



PUUENERGIAN KÄYTTÖ JA ENERGIAPUUPOTENTIALIAALI PIRKANMAALLA

Lasse Maunula

Opinnäytetyö

Joulukuu 2012

Metsätalouden koulutusohjelma

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Metsätalouden koulutusohjelma

MAUNULA, LASSE:

Puuenergian käyttö ja energiapuupotentiaali Pirkanmaalla

Opinnäytetyö 45 sivua, liitteet 4 sivua

Joulukuu 2012

Metsäenergian käyttö energiantuotannossa on kasvussa niin valtakunnallisesti kuin paikallisestikin. Päästökauppa ja päästöjä koskevat rajoitukset ajavat energiantuottajia etsimään vähemmän ilmakehää kuormittavia ratkaisuja. Suomessa puuenergian käyttö on huomattavan yleistä. Puuta käytetään niin suurissa sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitoksissa kuin pienemmissä aluelämpölaitoksissakin, kotitalouksia unohtamatta. Tämän työn tavoitteena on selvittää metsäenergian käytön tilanne Pirkanmaalla ja maakunnan energiapuupotentiaali.

Opinnäytetyö koostuu teoriaosasta, selvitystyöstä ja potentiaalilaskelmista. Teoriaosuu- den tarkoituksena on johdattaa lukija energian tuotantoon liittyviin taustatekijöihin. Selvitysosuudessa esitellään metsäenergian nykyinen käyttö, kehittyminen ja siihen vaikuttaneet tekijät. Potentiaalilaskelmat laadittiin jokaiselle pirkanmaalaiselle kunnalle erikseen. Laskelmat tehtiin metsäkeskuksen käytössä olevalla Excel-laskentataulukolla.

Tulokset osoittavat, että metsäenergian käyttö on kasvanut Pirkanmaalla lähes joka vuosi 2000-luvun alusta lähtien. Metsäteollisuuden sivutuotteiden käyttömäärä on hieman pudonnut vuosituhannen alun lukemista, mutta metsähakkeen lämpö- ja voimalaitoskäyttö on lisääntynyt huomattavasti. Käyttämätöntä energiapuureserviä on reilusti ja esimerkiksi metsähakkeen käyttö olisi kaksinkertaistettavissa vuoden 2010 tasosta.

Asiasanat: metsäenergia, energian kulutus, energiatase, Pirkanmaa

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Forestry

MAUNULA, LASSE:

The use of wood-based energy and forest energy potential in the Pirkanmaa region

Bachelor's thesis 45 pages, appendices 4 pages

December 2012

The use of forest energy is growing both locally and nationwide. Still much of the energy production is based on fossil fuels like oil and natural gas. Due to the global warming and climate change it is essential to replace oil and other fossil fuels with renewable energy sources. Most important source of non-carbon energy in Finland is the country's forests. Wood is commonly used throughout the country as a source of heat energy. Industrial-scale CHP-plants (Combined Heat and Power), smaller district heating facilities and individual households all use millions of cubic meters of wood every year in heat production. The purpose of this study is to map the current use of wood energy within the Pirkanmaa region and calculate available energy wood resources.

This thesis is divided in three sections. Theory section provides background information about the regulations and goals affecting the energy industry in Finland. The second section presents the current use of wood energy in the Pirkanmaa region. This includes all wood-based fuels, both solids and liquids. Last section is about the forest energy potential within the Pirkanmaa region. Potentials are calculated using technological and technological-ecological limitations.

Results indicate that the use of wood-based energy has been growing steadily since the beginning of the 2000's. The use of forest industry's byproducts has dropped a bit since the early years of the 2000's, but the use of wood chips has increased significantly. There is still plenty of unused potential in the forests of Pirkanmaa region. It is possible to double the current use (year 2011) of wood chips and still falling short of the technological-ecological energy wood potential.

Keywords: Forest energy, energy consumption

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ	1
ABSTRACT	3
SISÄLTÖ	4
1. JOHDANTO	6
2. PIRKANMAAN PUUENERGIASELVITYS	7
2.1 Puulämpöä Pirkanmaalle –hanke	7
2.2 Pirkanmaan puuenergiaselvitys	7
2.3 Selvityksen sisältö	8
2.4 Selvityksen laatiminen	8
3. ENERGIAN KÄYTTÖ JA TUOTANTO PIRKANMAALLA.....	9
3.1 Energiatase	9
3.2 Pirkanmaan energiataase vuonna 2009	10
3.3 Energian tuotanto ja käyttö.....	12
4. PUUN JA TURPEEN KÄYTTÖ	14
4.1 Kiinteän puun käyttö	14
4.2 Metsähake.....	15
4.3 Metsäteollisuuden sivutuotteet	17
4.4 Nestemäiset puupolttoaineet.....	19
4.5 Polttopuu	19
4.5 Pelletti.....	21
4.6 Turve	22
5. PIRKANMAAN ENERGIAPUUVARAT	24
5.1 Laskentaperusteet	24
5.2 Tekninen energiapuupotentiaali	25
5.3 Teknis-ekologinen energiapuupotentiaali	25
5.4 Tulokset.....	25

6. TYÖLLISTÄVYYS JA ALUETALOUDELLISET VAIKUTUKSET	29
6.1 Metsähake.....	29
6.2 Lämpöyrittötoiminta	30
6.3 Pilkeyrittäjäyys.....	30
6.4 Aluetaloudelliset vaikutukset	31
7. PUUN ENERGIÄKÄYTÖN YMPÄRISTÖ- JA ILMASTOVAIKUTUKSET	32
8. PUUENERGIA TULEVAISUUDESSA PIRKANMAALLA	34
8.1 Hämeenkyrön uusi biovoimalaitos lisää puuenergian käyttöä huomattavasti.....	34
8.2 Metsähaketta käytetään yhä enemmän	35
8.3 Uudistuva päästökauppa ja turve puun käytön edistäjinä.....	36
8.4 Puumarkkinoiden kehitys ja energiapuun saatavuus	37
8.5 Puuenergia työllistäjänä.....	38
8.6 Taloudellista hyvinvointia puuenergiasta.....	39
9. JOHTOPÄÄTÖKSET.....	40
10. Lähteet.....	42
11. Liitteet	45
Liite 1. Tekninen energiapuupotentiaali, m ³ /a.....	45
Liite 2. Teknis-ekologinen metsäenergiapotentiali, m ³ /a	46
Liite 3. Energiapuupotentiaalilaskelmissa käytetyt tekniset rajoitteet	47
Liite 4. Energiapuupotentiaalilaskelmissa käytetyt teknis-ekologiset rajoitteet	48

1. JOHDANTO

Euroopan unioni on tehnyt jäsenvaltioita koskevia merkittäviä energiapoliittisia ratkaisuja vuonna 2008. Vuoteen 2020 mennessä jäsenvaltioiden on vähennettävä kasvihuonekaasupäästöjä 20 % vuoden 1990 tasosta, uusiutuvien energialähteiden keskimääräisen osuuden energian loppukulutuksesta on oltava 20 %, energiatehokkuutta on parannettava 20 % ja liikenteen biopohjaisten polttonesteiden osuus on kasvatettava 10 %:iin. (Uusiutuvan energian direktiivi 2009/28/EY.) Lisäksi EU:n vuonna 2013 uudistuva ja samalla tiukentuva päästökauppajärjestelmä lisää entisestään paineita siirtyä ilmastoystävällisimpiin energialähteisiin fossiilisten polttoaineiden sijasta. (Suomen kansallinen toimintasuunnitelma uusiutuvista energialähteistä peräisin olevan energian edistämisestä direktiivin 2009/28/EY mukaisesti)

Suomen osalta veloitteet merkitsevät uusiutuvan energian käytön lisäämistä ja energiainsäästötoimia. Euroopan unionin sisäisessä taakanjaossa Suomi sai tehtäväkseen nostaa uusiutuvien energialähteiden osuuden 38 %:iin energian loppukulutuksesta vuoteen 2020 mennessä. Energian loppukulutuksen on arvioitu vuonna 2020 olevan 327 terawattituntia (TWh), josta uusiutuvilla energialähteillä tulisi tuottaa mainittu 38 % eli 124 TWh. Työ- ja elinkeinoministeriön vuoden 2005 energiankäyttölukuihin perustuvien laskelmien mukaan uusiutuvan energian lisästarve on 38 TWh, josta 25 TWh on tarkoitus tuottaa metsähakkeella. (Suomen kansallinen toimintasuunnitelma uusiutuvista energialähteistä peräisin olevan energian edistämisestä direktiivin 2009/28/EY mukaisesti.)

Tavoitteen saavuttamiseksi metsähakkeen käyttöä edistetään erilaisin tukitoimin. Taloudellisista ohjauskeinoista merkittävimmät ovat pienpuun energiatuki, metsähakkeella tuotetun sähkön muuttuva sähkön tuotantotuki sekä pienten CHP-laitosten syöttötariffi. Pienpuun energiatuella tasataan korkeita korjuukustannuksia ja sähkön tuotantotuella sekä syöttötariffilla puolestaan parannetaan energialaitosten maksukykyä puuraaka-aineesta ja rohkaistaan puun käyttöä lisäävien investointien toteuttamiseen. (Suomen kansallinen toimintasuunnitelma uusiutuvista energialähteistä peräisin olevan energian edistämisestä direktiivin 2009/28/EY mukaisesti.)

2. PIRKANMAAN PUUENERGIASELVITYS

2.1 Puulämpöä Pirkanmaalle –hanke

Puulämpöä Pirkanmaalle on Pirkanmaan metsäkeskuksen hallinnoima hanke, jonka päätavoitteita ovat bioenergian käytön lisääminen ja kotimaisen energian imagon nostaminen uusiutuvana ja aluetaloudellisena polttoaineena. Projektin puitteissa järjestetään muun muassa erilaisia koulutus- ja infotilaisuuksia sekä tarjotaan bioenergiaa neuvontaa maataloille, yrityksille ja yhteisöille bioenergian käyttöön liittyen. (Hiitelä 2011.)

2.2 Pirkanmaan puuenergiaselvitys

Ensimmäinen Pirkanmaan puuenergiaselvitys julkaistiin vuonna 2006. Selvityksen laati Jyrki Raitila ja julkaisi Pirkanmaan metsäkeskus. Selvitys tehtiin osana Puulämpöä Pirkanmaalle –hanketta, samoin kuin vuoden 2011 selvityskin. Selvityksen keskeisintä sisältöä oli maakunnan energiantuotannon senhetkinen tilanne, puupohjaisten polttoainesten käyttö suhteessa muihin energiamuotoihin sekä laskelmat Pirkanmaan puuenergiapotentiaalista. Pirkanmaan puuenergiaselvitystä on sen valmistumisen jälkeen lainattu useissa lähteissä ja sitä käytetty apuna mm. maakunnan energiaohjelmaa laadittaessa.

Muutokset energian tuotannossa ja käytössä ovat nopeita. Pirkanmaan metsäkeskuksen tavoitteena on pitää yllä asemaansa merkittävänä paikallisena energia-alan toimijana ja luotettavan ja ajantasaisen tiedon tuottajana. Tästä syystä viisi vuotta vanhan puuenergiaselvityksen päivittäminen tuli ajankohtaiseksi. Uusiutuvan energian käytölle asetetut tavoitteet on toteutettava suhteellisen nopealla aikataululla. Energia-alan toimijat ovat luonnollisesti keskeisessä asemassa tavoitteiden saavuttamisen kannalta. Pirkanmaan puuenergiaselvityksen eräs tarkoitus on koota nyt hajallaan eri lähteissä oleva tieto yksien kansiin väliin ja toimimaan apuvälineenä maakunnan energia-alan toimijoille niin toiminnan suunnittelussa kuin asiakasviestinnässäkin.

2.3 Selvityksen sisältö

Vuoden 2006 selvityksen keskeisintä sisältöä oli maakunnan energian käytön kartoittaminen, puuenergian osuuden selvittäminen energian käytöstä ja puuenergiapotentiaalien laskeminen. Lisäksi selvityksessä on sivuttu peltoenergian käyttöä ja ehdotettu toimenpiteitä puuenergian käytön lisäämiseksi Pirkanmaan maakunnassa.

2.4 Selvityksen laatiminen

Selvityksen laatiminen alkoi edelliseen versioon tutustumisella ja tulevan selvityksen alustavan sisällysluettelon laatimisella.

Ensimmäinen askel selvityksen sisällöntuotannossa oli Pirkanmaan energiapuupotentiaalin selvittäminen. Keski-Suomen metsäkeskuksen bioenergia-asiantuntija Veli-Pekka Kauppinen toteutti laskennan Pirkanmaan metsäkeskuksen yksityismetsien metsäsuunnittelun yhteydessä kerättyjen inventointitietojen pohjalta. Metsäkeskuksilla on käytössään energiapuupotentiaalien laskentaan soveltuva Microsoft Excel-laskentataulukko, jota päätettiin käyttää myös vuoden 2011 potentiaalilaskennassa. Samaa taulukkoa käytettiin ensimmäistä kertaa Pirkanmaan energiapuupotentiaalia laskettaessa vuoden 2006 Puuenergiaselvitykseen.

Potentiaalilaskelmien valmistuttua seuraava askel oli johdanto-osuuden kirjoittaminen ja maakunnan energiataseen päivittäminen. Energian käyttöä ja tuotantoa on havainnollisinta tutkia energiataseen avulla. Viimeisin Pirkanmaan energiatase on vuodelta 2004 (Prizztech Oy 2004). Vuoden 2004 jälkeen on kuitenkin Pirkanmaalla tapahtunut paljon, etenkin puuenergian käytön suhteen, joten puuenergian osuus suhteessa maakunnan nykyiseen energian kulutukseen oli selvitettävä. Energiatase laskettiin vapaasti saatavilla olevien tilastotietojen pohjalta vuodelle 2009. Vuoden 2009 energiankäyttölukuihin perustuvan taseen laskennassa lähteinä on käytetty Tilastokeskuksen rakennuskantaa ja energian käyttöä koskevia tilastotietoja, Energiateollisuus ry:n kaukolämpö- ja sähkötilastoja, Metsäntutkimuslaitoksen puun energiakäyttöön liittyviä tilastoja sekä VTT:n (2011) ajoneuvoliikenteen energiankulutusta kuvaavan LIISA-mallin tuloksia. Puuenergian käyttöä on pääosin tarkasteltu Metsäntutkimuslaitoksen keräämien tietojen pohjalta.

3. ENERGIAN KÄYTTÖ JA TUOTANTO PIRKANMAALLA

3.1 Energiatase

Energiataseella esitetään tarkasteltavana olevan kohteen tai alueen energian tuotantomuodot ja -määrät, sekä energian käytön jakautuminen eri kuluttajasektoreille. Pirkanmaan puuenergiaselvityksen vuoden 2006 versiossa on käytetty Prizztech Oy:n laatimaa energiatasetta havainnollistamaan puuenergian käyttöä Pirkanmaalla suhteessa muihin energialähteisiin. Energiatase on laskettu vuodelle 2004.

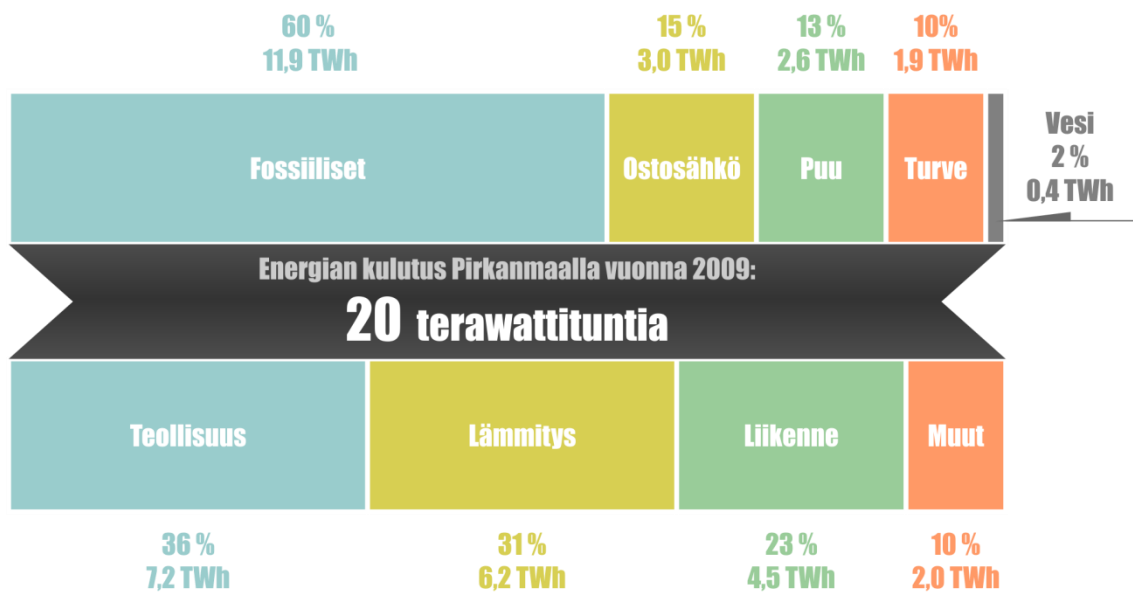
Koska aiempi energiataset oli puuenergiaselvityksen laatimishetkellä seitsemän vuotta vanha, ja erityisesti puuenergian käyttö maakunnassa oli tuona aikana kasvanut, oli energiataset tarpeen päivittää vastaavan nykytilaa. Energiataset on laskettu julkisesti saatavilla olevien tietojen pohjalta.

Lämmitysenergian kulutus on laskettu Tilastokeskuksen vuoden 2010 rakennuskantatilaston perusteella ja siinä on huomioitu kiinteistön ominaiskulutuksen (kWh/m³) vaihtelu kiinteistön käyttötarkoituksen mukaan. Laskenta tehtiin metsäkeskuksen käytössä olevalla Excel-pohjaisella laskentataulukolla, joka huomioi ominaiskulutusten vaihtelun lisäksi myös energian siirto- ja muuntohäviöt. Laskennan tulosta on verrattu Energiateollisuus ry:n tilastotietoihin, joiden perusteella sitä on tarkennettu vastaamaan toteutunutta lämmitysenergian käyttöä. Samoin kuin vuoden 2004 energiatasetissa, ei myöskään tässä laskelmassa ole huomioitu tukilämmitysmuotojen vaikutusta lämmitysenergian kulutukseen.

Teollisuuden energiankäyttö perustuu tilastokeskuksen tietoihin ja siihen sisältyy kaikki teollisuuden käyttämä energia, mukaan lukien teollisuuskiinteistöjen lämmitys. Lämmitysenergian tarvetta laskiessa saatu teollisuuskiinteistöjen laskennallinen lämpöenergian kulutus on vähennetty teollisuuden energian kulutuksesta. Liikenteen kuluttama energia on laskettu VTT:n LIISA-mallin tulosten pohjalta. Luokka Muut (esim. kotitalouksien taloussähkön käyttö) perustuu Energiateollisuus ry:n kokoamiin sähkön kulutus ja tuotantotilastoihin.

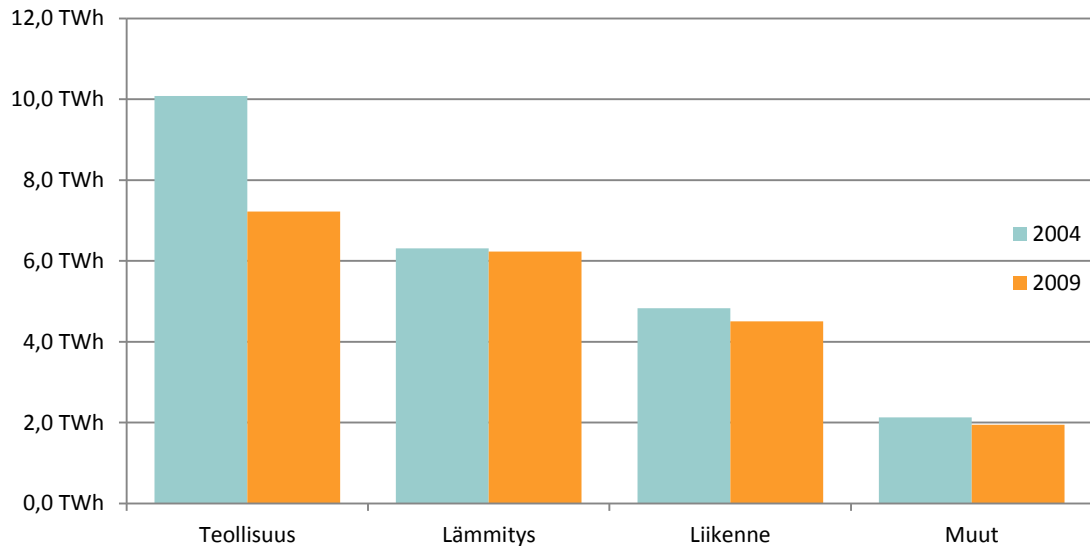
3.2 Pirkanmaan energiatase vuonna 2009

Pirkanmaalla käytettiin vuonna 2009 energiaa yhteensä 20 terawattituntia (TWh): 7,2 TWh teollisuudessa, 6,2 TWh lämmitykseen ja 4,6 TWh liikenteessä. Lisäksi muussa käytössä kului noin 2 TWh energiaa, pääosin taloussähköä. Valtakunnallinen energian kulutus vuonna 2009 oli 1 331 328 terajoulea (TJ) eli 368 TWh, josta Pirkanmaan osuus oli 5,4 prosenttia.



KUVIO 1. Pirkanmaan maakunnan energiatase vuonna 2009

Koko Suomen energiankulutuksesta Pirkanmaan osuus on pysynyt pitkään reilussa viidessä prosentissa. Vuonna 1990 maakunnassa käytettiin 5,9 % ja vuonna 2004 5,6 % kaikesta Suomessa kulutetusta energiasta (Raitila 2006). Vuoden 2009 energian käyttöön vaikutti talouden taantuma (Tilastokeskus 2010a). Tästä huolimatta maakunnan energian kulutus pysyi suhteessa valtakunnalliseen energian kulutukseen muuttumattomana, vaikka määrällisesti se vuodesta 2008 putosikin. Taantuma vaikutti eniten teollisuuden energian kulutukseen, joka laski vuodesta 2008 kahdella terawattitunnilla (Tilastokeskus 2010b). Talouden elpyminen näkyy kuitenkin jo vuoden 2010 sähkön kulutuksessa sen kasvaessa 0,8 TWh:lla vuodesta 2009. Tilastokeskuksen (2011a) mukaan vuonna 2010 valtakunnallinen energian kokonaiskulutus nousi 9 prosentilla 402 TWh:in. Vuonna 2009 energian kokonaiskulutus oli 368 TWh.



KUVIO 2. Pirkanmaan maakunnan energiataseet vuosilta 2004 ja 2009

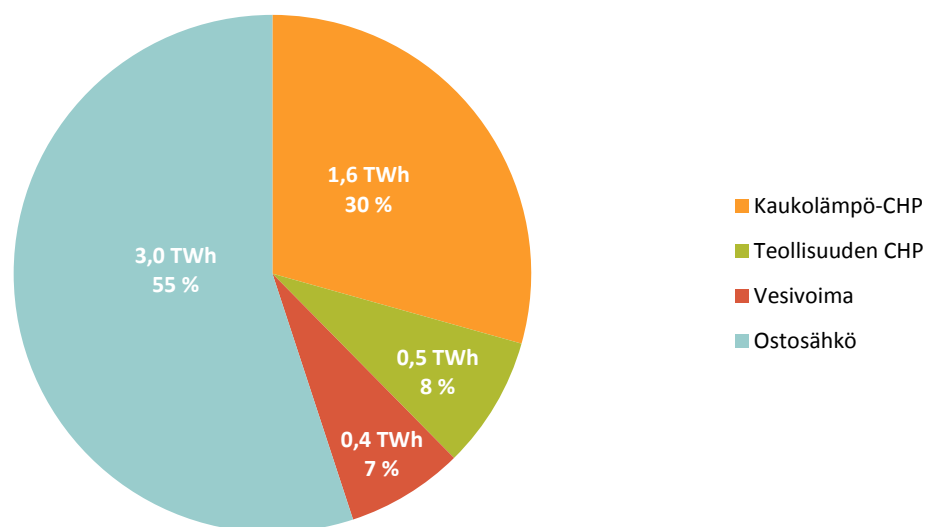
Merkittävin ero vuosien 2004 ja 2009 välillä on teollisuuden energiankäytössä, sen laskiessa 3 TWh:lla vuodesta 2004. Pääsyyinä pudotukseen oli vuoden 2009 heikko taloustilanne ja sen myötä teollisuustuotteiden kysynnän lasku (Tilastokeskus 2010b). Osaksi energiankulutuksen laskuun vaikutti kahden suuren metsäteollisuuden tuotantolaitoksen toiminnan loppuminen vuonna 2008. UPM lopetti Valkeakoskella sijainneen Tervasaaren sellutehtaan ja M-Real Tampereen Lielahden kemitermohierretehtaan. Samoihin aikoihin Tervasaaren sellutehtaan kanssa niin ikään Valkeakoskella toiminut, liukoselusta viskoosikuituja valmistanut Kuitu Finland Oy lopetti toimintansa.

Muiden energiankulutussektoreiden kuin teollisuuden osalta tilanne on pysynyt pääosin samankaltaisena vuoteen 2004 nähden. Kaikilla kolmella sektorilla kulutus laski hie-man, ei kuitenkaan merkittävästi. Kaiken kaikkiaan vuoden 2009 heikko taloustilanne pudotti energian käyttöä arviolta 10–15 % normaalitasosta.

3.3 Energian tuotanto ja käyttö

Suurin osa (60 %) Pirkanmaalla käytetystä energiasta tuotetaan fossiilisilla polttoaineilla. Maakunnan merkittävin energialähde on maakaasu. Maakaasulla tuotetun energian osuus kokonaisenergiankäytöstä on reilu kolmannes ja Pirkanmaalla käytetään noin 15 % Suomeen tuotavasta maakaasusta (Poikolainen 2011). Fossiilisista polttoaineista öljyllä tuotetaan noin kolmannes maakunnassa käytetystä energiasta. Fossiilisten polttoaineiden lisäksi Pirkanmaalla käytettäviä energialähteitä ovat turve, puu ja vesivoima. Suurimman osan energiasta käyttää teollisuus ennen lämmitystä ja liikennettä. Lisäksi muussa käytössä (esim. asuinkiinteistöjen taloussähkön käyttö) kuluu kymmenes maakunnassa käytetystä energiasta.

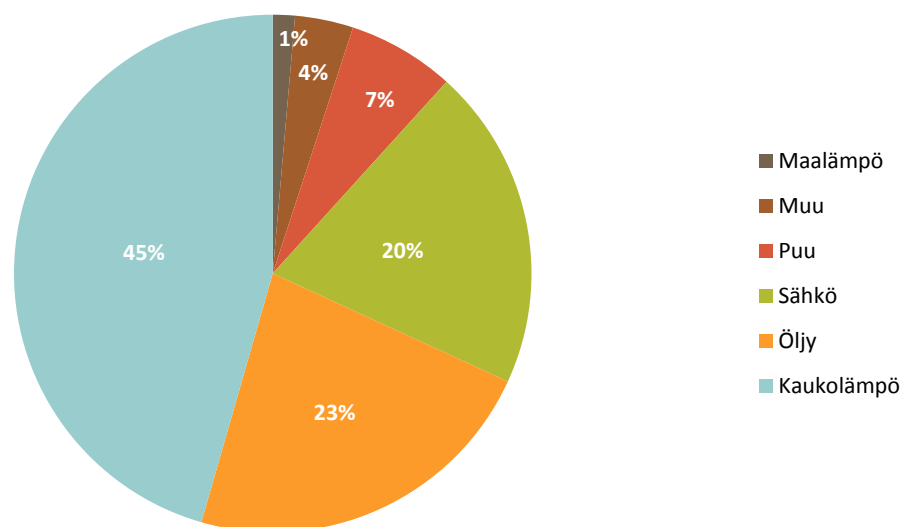
Sähköä Pirkanmaalla tuotetaan pääasiassa kaukolämmön kanssa lämmön ja sähkön yhteistuotantona (CHP, Combined Heat and Power). Kaukolämpö-CHP:llä tuotettiin sähköenergiaa vuonna 2009 1,6 TWh. Toiseksi merkittävin sähköenergian lähde oli teollisuuden CHP-tuotanto 0,45 TWh:lla. Lähes saman verran sähköä tuotettiin vesivoimalla, noin 0,4 TWh. Maakunnan yhteenlaskettu sähköntuotanto vuonna 2009 oli 2,4 TWh ja sähkön kokonaiskulutus puolestaan 5,4 TWh. Merkittävin sähkön käyttäjä oli teollisuus 2,1 TWh:n (39 %) osuudella. Asumisen ja maatalouden sähkönkulutus oli 1,8 TWh (34 %) palveluiden ja rakentamisen kuluttaessa loput 1,5 TWh (27 %). (Energiateollisuus 2010.)



KUVIO 3. Pirkanmaan maakunnassa käytetyn sähköenergian lähteet vuonna 2009 (Energiateollisuus ry 2011)

Lämmitysmuodoista merkittävin on kaukolämpö. Kaukolämpöverkossa on 10 % maakunnan rakennuksista, mutta kerrosalasta lähes puolet (45 %). Ilmiö selittyy Tampereen suurella asukasluvulla ja kaukolämpöverkon piirissä olevien suurten asuinrakennusten (pääosin kerrostalojen) määrällä. (Tilastokeskus 2011b.) Pirkanmaalla on myös Tampereen ulkopuolella kuntien keskustaajamissa kattava kauko- ja aluelämpöverkosto (Hiitelä 2011).

Rakennuksista 18 % lämpiää ensisijaisesti puulla, kerrosalan osuuden jäädessä vain 7 %:iin. Ensisijaisesti puuta käytetään lämmönlähteenä pientaloissa, mikä selittää puulla lämpiävän kerrosalan vähäisen määrän. (Tilastokeskus 2011b.)



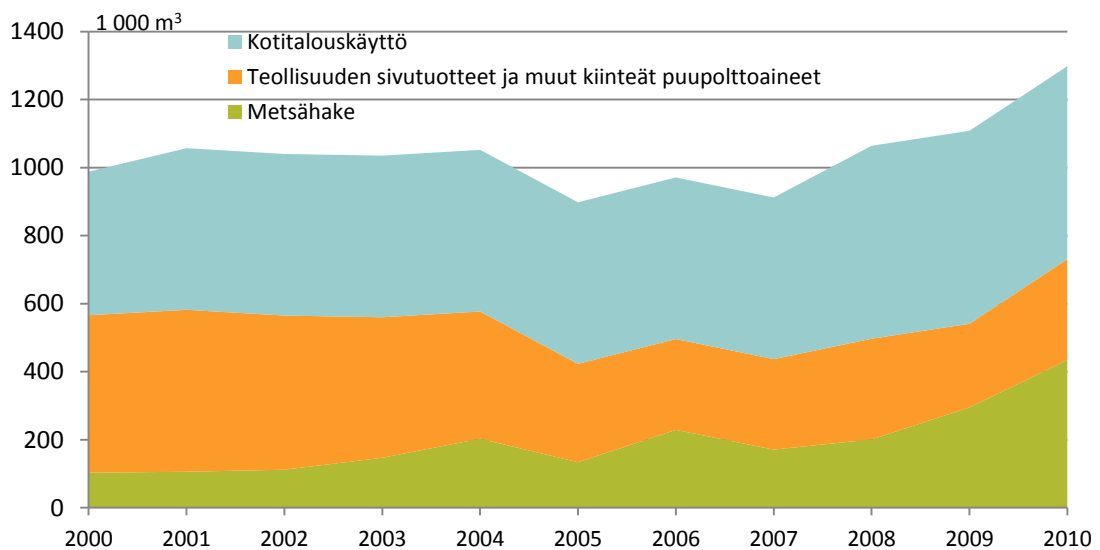
KUVIO 4. Pirkanmaan maakunnassa sijaitsevien rakennusten ensisijaiset lämpöenergian lähteet (Tilastokeskus 2011b)

Pirkanmaalla tuotettiin energiaa puupolttoaineilla vuonna 2010 yhteensä 2,6 TWh, kun vuonna 2005 vastaava luku oli 2,8 TWh (Raitila 2006). Puuenergian suhteellinen osuus maakunnan kokonaisenergiankäytöstä on pysynyt 12 %:n tienoilla kiinteän puun energiakäytön kasvusta huolimatta. Tervasaaren sellutehtaan lopettamisen jälkeen nestemäisiä puupolttoaineita ei ole käytetty. Siksi puuenergian absoluuttinen käyttö ei ole noussut samassa suhteessa kiinteän puun energiakäytön kanssa. Nestemäisillä sivutuotteilla tuotettiin vuonna 2005 energiaa 0,7 TWh (Raitila 2006).

4. PUUN JA TURPEEN KÄYTTÖ

4.1 Kiinteän puun käyttö

Pirkanmaalla käytettiin vuonna 2010 kiinteää puuta energiantuotannossa noin 1,3 miljoonaa kuutiometriä eli 2,6 terawattituntia. Energian kokonaiskulutuksesta kiinteiden puupolttoaineiden osuus maakunnassa on 12 %, kun vuonna 2005 vastaava luku oli 8,6 %.



KUVIO 5. Metsähakkeen ja teollisuuden sivutuotteiden ja muiden kiinteiden puupolttoaineiden käyttö lämpö- ja voimalaitoksissa sekä puupolttoaineiden kotitalouskäyttö (Metsäntutkimuslaitos 2011)

Vuonna 2010 Pirkanmaan lämpö- ja voimalaitoksissa käytettiin kiinteitä puupolttoaineita yhteensä 732 000 kiintokuutiometriä eli 1,4 terawattituntia, josta metsähakkeen osuus oli 434 000 m³ lopun 298 000 m³:n ollessa erilaisia teollisuuden sivutuotteita (Ylitalo 2010). Merkittävää on ero vuoteen 2009, sillä kiinteiden puupolttoaineiden käyttö nousi vuoden 2010 aikana 35 prosentilla. Noususta suurin osa selittyy kasvaneella metsähakkeen käytöllä, joka lisääntyi neljänneksellä edellisvuodesta. Metsähakkeen käyttö Pirkanmaalla on nelinkertaistunut kymmenessä vuodessa. (Metsäntutkimuslaitos 2011.)

Teollisuuden sivutuotteiden, pääosin kuoren, käytössä 2000-luvun alussa alkanut lasku tasaantui vuonna 2005 ja sivutuotteiden käyttö on sen jälkeen ollut hienoisessa kasvus-

sa. Poikkeuksena mainittakoon vuosi 2009, jolloin maailmantalouden taantumien johdosta metsäteollisuustuotantokin väheni kysynnän laskiessa.

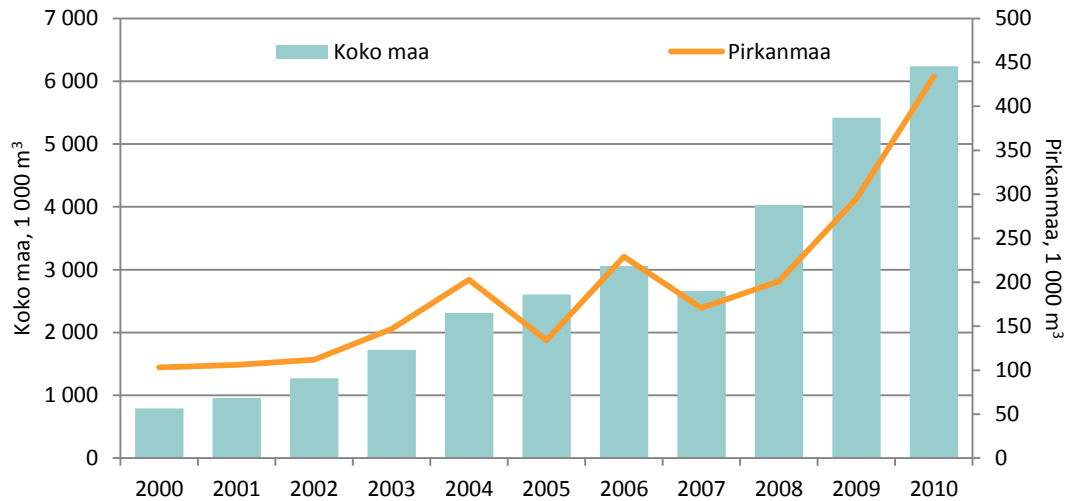
Määrällisesti vuotuinen sivutuotteiden käyttö on pysynyt noin 300 000 kiintokuutiometrin tietämällä (Metsäntutkimuslaitos 2011). Käyttö tuskin tulee lisääntymään lähitulevaisuudessa, koska sivutuotteiden määrä on riippuvainen mekaanisen metsäteollisuuden tuotannosta. Tuotannon ei voida olettaa kasvavan juurikaan nykytasosta ilman merkittäviä lisäinvestointeja. Tuotantolaitosten sulkemiset vaikuttavat sivutuotteiden saatavuuteen ja energiakäyttöön. Vuonna 2010 suljettiin Finnforestin Hämeenkyrön saha ja alkuvuodesta 2011 toiminta loppui Vammalan Vaneri Oy:n vaneritehtaalla Sastamalassa sekä sen kanssa samaan konserniin kuuluneen Visuvesi Oy:n sahalla Ruovedellä. (Hiitelä 2011.)

Merkittävin viime vuosien aikana Pirkanmaalla tapahtunut muutos kiinteiden puupolttoaineiden osalta on metsähakkeen käytön voimakas kasvu lämpö- ja voimalaitoksissa – metsähakkeen käyttö kaksinkertaistui vuodesta 2008 vuoteen 2010, jolloin sitä käytettiin 434 000 m³ (noin 0,9 TWh). Kun lukuun lisätään vielä pienkiinteistöissä käytetty metsähake, 56 000 m³ (noin 0,1 TWh), niin kokonaiskäyttö nousee 490 000 m³:iin (n. 1 TWh). Metsähakkeen osuus kaikesta Pirkanmaalla energiantuotantoon käytetystä puupolttoaineesta on noin 40 %. (Metsäntutkimuslaitos 2011.)

Tuorein pienikiinteistöjen puuenergian käyttöä koskeva Metsäntutkimuslaitoksen tekemä selvitys on lämmityskaudelta 2007/2008. Tuolloin Pirkanmaalla käytettiin 567 000 m³ (n. 1,1 TWh) puuta pienikiinteistöjen lämmityksessä. Suurin osa käytetystä puusta oli polttopuuta (esim. halkoja ja pilkkeitä), jota käytettiin 489 000 m³ (n. 1 TWh). Polttopuun lisäksi käytettiin metsähaketta sekä teollisuuden sivutuotteita yhteensä 78 000 m³ (n. 0,15 TWh). (Torvelainen 2009.)

4.2 Metsähake

Metsähaketta valmistetaan teollisuuskäyttöön soveltumattomasta pieniläpimittaisesta tai muutoin teollisuuden mitta- ja laatuvaatimukset alittavasta puuaineksesta sekä uudistushakkuiden jäljiltä maastoon jäävästä latvus- ja oksamassasta, kannoista ja juurakoista. Lisäksi pieniä määriä raaka-ainetta korjataan esimerkiksi tontti- ja tielinjatyömailta.



KUVIO 6. Metsähakkeen lämpö- ja voimalaitoskäyttö Pirkanmaalla ja Suomessa (Met-säntutkimuslaitos 2011)

Metsähakkeen käyttö on kasvanut voimakkaasti viime vuosina. Valtakunnallinen lämpö- ja voimalaitosten metsähakkeen käyttö vuonna 2010 oli 6,2 miljoonaa kiintokuutiometriä (12,4 TWh), josta noin 7 % eli 434 000 m³ (n. 0,9 TWh) käytettiin Pirkanmaalla. Suurinta metsähakkeen käyttö on Tampereella ja Valkeakoskella (n. 330 000 m³ vuonna 2010). Myös Sastamalassa ja Mänttä-Vilppulassa käytetään poikkeuksellisen paljon metsähaketta. (Ylitalo 2011.)

Valtakunnallisesti metsähakkeen käyttö on kasvanut tasaisesti koko 2000-luvun ajan, poikkeuksena vuosi 2007, jolloin päästöoikeuden hinta putosi nolnaan ja toimijat siirtyivät käyttämään hakkeen sijasta vaihtoehtoisia polttoaineita. Myös Pirkanmaalla kasvu on ollut varsin tasaista ja yhtä notkahdusta lukuun ottamatta hakkeen käytön kehitys noudattaa koko maan trendiä. Vuonna 2005 M-Realin Lielahden kemitermohierretehdas siirtyi käyttämään energiantuotannossa puun sijasta maakaasua, mikä osaltaan vaikutti metsähakkeen käyttöön kyseisenä vuotena (Raitila 2006).

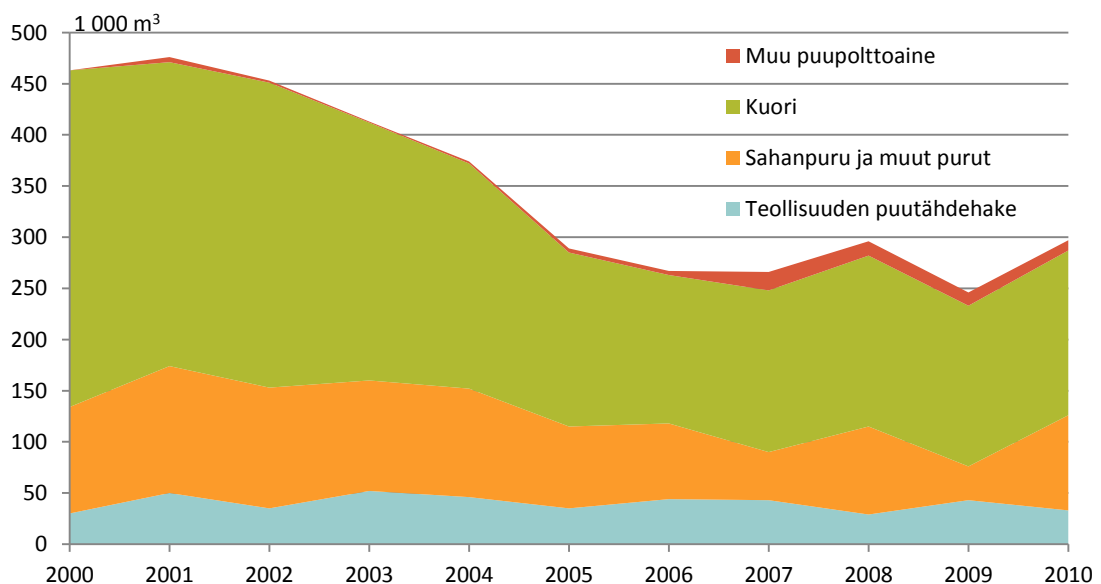
Pirkanmaalla käytetyin metsähakkeen raaka-aine on uudistushakkuualoilta korjattu latvus- ja oksamassa. Viljavien kasvupaikkojen ansiosta kuusi on maakunnan yleisin puulaji ja juuri kuusivaltaiset metsät ovat otollisia metsäenergian korjuukohteita verrattain suuren latvus- ja oksamassakertymän myötä. Kuusella latvusten ja oksien osuus on 54 % runkopuumäärästä, männyllä 21 % ja koivulla 16 %. (Hiitelmä 2011.)

Nykyiset energiapuun korjuusuositukset sallivat latvus- ja oksamassan sekä kantojen korjuun kuivahkoiltakin kankailta (VT), mutta Pirkanmaalla korjuumahdollisuuksien laajentaminen karummille maille ei kovinkaan paljoa vaikuta energiapuupotentiaaliin.

Haketta käytetään lämpö- ja voimalaitosten lisäksi myös pienkiinteistöissä. Valtakunnallinen pienkiinteistöjen metsähakkeen käyttö vuonna 2010 oli 671 000 m³ (1,3 TWh) ja Pirkanmaalla 56 000 m³, 11 % valtakunnallisesta kokonaiskäytöstä. Metsähakkeen kokonaiskulutuksesta pienkäytön osuus on noin 10 %. Pirkanmaalla metsähaketta käytettiin vuonna 2010 lämpö- ja voimalaitoksissa sekä pienkiinteistöissä yhteensä 490 000 m³ (n. 1 TWh). (Ylitalo 2011.)

4.3 Metsäteollisuuden sivutuotteet

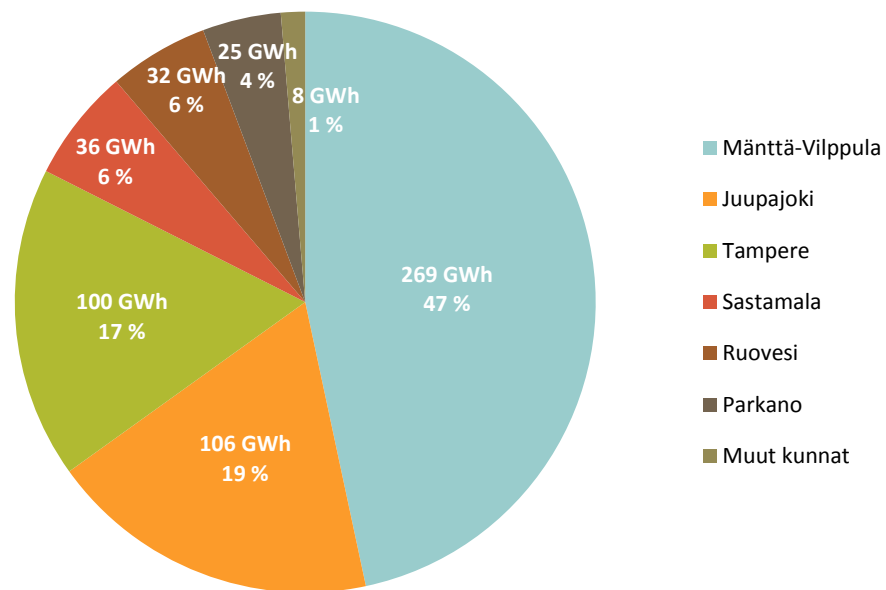
Metsäteollisuuden sivutuotteita syntyy raakapuuta jalostettaessa. Niitä ovat esimerkiksi mekaanisen metsäteollisuuden kuori, puru, rimat ja kutterinlastu sekä kemiallisen metsäteollisuuden jäteliemet (pääosin mustalipeä). Kiinteiden sivutuotteiden valtakunnallinen käyttö vuonna 2010 oli noin 9,2 miljoonaa kiintokuutiometriä (18,5 TWh) ja Pirkanmaan käyttö 298 000 m³ (0,6 TWh). (Ylitalo 2011.)



KUVIO 7. Metsäteollisuuden sivutuotteiden lämpö- ja voimalaitoskäyttö Pirkanmaalla (Metsäntutkimuslaitos 2011)

Pirkanmaalla sivutuotteiden energiakäyttö laski 150 000 m³:llä vuosien 2000 – 2004 välisenä aikana (Metsäntutkimuslaitos 2011). Lasku kuitenkin tasaantui vuonna 2005, mistä lähtien sivutuotteiden vuotuinen käyttö on pysynyt noin 300 000 kiintokuutiometrin tienoilla.

Vuonna 2010 metsäteollisuuden sivutuotteita käytettiin eniten Mänttä-Vilppulassa (Finnforest Oy, Vilppulan saha) ennen Juupajokea (JPJ-Wood Oy, UPM Korkeakoski), Ruovettä (Visuvesi Oy), Sastamalaa (Vammalan Vaneri Oy) ja Parkanoa (UPM, Aureskosken jalostetehdas). (Ylitalo 2011.)



KUVIO 8. Metsäteollisuuden sivutuotteiden lämpö- ja voimalaitoskäytön jakautuminen Pirkanmaan kunnissa (Ylitalo 2011)

Edellä mainituissa kunnissa oli vuonna 2010 suuria raakapuuta käyttäviä tuotantolaitoksia, pääasiassa sahoja. Sivutuotteiden käytön keskittyminen muutamaan kuntaan selittyy sillä, että suurin osa niistä hyödynnetään jo syntypaikalla laitoksen omiin prosesseihin, esimerkiksi sahoilla kuivauslämmön tuottamiseen.

4.4 Nestemäiset puupolttoaineet

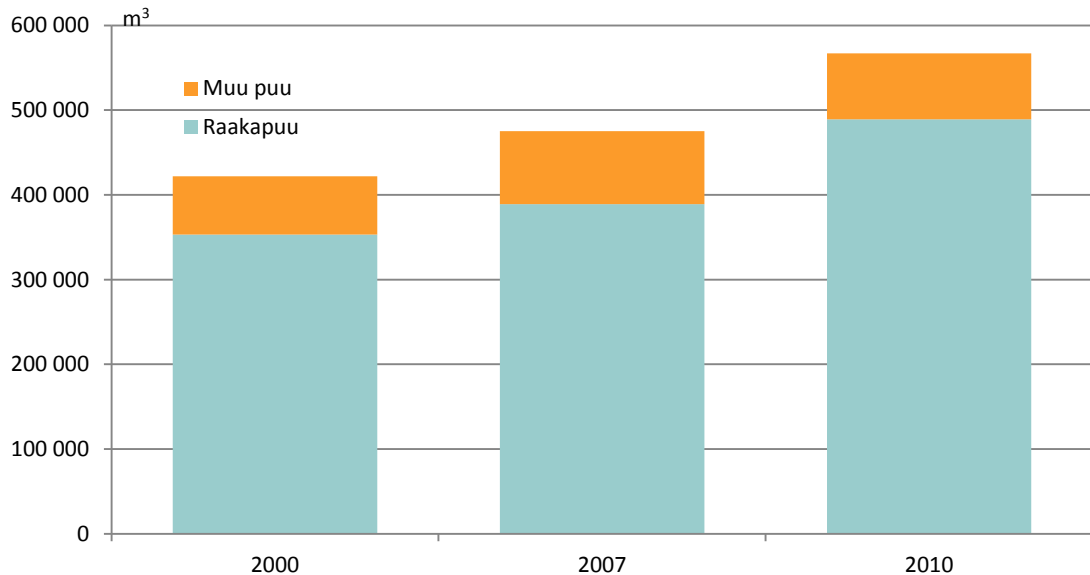
Puuta hyödynnetään energiantuotannossa myös nestemäisenä. Nestemäisiä puupolttoaineita, pääasiassa mustalipeää, saadaan kemiallisen massan (sellun) keittoprosessin sivutuotteena. Mustalipeän ohella sellunkeiton sivutuotteina syntyy monenlaisia kemikaaleja, joita hyödynnetään esimerkiksi kemianteollisuudessa.

Metsäteollisuuden nestemäiset sivutuotteet ovat valtakunnallisesti merkittävä energialähde. Vuonna 2009 niillä tuotettiin sähkö- ja lämpöenergiaa 30,5 TWh (20 % valtakunnallisesta sähkön ja lämmön tuotannosta) (Tilastokeskus 2010). Pirkanmaalla ei ole vuoden 2008 jälkeen ollut toimivaa sellutehdasta, joten mustalipeää tai muita nestemäisiä puupolttoaineita ei ole käytetty maakunnan omassa energiantuotannossa. Pirkanmaalla vuonna 2005 nestemäisiä sivutuotteita käytettiin 0,7 TWh:n edestä puuenergian kokonaiskäytön ollessa 2,7 TWh. (Raitila 2006.)

4.5 Polttopuu

Puu on edelleen merkittävä pienkiinteistöjen, kuten omakotitalojen ja maatilojen lämmönlähde. Viimeisimmän Metsäntutkimuslaitoksen puun pienkäyttöä kartoittaneen tutkimuksen (lämmityskausi 2007/2008) mukaan valtakunnallinen pienkiinteistöjen polttopuun käyttö oli 6,7 miljoonaa kiintokuutiometriä eli noin 15,4 TWh. Eniten käytettiin raakapuuta esimerkiksi halkoina ja pilkkeinä, 5,4 miljoonaa m³ (10,8 TWh). Loppu 1,4 milj. m³:ä koostui mm. metsähakkeesta ja metsäteollisuuden sivutuotteista. (Metsäntutkimuslaitos 2011.)

Pirkanmaalla puun pienkäyttö on varsin yleistä. Polttopuuta käytetään pienkiinteistöissä vuosittain noin 567 000 m³ eli 1,2 TWh, josta raakapuuta (pilkkeet ja halot) on 489 000 m³ (n. 1 TWh). (Metsäntutkimuslaitos 2011.)



KUVIO 9. Raakapuun (halot ja pilkkeet) ja muiden puupolttoaineiden käyttö pienkiinteistöissä Pirkanmaalla (Metsäntutkimuslaitos 2011)

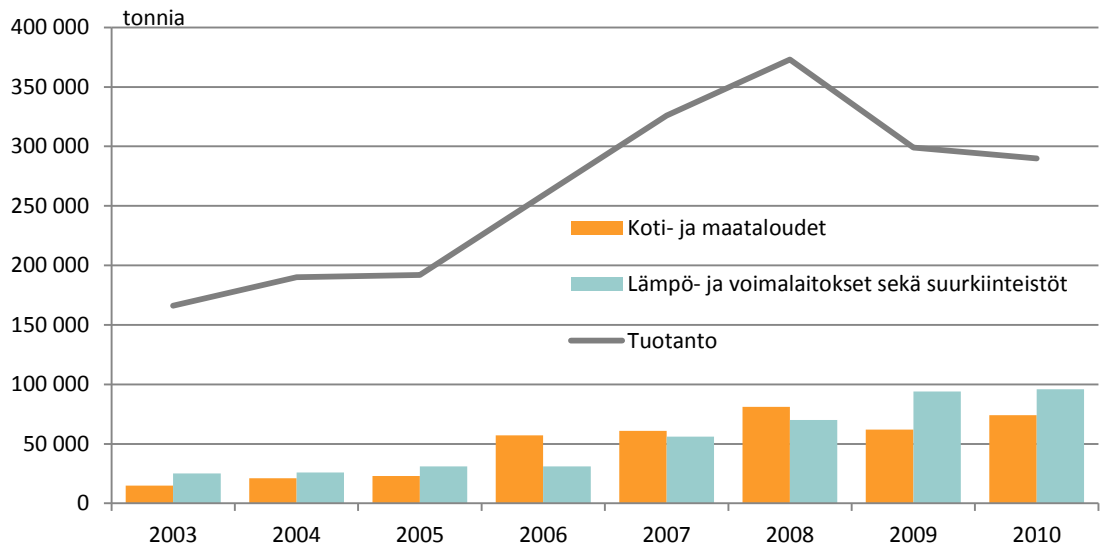
Tilastokeskuksen tietojen mukaan Pirkanmaalla polttopuuta ensisijaisena lämmönlähteenä käytetään 7 %:ssa rakennusten kerrosalasta ja 18 %:ssa rakennuksista, pääasiassa erillisissä pienkiinteistöissä. Puun käyttöä tukilämmitysmuotona voidaan tarkastella tarkemmin vähentämällä ensisijaisesti puuta lämmitykseen käyttävien rakennusten lämmönkulutus polttopuulla tuotetusta kokonaisenergiasta. Ensisijaisesti puulla lämmitävien rakennusten laskennallinen lämpöenergian kulutus on noin 0,5 terawattituntia ja polttopuulla tuotetaan energiaa kaikkiaan 1,2 TWh. Edellisestä voidaan siis päätellä, että pienkiinteistöjen tukilämmityksen osuus polttopuun kulutuksesta on 0,7 TWh.

Kuten lämpö- ja voimalaitosten, niin myös pienkiinteistöjen puuenergian käyttö on kasvussa. Metsäntutkimuslaitoksen tietojen mukaan lämmityskaudella 2000/2001 pientalojen polttopuun kokonaiskäyttö maakunnassa oli 480 000 m³ ja keskekulutus kiinteistöä kohden 3,8 m³. Lämmityskaudella 2007/2008 polttopuun käyttö oli kasvanut 87 000 m³:ä 567 000 m³:iin. Prosentuaalisesti kokonaiskäyttö lisääntyi 22 % ja kiinteistökohtainen keskekulutus nousi 20 % 4,6 m³:iin vuodessa. Valtakunnallisesti polttopuun käyttö nousi 9 % ja keskekulutus 5 % lämmityskauden 2000/2001 lukemista. (Metsäntutkimuslaitos 2011.)

4.5 Pelletti

Puupelletit ovat puristeita, joiden valmistukseen käytetään tavallisesti mekaanisen metsäteollisuuden sivutuotteita kuten sahanpurua ja hiontapölyä. Raaka-aine voi olla joko kuivaa (kosteus 10–15 painoprosenttia) tai märkää (kosteus >15 paino-%), jolloin se on erikseen kuivattava ennen pelletointiä. Monesti pellettitehdas sijaitsee samalla tontilla raaka-ainetta tuottavan laitoksen kanssa kuljetuskustannusten minimoimiseksi. Pellettejä valmistetaan jauhamalla kuivattu tai valmiiksi kuiva raaka-aine pölyksi, jonka jälkeen se pakotetaan pelletointikoneen matriisista läpi ja lämpö sitoo pölyhiukkaset toisiinsa. Puristusprosessin jälkeen pelletit jäädytetään ja niiden seasta seulotaan irtonainen aines takaisin prosessikiertoon. Pelletin etuja esimerkiksi hakkeeseen nähden on sen korkea energiasisältö ja siten pienentynyt kuljetus- ja varastointitarve. (Suomen pellettienergiayhdistys 2011.)

Pirkanmaalla on kolme pellettitehdasta, Vilppulassa, Parkanossa ja Juupajoen Korkeakoskella. Parkanon tehtaalla toiminta jatkui omistajanvaihdoksen myötä syksyllä 2011 tehtaan oltua jonkin aikaa suljettuna. Maakunnan pelletintuotantokapasiteetti on 130 000 tonnia vuodessa. Kapasiteetiltaan suurin tehdas sijaitsee Vilppulassa (100 000 t/v). Pääsääntöisesti Vilppulassa ja Juupajoella käytetään pellettituotannossa raaka-aineina lähisahojen sivutuotteita, mutta osin raaka-ainetta tuodaan kauempaakin. Esimerkiksi Vilppulaan ajetaan purua Keski-Suomesta Hankasalmelta ja Juupajoelle Ruovedeltä. Juupajoella pelletteihin käytetään vain valmiiksi kuivaa raaka-ainetta, mutta Vilppulan tehtaan yhteydessä on kuivuri, joka mahdollistaa märänkin raaka-aineen käytön. (Tuohiniitty 2011.)



KUVIO 10. Pellettituotanto ja pellettien käyttö koti- ja maatalouksissa sekä lämpö- ja voimalaitoksissa ja suurkiinteistöissä Suomessa (Metsäntutkimuslaitos 2011)

Vuonna 2010 Pirkanmaalla tuotettiin pellettiä noin 0,46 terawattitunnin edestä eli noin 95 000 tonnia. Maakunnan oma käyttö oli arviolta 15 % tuotetusta määrästä, noin 14 000 tonnia. Vuonna 2005 Pirkanmaalla toimineiden pellettitehtaiden tuotanto oli 28 000 t, josta maakunnan omaan käyttöön päätyi arviolta 7 000 t eli 25 %. (Tuohiniitty 2011.)

4.6 Turve

VTT:n Turveteollisuusliitolle laatiman selvityksen mukaan Pirkanmaan vuotuinen turpeenkäyttötarve on noin 1,4 terawattituntia aina vuoteen 2020 saakka yltävän tarkastelujakson aikana. Turve onkin puun jälkeen merkittävin maakunnan energiantuotannossa käytetty biomassa. Pääosin turpeen energiakäyttö on yhteiskäyttöä muiden biomassojen, esimerkiksi metsähakkeen kanssa. Turve on erinomainen metsähakkeen seospolttoaine, koska se vähentää pienhiukkaspäästöjä ja suojelee kattilan lämmönsiirtopintoja korroosiolta. Kuten metsähakkeella, myös turpeen energiakäytöllä on suotuisia aluetaloudellisia vaikutuksia. Haittapuolia ovat turpeen hidas uusiutuminen sekä energiantuotannon näkökulmasta sen laskeminen fossiiliseksi polttoaineeksi päästökaupassa.

Pirkanmaan oma turvetuotanto on keskittynyt pääosin maakunnan luoteisosaan, Parkanoon, Kihniöön ja Virroille. Pääosin Pirkanmaalla tuotetaan energiaturvetta, jonka tuotantoala vuonna 2009 oli 2 252 hehtaaria. Lopuilta 665 hehtaarilta nostettiin ympäristöturvetta. (Flyktmann 2009.)

Merkittävin energiaturpeen käyttö on Tampereella, Valkeakoskella ja Mänttä-Vilppulassa. Mainituissa kunnissa puupolttoaineilla tuotetaan huomattava määrä energiaa ja tästä syystä myös turpeen käyttö on poikkeuksellisen suurta verrattuna maakunnan muihin kuntiin. (Flyktmann 2009.)

Vuonna 2011 ympäristöministeriöön hyväksyttäväksi toimitetussa, Pirkanmaan liiton laatimassa turvetuotantoa koskevassa 1. vaihemaakuntakaavassa ehdotetaan yhteensä 2 553 hehtaarin edestä uusia turpeenottoaloja, pääosin Parkanoon (831 ha) ja Virroille (925 ha). Muut suunnitellut turpeenottoalat sijoittuvat Hämeenkyröön, Ikaalisiin, Kihniöön, Punkalaitumella ja Sastamalaan. Uudet turpeenottoalueet ovat tarpeen vanhojen poistuessa vähitellen käytöstä. (Pirkanmaan liitto 2011.)

Energiataselaskelmasta selviää, että maakunnan energiaturpeen käyttö vuonna 2009 oli 1,9 terawattituntia. Määrä on noin 0,2 TWh suurempi kuin vuonna 2004 (Prizztech Oy). VTT:n selvityksessä turpeen käyttömäärän odotetaan putoavan tulevaisuudessa siten, että vuonna 2015 käyttötarve olisi noin 1,4 TWh.

5. PIRKANMAAN ENERGIAPUUVARAT

5.1 Laskentaperusteet

Energiapuuvarojen laskenta toteutettiin samoin periaattein kuin vuonna 2006 ensimmäisessä Pirkanmaan puuenergiaselvityksessä. Tälläkin kerralla laskelmat perustuvat Pirkanmaan metsäkeskuksen yksityismetsien metsäsuunnittelutietoihin, joiden lisäksi hyödynnettiin Metsäntutkimuslaitoksen valtakunnan metsien inventointitietoja (VMI 10). Suunnittelutiedoista poimittiin kunnittain kattava joukko metsikkökuviotietoja, joiden pohjalta laskettiin yksityismetsien energiapuuvarat uudistushakkuiden kannoille ja latvusmassalle sekä nuorten metsien energiapuulle kullekin erikseen. Tiedot on tämän jälkeen yleistetty kattamaan kaikki metsänomistajaryhmät, kuten valtio, seurakunnat ja yritykset. Laskennan tuloksena saatu energiapuuvarojen maksimipotentiaali toimi lähtökohtana teknistä ja teknis-ekologista potentiaalia laskettaessa.

Tarkemmissa potentiaalilaskelmissa rajoitteina käytettiin sekä korjuuseen liittyviä että metsänhoidollisiin seikkoihin perustuvia korjauksia ja rajauksia. Rajoitteina käytettiin esimerkiksi varastohävikkiä, metsäkuljetusmatkan pituutta ja kasvupaikkatyyppejä. Rajoitteet valittiin kullekin metsäenergiatalajille erikseen. Kaikkia potentiaalia rajoittavia tekijöitä ei ole laskelmissa otettu huomioon, esimerkkinä maanomistajien myyntihalukkuus.

Potentiaalilaskelmissa käytetyt rajoitteet tarkistettiin vastaamaan tämänhetkisiä suosituksia ja laskelmien perustana ovat Tapion Hyvän metsänhoidon suositukset energiapuun korjuuseen ja kasvatukseen. Vuonna 2010 julkaistut suositukset sallivat esimerkiksi kantojen ja latvusmassan korjaamisen kuivahkojen kankaiden (VT) kasvupaikoilta, kun vuoden 2006 laskennassa kantoja ja latvusmassaa korjattiin vähintään tuoreilta kankailta (MT). Muuttuneiden kriteerien myötä vuoden 2006 tulokset eivät ole suoraan vertailukelpoisia uusien laskelmien kanssa.

Potentiaalilaskelmat on laadittu teknisin ja teknis-ekologisin kriteerein. Ne perustuvat maksimipotentiaaliin, jossa mukaan lasketaan kaikki kannot, latvusmassa ja energiapuu ilman mitään metsänhoidollisia tai muita kohteen kannattavuuteen liittyviä rajoitteita. Maksimipotentiaali on lähinnä teoreettinen ja se toimii ainoastaan lähtökohtana teknistä ja teknis-ekologista potentiaalia laskettaessa.

5.2 Tekninen energiapuupotentiaali

Tekniseen potentiaaliin sisältyville kohteille on asetettu muutamia metsävarojen kestävä käyttöä tukevia rajoitteita. Männiköissä ja kuusikoissa kerätään 90 % kaikista kannoista ja latvusmassaa puulajista riippumatta 60 % kaikesta hakkuussa syntyneestä latvusmassasta. Lisäksi nuoren metsän kunnostuskohteilta kerätään kaikesta latvus- ja oksamassasta 80 %.

5.3 Teknis-ekologinen energiapuupotentiaali

Teknis-ekologinen potentiaali on kriteereiltään kaikkein tiukin. Teknisen potentiaalın rajoitteiden lisäksi latvusmassaa kerätään ja kantoja nostetaan kuivahkoilta ja sitä rehevämiltä kankailta mänty tai kuusivaltaisilta aloilta, missä puustoa on vähintään 150 m³/ha. Nuoren metsän hoitokohteista mukaan lasketaan kasvupaikkatyypiltään vähintään kuivahkot kankaat, missä puustoa on enemmän kuin 90 m³/ha.

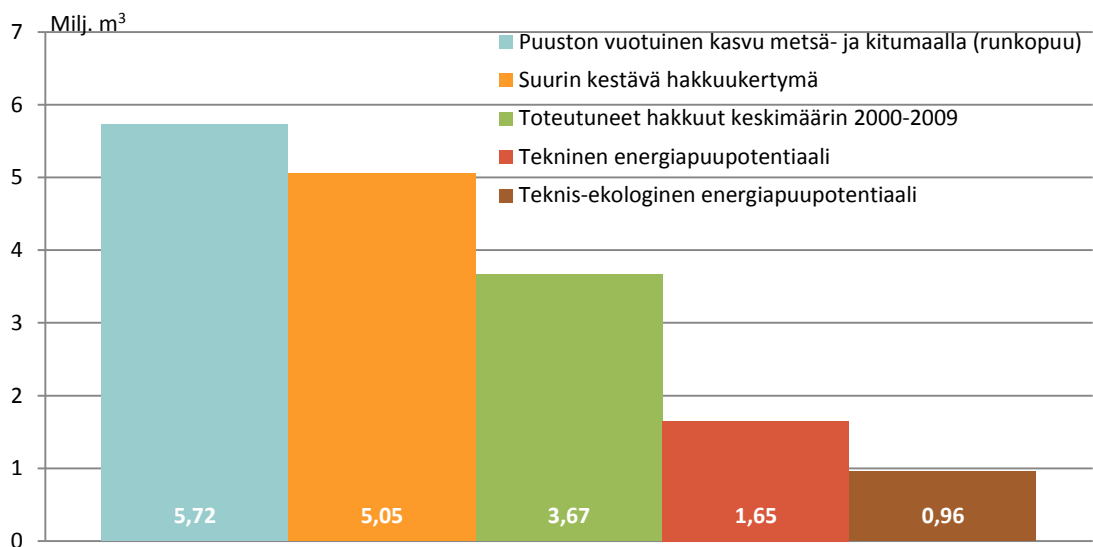
Edellä mainittujen ehtojen lisäksi on metsäenergiälajeittain käytetty erilaisia kohdevaalintaa ja kannattavuuteen liittyviä tarkentavia kriteerejä metsäkuljetusmatkan pituuteen, maapohjan kivisyyteen, kuvion hakattavan puuston määrään ja pinta-alaan liittyen. Teknisekologinen potentiaali on sekä metsien terveyden että alan toimijoiden näkökulmasta realistisin kestävästi hyödynnettävissä oleva suurin vuosittainen hakkuumäärä.

5.4 Tulokset

Pirkanmaan metsät ovat tyypillisesti reheviä: kangasmaista 80 % on kasvupaikkatyypiltään tuoreita tai viljavampia kankaita. Soita metsäalasta on viidennes. Viljavuus näkyy myös puulajisuhteissa, sillä rehevillä kasvupaikoilla kasvava kuusi on maakunnan yleisin puulaji. (Metsäntutkimuslaitos.) Kuusen uudistusalat ovat perinteisesti olleet hyviä energiapuukohteita suuren latvusmassakertymän puolesta ja puulajin vaikutus maakunnan energiapuupotentiaaliin onkin merkittävä.

Teknisesti tarkastellen pirkanmaalaisista metsistä voitaisiin korjata noin 1,6 miljoonaa kiintokuutiometriä energiapuuta vuosittain ilman, että siitä nykytiedon valossa aiheutuisi suuria jäävän puuston kasvutappioita ravinnepoistuman myötä. Määrällisesti eniten potentiaalia on uudistushakkuualoilla, mistä latvusmassaa olisi mahdollista korjata vuositasolla 620 000 m³ (1,4 TWh) ja kantoja 539 000 m³ (n. 1 TWh). Merkille pantavaa on, että kolmannes (490 000 m³, 1 TWh) teknisestä energiapuupotentiaalista on nuorissa metsissä.

Teknistä potentiaalia tarkemman kuvan maakunnan energiapuuvaroista antaa teknis-ekologinen potentiaali. Tiheämpi seula kohdevalinnassa pudottaa kokonaispotentiaalia 1,6 miljoonasta kuutiometristä hieman alle miljoonaan. Uudistushakkuilta kerättävän metsäenergian määrä putoaa kolmanneksella ja vastaavasti nuorten metsien osalta noin 70 prosenttia teknisen potentiaalin mahdollisuuksista rajautuu teknis-ekologisen potentiaalin ulkopuolelle. Nuorten metsien energiapuupotentiaalia pienentävät kohteen kannattavuuteen liittyvät tekijät.

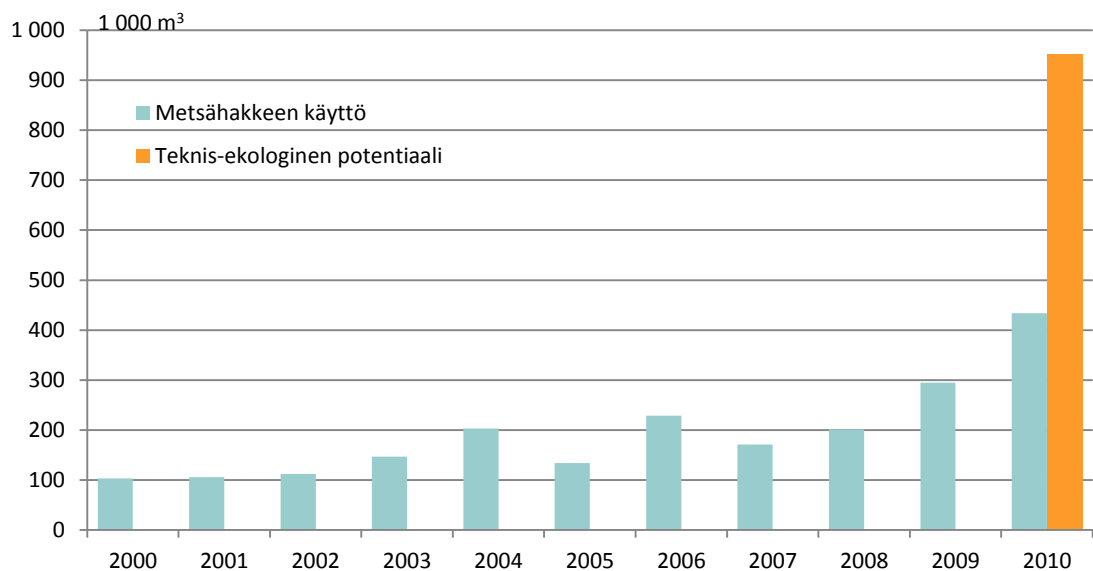


KUVIO 11. Tekninen ja teknis-ekologinen energiapuupotentiaali Pirkanmaalla suhteessa maakunnassa toteutuneisiin hakkuisiin, suurimpaan kestävään hakkuukertymään ja runkopuun vuotuiseseen kasvuun metsä- ja kitumaalla (Metsäntutkimuslaitos 2011)

Uudistushakkuita tehdään verraten pienelläkin alalla, mutta nuorten metsien kunnostuksessa kohteen koko on puun ostajan näkökulmasta olennainen kannattavuustekijä. Metsänomistajan tulot nuorten metsien kunnostuksesta ja osittain ensiharvennuksestakin ovat myöhempisiin hakkuisiin verrattuna pienet. Merkittäviä hakkuutuloja kertyy vasta

ensiharvennuksen jälkeisistä hakkuista ja nuorten metsien hakkuista tehdään kasvamaan jäävän puuston hyväksi. Laskelmissa tämä on huomioitu rajaamalla alle 0,9 hehtaarin kokoiset kohteet potentiaalin ulkopuolelle. Kun latvusmassa- ja kantokohteiden pinta-alaa ei ole samalla tavalla rajattu, niin ero teknisen ja teknis-ekologisen potentiaalin välillä pysyy vähäisempänä. Toisaalta uudistushakkuiden määrään vaikuttaa ainespuun, erityisesti tukin, hinta. Mikäli puusta tarjottu hinta ei täytä metsänomistajan odotuksia, saattaa puukauppa jäädä tekemättä.

Teknis-ekologisen potentiaalinkin täysimääräiseen hyödyntämiseen on vielä matkaa. Vaikka Pirkanmaalla metsähakkeen käyttö energian tuotannossa onkin selvästi kasvanut, niin maakunnassa olisi energiapuuvarojen puolesta mahdollista kaksinkertaistaa metsähakkeen käyttö ilman, että ylitettäisiin teknis-ekologinen maksimipotentiaali.



KUVIO 12. Metsähakkeen lämpö- ja voimalaitoskäyttö Pirkanmaalla ja Pirkanmaan teknis-ekologinen energiapuuenergia-potentiaali (Metsäntutkimuslaitos 2011)

Vertailun vuoksi vuonna 2006 teknisen kokonaispotentiaalın laskettiin olevan kaikkien jakeiden osalta yhteensä 1,4 miljoonaa kiintokuutiometriä vuodessa, joka on noin 200 000 m³ vähemmän kuin vuonna 2011. Korjattavissa oleviksi (teknis-taloudellinen potentiaali) energiapuuvaroiksi arvioitiin tuolloin 552 000 kiintokuutiometriä vuodessa. Huomattavaa on, että kuivahkojen kankaiden sisällyttäminen laskentaan ei kovinkaan paljoa vaikuttanut maakunnan energiapuuenergia-potentiaaliin. Männylle sopivien kasvupaikkojen vähyys ja toisaalta vähäisempi latvusmassakertymä selittävät pieneksi jäänyttä eroa.

Myös maakunnan metsien kehitysluokat ovat jakautuneet varsin tasaisesti painottuen varttuneempiin metsiköihin (Metsäntutkimuslaitos 2011), mikä on todettavissa myös potentiaalilaskelmien latvusmassa- ja kantokertymissä. Hakkuuehdotuksetkin käyvät hyvin yksiin puuenergian korjuun kanssa - sekä uudistuskypsyin että nuoriin metsiin kohdistuvien hakkuuehdotusten osuus on huomattava. Potentiaalilaskelmien perusteella maakunnan nuorten metsien metsänhoidollinen tila on kohtalaisen hyvä ja ensiharvennusalaan suhteutettuna noin neljännes ensiharvennuspinta-alasta tuottaa energiapuuta.

Energiapuupotentiaali on jakaantunut varsin tasaisesti koko maakunnan alueelle, poikkeuksena Luoteis-Pirkanmaa, missä soiden ja keskimääräistä karumpien kasvupaikkojen suhteellinen osuus pienentävät korjattavissa olevaa energiapuumäärää.

6. TYÖLLISTÄVYYS JA ALUETALOUDELLISET VAIKUTUKSET

6.1 Metsähake

Työ- ja elinkeinoministeriön mukaan yhden metsähakkeella tuotetun terawattitunnin työllisyysvaikutus on voimalaitoksilla noin 200 ja lämpölaitoksilla 250 henkilötyövuotta (htv) (Villa & Saukkonen 2010). Merkittävin vaadittavaan työpanokseen vaikuttava tekijä on hankintaketjun tehokkuus. Suurten voimalaitosten polttoainehuollon voidaan olettaa olevan tuottavuudeltaan pieniä laitoksia tehokkaampaa ja siten tarvittava työpanos energiayksikköä kohden on pienempi.

Metsähakkeen käytön työllisyysvaikutus on merkittävin korjuussa ja kuljetuksessa. Mikäli metsähakkeen vuoden 2020 käyttötavoite (25 TWh) toteutuu, niin haketuotannon valtakunnallinen työllisyysvaikutus on Villan ja Saukkosen (2010) mukaan noin 6 900 henkilötyövuotta, josta korjuun ja kuljetuksen osuus on noin 90 %. Työvoimatarpeen kannalta merkittävää on tuotantoketjun eri lenkkien (korjuu, haketus, kaukokuljetus) ohella myös metsähakkeen raaka-aine. Pienpuuhakkeen toimitusketjun työllisyysvaikutus saattaa olla jopa kaksinkertainen uudistushakkuiden oksa- ja latvusmassan korjuuseen nähden, jonka välitön työvoimatarve gigawattituntia kohden vaihtelee 0,10–0,20 htv:n välillä, kun pienpuuhakkeessa vastaavat luvut ovat 0,20–0,50 htv/GWh. Lisäksi on otettava huomioon välilliset työllisyysvaikutukset, jotka latvus- ja oksamassan osalta ovat noin 0,05 htv/GWh ja pienpuuhakkeella vastaavasti 0,08 htv/GWh (Ahonen 2004).

Vuonna 2010 Pirkanmaalla käytettiin metsähaketta lämpö- ja voimalaitosten sekä pienkiinteistöjen energiatuotannossa yhteensä 490 000 m³ eli noin 1 TWh (Ylitalo 2011). Laskennallisesti metsähakkeen käytön välitön työllisyysvaikutus kyseisenä vuonna oli 230 henkilötyövuotta, jonka lisäksi välillinen työllisyysvaikutus oli noin 20 htv:ta. Vuoden 2006 Pirkanmaan puuenergiaselvityksessä laskettiin silloisen metsähakkeen tuotannon välillisen ja välittömän työllisyysvaikutuksen olleen noin 100 htv (Raitila 2006). Metsähakkeen lämpö- ja voimalaitoskäyttö oli tuolloin 134 000 m³ (Ylitalo 2011) eli 0,26 TWh (työllisyysvaikutus n. 0,4 htv/GWh). Koneyrittäjien liiton mukaan Pirkanmaalla toimi v. 2011 puunkorjuussa 85 liiton jäsenyritystä, jotka työllistävät yrittäjien lisäksi noin 200 koneenkuljettajaa. Viime vuosien aikana koneyritysten määrä on ollut hienoisessa kasvussa.

Vuoteen 2020 mennessä Pirkanmaalla on metsähakkeen tuotannon työllisyysvaikutuksen laskettu olevan 314 henkilötyövuotta eli noin 100 htv:ta enemmän kuin vuonna 2010 (Kerkelä, Hietala & Pakarinen). Kysynnän kasvaessa raaka-ainetoimittajien osalta toimitusketjujen optimointi on tehokkaampaa ja työvoiman tarve suhteessa tuotettuun energiamäärään on vähäisempi.

6.2 Lämpöyrittöystoiminta

Lämpöyrittäjät ja -yritykset vastaavat asiakaskiinteistöjensä lämmöntuotannosta. Lämpöä voidaan tuottaa yksittäisten kohteiden lisäksi myös useammalle asiakkaalle alue-
lämpönä. Lämpöyritykset käyttävät energiantuotannossa pääosin metsähaketta ja lisäksi jonkin verran turvetta, metsäteollisuuden sivutuotteita sekä peltobiomassoja. Valtakunnallisesti keskimääräinen kattilateho lämpöyrittöysohteissa on 0,55 megawattia, vaihdellen neljästäkymmenestä kilowatista aina muutamiin megawatteihin asti. (Alm 2010) Pirkanmaalla lämpöyrittöysten keskimääräinen kattilateho on noin 0,7 MW.

Pirkanmaan metsäkeskuksen keräämän aineiston mukaan vuonna 2006 Pirkanmaalla oli lämpöyrittöyksiä 21 kappaletta ja vuonna 2010 määrä oli noussut 39:ään. Lämpöyrittöyksiä maakunnassa on vähemmän kuin kohteita, koska osa lämpöyrittöyksistä vastaa kahdesta tai useammasta kohteesta.

6.3 Pilkeyrittöjyys

Lämpöyrittöysten ja koneurakoitsijoiden lisäksi myös pienikiinteistöjen polttopuukauppa työllistää pirkanmaalaisia yrittöjii. Syksyllä 2011 metsäkeskusten ylläpitämään nettipilkekauppaan Halkoliiteriin oli rekisteröitynyt yhteensä 80 pirkanmaalaista pilkeyrittöjää. Osa kauppiaista tarjosi myös muita palveluja, esimerkiksi puunkorjuuta klapi-
kaupan ohella. Todellisuudessa klapiyrittöjien määrä on tätä suurempi, koska kaikki toimijat eivät myy tuotteitaan Halkoliiterin kautta ja moni yrittöjä harjoittaa pilkekauppaa päätoimensa ohessa. (Hiitelä 2011.)

6.4 Aluetaloudelliset vaikutukset

Puuenergian myönteiset vaikutukset aluetalouteen korostuvat entisestään metsäenergian käytön jatkaessa kasvuaan. Pellervon taloustutkimuksen laatiman, työ- ja elinkeinoministeriön energiapaketin aluetaloudellisia vaikutuksia tarkastelevan raportin (Kerkelä, Hietala & Pakarinen 2010) mukaan lyhyen aikavälin (-2015) tuotannon arvonlisäys on metsähakkeen osalta 13,3 miljoonaa euroa sen noustessa pitkällä aikavälillä (-2020) 22,6 miljoonaan euroon. Suurin osa arvonlisäyksestä jää maakuntaan jakaantuen eri toimijoille. Arvonlisäyksellä tarkoitetaan hyödykkeen myyntihinnan ja sen valmistuksesta aiheutuneiden kulujen välistä erotusta.

Puuenergian käytöstä hyötyvät myös metsänomistajat. Uudistushakkuista saataviin kantorahatuloihin voi vaikuttaa myymällä korjuun sivutuotteet (esim. kannot ja oksat) edelleen energiaksi. Nuorten metsien kunnostuksessa korkeat korjuukustannukset asettavat rajoitteita energiapuuerästä saatavaan korvaukseen. Nuoren metsän kunnostuksen tuottama hyöty realisoituu myöhemmissä harvennuksissa ja uudistushakkuussa puuston nopeamman järeytymisen myötä. Kun liian tiheänä kasvanut nuori metsä harvennetaan, niin samalla parannetaan jäljellä jäävän puuston kasvukykyä ja vähennetään luonnonpoistuman vaikutusta metsän kokonaistuotokseen.

Puun energiakäytön aluetaloudellisten vaikutusten katsotaan ulottuvan suurten asutuskeskusten lisäksi maaseutuvaltaisille alueille, missä mahdollisuudet yritystoimintaan ja tarjolla olevat työpaikat ovat keskeisiä seikkoja tulevaisuutta ajatellen. Paikallisista polttoaineista lähellä tuotettu energia takaa sen, että niistä saatava taloudellinen hyöty lisää hyvinvointia koko maakunnassa.

7. PUUN ENERGIÄKÄYTÖN YMPÄRISTÖ- JA ILMASTOVAIKUTUKSET

Puu, kuten muutkin biomassat, käsitetään hiilidioksidineutraaleiksi energialähteiksi. Esimerkiksi puun palamisen myötä vapautunut hiilidioksidi sitoutuu takaisin kasvavaan biomassaan eikä jää ilmakehään. Biomassan lisäksi hiiltä on sitoutunut myös maaperään. Merkittävien hiilipäästöjen lähteistä ovat ojitetut turvemaat, vähäisempiä määriä hiilidioksidia vapautuu esimerkiksi metsäpaloissa ja lannoitustoiminnan tuloksena. Puusto ja metsämaa puolestaan sitovat hiilidioksidia paljon päästöjä enemmän. Metsillä on jo itsessään merkittävä kasvihuonekaasuja sitova vaikutus.

Metsänomistajan näkökulmasta merkittävin metsäenergian korjuusta aiheutuva haitta on ravinnehävikki. Energiapuuta korjattaessa leimikolta poistuu perinteisiin harvennus- ja uudistushakkuisiin nähden suurempi määrä ravinteita. Pääosa poistuu latvus- ja oksamassan mukana, koska suuri osa kasvien kasvun kannalta merkittävistä ravinteista on neulasissa ja lehdissä. Kasvatettavan puusukupolven kannalta liian suurella ravinnehävikillä on vaikutuksensa puiden kasvuun. Kuitenkin toimittaessa energiapuun korjuusta annettujen ohjeiden mukaisesti, metsään jätetään aina ravinnerikkaan vihreän biomassan lisäksi myös tietty määrä kantoja ja muuta hakkuussa syntynyttä puutähdettä. Tutkimustuloksia pitkältä aikaväliltä metsäenergian korjuun vaikutuksista ei ole vielä saatavilla. Selvää kuitenkin on, että liiallinen ravinnepoistuma vaikuttaa tulevan tai hakkuun jälkeen pystyyn jäävän puusukupolven kasvuun heikentävästi. Nykyisissä korjuuohjeissa tämä seikka on otettu huomioon mm. kohdevalintaan ja jätettävän biomassan määrään liittyen.

Ravinnepoistuman lisäksi muita mahdollisia korjuun aiheuttamia haittoja ovat maisemamuutokset, maan pinnan rikkoutumisesta johtuva kiintoaineksen ja ravinteiden huuhtoutuminen vesistöihin sekä esimerkiksi lahoppuusta riippuvaisen eliöstön elinolosuhteiden heikentyminen. Toisaalta energiapuuharvennuksella voi olla myös myönteinen vaikutus metsämaisemaan, etenkin taajama-alueilla. Pieniläpimittaisen puun sekä oksa- ja latvusmassan poistaminen helpottaa kulkua ja siistii näkymää. Myös maanpinnan käsittelyyn, vesiensuojeluun sekä monimuotoisuuden turvaamiseen on käytettävissä monia keinoja, jotka vähentävät tai poistavat mahdollisia haittavaikutuksia. (Äijälä, Kuusinen & Koistinen 2010.)

Suuret pienhiukkaspäästöt ovat huomattavin puun energiakäytöstä aiheutuva ympäristöhaitta. Ongelma tämä on erityisesti puun pienkäytössä kun palaminen on epätäydellistä. Myös lämpö- ja voimalaitosten puun käyttö tuottaa pienhiukkaspäästöjä, mutta puhtaampi palaminen sekä päästöjä rajoittavat säädökset vähentävät niitä tuntuvasti pienkäyttöön verrattuna.

Pienhiukkaset vaikuttavat ilmanlaatuun heikentävästi ja niillä on terveydelle haitallisia vaikutuksia. Hiukkaspäästöt aiheuttavat esimerkiksi hengitys- ja sydänsairauksia tai pahentavat niitä sairastavien henkilöiden oireita. Pienhiukkasten aiheuttama terveyshaitta on merkittävin tiheään asutuilla alueilla, esimerkiksi kaupungeissa. (Liski ym. 2011.) Vaikka hiukkaspäästöjä ei voida kokonaan estää, niin niiden vähentäminen onnistuu kuitenkin suhteellisen vaivattomasti. Kun poltetaan vain kuivaa puuta hyvässä tulisijassa, on palaminen täydellisempää ja hiukkaspäästöt vähenevät.

8. PUUENERGIA TULEVAISUUDESSA PIRKANMAALLA

Uusiutuvista energialähteistä puun asema merkittävämpänä energialähteenä tulee säilymään myös tulevaisuudessa, mutta muitakin vaihtoehtoja fossiilisille polttoaineille etsitään. Puuenergia ei ole ainoa mahdollinen fossiilisten polttoaineiden korvaaja laajamittaisessa energiantuotannossa, vaan muitakin vaihtoehtoja on olemassa, esimerkiksi yhdyskuntajätteen polttaminen.

Tampereen Tarastenjärven kaatopaikan yhteyteen suunnitellaan hyötyvoimalaitosta. Hyötyvoimalaitoksessa poltettaisiin yhdyskuntajätettä ja hyötyvoimalaitoksessa tuotettaisiin noin 150 000 jätetonnista energiaa vuositasolla noin 400 GWh, josta 300 GWh kaukolämpöä ja 100 GWh sähköä. (Tammervoima 2011.)

Tarastenjärven hyötyvoimalaitoksen ohella muita merkittäviä muuta kuin puupolttoainetta hyödyntäviä uusiutuvan energian hankkeita ei Pirkanmaalla tällä hetkellä ole käynnissä. Yksittäinen, vaikkakin merkittävä hanke ei vaikuta puun energiakäyttöön kuin korkeintaan paikallisesti. Hyötyvoimalaitoksen tuottamalla energialla korvattaisiin lähinnä fossiilisilla polttoaineilla tuotettua energiaa eikä sillä olisi merkittävää vaikutusta puun energiakäyttöön Tampereen seudulla.

8.1 Hämeenkyrön uusi biovoimalaitos lisää puuenergian käyttöä huomattavasti

Hämeenkyrön Voima Oy rakennuttaa parhaillaan uutta biovoimalaitosta M-Realin Kyroskoskella sijaitsevan kartonkitehtaan yhteyteen. Voimalaitoksen on tarkoitus valmistua vuonna 2012 ja sen polttoainevalikoimaan kuuluvat erilaiset biopolttoaineet kuten puuhake, puru, ruokohelpi ja olki. Lisäksi laitoksessa on tarkoitus polttaa tehdasalueella syntyvää puu- ja paperipohjaista jätettä. Kiinteiden polttoaineiden ohella on tarkoitus käyttää myös kartonkitehtaan jätevedenpuhdistamon bio- ja kuitulietteitä. Biovoimalaitoksen eri polttoaineiden vuosikulutuksen on arvioitu jakautuvan siten, että biopolttoaineiden osuus on noin 75 % lopun neljänneksen ollessa turvetta.

Vuonna 2013 uuden voimalaitoksen on arvioitu tuottavan energiaa yhteensä 396 GWh, josta 66 GWh on sähköä, 276 GWh prosessihöyryä ja 54 GWh kaukolämpöä. Laitoksen kattilan lämpöteho on 55 MW ja sähköteho 12 MW. Voimalaitos palvelee pääosin kar-

tonkitechdasta, mutta osa tuotetusta energiasta myydään eteenpäin. Energiantuotannon arvellaan kasvavan siten, että vuonna 2018 laitoksen vuosituotanto olisi noin 500 GWh. Energiantarpeen kasvuun vaikuttavat mm. kartonkitehtaan vuosituotanto sekä mahdolliset uudet kaukolämpöasiakkaat.

Laitoksen vaikutus bioenergian käyttöön Pirkanmaalla on merkittävä. Jos arvioidusta 396 GWh:sta tuotettaisiin puolet metsähakkeella, niin sen käyttö maakunnassa lisääntyisi 100 000 m³ - lähes neljänneksellä vuonna 2010 lämpö- voimalaitoksissa käytetyn metsähakkeen määrään nähden.

8.2 Metsähaketta käytetään yhä enemmän

Puuenergian käyttö lisääntyy, käytännössä metsähakkeen käytön kasvusta johtuen. Sivutuotteiden käyttömahdollisuuksiin vaikuttaa vuonna 2011 Sastamalassa ja Ruovedellä sijainneiden mekaanisen metsäteollisuuden tuotantoyksiköiden toiminnan päättyminen. Vuonna 2010 Sastamalassa ja Ruovedellä lämpö- ja voimalaitosten sivutuotteiden käyttö oli yhteensä noin 30 000 m³, 10 % koko maakunnan sivutuotteiden käytöstä (Ylitalo 2011).

Sivutuotteiden energiakäyttö on vahvasti sidoksissa vallitsevaan taloustilanteeseen. Markkinatilanteesta riippuen raakapuun käyttö vaihtelee tuotantotarpeen mukaan ja vaikuttaa samalla puun jalostuksen sivutuotteiden käyttömääriin ja -mahdollisuuksiin energian tuotannossa.

Vuodesta 2005 eteenpäin sivutuotteiden käyttö Pirkanmaalla on pysynyt 250 000 – 300 000 m³:n välillä. Tulevaisuutta tarkasteltaessa kuvaavaa on, että huippuvuosina 2006 ja 2007 sivutuotteiden käyttö ei kumpanakaan vuonna ylittänyt 300 000 m³:ä. Vuosina 2008 ja 2010 sivutuotteiden energiakäyttö hipoi 300 000 m³:n rajaa, muttei ylittänyt sitä. (Metsäntutkimuslaitos 2011.) Aikaisempia käyttömääriä tarkasteltaessa on selvää, että tuotantolaitosten vähenemisen myötä sivutuotteiden energiakäyttö pysyy lähitulevaisuudessaakin vuoden 2010 tasolla.

Maakunnan suurten energiantuottajien piirissä ollaan halukkaita lisäämään puuenergian käyttöä, mikä käytännössä tarkoittaa metsähakkeen käytön lisäämistä. Metsähakkeen käytön kasvuun vaikuttavat hakkeen hinnan lisäksi myös turpeen saatavuus ja hinta.

Pirkanmaan oma turvetuotanto ei riitä kattamaan koko maakunnan tarvetta. Turvetta tuodaan maakuntarajojen ulkopuolelta, pääosin Lounais-Suomesta ja Pohjanmaalta. (Flyktmann 2009.) Turvetuotanto on riippuvainen säistä ja pari peräkkäistä huonoa tuotantokautta saattaa johtaa toimitusvaikeuksiin ja nostaa turpeen hintaa. Mikäli turvetta ei pystytä toimittamaan riittävästi, niin sitä on korvattava muilla polttoaineilla, käytännössä metsähakkeella. Jos turpeen hinta suhteessa metsähakkeen hintaan nousee, niin päästökaupan piiriin kuuluvien suurten laitosten näkökulmasta metsähakkeen käyttö on entistä houkuttelevampaa. Pirkanmaan osalta on kuitenkin huomioitava, että tällä hetkellä käytössä oleva kattilatekniikka asettaa tietyt rajoitteet puuenergian käytölle. Pelkän puun polttaminen aiheuttaa nykyisin käytössä olevissa kattiloissa ennen aikaista kulumista ja muita teknisiä ongelmia, joten huomattava lisäys metsähakkeen käytössä tarkoittaisi samalla myös nykyisten kattiloiden uusimista. Suurten puuenergian käyttäjien osalta kattilainvestoinnit eivät vielä ole ajankohtaista.

8.3 Uudistuva päästökauppa ja turve puun käytön edistäjinä

Euroopan unionin päästökauppajärjestelmä muuttuu ja tiukentuu vuoden 2013 alusta kolmannen päästökauppakauden alkaessa. Muutoksien odotetaan nostavan päästöoikeuksien hintoja ja siten painostavan toimijoita etsimään ilmastoystävällisempiä ratkaisuja sekä siirtymään uusiutuvan energian käyttöön yhä enenevässä määrin. Huomattavimmat muutokset ovat uusien toimialojen sisällyttäminen päästökaupan piiriin, vuosittain pienenevä ja kaikille päästökauppaan kuuluville maille yhteinen kokonaispäästömäärä sekä päästöoikeuksien jakoon liittyvien käytäntöjen yhtenäistäminen.

Kolmannen kauden päästöoikeuden hinta riippuu siitä, nostetaanko jo aiemmin asetettua 20 prosentin päästövähennystavoitetta viidellä prosenttiyksiköllä 25 %:iin. Mikäli tavoitetta kiristetään, on hiilidioksidiekvivalenttitonnin keskihinnaksi kolmannella päästökauppakaudella arvioitu 22 €. Jos EU pitäytyy alkuperäisessä 20 %:n päästövähennystavoitteessaan, niin silloin keskihinta asettuisi haarukkaan 10–15 €/t CO₂-ekv. Lähtötilanteissa päästöoikeuden hinnan odotetaan nousevan 15 eurosta 17 euroon vuonna 2013 ja edelleen kallistuvan niin, että päästökauppakauden loppupuolella, lähellä vuotta 2020, hiilidioksidiekvivalenttitonnin keskihinta olisi jo 28 €.

Päästöoikeuden ja turpeen hinnan vaikutusta metsähakkeen käytön taloudelliseen kannattavuuteen voidaan tarkastella karkeasti seuraavan kaavan avulla (Ihalainen & Niskanen 2010):

$$\text{Rajahinta (€/MWh)} = \text{turpeen hinta (€/MWh)} + \text{päästöoikeuden hinta (€/t)} * 0,38 \text{ (t/MWh)}$$

Syksyn 2011 hinnoilla (jyrsinturve 10 €/MWh ja päästöoikeus 13 €/tCO₂) saadaan kaavan avulla metsähakkeen rajahinnaksi 14,94 €/MWh. Jos metsähakkeesta maksettava hinta ylittää rajahinnan, niin silloin laitoksen näkökulmasta on edullisempaa käyttää turvetta puun sijaan. Mikäli päästöoikeuden hinta nousisi 15 euroon ja turve 13 euroon, niin metsähakkeen käytön rajahinnaksi muodostuisi 18,7 €/MWh.

Turpeen hinta on noussut 2000-luvun alusta hieman, samalla kun metsähake on kallistunut selvästi turpeeseen nähden. Kasvanut kysyntä sekä korjuuteknisesti hankalampien ja työteliäämpien leimikoiden kasvanut osuus ovat osaltaan nostaneet lämpö- ja voimalaitosten puusta maksamaa hintaa. Metsähakkeen käytön jatkuvuuden kannalta on olennaista, että sen käyttökustannukset pysyvät maltillisina eivätkä nouse liikaa turpeen ja päästöoikeuden hintaan nähden.

8.4 Puumarkkinoiden kehitys ja energiapuun saatavuus

Metsänomistajien puunmyyntihalukkuus on merkittävä tekijä energiapuumarkkinoilla ja riittävä leimikkotarjonta on tärkeää sekä teollisuuden puuhuollon että myös puun energiakäytön kannalta. Pirkanmaalla suurin osa teknis-ekologisesta energiapuupotentiaalista on uudistushakkuiden sivuvirroissa: latvuksissa, oksissa, kannoissa ja juurakoissa. Lämpö- ja voimalaitosten Pirkanmaalla käyttämästä metsähakkeesta 67 % on peräisin uudistushakkuualoilta – valtakunnallisesti vastaava lukema on vain 52 %. (Metsäntutkimuslaitos 2011) Energiantuottajien kannalta latvus- ja oksamassahakkeen saatavuus on oleellista sen suhteessa edullisten tuotantokustannusten vuoksi.

Pellervon taloustutkimuksen vuonna 2010 teettämän tutkimuksen (Rämö, Haltia, Horne & Hänninen 2011) mukaan suurin osa metsänomistajista uskoo myyvänsä puuta vuoden 2015 loppuun ulottuvan tarkastelujakson aikana. Merkittävin puukauppapäätökseen vaikuttava tekijä on tukin hinta ja metsänomistajista 61 % arvioi hintojen nousevan yli 5

% vuoden 2015 loppuun mennessä. Tutkimuksessa ennustetaan leimikkotarjonnan pysyvän vuoden 2010 tasolla, mikäli metsänomistajien hintaodotukset täyttyvät. Puukauppa rasittaa vuosien 2006 ja 2007 havutukin korkea hinta, jonka vaikutus näkyy vieläkin metsänomistajien hintaodotuksissa.

Energiapuukauppa metsänomistajien joukossa hakee edelleen muotoaan. Korvausperusteet vaihtelevat yhä, mutta pääsääntöisesti (48 % tapauksista) metsänomistaja sai luovuttamastaan energiapuuerästä maksun kiintokuutiometreihin perustuen. Seuraavaksi suosituin (19 %) hinnoitteluperuste oli hakatun ainespuun määrä, johon energiapuusta saatava korvaus oli sidottu. Mainittujen lisäksi muita energiapuun hinnoitteluperusteita ovat esimerkiksi energiasisältö ja massa.

Vuonna 2010 energiapuuta tarjosi markkinoille noin 13 % metsänomistajista, joista vajaa 10 % luovutti energiapuueränsä korvauksetta. Metsänomistajan energiapuuerästään saama hinta vaihtelee eri metsäenergiajakeiden kesken ja vuonna 2010 se oli muutamista euroista yli kymmeneen euroon kiintokuutiometriä kohden. Kirjavat korvausperusteet ja vaihtelevat käytännöt hankaloittavat hintavertailua eikä tällä hetkellä ole saatavilla kattavaa tilastotietoa energiapuusta metsänomistajille maksetuista korvauksista. Energiapuun korjuu ei kuitenkaan ole metsänomistajille vierasta. Pellervon taloustutkimuksen Metsätutka-kyselyyn vastanneista joka toinen metsänomistaja kertoi korjanneensa energiapuuta metsistään ja heistä vain neljännes myi tai luovutti korvauksetta korjaamansa puuerän markkinoille.

8.5 Puuenergia työllistäjänä

Eräs merkittävimmistä puuenergian laajamittaisen käytön tuottamista hyödyistä on sen työllistävä vaikutus. Suuren voimalaitoksen tehokkaan ja pitkälle optimoidun hankintaketjun laskennallinen työllisyysvaikutus on noin 0,15 henkilötyövuotta gigawattituntia kohden (välittömän ja välillisen työllisyysvaikutuksen summa). Pirkanmaalla metsähakkeen työllisyysvaikutus vuoden 2010 käyttömäärään nähden on hieman yli 200 henkilötyövuotta. Erityisesti puuenergian käyttö luo työpaikkoja maaseudulle monipuolistaen haja-asutusalueiden elinkeinorakennetta.

Puuenergia tarjoaa mahdollisuuksia myös yritystoimintaan. Pirkanmaalla lämpöyritysten ja niiden hoitamien kohteiden määrä on kasvanut vuodesta 2006. Vuonna 2010 läm-

pöyrittäjä tai –yritys vastasi 39 kohteen lämmöntuotannosta, kun vuonna 2006 vastaava luku oli 21. Lämmitettävät kohteet vaihtelevat yritysten tuotantotiloista asuinkiinteistöihin.

8.6 Taloudellista hyvinvointia puuenergiasta

Metsät ovat Pirkanmaalla merkittävä luonnonvara ja työllistävän vaikutuksen lisäksi ne toimivat tulonlähteinä metsänomistajille. Pelkästään Pirkanmaalla puukauppa on vuositasolla noin sadan miljoonan euron arvoista liiketoimintaa kuitu- ja tukkipuun osalta. Metsäenergian käytön jatkuva kasvu lisää puumarkkinoiden arvoa entisestään. Kuvaa- vaa on, että metsähakkeen tuotannon arvonlisäyksen on laskettu vuonna 2015 olevan 13,3 miljoonaa euroa ja vuonna 2020 sen odotetaan nousevan 22,6 miljoonaan euroon.

Metsänomistajia energiapuun korjuu hyödyttää monin eri tavoin. Suorien taloudellisten hyötyjen ohella puun energiakäytöllä on vaikutuksensa maakunnan metsien kuntoon ja terveyteen, erityisesti ylitieiden nuorten metsien osalta. Nuoren metsän kunnostuksen kannattavuus yksittäisenä investointina paranee, kun korjuukustannuksia tasaa energia- puuerästä saatu korvaus. Kunnostuksen todellinen hyöty realisoituu myöhemmin harvennus- ja uudistushakkuutuloissa puuntuotoskyvyn parantuessa kunnostushakkuun myötä.

9. JOHTOPÄÄTÖKSET

Vuonna 2009 Pirkanmaalla käytettiin energiaa 20 TWh, josta 12,2 TWh (62 %) tuotettiin maakaasulla ja öljyllä. Yksittäisistä energialähteistä merkittävin on edelleen maakaasu, jolla katetaan noin kolmannes maakunnan vuotuisesta energiatarpeesta. Maakaasun merkitys tulevaisuudessa pienenee vaihtoehtoisten polttoaineiden, pääasiassa puun, lisääntyvän käytön vähentäessä maakaasun tarvetta.

Merkittävimmät uusiutuvan energian lähteet Pirkanmaalla ovat edelleen puu ja vesivoima. Vesivoiman tuotanto on vaihdellut vuotuisten sademäärien mukaan ja sillä tuotetaan vuositasolla noin 0,5 TWh energiaa. Kaikki uusiutuvat energialähteet huomioon ottaen tällä hetkellä merkittävää kasvua niiden käytössä voidaan saavuttaa vain puupolttoaineiden käyttöä lisäämällä. Vuonna 2009 kiinteitä puupolttoaineita käytettiin maakunnassa yhteensä 2,3 TWh, kun vastaava luku vuonna 2004 oli 2 TWh. 15 %:n kasvu puupolttoaineissa on saavutettu pääasiassa lisääntyneen metsähakkeen käytön myötä. Vuonna 2009 puupolttoaineilla tuotettiin 12 % maakunnassa käytetystä energiasta.

Puun energiakäyttö kiinteiden polttoaineiden osalta on kasvanut selvästi vuodesta 2006 verrattuna vuoteen 2010, mutta nestemäisten puupolttoaineiden käyttö on loppunut kokonaan. Vuonna 2005, Tervasaaren sellutehtaan ollessa vielä toiminnassa, nestemäisillä sivutuotteilla tuotettiin energiaa noin 0,7 TWh. Tämä oli lähes puolet samana vuonna käytetystä kaikesta puuenergiasta. Sellutehtaan sulkemisesta huolimatta puun energiakäyttö Pirkanmaalla on suhteellisesti samalla tasolla: vuonna 2004 ja 2009 puupohjaisilla polttoaineilla tuotettiin 12 % maakunnassa käytetystä energiasta. Kiinteiden puupolttoaineiden käytössä kaikilla käyttäjäsektoreilla tapahtunut nousu on korvannut nestemäiset sivutuotteet energiantuotannossa ja onnistunut pitämään yllä puulla tuotetun energian osuutta kokonaiskäytöstä.

Vuoteen 2006 nähden teollisuuden sivutuotteiden, metsähakkeen ja pienkiinteistöjen energiapuun käytön lisäksi myös puupelletin käyttö on kasvanut. Vuonna 2010 lämpö- ja voimalaitoskäytössä merkittävin puupolttoaine on metsähake, jota käytettiin 434 000 m³ eli noin 0,9 TWh. Samana vuonna teollisuuden sivutuotteita hyödynnettiin energiantuotannossa noin 300 000 m³ eli 0,6 TWh.

Puun pienkäytön edelleen kasvaessa sen prosentuaalinen osuus puuenergian kokonaiskäytöstä on laskenut. Vuonna 2005 pienkiinteistöjen osuus oli 51 % kaikesta Pirkan-

maalla käytetyistä kiinteistä puupolttoaineista. Metsähakkeen käytössä tapahtuneen kasvun myötä lämpö- ja voimalaitosten puuenergian käyttö on ohittanut pienikiinteistöt. Vuonna 2010 puuenergian (metsähake ja sivutuotteet) lämpö- ja voimalaitoskäyttö oli 731 000 m³, kun pienikäytössä kului vastaavasti 567 000 m³ puuta. Lämpö- ja voimalaitoskäytön lisäksi myös puun pienikäyttö on kasvanut jonkin verran vuoteen 2005 nähden.

Metsähakkeen käyttö lämpö- ja voimalaitoksissa jatkaa kasvuaan. Pelkästään Hämeenkyrön biovoimalaitos lisää hakkeen käyttöä huomattavasti. Laitoksen on arvioitu tuottavan energiaa alkuvaiheessa n. 400 GWh/v. Jos 400 GWh:sta puolet tuotettaisiin metsähakkeella, se tarkoittaisi hakkeen vuotuisen käytön lisääntymistä n. 100 000 m³:lla. Metsähakkeen käyttö voikin puolitoistakertaistua vuoden 2010 tasosta (490 000 m³) vuoteen 2015. Hämeenkyrön ohella muutkin maakunnan suuret energiantuottajat ovat halukkaita lisäämään puuenergian käyttöä. Suurten laitosten kohdalla päästökauppa ja turpeen saatavuus toimivat muuttujina, joilla on suora vaikutus metsähakkeen käyttöön.

Metsäteollisuuden sivutuotteiden osalta käyttömäärät pysyvät vuoden 2010 tasolla myös tulevana vuosina. Sivutuotteiden käyttömahdollisuuksiin ja -määriin vaikuttaneet tuotantolaitosten sulkemiset vuodesta 2008 eteenpäin ovat vakiinnuttaneet sivutuotteiden vuotuisen käytön noin 300 000 m³:iin eli 0,6 TWh:iin. Sivutuotteiden energiakäyttö nousisi merkittävässä määrin ainoastaan siinä tapauksessa, että niitä tuotaisiin maakunnan ulkopuolelta. Tämä on kuitenkin epätodennäköistä, koska pääsääntöisesti prosessin sivuvirrat hyödynnetään joko suoraan käyttöpaikalla tai sen läheisyydessä sijaitsevilla energiantuotantolaitoksissa.

Pellettien käyttö maakunnan lämpö- ja voimalaitoksissa on kasvanut hieman. Vuonna 2005 pellettejä käytettiin noin 2 600 tonnia, kun vuonna 2010 käyttö oli kasvanut 2,5-kertaiseksi 6 500 tonniin. Pirkanmaalla toimi vuoden 2011 loppupuolelle kolme pelletitehdasta, joiden yhteenlaskettu tuotantokapasiteetti oli 130 000 t/v. Suurin pelletitehtaista oli Vilppulassa (100 000 t/v) ja kaksi pienempää sijaitsivat Juupajoella ja Parkanossa. Pellettituotanto on kasvanut huomattavasti vuodesta 2005, jolloin Pirkanmaalla valmistettiin kolmessa laitoksessa yhteensä 28 000 tonnia pellettejä. Vuonna 2010 maakunnassa toimi kaksi pelletinvalmistajaa, jotka tuottivat pellettejä yhteensä 95 000 tonnia. Tuotannosta arviolta 15 % (sisältää myös pienikiinteistöjen käyttämän pelletin) käytettiin maakunnassa lopun päätyessä vientiin tai käytettäväksi maakunnan ulkopuolella.

Pirkanmaalla on mahdollista korjata energiapuuta teknis-ekologisin kriteerein vuosittain noin 950 000 m³. Eniten potentiaalia on latvus- ja oksamassassa, jota voitaisiin korjata vuosittain 460 000 m³. Toiseksi merkittävin metsähakkeen raaka-aine on kannot ja juurakot, joiden vuotuinen korjuupotentiaali on 380 000 m³. Määrällisesti vähiten korjuupotentiaalia on nuorten metsän kunnostuksien yhteydessä kerättävässä pieniläpimittaisessa puussa, 110 000 m³/v. Teknis-ekologisin kriteerein lasketussa energiapuupotentiaalissa on huomioitu metsien terveyden kannalta olennaisten seikkojen lisäksi myös erilaisia leimikkotekijöitä, kuten korjuusaanto, metsäkuljetusmatka ja leimikon vähimmäispinta-ala.

Teknis-ekologisen potentiaalin lisäksi laskettiin Pirkanmaalle tekninen energiapuupotentiaali. Teknisen potentiaalin laskennassa asetetut rajoitteet ottavat huomioon pääasiassa metsien ravinnetalouden kannalta olennaisia asioita. Koko maakunnan tekninen energiapuupotentiaali on 1,6 miljoonaa kiintokuutiometriä vuodessa. Lukuun sisältyvät latvus- ja oksamassa (620 000 m³), kannot ja juurakot (540 000 m³) sekä nuorten metsien pieniläpimittainen puu (490 000 m³).

Edelliset Pirkanmaan metsäkeskuksen laatimat energiapuupotentiaalilaskelmat ovat vuodelta 2006. Vuoden 2011 potentiaalilaskelmissa korjuumahdollisuudet ovat kasvanneet kaikkien metsäenergiälajien osalta. Tulos oli odotettu, koska vuoden 2011 laskelmissa käytetyt kriteerit on tarkastettu vastaamaan tämän hetkisiä energiapuun korjuusuosituksia, jotka mahdollistavat metsäenergian korjuun sellaisilta kohteilta, joita ei vuoden 2006 potentiaalilaskelmissa huomioitu. Vuoden 2011 laskelmiin on sisällytetty myös kuivahkojen kankaiden (VT) kasvupaikat, joiden pääpuulajina useimmiten on mänty. Tuoreita kankaita (MT) karumpien kasvupaikkojen mukaan ottaminen ei kuitenkaan nostanut korjuupotentiaalia merkittävästi. Tämä selittyy Pirkanmaan metsien kasvupaikkatyypijakaumalla. Tuoreiden tai viljavampien kankaiden osuus maakunnan kangasmetsien pinta-alasta on noin 80 %.

10. LÄHTEET

Ahonen, A. 2004. Metsähakkeen energiakäytön työllisyys- ja tulovaikutukset – Case-tutkimus. Oulun yliopisto. REDEC Kajaani. Working Papers 47.

Alm, M. 2010. PK-bioenergia. Työ- ja elinkeinoministeriö. Toimialaraportti 8/2010.

Energiateollisuus ry. 2011a. Sähkön tuotanto maakunnittain. WWW-dokumentti.
[http://energia.fi/tilastot-ja-julkaisut/sahkotilastot/sahkontuotanto/sahkon-tuotanto-
maakunnittain](http://energia.fi/tilastot-ja-julkaisut/sahkotilastot/sahkontuotanto/sahkon-tuotanto-maakunnittain). Luettu 1.6.2011.

Hiitelä, J. 2011. Projektipäällikkö, Pirkanmaan metsäkeskus. Puuenergian käyttö ja tuotanto Pirkanmaalla. Henkilökohtainen tiedonanto.

Ihalainen, T. & Niskanen, A. 2010. Kustannustekijöiden vaikutus bioenergian tuotannon arvoketjuissa. Metsäntutkimuslaitos. Metlan työraportteja 166.

Kerkelä, L., Hietala, J. & Pakarinen, S. 2010. Energiapaketin aluetaloudelliset vaikutukset. PTT työpapereita 126. PDF-dokumentti.
http://www.ptt.fi/dokumentit/tp126_0112101335.pdf. Luettu 6.9.2011.

Liski, J., Repo, A., Känkänen, R., Vanhala, P., Seppälä, J., Antikainen, R., Grönroos, J., Karvosenoja, N., Lähtinen, K., Leskinen, P., Paunu, V. & Tuovinen, J. 2011. Metsäbiomassan energiakäytön ilmastovaikutukset Suomessa. Suomen Ympäristökeskus. Suomen Ympäristö 5/2011. PDF-dokumentti.
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=124523&lan=fi>. Luettu 20.7.2011.

Metsäntutkimuslaitos. 2011. Puun käyttö –tilasto. WWW-dokumentti.
<http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/puunkaytto/>. Luettu 1.6.2011.

Pellervon taloustutkimus PTT. 2011. Metsäsektorin ennuste, kevät 2011. PTT-katsaus 1/2011. PDF-dokumentti.
http://www.ptt.fi/dokumentit/skmetsasektori_0604111044.pdf. Luettu 7.9.2011.

Point Carbon. Average phase 3 EUA of €22/t, predicts Thomson Reuters Point Carbon. WWW-dokumentti. Julkaistu 5.7.2011.
<http://www.pointcarbon.com/aboutus/pressroom/pressreleases/1.1556678>.

Poikolainen, A. 2011. Tiedottaja, Gasum Oy. Maakaasun käyttö Pirkanmaalla. Henkilökohtainen tiedonanto.

Prizztech Oy. 2004. Pirkanmaan energiatase.

Questions and Answers on the revised EU Emissions Trading System. Memo/08/76. WWW-dokumentti.
<http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=MEMO/08/796>. Luettu 1.9.2011.

Rämö, A., Haltia, E., Horne, P. & Hänninen H.. 2011. Yksityismetsien puuntarjonta – Puunmyyntiin vaikuttavat tekijät. PTT raportteja 226.

Suomen kansallinen toimintasuunnitelma uusiutuvista energialähteistä peräisin olevan energian edistämisestä direktiivin 2009/28/EY mukaisesti. 2010. Työ- ja elinkeinoministeriö.

Suomen pellettienergiayhdistys. 2011. Pelletin tuotanto. WWW-dokumentti.
<http://www.pellettienergia.fi/index.php/tietoa/pelletin-tuotanto>. Luettu 10.7.2011.

Tammervoima. 2011. Ei heitetä energiaa hukkaan. WWW-dokumentti.
<http://www.tammervoima.fi/hyoetyenergia.html>. Luettu 10.10.2011.

- Tilastokeskus. 2010a. Sähkön ja lämmön tuotanto 2009. WWW-dokumentti.
http://stat.fi/til/salatuo/2009/salatuo_2009_2010-09-29_tie_001_fi.html. Luettu 1.6.2011.
- Tilastokeskus. 2010b. Teollisuuden energian käyttö 2009. WWW-dokumentti.
http://stat.fi/til/tene/2009/tene_2009_2010-10-27_tie_001_fi.html. Luettu 1.6.2011.
- Tilastokeskus. 2011a. Energian hankinta ja kulutus. WWW-dokumentti.
http://193.166.171.75/database/statfin/ene/ehk/ehk_fi.asp. Luettu 1.6.2011.
- Tilastokeskus. 2011b. Rakennuskanta. WWW-dokumentti.
http://pxweb2.stat.fi/database/StatFin/asu/rak/rak_fi.asp. Luettu 1.6.2011.
- Torvelainen, J. 2009. Pientalojen polttopuun käyttö 2007/2008. Metsäntutkimuslaitos. Metsätilastotiedote 26/2009.
- Tuohiniitty, H. 2011. Toiminnanjohtaja, Suomen pellettienergiayhdistys. Pellettituotanto Pirkanmaalla. Henkilökohtainen tiedonanto.
- Uitamo, J. 2010. Eduskunta hyväksyi pienpuun energiatuen. WWW-dokumentti.
http://www.metsakeskus.fi/web/fin/mkt/0410/sidosryhma_pienpuun_energiatuki.htm. Luettu 3.8.2011.
- Ylitalo, E. 2008. Puun energiakäyttö 2007. Metsäntutkimuslaitos. Metsätilastotiedote 15/2008.
- Ylitalo, E. 2009. Puun energiakäyttö 2008. Metsäntutkimuslaitos. Metsätilastotiedote 15/2009.
- Ylitalo, E. 2010. Puun energiakäyttö 2009. Metsäntutkimuslaitos. Metsätilastotiedote 16/2010.
- Ylitalo, E. 2011. Puun energiakäyttö. Metsäntutkimuslaitos. Metsätilastotiedote 16/2011.
- Villa, A. & Saukkonen, P. 2010. Bioenergia 2020 – Arvioita kasvusta, työllisyydestä ja osaamisesta. Työ- ja elinkeinoministeriö. Työ ja yrittäjyys 6/2010. PDF-dokumentti.
http://www.tem.fi/files/25900/TEM_6_2010.pdf. Luettu 22.6.2011.
- VTT. 2011. Läänien ja kuntien tieliikenteen pakokaasupäästöt vuosina 2001-2011.
<http://lipasto.vtt.fi/liisa/kunnat2.htm>. WWW-dokumentti.
- Äijälä, O., Kuusinen M. & Koistinen, A. (toim.). 2010. Hyvän metsänhoidon suositukset energiapuun korjuuseen ja kasvatukseen. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja.

11. LIITTEET

Liite 1. Tekninen energiapuupotentiaali, m³/a

Kunta	Kannot ja juurakot	Latvus- ja oksamassa	Pieniläpimittainen puu	Yhteensä
Akaa	7 142	8 503	9 350	24 995
Hämeenkyrö	29 010	34 580	18 381	81 971
Ikaalinen	35 800	40 296	41 735	117 831
Juupajoki	20 843	24 302	7 270	52 415
Kangasala	21 399	25 449	25 395	72 243
Kihniö	7 288	7 676	9 262	24 226
Lempäälä	12 523	15 047	12 936	40 506
Mänttä-Vilppula	27 757	31 860	31 304	90 921
Nokia	17 808	21 065	9 652	48 525
Orivesi	42 739	49 294	25 770	117 803
Parkano	18 824	18 807	30 257	67 888
Pirkkala	3 559	4 276	3 676	11 511
Punkalaidun	15 202	17 510	7 443	40 155
Pälkäne	39 642	47 727	17 696	105 065
Ruovesi	27 076	30 336	32 452	89 864
Sastamala	61 641	71 301	57 396	190 338
Tampere	21 428	24 885	26 960	73 273
Urjala	17 729	20 831	10 826	49 386
Valkeakoski	8 299	10 166	7 388	25 853
Vesilahti	15 154	17 947	9 521	42 622
Virrat	53 726	57 078	53 388	164 192
Ylöjärvi	35 025	40 483	43 283	118 791
Yhteensä	539 614	619 419	491 341	1 650 674

Liite 2. Teknis-ekologinen metsäenergiapotentiaali, m³/a

Kunta	Kannot ja juurakot	Latvus- ja oksamassa	Pieniläpimittainen puu	Yhteensä
Akaa	4 974	6 382	942	12 271
Hämeenkyrö	22 369	27 786	7 156	57 311
Ikaalinen	25 064	29 866	9 806	64 736
Juupajoki	15 293	18 951	1 256	35 500
Kangasala	16 173	20 210	2 100	38 483
Kihniö	4 005	4 803	1 744	10 552
Lempäälä	8 918	11 417	4 242	24 577
Mänttä-Vilppula	20 515	24 544	9 265	54 324
Nokia	13 324	15 817	2 790	31 931
Orivesi	30 708	38 122	8 612	77 442
Parkano	11 210	12 764	5 413	29 387
Pirkkala	2 534	3 244	1 205	6 983
Punkalaidun	11 125	13 885	784	25 794
Pälkäne	31 627	38 718	1 522	71 867
Ruovesi	18 464	21 968	8 621	49 053
Sastamala	45 020	54 517	11 981	111 518
Tampere	14 400	17 078	4 619	36 097
Urjala	6 207	9 359	1 576	17 142
Valkeakoski	6 355	7 832	1 171	15 358
Vesilahti	10 740	13 227	2 153	26 120
Virrat	33 890	40 071	19 313	93 274
Ylöjärvi	25 355	30 570	6 172	62 097
Yhteensä	378 243	461 131	112 443	951 817

Liite 3. Energiapuupotentiaalilaskelmissa käytetyt tekniset rajoitteet

Kannot ja juurakot	Maksimipotentiali	Tekniset rajoitteet
Puulaji	Kantoa ainespuusta	Kantoja korjataan
Mänty	22 %	90 %
Kuusi	28 %	90 %
Koivu	22 %	0 %
Muut	21 %	0 %

Latvus- ja oksamassa	Maksimipotentiali	Tekniset rajoitteet
Puulaji	Latvus- ja oksamassaa ainespuusta	Latvus- ja oksamassaa korjataan
Mänty	22 %	70 %
Kuusi	46 %	70 %
Koivu	20 %	70 %
Muut	17 %	70 %

Pieniläpimittainen puu	Maksimipotentiali	Tekniset rajoitteet
Puulaji	Oksat ja neulaset runkopuusta	Oksia ja neulasia korjataan
Mänty	37 %	80 %
Kuusi	47 %	80 %
Koivu	17 %	80 %
Muut	17 %	80 %
Energiapuu	15 %	80 %

Liite 4. Energiapuupotentiaalilaskelmissa käytetyt teknis-ekologiset rajoitteet

	Kannot ja juurakot	Latvus- ja oksamassa	Pieniläpimittainen puu
Kuvion koko	-	-	> 0,9 ha
Kasvupaikkatyyppi	VT ja viljavammat	VT ja viljavammat	VT ja viljavammat
Kivisyys	Ei erittäin kivinen	-	-
Puusto	Mänty- tai kuusi- valt.	Mänty- tai kuusi- valt.	-
Puusto, m³/ha	> 150 m ³ /ha	> 150 m ³ /ha	> 90 m ³ /ha
Hakattava puusto kuviolla	> 200 m ³	> 200 m ³	-
Lähikuljetusmatka, m	< 400 m	< 400 m	< 400 m
Varastohävikki	-	4 %	2 %
Muuta	-	-	Nuoren metsän hoitoesitys