

Metsähakkeen käyttö ja hankinta energiantuotantolaitoksissa – toimintatavat ja toiminnan ongelmat

Tuomas Nummelin, Leena Petäjistö ja Arto Rummukainen

Metlan työraportteja / Working Papers of the Finnish Forest Research Institute -sarjassa julkaistaan tutkimusten ennakkotuloksia ja ennakkotulosten luonteisia selvityksiä. Sarjassa voidaan julkaista myös esitelmiä ja kokouskoosteita yms.

Sarjan julkaisut ovat saatavissa pdf-muodossa sarjan Internet-sivuilta.

<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/>
ISSN 1795-150X

Toimitus

PL 18
01301 Vantaa
puh. 029 532 2111
faksi 029 532 2103
sähköposti julkaisutoimitus@metla.fi

Julkaisija

Metsäntutkimuslaitos
PL 18
01301 Vantaa
puh. 029 532 2111
faksi 029 532 2103
sähköposti kirjaamo@metla.fi
<http://www.metla.fi/>

Tekijät			
Nummelin, Tuomas, Petäjistö, Leena ja Rummukainen, Arto			
Nimeke			
Metsähakkeen käyttö ja hankinta energiantuotantolaitoksissa – toimintatavat ja toiminnan ongelmat			
Vuosi	Sivumäärä	ISBN	ISSN
2014	24	978-951-40-2471-9 (PDF)	1795-150X
Alueyksikkö / Tutkimusohjelma / Hankkeet			
Etelä-Suomen alueyksikkö / ForestEnergy2020 / 3569, 7545			
Hyväksynyt			
Antti Asikainen, tutkimusohjelman johtaja 31.03.2014			
Tiivistelmä			
<p>Suomi on sitoutunut osana EU:n ilmastopolitiikkaa kasvattamaan uusiutuvien energialähteiden osuutta. Puupohjaisella energialla, erityisesti metsähakkeella on suuri merkitys uusiutuvan energian lisäämisessä. Metsähaketta käytettiin yhteensä 7,6 miljoonaa kuutiometriä vuonna 2012. Yhdessä pientaloissa käytetyn metsähakkeen kanssa kokonaiskäyttö oli 8,3 miljoonaa kuutiometriä. Energiapuuta ostavat nykyisin sekä perinteinen metsäteollisuus, lämpö- ja voimalaitokset että myös pienet ostajat ja niiden yhteenliittymät. Hakkeen toimitukset ovat useimmiten olleet metsäyhtiöiden organisoimia ketjuja, joissa on toiminut esimerkiksi puunkorjuu-, kuljetus- ja haketusyrittäjiä. Metsähakkeen käytön kasvu on synnyttänyt alalle myös paljon uutta liiketoimintaa. Tässä raportissa on tarkasteltu metsähaketta käyttävien energialaitosten toimintaa, toimintamalleja, metsähakkeen toimitustapoja, niiden toimivuutta sekä niihin liittyviä ongelmia.</p> <p>Metsähaketta käytetään sekä pienissä että suurissa energialaitoksissa. Osa laitoksista on pieniä, vain omaan käyttöön, energiaa tuottavia lämpölaitoksia ja osa on suuria voimalaitoksia, joissa tuotetaan sekä sähköä että lämpöä.</p> <p>Metsähakkeen hankinta laitoksille on organisoitu monella eri tavalla ja toimijoiden kirjo on laaja. Pääsääntöisesti metsähake toimitetaan suoraan laitoksen siiloon tai laitoksen varastoon. Osa hakkeesta toimitetaan myös välivarastolle, josta se noudetaan energialaitoksen toimesta. Osa energialaitoksista hankkii energiapuun täysin itsenäisesti. Yhdellä laitoksella saattaa olla käytössä useampiakin hankintatapoja, pääsääntöisesti kuitenkin vai yksi. Hakkeen toimittajia oli kuitenkin lähes aina ainakin muutama. Yleisimmin metsähakkeen toimittaja ostaa puun metsänomistajalta, hakettaa tai haketuttaa ja kuljettaa sen joko laitokselle tai terminaaliin. Toimittaja vastaa koko hankinnan järjestämisestä. Toimittajan valinta perustuu useisiin tekijöihin. Kuitenkin tärkeimpänä valintaperusteena on hinta, jolloin yritysten välinen yhteistyö ei voi muodostaa pohjaa pitkäjänteiselle kehittämistyölle.</p> <p>Hankinta sujuu energialaitosten näkökulmasta hyvin. Ongelmia on esiintynyt vain harvoin. Ongelmat ovat keskittyneet muutamaankin hankintaketjuun.</p> <p>Hankinnan kehittäminen edellyttäisi energialaitosten edustajien mielestä hinnoittelun yhtenäistämistä ja alueellisten hintaindeksien luomista. Lisäksi jakeiden oikea-aikaista käyttöä tulisi kehittää ja myös hinnoittelumenetelmiä, jotka ottaisivat nykyistä paremmin hakkeen kosteuden huomioon.</p>			
Asiasanat			
metsähake, energialaitos, arvoketju			
Julkaisun verkko-osoite			
http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2014/mwp292.htm			
Tämä julkaisu korvaa julkaisun			
Tämä julkaisu on korvattu julkaisulla.			
Yhteydenotot			
Leena Petäjistö, Metsäntutkimuslaitos, PL 18, 01301 VANTAA, leena.petajisto@metla.fi			
Muita tietoja			
Taitto: Sari Elomaa/Metla			

Sisällys

1 Johdanto	5
1.1 Metsäenergian merkitys.....	5
1.2 Aiemmat tutkimukset	7
1.3 Tutkimuksen tarkoitus	7
2 Yritysten arvoketjut ja arvoverkot	8
2.1 Arvoketjut ja alihankinta	8
2.2 Arvoverkostot	9
2.3 Metsäenergialiiketoiminnan arvoverkot.....	10
3 Aineistot ja menetelmät	12
3.1 Aineistot.....	12
3.2 Metsähaketta käyttävät energiantuotantolaitokset.....	12
4 Tulokset	13
4.1 Laitoksissa käytetyt polttoaineet	13
4.2 Metsähakkeen hankinta	15
4.2.1 Määritelmiä	15
4.2.2 Metsähakkeen toimituspaikat.....	15
4.2.3 Toimittajien lukumäärät	16
4.3 Laitosten energiapuun korjuu-, käsittely- ja logistiikkalusto.....	17
4.3.1 Kalusto	17
4.3.2 Puun osto	17
4.4 Toimittajat.....	18
4.5 Hankinnan toimivuus.....	19
4.5.1 Hankinnan ongelmat	19
4.5.2 Parannusehdotuksia energialaitosten näkökulmasta	20
4.6 Tulevaisuuden odotukset	21
5 Yhteenveto ja johtopäätökset	21
Lähdeluettelo	24

1 Johdanto

1.1 Metsäenergian merkitys

Euroopan parlamentti ja neuvosto ovat hyväksyneet 2009 uusiutuvaa energiaa koskevan direktiivin (2009/28/EY). Tämä direktiivi velvoittaa jäsenmaat nostamaan uusiutuvan energian osuuden kokonaiskulutuksesta 20 prosenttiin vuoteen 2020 mennessä. Suomi on myös sitoutunut osana EU:n ilmastopolitiikkaa kasvattamaan uusiutuvien energialähteiden osuutta loppukulutuksessa 38 prosenttiin vuoteen 2020 mennessä (direktiivi 2009/28/EY, Pekkarinen 2010). Vuoteen 2010 verrattuna uusiutuvien energialähteidenkäytön pitäisi siten kasvaa noin 22 prosenttia. Puupohjaisella energialla, erityisesti metsähakkeella on suuri merkitys lähitulevaisuudessa uusiutuvan energian lisäämisessä. Suunnitelman mukaan metsähakkeen käytön tulisi olla vuonna 2020 yhdistetyssä sähkön- ja lämmöntuotannossa 13,5 miljoonaa kuutiometriä (Pekkarinen 2010).

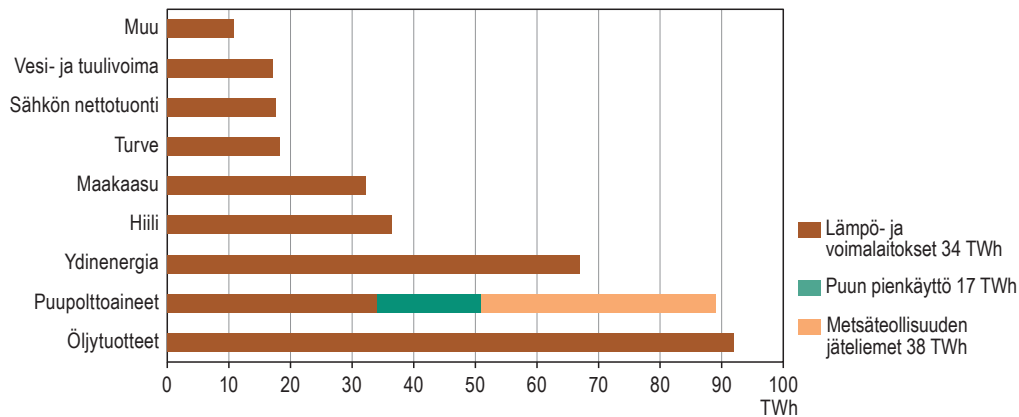
Energian kokonaiskulutus oli vuonna 2012 Tilastokeskuksen (2014) mukaan 1371 PJ eli noin 381 TWh (taulukko 1), mikä on noin prosentin vähemmän kuin vuonna 2011, mikä edelleen oli noin viisi prosenttia pienempi kuin edellisvuonna.

Uusiutuvan energian käyttö vuonna 2012 oli yhteensä noin 456 PJ ja siitä noin 73 prosenttia perustui puuhun. Puupolttoaineita käytettiin vuonna 2012 yhteensä noin 91 TWh (332 PJ). Kokonaiskulutuksesta puupolttoaineilla katettiin vuonna 2012 melkein neljännes (taulukko 1). Kasvu vuodesta 2011 vuoteen 2012 oli viisi prosenttia. Käytön kasvu vuodesta 2011 vuoteen 2012 johtui suurelta osin sen suuremmasta käytöstä lämmityksessä turpeen sijaan (Metsätilastollinen vuosikirja 2012). Puupolttoaineet nousivat vuonna 2012 suurimmaksi energialähteeksi Suomessa. Vuonna 2012 metsäteollisuuden jäteliemiä kului 38 TWh ja kiinteitä puupolttoaineita 52 TWh (Ylitalo 2013).

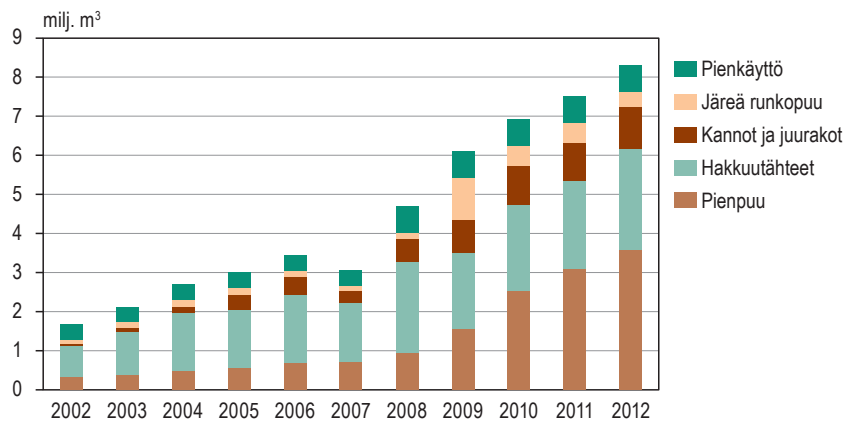
Lämpö- ja voimalaitoksissa käytettiin kiinteitä puupolttoaineita vuonna 2012 kaikkiaan 17,8 miljoonaa kuutiometriä, eli noin 34 TWh (kuva 1). Käyttö lisääntyi edellisvuodesta kuusi prosenttia. Metsähaketta käytettiin yhteensä 7,6 miljoonaa kuutiometriä (kuva 2). Tämä on 11 prosenttia enemmän kuin vuotta aiemmin. Yhdessä pientaloissa käytetyn metsähakkeen kanssa kokonaiskäyttö oli 8,3 miljoonaa kuutiometriä (Ylitalo 2013).

Taulukko 1. Energian kulutus (TJ) vuonna 2012 (Tilastokeskus 2013, 2014).

Energialähde	2012	Vuosi muutos, %	Osuus % energian kokonaiskulutuksesta
Öljy	324 903	-3	24
Hiili	125 138	-16	9
Maakaasu	115 002	-12	8
Ydinenergia	240 685	-1	18
Sähkön nettotuonti	62 796	26	5
Vesi- ja tuulivoima	61 780	35	4
Turve	65 000	-23	5
Puupolttoaineet	331 562	5	24
Muu	44 721	24	3
Energian kokonaiskulutus	1 371 586	-1	100



Kuva 1. Energian kulutus Suomessa vuonna 2012 energialähteittäin (Tilastokeskus 2013, Ylitalo 2013).



Kuva 2. Metsähakkeen käyttö yhteensä (ml. pientalot) ja lämpö- ja voimalaitoksissa raaka-aineittain (Ylitalo 2013).

Metsähakkeen merkittävin raaka-aine on pienpuu. Se muodostuu karsitusta ja karsimattomasta rangasta sekä kuitupuusta. Pienpuun käyttö on lisääntynyt nopeasti ja käyttö kasvoi vuodesta 2011 vuoteen 2012 kuudenneksen 3,6 miljoonaan kuutiometriin (Ylitalo 2013). Hakkuutähteitä käytettiin vuonna 2012 yhteensä 2,6 miljoonaa kuutiometriä. Kantojen ja juurakoiden käyttö oli samana vuonna 1,1 miljoonaa kuutiometriä. Käytetystä metsähakkeesta ulkomaista alkuperää vuonna 2012 arvioitiin olevan noin 0,4 miljoonaa kuutiometriä.

Metsähakkeen suurimpia käyttäjiä ovat olleet suuret energia- ja metsäteollisuusyritykset, mutta uusiutuvan energian käytön lisäämisen tavoitteet ja sen myötä metsähakkeen käytön kasvu on synnyttänyt alalle myös paljon uutta liiketoimintaa. Alalla toimii myös pk-yrityksiä. Energiapuuta ostavat nykyisin sekä perinteinen metsäteollisuus, lämpö- ja voimalaitokset että myös pienet ostajat ja niiden yhteenliittymät. Hakkeen toimitusketjut ovat useimmiten olleet metsäyhtiöiden organisoimia ketjuja, joissa on toiminut esimerkiksi puunkorjuu-, kuljetus- ja haketusyrittäjiä. Metsähakkeen hankinnassa toimii kuitenkin myös pieniä, yrittäjän yksin pyörittämiä haketus- ja kuljetusyrityksiä. Osa energiapuun toimittajista on ollut perinteisiä metsäkoneyrittäjiä, jotka ovat laajentaneet toimintaansa energia-alalle. Osa on alalle uusia yrittäjiä. Energiapuun korjuu on melko uutta puunhankinnan yritystoimintaa, jossa mukana olevien yritysten liiketoimintaa tai sen kehitystä ei ole kartoitettu tai tutkittu.

1.2 Aiemmat tutkimukset

Metsähakkeen laatua ja laadun hallintaa toimitusketjussa on selvitetty Metsäntutkimuslaitoksessa ”Metsähakkeen tuotannon laadunhallinta” -hankkeessa (Ikonen ym. 2013, Jahkonen & Ikonen 2014). Toisaalta metsähakkeen hankinnasta on tehty asiantuntijakysely, jossa on arvioitu metsähakkeen käyttötavoitteiden saavuttamismahdollisuuksia ja käyttökasvun ongelmia (Laitila ym. 2010). Työssä on selvitetty myös metsähakkeen korjuuketjut ja menetelmät.

Korjuumenetelmät voidaan jaotella keskitetyn ja hajautetun haketuksen menetelmiin. Haketuksen keskittäminen käyttöpaikalle tai terminaaliin mahdollistaa suuret vuosituotokset, korkeat koneiden käyttöasteet ja alemmat haketuskustannukset. Menetelmällä voidaan kukin työvaihe tehdä tehokkaasti ilman odotusaikoja. Heikkoutena menetelmässä on kuitenkin se, että kuljetuksessa tienvarstovälistä terminaaliin kuormakoko jää pieneksi ja kuljetuskustannukset kasvavat tästä syystä. Lisäksi investointikustannukset ovat menetelmässä suuret ja menetelmä sopii parhaiten suurille voimalaitoksille. Terminaalista haketta voidaan kuitenkin toimittaa myös eri kokoluokan energialaitoksille. Terminaali on toimitusvarma erilaisissa sääoloissa ja toimii myös puskurivarastona.

Välivarastolla tai palstalla haketus ovat hajautettuja menetelmiä. Välivarastohaketuksessa raaka-aine haketetaan suoraan odottavan auton kuormatilaan ja hakkurin ja auton toiminnot kytkeytyvät siten tiiviisti toisiinsa. Ketju on altis keskeytyksille, mutta on toisaalta tehokas myös pitkillä kaukokuljetusmatkoilla (Laitila ym. 2010). Se soveltuu sekä pienille että suurille käyttöpaikoille. Palstahaketuksessa sama kone tekee haketuksen ja metsäkuljetuksen yhdellä käyntikerällä. Menetelmä on suhteellisen kallis, koska sama kone hakettaa ja suorittaa metsäkuljetuksen. Vuorotellen kuormatila tai haketuslaitteisto on siis pois käytöstä. Korjuumenetelmällä on nykyisin enää paikallista merkitystä metsähakkeen tuotannossa, sillä tuotetun hakkeen määrä on pieni.

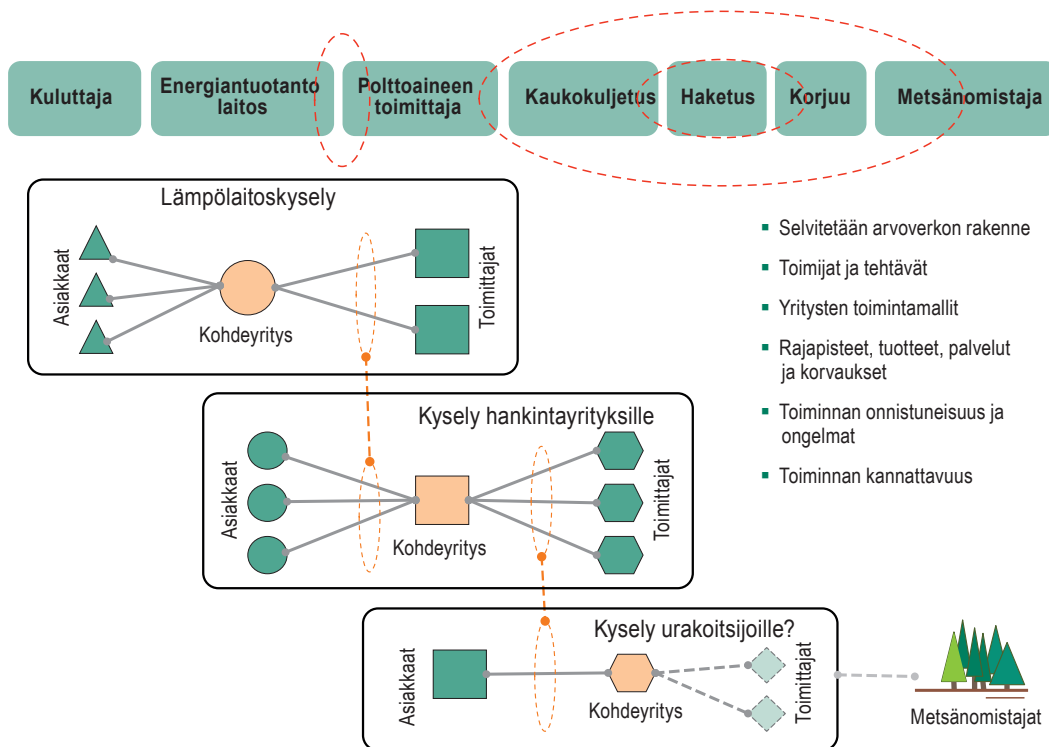
Kärhän (2007) mukaan käyttöpaikalla tai terminaalissa tuotetun metsähakkeen osuus tulee tulevaisuudessa kasvamaan ja vastaavasti välivarastohaketuksen osuus tulee pienemään.

1.3 Tutkimuksen tarkoitus

Metsäntutkimuslaitoksessa aloitettiin vuonna 2013 ForestEnergy 2020 – tutkimus- ja innovaatio-ohjelman tutkimushanke, jonka tavoitteena on selvittää metsäenergiapuun hankinnan organisoimien arvoverkot ja -verkostot. Polttoaineen hankinnan arvoketjut ja -verkot tunnistetaan hankintayrityksille kohdennetuilla yrityshaastatteluilla. Arvoverkkoanalyysien ja yritysten haastattelujen perusteella selvitetään hankintayritysten toiminnan kannattavuutta ja ongelma- sekä kehityskohteita.

Tutkimushankkeen ensimmäisessä osassa poimittiin energiapuuta käyttävät lämpö- ja voimalaitokset Metsäntutkimuslaitoksen keräämästä virallisesta puunkäyttötilastosta. Näille laitoksille tehtiin sähköinen kysely (kuva 3). Kyselyllä selvitettiin laitosten toimintaa, millaisia toimintamalleja ja sopimuksia energiapuun toimituksista tehdään, sekä energiapuun toimitussopimuksia ja toimitusten ongelmia ja toimivuutta. Laitoksilta kysyttiin myös, mitkä yritykset toimittavat niille energiapuun. Hankintayritykset ovat osa energialaitosten arvoketjuja.

Tässä raportissa esitetään tämän kyselytutkimuksen tulokset. Seuraavassa vaiheessa tehdään haastattelututkimus kyselyssä esiin tulleille hankintayrityksille. Hankintayrityksillä on usein alihankkijoita, joille myös on tarkoitus tehdä jatkossa haastatteluja, jotta koko metsäenergiapuun arvoketju ja arvoverkostot voitaisiin tunnistaa.



Kuva 3. Metsäenergiapuun hankinnan organisoinnin arvoverkot ja -verkostot -tutkimushankkeen tavoite ja eteneminen.

2 Yritysten arvoketjut ja arvoverkot

2.1 Arvoketjut ja alihankinta

Aikaisemmin oli tyypillistä, että yritykset pyrkivät keskittämään koko tuotantoketjun hallintaansa (Kuitunen ym. 1999). Tuotteet valmistettiin itse alusta loppuun ja toimintoja pyrittiin tehostamaan ja rationalisoimaan esimerkiksi nykyaikaistamalla niitä.

Kilpailuedun luomista yritystasolla on kuvattu ja kuvataan usein Porterin (1985) arvoketjumallin avulla. Analyysissä otetaan huomioon yksittäisen yrityksen kyvyt vastata asiakkaan vaatimuksiin ja hankkia kilpailullista etua yksittäisten toimintojen kautta (Malvalehto ym. 2011). Arvoketju on ollut yleisin yrityksissä käytetty lähestymistapa kilpailuetua tarkasteltaessa, ja silloin painopiste on kustannuksissa ja kustannusten minimoinnissa (Pulkinen ym. 2013).

Arvoketjun toiminnot jaetaan perus- tai ydintoimintoihin ja tukitoimintoihin. Perustoiminnot ovat toimintoja, jotka liittyvät komponenttien ja valmiiden tuotteiden jalostamiseen, siirtämiseen ja huoltoon sekä muihin palveluihin. Tukitoiminnot tukevat perustoimintoja ja niihin luetaan esimerkiksi budjetointi, rekrytointi yms. Arvoketjun viimeinen vaihe on jakelu.

Arvoketjun yksittäiset prosessit nostavat tuotteen lopullista arvoa. Yritys luo siis arvoa muuttamalla panoksia tuotteiksi ja palveluiksi. Toimintojen jakamisen periaatteena on se, että jaetut toiminnot ovat erillisiä kokonaisuuksia ja mahdollistavat differoimisen markkinoilla tai ovat merkittäviä

kustannustekijöitä. Arvoketju poikkeaa toimitusketjusta siinä, että tarkastelussa keskitytään ketjun jäsenten suorittamien toimintojen luomaan arvoon. Näiden summa on koko arvoketjun luoma arvo. Toimitusketju on integroitu prosessi, jossa liiketoiminnallisesti itsenäiset kokonaisuudet, kuten toimittajat, valmistajat ja jakelijat toimivat yhdessä hankkiakseen raaka-aineita, valmistaakseen näistä lopputuotteita ja toimittaakseen lopputuotteet asiakkaille (Tenhunen 2006).

Aina yksi yritys ei kuitenkaan voi suoriutua kaikista arvoketjun toiminnoista. Osa niistä voidaan teettää myös alihankintana. Aikaisemmin alihankintaa on käytetty useimmiten ainoastaan kuormitushuippujen tasaamisessa, mutta myös tiettyjen osavaiheiden siirtäminen alihankkijalle on ollut tavanomaista. Alihankinnalla tarkoitetaan perinteisesti pää- ja alihankkijan välistä tuotannollista yhteistyötä, jossa päähankkija teettää tuotteeseen kuuluvia laitteita, osia, tuotantovaiheita tai työsuorituksia alihankkijalla (Tossavainen 1985). Alihankinta liittyy tavanomaisesti tiettyyn tilaukseen tai projektiin. Alihankkijat valitaan useimmiten tapauskohtaisella tarjouskilpailulla ja hinta on useimmiten määräävä peruste. Tämä johtaa usein siihen, että yritysten väliset suhteet jäävät etäisiksi ja toiminta rakentuu ainoastaan hinnan, toimitusaikojen ja laatuvaatimusten perusteella (Möller & Halinen 1999). Toisaalta alihankkijalla ei ole tarvetta kehittää tuotteen laatua ja tarjouskilpailut voivat tehdä myös hintatasosta heittelevän.

Alihankinta ja alihankinnan ostaminen voidaan nähdä myös yrityksen omien toimintojen ulkoistamisena. Ulkoistamisella tarkoitetaan välituotteiden komponenttien ja kokonaisten tuotantovaiheiden ostamista yrityksen ulkopuolelta (Pajarinen 2001).

2.2 Arvoverkostot

Jotta yritys voisi keskittyä omaan ydinosamiseensa, ei yritysten, ainakaan pienten, kannata nykykäsitteiden mukaan useimmiten edes pyrkiä toteuttamaan yksin arvoketjun kaikkia vaiheita. Tuotteen (tai palvelun) kilpailukyky riippuu siitä, kuinka tehokas arvoketju on, ja pitkiä arvoketjuja on usein kehitettävä yhdessä muiden yritysten kanssa. Yritysten on siten pyrittävä harjoittamaan yhteistyötä muiden yritysten kanssa koko arvoketjun kattamiseksi. Viime aikoina yhteistyön merkitys yritystoiminnalle on kasvanut nopeasti ja nykyisin ajatellaan, että mikään yritys ei voi enää menestyä vain yksin toimimalla. Yhä useammalla alalla verkostomainen tuotantotapa on syrjäyttänyt perinteisen tuotantolinjan. Silloin ajatellaan arvon tuottamista arvoverkoston kautta.

Arvoverkosto voidaan määritellä taloudellisista toimijoista, esimerkiksi palveluntuottajista, yhteistyöyrityksistä ja asiakkaista koostuvaksi verkostoksi, jonka toimijat tuottavat arvoa toisiinsa liittymällä. Arvoverkosto muodostuu yritysten arvoketjujen yhdistämisellä ja se on arvoketjujen kautta syntynyt vuorovaikutussuhteiden kokonaisuus (Linna ym. 2007). Se luo arvoa mahdollistamalla resurssien tai informaation vaihdannan toimijoiden välillä (Pulkinen ym. 2013). Arvoverkostoajattelussa yritys näkee itsensä yhtenä toimijana koko arvoverkostossa (Virtanen ym. 2002). Yrityksen on mietittävä omaa toimintastrategiaansa osana arvoverkostoa, eli osana kaikkien verkostoon kuuluvien yritysten toimintaa ja sen kehittymistä, koska sen omien tuotteiden ja palveluiden arvo määräytyy tässä verkostossa (Ellegaard ym. 2003). Toisin sanoen arvoverkossa on kyse yhteistyötä tekevien toimijoiden kumppanuusverkostosta, jossa jokainen toimija keskittyy omaan ydinosamiseensa ja lisää siten koko verkoston arvoa. Bovet ja Martha (2000) ovat määritelleet arvoverkon piirteiksi asiakaskeksisyyden ja yhteistyön. Asiakkaan valinnat aloittavat hankinnan, tuotannon ja toimitusaktiiviteetit verkossa. Asiakas ohjaa arvoverkkoa, eikä ole pelkästään passiivinen lopputuotteen käyttäjä. Yritykset sitovat toimittajat, asiakkaat ja kilpailijat arvoa tuottavaksi

yhteistyöverkostoksi. Jokainen aktiviteetti on osoitettu sille kumppanille, joka osaa sen parhaiten toteuttaa (Boet & Martha 2000)

Arvoverkon keskeisen osan muodostavat erilaiset toimittajasuhteet. Standarditoimittajuus tarkoittaa sellaisten palveluiden tai tuotteiden toimittajia, joiden toimittaja on helposti vaihdettavissa muihin kilpailijoihin. Standarditoimittajasuhteet ovat lähellä tavanomaista osto-myynti -suhdetta ja yhteistyö perustuu lähes yksinomaan vaihdantaan. Yhteistyö käynnistyy tarjouspyynnöstä ja hinta on keskeinen kriteeri toimittajan valinnalle (Linna ym. 2007.)

Strategisella toimittajalla on suuri merkitys kärkiyritykselle. Yhteistyöntarve on molemminpuolinen. Parhaimmillaan strateginen toimittajuus kehittyy kumppanuudeksi, joka mahdollistaa pitempiaikaisen sopimussuhteen. Myös valintaprosessi eroaa standarditoimittajasuhteesta, sillä siinä korostuvat keskinäinen luottamus, ja win-win -periaatteen mukainen toiminta ja sitoutuminen yhteistyöhön. Lisäksi siihen liittyy avoimuus ja yhteisten tavoitteiden ja strategioiden määrittäminen, ja siten sen tärkein valintakriteeri on kehityspotentiaali (Linna ym. 2007). Kärkiyritys on määritelty yritykseksi, joka toimii strategisen verkoston veturiyrityksenä ja on arvoketjussa strategisen verkoston asiakasrajapinnassa. Voidaan kuitenkin myös sanoa, että jokainen yritys on oman toimittajaverkostonsa kärkiyritys. Kyse on tarkastelijan näkökulmasta (Kohtamäki 2005).

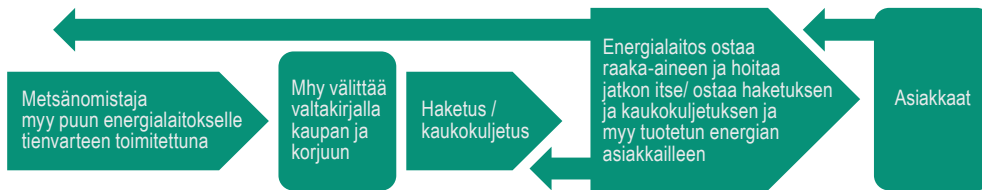
Standarditoimittajuuden ja strategisen kumppanuuden lisäksi on olemassa myös esimerkiksi järjestelmätoimittajuuksia. Siinä toimittaja vastaa asiakkaalle suurempien kokonaisuuksien toimittamisesta. Tätä varten toimittaja kokoaa itsenäisistä yrityksistä itselleen verkoston, joka suorittaa tehtävän asiakkaan tarpeen mukaisesti. Verkostoon kuuluu eri tehtäviä ja osasuorituksia tekeviä verkostoyrityksiä sekä niiden alihankkijoita ja toimittajia (Linna 2007).

Arvoverkostojen kuvauksissa selvitetään toimijoiden roolit ja niiden väliset suhteet. Arvoverkostoja voidaan kuvata monella eri tavalla. Yritysten arvoverkostot voidaan esimerkiksi kuvata laajasti hahmottamalla niiden tarkoitusta. Toisaalta verkostot voidaan mallintaa myös hyvin tarkasti kuvaamalla erilaiset vaihdantasuhteet toimijoiden välillä sekä erilaiset kyvykkyydet ja resurssit, mitä tarvitaan tuottamaan yritysten välillä liikkuvaa arvoa (Hakonen ym. 2009).

2.3 Metsäenergialiiketoiminnan arvoverkot

Metsäenergian arvoketjuja ja niissä tapahtuvaa arvonmuodostusta on selvitetty Työ- ja elinkeinoministeriön toimeksiannosta (Pelli 2010). Energialaitosten, eli voima- tai lämpölaitoksen näkökulmasta voidaan erottaa neljä pääpiirteiltään toisistaan poikkeavaa arvoverkkoa (Pelli 2010):

Arvoverkko 1: Energialaitos ostaa puuraaka-aineen metsänomistajalta metsänhoitoyhdistyksen välittämänä tienvarteen toimitettuna. Metsänhoitoyhdistys toimii ketjussa valtakirjalla välittäjänä, sillä metsänhoitoyhdistys ei saa omistaa puuta. Metsänhoitoyhdistys voi tarjota myös korjuupalvelun tienvarteen. Energialaitos hoitaa raaka-aineen jatkokäsittelyn joko itse tai ostamalla palveluina haketuksen ja kuljetuksen hakkuri/kuljetusyrittäältä tai puunkuljetuksen kuljetusyrittäältä, jolloin raaka-aine haketetaan laitoksella, käyttöpaikalla. Energialaitos voi ostaa palveluna myös logistiikan ohjauksen, usein sen tekee haketusyritys. Kuljetuksen ja haketuksen voi toteuttaa joko kaksi eri yritystä tai myös sama yritys. Yritys voi hoitaa myös logistiikan organisoimisen. Energialaitos myy energian asiakkailleen.



Kuva 4. Arvoverkko 1: Energialaitos ostaa puuraaka-aineen tienvarteen toimitettuna (Pelli 2010).

Arvoverkko 2: Energialaitos ostaa hakkeen suoraan siiloon toimitettuna (nuolet kertovat rahavirtojen suunnan) metsäteollisuuden hankintaorganisaatiolta tai joltain muulta hankintaorganisaatiolta (esim. Vapo tai L & T Biowatti). Usein tässä tapauksessa on kyseessä järjestelmätoimittajuus, jolloin toimittaja on vastuussa täysin raaka-aineen hankinnasta. Toimittaja on vastuussa myös hakkeen laadusta. Voima- tai lämpölaitos myy energian asiakkailleen.



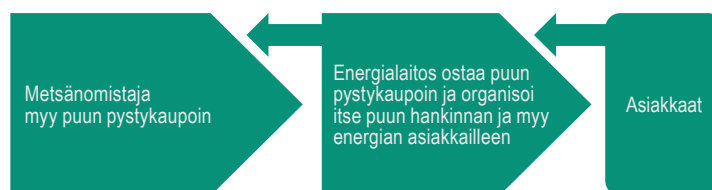
Kuva 5. Arvoverkko 2: Energialaitos ostaa hakkeen siiloon (Pelli 2010).

Arvoverkko 3: Energialaitos ostaa hakkeen suoraan siiloon. Metsänhoitoyhdistys toimii välittäjänä sekä puun ostossa että hankintapalveluiden tuottamisessa. Hankintapalveluihin kuuluvat sekä kaukukuljetus että haketus. Koska metsänhoitoyhdistys ei voi omistaa raaka-ainetta, raaka-aineen omistajuus siirtyy siten suoraan metsänomistajalta energialaitokselle.



Kuva 6. Arvoverkko 3: Metsänhoitoyhdistys toimii välittäjänä puun ostossa ja hankintapalveluiden tuottamisessa (Pelli 2010).

Arvoverkko 4: Energialaitos ostaa metsänomistajalta puun pystykaupoin ja organisoii sen hankinnan itse.



Kuva 7. Arvoverkko 4: Energialaitos organisoii hakkeen hankinnan itse (Pelli 2010).

Pelli (2010) on vertaillut myös eri ketjujen luomaa arvoa. Ketjuissa 1 ja 4 energialaitos pääsee itse vaikuttamaan hakkeen laatuun. Isot hankintaorganisaatiot (metsäteollisuusyritysten yms.) ja metsänhoitoyhdistysten ohjaamat toiminnot pystyvät toimittamaan suuria määriä raaka-ainetta. Se mahdollistaa myös suuret kertasopimukset. Metsänhoitoyhdistysten ohjaamat verkostot ovat Pellin mukaan myös toimitusvarmuuden suhteen hyvässä asemassa, sillä yhdistyksillä on hyvät suhteet metsänomistajiin. Sanktioiden puutteen on kuitenkin todettu heikentävän toimitusvarmuutta. Laadun suhteen parhaana ketjuna tuodaan esiin arvoverkko 4, jossa energialaitos organisoii hankinnan itse.

Yksi laitos voi soveltaa samanaikaisesti montaa arvoverkkoa metsähakkeen hankinnassa. Silloin osa metsähakkeesta voidaan hankkia esimerkiksi itse ja osa voidaan hankkia muita tapoja soveltaen.

3 Aineistot ja menetelmät

3.1 Aineistot

Metla kerää vuosittain kiinteiden puupolttoaineiden (metsähake, teollisuuden puutähdehake, puru, kuori ym.) käyttömäärät lämpö- ja voimalaitoksissa. Tiedot julkaistaan muun muassa Metsätilastollisessa vuosikirjassa (esim. Metsätilastollinen vuosikirja 2012). Ne sisältyvät myös Tilastokeskuksen energiataloustietoihin. Metlan tilastoissa on yhteensä noin 865 puupolttoainetta käyttävää energiantuotantolaitosta.

Tämän tutkimuksen tutkimusaineisto kerättiin Webropol-kyselyllä huhtikuussa 2013 osalta Metlan rekisterin laitoksilta. Kysely lähetettiin sähköisesti 515 laitokselle, joiden puunhankinta ja toiminta ennakkotietojen mukaan ei perustunut yksinomaan suurten metsäyhtiöiden tai vastaavien hankintaorganisaatioiden toimintaan. Näiden yritysten tilanne selvitetään erikseen.

Lähetetyistä sähköisistä viesteistä palautui 89 takaisin lähettäjälle vastuuhenkilön tietojen muuttamisen vuoksi. Kyselyn sai siten yhteensä 426 energiantuotantolaitosta. Vastauksia saatiin yhteensä 130. Vastausprosentti oli 31. Laitoksista 29 ilmoitti, että niissä ei käytetty ollenkaan metsähaketta. Jatkokysymykset eivät koskeneet näitä laitoksia.

3.2 Metsähaketta käyttävät energiantuotantolaitokset

Metsähaketta käyttäviä laitoksia aineistossa oli yhteensä 101 ja näistä poistettiin neljä, koska ne osoittautuivat suurten metsäteollisuusyritysten laitoksiksi. Analyysissä on siten mukana 97 energialaitosta.

Laitokset oli perustettu keskimäärin 15 vuotta sitten. Laitoksista 8 % oli perustettu ennen 1980-lukua, 26 % vuosina 1980–1999 ja loput 66 % 2000-luvulla. Osaa vanhemmista laitoksista oli uusittu ja laajennettu useita kertoja 2000-luvulla. Valtaosassa metsähakkeen käyttö oli aloitettu 2000-luvulla ja 19 laitoksessa vuosina 1990–1999. Yhdeksässä laitoksessa metsähakkeen käyttö oli aloitettu jo ennen vuotta 1990.

Yhtiömuodoltaan yritykset olivat pääosin osakeyhtiöitä. Mukana oli kymmenen osuuskuntaa ja 12 kunnallista tai kaupungin liikelaitosta. Loput liittyivät muuhun toimintaan, esimerkiksi kouluun, maatalaan tai yhdistystoimintaan. Pääomistaja oli kunta tai kuntayhtymä 47 prosentissa laitoksista. Yksityiset ihmiset omistivat 36 % laitoksista ja toinen yritys 13 % laitoksista. Valtio oli yhden laitoksen omistaja. Osan omisti metsänhoitoyhdistys tai jokin muu taho.

Itse energiantuotantolaitos oli muun tahon omistuksessa 11 prosentissa laitoksista ja 71 prosenttia toimi itse omistamassaan laitoksessa. Lisäksi 4 toimijaa osti energiaa toimittajilta ja välitti sitä. Suurin osa laitoksista (yli puolet) toimitti energiaa suoraan kuluttajille, 12 % omaan käyttöön, seitsemän prosenttia välittäjille ja muita käyttökohteita oli 11 prosentilla laitoksista. Kuluttajat olivat tyypillisimpiä asiakkaita sekä omilla laitoksilla että muiden omistamilla laitoksilla. KEMERA-tukea energiapuun korjaukseen oli saanut 11 prosenttia laitoksista.

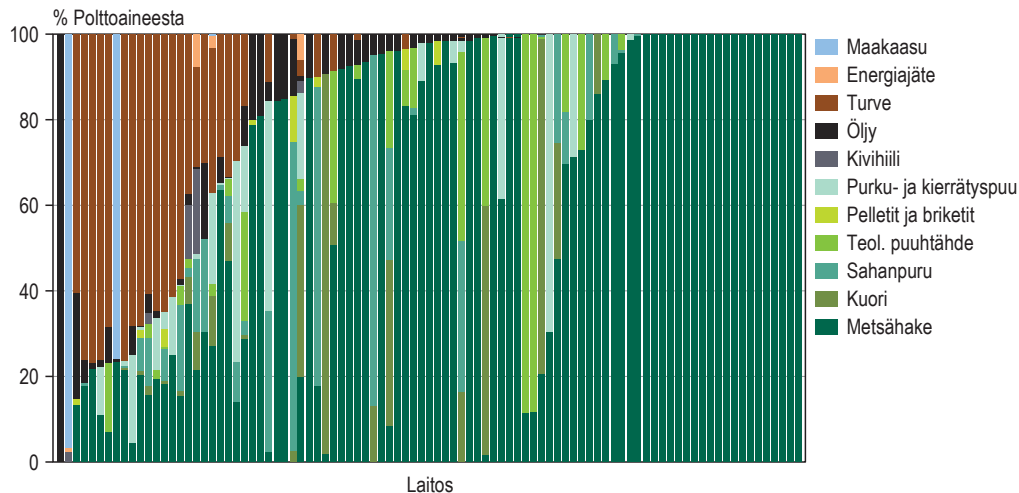
4 Tulokset

4.1 Laitoksissa käytetyt polttoaineet

Aineiston laitoksista melkein 80 prosenttia (76 laitosta) tuotti lämpöä ja muut harjoittivat yhdistettyä sähkön ja lämmön tuotantoa. Pääsääntöisesti vain metsähaketta (yli 90 % käytetyistä polttoaineista) oli vuonna 2012 käytetty 38 laitoksessa (40 % vastanneista). Tukipolttoaineina käytettiin pieniä määriä öljyä (14 laitosta) sahanpurua, purkupuuta tai teollisuuden puutähdettä. Tukipolttoaineen osuus oli useimmiten vain muutaman prosentin luokkaa. Yhteensä 57 laitoksessa eli vajaalla 60 prosentilla metsähakkeen osuus käytetystä polttoaineesta oli yli puolet (taulukko 2). Metsähakkeen osuus käytetyistä polttoaineista oli keskimäärin noin 60 prosenttia. Yhdeksässä laitoksessa metsähaketta ei käytetty ollenkaan polttoaineena vuonna 2012. Kolmellatoista laitoksella poltettiin turvetta yli puolet käytettyjen polttoaineiden kokonaismäärästä. Muutamalla laitoksella poltettiin vuonna 2012 pääsääntöisesti kuorta, sahanpurua ja teollisuuden puutähdettä. Osalla (21 %) poltettiin monia eri polttoaineita.

Taulukko 2. Eri polttoaineita pääpolttoaineena (yli 50 % käytetystä kokonaispolttoainemäärästä) vuonna 2012 käyttäneiden laitosten %-osuus ja lukumäärä.

Polttoaine	Tämän polttoaineen osuus kokonaismäärästä oli yli puolet, % (laitosten lukumäärä)
Metsähake	58 (57)
Kuori	3 (3)
Sahanpuru	3 (3)
Teollisuuden puutähde	2 (2)
Purkupu	1 (1)
Öljy	1 (1)
Turve	13 (13)
Ei yli 50 % yhtä polttoainetta	18 (17)
Yhteensä	100 (97)

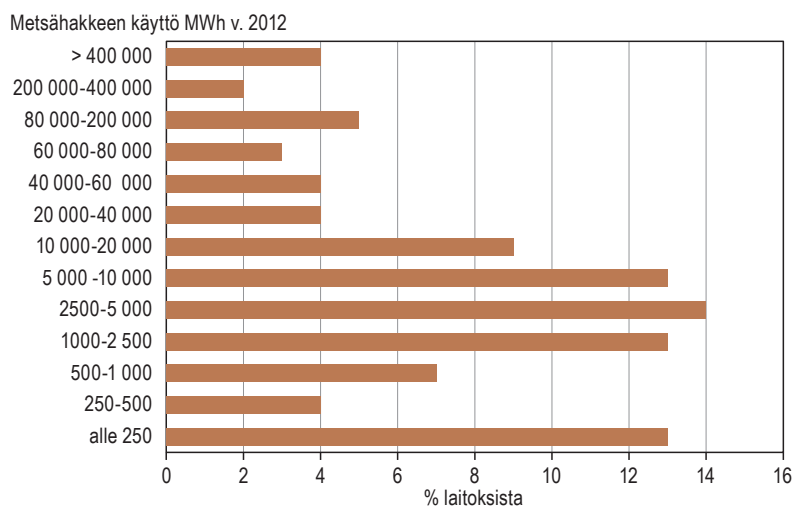


Kuva 8. Käytettyjen polttoaineiden jakautuminen energialaitoksissa, % kokonaismäärästä vuonna 2012 (järjestetty käytetyn biopolttoaineosuuden mukaan, n=95).

Yhteensä 77 laitosta käytti yli puupohjaisia (tässä metsähake, kuori, sahanpuru, teollisuuden puutähde, pelletit ja briketit, purku- ja kierrätyspuu) polttoaineita yli puolet polttoainetarpeestaan (kuva 8). Näiden joukossa oli kahden tyyppisiä laitoksia. Ensinnäkin laitokset, jotka käyttävät paljon metsähaketta ja toisaalta laitokset, joille merkittävä osa polttoaineesta on teollisuudesta tuleva puu (kuori, sahanpuru, teollisuuden puutähde). Viimeksi mainitut toimivat useimmiten teollisuuslaitoksen yhteydessä.

Suuri osa metsähaketta käyttävistä energialaitoksista oli melko pieniä laitoksia. Pelkästään lämpöä tuottavissa laitoksissa metsähakkeen osuus käytetyistä polttoaineista oli keskimäärin kolme neljäsosaa, kun vastaava osuus oli neljäsosa yhdistetyssä lämmön ja energian tuotannossa.

Kuvassa 9 nähdään metsähakkeen käyttömäärien jakauma energialaitoksittain vuonna 2012. Puolet (51 %) energialaitoksista käytti metsähaketta vähemmän kuin 5 000 MWh, eli alle 6 500 i-m³ vuonna 2012. Laitosten joukossa on myös yli 400 000 MWh eli 0,5 milj. i-m³ käyttäneitä energialaitoksia (1 MWh = 1,25 i-m³).



Kuva 9. Metsähakkeen käyttö energialaitoksissa vuonna 2012 (n=95).

4.2 Metsähakkeen hankinta

4.2.1 Määritelmiä

Metsähakkeen hankintajärjestelmä rakentuu suurelta osin sen mukaan, missä ketjun vaiheessa haketus tapahtuu ja siten myös millaisena raaka-aine kuljetetaan energialaitokselle (luku 2.1). Koska tässä työssä tarkastellaan metsähakkeen hankintaa energialaitoksen, eikä niinkään hankintaorganisaation näkökulmasta (lukuun ottamatta tilannetta, jossa energialaitos tekee kaiken omatoimisesti) jaotellaan metsähakkeen hankinta hakkeen tai puun vastaanottoaikaan mukaan. Metsähake voidaan toimittaa energialaitokselle suoraan siiloon, laitoksen varastokentälle, tai välivarastoon, josta se haetaan energialaitoksen toimesta. Hake voidaan hankkia energialaitokselle myös ostamalla se suoraan jonkun muun toimijan terminaalista. Puu voidaan ostaa pystykaupoin tai tienvarteen toimitettuna. Haketus ja kaukokuljetus voidaan tehdä omatoimisesti energialaitoksen toimesta, tai hankinnassa voidaan käyttää metsänhoitoyhdistystä (valtakirjalla) puun ja hankintapalveluiden välittäjänä, tai hake voidaan hankkia täysin jonkun muun hankintaorganisaation toimittamana.

4.2.2 Metsähakkeen toimituspaikat

Yleisimmin tutkimusaineiston laitoksille hankittiin metsähake tai ainakin osa metsähakkeesta valmiiksi hakettuna suoraan siiloon tai laitoksen varastoon. Kahdelle kolmesta laitoksesta valtaosa hakkeesta hankittiin näin (taulukko 3). Jos tämä oli valittu hankintatavaksi, se oli useimmiten myös ainoa tai pääasiallinen toimitustapa. Joissakin tapauksissa sitä tuettiin esimerkiksi hankkimalla itse pieniä määriä haketta suoraan terminaalista tai hankkimalla ja korjaamalla se itse.

Välivarastoon tai terminaaliin toimitettuna haketta hankki yhteensä 13 % laitoksista. Useimmiten tämä hankintatapa tuki muita hankintatapoja. Ainoastaan neljällä energialaitoksella tämä hankintatapa oli ainoa tai edes pääasiallinen hakkeen hankintatapa. Suoraan terminaalista haketta hankittiin yhteensä kuudelle laitokselle. Näistä muutamalla se oli ainoa tapa. Molemmat olivat alueellisia lämpölaitoksia.

Itse energiapuuta osti, korjautti ja haketti myös 13 % laitoksista. Näistä noin puolet eli kuusi laitosta hankki pääasiallisesti tai kaiken hakkeen itse. Lisäksi omista metsistä energiapuuta hankki, korjasi, kuljetti ja haketti itse kuusi laitosta. Näistä neljällä laitoksella se oli ainoa hankintatapa.

Jotakin muuta tapaa hankinnassa käytti yhteensä 24 % energialaitoksista. Kaiken tai lähes kaiken hakkeen tai sen raaka-aineen hankki muulla tavoin yhteensä 15 % laitoksista. Näistä osalle energiapuu ostettiin tienvarresta ja urakoitsija haketti sen. Muutama osti energiapuun myös tienvarresta, mutta haketti sen itse ja kahdella laitoksella ostettiin lämpöä yrittäjältä, joka hoiti kaiken omatoimisesti. Lisäksi yksi osti energiapuun pihaan toimitettuna ja haketti sen itse.

Useammalle kuin kolmelle neljästä tutkimuksen energialaitoksista metsähake tai sen raaka-aine toimitettiin vain yhtä ainoaa toimitustapaa soveltaen. Yhden toimitustavan suosiminen on tyypillistä erityisesti vähän metsähaketta käyttävillä laitoksilla.

Taulukko 3. Hakkeen toimituspaikat, laitosten lukumäärä (vastausten lukumäärä ei ole sama kuin laitosten lukumäärä, koska yhdellä laitoksella voi olla useampia toimituspaikkoja).

Yhteensä vastanneita laitoksia	Siiloon/laitoksen varastolle toimitettuna	Välivarastoon toimitettuna	Laitos hankki energiapuun itse	Hankki terminaalista	Hankki omista metsistä	Muu tapa
94 kpl	64	13	13	6	6	23

Taulukko 4. Metsähakkeen hankintatapojen osuudet laitoksen metsähakkeen käyttömäärien perusteella ($i\text{-m}^3 = 0,8 \text{ MWh}$).

Metsähakkeen käyttö energialaitoksella vuonna 2012 ($i\text{-m}^3$)	Hankintatapa toimituspaikan mukaan, (tavan osuus luokan sisällä)				Yht. %	Yht. lkm
	1 tapa	2 tapaa	Useita hankintatapoja	Pääasiallinen + tukeva tapa		
-1000	77	0	6	17	100	18
1 000–5 000	78	4	0	18	100	28
5 000–10 000	73	0	0	27	100	15
10 000–25 000	92	8	0	0	100	13
25 000–75 000	67	0	11	22	100	9
75 000–125 000	67	33	0	0	100	3
125 000–250 000	67	0	0	33	100	3
yli 250 000	17	0	33	50	100	6
Yhteensä	74	3	4	19	100	95

Neljännekselle laitoksista metsähake tai sen raaka-aine hankittiin käyttäen kahta tai useampaa toimitustapaa. Kun käytettiin kahta tapaa, keskitettiin hankinta useimmiten yhdelle pääasialliselle toimitustavalle (vähintään 80 % päätoimitustavalla), jota tuettiin toisella tavalla. Tukeva toimintatapa perustui usein laitoksen omaan metsähakkeen hankintaan. Tällöin voidaan myös ylläpitää omaa osaamista. Tällainen toimintatapa oli valittu joka viidennessä laitoksessa. Kiinnostavaa oli, että tapa oli käytössä sekä vähän että paljon metsähaketta käyttävillä laitoksilla.

Harvinaisempia toimintatapoja ovat hankinnan jakaminen kahdelle tai useammalle tasavahvalle tavalle. Viidelle laitokselle haketta tai sen raaka-ainetta toimitettiin kahdella tavalla ja neljä laitosta hankki hakkeen soveltaen vielä useampia toimitustapoja. Jälkimmäisistä kaksi oli paljon metsähaketta käyttävää (taulukko 4).

4.2.3 Toimittajien lukumäärät

Ulkopuolisten hakkeen toimittajien lukumäärä kasvaa pääsääntöisesti hakemäärien kasvaessa (taulukko 5). Kuitenkin joissakin tapauksissa pienilläkin käyttömäärillä käytettiin useita toimittajia. Yleisimmin käytössä näytti olevan 1–2 hakkeen toimittajaa.

Taulukko 5. Ulkopuolisten toimittajien lukumääräosuudet laitoksen metsähakkeen käyttömäärien perusteella ($i\text{-m}^3 = 0,8 \text{ MWh}$).

Metsähakkeen käyttö energialaitoksella vuonna 2012, ($i\text{-m}^3$)	Ulkopuolisten toimittajien lukumäärä, (tavan osuus luokan sisällä, %)								Yht. %	Yht. lkm
	1	2	3	4	5	6	7	8		
- 1000	45	37	0	18	0	0	0	0	100	11
1 000 - 5 000	76	16	4	0	0	0	4	0	100	25
5 000 - 10 000	70	10	20	0	0	0	0	0	100	10
10 000 - 25 000	55	18	27	0	0	0	0	0	100	11
25 000 – 75 000	29	57	0	0	14	0	0	0	100	7
75000 – 125 000	67	33	0	0	0	0	0	0	100	3
125 000- 250 000	0	0	0	0	33	67	0	0	100	3
yli 250 000	20	0	0	0	40	20	0	20	100	5
Yhteensä	57	21	8	3	5	4	1	1	100	75

Jos laitos käyttää yhtä hakkeen toimitustapaa, niin tyypillisesti ulkopuolisia toimittajia on yksi tai kaksi. Muutamalle laitokselle toimitettiin kuitenkin metsäenergiaa yhdellä tavalla jopa seitsemän eri toimittajan toimesta.

4.3 Laitosten energiapuun korjuu-, käsittely- ja logistiikkalusto

4.3.1 Kalusto

Yli puolella energialaitoksista oli oma välivarasto tai terminaali polttoaineelle (taulukko 6). Vajaalla kolmasosalla oli syöttövarasto kattilan lähellä. Oma hakkuri oli viidenneksellä laitoksista ja oma murskain yhdeksällä energialaitoksella. Hakkurit olivat pääosin siirrettäviä, mutta murskaimet kiinteitä. Vain kaksi laitosta raportoi, että laitoksella oli siirrettävä murskain. Oma puunkorjuukalustoa oli joka kymmenennellä laitoksella, mutta omaa kuljetuskalustoa peräti viidenneksellä laitoksista. Oman korjuu- ja kuljetuskaluston omistamiseen ei näyttänyt vaikuttavan kuka omistaa laitoksen, mutta useimmiten pienillä lämpölaitoksilla oli omaa kalustoa.

Taulukko 6. Energialaitosten oma energiapuun korjuu-, käsittely- ja logistiikkalusto.

Kalusto	Kyllä, lkm	Osuus vastanneista, %
Syöttövarasto	28	30
Välivarasto/terminaali	53	56
Hakkuri, joista	19	20
kiinteä	4	4
siirrettävä	15	16
Murskain, joista	9	9
kiinteä	7	7
siirrettävä	2	2
Puunkorjuukalusto	11	12
Kuljetuskalusto	21	22
Muuta kalustoa	5	5

4.3.2 Puun osto

Metsähakkeen raaka-aineen ostaa metsänomistajalta useimmiten (yli 60 % laitoksista kokonaan) hakkeen toimittaja, mutta viidennes laitoksista osti raaka-aineen itse.

Lämmön tuotantolaitoksissa oli tyypillisempää, että puu ostettiin itse (yli 80 % osto-osuus). CHP-laitoksista, jotka yleensä olivat edellisiä suurempia, vain yhdessä puu ostettiin laitoksen toimesta.

Taulukosta 7 nähdään, että tyypillisin tapa hankkia polttoaine energialaitokselle on toimittajakeskeinen. Silloin metsähakkeen toimittaja ostaa puun metsänomistajalta omaan lukuunsa ja energialaitoksella ei ole minkäänlaista energiapuunkäsittely- tai logistiikkalustoa, joten toimittaja myös kuljettaa tai kuljetuttaa metsähakkeen laitokselle. Yleinen tapa oli myös, että energialaitos ostattaa puu toimittajalla, mutta hakettaa tai murskaa sen itse omalla koneella. Viidellä laitoksella raaka-aineen osti toimittaja, mutta laitoksella oli omaa kuljetuskalustoa. Muutamilla oli myös omaa korjuukalustoa sekä oma hakkuri tai murskain.

Taulukko 7. Hankintaketjujen jakautuminen kaluston omistuksen ja puunoston mukaan.

Hankintaketjun tyyppi	Lukumäärä	Osuus laitoksista, %
Toimittaja ostaa puun - ei omaa kalustoa	50	56
Toimittaja ostaa puun ja oma hakkuri/murskain	10	11
Toimittaja ostaa puun ja oma kuljetuskalusto	5	6
Toimittaja ostaa puun ja oma korjuukalusto +hakkuri/murskain	1	1
Toimittaja ostaa ja oma kuljetuskalusto + hakkuri/murskain	1	1
Toimittaja ostaa puun ja oma korjuu-, kuljetuskalusto + hakkuri/murskain	1	1
Ostaa itse - ei omaa kalustoa	7	8
Ostaa itse puun ja oma hakkuri/murskain	1	1
Ostaa itse puun ja oma korjuu kalusto +hakkuri/murskain	1	11
Ostaa itse puun ja oma kuljetuskalusto	3	3
Ostaa itse ja oma kuljetuskalusto + hakkuri/murskain	4	5
Ostaa itse puun ja oma korjuu-, kuljetuskalusto + hakkuri/murskain	5	6
Yhteensä	89	100

Toinen tapa hankkia polttoainetta on ostaa puu itse metsänomistajalta ja teettää muut työt ulkopuolisilla tai tehdä osa työvaiheista itse. Puunoston on katsottu olevan itsellä, jos puun osto-osuus on ollut yli 80 prosenttia. Puunosto on kuitenkin tällöin voitu antaa myös metsänhoitoyhdistykselle, joka ostaa puun valtakirjalla energialaitoksen laskuun. Lisäksi viidellä laitoksella tehtiin kaikki ketjun vaiheet ostosta polttoon saakka itse.

Koko ketju oli omassa hallinnassa laitoksissa, jotka käyttivät vain suhteellisen vähän metsähaketta. Toimittaja teki kaikki työt lähes yhtä usein sekä pieniä että suuria määriä metsähaketta käyttävissä laitoksissa.

Kaluston omistus ei näyttänyt vaikuttavan käytettyjen hankintatapojen lukumäärään. On aivan luonnollista, että ulkopuolisten toimittajien lukumäärä on vähäisin sellaisilla laitoksilla, joilla itsellään on paljon omaa energiapuunkäsittely- ja logistiikkakalustoa. Laitostyypillä (lämpö tai CHP) ei näyttänyt olevan vaikutusta kaluston omistukseen.

4.4 Toimittajat

Raaka-aineen toimittajat ovat hyvin erityyppisiä. Osalle tutkimusaineiston laitoksista polttoaineen toimittaa iso, usein metsäteollisuusyrityksen puunhankintaorganisaatio, ja osalle taas pieni korjuuyritys. Hyvin usein toimittajia oli useita, eikä näin ole olemassa yhtä tyyppillistä toimittajaa.

Raaka-aineen toimittajat valitaan useimmiten useiden tekijöiden perusteella (42 % laitoksista). Valintaperusteina mainitaan useimmiten useita tekijöitä kuten laatu, hinta ja toimitusvarmuus. Valintaperusteena on pidetty myös kaluston sopivuutta omaan hankintaketjuun.

Ainoastaan hinnan perusteella toimittaja oli valittu varsin usein (14 % laitoksista). Pelkästään laadun perusteella ei toimittajaa valittu yhdelläkään energialaitoksella. Aina ei vaihtoehtojakaan ole tarjolla, sillä seitsemän prosenttia energialaitoksista valitsi toimittajan sillä perusteella, että tämä on ainoa toimittaja alueella. Hankintatapa ja ulkopuolisten toimittajien tai laitoksen kalusto eivät vaikuttaneet valintakriteereihin.

Toimittajat arvioidaan tyypillisesti kerran vuodessa (n. 40 % laitoksista). Harvemmin kuin kerran viidessä vuodessa toimittajat arvioitiin viidenneksessä laitoksista. CHP -laitoksissa arviointi tehtiin keskimäärin useimmin. Viisi energialaitosta vaati toimittajiltaan jonkinlaista toiminnan sertifiointia.

4.5 Hankinnan toimivuus

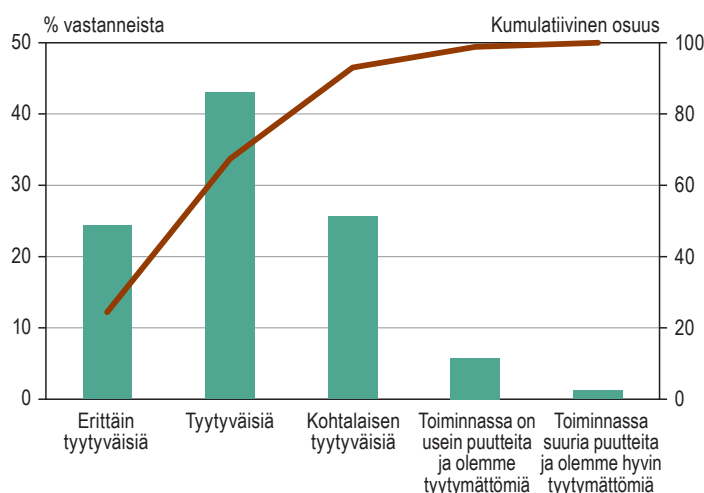
4.5.1 Hankinnan ongelmat

Suurin osa vastaajista oli vähintään kohtalaisen tyytyväisiä raaka-aineen tai metsähakkeen toimittajiinsa (kuva 10). Neljännes oli erittäin tyytyväisiä toimintaan. Vain muutamalla energialaitoksella toimintaan oltiin tyytymättömiä tai siinä koettiin olevan puutteita.

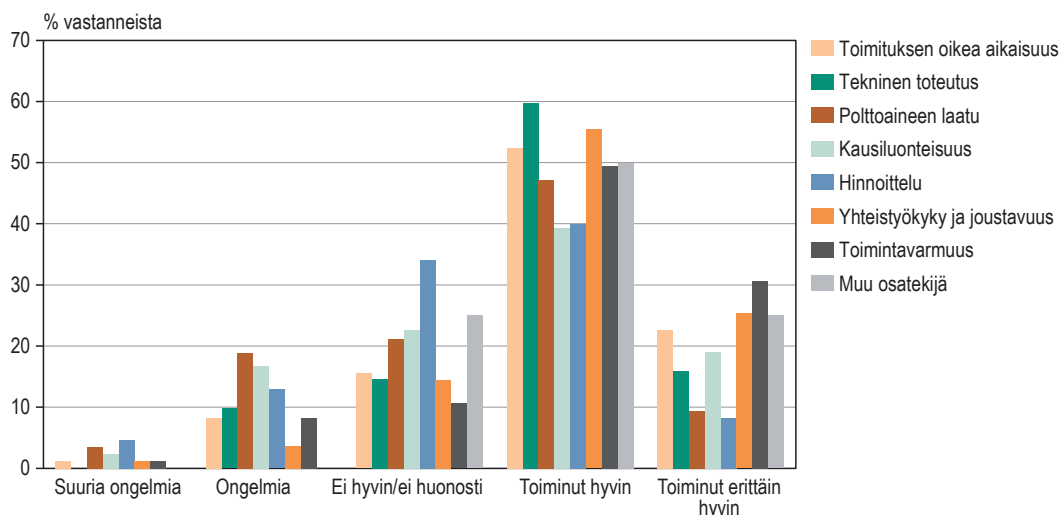
Toimittajien valintakriteerit eivät suuresti vaikuttaneet mielipiteeseen toiminnasta. Kuitenkin usean tekijän mukaan ottaminen valintakriteeriksi näytti tuottavan toimittajia, joiden toimintaan oltiin tyytyväisempiä.

Energialaitoksilla oltiin pääsääntöisesti tyytyväisiä kaikkien osatekijöiden toimivuuteen (kuva 11). Ongelmia on ollut suhteellisen vähän ja suuria ongelmia hyvin vähän. Vastausten jakaumat ovat lähes samankaltaisia kaikilla osatekijöillä. Ongelmia oli eniten polttoaineen laadussa, kausiluonteisuuden hoidossa sekä hinnoittelussa.

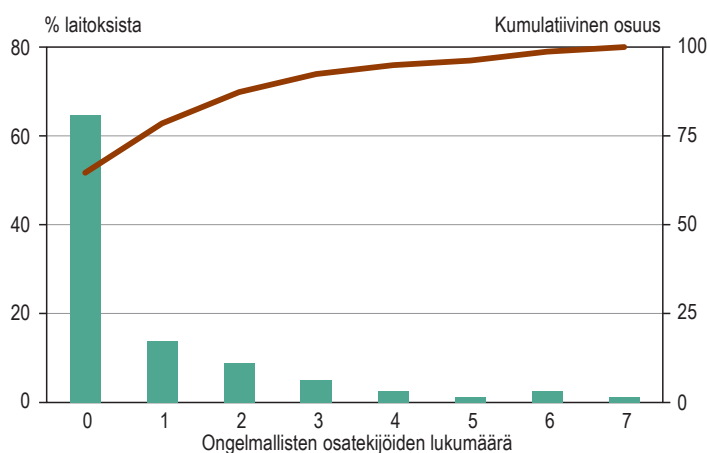
Kahdella kolmasosalla laitoksia kaikki puunhankinnan osa-alueet sujuivat ongelmitta (kuva 12). Toisaalta aineistossa oli myös muutamia laitoksia, joiden puun hankinnassa on useita ongelmakohtia. Hankintatapojen tai ulkoisten hankkijoiden lukumäärä ei vaikuttanut osatekijöiden ongelmallisuuteen. Laitoksen sijainnilla, laitostyyppillä, energialaitoksen omistuksella eikä asiakasrakenteellakaan näyttänyt olevan merkitystä ongelmien esiintymiseen. Mielenkiintoista oli havaita, että toimittajien uudelleenarvioinnin tapahtuessa harvemmin, oltiin tyytyväisempiä eri osatekijöiden toimivuuteen, kuin laitoksissa, joissa toimittajat arvioitiin kerran vuodessa. Tämä voi johtua siitä, että arviointia ei katsota tarpeelliseksi tehdä useammin, koska toiminta sujuu kaikilta osin hyvin, tai se voi johtua toisaalta siitä, että harvoin arvioitaessa ei tunnisteta ongelmakohtia.



Kuva 10. Energialaitosten arvio metsähakkeen toimittajayritysten toiminnasta. Vihreät palkit kertovat tyytyväisyysluokan prosenttiosuuden kaikista vastanneista laitoksista ja ruskea viiva kertoo tyytyväisyyden luokat yhteenlaskettuna (n=86).



Kuva 11. Toimittajien tarjoaman palvelun laatu osatekijöittäin, prosentiosuudet vastaajalaitosten lukumäärästä.



Kuva 12. Ongelmia kokeneiden laitosten osuus koko laitosmäärästä ongelmien lukumääräluokissa (n=79).

4.5.2 Parannusehdotuksia energialaitosten näkökulmasta

Energialaitosten edustajat toivoivat polttoaineen toimittajilta ennen kaikkea parempaa kosteuden hallintaa ja polttoaineen laatua sekä esimerkiksi hankinnan parempaa ajoittamista. Myös yhtenäisen hinnoittelun toive esitettiin usein. Seuraavassa muutamia lainauksia:

”Eri hakelajikkeiden kohdistaminen oikealle vuodenaikalle, eli - metsätähteet ja kosteat polttoaineet kesälle, syksylle ja loppukeväälle. Ongelmakohteet olisi ajettava kesällä ja syksyllä tai loppukevästä (toukokuu). Rankahakkeet ja kuivat polttoaineet talvelle ja keväälle. Eli mahdollisimman kuivia metsätähteitä jätettävä talvikuukausille. Kaikki aumat on peitettävä riittävän leveällä peitteellä. Kaikki metsätähde-erät on jätettävä kuivumaan palstalle riittävän pitkäksi aikaa, vähintään 4 viikkoa kesällä, jotta neulaset jäävät metsään! Aumojen sijoitteluun panostettava enemmän - oltava kuiva ja tuulinen paikka, ei notkoon eikä varjoisaan paikkaan!”

”Logistiikkaa pitäisi hioa ja niiden saada siitä etu, jotka siihen panostavat. Nyt hintaero hyvien ja huonojen asiakkaiden välillä on liian pieni. Siis huonosti kasat ja paikat yms. järjestävät asiakkaat hyötyvät hyvin asiansa järjestävien kustannuksella.”

”Useilla tienvarsihaketusketjuihin perustuvilla toimittajilla erittäin suuria ongelmia toimitusvarmuudessa, toiminnan laadussa ja sovitussa toimitusrytmissä pysymisessä. Pakkasten iskiessä ja kulutuksen kasvaessa toimitusmäärät romahtavat ja piristyvät vasta kun kevät jälleen lämpenee. Sydäntalven yli selvittää vain varastojen turvin. Ylitarjontaa kesäaikaan. Ja ongelmat toistuvat vuodesta toiseen vaikka ne ovat tiedossa. Hakettamattoman energiapuun toimitusketjut toimivat paremmin - erityisesti energiakuitupuun toimittajien osalta.”

”Polttoainevarastot ja niiden laatu tulee tuntea ja ne pitää ketjuttaa sen mukaan. Parasta kuitupuukokoista < 35 % kosteaa käytetään talvella, karsittua rankaa < 40 % keväällä ja syksyllä, kokopuuta vain kesällä, hakkuutähteitä ei koskaan. Yli 40 % kosteaa puuta ei pidä polttaa. Ostajan tulee ensisijaisesti tietää laatu.”

”Avoin keskustelu hinnoittelusta ja energiapuun hintaindeksi (alueellinen)”

4.6 Tulevaisuuden odotukset

Tulevaisuudessa metsähakkeen käytön uskottiin kasvavan. Reilusti yli puolet vastaajista arvioi, että metsähakkeen käyttö omassa laitoksessa kasvaa lähitulevaisuudessa. Osa (6 %) uskoi käytön kasvavan nopeasti (taulukko 8). Vain viidessä laitoksessa käytön arvioitiin vähenevän, yhdessä jopa nopeasti. Teollisuudesta tulevan hakkeen käytön arvioitiin pikemminkin pysyvän nykyisellään.

Taulukko 8. Energiantuotantolaitosten arvio energiapuun käyttöön kehityksestä omassa laitoksessa seuraavien 3 vuoden aikana, % vastanneista.

Ennuste	Metsästä tuleva hake	Teollisuudesta tuleva hake
Kasvaa nopeasti >30 %	6	
Kasvaa 10 %-29 %	47	16
Pysyy ennallaan	42	59
Vähenee 10 %-29 %	4	18
Vähenee nopeasti >30 %	1	
Ei osaa sanoa		7
Yhteensä	100	100
Laitosten lukumäärä	90	73

5 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tämä raportti liittyy Metlan ja VTT:n ForestEnergy 2020 – tutkimus- ja innovaatio-ohjelman tutkimushankkeeseen ”Puuenergian hankintayritysten liiketoimintamallit ja menestystekijät. Tutkimushankkeen tarkoitus on tunnistaa metsäenergiapuun hankinnan organisoimien arvoverkot ja -verkostot ja selvittää hankintayritysten toiminnan kannattavuutta ja ongelma- sekä kehityskohteita. Raportti liittyy hankkeen ensimmäiseen osavaiheeseen, jossa tarkastellaan metsäenergiapuun

hankintaa metsähaketta käyttävien energialaitosten näkökulmasta. Raportissa on selvitetty energialaitosten metsähakkeen käyttöä, toimintaa, toimintamalleja, metsähakkeen toimitustapoja ja toimitusten ongelmia ja toimivuutta. Tutkimus perustuu sähköiseen kyselyyn energialaitoksille.

Reilu puolet vastanneista laitoksista käytti metsähaketta pääpolttoaineenaan (yli 50 % käytetystä polttoaineesta) vuonna 2012. Osalla laitoksista metsähaketta käytettiin kuitenkin vain hyvin vähäisiä määriä. Suurin osa laitoksista oli aloittanut metsähakkeen käytön 2000-luvulla, vanhimmat jo vuosia aiemmin. Suurin osa laitoksista tuotti energiaa suoraan kuluttajille, osa välittäjille ja osa myös omaan käyttöön tai muille erikseen nimetyille käyttökohteille.

Energialaitokset poikkeavat toisistaan monessa suhteessa. Osa on pieniä, omaan käyttöön energiaa toimittavia lämpölaitoksia ja osa suuria voimalaitoksia, joissa tuotetaan sekä sähköä että lämpöä. Myös metsähakkeen hankinta voidaan järjestää energialaitokselle monella eri tavalla ja toiminnassa mukana olevien toimijoiden kirjo on laaja. Vaikka laitokset ja metsähakkeen hankintatavat ja laitosten arvoverkostojen rakenne poikkeavat suurestikin toisistaan, on merkille pantavaa, että polttoaineen hankinta näyttää lähes kaikkialla toimivan hyvin.

Pääasiallisesti (kahdelle kolmesta) metsähake toimitetaan valmiina hakkeena suoraan laitoksen siiloon tai varastoon. Osalle laitoksista hake toimitetaan välivarastoon tai terminaaliin, josta se noudetaan laitoksen toimesta. Osa hankkii energiapuun kokonaan omatoimisesti joko omista metsistä tai muualta. Joissakin tapauksissa hake tai osa hakkeesta voidaan ostaa myös suoraan terminaalista. Yhdelle laitoksellekin metsähaketta voidaan hankkia monella tavalla, mutta valtaosalla sovelletaan kuitenkin vain yhtä hankintatapaa. Varsinkin laitoksille, joiden metsähakkeen käyttömäärät olivat suhteellisen vähäisiä, hankittiin metsähake yhdellä tavalla. Tyypillisesti ulkopuolisia hakkeen toimittajia on yhdellä laitoksella kuitenkin muutamia.

Yleisimmin metsähakkeen toimittaja ostaa puun metsänomistajalta, hakettaa (tai haketuttaa) ja kuljettaa (tai kuljetuttaa) sen joko laitokselle tai terminaaliin. Toimittaja on silloin usein koonnut itsenäisistä yrityksistä itselleen verkoston, johon kuuluu eri tehtäviä ja osasuorituksia tekeviä verkostoyrityksiä ja mahdollisesti niiden alihankkijoita. Toimittaja vastaa asiakkaalle koko hankinnan järjestämisestä. Tällöin voidaan ajatella, että kyseessä on järjestelmätoimittajuus. Energialaitos ostaa puupolttoaineen toimittajalta kuin minkä tahansa muun polttoaineen valmiina tuotteena ja puuraaka-aineen omistus siirtyy metsänomistajalta ensin hankintayritykselle ja hankintayritykseltä energialaitokselle. Tässä tapauksessa arvoverkosto energialaitoksen näkökulmasta muodostuu usein ainoastaan hakkeen hankinnasta hankintaorganisaatiolta (joka kuitenkin edelleen muodostaa oman arvoverkostonsa) ja toisaalta energialaitosten energian toimittamisesta ja myynnistä asiakkaille. Hankintaorganisaatio omistaa tässä ketjussa raaka-aineen. Pellin (2010) mukaan raaka-aineen omistajalla on tärkeä merkitys laadun hallinnassa, sillä raaka-aineen omistaja voi ohjata urakoitsijoiden työmenetelmiä esimerkiksi ohjeistuksin ja laatukriteerein.

Raaka-aineen omistuksen on todettu vaikuttavan hakkeen laatuun, koska raaka-aineen omistaja voi ohjata (urakoitsijoiden) työmenetelmiä ohjeistuksin ja laatukriteerein. Tämä on tärkeää myös siksi, että hinnoittelu perustuu usein tuotettuihin megawattitunteihin hankintaorganisaatioita käytettäessä (Pelli 2010). Energialaitos ei tässä tapauksessa voi kuitenkaan suoraan vaikuttaa itse hakkeen laatuun.

Riskienhallinnan kannalta mielenkiintoinen tapa toimia, on hajauttaa hankinta yhdelle pääasialliselle ja toiselle tätä tukevalle tavalle. Toimintatavan etuna on mahdollisuus keskittyä yhteen toimintatapaan, mutta mahdollisuus on myös varmistaa toiminnan sujuvuus, jos hankinnassa esiintyisi

ongelmia. Varmistava toimintatapa voi perustua, ja perustuukin useimmiten energialaitoksen omaan metsähakkeen hankintaan. Tällöin voidaan myös ylläpitää omaa osaamista. Yksi tapa hankkia metsähaketta tässä aineistossa oli myös ostaa puu itse metsänomistajalta ja teettää muut työt ulkopuolisilla tai tehdä ne itse. Tässä tapauksessa energialaitoksen arvoverkosto muodostuu puunostosta metsänomistajalta, sekä muilla yrityksillä teetetävistä työvaiheista ja energian myynnistä asiakkaille. Toisaalta energialaitos voi myös itse tehdä osan työvaiheista. Puun myynti voi tapahtua joko suoraan metsänomistajalta tai metsänhoitoyhdistyksen kautta valtakirjalla. Tässä tapauksessa myös mhy:n toiminta liittyy arvoverkostoon.

Toimittajien valinta perustuu useimmiten moneen eri tekijään. Valintaperusteina käytetään useimmiten hintaa, laatua ja toimitusvarmuutta. Kuitenkin liian usein keskeisenä valintaperusteena on ainoastaan hinta. Silloin yhteistyö perustuu lähes yksinomaan vaihdantaan ja toimittajat on helppo vaihtaa muihin kilpailijoihin, eli kyseessä on standarditoimittajuus. Yhteistyö ei muodosta silloin pitkäjänteiselle kehittämiselle otollista perustaa, jossa yhteistyön tarve olisi molempinpuolista ja jossa korostuisi yritysten välinen keskinäinen luottamus ja yhteisiin tavoitteisiin sitoutuminen. Myös Ikosen ym. (2013) mukaan kilpailukyvyyn ja laadun takaamiseksi metsäenergian hankinnassa tulisi pyrkiä pitempiin sopimuksiin, jolloin toimitusketjussakin voitaisiin paremmin kehittää toimintaa ja reagoida asiakkaan tarpeisiin. Lisäksi Ikosen ym. (2013) mukaan metsähakkeen tuottajat eivät ole riittävän tietoisia metsähakkeen laatutekijöiden vaikutuksista energian tuotantolaitosten prosesseihin. Toimitusketjuissa olisi kuitenkin erittäin tärkeää ymmärtää hakkeen laadun merkitys kunkin lämpö- ja voimalaitoksen kannalta. Kun energialaitoksella käytetään useampaa valintakriteeriä, ollaan todennäköisesti myös tyytyväisempiä toimintaan.

Olipa hankinta järjestetty millä tavoin tahansa, se on toiminut energialaitosten näkökulmasta lähes aina hyvin tai jopa erittäin hyvin. Ongelmia on ollut suhteellisen vähän ja suuria ongelmia van hyvin harvoin. Ongelmat olivat keskittyneet yhteen – kahteen hankintaketjuun. Mielenkiintoista oli havaita että, arvioitaessa toimittajia uudelleen harvemmin, oltiin tyytyväisempiä eri osatekijöiden toimivuuteen kuin laitoksissa, joissa toimittajat arvioitiin kerran vuodessa. Tämä voi johtua toisaalta siitä, että arviointi tehdään harvoin, koska toiminta sujuu kaikilta osin hyvin, toimintaa voidaan pitkässä sopimuksessa kehittää yhdessä tai siitä, että harvoin arvioitaessa ei tunnisteta ongelmakohtia.

Hankinnan kehittämiseksi ehdotettiin erilaisia toimia, joista tyypillisiä olivat hinnoittelun yhtenäistäminen ja alueellisten hintaindeksien luominen. Lisäksi energialaitosten näkökulmasta tuotiin esiin useita polttoaineen laatuun vaikuttavia parannusehdotuksia. Tällaisia olivat esimerkiksi eri jakeiden oikea-aikaisen käytön kehittämien sekä erityisesti polttoaineen kosteuden huomioivat hinnoittelumenetelmät. Samankaltaisia parannusehdotuksia on tuotu esiin myös Ikonen ym. (2013) tutkimuksessa. Myös esimerkiksi Laitilan ym. (2010) mukaan energiapuumarkkinoiden heikkouksia ovat sekavat hinnoitteluperusteet ja kirjavat mittauskäytännöt ja hinnoitteluun kaivataan selkeyttämistä ja johdonmukaisuutta. Kun hinnoittelu tehdään energiasisällön perusteella, se pakottaa kiinnittämään huomiota enemmän hakkeen laatuun. Lisäksi mainittiin useita muita yksittäisiä, teknisiä parannuskeinoja, jotka vaikuttavat polttoaineen laatuun.

Kotimaisen uusiutuvan energian käytön lisäämisen kannalta positiivista kyselyn tuloksissa oli se, että käyttäjien arvion mukaan metsäenergian käytön uskottaan kasvavan.

Lähdeluettelo

- Bovet, D. & Martha, J. 2000. Value Nets: Breaking the Supply Chain to Unlock Hidden Profits. John Wiley & Sons USA.
- Ellegaard, C., Johansen, J. & Drejer, A. 2003. Managing industrial buyer-supplier relations –the case for attractiveness. *Integrated Manufacturing Systems*, 14(4) s.346–356.
- Hakonen, E., Huomo, T., Kallio, J., Kinnunen, J., Tinnilä, M. & Vepsäläinen, A. 2009. Globaalit arvoverkostot Tekesin katsaus 257/2009.122 s.
- Ikonen, T., Jahkonen, M., Pasanen, K. & Tahvanainen, T. 2013. Laadunhallinta ja keskeiset laatutekijät metsäenergian toimitusketjuissa. <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2013/mwp275.htm>
- Jahkonen, M. & Ikonen, T. 2014. Toimijoiden näkemykset metsähakkeen toimitusketjun laadusta Pohjois-Karjalan alueella. <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2014/mwp280.htm>
- Kohtamäki, M. 2005. Strategisen verkoston ohjaus. Toimittajien ja toimijoiden kokemuksia kärkiyritysten ohjauksessa. *Acta Wasaensia* 147. *Liiketaloustiede* 62. 291 s.
- Kuitunen, K., Räsänen, P., Mikkola, M. & Kuivanen, R. 1999. Kehittyvä yritysverkosto. Toimittajaverkostot osaamisen ja kilpailukyvyyn lähteinä. VTT Tiedotteita 1976.
- Kurki, P., Mutanen, A. & Anttila, P. 2012. Energiapuumarkkinat – käytännön kokemukset ja tilastointimahdollisuudet. Metlan työraportteja 228. <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2012/mwp228.htm>.
- Kärhä, K. Metsähakkeen tuotannon visiot. *Bioenergia* 2/2007.
- Laitila, J., Leinonen, A., Flyktman, M., Virkkunen, M. & Asikainen, A. 2010. Metsähakkeen hankinta- ja toimituslogistiikan haasteet ja kehittämistarpeet. VTT Tiedotteita 2464. 143 s.
- Linna, P., Harmaakorpi, V., Hennala, L., Pihkala, T., Uotila, T. & Tura, T. 2007. Verkostokoordinaatiomalli alueellisen klusterin kehittämisessä. Päijät-Hämeen liitto.
- Malvalehto, J., Siponen, T., Herrala, M. & Haapasalo, H. 2011. Infrastruktuurin arvoketjuanalyysi. Oulun Yliopisto. Tuotantotalouden osaston tutkimusraportteja 2/2011.97 s.
- Möller, K. & Halinen, A. 1999. Business relationships and networks: Managerial challenge of the network era. *Industrial Marketing Management*. 28(5) s. 413–427.
- Pajarinen, M. 2001. Ulkoistaa vai ei? Outsourcing teollisuudessa. Tummavuoren kirjapaino Oy. 65 s.
- Pulkkinen, M., Rajahonka, M., Siuruainen, R., Tinnilä, M. & Wendelin, R. 2013. Liiketoimintamallit arvonluojina – ketjut, pajat ja verkot. Pdf-tiedosto . luettu 23.10.2013. Teknoliateollisuus www.teknologiainfo.net .
- Pekkarinen, M. 2010. Kohti vähäpäästöistä Suomea – Uusiutuvan energian velvoitepaketti. Esitelmä 20.4.2010.
- Tenhunen, J. Johdon laskentatoimi kärkiyritysverkostoissa. Soveltamismahdollisuudet ja yritysten tarpeet. *Acta Universitatis Lappeenrantaensis* 241. Väitöskirja. 270. s.
- Tilastokeskus 2013. Energian hankinta ja kulutus Suomen virallinen tilasto (SVT): Energian hankinta ja kulutus [verkkajulkaisu].ISSN=1799-795X. Helsinki: [viitattu: 14.8.2013]. Saantitapa: <http://tilastokeskus.fi/til/ehk/>.
- Tilastokeskus 2014. Energian hankinta ja kulutus 2012. Puupolttoaineet nousivat suurimmaksi energialähteeksi vuonna 2013. Julkaistu 12.12. 2013. Saantitapa: <http://tilastokeskus.fi/til/ehk/>.
- Tossavainen, M. 1985. Teollisuusyritysten alihankinta. Teollistamisrahasto Oy. Helsinki.
- Virtanen, T., Lemetti, P., Järvinen, P. & Lillrank, P. 2002. Verkoston arvontuotto ja yritysverkostojen kehittäminen, tutkimusraportti yrityskäyttöön. TAI Tutkimuslaitos. 49 s.
- Ylitalo, E. 2013. Puun energiakäyttö 2012. Metsätalastiedote 15/2013. Metsäntutkimuslaitos, Metsätalastollinen tietopalvelu. SVT. Maa-, metsä- ja kalatalous. 6 s.