukaan vuotuinen ensiharvennustarve Kurikassa on 727 ha ja lisäksi muiden harvennusten tarve 1 238 ha. Vuoden 2016 alussa Jalasjärven liityttyä Kurikkaan, pelkästään vuotuiset ensiharvennustarpeet ovat yhteensä 1557 ha. 40 m<sup>3</sup> hehtaarikertymällä puuta olisi mahdollista hakata yli 60 000 m<sup>3</sup>. Teknisesti ja taloudellisesti tähän määrään ei kuitenkaan todennäköisesti koskaan päästä, sillä osa puusta on vaikeasti tavoitettavilla pehmeillä mailla. Vuonna 2015 niin sanotun vanhan Kurikan hakkuumäärät (kaikki harvennukset yhteensä) metsänkäyttöilmoitusten perusteella olivat 845 ha kun vuotuinen hakkuutarve kaikki harvennustavat yhteenlaskettuna olisi 2091 ha. (Mäki-Hakola toim. 2012.)

Laurila, Tasanen ja Lauhanen ovat tutkineet energiapotentialiaa Etelä-Pohjanmaalla. Tutkimuksen mukaan Kurikassa olisi pelkästään nuoren metsän hoitokohteilta ja ensiharvennuksilta hakattavissa vuodessa pienpuuta (runkokoko alle ainespuun) yhteensä noin 20 000 m<sup>3</sup>. (Laurila ym. 2010.) Ensiharvennuspuuta voi siis hyvillä mielin käyttää energiaksi ilman pelkoa siitä, että sellun raaka-aine metsästä loppuisi.



Vertailtaessa polttoaineita, metsähake ennen aluetalousvaikutuksia oli ylivoimaisesti kalleinta polttoainetta. Kun aluetalousvaikutukset huomioidaan, ero halvimpaan käytössä olevaan polttoaineeseen, jyrshinturpeeseen on vain muutaman euron luokkaa, palaturpeeseen nähden hintaeroa ei oikeastaan ole. Lisäksi turve on joutunut viimevuosina huonoon asemaan uusien turvealueiden lupavaikeuksien myötä. Sateisen kesän jälkeen hyvälaatuista turvetta voi olla vaikea saada ja sen toimitusvarmuus kärsii. Turpeen tuhkapitoisuus on melko suuri verrattuna metsähakkeeseen. Lisäksi turpeen tuhka sisältää usein raskasmetalleja, joten sen hyötykäyttö esimerkiksi lannoitteena on vaikeampaa kuin puun tuhkan.

Metsähakkeen työllistävä vaikutus on laskettu ensiharvennuspuun kustannusrakenteella. Raaka-aineena käytettävän karsitun rangan hinta muodostaa pienimmän osan metsähakkeen hinnasta noin 12 € / m<sup>3</sup>. Työllistävä vaikutus alkaa jo hakkuuvaiheessa. Ensiharvennuspuun hakkuun kustannukset voivat olla noin 20 € / m<sup>3</sup> ja tästä syystä puuta ei ole varaa polttaa ilman valtion maksamaa Kemera-tukea. Toisaalta juuri ensiharvennuspuun hakkuissa on suurin aluetalousvaikutus. Mikäli karsittu ranka hakataan avohakkuu-alueelta, raaka-aineen hinta on 15 – 20 € / m<sup>3</sup>. Avohakkuun hakkaaminen hakkukoneketjulla maksaa normaalisti alle 10 € / m<sup>3</sup>. Tällöin myös työllistävä vaikutus on pienempi. Jos lämpölaitos käyttää polttoaineena avohakkuulta hakattua kuitupuuta, jäävät työllisyysvaikutukset pienemmiksi. Avohakkuualueelta tuleva, polttoon ohjatun kuitupuun jalostusarvo on siis pienempi. Arvonlisäys polttoaineeseen on sitä suurempi mitä, mitä enemmän työtä raaka-aineen jalostaminen vaatii. Ensiharvennusta hakattaessa suurimmat verot maksaa puun hakkaaja ansiotulojen kunnallisverotuksessa. Tämä tosin edellyttää sitä, että hakkukoneen kuljettaja asuu kunnassa. Toisaalta jos metsänomistaja asuu oman kunnan puolella, hyötyy kunta maanomistajan maksamasta puukaupan pääomaverosta.

Puuta voidaan hankkia myös niin sanotulla hankintakaupalla, jolloin omatoiminen maaomistaja hakkaa ja kuljettaa itse puut tienvarteen, josta ostaja ne ostaa. Pentti Hakkilan mukaan aluetaloushyöty on kaikista korkein tässä tapauksessa, sillä mies-työnä työhön kuluu eniten aikaa. (Hakkila 95, 2004.) Hankintapuuta tehdessä ja ostettaessa energiapuun tienvarsihinta kilpailee usein selluksi kelpaavan kuitupuun kanssa. Moni maanomistaja miettiikin, kannattaako puu myydä polttolaitokselle vai sellutehtaalle. Myyntihinta voi olla markkinatilanteesta riippuen muutaman euron

kuitupuun eduksi. Tästä huolimatta yksityinen puunmyyjä voi miettiä syntyviä aluelaloushyötyjä, mikäli puun myy paikalliselle lämpölaitokselle. Lisäksi energiariikana tehdyn puun mitta- ja laatuvaatimukset ovat väljemmät, joten metsään jää vähemmän hukkapuuta.

Kaupungin omien metsien hakkuita kilpailutettaessa yksi vertailukriteereistä pitäisi olla työllisyysvaikutukset. Alueellinen lämpölaitos ei välttämättä pysty maksamaan puusta viimeistä markkinahintaa, kuitenkin aluetaloudellisesta näkökulmasta katsottuna, lähellä tuotetun metsähakkeen etuna on se, että pienimuotoinen toiminta työllistää lähialueen yrittäjiä eikä hinnan siksi ole pakko olla halvin mahdollinen. Tämän vuoksi kuntapäätäjien tulisi miettiä kunnan omien metsien ensiharvennusten myyntiä omalle lämpölaitokselle, asiaa pitäisi kuitenkin tutkia tarkemmin ennen johtopäätösten tekemistä. Aluetaloudellisesta näkökulmasta katsottuna lähellä tuotetun metsähakkeen etuna on se, että pienimuotoinen toiminta työllistää lähialueen yrittäjiä eikä hinnan siksi ole pakko olla edullisin.

Koska energiapuun täytyy kuivua ennen polttamista, siihen sitoutuu korkosidonnaisia pääomia. Varaston kiertonopeutta voidaan nopeuttaa muutamilla keinoilla. Lämpölaitoksen sesonki on luonnollisesti kylmät vuodenaajat. Energiapuu voidaan polttaa minimissään 3-4 kuluttua hakkuusta, mikäli puut on hakattu ja saatu varastoon keväällä tällöin ne voidaan ohjata polttoon jo syksyllä. Sen sijaan myöhään syksyllä hakattu energiapuu on riittävän kuivaa vasta seuraavana syksynä ja tällöin energiapuu voi olla varastossa 12 -14 kuukautta. Koneellisen hakkuun sesonkiaika on perinteisesti talvi, sillä suuri osa harvennettavasta puusta sijaitsee sellaisella alueella, että maan on oltava jäässä. Energiapuun hakkuu tulisi kuitenkin painottaa keväeseen ja kesään, jolloin varaston kiertonopeuteen sitoutunut pääoman korko olisi pienempi varaston nopean kiertoajan ansiosta.

Lämpölaitoksen kannalta järkevää olisi puun hankinta suoraan metsä-alan toimijalta perille toimitettuna, tällöin kuivuminen ja siihen sitoutunut korko jäisi puun myyjän vastuulle. Tällöin myös toimitusvarmuus ja polttoaineen riittävyys jäisivät toisen yrityksen vastuulle. Ehkä selkein etu energiapuun hankintaketjuilla on kysynnän enustamisen helppoudessa. Yleensä hakkeen toimittamisesta tehdään asiakkaiden kanssa pitkäaikainen sopimus, joka luo varmuutta toimintaan. Lisäksi esimerkiksi lämpölaitoksen hakkeen kysyntää ohjaa energian kulutus, joka Suomessa riippuu

suuresti ilman lämpötilasta. Kysynnän ennustettavuus on hyvä, mutta vuodenaikainen kysynnän vaihtelu aiheuttaa tuotantokapasiteetin käytölle haasteita.

Pienimuotoinen yrittäjäyys on yleisesti liikevaihtoonsa nähden suurta ja tehokasta yrittäjäyttä työllistävämpää ja käyttää enemmän paikallisia resursseja. Paikalliset sosiaaliset ja taloudelliset hyödyt kompensoivat kuitenkin aluetasolla pientuotannon puolesta. Samalla on muistettava, että pienyrittäjä saattavat käyttää enemmän luonnonvaroja, koska kalusto on yleensä vanhempaa ja työ tehottomampaa.

Työssä käytetyt polttoaineiden hinnat ovat peräisin Taloussanomien raaka-ainetilastosta. Opinnäytetyössä ei selvitetty todellisia voimalaitoksen sopimushintoja, jotka saattavat vaihdella.

Tämän tutkimuksen mukaan metsähakkeen käytöstä koituu paljon positiivisia vaikutuksia. Työllisyys lisääntyy metsähakkeen käytön ansiosta noin 18 henkilötyövuotta. Kunnan verotulot lisääntyvät noin 158 000 €. Aluetalousvaikutuksien ansiosta metsähakkeen ja polttoturpeen hintaero muuttuu oleellisesti. Tutkimuksen mukaan palaturve olisi jopa hieman kalliimpaa kuin metsähake. Lisäksi puun tuhkan loppukäyttö on helpompaa kuin turpeen tuhkan, sillä puun tuhka voidaan käyttää suoraan turvemaan lannoitukseen.

## 10 LÄHTEET

### 10.1 Kirjallisuus

Aaltola, J & Valli, R. 2010. Ikkunoita tutkimusmetodeihin 1: Metodien valinta ja aineistonkeruu: virikkeitä aloittelevalle tutkijalle. WS Bookwell Oy, Juva.

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.

Alakangas, E. & Wiik, C. 2008. Käytöstä poistetun puun luokittelu ja hyvien käytäntöjen kuvaus. Tutkimusraportti VTT-R-04989-08. <http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2008/VTT-R-04989-08.pdf> Luettu 17.1.2016.

Laurila, J., Tasanen, T. Lauhanen, R. 2010. Metsäenergiapotentiaali ja energipuun korjuun resurssitarpeet Etelä-Pohjanmaan metsä-keskuksen alueella. Metsätieteen aikakauskirja.

Pekkarinen, J Sutela, P 2002. Kansantaloustiede WSOY, Helsinki.

Metsämuuronen, J. 2011. Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä (e-tutkijalaitos) 4. laitos.

Vilka, H 2007. Tutki ja mittaa: Määrällisen tutkimuksen perusteet. Hanna Vilka ja Kustannusosakeyhtiö Tammi. Jyväskylä.

Hirsjärvi, S, Remes, P & Sajavaara, P. 2004. Tutki ja Kirjoita. Gummerus Kirjapaino Oy. Jyväskylä

Karjalainen, S & Launis, V & Pelkonen, R & Pietarinen, J 2002. Tutkijan eettiset valinnat. Tammer-paino. Tampere.

Kuitto P-J toim. 2004. Metsästä polttoaineeksi, Polttohakkeen tuotannon puoli vuosikymmentä. FINBIO – Suomen Bioenergiayhdistys ry.

Lassila & Tikanoja Uusiutuvat Energialähteet, Energiapuun mitta- ja laatuvaatimukset. Luettu 19.9.2015.

### 10.2 Internetlähteet

[www.bp.com/en/global/corporate/press/press-releases/bp-energy-outlook-2030-shows-increasing-impact-of-unconventional-oil-and-gas-on-global-energy-markets.html](http://www.bp.com/en/global/corporate/press/press-releases/bp-energy-outlook-2030-shows-increasing-impact-of-unconventional-oil-and-gas-on-global-energy-markets.html). Luettu 21.9.2015.

Forssell, O. 2012 Kotimaisen kysynnän ja viennin vaikutus arvonlisäykseen, tuontiin ja työllisyyteen. Toim. Tuurna, S. [http://www.sinivalkoinenjalanjalki.fi/wp-content/uploads/2014/03/forssell\\_tuurna.pdf](http://www.sinivalkoinenjalanjalki.fi/wp-content/uploads/2014/03/forssell_tuurna.pdf) Luettu 7.2.2016.

Ihalainen, T. Niskanen, A. 2010. Metsäntutkimuslaitos. Vantaa. Kustannustekijöiden vaikutukset bioenergian tuotannon arvoketjuissa. <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2010/mwp166.pdf> Luettu 12.3.2016.

Karttunen, V. Vanhanen, J. Vehviläinen, I. Pesola, A. Oja, L. Gaia Consulting Oy 2014. Sitran selvityksiä 73. Energiainvestointien alue- ja kansantaloudellinen kannattavuustarkastelu. Luettu 7.2.2016

[www.kurikankaukolampo.fi/yleista.htm](http://www.kurikankaukolampo.fi/yleista.htm). Luettu 26.3.2014.

Mustranta, M. 2015. Helsingin Sanomat. Jos jokainen suomalainen käyttäisi 10 euroa enemmän kuussa kotimaisiin tuotteisiin, summa vastaisi 10 000 työpaikkaa [www.helsinginsanomat.fi/ura/a1440733414197](http://www.helsinginsanomat.fi/ura/a1440733414197) Luettu 1.11.2015.

Paananen, M. 2005. Metsähakkeen Tuotannon työllistävyys Keski-Suomessa 1995-2004 [https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/20536/paananen\\_18.pdf](https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/20536/paananen_18.pdf). Luettu 27.2.2016

Päästöt 2013 toiminnanharjoittajat, Energiavirasto: [www.energiavirasto.fi/documents/10179/0/paastot+toiminnan+harjoittajat+2013.pdf/b21ec811-936a-4d6b-946c-770af5c86e4a](http://www.energiavirasto.fi/documents/10179/0/paastot+toiminnan+harjoittajat+2013.pdf/b21ec811-936a-4d6b-946c-770af5c86e4a). Luettu 17.3.2015

Saari, A. 2014. Joensuun yliopisto, Joensuu. Latvusmassan toimituskosteuden ennustaminen ja varastoinnin pääomakulu energiapuun hankintaketjussa. Metsätieteen Pro gradu tutkielma. <http://docplayer.fi/4172880-Latvusmassan-toimituskosteuden-ennustaminen-ja-varastoinnin-paaomakulu-energiapuun-hankintaketjussa-antti-saari.html>. Luettu 28.2.2016.

[www.metsakeskus.fi/metsatalouden-tuet#.VQGqqaK-W0A](http://www.metsakeskus.fi/metsatalouden-tuet#.VQGqqaK-W0A). Luettu 12.3.2015.

Vierros, T. 2009. Tuotantotalouden peruskurssi: <https://wiki.aalto.fi/display/TU22/8.+Investointilaskelmat>. Luettu 31.1.2016.

Isännäinen, S, Rinne, S, Järvelä, E, Lindh, T. 2007. Tuhkan käyttö lannoitevalmisteenä: [www.skogsstyrelsen.se/Global/myndigheten/Projekt/RecAsh/Handb%C3%B6cker%20Handbooks/RecAsh%20handbok%20%28finska%29.pdf](http://www.skogsstyrelsen.se/Global/myndigheten/Projekt/RecAsh/Handb%C3%B6cker%20Handbooks/RecAsh%20handbok%20%28finska%29.pdf). Luettu 1.12.2015

Lindroos M, toim. Kotitalouksien ympäristökysymyksiä: Lähiruoka, valmisruoka ja luontomatkailu [www.helsinki.fi/taloustiede/Abs/Selv40.pdf](http://www.helsinki.fi/taloustiede/Abs/Selv40.pdf). Luettu 27.10.2015

[www.taloustutkimus.fi/tuotteet\\_ja\\_palvelut/tiedonkeruuratkaisut\\_ja\\_monitila/kvalitatiivinen\\_tutkimus/](http://www.taloustutkimus.fi/tuotteet_ja_palvelut/tiedonkeruuratkaisut_ja_monitila/kvalitatiivinen_tutkimus/). Luettu 27.3.2014.

Adoption of the Paris Agreement: <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf>. Luettu 4.1.2015.

Valmisteverotuksen ohje 21, Energiaverotus 2015: [www.tulli.fi/fi/suomen\\_tulli/julkaisut\\_ja\\_esitteet/asiakasohjeet/valmisteverotus/tiedostot/021.pdf](http://www.tulli.fi/fi/suomen_tulli/julkaisut_ja_esitteet/asiakasohjeet/valmisteverotus/tiedostot/021.pdf). Luettu 6.5.2015.

Turpeen tuotantokausi 2011 ja katsaus aiempiin vuosiin. 2012: [www.turveteollisuusliitto.fi/index.php?id=25](http://www.turveteollisuusliitto.fi/index.php?id=25). Luettu 6.5.2015.

[www.metsamaailma.fi/fi/ForestInformation/ForestLibrary/Sivut/UPM-Puu-kauppa.aspx](http://www.metsamaailma.fi/fi/ForestInformation/ForestLibrary/Sivut/UPM-Puu-kauppa.aspx). Luettu 19.9.2015.

Ympäristöministeriön tiedote 12.12.2015: Pariisin ilmastokokouksessa läpimurto – tuloksena kaikkia maita sitova ilmastopidimus.

[http://valtioneuvosto.fi/artikkeli/-/asset\\_publisher/pariisin-ilmastokokouksessa-lapimurto-tuloksena-kaikkia-maita-sitova-ilmastopidimus](http://valtioneuvosto.fi/artikkeli/-/asset_publisher/pariisin-ilmastokokouksessa-lapimurto-tuloksena-kaikkia-maita-sitova-ilmastopidimus) Luettu 4.1.2016

[www.vero.fi/fi-FI/Yritys\\_ja\\_yhteisoasiakkaat/Maatalousyrittaja\\_ja\\_metsanomistaja/Puun\\_myynti](http://www.vero.fi/fi-FI/Yritys_ja_yhteisoasiakkaat/Maatalousyrittaja_ja_metsanomistaja/Puun_myynti). Luettu 19.9.2015.

Alakangas E. 2000. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. Espoo: [www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2000/T2045.pdf](http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2000/T2045.pdf). Luettu 10.9.2015.

Halonen. P, Helynen. S, Flyktman. M, Kallio. E, Kallio. M, Paappanen. T, Vesterinen. P. 2003. Bioenergian tuotanto- ja käyttöketjut sekä niiden suorat työllisyysvaikutukset: [www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2003/T2219.pdf](http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2003/T2219.pdf). Luettu 11.9.2015.

Äijälä, O. Kuusinen, M. & Koistinen A. 2010. Energiapuun korjuu ja kasvatust. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. Vammalan Kirjapaino Oy. Sastamala.

### **10.3 Haastattelut**

Haapalainen, P. 2014. Opinnäytetyön aiheen rajaust, Kurikan Kaukolämpö Oy.

Viinikainen, P. 2015. Kurikan Kaukolämpö Oy.

LIITTEET

## ENERGIAPUUN LAATUVAATIMUKSET

### Yleiset määräykset ja laatuvaatimukset

- Metsätähde on ainespuun korjuun jälkeen jääneitä oksia ja latvuksia
- Kokopuu on runkomaista, karsittua tai karsimatonta puuta
- Kokopuun tyvien keskiläpimitta on suurempi kuin 6 cm
- Kaikki puulajit sallitaan
- Korjuusta alle kaksi vuotta
- Suurin sallittu läpimitta 40–60 cm – varmista metsäpalveluasiantuntijaltasi
- **Energiapuun joukossa ei saa olla metallia, kiviä, maata tms. epäpuhtauksia**

### Energiapuun varastointi

- Erän vähimmäiskoko samassa varastossa 100 hakekuutiota
- Talvikelpoisen tien varressa 200 hakekuutiota
- Pino sijoitetaan tasaiselle, ympäristöstään korkeammalle, aliskasvoksesta ja muusta epäpuhtauksista vapaalle paikalle
- Pinon pohjapuuksi laitetaan puuniput tai paksut latvusrangat sekä tyvi- että latvapähän
- Energiapuu varastoidaan 4–5 metriä korkeaan pinoon
- Pinoista tehdään mahdollisimman suuria
- Pino ladotaan päästä alkaen täyteen korkeuteen
- Kokopuurangat pinotaan tyvet tielle päin ja kasan yläosaan tehdään lippa suojaamaan pinoa kastumiselta
- Hakkuutähteen latvukset pinotaan samansuuntaisesti
- Pinon yläosa tehdään, jos mahdollista, lehtipuusta tai alle kuitupuun läpimittaa olevasta osasta hyönteistuhojen estämiseksi
- Lumia ei saa aurata tai lingota pinon sisään
- Pino voidaan peittää peittopaperilla



Pinon yläosan lippa n. yksi metri

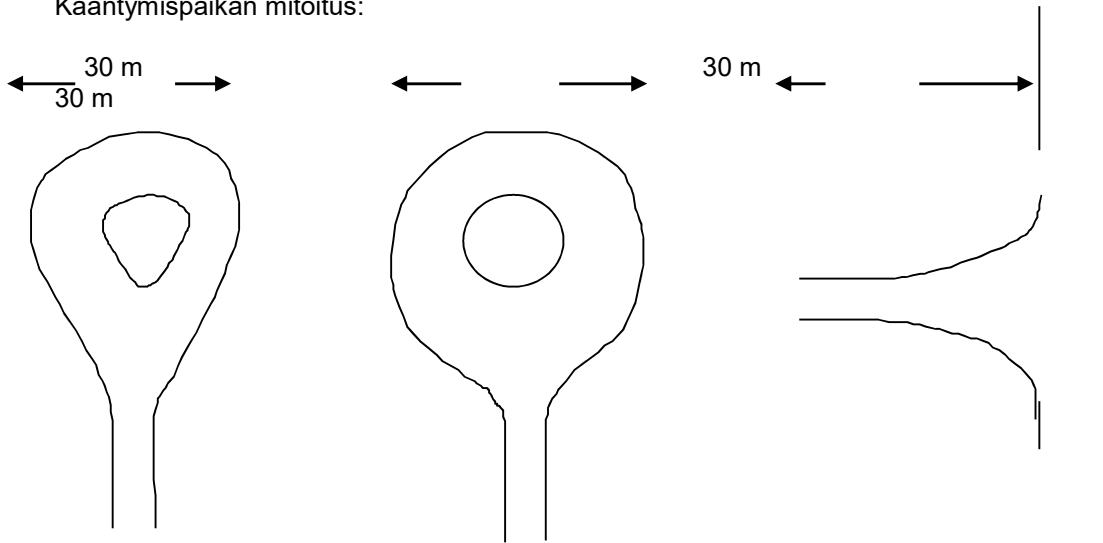
Latvus- tai ran-  
kointi oksia



## ENERGIAPUUN VARASTOPAIKKA

- Varastolle on oltava täysperävaunuautolle kulkukelpoinen tie sekä kääntopaikka lähellä varastoa. Lisäksi on oltava tilaa perävaunulle tai vaihtokonteille.

Käännymisspaikan mitoitus:



- Tien ja varaston kantavuus on oltava kesäkelpoinen. Talviteiden varteen varastoinnista on sovittava erikseen.
- Auton on päästävä kuormaamista varten riittävän lähelle pinoa eli etäisyys pinon takareunasta ajoneuvon kylkeen saa olla enintään 6 metriä
- Pinoja ei saa sijoittaa kasvavien puiden väliin, kivien, kantojen tai muiden esteiden lähelle **eikä johtoalueille sähkö- ja puhelinlinjojen läheisyyteen.**
- Varastoalueella on oltava riittävästi tilaa kaikkien puutavaralajien pitämiseksi erillään ja samasta puutavaralajista tehdään mahdollisimman suuret pinot.
- Pinot on sijoitettava niin, etteivät ne aiheuta vaaraa liikenteelle, ole näkyvyysalueella tai haittaa tien kunnossapitoa.
- Energiapuun varastointia yleisen tien varteen tulee välttää. Varmista lupa tiemestarilta!

Pinon sijoittaminen risteyksen läheisyyteen:

