pirkanmaan puuenergiaselvitys 2011

lasse maunula

© Pirkanmaan metsäkeskus

Laatija:
Lasse Maunula

Työryhmä:
Juha Hiitelä, Ari Lähteenmäki, Lasse Maunula ja Perttu Ojakoski

Taitto:
Ulla Konkarikoski

Kuvat:
Lasse Maunula, Juha Hiitelä, ProAgria Pirkanmaa

Painatus:

ISBN:
978-952-5419-11-5 (nidottu)
978-952-5419-12-2 (PDF)

Sisällysluettelo

ALKUSANAT **4**

JOHDANTO **5**
LÄHTÖTILANNE, TAVOITTEET JA TOTEUTUS 6

ENERGIAN TUOTANTO JA KÄYTTÖ PIRKANMAALLA **7**
ENERGIATASE 7
ENERGIAN TUOTANTO JA KÄYTTÖ 8

PUUN, TURPEEN JA PELTOENERGIAN KÄYTTÖ **11**
KIINTEÄN PUUN KÄYTTÖ 11
METSÄHAKE 13
METSÄTEOLLISUUDEN SIVUTUOTTEET 16
NESTEMÄISET PUUPOLTTOAINEET 17
POLTTOPUU 17
PELLETTI 18
TURVE 19
PELTOENERGIA 20

PIRKANMAAN ENERGIAPUUVARAT **21**
LASKENTAPERUSTEET 21
ENERGIAPUUPOTENTIAALI 21

TYÖLLISTÄVYYS JA ALUETALOUDELLISET VAIKUTUKSET **25**
METSÄHAKE 25
LÄMPÖYRITYSTOIMINTA 26
PILKEYRITTÄJYYS 26

PUUN ENERGIAKÄYTÖN YMPÄRISTÖ- JA ILMASTOVAIKUTUKSET **28**

PUUENERGIAN KÄYTTÖ TULEVAISUUDESSA **29**
HÄMEENKYRÖN UUSI BIOVOIMALAITOS LISÄÄ PUUENERGIAN KÄYTTÖÄ HUOMATTAVASTI 29
METSÄHAKETTA KÄYTETÄÄN YHÄ ENEMMÄN 30
UUDISTUVA PÄÄSTÖKAUPPA JA TURVE PUUN KÄYTÖN EDISTÄJINÄ 31
PUUMARKKINOIDEN KEHITYS JA ENERGIAPUUN SAATAVUUS 34

JOHTOPÄÄTÖKSET **35**

LIITTEET **39**

LÄHDELUETTELO **48**

ALKUSANAT

Euroopan unionin jäsenmailleen asettamat velvoitteet energian käyttöön ja kulutukseen liittyen ovat haastavat. Velvoitteiden myötä Suomessa tehdyt energiapoliittiset linjaukset ovat olleet erityisesti puun energiakäytön kannalta merkittäviä. Työ- ja elinkeinoministeriö laati EU:n uusiutuvan energian direktiivin pohjalta velvoitepaketin (nk. risupaketti), jossa määriteltiin ne keinot, joilla EU:n energiavelvoitteet tulisi täyttää. Paketin myötä metsähake nousi merkittävimmäksi niistä uusiutuvista energialähteistä, joiden käyttöön panostamalla on tarkoitus saavuttaa asetetut tavoitteet.

Pirkanmaan osalta lähtökohdat metsähakkeen käytön lisäämiselle ovat erinomaiset. Maakunnan viljavat ja kuusivaltaiset metsät ovat oivia energiapuukohteita suuren korjuusaannon myötä ja metsähakkeen käyttöä on mahdollista lisätä tuntuvasti nykytasoon nähden. Tarkasteltaessa uusiutuvan energian käyttömahdollisuuksia Pirkanmaalla on selvää, että merkittävissä määrin uusiutuvien energialähteiden osuutta voidaan nykytilanteessa kasvattaa vain puuenergian käyttöä lisäämällä.

Tulevaisuudessa kotimaisten uusiutuvien energianlähteiden käytön lisääminen on varteenotettavin vaihtoehto siirryttäessä fossiilisista polttoaineista ilmasto- ja ympäristöystävällisempiin energiantuotantomuotoihin. Laajamittaiseen tuontienergian käyttöön liittyy aina tiettyjä epävarmuustekijöitä, sekä taloudellisia että poliittisia. Paikallisia energialähteitä hyödyntämällä on mahdollista turvata energian saatavuutta sekä luoda uusia työpaikkoja kaikkialle Suomeen.

Selvityksen laatimiseen olen saanut apua monelta eri taholta. Neuvoista, opastuksesta ja ideoista kiitän Pirkanmaan metsäkeskuksen projektipäällikkö Juha Hiitelää, puuenergianeuvoja Perttu Ojakoskea, suunnittelupäällikkö Antti Peltosta ja metsäpalvelupäällikkö Ari Lähteenmäkeä. Keski-Suomen metsäkeskuksen bioenergianeuvoja Veli-Pekka Kauppinen teki enimmän työn energiapotentiaalilaskelmien suhteen, hänelle suuri kiitos työpanoksestaan. Peltoenergian osalta kiitos kuuluu ProAgria Pirkanmaan Ritva Tolpalle ja Lassi Uotilalle, joiden toimittamaan sisältöön kyseinen kappale perustuu. Kiitän myös Hannes Tuohiniittyä Suomen pellettienergiayhdistyksestä tiedoista pellettiä käsittelevään kappaleeseen. Tampereen energiantuotannon johtoa haluan kiittää saamistani tiedoista sekä kommenteista energiantuottajan näkökulmasta. Lisäksi kiitos kaikille niille tahoille ja henkilöille, jotka selvityksen teossa tavalla tai toisella ovat auttaneet.

Pirkanmaan puuenergiaselvitys on laadittu osana Pirkanmaan metsäkeskuksen Puulämpöä Pirkanmaalle –projektia. Projektin päärahoittajia ovat Pirkanmaan ELY-keskuksen maaseutuosasto, Euroopan maaseutu-rahasto, Pirkanmaan kunnat ja alan yritykset.

Tampereella 28.9.2011

Lasse Maunula

JOHDANTO

Kioton pöytäkirjan velvoitekausi päättyy vuonna 2012. Ilmastokokouksien sarja Kioton jälkeisen ajan jatkosta ovat edelleen käynnissä, mutta Euroopan unioni on tehnyt jäsenvaltioita koskevia merkittäviä energiapoliittisia ratkaisuja jo 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. Lisäksi EU:n vuonna 2013 uudistuva ja samalla tiukentuva päästökauppajärjestelmä lisää entisestään paineita siirtyä ilmastoystävällisimpiin energialähteisiin fossiilisten polttoaineiden sijasta.

Suomen osalta velvoitteet merkitsevät uusiutuvan energian käytön lisäämistä ja energiansäästötoimia. 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, josta uusiutuvilla energialähteillä tulisi tuottaa mainittu 38 % eli 124 TWh. Työ- ja elinkeinoministeriön vuoden 2005 energiankäyttölukuihin perustuvien laskelmien mukaan uusiutuvan energian lisäystarve on 38 TWh, josta 25 TWh on tarkoitus tuottaa metsähakkeella.

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.

Uusiutuvalla energialla on tulevaisuudessa yhä merkittävämpi rooli paikallisesti, valtakunnallisesti ja kansainvälisestikin. Pirkanmaalla puuenergialla on jo nyt vankka jalansija energian käytössä ja tuotannossa, oli kyse sitten lämpö- ja voimalaitosten polttoaineista tai pientalojen takkapuista. Puun energiakäytön lisäämisessä raaka-aineen saatavuus ei ole rajoittava tekijä. Energiapuupotentiaalin puolesta maakunnan metsistä voitaisiin vuosittain korjata kaksinkertainen määrä puuta energiakäyttöön nykytasoon nähden. Rajoitteena toimivat muut tekijät kuten käytettävissä oleva kalusto ja pääoma, jopa kunnallinen päätöksenteko saattaa toimia esteenä tai ainakin hidasteena. Esimerkiksi Motivan lämpöyrittäjyyden esteitä selvittäneen tutkimuksen mukaan eräs useasti toistunut argumentti lämpöyrittäjyyttä vastaan oli se, että ”ei haluta että jotkut pääsevät rikastumaan kuntalaisten verorahoilla”. Uusiutuva energia eri muodoissaan olisi nähtävä mahdollisuutena eikä uhkana. Esimerkiksi puun energiakäytöllä on myös aluetaloudellisia vaikutuksia verotulojen ja työpaikkojen myötä. Merkittävää on, että puuenergia työllistää etenkin maaseutuvaltaisilla alueilla, oli kyse sitten lämpöyrittäjyydestä, klapikaupasta tai metsätaloudesta yleensä.

FAKTAA

Euroopan unionin uusiutuvan energian direktiivi

Vuoteen 2020 mennessä jäsenvaltioiden velvollisuutena on:

- kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen 20 %:lla vuoden 1990 tasosta
- nostaa uusiutuvien osuus Euroopassa energian loppukulutuksesta 20 %:iin
- parantaa energiatehokkuutta 20 %
- nostaa biopohjaisten liikennepolttonesteiden käyttö 10 %:iin

LÄHTÖTILANNE, TAVOITTEET JA TOTEUTUS

Pirkanmaan puuenergiaselvitys on laadittu osana Pirkanmaan metsäkeskuksen Puulämpöä Pirkanmaalle -projektia. Projektin päätavoitteet ovat bioenergian käytön lisääminen ja kotimaisen energian imagon nostaminen uusiutuvana ja aluetaloudellisesti merkittävänä polttoaineena. Projektin puitteissa järjestetään esimerkiksi erilaisia koulutus- ja infotilaisuuksia sekä neuvotaan maatiloja, yrityksiä ja yhteisöjä bioenergian käyttöön liittyen.

Tämä selvitys on järjestyksessä toinen maakunnan puuenergian käyttöä ja käyttömahdollisuuksia kartoittanut työ. Ensimmäisen Pirkanmaan puuenergiaselvityksen laati Jyrki Raitila vuonna 2006. Raitilan työssä käsiteltiin kattavasti puuenergian käyttöä ja sen suhdetta muihin energialähteisiin maakunnassa ja sen tuloksia on käytetty apuna mm. Pirkanmaan energiaohjelmaa laadittaessa. Vuoden 2011 selvitys vastaa pääosin rakenteensa puolesta Raitilan työtä, mutta muutoksiakin on tehty. Selvityksen rakennetta on osin tiivistetty ja kevennetty, toisaalta esimerkiksi puuenergian ilmasto- ja ympäristövaikutuksia käsitellään laajemmin omana lukunaan.

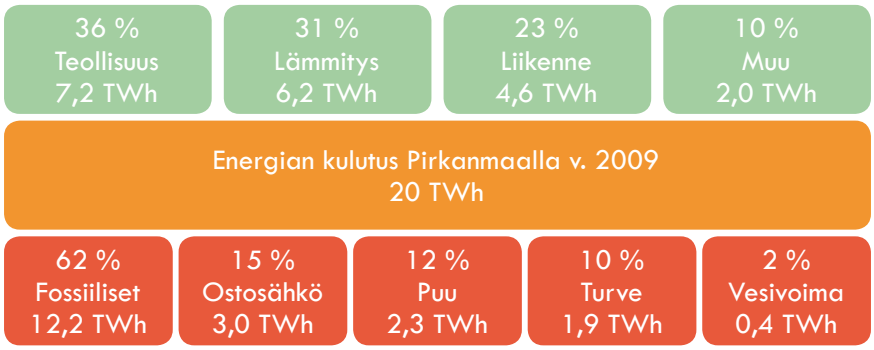
Selvityksen laatiminen alkoi taustamateriaalin keräämisellä ja siihen tutustumisella. Varsinaisen selvitystyön aluksi laskettiin energiapuupotentiaalit kuntakohtaisesti. Pirkanmaan metsäkeskuksen yksityismetsien metsäsuunnittelutietojen pohjalta Keski-Suomen metsäkeskuksen bioenergia-asiantuntija Veli-Pekka Kauppinen laski metsäkeskusten kehittämän mallin avulla energiapuupotentiaalin jokaiselle pirkanmaalaiselle kunnalle. Malli on sama, jota käytettiin vuonna 2006 maakunnan silloista energiapuupotentiaalia selvitettäessä. Laskelmat on tarkastettu ja joihinkin tuloksiin on tehty tarkennuksia käyttäen apuna mm. Metsäntutkimuslaitoksen valtakunnan metsien inventointitietoja (VMI 10) sekä Pirkanmaan metsäkeskuksen metsävaratietoja.

Energian käyttöä ja tuotantoa on havainnollisinta tutkia energiataseen avulla. Viimeisin Pirkanmaan energiatase on vuodelta 2004 ja sen päivittäminen katsottiin tarpeelliseksi. 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 ajoneuvoliikenteen energiankulutusta kuvaavan LIISA-mallin tuloksia.

Puuenergian käyttöä on pääosin tarkasteltu Metsäntutkimuslaitoksen keräämien tietojen pohjalta. Osaan lämpö- ja voimalaitoksissa on oltu yhteydessä muun muassa puuttuvien tietojen saamiseksi. Tarpeen tullen myös muita tarvittavia tietoja on selvitetty suoraan toimijoilta.

Selvityksessä käytetyt tilavuusyksiköt ovat oletusarvoisesti kiintokuutiometrejä. Mikäli tilavuusyksikkönä on käytetty jotakin muuta suuretta, niin se on selkeästi ilmoitettu.

ENERGIAN TUOTANTO JA KÄYTTÖ PIRKANMAALLA



Kaavio 1: Pirkanmaan energiatase vuonna 2009. Lähde: Pirkanmaan metsäkeskus.

Pirkanmaalla käytettiin vuonna 2009 energiaa yhteensä 20 terawattituntia: 7,2 TWh teollisuudessa, 6,2 TWh lämmitykseen ja 4,6 TWh liikenteessä. Lisäksi muussa käytössä kului noin 2 TWh energiaa, pääosin sähköä. Maakunnan osuus valtakunnallisesta energian kulutuksesta vuonna 2009 oli 5,4 prosenttia.

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. Vuoden 2009 energian käyttöön vaikutti talouden taantuma. 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. Talouden elpyminen näkyy kuitenkin jo vuoden 2010 sähkön kulutuksessa sen kasvaessa 0,8 TWh:lla vuodesta 2009. Tilastokeskuksen mukaan vuonna 2010 valtakunnallinen energian kokonaiskulutus nousi 9 prosentilla 402 TWh:in. Vuonna 2009 energian kokonaiskulutus oli 369 TWh.

ENERGIATASE

Edellinen Pirkanmaan energiatase on laadittu vuoden 2004 tietojen pohjalta. Energiatase on oiva työkalu vertailtaessa eri energialähteiden käyttöä sekä energian kulutusta. Tähän selvitykseen maakunnan energiatase on päivitetty vuoden 2009 lukuihin perustuen.

Lämmitysenergian kulutus on laskettu Tilastokeskuksen rakennuskantatilaston perusteella ja siinä on huomioitu lämmöntarpeen vaihtelu kiinteistön käyttötarkoituksen mukaan. Laskennan tulosta on verrattu Energiateollisuus ry:n tilastotietoihin, joiden perusteella sitä on tarkennettu vastaamaan toteutunutta lämmitysenergian käyttöä. Teollisuuden energiankäyttö perustuu tilastokeskuksen tietoihin ja siihen sisältyy kaikki teollisuuden käyttämä energia, mukaan lukien teollisuuskiinteistöjen lämmitys. Liikenteen kuluttama energia on

FAKTAA

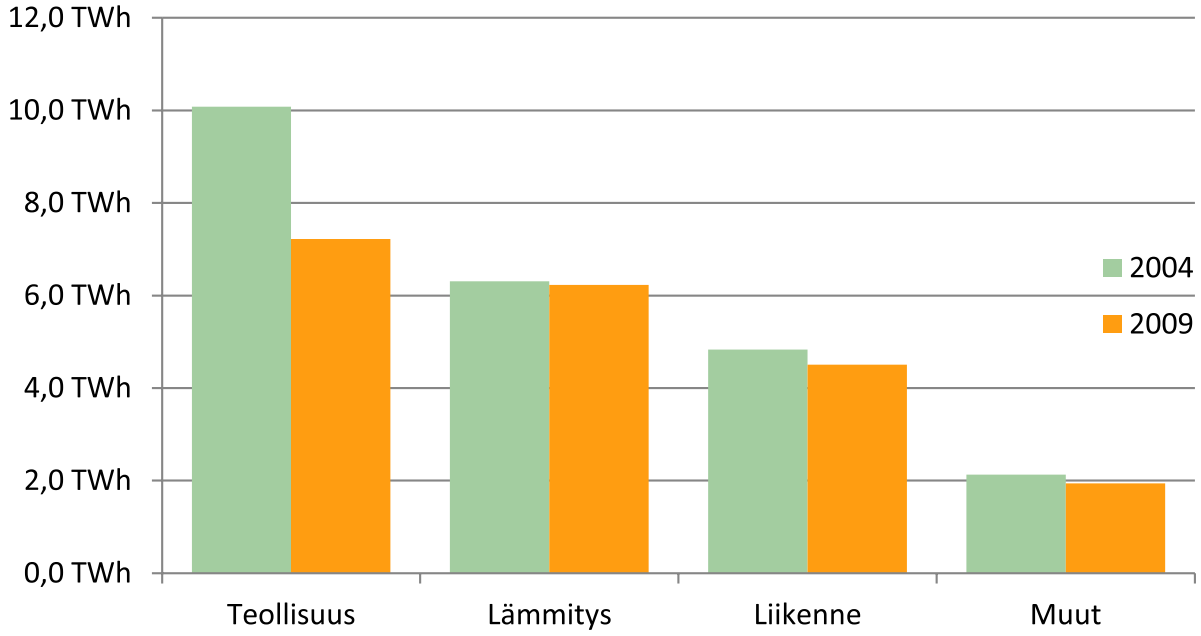
Pirkanmaan osuus Suomen kokonaisenergian-kulutuksesta oli 5,4 % vuonna 2009.

FAKTAA

Yksittäisistä energian-lähteistä merkittävin Pirkanmaalla on maakaasu. Maakaasulla tuotetaan vuosittain noin 30 % käytetystä energiasta, puulla 12 %.

laskettu VTT:n LIISA-mallin tulosten pohjalta. Alla olevassa kaaviossa luokka Muut (esim. kotitalouksien sähköenergian käyttö) perustuu Energiateollisuus ry:n kokoamiin tilastotietoihin.

Merkittävin ero vuosien 2004 ja 2009 välillä on teollisuuden energiankäytössä, sen laskiessa 3 TWh:lla vuodesta 2004. Pääsyynä pudotukseen oli vuoden 2009 heikko taloustilanne ja sen myötä teollisuustuotteiden kysynnän lasku. 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, liukosellusta viskoosikuituja valmistanut Kuitu Finland Oy lopetti toimintansa.



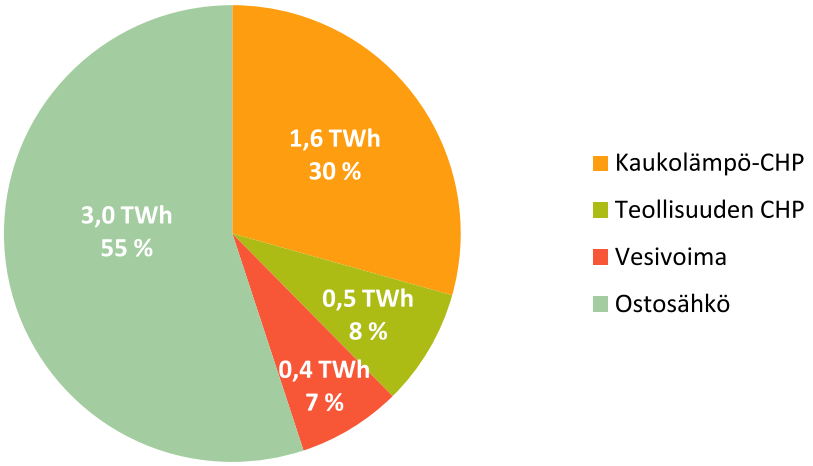
Kaavio 2: Energian kulutus Pirkanmaalla kuluttajasektoreittain vuosina 2004 ja 2009. Lähde: Prizztech Oy ja Pirkanmaan metsäkeskus.

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

Samoin kuin vuoden 2004 energiataseessa, ei myöskään tässä laskelmassa ole huomioitu tukilämmitysmuotojen vaikutusta lämmitysenergian kulutukseen.

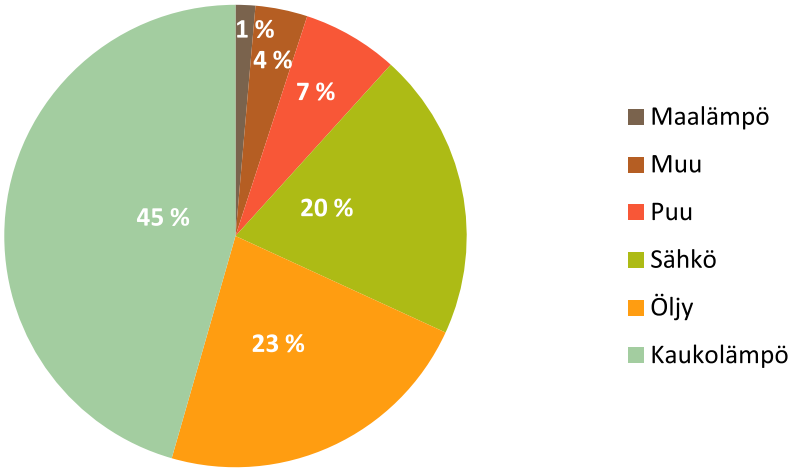
ENERGIAN TUOTANTO JA KÄYTTÖ

Suurin osa (62 %) 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. Fossiilisista polttoaineista öljyllä tuotetaan noin kolmannes maakunnassa käytetystä energiasta. Fossiilisten polttoaineiden lisäksi merkittäviä energialähteitä ovat turve, puu ja vesivoima. Suurimman osan energiasta käyttää teollisuus ennen lämmitystä ja liikennettä. Lisäksi muussa käytössä (esim. asuinkiinteistöjen sähkön käyttö) kuluu kymmenys maakunnassa käytetystä energiasta.



Kaavio 3: Sähkön tuotantomuotojen jakautuminen Pirkanmaalla vuonna 2009. Lähde: Energiateollisuus ry.

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 %).



Kaavio 4: Rakennusten ensisijaiset lämmönlähteet Pirkanmaalla vuonna 2010. Lähde: Tilastokeskus.

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. Pirkanmaalla on Tampereen ulkopuolella kuntien keskustaajamissa kattava kauko- ja aluelämpöverkosto.

FAKTAA

Suomen energiankulutus energialähteittäin vuonna 2010

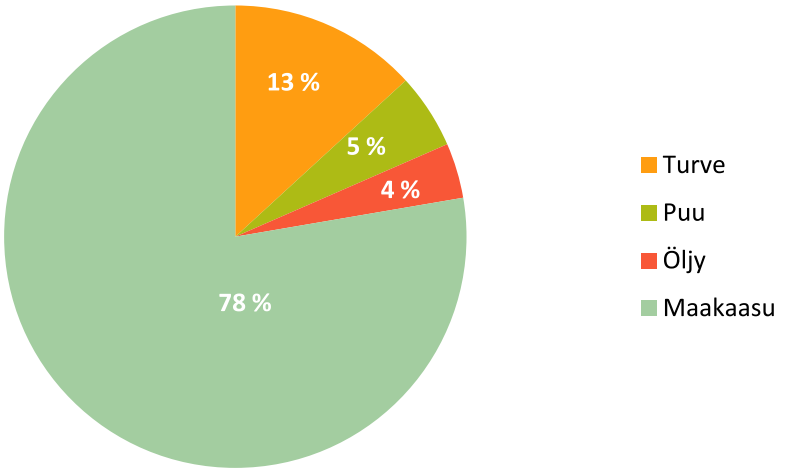
- Öljy
  24 % (98 TWh)
- Puupolttoaineet
  21 % (85 TWh)
- Ydinenergia
  17 % (66 TWh)
- Hiili
  13 % (52 TWh)
- Maakaasu
  10 % (41 TWh)
- Turve
  6 % (26 TWh)
- Tuuli- ja vesivoima
  3 % (13 TWh)
- Sähkön nettotuonti
  3 % (11 TWh)
- Muut energialähteet
  2 % (9 TWh)

Lähde: Tilastokeskus

FAKTAA

Pirkanmaalla käytettiin lämpö- ja voimalaitoksissa vuonna 2010:

- metsähaketta 434 000 m^3
- metsäteollisuuden sivutuotteita 298 000 m^3



Kaavio 5: Kaukolämmön ja sähkön yhteistuotannon polttoaineet Pirkanmaalla vuonna 2009. Lähde: Energiateollisuus ry.

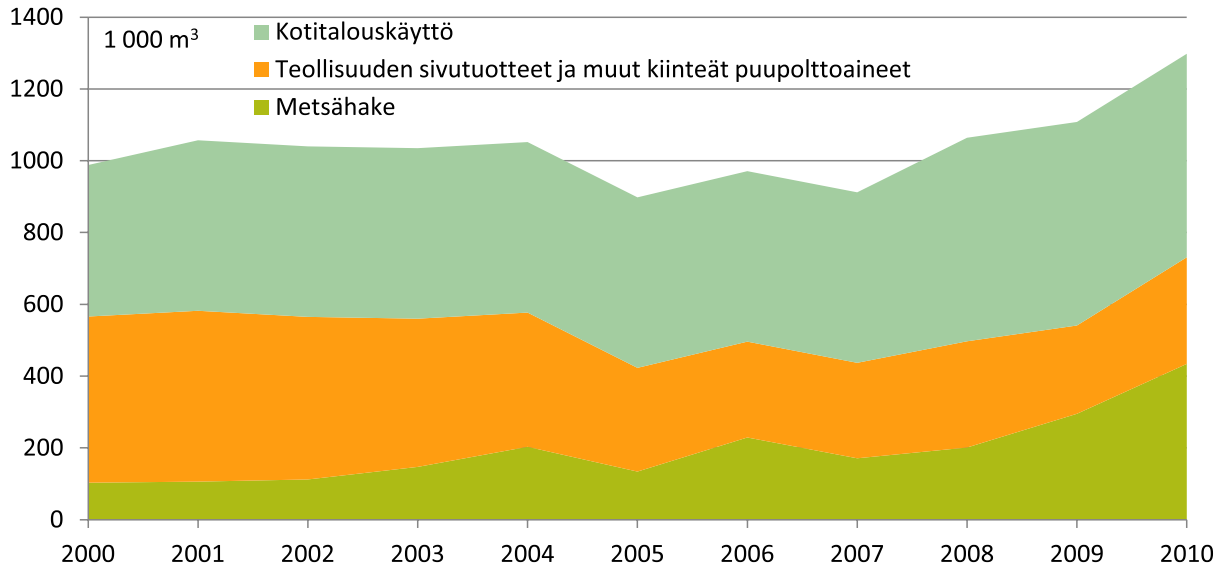
Rakennuksista 18 % lämpiää ensisijaisesti puulla, kerrosalan osuuden jäädessä vain 7 %:iin. Ensisijaisesti puuta käytetään lämmönlähteenä pientaloissa, mikä selittää puulla lämpiävän kerrosalan vähäisen määrän.

Pirkanmaalla tuotettiin energiaa puupolttoaineilla vuonna 2010 yhteensä 2,6 TWh, kun vuonna 2005 vastaava luku oli 2,8 TWh. 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.

PUUN, TURPEEN JA PELTOENERGIAN KÄYTTÖ

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 %.



Kaavio 6: Lämpö- ja voimalaitosten metsähakkeen, teollisuuden sivutuotteiden ja muiden kiinteiden puupolttoaineiden sekä pienkiinteistöjen polttopuun käyttö Pirkanmaalla vuosina 2000-2010.
Lähde: Metsäntutkimuslaitos.

Vuonna 2010 Pirkanmaan lämpö- ja voimalaitoksissa käytettiin kiinteitä puupolttoaineita yhteensä 732 000 kiintokuutiometriä eli 1,4 terawattituntia, josta metsähakkeen osuus oli 434 000 m^3 lopun 298 000 m^3:n ollessa erilaisia teollisuuden sivutuotteita. 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.

Teollisuuden sivutuotteiden, pääosin kuoren, käytössä 2000-luvun alussa alkanut lasku tasaantui vuonna 2005 ja sivutuotteiden käyttö on sen jälkeen ollut hienoisessa kasvussa. Poikkeuksena mainittakoon vuosi 2009, jolloin maailmantalouden taantuman johdosta metsäteollisuustuotantokin väheni kysynnän laskiessa.

Määrällisesti vuotuinen sivutuotteiden käyttö on pysynyt noin 300 000 kiintokuutiometrin tietämillä. 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.

Kannonnostoa uudishakkuualalla. Kannonnostokoura sopii myös maanmuokkaukseen. Kouran muokkauslevyn avulla voidaan uudistusala muokata laikuttamalla tai mätästämällä kannonnoston yhteydessä.

FAKTAA

Polttoaineiden energiasisältöjä

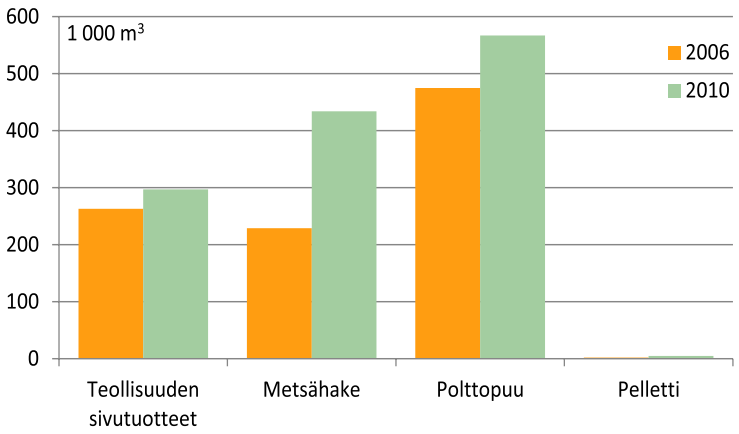
Kevyt polttoöljy, 1 m^3:	10,0 MWh
Metsähake, 1 kiinto-m^3:	2,0 MWh
Metsähake, 1 irto-m^3:	0,8 MWh
Pelletti, 1 irto-m^3:	3,2 MWh
Pelletti, 1 tonni:	4,7 MWh
Sahanpuru, 1 irto-m^3:	0,6 MWh
Kutterilastu, 1 irto-m^3:	0,5 MWh
Havupuun kuori, 1 irto-m^3:	0,7 MWh

FAKTAA

Polttoaineiden energiasisältöjä

Turve, 1 irto-m^3:	0,9 MWh
Palaturve, 1 irto-m^3:	1,4 MWh
Polttopuu, 1 irto-m^3:	1,0 MWh
Polttopuu, 1 pino-m^3:	1,6 MWh
Polttopuu, 1 kiinto-m^3:	2,5 MWh
Ruokohelpi, 1 tonni:	4,1 MWh
Vilja, kaura, 1 tonni:	4,6 MWh
Olki, 1 tonni:	3,8 MWh

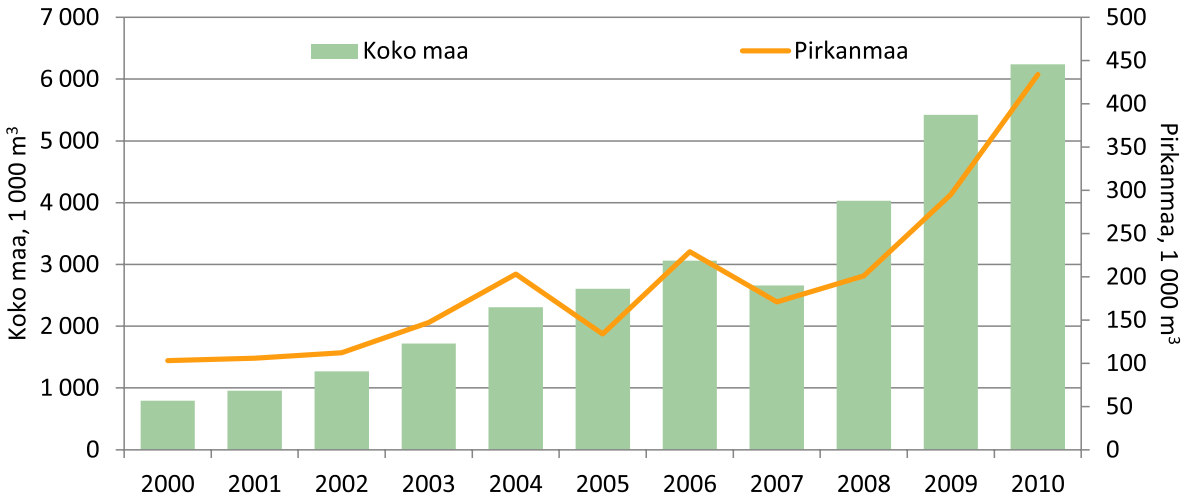
Merkittävin viime vuosien aikana Pirkanmaalla tapahtunut muutos kiinteiden puupolttoaineiden osalta on metsähakkeen käytön voimakas kasvu lämpö- ja voimalaitoksissa – metsähakkeen käyttö kaksinkertaistui vuodesta 2008 vuoteen 2010, jolloin sitä käytettiin 434 000 m^3 (noin 0,9 TWh). Kun lukuun lisätään vielä pienkiinteistöissä käytetty metsähake, 56 000 m^3 (noin 0,1 TWh), niin kokonaiskäyttö nousee 490 000 m^3:iin (n. 1 TWh). Metsähakkeen osuus kaikesta Pirkanmaalla energiantuotantoon käytetystä puupolttoaineesta on noin 40 %.



Kaavio 7: Kiinteiden puupolttoaineiden jakautuminen energiantuotannossa Pirkanmaalla vuosina 2006 ja 2010.
Lähde: Metsäntutkimuslaitos.

Tuorein pienkiinteistöjen puuenergian käyttöä koskeva Metsäntutkimuslaitoksen tekemä selvitys on lämmityskaudelta 2007/2008. Tuolloin Pirkanmaalla käytettiin 567 000 m^3 (n. 1,1 TWh) puuta pienkiinteistöjen lämmityksessä. Suurin osa käytetystä puusta oli polttopuuta (esim. halkoja ja pilkkeitä), jota käytettiin 489 000 m^3 (n. 1 TWh). Polttopuun lisäksi käytettiin metsähaketta sekä teollisuuden sivutuotteita yhteensä 78 000 m^3 (n. 0,15 TWh).

METSÄHAKE



Kaavio 8: Metsähakkeen käyttö lämpö- ja voimalaitoksissa Suomessa ja Pirkanmaalla vuosina 2000-2010.
Lähde: Metsäntutkimuslaitos.

Metsähaketta saadaan 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.

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 m^3 (n. 0,9 TWh) käytettiin Pirkanmaalla. Suurinta metsähakkeen käyttö on Tampereella ja Valkeakoskella (n. 330 000 m^3 vuonna 2010). Myös Sastamalassa ja Mänttä-Vilppulassa käytetään poikkeuksellisen paljon metsähaketta.

FAKTAA

Metsähake

Pirkanmaalla lämpö- ja voimalaitosten käyttämästä metsähakkeesta n. 75 % käytetään Tampereella ja Valkeakoskella.

FAKTAA

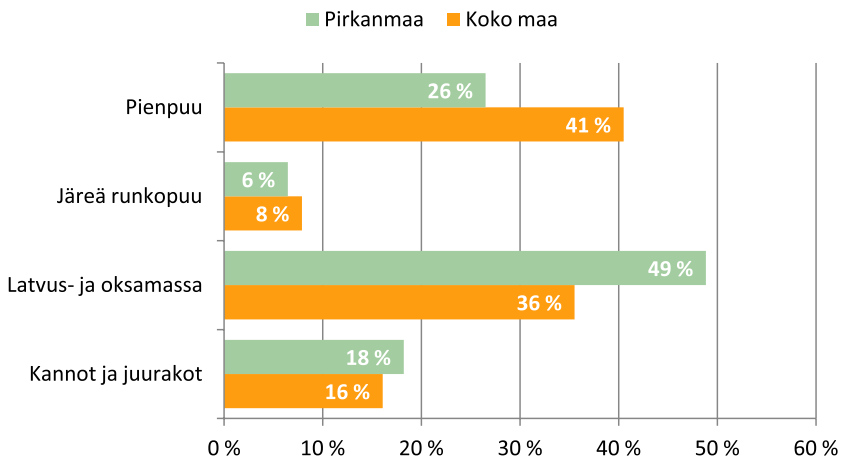
Metsäteollisuuden sivutuotteet

Metsäteollisuuden sivutuotteita Pirkanmaalla käytetään vuosittain noin 300 000 m³.

FAKTAA

Päästökauppa

Puuenergia on uusiutuvaa energiaa, joka päästökaupassa luokitellaan hiilidioksidineutraaliksi energianlähteeksi.



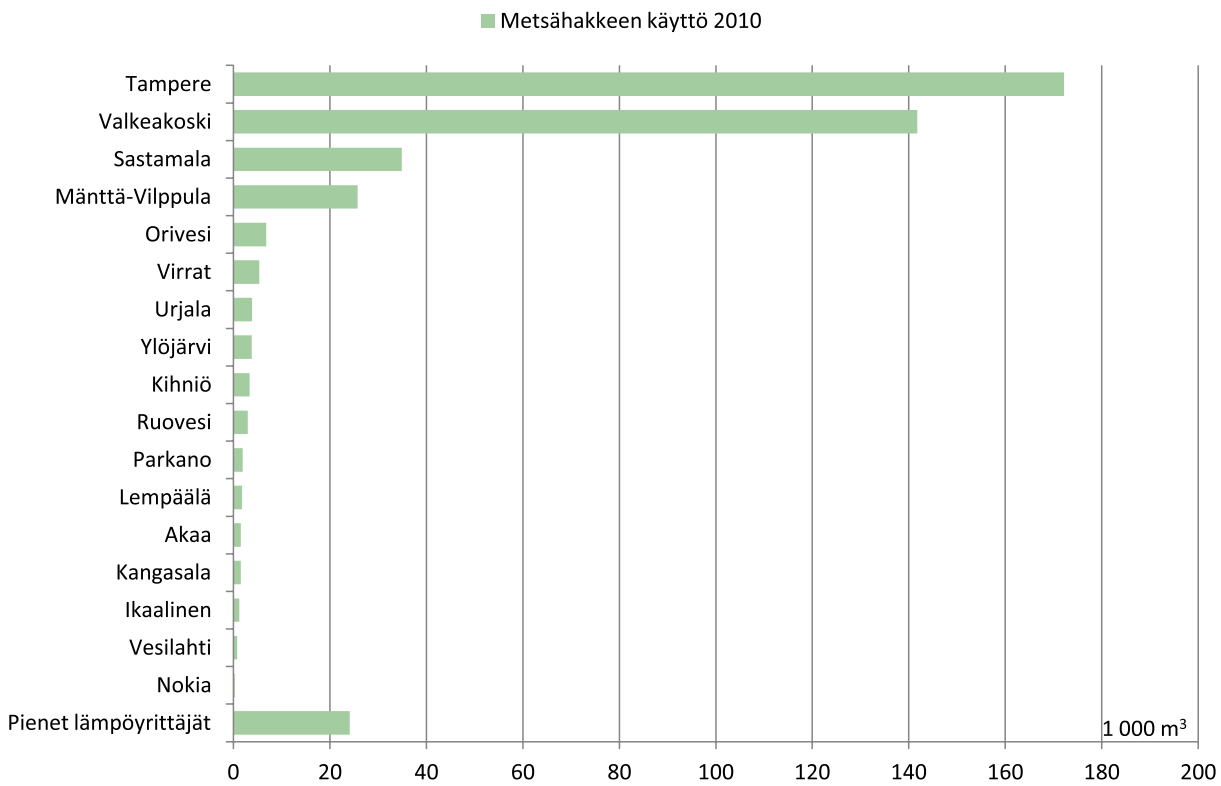
Kaavio 9: Lämpö- ja voimalaitoksissa vuonna 2010 käytetty metsähake raaka-aineittain Pirkanmaalla ja koko maassa. Lähde: Metsäntutkimuslaitos.

Valtakunnallisesti metsähakkeen käyttö on kasvanut tasaisesti koko 2000-luvun ajan, poikkeuksena vuosi 2007, jolloin päästöoikeuden hinta putosi nollaan 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.

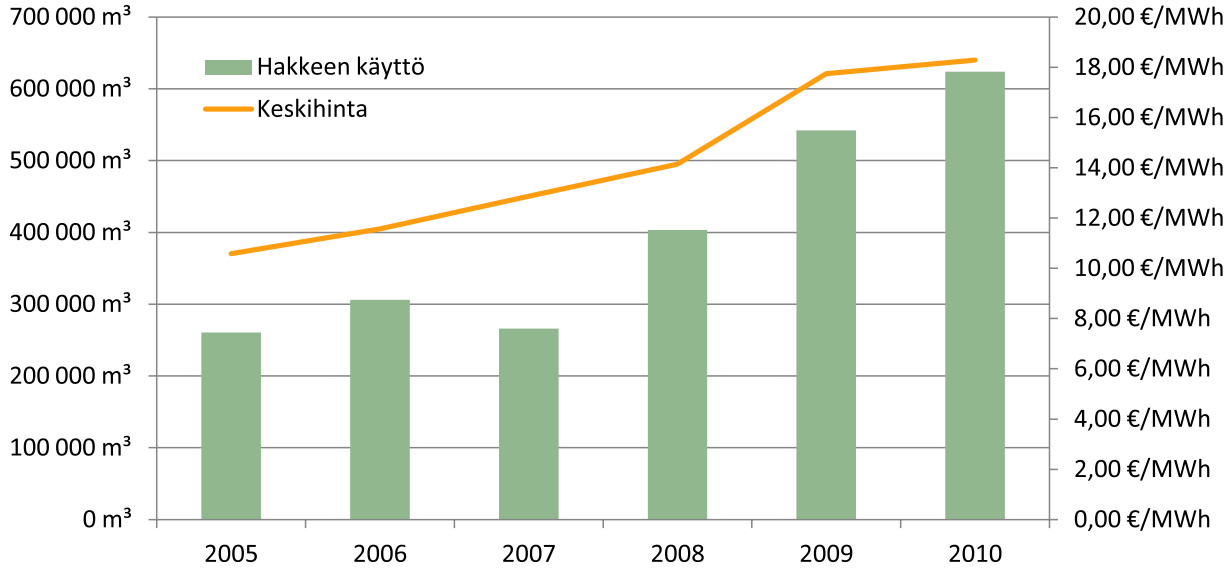
Pirkanmaalla käytetyin metsähakkeen raaka-aine on uudistushakkuualoilta korjattu latvus- ja oksamassa. Viljavien kasvupaikkojen ansiosta kuusi on maakunnan yleisin puulaji ja juuri kuusivaltaiset metsät ovat otollisia energiakohteita verrattain suuren latvus- ja oksamassakertymän myötä. Kuusella latvusten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

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).

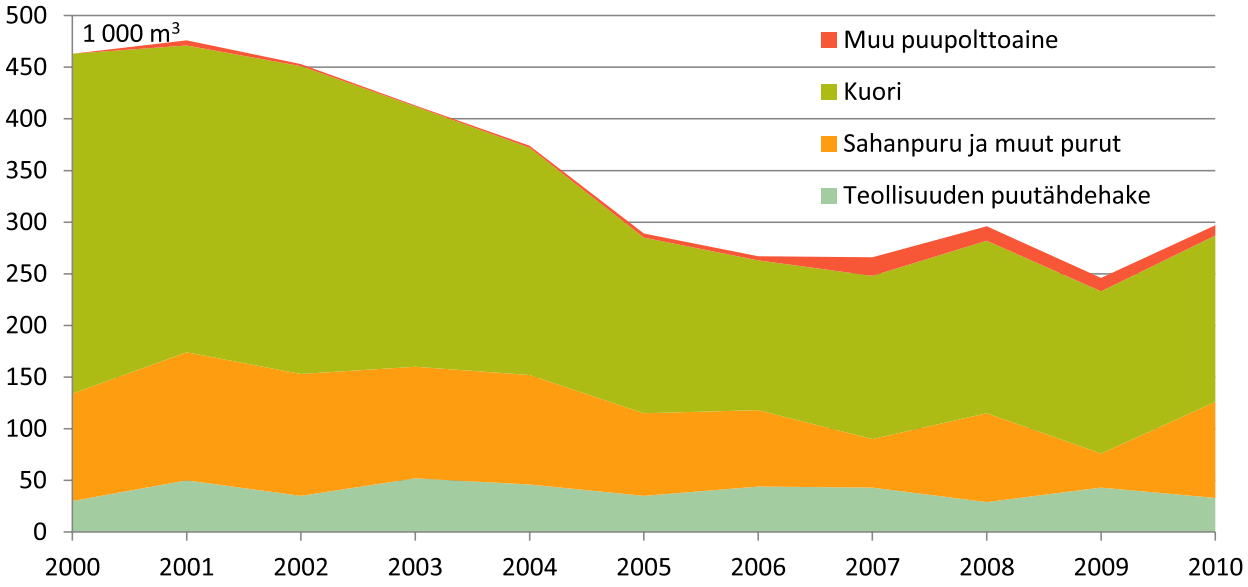


Kaavio 10: Metsähakkeen käyttö Pirkanmaalaisissa kunnissa vuonna 2010.
Lähde: Metsäntutkimuslaitos ja Pirkanmaan metsäkeskus.



Kaavio 11: Metsähakkeen keskihinta ja valtakunnallinen lämpö- ja voimalaitoskäyttö vuosina 2008-2010.
Lähde: Metsäntutkimuslaitos ja Tilastokeskus.

METSÄTEOLLISUUDEN SIVUTUOTTEET



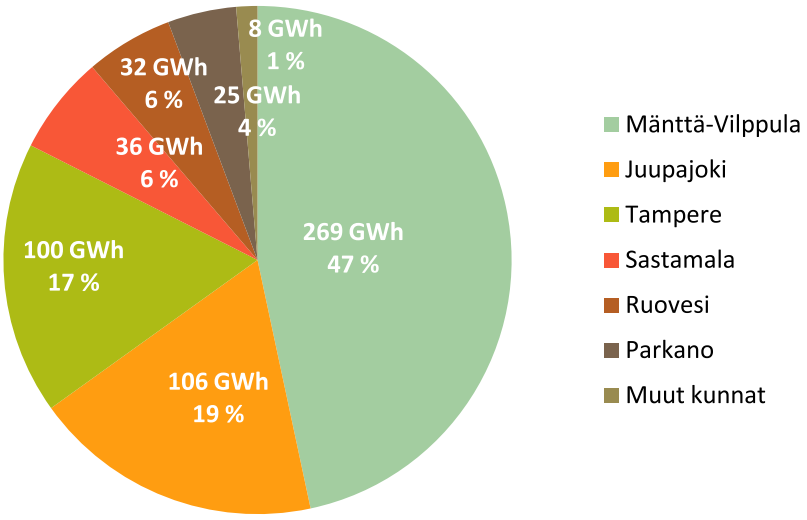
Kaavio 12: Metsäteollisuuden sivutuotteiden käyttö lämpö- ja voimalaitoksissa Pirkanmaalla vuosina 2000-2010. Lähde: Metsäntutkimuslaitos.

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 m^3 (0,6 TWh).

Pirkanmaalla sivutuotteiden energiakäyttö laski 150 000 m^3:llä vuosien 2000 – 2004 välisenä aikana. 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).

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



Kaavio 13: Metsäteollisuuden sivutuotteiden energiakäytön jakautuminen Pirkanmaalla 2010. Lähde: Metsäntutkimuslaitos ja Pirkanmaan metsäkeskus.

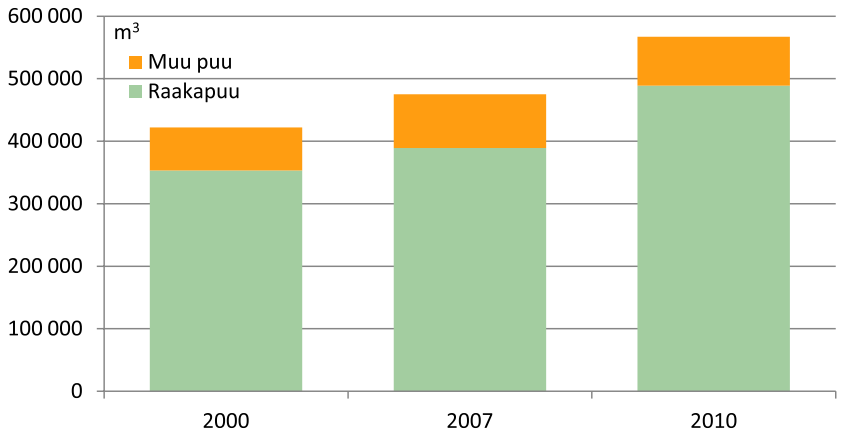
NESTEMÄISET PUUPOLTTOAINEET

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). 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.

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 m^3 (10,8 TWh). Loppu 1,4 milj. m^3:ä koostui mm. metsähakkeesta ja metsäteollisuuden sivutuotteista.



Kaavio 14: Raaka- ja muun puun (esim. sivutuotteet) käyttö pienkiinteistöjen energiantuotannossa vuosina 2000, 2007 ja 2010.
Lähde: Metsäntutkimuslaitos.

Pirkanmaalla puun pienkäyttö on varsin yleistä. Polttopuuta käytetään pienkiinteistöissä vuosittain noin 567 000 m^3 eli 1,2 TWh, josta raakapuuta (pilkkeet ja halot) on 489 000 m^3 (n. 1 TWh).

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

FAKTAA

Nestemäiset puupolttoaineet

Pirkanmaalla ei käytetä lainkaan nestemäisiä puupolttoaineita.

FAKTAA

Pienkäyttö

Pienkiinteistöjen puuenergian käyttö Pirkanmaalla on noin 1,2 TWh vuodessa, 46 % kaikesta puulla tuotetusta energiasta.

FAKTAA

Pelletti

Pirkanmaan pellettituotantokapasiteetti on 130 000 tonnia. Vuonna 2010 pellettejä tuotettiin 95 000 tonnia, josta Pirkanmaalla käytetään arviolta 15 %.

FAKTAA

Turve

Vuonna 2009 turvetta käytettiin Pirkanmaalla 1,9 TWh.

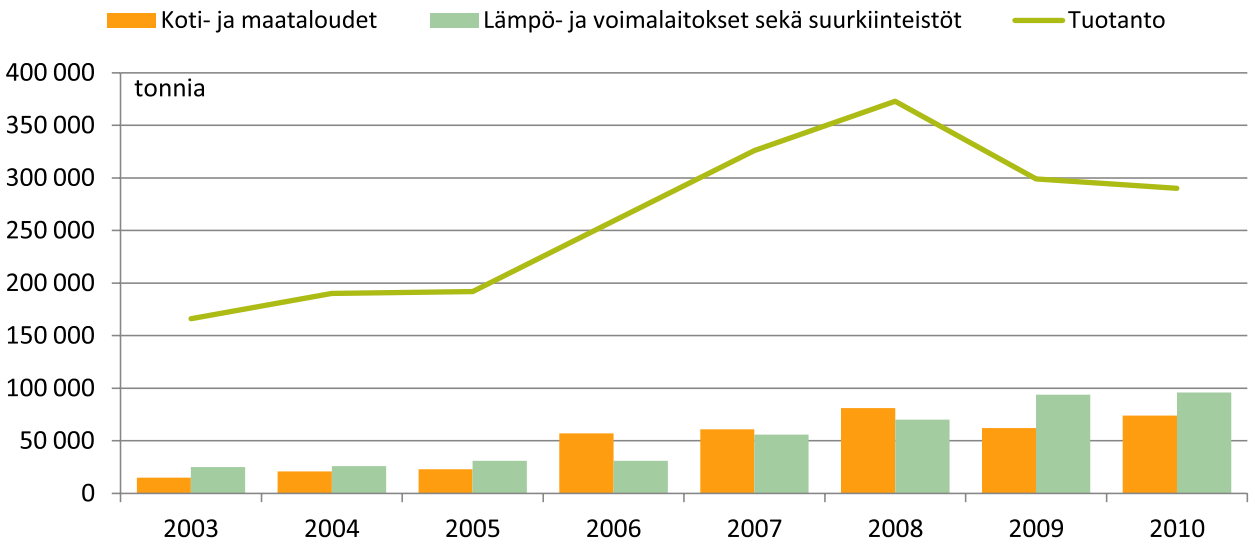
Maakunnan soista turvetuotannon piirissä on 1,3 %.

lämmönkulutus polttopuulla tuotetusta kokonaisenergiasta. Ensisijaisesti puulla lämmittävien rakennusten laskennallinen lämpöenergian kulutus on noin 0,5 terawattituntia ja polttopuulla tuotetaan energiaa kaikkiaan 1,2 TWh. 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 m^3 ja keskikulutus kiinteistöä kohden 3,8 m^3. Lämmityskaudella 2007/2008 polttopuun käyttö oli kasvanut 87 000 m^3:ä 567 000 m^3:iin. Prosentuaalisesti kokonaiskäyttö lisääntyi 22 % ja kiinteistökohtainen keskikulutus nousi 20 % 4,6 m^3:iin vuodessa. Valtakunnallisesti polttopuun käyttö nousi 9 % ja keskikulutus 5 % lämmityskauden 2000/2001 lukemista.

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 pelletöintiä. 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 pelletöintikoneen matriisista läpi ja lämpö sitoo pölyhiukkaset toisiinsa. Puristusprosessin jälkeen pelletit jäähdytetään ja niiden seasta seulotaan irtonainen aines takaisin prosessikiertoon. Pelletin etuja esimerkiksi hakkeeseen nähden on sen korkea energiasisältö ja siten pienentynyt kuljetus- ja varastointitarve.



Kaavio 15: Pellettituotanto ja kotimaan käyttö vuosina 2003-2010. Lähde: Metsäntutkimuslaitos.

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.

Etualalla pellettimatriisi ja taustalla pelletöintikone. Versowood Oy, Juupajoki.

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

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. Unohtaa ei sovi myöskään turpeen 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. Suota maakunnassa on 224 000 hehtaaria (metsätieteellinen määritelmä, sisältää geologiset ja biologiset suot sekä pinta-alaltaan alle 20 hehtaarin suot), joista turvetuotannon piirissä vuonna 2009 oli noin 3 000 hehtaaria (1,3 %). Pääosin Pirkanmaalla tuotetaan energiaturvetta, jonka tuotantoala vuonna 2009 oli 2 252 hehtaaria. Lopuilta 665 hehtaarilta nostettiin ympäristöturvetta.

Merkittävintä 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.

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 turpeennostoalueet ovat tarpeen vanhojen poistuessa vähitellen käytöstä.

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

PELTOENERGIA

Teksti: Ritva Tolppa ja Lassi Uotila, ProAgria Pirkanmaa

Peltoenergiaksi luetaan pääasiassa vilja, rypsi, olki ja ruokohelpi. Peltoenergian osuus on jäänyt vaatimattomaksi maatilojen ja alueellisten lämpölaitosten energian käytöstä. Viljan markkinahinnan heilahdukset vaikuttavat viljan tarjontaan ja saatavuuteen energiatarkoituksiin. Kynnys viljan polttoon on pienempi alhaisen viljan hinnan aikana. Viljan hinnan noustessa kiinnostus energiakäyttöön lopahtaa, koska sato myydään kilpailukykyisempään hintaan elintarvike- ja rehukäyttöön.

Käyttökokemuksia löytyy tiloilta esim. kauppakelvottoman viljan ja lajitteluerotteen poltosta maatilan lämpökeskuksissa. Kauraa on poltettu, kun sitä on sopivasti tarjolla yksinään tai seospolttona, esim. hakkeen kanssa. Ongelmaksi on usein muodostunut kauran runsas tuhkan muodostus. Polttotekniikka on tuonut merkittäviä parannuksia. Käytössä on mm. liikkuvalla arinalla ja automaattisella tuhkan poistolla varustettuja polttimia. Näistä viljelijäkokemukset ovat olleet hyviä.

Energiakasvien viljelyalan vähäisyyttä kuvaa myös se, että energiakasvitukea oli haettu v. 2009 Pirkanmaalla 20 hehtaarille kauraa ja 5 hehtaarille syysruista sekä 303 hehtaarille ruokohelpeä. Lämpölaitoksissa peltobiomassojen käyttö ei ole lisääntynyt siinä määrin kuin vuonna 2006 tehdyssä metsäkeskuksen selvityksessä ennustettiin. Raaka-aineen saatavuusongelmat ovat olleet suurimpana esteenä esim. aluelämpölaitoksissa kehittää prosesseja seospolttoon sopiviksi. Tulevaisuudessa oljen hyödyntäminen eri muodoissaan esim. briketöitynä ym. herättää mielenkiintoa.

Seospolttoon panostetaan alueellisissa lämpölaitoksissa. Isoissa maatilojen lämpökeskusinvestoinneissa myös peltoenergiavaihtoehdot otetaan herkemmin tarkasteluun.

Maatilamittakaavaisesta biokaasun tuotannosta on jo käyttökokemuksia Virroilta. Lietelanta mädätetään bioreaktorissa ja lisäenergian lähteenä käytetään teollisena sivutuotteena syntyvää rasvaa. Biokaasun raaka-aineena voidaan käyttää myös peltobiomassoja, esimerkiksi säilörehua. Syntyvä biokaasu, joka on pääosin metaania, poltetaan sähköksi ja lämmöksi. Iso karjatila voi saavuttaa merkittäviä kustannussäästöjä päästessään omavaraiseksi sähköstä ja lämpö voidaan käyttää omassa tuotannossa. Lisäksi mittavan investoinnin kannattavuutta voidaan pitkällä aikavälillä parantaa, mikäli ylimääräinen sähköntuotanto päästään toimittamaan sopimuksin valtakunnan sähköverkkoon.

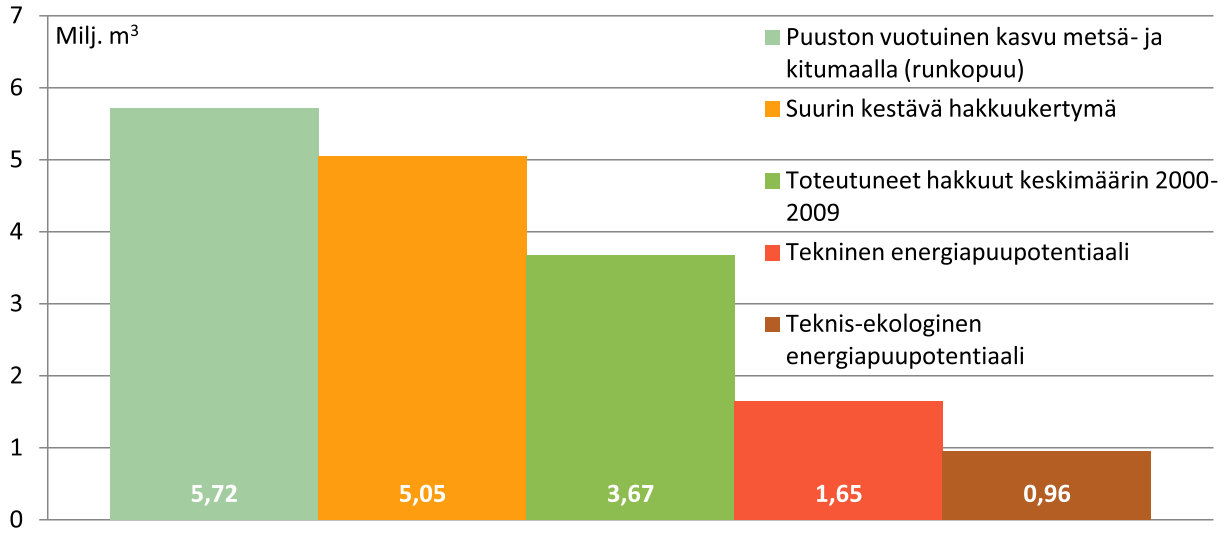
PIRKANMAAN ENERGIAPUUVARAT

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 (liite V) käytettiin esimerkiksi varastohävikkiä, metsäkuljetusmatkan pituutta ja kasvupaikkatyyppejä. Rajoitteet valittiin kullekin metsäenergialajille erikseen. Kaikkia potentiaalia rajoittavia tekijöitä ei ole laskelmissa otettu huomioon, esimerkkinä maanomistajien myyntihalukkuus.

ENERGIAPUUPOTENTIAALI



Kaavio 16: Pirkanmaan metsävarat ja hakkuut suhteessa energiapuupotentiaaliin. Lähde: Metsäntutkimuslaitos ja Pirkanmaan metsäkeskus.

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

FAKTAA

Suurin energiapuupotentiaali Pirkanmaalla on latvus- ja oksamassassa: 0,9 TWh/v.

FAKTAA

Teknis-ekologisesta energiapuupotentiaalista käytetään vuonna 2011 noin puolet.

metsänhoidollisia tai muita kohteen kannattavuuteen liittyviä rajoitteita. Maksimipotentiaali on lähinnä teoreettinen ja se toimii ainoastaan lähtökohtana teknistä ja teknis-ekologista potentiaalia laskettaessa.

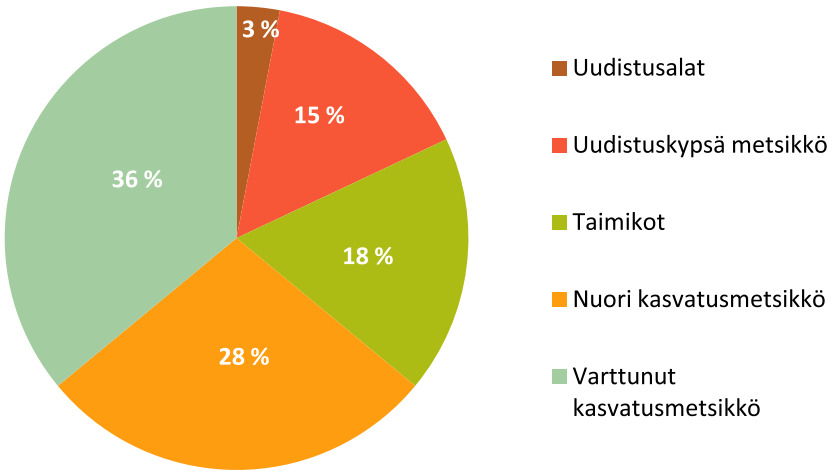
Tekniseen potentiaaliin sisältyville kohteille on asetettu muutamia metsävarojen kestävää käyttöä tukevia rajoitteita. Männiköissä ja kuusikoissa kerätään 90 % kaikista kannoista ja latvusmassaa puulajista riippumatta 60 % kaikesta hakkuussa syntyneestä latvusmassasta. Lisäksi nuoren metsän kunnostuskohteilta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

Teknis-ekologinen potentiaali on kriteereiltään kaikkein tiukin. Teknisen potentiaalin rajoitteiden lisäksi latvusmassaa kerätään ja kantoja nostetaan kuivahkoilta ja sitä rehevämmiltä kankailta mänty- tai kuusivaltaisilta aloilta, missä puustoa on vähintään 150 m^3/ha. Nuoren metsän hoitokohteista mukaan lasketaan kasvupaikkatyypiltään vähintään kuivahkot kankaat, missä puustoa on enemmän kuin 90 m^3/ha.

Metsäenergialaji	Tekninen	Teknis-ekologinen
Kannot	539 614 m^3/v	378 243 m^3/v
Latvusmassa	619 419 m^3/v	461 131 m^3/v
Nuoret metsät	491 341 m^3/v	112 443 m^3/v
Yhteensä	**1 650 374 m^3/v**	**951 817 m^3/v**

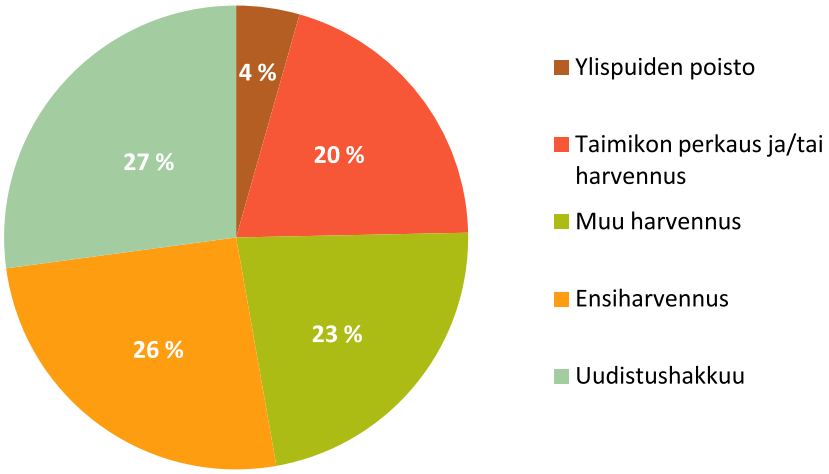
Taulukko 1: Pirkanmaan energiapuupotentiaali 2011-2020. Lähde: Pirkanmaan metsäkeskus.

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



Kaavio 17: Pirkanmaan metsien kehitysluokkajakauma. Lähde: Metsäntutkimuslaitos.

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. Kuusen uudistusalat ovat perinteisesti olleet hyviä energiapuukohteita suuren latvusmassakertymän puolesta ja puulajin vaikutus maakunnan energiapuupotentiaaliin onkin merkittävä.



Kaavio 18: Toimenpide-ehdotukset inventointia seuraavalle kymmenvuotiskaudelle Pirkanmaalla. Lähde: Metsäntutkimuslaitos.

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 m^3 (1,4 TWh) ja kantoja 539 000 m^3 (n. 1 TWh). Merkille pantavaa on, että kolmannes (490 000 m^3, 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.

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 myöhempiin hakkuisiin verrattuna pienet. Merkittäviä hakkuutuloja kertyy vasta ensiharvennuksen jälkeisistä hakkuista ja nuorten metsien hakkuita 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

Alla olevassa kuvasarjassa hoitamaton nuori metsä kunnostetaan tuottavammaksi:

Metsä ennen toimenpiteitä.

Alikasvoksen ennakkoraivaus helpottaa hakkuukoneenkuljettajan työtä.

Energiapuuta saadaan nuoren metsän kunnostuksesta.

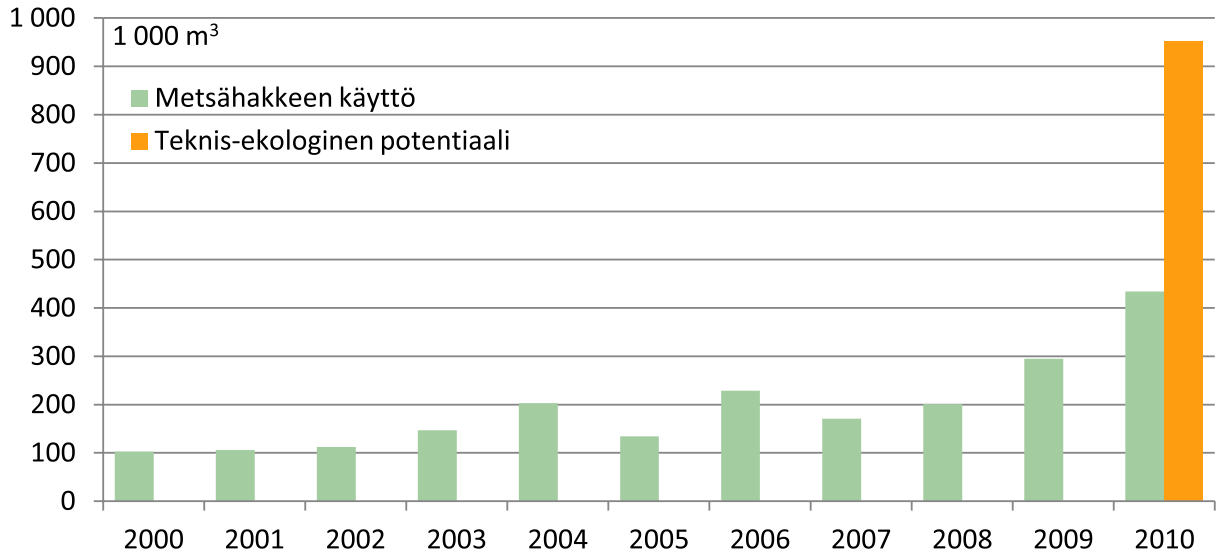
samalla tavalla rajattu, niin ero teknisen ja teknis-ekologisen potentiaalin välillä pysyy vähäisempänä. Toisaalta uudistushakkuiden määrään vaikuttaa ainespuun , erityisesti tukin, hinta. Mikäli puusta tarjottu hinta ei täytä metsänomistajan odotuksia, saattaa puukauppa jäädä tekemättä.

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.

Vertailun vuoksi vuonna 2006 teknisen kokonaispotentiaalin laskettiin olevan kaikkien jakeiden osalta yhteensä 1,4 miljoonaa kiintokuutiometriä vuodessa, joka on noin 200 000 m^3 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 energiapuupotentiaaliin. Männylle sopivien kasvupaikkojen vähyys ja toisaalta vähäisempi latvusmassakertymä selittävät pieneksi jäänyttä eroa.

Myös maakunnan metsien kehitysluokat ovat jakautuneet varsin tasaisesti painottuen varttuneempiin metsiköihin, mikä on todettavissa myös potentiaalilaskelmien latvusmassa- ja kantokertymissä. Hakkuuehdotuksetkin käyvät hyvin yksiin puuenergian korjuun kanssa - sekä uudistuskypsiin 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.

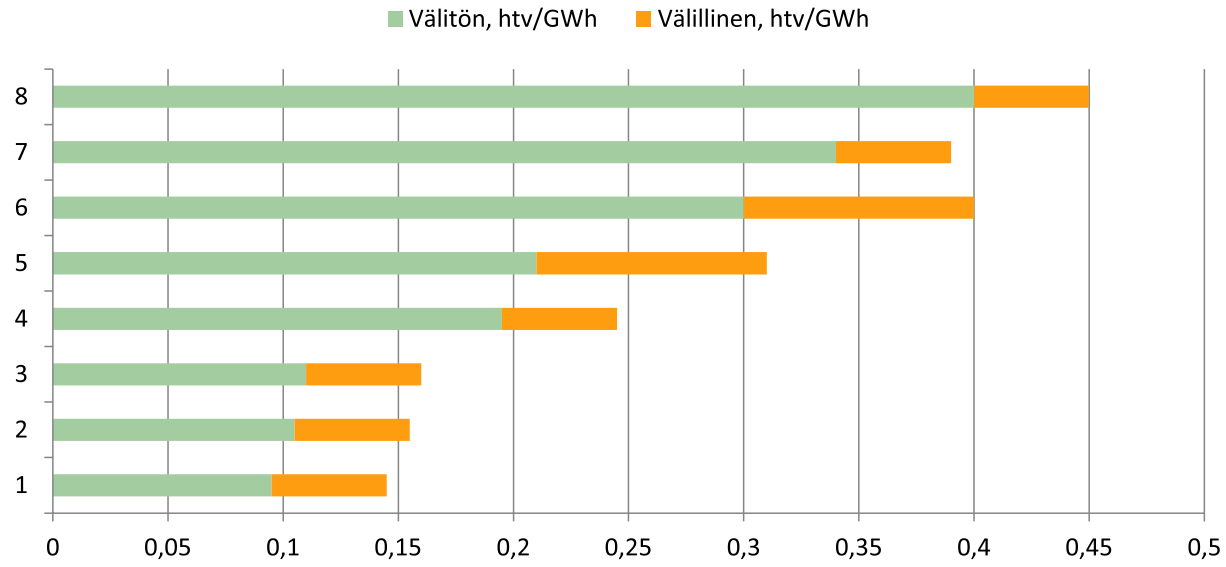


Kaavio 19: Metsähakkeen käyttö Pirkanmaalla lämpö- ja voimalaitoksissa vuosina 2000-2010 sekä teknis-ekologinen energiapuupotentiaali. Lähde: Metsäntutkimuslaitos ja Pirkanmaan metsäkeskus.

TYÖLLISTÄVYYS JA ALUETALOUDELLISET VAIKUTUKSET

METSÄHAKE

Työ- ja elinkeinoministeriön mukaan yhden metsähakkeella tuotetun terawattitunnin työllisyysvaikutus on voimalaitoksilla noin 200 ja lämpölaitoksilla 250 henkilötyövuotta (Bioenergia 2020-tutkimus). 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.



8. Pienpuuhake, Perho, metsänomistajan tekemä korjuu, tienvarsihaketus (autohakkuri), hakkeen autokuljetus
7. Pienpuuhake, Ruukki, metsurihakkuu, tienvarsihaketus (autohakkuri), hakkeen autokuljetus
6. Pienpuuhake, Perho, hakkuu maataloustraktorilla, tienvarsihaketus (autohakkuri), hakkeen traktorikuljetus
5. Pienpuuhake, Alholmens Kraft, kaato-kasauskone, metsä/tienvarsihaketus (palstahakkuri), hakkeen autokuljetus
4. Latvus- ja oksamassahake, Ruukki, tienvarsihaketus (autohakkuri), hakkeen autokuljetus
3. Latvus- ja oksamassahake, Toppilan voimalaitokset, tienvarsi-/terminaalihaketus (autohakkuri)
2. Latvus- ja oksamassahake, Alholmens Kraft, metsä/tienvarsihaketus (palstahakkuri), hakkeen autokuljetus
1. Latvus- ja oksamassahake, Alholmens Kraft, risutukkiketju, risutukkien murskaus käyttöpaikalla

Kaavio 20: Metsähakkeen toimitusketjujen työllisyysvaikutuksia Alholmens Kraftin Pietarsaaren voimalaitoksella, Oulun Energian Toppilan voimalaitoksilla sekä Perhon ja Ruukin lämpölaitoksilla. Lähde: Ahonen, Alpo. Metsähakkeen energiakäytön työllisyys- ja tulovaikutukset - case-tutkimus - Redec Kajaani, working papers 47.

Metsähakkeen käytön työllisyysvaikutus on merkittävin korjuussa ja kuljetuksessa. Mikäli metsähakkeen vuoden 2020 käyttötavoite (25 TWh) toteutuu, niin haketuotannon valtakunnallinen työllisyysvaikutus on TEM:n 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.

FAKTAA

Metsähake

Metsähakkeen käytön välitön työllisyysvaikutus Pirkanmaalla oli vuonna 2010 noin 230 henkilötyövuotta.

FAKTAA

Kun kattilateholtaan 2 MW:n voimalaitos käy tunnin ajan täydellä teholla, on se tuottanut 2 megawattituntia energiaa.

Vuonna 2010 Pirkanmaalla käytettiin metsähaketta lämpö- ja voimalaitosten sekä pienkiinteistöjen energiatuotannossa yhteensä 490 000 m^3 eli noin 1 TWh. 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. Metsähakkeen lämpö- ja voimalaitoskäyttö oli tuolloin 134 000 m^3 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. Kysynnän kasvaessa raaka-ainetoimittajien osalta toimitusketjujen optimointi on tehokkaampaa ja työvoiman tarve suhteessa tuotettuun energiamäärään on vähäisempi.

LÄMPÖYRITYSTOIMINTA

Lämpöyrittäjät ja –yritykset vastaavat asiakaskiinteistöjensä lämmöntuotannosta. Lämpöä voidaan tuottaa yksittäisten kohteiden lisäksi myös useammalle asiakkaalle aluelämpönä. Lämpöyritykset käyttävät energiantuotannossa pääosin metsähaketta ja lisäksi jonkin verran turvetta, metsäteollisuuden sivutuotteita sekä peltobiomassoja. Valtakunnallisesti keskimääräinen kattilateho lämpöyrityskohteissa on 0,55 megawattia, vaihdellen neljästäkymmenestä kilowatista aina muutamiin megawatteihin asti. Pirkanmaalla lämpöyritysten keskimääräinen kattilateho on noin 0,7 MW.

Vuonna 2006 Pirkanmaalla oli lämpöyrityksiä 21 kappaletta ja vuonna 2010 määrä oli noussut 39:ään. Lämpöyrityksiä maakunnassa on vähemmän kuin kohteita, koska osa lämpöyrityksistä vastaa kahdesta tai useammasta kohteesta.

PILKEYRITTÄJYYS

Lämpöyritysten ja koneurakoitsijoiden lisäksi myös pienkiinteistöjen polttopuukauppa työllistää pirkanmaalaisia yrittäjiä. Syksyllä 2011 metsäkeskusten ylläpitämään nettipilkekauppaan Halkoliiteriin oli rekisteröitynyt yhteensä 80 pirkanmaalaista pilkeyrittäjää. Osa kauppiaista tarjosi myös muita palveluja, esimerkiksi puunkorjuuta klapikaupan ohella. Todellisuudessa klapiyrittäjien määrä on tätä suurempi, koska kaikki toimijat eivät myy tuotteitaan Halkoliiterin kautta ja moni yrittäjä harjoittaa pilkekauppaa päätoimensa ohessa.

ALUETALOUDELLISET VAIKUTUKSET

Puuenergian myönteiset vaikutukset aluetalouteen korostuvat entisestään metsäenergian käytön jatkaessa kasvuaan. Pellervon taloustutkimuksen laatiman, työ- ja elinkeinoministeriön energiapaketin aluetaloudellisia vaikutuksia tarkastelevan raportin 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.

Tampereen sähkölaitoksen Naistenlahden voimalaitos Tampereella.

FAKTAA

Pirkanmaalla oli vuonna 2010 lämpöyrityskohteita 39 kappaletta.

Vuonna 2006 vastaava luku oli vain 21.

PUUN ENERGIAKÄYTÖN 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 maa-perään. Merkittävin hiilipäästöjen lähteistä ovat ojitetut turvemaat, vähäisempiä määriä hiilidioksidia vapautuu esimerkiksi metsäpaloissa ja lannoitustoiminnan tuloksena. Puusto ja metsämaa puolestaan sitovat hiilidioksidia paljon päästöjä enemmän. Esimerkiksi Pirkanmaalla on Suomen metsäbiomassasta noin 6 %, eli pelkästään maakunnan puut sitoivat vuonna 2009 kasvihuonekaasuja noin 3 miljoonaa hiilidioksidiekvivalenttitonnia. Metsillä on jo itsessään merkittävä kasvihuonekaasuja sitova vaikutus.

FAKTAA

Maakunnan metsien puut sitoivat vuonna 2009 noin 3 miljoonaa hiilidioksidiekvivalenttitonnia.

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 (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 lahopuusta 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.

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. 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.

PUUENERGIAN KÄYTTÖ TULEVAISUUDESSA

Uusiutuvista energialähteistä puun asema merkittävämpänä energialähteenä tulee säilymään myös tulevaisuudessa, mutta muitakin vaihtoehtoja fossiilisille polttoaineille etsitään. Tampereen Tarastenjärven kaatopaikan yhteyteen suunnitellaan sekä hyötyvoima- että biokaasulaitosta. Hyötyvoimalaitoksessa poltettaisiin yhdyskuntajätettä ja biokaasulaitoksessa tuotettaisiin kaasua biohajoavista jätteistä. Mikäli molemmat laitoshankkeet toteutetaan, niin niiden yhteenlasketun polttoainekäytön on arvioitu olevan 210 000 – 270 000 tonnia jätettä vuodessa. Hyötyvoimalaitoksessa tuotettaisiin noin 150 000 jätetonnista energiaa vuositasolla noin 400 GWh, josta 300 GWh kaukolämpöä ja 100 GWh sähköä. Jos biokaasulaitoksessa käsiteltäisiin 90 000 tonnia jätettä vuodessa, saataisiin siitä noin 71 GWh energiaa.

Tarastenjärven hyötyvoima- ja biokaasulaitoksen lisäksi 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 maakaasulla tuotettua energiaa eikä sillä olisi merkittävää vaikutusta puun energiakäyttöön Tampereen seudulla.

HÄMEENKYRÖN UUSI BIOVOIMALAITOS LISÄÄ PUUENERGIAN KÄYTTÖÄ HUOMATTAVASTI

Hämeenkyrön Voima Oy rakennuttaa parhaillaan uutta biovoimalaitosta M-Realin Kyröskoskella 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

FAKTAA

Puun energiakäyttö Pirkanmaalla vuonna 2010

- Metsähake: 434 000 m^3
- Metsäteollisuuden sivutuotteet 298 000 m^3
- Pientalot 567 000 m^3
- **Yhteensä 1 299 000 m^3**

FAKTAA

Metsäteollisuuden sivutuotteiden käyttö säilyy lähivuosina vuoden 2010 tasolla.

FAKTAA

Teknis-ekologinen energiapuupotentiaali 951 817 m³ vuodessa

- Latvus- ja oksamassa: 461 131 m³/v (0,9 TWh/v)
- Kannot ja juurakot: 378 243 m³/v (0,8 TWh/v)
- Pieniläpimittainen puu: 112 443 m³/v (0,2 TWh/v)

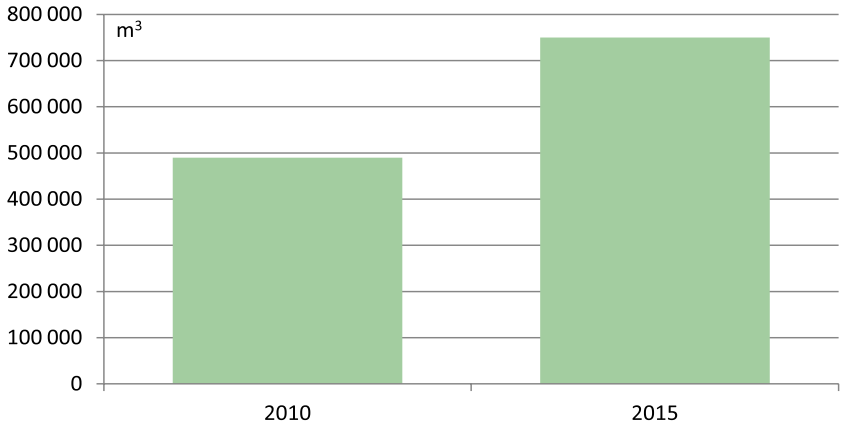
FAKTAA

Hiilidioksidiekvivalentti on termi, joka kuvaa ihmisen tuottamien kasvihuonekaasujen ilmastovaikutusta.

Ilmastovaikutuksella tarkoitetaan kasvihuonekaasupäästöistä johtuvaa ilmaston lämpenemistä.

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 kartonkitehdasta, 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.



Kaavio 21: Metsähakkeen käyttö ja arvio vuodelle 2015.
Lähde: Metsäntutkimuslaitos ja Pirkanmaan metsäkeskus.

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.

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.

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.

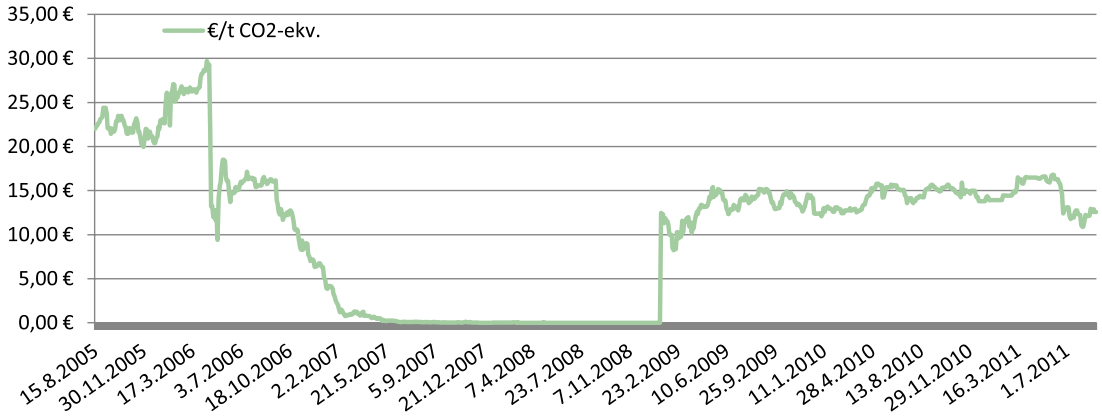
Vuodesta 2005 eteenpäin sivutuotteiden käyttö Pirkanmaalla on pysynyt 250 000 – 300 000 m^3:n välillä. Tulevaisuutta tarkasteltaessa kuvaavaa on, että huippuvuosina 2006 ja 2007 sivutuotteiden käyttö ei kumpanakaan vuonna ylittänyt 300 000 m^3:ä. Vuosina 2008 ja 2010 sivutuotteiden energiakäyttö hipoi 300 000 m^3:n rajaa muttei ylittänyt sitä. Aikaisempia käyttömääriä tarkasteltaessa on selvää, että tuotantolaitosten vähenemisen myötä sivutuotteiden energiakäyttö pysyy lähitulevaisuudessakin 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. 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 houkuttelevempaa. Pirkanmaan osalta on kuitenkin huomioitava, että tällä hetkellä käytössä oleva kattilatekniikka asettaa tietyt rajoitteet puuenergian käytölle. Pelkän puun polttaminen aiheuttaa nykyisin käytössä olevissa kattiloissa ennenaikaista 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.

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 enenevissä määrin. Huomattavimmat muutokset ovat uusien toimialojen sisällyttäminen päästökaupan piiriin, vuosittain pienenevä ja kaikille päästökauppaan kuuluville maille yhteinen kokonaispäästömäärä sekä päästöoikeuksien jakoon liittyvien käytäntöjen yhteneistäminen.



Kaavio 22: Päästöoikeuden hinta 15.8.2005-5.9.2011. Lähde: European Energy Exchange AG / eex.com.

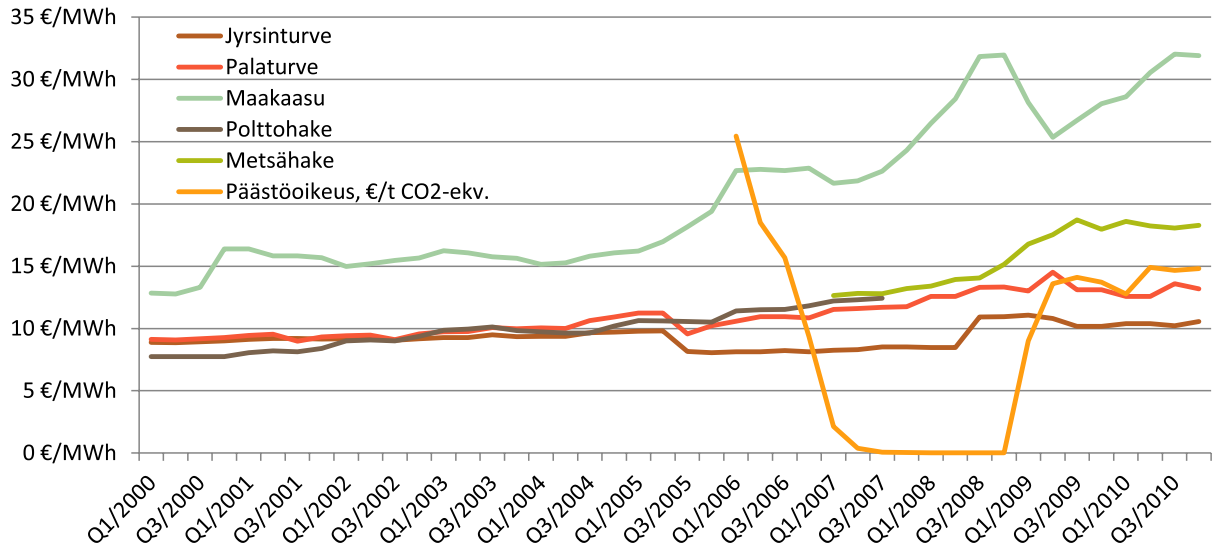
Kolmannen kauden päästöoikeuden hinta riippuu siitä, nostetaanko jo aiemmin asetettua 20 prosentin päästövähennystavoitetta viidellä prosenttiyksiköllä 25 %:iin. Mikäli tavoitetta kiristetään, on hiilidioksidiekvivalenttitonnin keskihinnaksi kolmannella päästökauppakaudella arvioitu 22 €. Jos EU pitäytyy alkuperäisessä 20 %:n päästövähennystavoitteessaan, niin silloin keskihinta asettuisi haarukkaan 10–15 €/t CO2-ekv. Lähitulevaisuudessa 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 (Metlan työraportteja 166):

Rajahinta (€/MWh) **= turpeen hinta** (€/MWh) **+ päästöoikeuden hinta** (€/t) * 0,38 (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.



Kaavio 23: Turpeen, maakaasun ja puupolttoaineiden hintakehitys vuosineljänneksittäin 2000-2010. Puupolttoaineiden tilastointitapa muuttui vuonna 2007 polttohakkeesta metsähakkeeseen. Lähde: Tilastokeskus ja European Energy Exchange AG / eex.com.

TUKIJÄRJESTELMIÄ TARVITAAN

Jotta puuenergian käytölle asetetut tavoitteet olisi mahdollista saavuttaa, ovat erilaiset taloudelliset tukitoimet tarpeen. Metsähakkeen hinta on noussut käytön lisääntyessä ja hintaero turpeen ja hakkeen välillä on kasvanut. Tuilla vaikutetaan sekä polttoaineen hintaan, mutta myös lämpö- ja voimalaitosten maksukykyyn puupolttoaineista.

Nuorten metsien kunnostuksen yhteydessä korjatulle energiapuulle on maksettu kestävän metsätalouden rahoituslain (Kemera) mukaista tukea, jonka avulla pienpuuhakkeen hintaa on saatu kilpailukykyisemmäksi latvus- ja oksamassahakkeeseen sekä vaihtoehtoisiin polttoaineisiin nähden. Pieniläpimittaisia runkoja korjataan pääasiassa sellaisista kohteista, missä puiden runkoluku suuri, mutta keskimääräinen runkotilavuus pieni. Aikaa kuluu ja korjuukustannukset nousevat, kun hakkuukoneenkuljettajan on poimittava ja käsiteltävä suurempi joukko puita normaaliin harvennukseen verrattuna. Tuotantokustannuksiltaan edullisinta metsähaketta on latvus- ja oksamassahake, jonka korjuussa pelkkään ainespuun korjuuseen nähden on vähiten ylimääräisiä työvaiheita.

	Kemera-tuki	Pienpuun energiatuki
Tuen saaja	Yksityiset metsänomistajat	Yksityiset ja yhteisöt, ei valtio
Tuetun energiapuuerän koko	Vähintään 20 m^3	Enintään 45 m^3/ha (Vähintään 40 m^3/ha)
Verotus	Veroton	Veronalainen
Energiapuun korjuutuki, kasaus	3,50 €/m^3	Ei eritelty, 10 €/m^3
Energiapuun korjuutuki, kuljetus	3,50 €/m^3	
Energiapuun haketustuki	0,68 €/m^3	
Pinta-alatuki (vaihtelee)	2,78 €/m^3	
Yhteensä €/m^3 (€/MWh)	**10,46 €/m^3 (5,23€/MWh)**	**10 €/m^3 (5€/MWh)**

Taulukko 2: Kemera-tuen ja pienpuun energiatuen keskeisiä eroja. Pienpuun energiatuen osalta tiedot alustavia. Lähde: Metsäkeskus.

Kaavio 24: Metsähakkeen käyttöön liittyvät valtion tuet. Lähde: Työ- ja elinkeinoministeriö.

Nykyinen Kemera-tuki suunnitellaan korvattavaksi pienpuun energiatuella. Merkittävimmät muutokset nykyiseen ovat myös muidenkin kuin yksityisten maanomistajien sisällyttäminen tuen piiriin sekä muuttuvat leimikkokohtaiset tukiehdot.

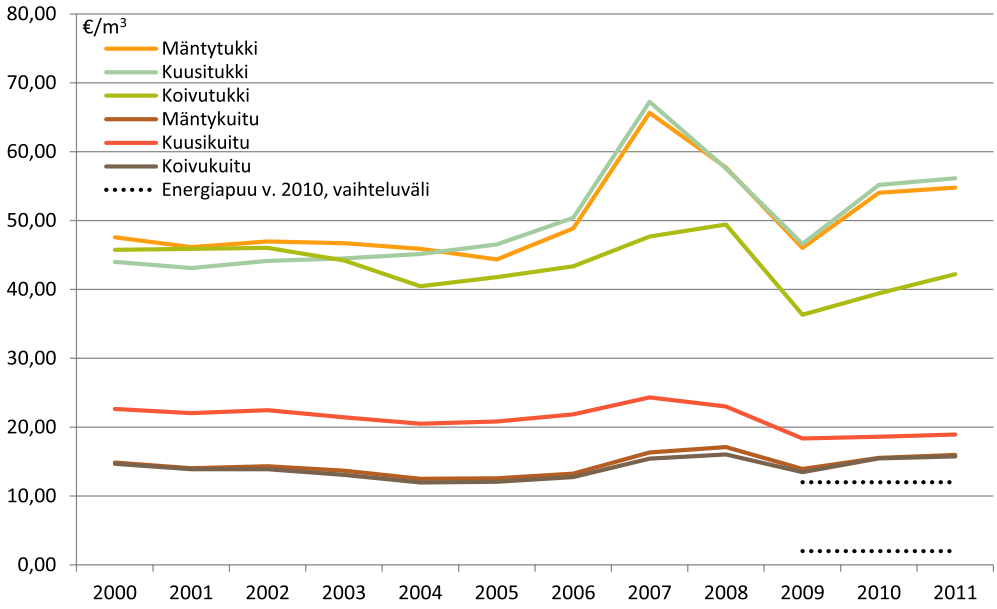
Pienpuun energiatukea voivat hakea kaikki maanomistajat, pois lukien valtio. Kuntien ja seurakuntien osalta tuen enimmäismäärää voidaan asetuksella säätää tavanomaista pienemmäksi. Tukea voi saada enintään 45 m^3:n energiapuukertymälle hehtaaria kohden ja tuettavan energiapuuerän kokoa voidaan rajoittaa. Jotta tukea olisi mahdollista hakea, on myytävän energiapuuerän oltava vähintään 40 m^3 ja siitä on oltava mittaustodistus. Alustavasti tuen määräksi on kaavailtu 10 euroa kiintokuutiometriä kohden, joten energiayksikköä kohden se laskisi hieman vuoden 2010 tasosta. Todennäköistä on, että tuen määrä pienenee hieman 10 eurosta kiintokuutiometriä kohden ja tukiehtoja tiukennetaan. Näillä toimenpiteillä on tarkoitus estää kuitupuun päätyminen energiakäyttöön ja turvata teollisuuden puuhuolto tulevaisuudessa.

Pienpuun energiatuen ohella puupolttoaineiden käyttöön liittyviä keskeisiä tukia ovat metsähakkeella tuotetun sähkön muuttuva tuotantotuki sekä pienten CHP-laitosten syöttötariffi. Metsähakkeella tuotetun sähkön tuotantotuella on tarkoitus kompensoida matalan päästöoikeuden hinnan vaikutusta lämpö- ja voimalaitosten polttoainevalintoihin. Halpa hiilidioksiditonni pienentää energiantuottajien puustamaksukykyä ja johtaa siihen, että turpeen käyttö lisääntyy puun kustannuksella. Metsähakkeen kilpailukyvyn varmistamiseksi energiantuottajille maksetaan päästöoikeuden hinnan mukaan muuttuvaa sähkön tuotantotukea. Tukisumma vaihtelee siten, että päästöoikeuden hinnalla 10 €/tCO2 tukea maksetaan 18 €/MWhe (megawattituntia sähköä) ja vastaavasti päästöoikeuden ollessa 23 €/tCO2 tuki on 0 €/MWh.

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%. Energiantuottajien kannalta latvus- ja oksamassahakkeen saatavuus on oleellista sen suhteessa edullisten tuotantokustannusten vuoksi.

Pellervon taloustutkimuksen vuonna 2010 teettämän tutkimuksen 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. Puukauppaa rasittaa vuosien 2006 ja 2007 havutukin korkea hinta, jonka vaikutus näkyy vieläkin metsänomistajien hintaodotuksissa.



Kaavio 25: Tukin ja kuidun kantohinnat 2000-2011 sekä energiapuun hinnan vaihteluväli vuonna 2010. Hinta on viikkojen 1-36 keskiarvo vuoden 2011 osalta. Lähde: Metsäntutkimuslaitos ja Pellervon taloustutkimus PTT.

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.

JOHTOPÄÄTÖKSET

PUUPOLTTOAINEIDEN KÄYTTÖ JATKAA KASVUAAN

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 energianlähteet 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 m^3 eli noin 0,9 TWh. Samana vuonna teollisuuden sivutuotteita hyödynnettiin energiantuotannossa noin 300 000 m^3 eli 0,6 TWh.

Puun pienkäytön edelleen kasvaessa sen prosentuaalinen osuus puuenergian kokonaiskäytöstä on laskenut. Vuonna 2005 pienkiinteistöjen osuus oli 51 % kaikesta Pirkanmaalla käytetyistä kiinteistä puupolttoaineista. Metsähakkeen käytössä tapahtuneen kasvun myötä lämpö- ja voimalaitosten puuenergian käyttö on ohittanut pienkiinteistöt. Vuonna 2010 puuenergian (metsähake ja sivutuotteet) lämpö- ja voimalaitoskäyttö oli 731 000 m^3, kun pienkäytössä kului vastaavasti 567 000 m^3 puuta. Lämpö- ja voimalaitoskäytön lisäksi myös puun pienkäyttö on kasvanut jonkin verran vuoteen 2005 nähden.

FAKTAA

Terawattitunti

1 TWh

=

1000 GWh
1 000 000 MWh
1 000 000 000 kWh

FAKTAA

Teollisuuden sivutuotteet

Energiantuotannossa käytettäviä metsäteollisuuden sivutuotteita ovat esimerkiksi puru, kuori, sahanpuru, kutterilastu ja mustalipeä

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 m^3:lla. Metsähakkeen käyttö voikin puolitoistakertaistua vuoden 2010 tasosta (490 000 m^3) 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.

Juupajoen lämmön 5MW:n lämpövoimalaitos JPJ-Wood Oy:n sahalla Korkeakoskella.

Metsäteollisuuden sivutuotteiden osalta käyttömäärät pysyvät vuoden 2010 tasolla myös tulevina vuosina. Sivutuotteiden käyttömahdollisuuksiin ja –määriin vaikuttaneet tuotantolaitosten sulkemiset vuodesta 2008 eteenpäin ovat vakiinnuttaneet sivutuotteiden vuotuisen käytön noin 300 000 m^3:iin eli 0,6 TWh:iin. Sivutuotteiden energiakäyttö nousisi merkittävissä määrin ainoastaan siinä tapauksessa, että niitä tuotaisiin maakunnan ulkopuolelta. Tämä on kuitenkin epätodennäköistä, koska pääsääntöisesti prosessien sivuvirrat hyödynnetään joko suoraan käyttöpaikalla tai sen läheisyydessä sijaitsevissa 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 pellettitehdasta, joiden yhteenlaskettu tuotantokapasiteetti oli 130 000 t/v. Suurin pellettitehtaista 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 pienkiinteistöjen käyttämän pelletin) käytettiin maakunnassa lopun päätyessä vientiin tai käytettäväksi maakunnan ulkopuolella.

ENERGIAPUUPOTENTIAALI LÄHES MILJOONA KIINTOKUUTIOMETRIÄ VUODESSA

Pirkanmaalla on mahdollista korjata energiapuuta teknis-ekologisin kriteerein vuosittain noin 950 000 m^3. Eniten potentiaalia on latvus- ja oksamassassa, jota voitaisiin korjata vuosittain 460 000 m^3. Toiseksi merkittävin metsähakkeen raaka-aine on kannot ja juurakot, joiden vuotuinen korjuupotentiaali on 380 000 m^3. Määrällisesti vähiten korjuupotentiaalia on nuorten metsän kunnostuksien yhteydessä kerättävässä pieniläpimittaisessa puussa, 110 000 m^3/v. Teknis-ekologisin kriteerein lasketussa energiapuupotentiaalissa on huomioitu metsien terveyden kannalta olennaisten seikkojen lisäksi myös erilaisia leimikkotekijöitä, kuten korjuusaanto, metsäkuljetusmatka ja leimikon vähimmäispinta-ala. Rajoitteilla on kuvattu korjuukustannuksiin vaikuttavia tekijöitä ja sitä kautta taloudellista kannattavuutta.

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 m^3), kannot ja juurakot (540 000 m^3) sekä nuorten metsien pieniläpimittainen puu (490 000 m^3).

Potentiaaleja keskenään verrattaessa merkittävintä ero on pieniläpimittaisen puun korjuumahdollisuuksissa. Teknis-ekologisen potentiaalin lisärajoitteiden myötä vuotuinen pienpuun korjuumäärä putoaa noin viidennekseen teknisesti korjattavissa olevasta määrästä. Teknis-ekologisessa potentiaalissa pienialaiset, kertymältään vähäiset kohteet jäävät potentiaalin ulkopuolelle ja kannattavuuteen liittyvien muuttujien huomioiminen pienentää korjuupotentiaalia huomattavasti latvus- ja oksamassaan sekä kantoihin ja juurakoihin nähden.

Edelliset Pirkanmaan metsäkeskuksen laatimat energiapuupotentiaalilaskelmat ovat vuodelta 2006. Vuoden 2011 potentiaalilaskelmissa korjuumahdollisuudet ovat kasvaneet kaikkien metsäenergialajien 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 kasvupaikkatyyppijakaumalla. Tuoreiden tai viljavampien kankaiden osuus maakunnan kangasmetsien pinta-alasta on noin 80 %.

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

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. Kuvaavaa 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 ylitiheiden nuorten metsien osalta. Nuoren metsän kunnostuksen kannattavuus yksittäisenä investointina paranee, kun korjuukustannuksia tasaa energiapuuerästä saatu korvaus. Kunnostuksen todellinen hyöty realisoituu myöhemmin harvennus- ja uudistushakkuutuloissa puuntuotoskyvyn parantuessa kunnostushakkuun myötä.

Puuenergialle tunnuksenomaista on paikallisuus. Raaka-ainetuotanto, puunkorjuu ja -hankinta sekä energiantuotanto ovat keskittyneet suhteessa varsin pienelle alueelle, minne myös ketjun tuottamat taloudelliset hyödyt jäävät. Paikallisten vaikutustensa lisäksi puuenergialla on selviä kansantaloudellisia hyötyjä. Puulla korvataan pääsääntöisesti ulkomailta tuotuja fossiilisia polttoaineita. Puun käytön lisääntyessä yhä suurempi määrä energiantuotantoon käytetyistä rahavirroista jää rajojen sisäpuolelle. Metsien käytöllä on maassamme pitkät perinteet ja metsäenergia on eräs niistä mahdollisuuksista, joiden avulla näitä perinteitä vaalitaan ja taataan metsä- ja energiaklusterin eri toimijoille työtä tulevaisuuden Suomessa.

LIITTEET

Liite I: Tekninen metsäenergiapotentiaali kunnittain 2011 – 2020, m³/v

Kunta	Kannot ja juurakot m³/v	Latvus- ja oksamassa m³/v	Pieniläpi-mittainen puu m³/v	*Yhteensä m³/v*
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**	***1 650 374***

Liite II: Teknis-ekologinen metsäenergiapotentiaali kunnittain 2011 – 2020, m³/v

Kunta	**Kannot ja juurakot m³/v**	**Latvus- ja oksamassa m³/v**	**Pieniläpi-mittainen puu m³/v**	***Yhteensä m³/v***
Akaa	4 947	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 III: Tekninen metsäenergiapotentiaali kunnittain 2011 – 2020, GWh/v

Kunta	**Kannot ja juurakot GWh/v**	**Latvus- ja oksa-massa GWh/v**	**Pieniläpi-mittainen puu GWh/v**	***Yhteensä GWh/v***
Akaa	14	17	19	*50*
Hämeenkyrö	58	69	37	*164*
Ikaalinen	72	81	83	*236*
Juupajoki	42	49	15	*105*
Kangasala	43	51	51	*144*
Kihniö	15	15	19	*48*
Lempäälä	25	30	26	*81*
Mänttä-Vilppula	56	64	63	*182*
Nokia	36	42	19	*97*
Orivesi	85	99	52	*236*
Parkano	38	38	61	*136*
Pirkkala	7	9	7	*23*
Punkalaidun	30	35	15	*80*
Pälkäne	79	95	35	*210*
Ruovesi	54	61	65	*180*
Sastamala	123	143	115	*381*
Tampere	43	50	54	*147*
Urjala	35	42	22	*99*
Valkeakoski	17	20	15	*52*
Vesilahti	30	36	19	*85*
Virrat	107	114	107	*328*
Ylöjärvi	70	81	87	*238*
Yhteensä	**1 079**	**1 239**	**983**	***3 301***

Liite IV: Teknis-ekologinen metsäenergiapotentiaali kunnittain 2011 – 2020, GWh/v

Kunta	**Kannot ja juurakot GWh/v**	**Latvus- ja oksa-massa GWh/v**	**Pieniläpi-mittainen puu GWh/v**	***Yhteensä GWh/v***
Akaa	10	13	2	*25*
Hämeenkyrö	*45*	*56*	14	*115*
Ikaalinen	50	60	20	*129*
Juupajoki	31	38	3	*71*
Kangasala	32	40	4	*77*
Kihniö	8	10	3	*21*
Lempäälä	18	23	8	*49*
Mänttä-Vilppula	41	49	19	*109*
Nokia	27	32	6	*64*
Orivesi	61	76	17	*155*
Parkano	22	26	11	*59*
Pirkkala	*5*	6	2	*14*
Punkalaidun	22	28	2	*52*
Pälkäne	63	*77*	3	*144*
Ruovesi	37	44	17	*98*
Sastamala	90	109	24	*223*
Tampere	29	34	9	*72*
Urjala	12	19	3	*34*
Valkeakoski	13	16	2	*31*
Vesilahti	21	26	4	*52*
Virrat	68	80	39	*187*
Ylöjärvi	51	61	12	*124*
Yhteensä	**756**	**922**	**225**	***1 904***

Liite V: Energiapuupotentiaalilaskelmissa käytetyt rajoitteet

TEKNISET RAJOITTEET

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

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

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

TEKNIS-EKOLOGISET RAJOITTEET

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

Energiapuupotentiaalit laskettu Pirkanmaan metsäkeskuksen yksityismetsien suunnittelutietojen pohjalta ja tulokset on yleistetty kattamaan kaikki metsänomistajaryhmät (mm. valtio, yritykset ja yhteisöt).

Metsätaloudessa kuviolla tarkoitetaan ympäristöstään rajattua aluetta, joka on puustoltaan ja kasvupaikaltaan yhtenäinen. Kasvupaikkatyyppi määritetään pintakasvillisuuden perusteella ja sillä kuvataan metsämaan puuntuotoskykyä.

Liite VI: Määritelmiä ja muuntokertoimia

METSÄHAKE: polttohaketta tai -mursketta, jonka valmistukseen voidaan käyttää kaikkea metsästä saatavaa puuta, kuten runkopuuta, latvuksia, oksia, neulasia, lehtiä, kantoja ja juurakoita. Metsähake jaetaan raaka-aineensa perusteella seuraavasti:

- *Karsittu ranka:* karsitusta pieniläpimittaisesta (yleensä kuitupuun läpimitan alittavasta) runkopuusta tehty hake (rankahake).
- *Karsimaton pienpuu:* puun koko maanpäällisestä osasta (runkopuu, oksat, lehdet, neulaset) tehty hake, joka valmistetaan yleensä taimikonhoidossa tai nuoren metsän harvennuksessa syntyneestä pieniläpimittaisesta runkopuusta (kokopuuhake).
- *Hakkuutähteet:* hakkuu- eli metsätähteestä tehty hake. Hakkuutähdettä on lähinnä avohakkuun yhteydessä syntyvä ja metsään jäävä puuaines, kuten oksat ja latvukset lehtineen ja neulasineen (latvusmassa) sekä alueelle jääneet yksittäiset hylkypölkyt.
- *Järeä runkopuu:* hake, joka valmistetaan puunkorjuun yhteydessä kaadetusta ja kerätystä järeästä vikaisesta runkopuusta, joka ei kelpaa metsäteollisuuden raaka-aineeksi (esim. tukkipuu).
- *Kannot ja juurakot:* kannoista ja juurakoista valmistettu hake tai murske.

TEOLLISUUDEN PUUTÄHDEHAKE: hake ja puumurske, jota valmistetaan sahateollisuuden tai muun puutuoteteollisuuden (esim. vaneri- ja muu puulevyteollisuus sekä puusepänteollisuus) sivutuotteista:

- *Sahanpuru ja muut purut:* sahauksessa, puutavaran höyläyksessä tai muussa puunjalostuksessa syntynyt sahanpuru, kutterinlastu ja muu lastu ja puru sekä hiontapöly.
- *Kuori:* sahauksessa ja muussa puunjalostuksessa syntyvä kuorintatähde.
- *Muu kiinteä puupolttoaine:* muu edellä mainitsematon ja erittelemätön kiinteä puupolttoaine.

PUUPELLETIT JA -BRIKETIT: pääosin sahanpurusta, kutterinlastusta tai hiontapölystä eri muotoon puristamalla valmistetut puupolttoainejalosteet.

KIERRÄTYSPUU: polttoaineeksi tarkoitettu käytöstä poistettu puhdas, lisäaineeton ja käsittelemätön puu, kuten esimerkiksi uudisrakentamisen puutähde, kuormalavat ja puupakkaukset. Vuosina 2000–2006 kierrätyspuu kattoi myös kierrätyspolttoaineeksi luokitellun purkupuun ja kyllästetyn puun. Vuodesta 2007 alkaen nämä polttoainejakeet eivät enää sisälly kierrätyspuuhun.

Lähde: Metsäntutkimuslaitos

YLEISIMMÄT MUUNTOKERTOIMET:

Puupolttoaine	Energiatiheys, MWh/i-m^3	Tiiviys, m^3/i-m^3
Metsähake	0,8	0,4
Teollisuuden puutähdehake	0,8	0,4
Sahanpuru	0,6	0,3
Kutterinlastu	0,5	0,3
Kuori		
-havupuu	0,6	0,35
-lehtipuu	0,75	0,35
Kierrätyspuu	0,7	0,4
Pelletit ja briketit	4,75 MWh/tn	0,575 tn/i-m^3, 1,15 tn/m^3
Muu puupolttoaine	0,7	0,4

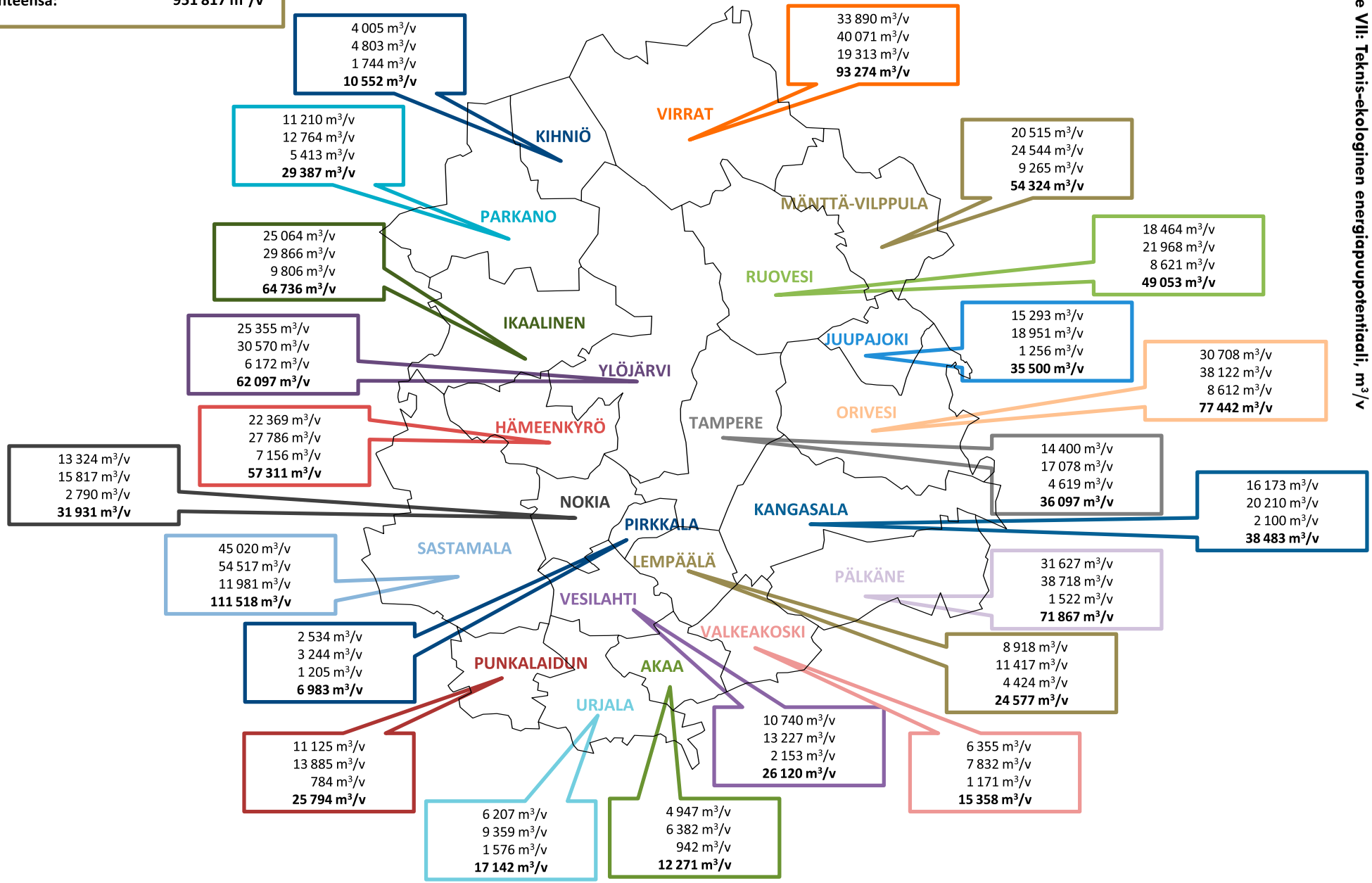
Lähde: Metsäntutkimuslaitos

Etuliite	Yksikkö	
k	kilo	1 000
M	mega	1 000 000
G	giga	1 000 000 000
T	tera	1 000 000 000 000

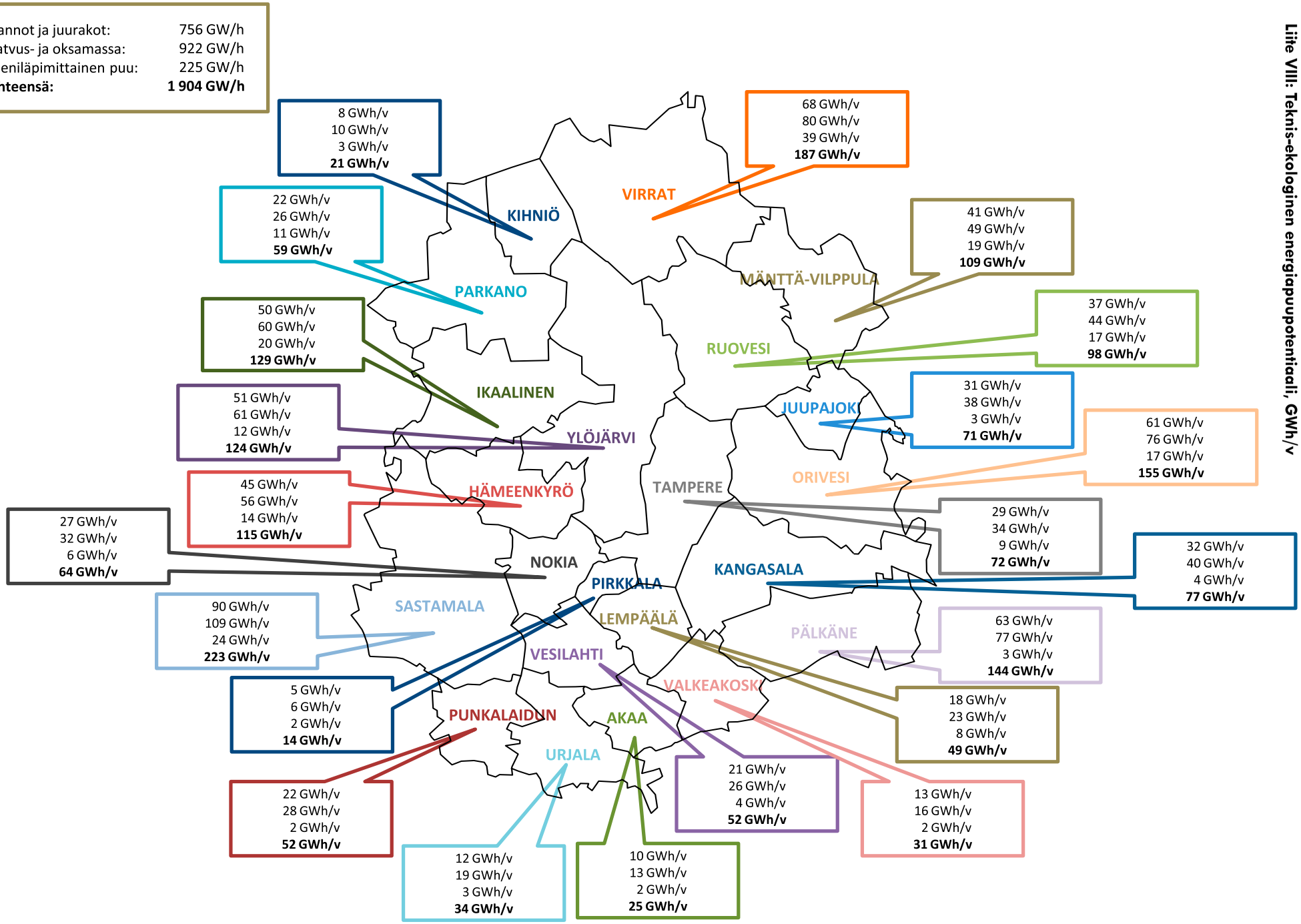
Lähde: Metsäntutkimuslaitos

Liite VII: Teknis-ekologinen energiapuupotentiaali, m³/v

Kannot ja juurakot:	378 243 m³/v
Latvus- ja oksamassa:	461 131 m³/v
Pieniläpimittainen puu:	112 443 m³/v
Yhteensä:	**951 817 m³/v**



Liite VIII: Teknis-ekologinen energiapuupotentiaali, GWh/v



LÄHDELUETTELO

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

Alakangas, Eija. 2000. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. VTT tiedotteita 2045.

Alm, Markku. 2010. Pk-bioenergia. Työ- ja elinkeinoministeriö. Toimialaraportti 8/2010.

Flyktman, Martti. 2009. Energia- ja ympäristöturpeen kysyntä ja tarjonta vuoteen 2020 mennessä, 2. päivitys, 11/2009. Tutkimusraportti VTT-R-07128-09. VTT.

Ihalainen, Tanja & Niskanen, Anssi. 2010. Kustannustekijöiden vaikutus bioenergian tuotannon arvoketjuissa. Metsäntutkimuslaitos. Metlan työraportteja 166.

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

Liski, Jari, et al. 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.

Lämpöyrittäjyyden esteet. 2010. Motiva Oy. PDF-dokumentti. http://www.motiva.fi/files/4460/Lampoyrittajyyden_esteet_2010.pdf. Luettu 28.7.2011.

Metsäbioenergian saatavuus energiantuotantoon eri markkinatilanteissa. 2009. Pöyry Energy Oy. PDF-dokumentti. http://www.energia.fi/sites/default/files/et_metsabioenergiaselvitysi_30042009.pdf. Luettu 3.6.2011.

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.

Pirkanmaan liitto. 2007. Pirkanmaan energiaohjelma. Pirkanmaan liiton julkaisu D 87. PDF-dokumentti. http://www.pirkanmaa.fi/fileadmin/pirkanmaa/julkaisut/energiaohjelma.pdf. Luettu 1.6.2011.

Pirkanmaan liitto. 2011. Pirkanmaan energiaohjelma 2011 – 2016. PDF-dokumentti. http://www.pirkanmaa.fi/fileadmin/pirkanmaa/pdf/Aluekehitys/Pirkanmaan_ympohjelma.pdf. Luettu 6.9.2011.

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.

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, Anna-Kaisa, Haltia, Emmi, Horne, Paula & Hänninen Harri. 2011. Yksityismetsien puuntarjonta – Puunmyyntiin vaikuttavat tekijät. PTT raportteja 226.

Suomalainen Tiedeakatemia. 2010. Turpeen energiakäytön hyödyt ja haitat. Suomalaisen Tiedeakatemian kannanottoja. PDF-dokumentti. http://www.acadsci.fi/kannanottoja/turpeenenergiakaytto.pdf. Luettu 18.7.2011.

Torvelainen, Jukka. 2009. Pientalojen polttopuun käyttö 2007/2008. Metsäntutkimuslaitos. Metsätilastotiedote 26/2009.

Uitamo, Janne. 2010. Eduskunta hyväksyi pienpuun energiatuen. WWW-dokumentti. http://www.metsakeskus.fi/web/fin/mkt/0410/sidosryhma_pienpuun_energiatuki.htm. Luettu 3.8.2011.

Ylitalo, Esa. 2008. Puun energiakäyttö 2007. Metsäntutkimuslaitos. Metsätilastotiedote 15/2008.

Ylitalo, Esa. 2009. Puun energiakäyttö 2008. Metsäntutkimuslaitos. Metsätilastotiedote 15/2009.

Ylitalo, Esa. 2010. Puun energiakäyttö 2009. Metsäntutkimuslaitos. Metsätilastotiedote 16/2010.

Ylitalo, Esa. 2011. Puun energiakäyttö. Metsäntutkimuslaitos. Metsätilastotiedote 16/2011.

Villa, Aki, Saukkonen, Pasi. 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.

Äijälä, Olli, Kuusinen Martti & Koistinen, Arto (toim.). 2010. Hyvän metsänhoidon suositukset energiapuun korjuuseen ja kasvatukseen. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja.

metsäkeskus
pirkanmaa

Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin