

Selvitys laatuhaakkeen kysynnästä ja toimitusketjusta

Ulla Lehtinen

Sisällys

Selvitys laatuhakkeen kysynnästä ja toimitusketjusta	1
1. Johdanto.....	3
2. Puupolttoaineiden käyttö Suomessa.....	5
2.1. Energiapuun toimittajia alueella.....	5
3. Metsähakkeen korjuu ja haketus.....	6
3.1. Terminaalien sijainti ja vaatimukset.....	8
4. Hakkeen hankinta lämpölaitoksiin.....	8
4.2. Metsähakkeen ja laatuhakkeen kysyntä.....	13
4.3. Puuteollisuuden sivutuotteet	15
4.3.1. Lämpölaitosten kysyntä sahojen sivutuotteille	15
4.3.2. Puun ja kuoren muu käyttö.....	17
5. Utajärven puunjalostuskeskuksen mahdollisuuksia.....	18
Kirjallisuus.....	21

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



1. Johdanto

Utajärven kunnan toimeksiannosta Ramboll Finland Oy laati PUUTA -esiselvityshankkeessa kuvauksen Puunjalostuskeskuksen liiketoimintamallista, mahdollisesta asiakaskunnasta sekä määrittä potentiaaliset keskuksen toimintaan liittyvät yritykset. Esiselvityksessä tarkastellun puunjalostuskeskuksen tavoitteena olisi käsitellä ja jalostaa puumateriaalia palvellen niin energia- kuin ainespuun käyttäjiä. Esiselvityksessä todettiin Utajärven puunjalostuskeskuksessa tapahtuvan puumateriaalin vastaanotto sekä jalostus halutuksi tuoteraaka-aineiksi esimerkiksi lämpölaitoksille ja puuteollisuudelle. Jalostustoimintaan liittyisi puun lajittelu, karsinta, murskaus, haketus, kuivaus, seulonta ja asiakaskohtainen tuotelajittelu Mustikkakankaan alueella ja sekä tuotteen toimittaminen käyttäjälle. Puunjalostuskeskuksen keskeisiä tuotteita olisi kuivahake (kosteus alle 30 %) pienille lämpölaitoksille tukki- ja kuitupuusta. Muita tuotteita voisivat olla selluhake, perinteinen hake kannoista ja hakkuutähteistä, brikettien ja pellettien raaka-aineet sekä CHP-laitoksen tuottama energia (sähkö, kaukolämpö, hukkalämpö). Lisäksi puunjalostuskeskus voisi harjoittaa yleistä terminaalitoimintaa, jolla tarkoitetaan puumateriaalin puskurivarastointia.

Esiselvitysraportissa todetaan, että hankitun puun kosteus olisi keskimäärin 50 % vuotuisista sääolosuhteista riippuen. Kuitenkin tarvetta olisi selvästi tätä kuivemmalle puulle. Tehdyn arvion mukaan kuivatavan puun määrä voisi olla noin 100 000 k-m³ vuodessa ja loppukosteuspitoisuuden noin 25 %. Kyseinen arvio perustui siihen, että energiapuun kokonaiskäytöstä (120 000 k-m³/a) noin 80 % käytetään pienissä lämpökeskuksissa (alle 10 MW), jotka hyötyisivät kuivemmasta ja tasalaatuisemmasta metsähakkeesta (ns. kuiva laatuhaake) vähentyneinä käyttökatkoina ja parantuneena laitoshyötynä.

Tämän selvityksen tavoitteena on löytää vastaus seuraaviin kysymyksiin pohjautuen esiselvitysraporttiin:

- Miten energiahakkeen toimitusketju metsästä lämpölaitokselle muodostuu?
- Voisiko kuivatulle laatuhaikkeelle olla kysyntää tulevaisuutta?
- Millaisia mahdollisuuksia energiapuun käsittely voisi tuoda Mustikkakankaalle?

Tämä selvitys on tehty haastattelemalla Utajärvellä toimivia puualan yrityksiä, lähialueen kunnallisia lämpölaitoksia sekä alan merkittävimpiä yrityksiä. Haastattelut on tehty touko-syyskuussa 2016. Selvitys on tehty laadullisen tutkimuksen periaatteiden mukaisesti, jolloin tavoitteena on ollut ongelman syvällinen ymmärtäminen eikä niinkään määrälliset tulokset. Lisäksi energiapuuhun ja lämmön tuotantoon liittyen on tehty viimeisen kymmenen vuoden aikana runsaasti selvityksiä ja opinnäytetöitä, jotka antavat hyvää taustatietoa.

Kiitoksia kaikille haastateltaville kiinnostuksestanne Utajärven Mustikkakankaan kehittämiseen!

Marraskuussa 2016

Ulla Lehtinen

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



2. Puupolttoaineiden käyttö Suomessa

Puupolttoaineita käytettiin vuonna 2013 yhteensä 92 TWh, josta metsähaketta oli 8,7 milj.m³ (noin 17,4 TWh). Energian kokonaiskulutukseksi on vuonna 2013 arvioitu 376 TWh, joten metsähakkeen osuus on viitisen prosenttia. Metsähakkeen käytöstä valtaosa eli 8,0 milj.m³ kului lämpö- ja voimalaitoksissa ja arviolta 0,7 milj.m³ maatilojen ja kiinteistöjen lämmityksessä (Torvelainen ym. 2014).

Metsähakkeen käyttötilastojen mukaan käyttöpaikkoja oli vuonna 2013 noin 880, minkä lisäksi haketta käytetään lukuisissa pienissä lämpökeskuksissa. Lämpö- ja voimalaitoksilla metsähakkeen raaka-aineesta pienpuuta (ranka, kokopuu, kuitupuu) oli 3,6 milj.m³ latvusmassaa 2,8 milj.m³, kantoja juurakoita 1,2 milj.m³ ja järeää runkopuuta 0,5 milj. m³ (Torvelainen ym. 2014).

Energiateollisuusliiton jäsenkyselyn (Energiateollisuus, 2016) mukaan kaukolämmön ja siihen liittyvän sähkön tuotantoon käytettiin 2015 seuraavia polttoaineita: puun ja muun bioraaka-aineen osuus on 32,5 %, turpeen 15 %, maakaasun 20,3 % ja kivihiilen 1,4 %. Kotimaisten polttoaineiden osuus on 56 % ja uusiutuvan energian 33 %.

Vuonna 2010 laaditun Suomen kansallisen uusiutuvan energian toimintasuunnitelman mukaan metsähakkeen käyttö yhdistettynä sähkön ja lämmöntuotannossa sekä erillisessä lämmöntuotannossa on vuoteen 2020 mennessä 13,5 milj. m³. Tavoitteena on myös kasvattaa metsähakkeen käyttöä liikenteen biopolttoaineiden tuotannossa merkittävästi siten, että liikennepolttoaineiden kokonaistuotantotavoite on 7 TWh vuoteen 2020 mennessä. VTT:n raportin mukaan nykyisissä lämpö- ja voimalaitoksissa metsähakkeen käyttö tulee jatkossa keskittymään suuriin voimalaitoksiin. Arvioitiin, että vuonna 2020 viitisenkymmentä suurinta käyttää yli 80 % kaikesta metsähakkeesta. Toinen merkittävä käyttäjäjoukko on pienet lämpölaitokset ja lämpöyrittäjät, joiden lukumäärä on muihin käyttäjiin nähden ylivoimainen. (Laitala ym. 2010).

2.1. Energiapuun toimittajia alueella

[Turveruukki Oy](#) tuottaa energiaturvetta, bioenergiaa ja kasvu- ja kuiviketurvetta. Turveruukki vastaa toimittaa valtaosasta Oulun Energian energiantuotantoon tarvittavan energiapuun ja –turpeen toimittamisesta. Vuonna 2015 energiapuun, sisältää sahojen sivutuotteet, käyttö Oulun Energialla oli 750 GWh. Turveruukilla on laaja alihankintaverkosto, jossa metsäpalveluyritykset ostavat metsän pystykaupalla, koneyrittäjät vastaavat haketuksista ja kuljetusyrittäjät kuljetuksista lämpölaitokselle. Kuljetukset Ouluun ovat noin sadan kilometrin säteeltä.

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



[Vapo Oy](#) toimittaa lämpölaitoksille energiaturvetta, puupolttoaineita ja pellettejä, mutta tarjoaa myös lämpölaitosten rakentamista ja ylläpitoa. Vapo ylläpitää Sotkamon lämpölaitosta ja rakentaa Ristijärvelle uutta laitosta. Vapo Oy käyttää turpeen ja energiapuun tuotannossa aliurakoitsijoita.

[L&T Biowatti](#) on Lassila & Tikanojan nykyisin omistama aines- ja energiapuun hankinnasta vastaava yritys. L&T Biowatti Oy ostaa puun pystykauppana tien varteen. Sopimusyrittäjiä, jotka hoitavat haketuksen ja kuljetuksen, on noin 200. Biowatin toiminta-alue on Pohjois-Suomessa noin 100 km rannikolta sisämaahan päin.

Lisäksi Muhos-Kajaani –akselilla toimii esimerkiksi seuraavia pieniä energiahakkeen toimittajia: [Latvaenergia Oy](#), [OK-yhtiöt](#), [Kainuun lämpöhuolto Oy](#) ja paikalliset metsänhoitoyhdistykset.

3. Metsähakkeen korjuu ja haketus

Metsähakkeella tarkoitetaan energiantuotantoon kohdistettua, hakettua tai murskattua puutavaraa, joka on peräisin uudistusalojen hakkuutähteistä ja kannoista, nuoren metsän energiaharvennuspuusta tai muusta metsäpolttoaineesta, joiden pääasiallinen käyttötarkoitus on poltto energian tuottamiseksi. Metsähakkeen tuotanto voidaan jakaa kahteen alalajiin hakkuutavan perusteella: 1) Runkopuuhaketta tuotetaan taimikoiden ja metsien harvennuksen yhteydessä. Raaka-aineena voi olla joko pelkät karsitut puurungot tai sitten karsimattomat puut oksineen ja neulasineen. 2) Metsähaketta voidaan tuottaa myös puuraaka-aineesta, jota jää muutoin metsään ainespuuhakkuiden yhteydessä. Uudishakkuualoilla voidaan haketta tehdä myös tarpeeksi paksuista yli 50 millimetrin halkaisijan omaavista kannoista (Vesisenaho, 2003) Haastattelujen perusteella hakkeen raaka-aineena käytetään runkopuuhaketta, joka saadaan taimikoiden ja metsien harvennuksen yhteydessä. Runkopuun läpimitta on myös kasvanut aiempiin vuosiin verrattuna. Ennen käytettiin myös metsään jääneitä risuja ja kantoja raaka-aineina, mutta nykyisin ko. hakkuutähteitä ei kerätä. Käytännössä metsänomistaja vastaa itse hakkuutähteiden siivoamisesta. Ongelmana oli, että hakkuutähteiden mukana tuli liikkaa hiekkaa yms. Lisäksi tukikäytäntöjen muuttuminen on tehnyt hakkuutähteiden keräämisen kannattamattomaksi. Metsäpalveluyritykset (esim. paikalliset metsänhoitoyhdistykset) ostavat runkopuun pystykaupalla tien varteen (haastattelut 1,2,8). Metsänomistaja on saanut harvennukseen [Kemera-tukea](#). Nuoren metsän hoitotuki on ollut 230 € hehtaaria kohden (Metsäkeskus, 2016).

Seuraava arvoa lisäävä vaihe on puun haketus, joka tehdään noin vuoden kuluttua hakkuusta. Haketuskausi on syksystä kevääseen, jolloin hakkeen kysyntä on suurinta. Kesäisin, kun kulutus on vähäistä, ei haketusta juurikaan tehdä. Haketukseen ja kuormaukseen menee noin 2 h, jolloin voidaan yhtenä päivänä hakettaa ja toimittaa 2-3 kuormaa (Haastattelu 15). Haketta ei juurikaan välivarastoida, vaan kuorma toimitetaan asiakkaalle suoraan silloon tai muuhun varastointipaikkaan. Lähtökohta on, että hake on aina asiakaskohtaista. Mikäli lämpölaivosiakas haluaa normaalia kuivempaa haketta, asiakkaalle esimerkiksi haketetaan kuivaa koivurunkoa. Lähtökohta on, että puunkorjuusta ja haketuksesta vastaavat yritysten työntekijät ovat riittävän ammattitaitoisia, jotta asiakaskohtaisuus voidaan varmistaa jo alkutuotannossa (Haastattelut 2, 8).

Puuraaka-aineen haketus voidaan tehdä periaatteessa neljässä vaihtoehdoisessa vaiheessa: Paikkahaketuksessa puu haketetaan suoraan hakkuualueella, mutta käytännössä tätä ei tehdä.

Välivarastointihaketuksessa hakettava raaka-aine kuljetetaan hakkuualueelta metsäkoneella tai metsätraktorilla tien varteen. Tien varressa puu kasataan varastokasoihin odottamaan haketusta. Haketuksessa käytetään pääsääntöisesti kuorma-autoalustaisia hakkureita. Hakkureiden koko aiheuttaa yhdessä hakeautojen kanssa vaatimuksia välivarastoalueelle, sillä hakkuriauto voi painaa 30 tonnia ja täysi hakeauto 60 tonnia. Varastoalueiden maaperän tulee olla kantavaa ja alueella on oltava riittävästi tilaa ajoneuvoyhdistelmien tarpeita varten. Kevään kelirikkokaudella ei välttämättä pystytä hakettamaan välivarastoalueella, jolloin käytetään terminaalivearastoja. Välivarastointihaketus on yleisin toimintamalli. Esimerkiksi Puolangan lämpölaitoksella on ollut hakkeen toimituksesta sopimus Biowatti Oy:n kanssa, jonka alihankkijat vastaavat mobiilihaketuksesta. Yrittäjä käy yleensä kerran viikossa hakettamassa Puolangalla ja toimittaa saman päivän aikana mahdollisimman monta kuormaa haketta lämpölaitokselle.

Terminaalihaketuksessa puuraaka-aine kuljetetaan varastoitavaksi terminaali-alueelle. Haketus tapahtuu näissä suurissa varastoissa, joissa valmis hake kuljetetaan käyttöpaikalleen. Isot toimijat, kuten VAPO ja Turveruukki käyttävät terminaaleja. Terminaaleja suositaan erityisesti silloin, kun välivarastoista ei voida toimia esim. rospuuttokaudella.

Käyttöpaikkahaketuksessa hakettamaton puu kuljetetaan käyttöpaikalleen. Kuljetus voidaan toteuttaa irtotavaransa tai risutukkeina. Käyttöpaikalla haketus tai murskaus tapahtuu siirrettävillä tai kiinteillä suurtehohakkureilla. Menetelmä vaatiikin lyhyet kuljetusetäisyydet metsästä käyttöpaikalle (Kärhä, 2008). Käyttöpaikkahaketus on harvinainen toimintamalli.

3.1. Terminaalien sijainti ja vaatimukset

Puuhakkeen kuljetusmatka voi olla enimmillään 100-150 km. Esimerkiksi Turveruukki Oy:lla on ollut kauimmaisat terminaalit Vaalassa ja Kärsämäellä. Terminaalin sijaintiin vaikuttaa puun hankinta-alue ts. terminaalin tulee olla hankinta-alueesta asiakaskohteisiin päin, jottei ylimääräisiä ajoja synny (Haastattelu 8). Lisäksi optimaalista olisi, että terminaalialueelle olisi myös paluukuljetuksia. Maa-alaa tulee olla vähintään yksi hehtaari - terminaalialueiden koko vaihtelee 0,7 ha – 30 ha. Vaatimuksena terminaalialueelle on asfalttipinta, jotta haketus ja kuormaus voidaan tehdä pinon vieressä ilman ylimääräisiä siirtovaiheita. Pinot voidaan sijoittaa asfaltoimattomalle maa-alueelle. Jos haketta säilytetään terminaalialueella, voidaan käyttää siirrettäviä katoksia. Terminaalialueella pitää olla riittävästi puuta, jotta kiinteät kustannukset (vuokra, koneet) yksikköä kohti jäävät riittävän pieniksi.

4. Hakkeen hankinta lämpölaitoksiin

Lämpölaitosten hankintapäätöksiin vaikuttaa, miten lämpölaitosten toiminnat on organisoitu. Kuntalain

(626/2013) ja kilpailulain (595/2013) muutokset velvoittavat kuntia yhtiöittämään toimintojaan, joita hoidetaan kilpailutilanteessa markkinoilla. kunnan hoitaessa tehtävää kilpailutilanteessa markkinoilla sen tulisi pääsääntöisesti antaa tehtävä osakeyhtiön, osuuskunnan, yhdistyksen tai säätiön hoidettavaksi. Osa kunnallisista kaukolämpölaitoksista on yhtiötetty, mutta suurin hankintoihin vaikuttava tekijä on, miten laajasti toiminta on ulkoistettu: Haastattelujen perusteella kunnallisissa lämpölaitoksissa on käytössä neljää eri toimintamallia:

1. Kaukolämpölaitoksen ylläpito kunnalla, suora polttoainehankinta

Kunta omistaa ja vastaa itse lämpölaitoksen ylläpidosta. Tällöin polttoaineet kunta hankkii itse tarjouskilpailutuksen perusteella. Esimerkiksi Puolangan kunta vastaa itse lämpölaitoksen ylläpidosta. Lämpölaitoksen työntekijät ovat kunnan palkkalistoilla. Kunta on tarjouskilpailun perusteella valinnut puuhakkeen toimittajan.

2. Lämpölaitoksen ylläpito ulkoistettu, kunta vastaa polttoainehankinnoista

Tässä mallissa kunta on ulkoistanut laitoksen ylläpidon lämpölaitosyrittäjälle, mutta hankkii itse polttoaineen tarjouskilpailun perusteella. Esimerkiksi Paltamon kunta on ulkoistanut kaukolämpölaitoksen hoidon lämpöyrittäjälle, mutta polttoaineen toimittajan valinta perustuu julkiseen tarjouspyyntöön ajalle 1.1.2016-31.8.2020. Energiapuun toimittajan vastuulla on hakkeen toimitus lämpökeskuksen vastaanottoaseman viereen.

3. Lämpölaitoksen ylläpito ulkoistettu yritykselle, joka vastaa myös raaka-ainehankinnoista

Kuten edellisessä mallissa kunta on ulkoistanut kaukolämpölaitoksen ylläpidon, mutta lämpölaitosyrittäjä vastaa myös raaka-aineiden hankinnasta ulkopuolisilta toimittajilta. Esimerkiksi Adven on yritys, joka vastaa lämpölaitosten rakentamisesta tilaajalle ja niiden ylläpidosta, mutta hankkii energiapuun ja turpeen ulkopuolisilta mm. paikallisilta metsänhoitoyhdistyksiltä ja yrittäjiltä. Advenin tärkeä asiakas on Valio, jolle Maikkulaan on käynnistymässä turvetta ja puuhaketta käyttävän kiinteän polttoaineen kattilalaitoksen. Lisäksi Adven Oy ylläpitää Vihannin ja Kuusamon laitoksista.

4. Lämpölaitoksen ylläpito ja raaka-ainehankinta ulkoistettu lämpölaitosyrittäjälle

Kunta on sopimuspohjaisesti ulkoistanut kaukolämpölaitoksen ylläpidon yritykselle, yritysrenkaalle tai osuuskunnalle, joka myös vastaa osittain polttoaineen toimituksesta.

Esimerkiksi Utajärven kunta käyttää tätä toimintamallia: Tervakankaan kaukolämpölaitoksen (kuva 1) ylläpidosta ja hakepuun toimituksista on vastannut kolme yrittäjää 10 vuoden sopimuksella, joka päättyy vuonna 2020. Yrittäjät ovat jakaneet toiminnot siten, että Metsäkoneyrittäjä vastaa energiapuun hakkuista, joista tieto tulee paikallisen metsänhoitoyhdistyksen kautta. Toinen yrittäjä omistaa traktorihakkurin, jolla kuiva puu haketetaan ja kuljetetaan lämpölaitokselle. Traktorilla siirtomatka voi olla 30-50 km. Yrittäjä myös vastaa pääsääntöisesti lämpölaitoksen hoidosta. Lisäksi mukana on ollut myös kolmas kuljetusalalla toimiva yrittäjä.



Kuva 1. Tervantien lämpölaitos Utajärven keskustassa

4.1. Metsähakkeen hankintakriteerit

Kun kunta hankkii biopohjaisia polttoaineita, sovelletaan lakia vesi- ja energiahuollon, liikenteen ja postipalvelujen alalla toimivien yksiköiden hankinnoista eli erityisalojen hankintalakia (349/2007). Haastatelluissa lämpölaitoksissa käytettiin ensisijaisesti turvetta, metsähaketta ja sahanpurua polttoaineena. Pellettien käyttö on vähäistä, niillä lämmitetään lähinnä pienten yksittäisten koulujen ja muiden pienten laitosten kattiloita.

Esimerkiksi Vaalan kunnan kaukolämpö-liikelaitoksen toukokuussa 2016 julkaisemassa tarjouspyynnössä kiinteän polttoaineen (metsähake, palaturve, pelletti) toimittamisesta lämpölaitokselle vuoden jaksolle esitetään seuraavia kriteereitä:

- Metsähake, pelletti ja palaturve tulee olla hankittu PEFC-sertifioidusta metsästä.
- Hake ja turve hankintaan max. 100 km:n etäisyydellä lämpölaitoksesta linnuntietä.
- Tarjouksessa tulee käydä ilmi ko. polttoaineiden keskimääräiset ominaisuudet ja ominaisuuksien vaihtelurajat
- Tarjouksen liitteeksi on liitettävä tilaajavastuulain mukaiset enintään kolme kuukautta vanhat tiedot ja selvitykset.

Paltamon kunta pyysi vuonna 2015 tarjouksia kiinteän polttoaineen toimituksille viideksi vuodeksi. Tällöin hankintakriteerit oli tarkemmin eritelty metsähakkeen osalta seuraavasti:

- PEFC-sertifioidusta metsästä hankitusta hakkeesta tulee olla kokopuusta (karsimaton puu, ei juuria) tai karsituista rangoista tehty hake 70 % ja hakkuutähteistä tehtyä haketta n. 30 %.
- Toimituksissa noudatetaan Puupolttoaineiden laatuohjeita (VTT-M-07608-13 päivitetty 2014)
- Kaikkien polttoaineiden jakeiden kosteus saa vaihdella 30-45 %. Kosteus ei missään tilanteessa ja näytteessä ylittä 45 %. Tällöin lämpöarvo saapumistilanteessa on n. 9-11,5 MJ/kg. Palakoko tulee olla luokassa P45.
- Polttoaineen on oltava ehdottoman puhdasta eikä se saa sisältää lainkaan kiviä, metallia eikä maa-aineksia.
- Tilaaja varaa itselleen oikeuden Paltamon kunnan omistamista metsistä hankitun hakkeen toimittamisesta aluelämpölaitokselle. Muutoin polttoaine hankitaan max. 100 km etäisyydellä lämpökeskuksesta linnuntietä mitattuna.

Lämpölaitokset maksavat energiapuusta lämpöarvon mukaan, jota mitataan megawatteina (MWh). Isommissa laitoksissa lämpöarvo määritetään jokaisesta toimitetusta erästä, joista

mitataan kosteusprosentti ja kuorman paino ja joiden avulla saadaan lämpöarvo (Haastattelut 1, 7). Pienissä lämpölaitoksissa tuotettu energiamäärää voidaan mitata kattilakohtaisella energiamittarilla huomioiden kattilan hyötysuhde. Tällöin ei voida kuitenkaan luotettavasti tietää hakkeen laadun vaikutusta tuotettavaan energiamäärään.

Kaikissa haastatelluissa lämpölaitoksissa käytettiin haketta, joka oli luonnossa kuivattu (Kuva 2). Tuoreen puun kosteus on keskimäärin 40-60 %. Metlan selvityksessä Keski-Suomen aineistolla sovitetuilla kosteuden ennustemalleilla saadut laskennalliset kosteudet tuoreena olivat mäntyvaltaisella harvennus-energiapuulla 55 prosenttia ja koivuvaltaisella harvennusenergiapuulla 50 prosenttia (Jahkonen et al. 2012). Hakkeesta maksettava hinta ei riipu kosteuspitoisuudesta. Haastatelluissa pienissä lämpölaitoksissa hakkeen kosteusprosentti vaihteli välillä 22 -45. Isommissa kosteuspitoisuuden yläraja oli 55 %. Mikäli erä on liian kostea, voidaan alentaa erästä maksettavaa hintaa. Toisaalta liian kuiva hake ts. alle 12 % aiheuttaa räjähdysvaaran.

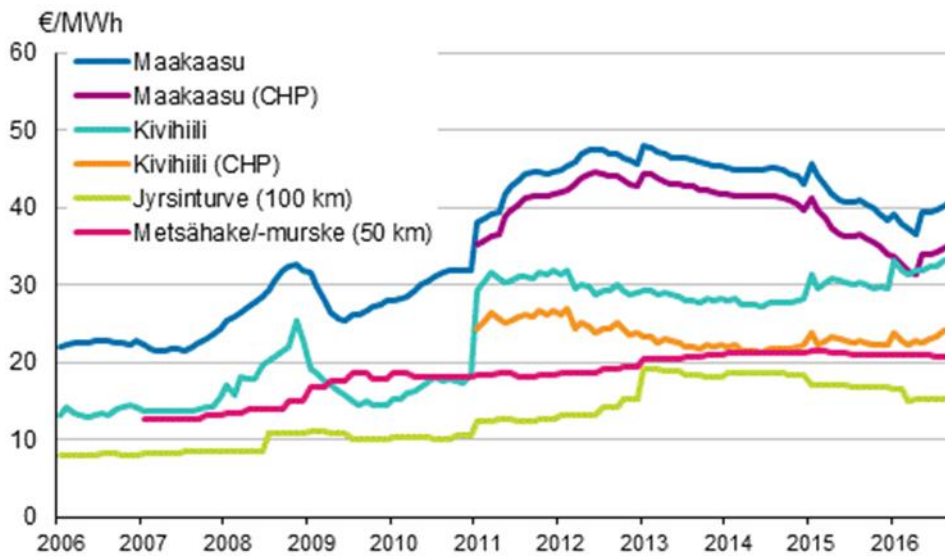
Kun kysyttiin kiinnostusta hankkia alle 30 % -laatuhaketta, pienten lämpölaitosten hoitajat olivat kiinnostuneita. Toisaalta hakkeen laadun ja energian tuotannon välistä suhdetta ei välttämättä ymmärretä: ”*Me maksamme kunnassa kilowateista, ihan sama mikä on kosteusprosentti*”. Isoissa lämpölaitoksissa ei oltu kiinnostuneita, vaan todettiin, ettei kuivempi hake ole tarpeellista, kun poltetaan suuria määriä energiapuuta. Laatuhaketta ehkä voisi olla mahdollista käyttää näissä laitoksissa kesällä, kun minimikuorma lämmön tuotannossa ja vuosina, jolloin turvetta ei ole riittävästi saatavilla (Haastattelu 3,7). Pienissä laitoksissa laatuhake parantaisi polttotehoa ja pitäisi ”putket puhtaina” (Haastattelu 5), jolloin huollon määrä vähentyisi. Lisäksi todettiin, että laatuhakkeesta voitaisiin maksaa enemmän, jos se korvaisi polttoöljyn (haastattelu 14). Haastateltavat olivat kuitenkin melko yksimielisiä, että laatuhakkeelle voisi löytyä kysyntää, jos tunnistetaan potentiaalinen asiakaskunta. Pienen lämpölaitokset ja haketta käyttävien lämmityskattiloiden omistajat riippuen heidän kattilatyypistään voisivat muodostaa potentiaalisen asiakaskunnan. Tämä liiketoimintamalli perustuisi pienten hake-erien toimittamiseen asiakkaille erityisesti talvikaudella. Keskeiseksi kysymykseksi muodostui kuivauksen kustannukset, tosin haastatellut hakkeen toimittajat suhtautuivat kriittisesti kuivauksen järkevyyteen.

Kosteuspitoisuuden lisäksi hakkeella on muita tärkeitä laatutekijöitä, joita haastateltavat toivat esille. Keskeinen ongelma on talvella hakkeen jäätyminen ja mukana tuleva lumi, erityisesti jos lämpölaitoksessa ei ole katoksellista varastopaikkaa. Lisäksi ongelmia poltossa aiheuttavat kivet, hienoaines, vierasesineet ja pihka. Tärkeä muuttuja on myös hakkeen tasalaatuisuus ja palakoko.

Haastattelijoiden mukaan metsähakkeen hinta on alueella noin 20 e/MWh, jossa paikallista vaihtelua voi olla +/-2-3 euroa. [PIX Forest Biomass Finland](#)-hintaindeksin mukaan metsähakkeen hinta on ollut noin 20-21 e/kWh ja teollisuuspelletin 27-30 e/kWh vuonna 2016. Sahanpurusta on maksettu noin 14 e/MWh. Kuvassa 3 on esitetty polttoaineiden hintakehitys viimeisen kymmenen vuoden aikana. Kuten kuvasta nähdään, on hakkeen hinta ei ole juurikaan noussut viimeisen kuuden vuoden aikana. Lämpölaitokset eivät juurikaan ole valmiita maksamaan paremmasta energiasisällöstä. Huovisen (2012) kyselyn perusteella kuivatusta puuenergiasta voitaisiin maksaa noin 13 % enemmän.



Kuva 2: Metsähaketta lämpölaitoksella varastoituna



Kuva 3: Voimalaitospolttoaineiden hinnat lämmön tuotannossa (Tilastokeskus, 2016)

4.2. Metsähakkeen ja laatuhaakkeen kysyntä

Yleinen näkemys oli, että puuenergian käyttö tulee kasvamaan tulevaisuudessa. Yleinen arvio oli, että kysyntä kasvaa noin 10 % vuoteen 2020 mennessä.

Seuraavien seikkojen katsottiin vaikuttavan hakkeen kysyntään:

1. Turve/hake –hintasuhde

Kun lämpölaitos voi käyttää rinnan turvetta ja haketta, vaikuttaa hintasuhde käyttöön. Kuten kuvassa 3 nähdään, turve on edelleen haketta edullisempi lämmön lähde. Turpeen käyttöön vaikuttaa lainsäädäntö Suomessa ja EU:ssa. Käytännössä turpeen energiavero keventyi vuoden 2016 alussa 1,90 euroon/MWh ([Valtion talousarvioesitys, 2016](#)).

2. Lämpökattilainvestoinnit

Raskaan polttoöljyn käyttö kaukolämmityksessä päättyy vuoden 2018 alussa. Tämä edellyttää monilta kunnilta uusia kattilaratkaisuja. Haastateltavat arvioivat, että polttotekniikka kehittyy niin, että pienen lämpölaitokset voivat käyttää kosteampia raaka-aineita tulevaisuudessa. Lisäksi laatuhaakkeen kysyntään vaikuttaa, missä määrin haketta käytetään tulevaisuudessa pienlämpökattiloissa esim. korvaamaan pellettiä.

3. Sähkön ja lämmön yhteistuotannon yleistyminen

Sähkön ja lämmön yhteistuotanto (CHP, engl. Combined Heat and Power) on tuotantomuoto, jossa samassa prosessissa tuotetaan samanaikaisesti sähkön lisäksi lämpöä. Yhteistuotannossa sähkö voidaan tuottaa esimerkiksi höyry- tai kaasuturbiineilla ja saatava lämpö hyödynnetään joko kaukolämpönä tai teollisissa prosesseissa. Alhainen sähkön hinta on hidastanut CHP-laitosinvestointeja. Kun sähkön tuottajahinta on ollut noin 30 €/MWh, ei sähkön tuotanto ole ollut kannattavaa, ellei energiapuulla tuotetulle sähkölle ole maksettu uusiutuvien energiamuotojen tukea ns. [syöttötariffina](#).

Esimerkiksi kempeläläinen [Volter Oy](#) valmistaa CHP-voimalaitoksia, jotka käyttävät polttoaineena kosteudeltaan alle 18-% haketta. Yhteistuotanto edellyttää, että lämpöä syntyy aina kun tuotetaan sähköä, jolloin erityisesti kesäisin syntyvää hukkalämpöä voidaan käyttää hakkeen kuivattamiseen. Volter Oy on keskittynyt vientimarkkinoihin, koska kotimaan kysyntä on vähäistä. Mikäli pienet CHP-laitokset yleistyisivät Suomessa, loisi tämä markkinat laatuhaikkeelle.

4. Tuonti Venäjältä

Haketta tuodaan venäläisillä autoilla Kostamuksen kautta Kainuuseen, jolloin raaka-aineen halvemman hinnan lisäksi myös kuljetuskustannukset ovat huomattavasti halvemmat Suomen puolella. Tuontihakkeella tuotetulle sähkölle maksetaan tukea kuten kotimaiselle. Venäläinen hake ja sahanpuru ovat hyvälaatuisia, mm. sahanpuru on 5-7 % kuivempaa kuin Suomessa. (Haastattelut 7, 8).

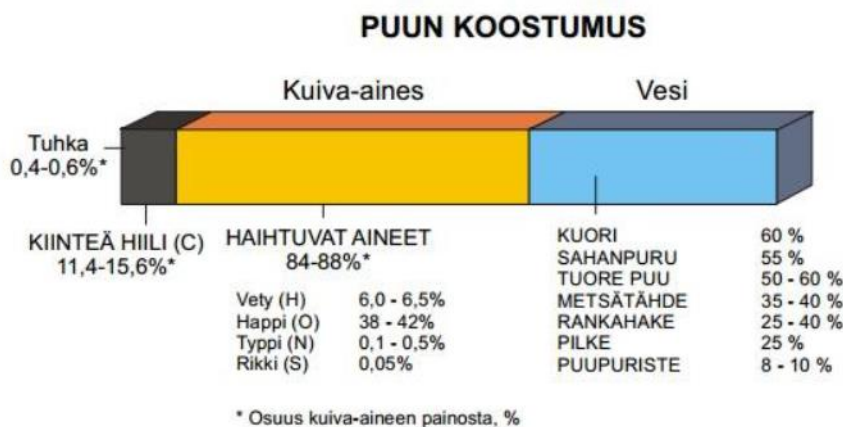
5. Valtion tukitoimet

Saatavat tuet vaikuttavat uusiin lämpölaitosinvestointeihin ja metsäbioenergian käyttöön. Metsähakkeen käyttöä tuetaan sähköntuotannossa ns. syöttötariffina, mutta ei lämmöntuotannossa. Miten tukia myönnetään tulevaisuudessa eri energian lähteille, on epäselvää. Maaseudun yritystuet maataloille ja maataloille tukevat uusiutuvia energiamuotoja. Esimerkiksi uusiutuvista energialähteistä tuotetun energian käytön edistämiseen myönnettävä investointituki uusien lämpölaitosten osalta voi uusiutuvan energian valtiontukisäännöistä johtuen olla 30 % investoinnin hyväksyttävistä kustannuksista. Maatilan energiantuotannossa investointi on tukikelpoinen vain siltä osin kuin energia käytetään maatalouden tuotantotoiminnassa. Tuen myöntämisen edellytyksenä on, että energialaitoksessa hyödynnetään uusiutuvaa energialähdettä. Maatilan lämpökeskuksessa voidaan hyödyntää myös turvetta, jos lämpöä voidaan tuottaa myös uusiutuvan energialähteen avulla ([Mavi 2016](#)).

4.3. Puuteollisuuden sivutuotteet

Kuvassa 4 on esitetty puun koostumus. Keskimääräinen saanto sahatavaraa kuorellisesta tukista on 45-50 %, haketta 28-32 % (joka yleensä myydään selluteollisuuteen), purua 10-15% ja kuorta 10-12 % (Sipi 2006). Utajärvellä toimivissa puualan yrityksissä saantokerroin on pienempi noin 2,5-2,7. Tuoreen purun ja hakkeen kosteus on noin 50 % ja kuoren noin 55-60 %.

Jos tuotantovolyymit kasvavat puujalostuskeskuksessa, sivuvirtojen määrä kasvaa myös huomattavasti. Sahanpurua ja kuorta käytetään raaka-aineena lämpölaitoksilla. Sahojen sivutuotteille ei makseta tukea sähköntuotannossa, mikä on vähentänyt kysyntää CHP-laitoksilla. Lisäksi muita käyttökohteita kuorelle on ollut viherrakentaminen ja kutteripurulle hevos- ja maatiloilla. Lisäksi kuivaa purua käytetään pellettien ja brikettien raaka-aineena. Sahateollisuusliiton mukaan sivutuotteiden osuus sahojen liikevaihdosta on noin 15 %.



Kuva 4: Puun koostumus (Alakangas 2000)

4.3.1. Lämpölaitosten kysyntä sahojen sivutuotteille

Pienet lämpölaitokset käyttivät tuoretta sahanpurua erityisesti kesäaikaan, jolloin lämmön tuotanto oli minimissä. Käytetystä polttoaineesta noin 30 % oli purua. Isoilla lämpölaitoksilla sahojen sivutuotteiden käyttö on huomattavasti suurempaa, koska korkea kosteuspitoisuus ei häiritse polttoa. Käytön määrään vaikuttaa purun ja hakkeen hintasuhde ja saatavuus. Koska sivutuotteista on ylituotantoa, ratkaiseva tekijä on käyttäjän ja sahan etäisyys toistaan. Arvioitiin, että purun hinnasta kuljetuskustannukset ovat yli 30 % (Haastattelu 8), jolloin halvimmalla voi myydä se, joka sijaitsee lähellä käyttökohdetta. Tyypillisesti purua käytetään lämpölaitoksissa, jotka sijaitsevat isojen sahojen lähellä – tällaisia paikkakuntia ovat esim.

Kajaani, Kuusamo, Pudasjärvi, Kuhmo, jossa Kantolan teollisuusalueen puutuoteyritysten prosesseissa syntyvistä sivutuotteista saatava energiamäärä on noin kolme kertaa suurempi tuotantoprosesseissa kulutettu (haastattelu 9).

Kuoren käyttö lämpölaitoksilla on ongelmallista, koska kuorta pitäisi kuivattaa ja hakettaa pienempään raekokoon ennen kuin sitä pystyttäisiin polttamaan. Lisäksi ongelmana on, että erityisesti kuorta säilytetään paljaalla maalla, jolloin mukana tulee usein kiviä ym. sivuaineista. Pohjois-Suomessa on vireillä useita biojalostamohankkeita, joiden toteutuminen voi vaikuttaa energiapuun kysyntään v. 2020.

ST1 on rakentamassa Kajaanin Renforsin rantaan bioetanolitehdasta, joka tuottaa etanolia 10 miljoonaa litraa vuodessa. Raaka-aineesta käytetään tuoretta sahanpurua 80 000 m³. Toisessa vaiheessa voidaan Renforsin rantaan sijoittaa 50 milj. litran tehdas. Etanolitehtaan prosessissa syntyvää puu ligniiniä tullaan käyttämään viereisessä kaukolämpölaitoksessa polttoaineena (Haastattelu 7).

Kiinalaisen Kaidin suunnittelema Kemin biodieseljalostamo tuottaisi valmistuttuaan noin 150 000 tonnia biodieseliä ja 50 000 tonnia biobensiiniä energiapuusta. Jalostamo käyttäisi raaka-aineena esimerkiksi metsähaketta, sahanpurua ja selluteollisuuden sivuvirtoja. Puuraaka-aineita tarvittaisiin vuosittain noin kaksi miljoonaa kuutiota, jolloin Kaidin olisi maan suurin energiapuun ostaja ja hankkija. Yhtiö on kartoittanut puuraaka-aineen saatavuutta Lapissa: Kemistä 200 kilometrin säteellä odottaa 120 000 hehtaaria metsää ensihakkuita. Tämä tarjoaa 20 miljoonaa kuutiota energiapuuta vuodessa. Nykyisin siitä jää kuusi miljoonaa kuutiota kasvamaan metsiin. (Talouselämä 16.2.2016, Kaleva 10.2.2016)

KaiCell Fibersin on määrä tehdä investointipäätös v. 2018 biotuotetehtaasta, jota on suunniteltu Paltamoon. Tehtaan toiminta voisi alkaa 2020. Noin 2,5 miljoonaa kuutiota havupuuta käyttävä tehdas valmistaisi havusellun lisäksi pitkälle jalostettuja biotuotteita. Tehdas käyttäisi pyöreää puuta noin pari miljoonaa kuutiota. Sahoilta haketta arvioidaan saatavan noin puoli miljoonaa kuutiometriä. Mahdollisia hakkeen toimittajia olisivat lähialueilla toimivat sahat Kuhmo Oy, Kuhmossa. Pölkyn sahat Kajaanissa ja Taivalkoskella, Ipo Wood Iisalmissa ja Binderholzin sahat Nurmeksessa ja Lieksassa. KaiCell Fibers arvoi, että havupuuta olisi hankittavissa 130 kilometrin säteellä tehtaassa noin 3,5 miljoonaa kuutiometriä. (Maaseudun tulevaisuus, 6.6.2016)

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



4.3.2. Puun ja kuoren muu käyttö

Kuivattua kuorikatetta käytetään paljon puutarhoissa, ja alan kysyntä on ollut jatkuvasti kasvussa. Liikkeissä myytävän kuorikatteen (kuva 5) laatuvaatimuksia ovat oikea väri, kosteus, tasavärisyys, riittävän isot toimitusmäärät ja pakkausmerkinnät. Sahajauhoa ei enää käytetä. Haasteltu (haastattelu 10) myymälän puutarhavastaava näki kolme toimintamallia, jotka olisivat mahdollisia puutarhapuolen kaupassa:

- 1) Myynti isojen kauppaketjujen liikkeissä: vaikea päästä valikoimaan, koska päätökset tehdään keskitetysti. Volyymien tulee olla riittävän isoja ja lisäksi vaaditaan usein sertifikaatteja.
- 2) Pienimuotoinen tuotanto: Voidaan harjoittaa suoramyyntiä netissä ja tehdä yhteistyötä paikallisten puutarhojen ja viherrakentamisyriyten kanssa.
- 3) Jalostamattoman tuotteen myynti: Esimerkiksi myydään kuorikatetta suoraan puutarhaharrastajille ja maataloille, jotka haluavat nykyisin tuotteet kotiin kuljetettuna. Volyymien tulee olla riittävän suuria, jotta ns. bulkkituotanto ja kuljetus kannattaa.

Kutterinpuru (kuva 6) on kuivan puutavaran höyläyksessä syntyvät höylän lastut ja tähteet, jota on käytetty erityisesti hevostiloilla eläinten kuivikealustana. Purun käyttö on vähentynyt, koska pölisee ja voi aiheuttaa eläimelle allergiaa. Tilalla käytetään erilaisia pellettejä, jotka on valmistettu esim. pellavasta, hampusta ja turpeesta. Vaikka puru on halvempaa kuin pelletit, sen imukyky on heikompaa, joten puru pitää vaihtaa päivittäin. Tämä aiheuttaa lisätyötunteja talleille pellettiin verrattuna. Lisäksi ongelmana on, miten käytetty puru hävitetään (Haastattelu 12).



Kuva 5: Kekkilän puutarhakatetta



Kuva 6: Höylälastia kuivikkeeksi kaupan pihalla

5. Utajärven puunjalostuskeskuksen mahdollisuuksia

Utajärven kuntakeskuksessa toimii Tervatien lämpölaitos, jotta tuottaa kaukolämpöä kuntakeskukseen. Lämpölaitos käyttää ensisijaisesti metsähaketta, keskusta-alueella toimivien yritysten Sokkelopuun ja Elhikapin sivutuotteena syntyvää purua sekä vähän turvetta ja varakattilassa polttoöljyä.

Utajärven Mustikkakankaalla toimii oma lämpölaitos (kuva 7), joka käyttää ensisijaisena raaka-aineena jätepuuta, joka murskataan ja poltetaan. Jätepuun käsittely vaatii erillisen ympäristöluvan ja analyysit käytettävästä raaka-aineesta. Lisäksi Mustikkakankaalla liimalevyjä aiemmin valmistaneen Neopolarin tiloissa on oma lämpölaitos. Alueella toimiva sahalaite toimittaa purua selluteollisuuteen ja polttoon muualle. Kuvassa 9 on esitetty peruskaavio Mustikkakankaalla toimivien puunjalostusyritysten virroista. Muutoin alueella toimivilla yrityksillä on omat energiaratkaisunsa.

Mustikkakankaalla on toiminut hakepuun terminaali-varasto jo pitkään. Alueella on mm. varastoitu Venäjältä tuotua puuta 1990-luvulla. Volyymi alueella on ollut noin 5000-10000 km³ puuta varastoituna (kuva 8). Suurin alueen käyttäjä on ollut Vapo Oy. Haastattelussa kysyttiin mielipidettä terminaali-alueen ja haketuksen kehittämistä alueella. Vastaajat totesivat, että alue sijaitsee erittäin hyvällä paikalla maantien vieressä ja lähellä rautatietä. Mikäli terminaali-alueella olisi useiden toimijoiden varastoja ja jolloin alueen puumäärä olisi riittävän suuri luomaan synergiaetua mm. haketuksessa, se voisi synnyttää uutta liiketoimintaa. Nykyisenä ongelmana on, että asfaltoitu alue on liian pieni, mistä syystä haketus ei onnistu puukasojen vieressä, ja joudutaan tekemään turhia siirtoja. Lisäksi voitaisiin käyttää siirrettäviä katoksia, joiden alla haketta voitaisiin säilyttää alueella suojaassa kosteudelta.

Olisikin tarkkaan selvítettävä, minkä verran alan toimijoilla olisi tarvetta terminaali-alueelle lähivuosina.

Laatuhakkeen kuivaus ja myynti

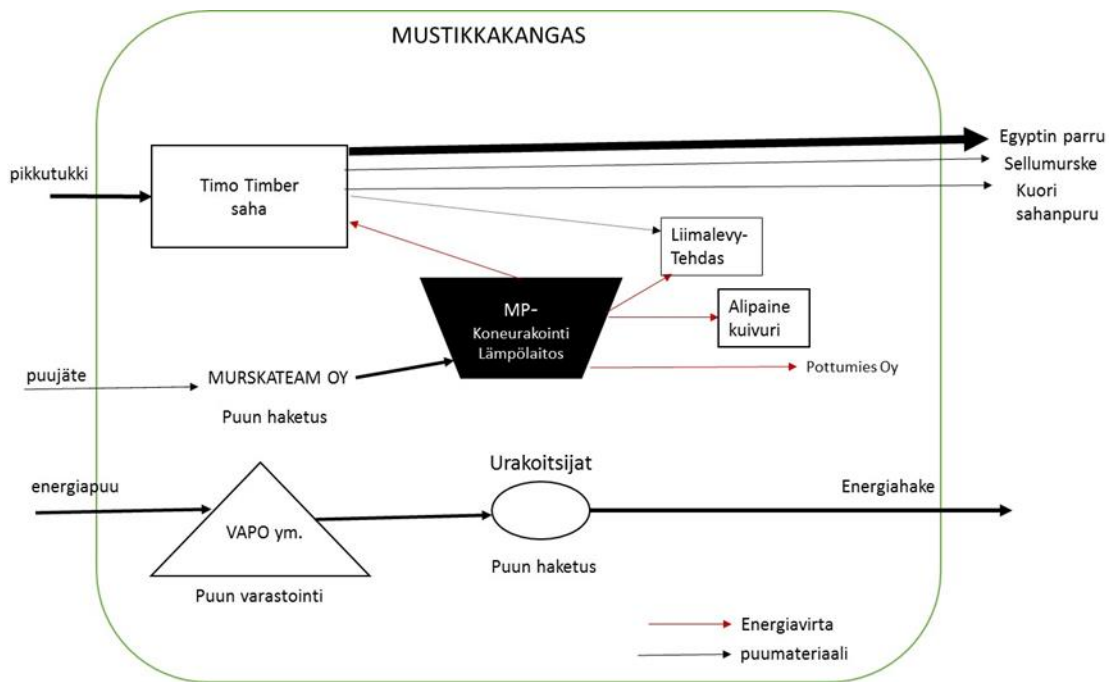
Useimmat haastateltavat olivat sitä mieltä, että hakkeen kuivaaminen ei ole nykyisin kannattavaa eli kuivauskustannukset tulevat liian korkeiksi. Toisaalta osa haastateltavista näki laatuhakkeelle selkeät markkinat, jos tunnistetaan oikea kohderyhmä ja rakennetaan toimiva liiketoimintamalli. Todettiin, että pienten CHP-laitosten markkinat eivät Suomessa vielä kehittyneet. Mahdollisuutena voisi olla kuivaaminen kesäaikaan lämpölaitosten hukkalämmöllä ja aurinkoenergialla. Haketta varastoitaisiin syksyn, kunnes sitä myytäisiin talvikautena. Kuivaustekniikkaa voitaisiin käyttää myös alueella syntyvälle kuorelle ja purulle.

Haastattelussa ehdotettiin myös esim. paikallisten maa- ja metsätalousyrittäjien osallistumista ja mahdollista osa-omistajuutta kuivaustoiminnasta. Paikalliset voisivat tuoda omia puitaan hakettavaksi ja kuivattavaksi omaan käyttöön tai edelleen myyntiin. Joutilasta konekalustoa voitaisiin käyttää alueella, jolloin investointikustannukset pienenisivät.

Mustikkakankaan aluetta voitaisiin käyttää puuenergian tuotannon ja käytön testauspaikkana, mitä voitaisiin käynnistää hankeperusteisesti. Alue olisi ihanteellinen kuivauksen ja haketuksen testaukseen sekä uusien tuotteiden kehittämiseen puun sivuvirroista esim. viherrakentamiseen. Myös oman sähköntuotannon edellytyksiä olisi hyvä selvittää kuten esiselvitysraportissa ehdotettiin.



Kuva 7: Mustikkakankaan lämpölaitos ja haketusauto



Kuva 8: Kaavio Mustikkakankaan nykyisistä materiaali- ja energiavirroista.



Kuva 9: Energiapuukasoja ja haketta Mustikkakankaalla

Kirjallisuus

Alakangas, E. (2000) Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. Espoo. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, VTT Tiedotteita 2045. 172 s.

Anttila P. et al. (2014) Metsähakkeen alueellinen korjuupotentiaali ja käyttö vuonna 2020.

METLA

<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2014/mwp313.pdf>

Bioenergiapörssi. Puu polttoaineena. (26.10.2016) <http://www.bioenergiapörssi.fi/kasitteet-ja-laskurit/puu-polttoaineena>

Hillebrand K & Nurmi J. (2004) Nuorista metsistä korjatun energiapuun kuivaus ja varastointi. Projektiraportti.

<http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2009/VTT-R-07261-09.pdf>

Huovinen, Anniina (2012) Metsäpolttoaineiden ja pilkkeen kuivauksen kiinnostus ja mahdollisuudet Keski-Suomessa. Opinnäytetyö, Luonnonvara ja ympäristöala. Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

<https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/48943/Huovinen%20Anniina.pdf?sequence=2>

Jahkonen Miina, Lindblad Jari, Sirkiä Seija ja Laurén Ari (2012) Energiapuun kosteuden ennustaminen. Metlan työraportteja.

<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2012/mwp241.pdf>

Jalovaara, Jukka; Tuppurainen, Aku; Mutikainen, Mirja; Uimarihuhta, Heli; Parkkola Eero (2015) Utajärven kunta, Puuta-hanke, Puunjalostuskeskuksen selvitystyö

Kuntaliitto (2016) Tietoja pienistä lämpölaitoksista vuodelta 2015. Helsinki 2016.

<http://www.kunnat.net/fi/asiantuntijapalvelut/tyt/energia/energiantuotanto/pienet-lampolaitokset/Documents/Tietoja%20pienist%C3%A4%20l%C3%A4mp%C3%B6laitoksista%20v.%202015.pdf>

[Kärnä, Kalle \(2008\) Metsähakkeen tuotantoprosessikuvaukset. Metsätehon tulosalvosaria 3/2008.](#)

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/02/Tuloskalvosaria_2008_03_Metsahakkeen_tuotantoprosessi_kk.pdf

Laitila, Juha, Leinonen, Arvo, Flyktman Martti, Virkkunen, Matti ja Asikainen, Antti (2010) Metsähakkeen hankinta- ja toimituslogistiikan haasteet ja kehittämistarpeet. VTT Tiedotteita – Research Notes 2564. Edita Prima, Helsinki.
<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2010/t2564.pdf>

Metsäkeskus(2016) <https://www.metsakeskus.fi/tuki-nuoren-metsan-hoitoon-hakusulku-paattyy-kevaalla-2017>

Rinne S. (2002) Puupolttoaineiden kuivausmenetelmien kartoitus. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu.
<https://www.doria.fi/handle/10024/34313?locale=en&author=>

Sipi, M. (2006) Puutuoteteollisuus 5 – sahatavaratuotanto. Opetushallitus. 208 s.

Tilastokeskus (8.12.2016) Energian hintojen lasku loiveni toisella neljänneksellä
http://tilastokeskus.fi/til/ehi/2016/03/ehi_2016_03_2016-12-08_tie_001_fi.html

[Torvelainen, J., Ylitalo, E. ja Nouro, P. \(2014\) Puun energiakäyttö 2013. Metsätilastotiedote 31/2014.7s](#)

[Vesisenaho, Tero \(2004\) Metsähakkeet. Teoksessa: Knuuttila Kirsi \(toim.\) Puuenergia. Jyväskylä. Jyväskylän Teknologiakeskus Oy. 37-40 s.](#)

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Haastattelut (yritys, haastatellun asema)

1. Biopohjaisten raaka-aineiden toimittaja kaukolämpölaitokselle, tuotantovastaava
2. Puuhakkeen toimittaja kaukolämpölaitoksille, Pohjois-Suomen palveluista vastaava
3. Biopohjaisten raaka-aineiden toimittaja ja lämpölaitosten ylläpitäjä, Pohjois-Suomen tuotantovastaava
4. Kunnallinen lämpölaitos, kunnan edustaja
5. Kunnallinen lämpölaitos, lämpölaitoksen hoitaja ja kunnan edustaja
6. Kunnallinen lämpölaitos, kunnan edustaja
7. Kaukolämmön tuottaja, laitoksen johtaja
8. Biopohjaisten raaka-aineiden toimittaja, operaatioiden ja toimitusketjun päälliköt
9. Puualan verkoston ja koulutuksen asiantuntijaorganisaatio, kaksi asiantuntijaa
10. Maatalous- ja puutarhatuotteiden kauppa, puutarhavastaava
11. CHP-laitosten valmistaja, toimitusjohtaja (puhelinhaastattelu)
12. Entinen hevostallin omistaja
13. Lämpölaitosyrittäjä
14. Lämpölaitosyrittäjä
15. Energiapuualan hake- ja kuljetusyrittäjä
16. Puualan yrittäjä
17. Puualan yrittäjä
18. Puualan yrittäjä

Muuntokertoimet eri polttoaineille (Kuntaliitto, 2015)

Raskas polttoöljy	1 tonni	= 11,29 MWh
Kevyt polttoöljy	1 000 l	= 9,97 MWh
Palaturve	i-m3	= 1,4 MWh
Jyrsinturve	i-m3	= 0,9 MWh
Hake	i-m3	= 0,8 MWh
Kuori	i-m3	= 0,6 MWh
Puru	i-m3	= 0,6 MWh
Maakaasu	1000 m3	= 10 MWh
Puupelletti	1 tonni	= 4,7 MWh

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020

