

Laadunhallinta ja keskeiset laatutekijät metsäenergian toimitusketjuissa

Tanja Ikonen, Miina Jahkonen, Karri Pasanen ja Timo Tahvanainen



maaseuturahasto



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus

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 info@metla.fi
<http://www.metla.fi/>

Tekijät Ikonen, Tanja, Jahkonen, Miina, Pasanen, Karri & Tahvanainen, Timo			
Nimeke Laadunhallinta ja keskeiset laatutekijät metsäenergian toimitusketjuissa			
Vuosi 2013	Sivumäärä 41	ISBN 978-951-40-2430-6 (PDF)	ISSN 1795-150X
Yksikkö / Tutkimusohjelma / Hankkeet Joensuu / ForestEnergy 2020 / Metsähakkeen tuotannon laadunhallinta (LAATU), 7528			
Hyväksynyt Antti Asikainen, professori 16.08.2013			
Tiivistelmä Metsähakkeen laadun merkitys korostuu hakkeen käyttömäärien kasvun myötä. Uusien biojalosteiden kuten pyrolyysiöljyn valmistaminen asettaa metsähakkeelle uusia, entistä tiukempia laatuvaatimuksia. Kiinteiden biopolttoaineiden laatustandardi SFS-EN 15234 määrittää metsähakkeen laatuluokat, mutta käytännön toiminnassa laadun vaihtelut ovat suuria standardista ja toimitussopimuksista huolimatta. Metsähakkeen käyttäjän näkökulmasta laatu muodostuu teknisestä laadusta kuten kosteudesta, pala-koosta ja puhtaudesta, ja suhteellisesta laadusta eli metsähakkeen soveltuvuudesta käyttäjän prosesseihin ja toimintaan. Toimitusvarmuus ja asiakkaiden tarpeiden huomioiminen ovat merkittäviä, kilpailuetua synnyttäviä ja toiminnan kokonaisvaltaista laatua kuvaavia tekijöitä. Tämän raportin tavoitteena on antaa lukijalle käsitys metsähakkeen laatutekijöistä ja laadunhallinnan työvälineistä kuten toiminta- ja laatukäsikirjasta. Laatujärjestelmä ja laatukäsikirja ovat välineitä, joilla metsähakkeen toimittajat voivat kehittää toimintansa laatua. Laatukäsikirja on yleiskuvaus yrityksen laadunhallintajärjestelmästä ja yrityksen laadunvarmistuksen käytännöistä. Raportti on kirjoitettu ”Metsähakkeen tuotannon laadunhallinta” -hankkeen rahoituksella			
Asiasanat Bioenergia, metsäenergia, toimitusketju, laatu, laadunhallinta, kannattavuus			
Julkaisun verkko-osoite http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2013/mwp275.htm			
Tämä julkaisu korvaa julkaisun			
Tämä julkaisu on korvattu julkaisulla			
Yhteydenotot Karri Pasanen, PL 68 80101 JOENSUU, karri.pasanen@metla.fi			
Muita tietoja Taitto: Anne Siika/Metla			

Sisällys

1 Metsäenergiayrittämisen liiketoimintaympäristö	5
2 Mitä laatu on?	7
3 Laadunhallinta metsäenergian tuotannossa	9
3.1 Metsähakkeen toimitusketjussa yrittäjien yhteistyö on ratkaisevaa	9
3.2 Kiinteiden biopolttoaineiden laatustandardit	9
3.3 Laatu järjestelmä ja laatukäsikirja toiminnan kehittämisen apuvälineinä	11
4 Metsäenergian laatuun keskeisesti vaikuttavat tekijät	14
4.1 Miksi korkea laatu on tärkeää metsäenergian tuotannossa?	14
4.2 Laadunhallinta alkaa oikein tehdystä energiapuun korjuusta	14
4.3 Kosteus laatutekijänä	15
4.4 Varastointi vaikuttaa energianpuun laatuun	18
4.5 Epäpuhtaudet ja vääränlainen palakoko aiheuttavat ongelmia energiantuotannossa	20
4.6 Energiapuun ja metsähakkeen kemiallisen koostumuksen vaikutus energiantuotannossa	22
4.7 Raaka-aineen alkuperä, RES-direktiivi ja kansallinen lainsäädäntö	23
5 Johtopäätökset	24
LÄHTEET	26
LIITTEET	29

1 Metsäenergiayrittämisen liiketoimintaympäristö

Metsäenergiaan liittyvä liiketoiminta on kasvanut ja kehittynyt nopeasti viimeisen puolentoista vuosikymmenen aikana: metsähakkeen vuotuinen käyttö on lähes kaksikymmenkertaistunut 8,3 miljoonaan kiintokuutiometriin vuonna 2012 ja metsäenergialle on luotu toimivat markkinat koko Suomen alueelle. Metsäpolttoaineiden hankintaan ja energian tuotantoon on tullut kaiken kokoisia toimijoita pienistä yhden hengen haketus- ja kuljetusyrityksistä aina suuriin kansainvälisiin metsä- ja energiayhtiöihin. Polttoaineen kysynnän kannalta suurin merkitys on teollisen mittakaavan, 50 MW_{th} ja sitä suurempien lämpö- ja voimalaitosten kulutuksella. Ne käyttävät lämmön ja voimatuotantoon runsaat kaksi kolmannesta metsähakkeen ja -murskeen vuotuisesta kokonaiskulutuksesta. Suurissa laitoksissa haketta käytetään tyypillisesti yhteispolttona turpeen kanssa ja usein se on korvannut jyrsinturpeen pääpolttoaineena.

Metsäenergiamarkkinoiden kehitys on synnyttänyt alalle monipuolisen yritysverkoston. Yrittäminen metsähakkeen toimitusketjussa on perustunut hyvin pitkälti isojen yhtiöiden organisoimiin tuotantoketjuihin, joissa yrittäjät myyvät asiakkailleen korjuu-, kuljetus- ja haketus- tai murskauspalveluita (Piirainen 2005.) Korjuu- ja kuljetusyrittäjien päämiehinä ainespuun hankinnassa toimivat metsäteollisuusyritykset sekä suurmetsänomistajat, kuten Metsähallitus ja Tornator, jotka ovat nekin tulleet yhä aktiivisemmin mukaan energiapuumarkkinoille. Hankintaketjussa tapahtuu samanaikaisesti sekä erikoistumista, että pyrkimistä kohti kokonaispalvelua. Toimitusvolyymien kasvu on toisaalta mahdollistanut urakoijalle erikoistumisen esim. pelkästään puun haketukseen, murskaukseen tai hakkeen ja energiaturpeen kuljetuksiin. Samalla myös palveluvalikoiman laajentamiseen ja liikevaihdon kasvuun tähtäävät puunkorjuun kokonaisurakoijat ovat löytäneet uusia liiketoimintamahdollisuuksia energiapuun korjuusta, prosessoinnista ja toimituksista aina lämpöyrittämiseen saakka.

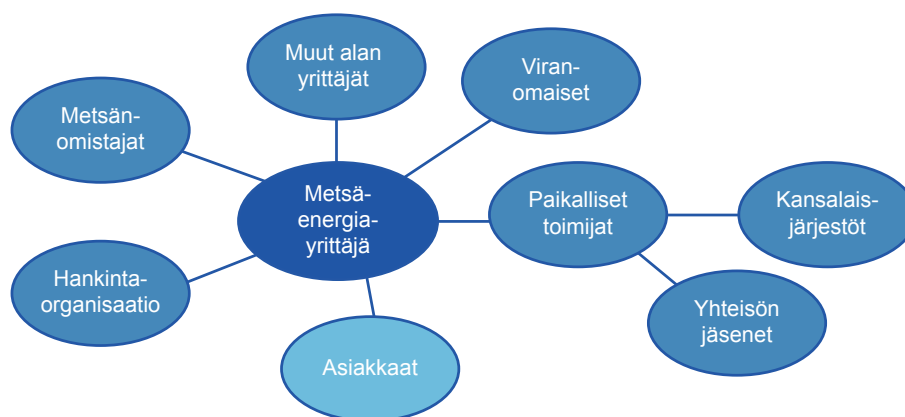
Metsähakkeen ja kantomurskeen kokonaiskäytöstä vastaavat valtaosin suuret energia- ja metsäteollisuusyritykset. Metsäenergialiiketoiminnassa olevien yritysten liiketoimintaa ja sen kehitystä ei ole kartoitettu yksityiskohtaisesti, mutta pk-yritysten merkitys on keskeinen erityisesti energiapuun hankinnassa, lämpöyrittämisessä sekä polttopuun pienkäyttöön liittyvässä liiketoiminnassa. Lämpöyrittämisellä tarkoitetaan yritystoimintaa, jossa myytävänä tuotteena on lämpöenergia. Lämpöyrittäjien ylläpitämiä ja hoitamia lämpölaitoksia on Suomessa runsaat 500 kpl ja se on parhaiten tilastoitu metsäenergiayrittämisen osa-alue. Laitosten keskimääräinen kattilateho on 0,58 MW ja niiden energia tuotetaan lähes yksinomaan puupolttoaineilla. Metsähakkeen osuus polttoainekäytöstä on n. 90 %, yhteensä vajaa puoli miljoonaa kiintokuutiometriä. Maatiloilla ja muissa pienkiinteistöissä metsähaketta käytetään n. 0,7 milj. kuutiometriä (Torvelainen 2009).

Metsäpolttoaineen laatuun, toimitusaikoihin ja hintatasoon kohdistuvat vaatimukset ovat viime vuosina tiukentuneet ja yritysten on myös aiempaa paremmin osattava sopeutua asiakkaan liiketoiminnan sekä kysynnän ja tarjonnan muutoksiin (Huttunen 2011). Raaka-aineen ja toimitusten parempi laatu auttaa välttämään energian tuotannossa syntyvien häiriöiden aiheuttamia turhia kustannuksia ja mahdollistaa tuottojen kasvattamisen. Siten se parantaa toiminnan kannattavuutta, tuo lisää ”jaettavaa” tuotantoketjussa toimiville tahoille ja parantaa raaka-aineesta ja palveluista maksukykyä. Parempi laadunhallinta sekä eri käyttäjien ja näiden laatuvaatimusten tunnistaminen eri ajankohtina antavat metsäpolttoaineen toimittajalle mahdollisuuden optimoida polttoaineen arvoa. Tehostuneen laadunhallinnan ja ohjauksen avulla samasta raaka-ainemäärästä on siis yksinkertaisesti mahdollista saada korkeampi tuotto.

Toimitettavan tuotteen laatua voidaan parantaa lisäämällä bioenergian toimitusketjussa toimivien yrittäjien tietoisuutta laadusta ja laadun merkityksestä. Yhteisen laatukäsityksen muodostaminen ja laadunhallinta on erityisen haastavaa silloin, kun toimitusketju muodostuu useiden eri yritysten työpanoksesta. Metsäsektorin pk-yrityksissä osaaminen, tiedot ja taidot karttuvat pääosin kone-yrittäjien ja kuljettajien käytännön työn ja kokemuksen kautta. Yrittäjän ja työntekijöiden kokemuksella ja osaamisella on merkittävä rooli bioenergian korjuun ja hankinnan laadun muodostuksessa, jolloin bioenergian toimitusketjussa syntyvä laatu riippuu yrittäjän tai koneenkuljettajan subjektiivisista laatu näkemyksistä ja työkokemuksesta. Tuloksena on usein kontekstisidonnaista hiljaista ja paikallista tietoa (Leskinen ym. 2010). Energiapuun käyttäjän (asiakkaan) ja toimitusketjussa toimivien yritysten yhteisellä, konkreettisella täsmäkoulutuksella sekä palautejärjestelmillä on saatu hyviä tuloksia toiminnan ja energiapuun laadun parantamisessa. Laadunhallinnan kannalta on myönteistä, että metsäkonekoulut ovat viime vuosina tuoneet energiapuun hankinnan erityispiirteet osaksi tutkinto- ja täydennyskoulutustaan.

Metsähakkeen toimittajalla on toimitussopimuksissa sovittu vastuu toimittaa metsähaketta tai muuta biopolttoainetta käyttöpaikalle, joka on yleensä voimalaitos. Toimiessaan polttoaineen toimittajana metsäenergiayrittäjä organisoii energiapuun korjuun metsästä, hakettamisen tai murskaamisen sekä vastaa hakkeen toimittamisesta voimalaitokselle asti. Yrittäjä on vastuussa myös toimittamansa polttoaineen laadusta. Polttoainetoimittajat joutuvat usein ostamaan palveluita muilta kone- ja metsäalan yrittäjiltä, jotta he voisivat toteuttaa suuria metsähakkeen toimitussopimuksia. Ostetut palvelut voivat olla esimerkiksi metsähakkeen hankintaan liittyvää toimintaa; haketusta, murskaamista tai kuljetuspalveluita. Urakointipalveluiden tarjoajat vastaavat polttoaineen toimitusketjussa tietyn osa-alueen tai työvaiheen suorittamisesta toimeksiantajan tai polttoainetoimittajan ohjauksessa. Toimeksiantajalla puolestaan on vastuu energiapuun hankinnasta ja toimituksesta voimalaitokselle (Järvinen & Kokkila 2005). Vaikka aliurakoinnin ja ostopalveluiden käyttö nopeuttaa toimitusketjua, se voi heikentää toimitettavan energiapuun tai hakkeen laatua, jos toimitusketjun sisäinen tiedonkulku ja laadunhallinta ovat puutteellisia.

Metsähakkeen toimittajan tärkeimpiä ulkoisia sidosryhmiä ovat energian tuottajat, metsänomistajat tai muut energiapuun toimittajat, hankintaketjussa toimivat urakoijat, muut polttoaineen toimittajat ja muut paikalliset toimijat kuten viranomaiset, kansalaisjärjestöt ja yhteisöiden jäsenet (kuva 1). Tässä julkaisussa keskitytään siihen, kuinka polttoaineen ja polttoainetoimitusten laatuun voidaan vaikuttaa metsähakkeen toimittajien ja hankintaketjussa toimivien urakoijien toiminnassa ja mikä on eri laatutekijöiden merkitys energian tuottajan näkökulmasta.



Kuva 1. Metsäenergiayrittäjän toimintaympäristö ja ulkoiset sidosryhmät

Metsähakemarkkinat, viranomaisten asettama lainsäädäntö ja energiapuukauppaa ohjaava tukipolitiikka asettavat puitteet, joissa yrittäjä omalla toimialallaan toimii. Lisäksi yrittäjän on toiminnassaan otettava huomioon myös oman toiminta-alueensa ihmiset ja ympäristö. Näissä puitteissa yrittäjän on pyrittävä toimimaan kannattavasti siten, että samalla tyydytetään asiakkaiden ja muiden sidosryhmien tarpeet. Metsänomistajan intresseissä on saada myymästään energiapuusta hyvä hinta ja varmistaa, että hakkuun korjuujälki ja jäljelle jäävä leimikko on laadukas. Energiantuotantolaitosten intressinä puolestaan on taata raaka-aineen jatkuva saatavuus ja oikea laatu mahdollisimman kilpailukykyiseen hintaan.

Polttoainetoimittajien ja yrittäjien itse hankkimien energiapuuleimikoiden määrä on lisääntynyt ja sen myötä korjuu- ja kuljetustyö metsässä on kehittynyt ja tehostunut. Tämä on puolestaan parantanut energiapuun laatua ja kilpailukykyä. Samalla koneyrittäjän liiketoimintaan kohdistuneet riskit ovat lisääntyneet, koska metsähakkeen toimitusketju metsästä voimalaitokselle kestää usein lähes vuoden, jolloin raha on sitoutuneena puuenergiavarastoihin (Järvinen & Kokkila 2005).

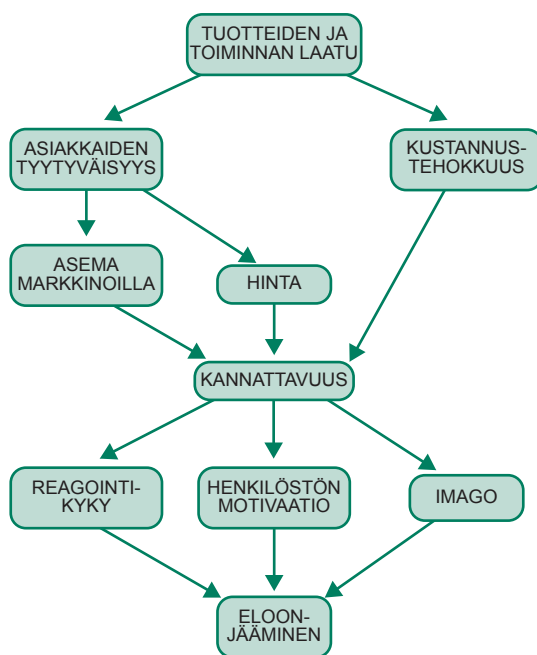
2 Mitä laatu on?

Kilpailuetu markkinoilla voi perustua kustannustehokkuuteen, lopputuotteen parempaan laatuun ja jalostusarvoon tai näiden molempien osatekijöiden hallintaan. Bioenergia-alan pk-yritysten tuotannon tehokkuus ei ole aina suurten kilpailijoiden luokkaa, koska yritysten investointiaste on alhaisempi. Alhaisempi tuottavuus heijastuu alhaisempaan hintakilpailukykyyn ja toiminnan kannattavuuteen (Rieppo 2010). Bioenergialiiketoiminnassa aineelliset tuotannontekijät vaativat rinnalleen monia aineettomia tuotannontekijöitä kuten hyvän maineen ja laadun, osaavan henkilöstön ja hyvät yhteistyöverkostot.

Aineettomilla tuotannontekijöillä on vaikutusta kilpailukykyyn tilanteessa, jossa muiden tuotantotekijöiden (koneet, raaka-aineet) kohdalla ei ole mahdollista erottautua kilpailijoista tai niiden hintaan ei ole mahdollista vaikuttaa (kuva 2).

Laadun ymmärtämiseen vaikuttavat valittu näkökulma ja olosuhteet. Yleisesti laadulla tarkoitetaan organisaation kykyä täyttää asiakkaan odotukset, tarpeet ja vaatimukset, joita asiakas tuotteelle tai palvelulle asettaa (Lecklin 2006). Asiakas on se, joka viime kädessä säätelee yrityksen tuottamien tuotteiden ja palveluiden kysyntää. Yrityksen toiminta on laadukasta, jos asiakas on tyytyväinen yrityksen tuotteisiin ja toimintaan. Asiakkaat ja kilpailu tekevät laadusta strategisen tekijän, jolla voidaan saavuttaa markkina- tai kilpailuetua (Savolainen 2010). Asiakastyytyväisyys ei kuitenkaan ole itsetarkoitus, johon tulee pyrkiä hinnalla millä hyvänsä vaan se tulee taata yrityksen oman kannattavuuden rajoissa sekä huomioimalla muu toimintaympäristö kuten lainsäädäntö ja yhteiskunnan asettamat normit.

Tuotantotoiminnassa laatu koskee sekä tuotetta että tuotantoprosessia (Taguchi 1986). Lillrank (1998) jakaa laadun elementit kolmeen perusluokkaan; valmistuksen laatuun, suunnittelun laatuun ja asiakkaan havaitsemaan eli suhteelliseen laatuun. *Tekninen laatu* eli valmistuslaatu, viittaa tuotantoprosessin laatumuuttujiin, joihin on mahdollista vaikuttaa ja joita voidaan mitata (Lillrank 1998). Metsäenergiayrittäjälle tällaisia ovat esimerkiksi toimitettavan metsähakkeen puhtaus ja kosteus. Teknisen laadun kautta syntyy loppuasiakkaan eli metsähakkeen käyttäjän kokema *suhteellinen laatu*. Suhteellisia laatumuuttujia ovat esimerkiksi tuotetun puupolttoaineen soveltuvuus



Kuva 2. Laatuajattelulähtöinen toiminta auttaa yritystä suuntaamaan voimavaransa kohti kannattavuutta ja sitä kautta selviytymään markkinoilla (Ylä-Mattila 2011).

laitoksen käyttöön tai toimitettavien polttoaine-erien tasalaatuisuus ja toimitusvarmuus. Näiden lisäksi asiakkaan kokemia toimitusketjun tuottamia lisäarvoja voivat olla esimerkiksi erilaiset ympäristöarvot tai energiantuotannon paikallisuus.

Laadunparantamisen kannalta on tärkeää erottaa toisistaan *laadunhallinnan ja laadunvarmistamisen* käsitteet. Laadunhallinnalla tarkoitetaan koordinoituja toimenpiteitä kuten tuotteen tai prosessin laadun ohjausta, joiden tavoitteena on yrityksen suuntaaminen ja ohjaaminen laatuun liittyvissä asioissa (Lecklin 2006). Hyvän laadunhallinnan seurauksena tuotteiden tai tuotannon virhemarginaali pienenee ja tuotantokustannukset alenevat ja seurauksena syntyy kustannustehokas tuote ja prosessi. Kiinteiden biopolttoaineiden laatustandardissa puhutaan laadunvalvonnasta. (SFS-EN 15234-1 2013)

Laadunvarmistuksessa on kyse tuotteiden ja prosessien tarkastamisesta laadunvalvonta-asiakirjoista ja tämän informaation käyttämisestä varmistamaan, että pidemmällä aikavälillä tuotteiden tai prosessin yhdenmukaisuus saavutetaan (SFS-EN 15234-1 2013). Laadunhallinnan ja laadunvarmistuksen käytäntöön vieminen edellyttää organisaatiolta, johdolta ja henkilöstöltä *sitoutumista* laatuun ja *laatujohtamiseen*. Laatujohtamisessa organisaation toimintaa johdetaan asiakaslähtöisesti.

Metsähakkeen toimitusketjuissa myös laadun parantaminen tuo lisäkustannuksia, jolloin osalle asiakkaista halvempi tuote voi olla sopivampi. Toisaalta hyvän laadun tuottaminen on bioenergia-yrittäjälle kannattavampaa kuin huonon laadun tuottaminen, koska laatua tuottava tuotantoprosessi on kustannustehokkaampi; suurempi lopputuotteen energiapitoisuus, nopeampi toimitusketju, vähemmän korjauksia ja usein myös parempi työtyytyväisyys ja sen seurauksena pienempi työntekijöiden vaihtuvuus (Kilponen 2007).

3 Laadunhallinta metsäenergian tuotannossa

3.1 Metsähakkeen toimitusketjussa yrittäjien yhteistyö on ratkaisevaa

Metsähakkeen toimittajat ja muut toimitusketjussa toimivat yritykset toimivat hankintaorganisaation ohjeiden mukaan ja pyrkivät täyttämään asiakkaan asettamat ehdot. Etenkin suuret lämpö- ja voimalaitokset ovat kirjanneet sopimuksissaan polttoaineen laatuvaatimukset, joita polttoaineen toimittajien tulee noudattaa. Laatuvaatimukset vaihtelevat käytettävän teknologian ja laitoksen kokoluokan mukaan. Laitokset maksavat yleensä vain todellisesta toimitetusta energiamäärästä, jolloin hakkeen kosteuspitoisuus ja energiasisältö ovat avaintekijä metsähaketta toimittavan yrityksen toiminnan kannattavuuden näkökulmasta (Leskinen & Maier 2010). Kosteuspitoisuuden lisäksi muita laatukomponentteja ei usein ole sidottu taksojen perusteeksi. Laitokset voivat kieläytyä ottamasta vastaan huonolaatuista haketta ja velvoittaa sopimusehtoja rikkovan toimittajan kuljettamaan toimittamansa hake-erän takaisin. Tällöin hake-erän huono laatu koituu taloudelliseksi tappioksi polttoainetta toimittaneelle kuljetusyrittäjälle.

Verkottuneessa liiketoiminnassa loppuasiakkaan kokemaa laatua perustuu koko tuotantoketjun laatuun. Seuraava toimitusketjun toimija on aina myös edellisen asiakas, joten toiminnassa on otettava huomioon seuraavan työvaiheen vaatimukset ja koko toimitusketjun on pelattava yhteen asiakastytytyväisyyden aikaansaamiseksi.

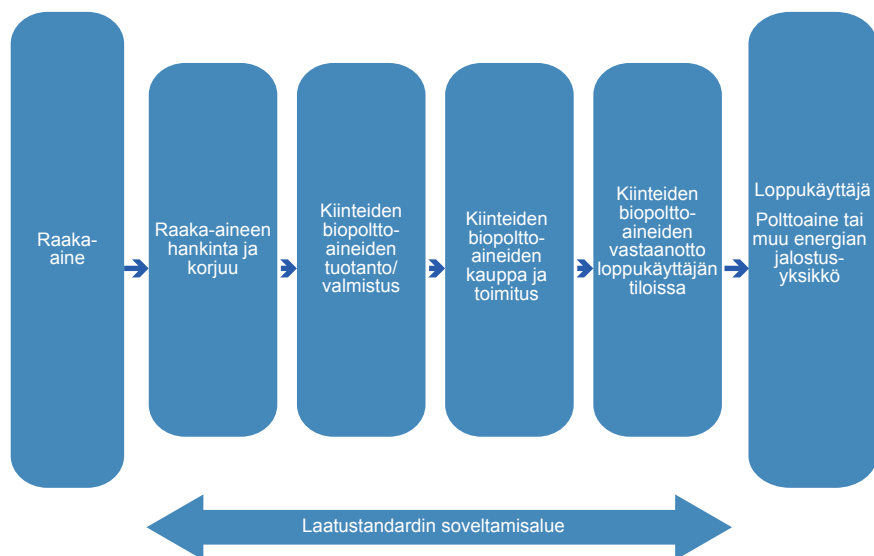
Kun toimitusketju käsittää useita vaiheita, korostuu kokonaisuuden johtamiseen liittyvän osamisen merkitys (Leskinen ym. 2010). Sekä sujuva tiedonkulku että tuotteiden ja palveluiden oikea-aikaisuus ovat tärkeitä toimitusketjun laatutekijöitä. Ongelmat tiedonkulussa aiheuttavat esimerkiksi myöhästymisiä, ylimääräisiä varastoja ja tilaus- ja toimitusvirheitä metsähakkeen kuljetuksessa. Luottamus eri osapuolten välillä ja avoin kommunikointi toimitusketjun yritysten ja asiakkaan kesken on tärkeää (Huttunen 2011).

Toimitusketjuissa kilpailukykyisimpiä ovat yritykset, jotka pystyvät takamaan toimittamansa metsähakkeen laadun, toimitusvarmuuden ja maltillisen hintakehityksen keskipitkällä tai pitkällä aikavälillä. *Hoitamalla nämä toiminnot keskimääräistä paremmin yritys luo lisäarvoa ja saavuttaa kilpailuetua toisiin bioenergia-alan yrityksiin verrattuna.*

3.2 Kiinteiden biopolttoaineiden laatustandardit

Metsähakkeen tuotannossa tasainen laatu ei ole sama asia kuin korkea laatu — laadun on oltava aina käyttäjän tarpeiden mukainen (Alakangas 2012 a & b). Kiinteiden biopolttoaineiden laatuvaatimukset vaihtelevat riippuen tuotantoprosessin monimutkaisuudesta sekä biopolttoaineelle asetetuista vaatimuksista. Pienkäyttäjät voivat vaatia korkealaatuista biopolttoainetta, kun taas suuren kokoluokan laitokset voivat hyödyntää joustavammin erilaisia biopolttoaineita (SFS EN-15234-1 2013). Tämä johtaa erilaisiin laadunvarmistus- ja laadunvalvontaprosessia koskeviin toimenpiteisiin ja vaatimuksiin. Laadunvarmistuksella ja -valvonnalla pyritään siihen, että tasainen laatu on jatkuvasti saavutettavissa asiakasvaatimusten mukaisesti ja että tuote-erän jokainen kappale olisi mahdollisimman samanlainen ominaisuuksiltaan.

Kiinteän biopolttoaineen toimitusketju käsittää useita eri vaiheita, jotka on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Kiinteän biopolttoaineen toimitusketjun vaiheet sekä laatustandardin EN-15234 soveltamisalue (SFS EN-15234-1 2013).

Standardit ovat vapaaehtoisia, tunnustetun organisaation hyväksymiä asiakirjoja, jotka on laadittu yleistä ja toistuvaa käyttöä varten. Standardeissa on määritelty vaihteluväli, jossa esimerkiksi metsähakkeen kosteuden ja palakoon tulee olla. Asiakasvaatimukset koskevat polttoaineen laadun lisäksi myös yrityksen toimintaa, kuten dokumentaatiota aikatauluja ja logistiikkaa. Laadunvarmistusta ja -valvontaa tarvitaan sekä hakkeen hinnoittelussa että polttoprosessin ohjauksessa (Ranta 2003). Koska monet laatuparametrit eivät liity niinkään polttoaineen fysikaalisiin tai kemiallisiin ominaisuuksiin vaan pikemminkin hallintonaäkökohtiin, on vastuiden jakaminen ja prosessikaavioiden käyttö kohteena olevasta toimitusketjusta tai materiaalivirtasta suositeltavaa.

SFS EN-15234-standardin tavoitteena on varmistaa kiinteän biopolttoaineen laatu koko toimitusketjun osalta ja luoda riittävä luottamus siihen, että määritellyt laatuvaatimukset täytetään (kuva 3). EN-15234-standardeja voidaan käyttää osana ISO 9000-laaturjestelmää sekä biopolttoaineen laadun luokittelussa ja dokumentoinnissa. Standardin tavoitteena on toimia työkaluna biopolttoaineiden kaupankäynnissä siten, että loppukäyttäjä löytää tarpeitaan vastaavan polttoaineen ja tuottaja pystyy tuottamaan polttoainetta, jolla on määritellyt ja yhdenmukaiset ominaisuudet.

Varsinainen polttoaineen laadun kuvaus tehdään standardin EN-14961 mukaisesti. Kiinteiden biopolttoaineiden laadunhallinta- ja laadunvarmistuksen standardit perustuvat ISO 9000-standardin niihin osiin, jotka koskevat tuotetta ja standardista on sovellettu biopolttoaineille laadunvarmistus- ja laaduntarkkailuosa. Kiinteiden biopolttoaineiden laadun kuvaus tehdään perustuen standardin EN-14961-1 mukaiseen alkuperän ja raaka-ainelähteen laatuoluokitukseen (liite 1–3). Koko tuotantoketju on pystyttävä jäljittämään raaka-ainelähteelle saakka. Standardi ei kuitenkaan ota kantaa alkuperän kestävyys tai sille asetettuihin kestävyyskriteereihin kuten esimerkiksi ns. RES-direktiivi (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (2009/28/EY) ja sen mukaan valmistettu kansallinen laki biopolttoaineista ja bionesteistä (Suomen Säädöskokoelma 393/2013). Luokittelutasot kuvaavat polttoaine- tai raaka-ainelähteitä pääryhmittäin mainiten lähinnä, onko biomassaa alkuperäismateriaalia eli suoraan luonnosta, vai teollisuuden sivutuote tai tähde (Alakangas 2010).

Puupolttoaineiden laatu määritellään puupolttoainelajeittain valitsemalla laatutaulukosta raja-arvot saapumistilassa olevan polttoaineen energiatihedelle, kosteudelle ja partikkelikoolle (liite 2 & 3). Energiatiheyteen vaikuttavat polttoaineen tehollinen lämpöarvo, kosteus ja irtotiheys sekä partikkelikoko (Impola 1998). Laadun määrittämisen pitäisi tapahtua toimitusketjussa toimijan ja seuraavan toimijan sopimuksen tuloksena (SFS EN-15234-1 2013). Polttoaineiden laatuluokitus on joustava, joten toimijat voivat valita kustakin ominaisuusluokasta arvon, joka vastaa tuotettua tai haluttua polttoaineen laatua. Tämän ns. ”vapaan” luokituksen etuna on, ettei se sido eri ominaisuuksia toisiinsa, vaan toimijat voivat sopia ominaisuusvaatimuksista tapauskohtaisesti. Tämä sopii erityisesti isoihin laitoksiin (Alakangas 2010). Laatustandardeissa on kuitenkin määritelty tärkeimmät ominaisuudet, jotka ovat velvoittavia (normative) ja pakollisia ja ne on ilmoitettava tuoteselosteessa (Alakangas 2010).

Standardeissa on ohjeet myös tuoteselosteen laadinnasta. Tuoteseloste annetaan tietylle toimituserälle. Toimituserä ilmoitetaan esim. kuormakirjassa (Alakangas 2010).

Tuoteselosteessa on ilmoitettava vähintään seuraavat tiedot (EN 15234-1):

- Polttoaineen toimittaja/tuottaja yhteystietoineen
- Alkuperä ja raaka-ainelähde standardin EN 14961-1 mukaan
- Alkuperämaa (tarkempi sijainti)
- Kauppanimike (mm. pelletti)
- Ominaisuuksien luokittelu standardin EN 14961 sopivan osan mukaan
 - Velvoittavat ominaisuudet
 - Opastavat ominaisuudet
- Kemiallinen käsittely (kyllä/ei)
- Allekirjoitus, nimike, päivä ja paikka (irtotavaralle)

3.3 Laatujärjestelmä ja laatukäsikirja toiminnan kehittämisen apuvälineinä

Laatujärjestelmällä tarkoitetaan johtamisjärjestelmää, jonka avulla yrityksen johto suuntaa ja ohjaa yritystä laatuun liittyvissä asioissa. Laadunhallinnan toteutuksesta ei ole standardiohjetta eikä laatujärjestelmä ole pakollinen, mutta käytännössä se on hyödyllinen apuväline. Tunnetuimpia laadunhallintajärjestelmiä ovat ISO 9000-standardiin pohjautuvat järjestelmät, mutta ne ovat usein liian raskaita pienille yrityksille. Pienissä ja mikroyrityksissä laadunhallinta voidaan toteuttaa myös ilman standardointia (Vihtonen 2004) ja se on muodoltaan usein vapaata ja epäsäännöllistä. Järjestelmä tulisi kuitenkin aina dokumentoida. Yrityksen erityisominaisuudet voivat vaikuttaa laadunhallinnan toteuttamiseen (Lecklin 2006).

Laatukäsikirja (toimintakäsikirja) on osa yrityksen laatujärjestelmää. Laatukäsikirja on yleiskuvaus yrityksen laadunhallintajärjestelmästä ja siitä, millaisia käytäntöjä yrityksessä on laadunvalvontaan tai esimerkiksi työturvallisuuteen liittyen. Käsikirjassa voidaan kuvata myös muita yrityksen keskeisiä käytäntöjä ja periaatteita. Laatukäsikirja auttaa ymmärtämään yrityksen toimintaa kokonaisuutena ja se sisältää yrityksen vastuut ja valtuudet ja tärkeimmät työohjeet ja dokumentit. Tämän raportin liitteenä on esitetty esimerkinomainen laatukäsikirjamalli bioenergia-yrityksen käyttöön (liite 5).

Vaikka laatukäsikirja voidaan luovuttaa myös yrityksen ulkopuolisille tahoille kuten asiakkaille tai auditoreille, ei sen tarkoitus ole luoda vain positiivista kuvaa yrityksen ulkopuolelle. Laatukä-

sikirja on ensisijaisesti ohjekirja yrityksen johdon ja työntekijöiden käyttöön (Vanhatalo 2010). Tärkeintä on, että järjestelmä ja laatudokumentit antavat vastauksen kysymyksiin, *kuka, mitä, miksi, miten, missä ja milloin*. Se palvelee käytännön toiminnan apuvälineenä sekä perehdyttäessä ja työn suorittamisvaiheessa (Lecklin 2006).

Yleensä yrityksen laatujärjestelmä, joka kuvataan laatukäsikirjassa, sisältää neljä tasoa (kuva 4):

Johdon ohjaus ja laatupolitiikka
Avainprosessit ja yrityksen rakenne
Työtapakuvaukset ja työohjeet
Viiteaineisto

Pienissä yrityksissä riittää kaksitasoinen laatukäsikirja, joka sisältää pääasiassa yrityksen rakenteen kuvauksen ja työohjeet (Lecklin 2006). Työohjeet sisältävät suosituksia, normeja ja ohjeita työntekijöiden käyttöön. Käytännön toiminnan kannalta pyramidin kaksi alinta tasoa ovat usein ne tärkeimmät.

Laadun kehitystyössä lähdetään liikkeelle yrityksen ja sen tuottamien tuotteiden tai palveluiden nykytilan selvityksellä. Sitä varten laatua ja mm. ympäristönäkökohtia arvioidaan ja mitataan ja prosesseja kartoitetaan. Lähtökohtana ovat asiakkaiden ja muiden sidosryhmien asettamat päämäärät, jotka voivat olla osittain myös ristiriitaisia (Kilponen 2007). Kehittäessään omaa laatuaan



Kuva 4. Laatukäsikirjassa kuvataan yrityksen toiminta ja rakenne mahdollisimman tiivisti (Laasasenaho 2008).

yrittäjien tulee valita sidosryhmien asettamista päämääristä yrityksen toiminnan ja kannattavuuden kannalta tärkeimmät.

Yrityksen ottaessa käyttöön laadunhallinnan menetelmiä tai -laatu järjestelmän, niiden käytön täytyisi tuottaa lisäarvoa yrityksen toimintaan (Lecklin 2006). Lisäarvoa voidaan mitata esimerkiksi liikevaihdon tai kustannustehokkuuden nousuna tai henkilökunnan työtyytyväisyyden tai asiakastytytyväisyyden kasvuna. Tavoitteet ovat yrityskohtaisia ja usein tilanteesta riippuvaisia. Pienissä yrityksissä laadunhallinnan vaikutuksia taloudelliseen menestymiseen on vaikea arvioida, koska systemaattista seuranta esimerkiksi asiakastytytyväisyydestä ei usein tehdä. Tuotantoyrityksissä kuten metsäenergiaa tuottavissa puunkorjuuyrityksissä vaikutussuhteita on hieman yksinkertaisempi arvioida kuin palveluyrityksissä, koska laadunhallinnan vaikutuksia suhteessa esimerkiksi metsähakkeen ominaisuuksiin, tuotantokustannuksiin tai taloudelliseen tulokseen voidaan arvioida ja mitata (Vihtonen 2004).

Bioenergiasektorin pk- ja mikroyrityksissä kannustimena tai motiivina laadun kehittämiseen ovat useimmiten ulkoiset tekijät, kuten asiakkaiden toiveet laadun seuraamisesta tai erilaiset lainsäädännön muutokset. Kilpailussa mukana pysyminen on myös tärkeä motiivi (Vihtonen 2004). Parhaimmat mahdollisuudet laadun kehittämiseen on yrityksissä, joissa taloudellinen tilanne on hyvä.

Heikkilä (2001) on selvittänyt suomalaisten maatalousyrittäjien kokemuksia ja odotuksia laatuasioita. Yrittäjien mielestä laatu järjestelmä antoi lisäarvoa tuotanto- ja markkinointisopimuksiin nähden erityisesti tilan toimintojen järjestämisessä. Kilposen (2007) mukaan laatu- ja ympäristöjärjestelmien käyttöönotto puunkorjuuyrityksissä on selkeyttänyt käytäntöjä tutkimuksen kohteena olleissa yrityksissä, mutta järjestelmän ylläpitäminen osoittautui haasteelliseksi. Pienissä yrityksissä ei ole ilmennyt kiinnostusta standardoitujen laatu järjestelmien käyttöön ottamiseen, sillä yrittäjien mielestä oli odotettavissa, että kustannuksia aiheutuu enemmän kuin tuottoja.

Vickers (1990) on määritellyt pk-yrityksiin liittyviä ominaisuuksia, jotka vaikuttavat laadunhallinnan käyttöönottoon ja laadunhallinnan onnistumiseen yrityksessä. Pk-yrityksillä, metsäenergian tuotantoyritykset mukaan lukien, ei välttämättä ole kovin laajaa asiakas pohjaa, mistä voi seurata riippuvuus yhden tai harvalukuisen asiakasjoukon toiminnasta ja heidän laatuvaatimuksistaan. Toisaalta pienet yritykset kykenevät muuttamaan toimintaansa tarvittaessa nopeasti ja joustavasti, mikäli asiakkaan tarpeet sitä edellyttävät (Vihtonen 2004).

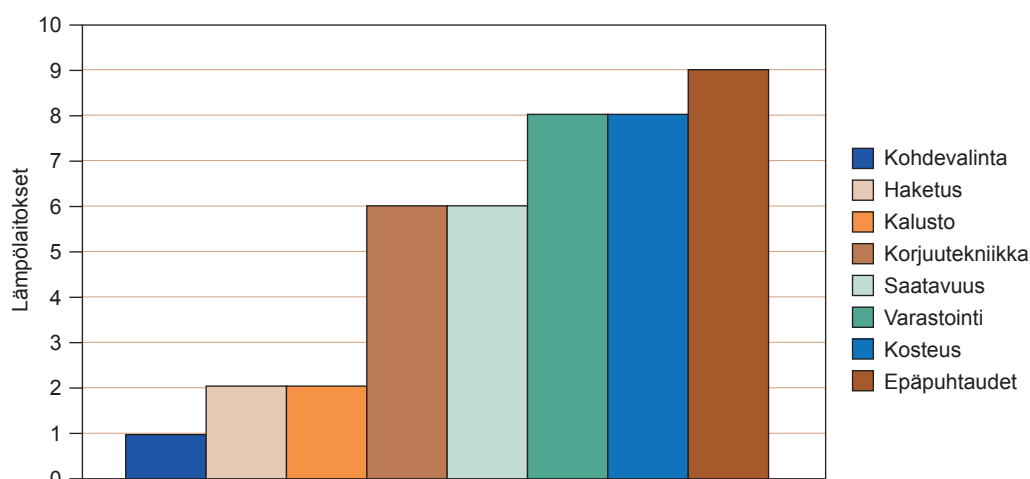
Laadunhallintamenetelmien ja etenkin laatu järjestelmän käyttöönotto on mittava ponnistus, johon pk-yrityksiltä ei useimmiten löydy resursseja. Toimihenkilöitä on pienissä yrityksissä vähän tai tarvittavaa osaamista ei ole saatavilla, jolloin toimintatapojen muuttaminen on haasteellista. Yrityksen resurssit ovat usein sidottuja päivittäiseen työskentelyyn tai liiketoiminnan käytännön toteutus voi olla kokonaan yrittäjän harteilla (Huttunen 2011). Vaikka kyse ei olekaan suuren dokumentaation synnyttämisestä, saattavat jo tietotekniset perustaidot asettaa haasteen laadunhallintamenetelmien käyttöönotolle (Kilponen 2007). Edellä mainitut tekijät aiheuttavat sen, että yrityksen pitkän aikavälin suunnittelun taso on heikko (Vihtonen 2004). Jokipiin (2000) mukaan pienissä yrityksissä laatu työn kehittämisen suurin ongelma on, ettei yrityksillä ole toimivaa ja järjestelmällistä tapaa asettaa tavoitteita keskipitkällä ja pitkällä aikavälillä. Usein tyydytään tavoitteiden ajattelemiseen, mutta niiden kirjaaminen paperille koetaan vieraaksi ja tarpeettomaksi.

4 Metsäenergian laatuun keskeisesti vaikuttavat tekijät

4.1 Miksi korkea laatu on tärkeää metsäenergian tuotannossa?

Energiantuotantolaitoksen näkökulmasta energiapuun ostaminen poikkeaa vaihtoehtoisten polttoaineiden ostamisesta ensisijaisesti kosteuteen perustuvan riskin myötä (Pelli 2010). Metsähakkeen ja -murskeen tapauksessa laatuvarmuus tarkoittaa, että polttoaine on koostumukseltaan, palakokojakaumaltaan ja kosteuspitoisuudeltaan haluttua laitoskohtaista tuotetta eikä siinä ole energiantuotantoprosessia haittaavia epäpuhtauksia. Energiantuottajalle metsähakkeen kilpailukykyinen hankintahinta ei tarkoita ainoastaan mahdollisimman alhaista käyttöpaikkahintaa vaan myös tasaista ja korkeaa laatua. Esimerkiksi suurilla laitoksilla kuten yhdistetyssä lämmön- ja sähköntuotannossa (CHP) laadun suuri vaihtelu tuo ylimääräisiä kustannuksia, jos polttoaineesta ei saada tuotettua haluttua määrää energiaa ja tuottamatta jäänyt sähkö joudutaan ostamaan sähkömarkkinoilta. Metsäbioenergian toimitusketjuissa on olennaista ymmärtää hakkeen laatuominaisuuksien luonne ja merkittävyys kunkin lämpö- ja voimalaitoksen kannalta (Kiema ym. 2005).

Kieman ym. (2005) ja Aution (2009) tekemissä selvityksissä metsähakkeen laatuaste koetaan energiantuotantolaitosten keskuudessa liian alhaiseksi. Suurimmat laatuongelmat liittyvät hakkeen epäpuhtauksiin, kosteuteen ja varastointiin (kuva 5).



Kuva 5. Merkittävimmät energiapuun laatuun vaikuttavat ongelmakohdat energiantuotantolaitosten mielestä, n=16 (Autio 2009).

4.2 Laadunhallinta alkaa oikein tehdystä energiapuun korjuusta

Korjuujälki on tärkeä osa toiminnan laatua ja se vaikuttaa metsänomistajien myyntihalukkuuteen jatkossa. Energiapuukauppa toteutetaan usein joko perinteisen ainespuunkaupan yhteydessä (esim. päätehakkuuleimikoiden latvusmassa ja kannot) tai erillisenä puukauppana (esim. pieniläpimittainen energiapuuharvennuksilta). Puunkorjuun huolellisella suunnittelulla voidaan vaikuttaa merkittävästi korjuun onnistumiseen ja toiminnan laatuun. Toisaalta huonolla suunnittelulla ja toteutuksella voidaan myös hankaloittaa tai jopa alentaa metsän tulevaa arvokehitystä korjuu- ja maastovaurioiden vuoksi tai pilata metsän aineettomia arvoja kuten maisemaa ja virkistyskäyttöä.

Energiapuun korjuukohteet ovat metsäkoneenkuljettajille usein muita kohteita haastavampia tiheän aluskasvillisuuden vuoksi. Oikeanlaisella ajouraverkostolla, leimikon suunnittelulla ja korjuukohteelle oikein mitoitetulla korjuukalustolla voidaan vähentää merkittävästi koneiden aiheuttamia maasto- ja puustovaurioita sekä parantaa korjuun kustannustehokkuutta, mikä puolestaan parantaa puun ostajan puustamaksukykyä. Oikeinmitoitettut koneet vähentävät korjuu- ja maastovaurioita energiapuuleimikoilla ja parantavat tuotettavan metsähakkeen teknistä laatua. Energiapuunkorjuun hyvä laatu vaikuttaa jatkossa metsänomistajien puunmyyntihalukkuuteen.

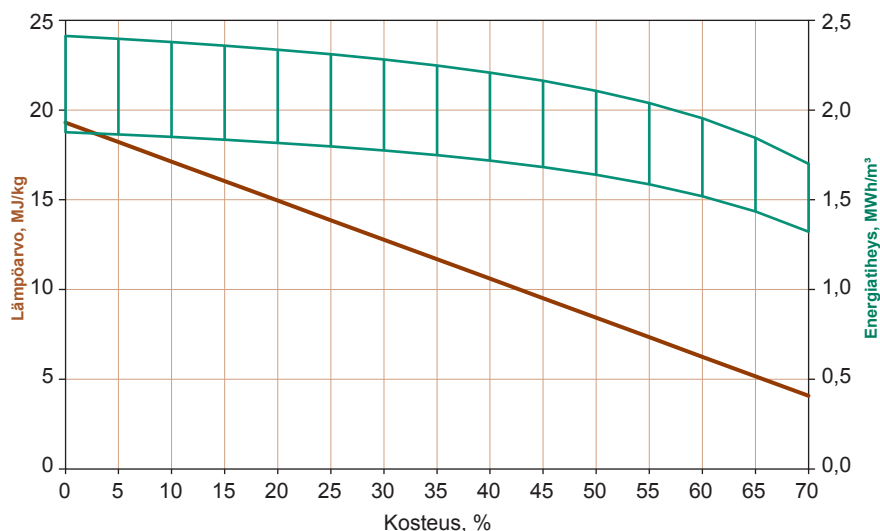
Metsäkeskuksen tarkastuksissa arvioidaan puustolle aiheutettujen runko- ja juurivaurioiden lisäksi harvennusvoimakkuutta ja ajourien leveyttä, niiden etäisyyttä toisistaan ja painumia. Metsäkeskuksen vuonna 2012 tekemissä tarkastuksissa yli puolesta tarkastetuista energiapuukohteista löytyi huomautettavaa. Yleisin huomautuksen syy olivat korjuussa jäljelle jääneelle puustolle aiheutetut vauriot (Jauhiainen 2012).

4.3 Kosteus laatutekijänä

Metsäenergian toimitusketjussa toimivien yrittäjien ja energiapuuta ostavien lämpö- ja voimalaitosten mukaan metsähakkeen laatuun voidaan vaikuttaa kaikkein eniten huolellisella puunkorjuun, metsäkuljetuksen ja varastoinnin suunnittelulla. Metsässä ja varastoinnissa tehtyjen virheiden vaikutus metsähakkeen laatuun voi olla huomattavan suuri esimerkiksi epäpuhtauksien tai huonon kuivumisen takia ja tehtyjä virheitä on vaikea tai mahdoton korjata myöhemmissä toimitusketjun vaiheissa. Esimerkiksi hakettajan työ hidastuu välittömästi, jos kouranippuja joudutaan pudottelemaan ja ravistelemaan huonon varastopaikan aiheuttamien epäpuhtauksien irrottamiseksi. Kiinteiden epäpuhtauksien joutuminen hakkuriin vahingoittaa ja tylsyttää hakkurin teriä. Tylsillä terillä haketus puolestaan on hidasta ja tuotettavan hakkeen laatu huonoa. Hake voi sisältää paljon pitkiä tikkuja, jotka voivat aiheuttaa käyttöpaikalla kuljettimen tukkeutumista ja sitä kautta polttoaineen syöttöhäiriöitä (Lepistö (toim.) 2010). Oikeanlaisen korjuukaluston valinta ja kaluston kunnossapito vaikuttaa keskeisesti energiapuun korjuun kustannuksiin ja tuottavuuteen.

Kosteus on yksi tärkeimmistä puupolttoaineen laatutekijöistä, koska puuaineen kosteus vaikuttaa puun teholliseen lämpöarvoon, energiatiheuteen ja puupolttoaineen polton hyötysuhteeseen (kuva 6). Laitosten puupolttoaineen vaatimukset vaihtelevat kosteuden suhteen käyttötarkoituksen ja polttolaitteiden mukaan. Yleisesti ottaen pienet lämpö- ja voimalaitokset vaativat tasalaatuisempaa ja kuivempaa polttoainetta prosessin hallinnan näkökulmasta ja suuremmat laitokset pystyvät käyttämään jopa tuoretta puuta. Joissain tapauksissa polttoaineen kosteudelle asetetaan erittäin tiukat vaatimukset. Esimerkiksi pien-CHP -laitoksissa käytettävän puupolttoaineen kosteuden tulee olla alle 20 %, mikä vaatii hakkeen koneellista kuivausta palsta- ja tienvarsikuivatuksen lisäksi. Pyrolyysiöljyn valmistuksessa käytettävä puuraaka-aine kuivataan alle 10 %:n kosteuteen, jotta vettä ei päädy pyrolyysiöljyn sekaan (Hämäläinen 2013).

Kosteasta puupolttoaineesta ei saada tuotettua lämpöä tehokkaasti, koska polttoaineesta poistuva vesihöyry kulkeutuu lämpöhäviönä savukaasujen mukana pois. Puussa olevan veden höyrystämiseen tarvitaan energiaa 0,068 kWh/kg (Hakkila ja Fredriksson 1996), eli mitä kosteampaa puu on, sitä enemmän energiaa kuluu veden höyrystämiseen. Puun lämpöarvo laskee lineaarisesti kosteuden suhteen ja energiatheyden lasku kiihtyy suurilla kosteuksilla (kuva 6). Lämpö- tai voimalaitoksille polton hyötysuhteen kannalta kuivemman polttoaineen käyttäminen on edullisempaa kuin kostean, koska sekä puun tehollinen lämpöarvo sekä energiatiheys laskevat polttoaineen kosteuden noustessa (kuva 6). Tästä syystä kostea puupolttoainetta kuluu enemmän. Kosteaa hak-



Kuva 6. Puun tehollinen lämpöarvo (MJ/kg) ja energiatiheys (MWh/m³) kosteuden suhteen. Energiatiheden laskennassa kuivatuoretiheyden vaihteluväli oli 350–450 kg/m³ (Jahkonen ym. 2012 b).

kuutähdehake soveltuu läpi vuoden käytettäväksi suurissa monipolttoainevoimalaitoksissa, mikäli laitos on suunniteltu märälle puupolttoaineelle (Alakangas 2000). Kiinteillä polttoaineilla 10 prosenttiyksikön kosteuden muutos vaikuttaa leijukerroskattilan hyötysuhteeseen keskimäärin 1–2 prosenttia (Helynen & Flyktman 2004).



Kuva 7. Lämpö- tai voimalaitoksille toimitettavien hake-erien laatu ja kosteus vaihtelevat huomattavasti. Jää ja lumi polttoaineen seassa laskevat hakkeen lämpöarvoa, aiheuttavat paakkuuntumista ja vaikeuttavat siten myös polttoaineen käsittelyä (Miina Jahkonen, Metsäntutkimuslaitos, 2013).

Kosteus vaikeuttaa myös polttoaineiden sekoittamista. Talvella liian kostea hake voi holvaantua siiloissa ja kuljettimissa (Alakangas 2000). Lisäksi kosteamman hakkeen polttamisesta aiheutuu enemmän hiilimonoksidi-, hiilidioksidi- ja pienhiukkaspäästöjä (Hakonen & Laurila 2011).

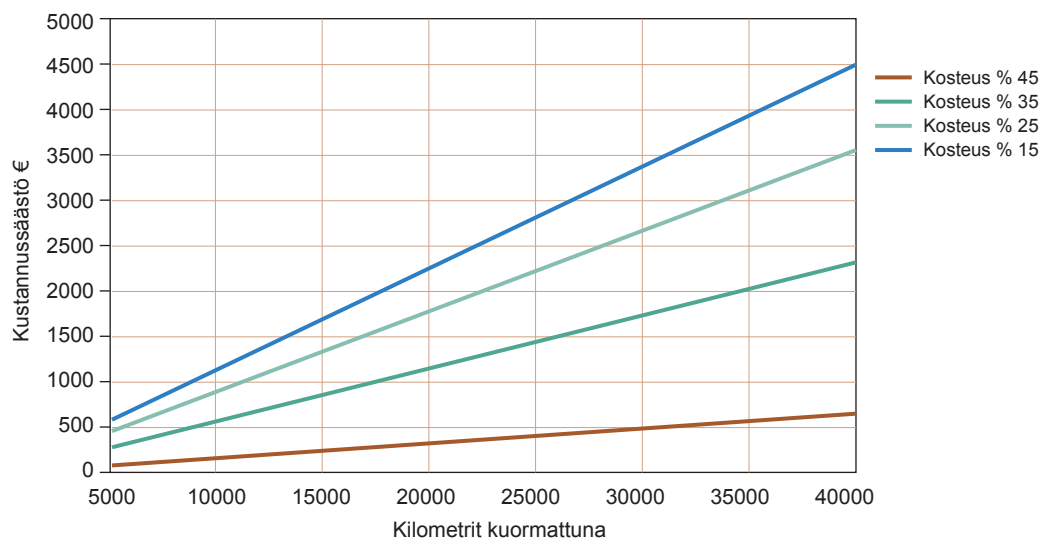
Polttoprosessin kannalta korkeaa kosteuspitoisuutta haitallisempaa on polttoaineen kosteuden vaihtelu, joka voi olennaisesti heikentää kattilan hyötysuhdetta, koska kattilan säätöarvoja ja polttoprosessia joudutaan muuttamaan polttoaineen kosteuden vaihdellessa (Helynen & Flyktman 2004). Kosteuden vaihtelut toimitettavien erien välillä voivat olla suuria (kuva 7). Kaukolämpölaitokset, jotka pyrkivät tasaiseen energiantuotantoon, voivat joutua turvautumaan tukipolttoaineisiin, kuten raskaaseen polttoöljyyn, jos kattilaan syötettävän hakkeen kosteuspitoisuus on korkea. Tämä lisää kustannuksia etenkin suurissa, päästökaupan piiriin kuuluvissa laitoksissa.



Kuva 8. Kuljettaja ottaa lämpölaitokselle toimittamastaan hakekuormasta kosteusnäytteen. Toimituserästä otettu kokoomanäyte jaetaan lastan avulla osiin sopivankokoisen ja kattavan kosteusnäytteen muodostamiseksi (Kuva Tanja Ikonen, Metsäntutkimuslaitos. 2013).

Useilla laitoksilla kosteuspitoisuus määritetään hakeauton kuljettajan ottamasta näytteestä (kuva 8). Voimalaitoksella mitattavaan kuorman nettomassa saadaan punnitsemalla haketta kuljettava ajoneuvo kuormattuna ja tyhjänä. Laitos maksaa hakkeen toimittajalle megawattituntikohtaisen korvauksen kuljettajan ottaman näytteen ja hakkeen nettomassan perusteella. Kosteuspitoisuuden määrittäminen voimalaitosten vastaanotossa on kuitenkin haasteellista. Ongelmana on usein epäedustava näytteenotto; kuljettajan ottamien näytteiden kosteus on usein alhaisempi kuin voimalaitoksen tekemissä CEN-standardin mukaisissa kosteusnäytteissä. Koistisen (2010) Vattenfallille tekemässä pro gradu -tutkielmassa kuljettajien ottamien näytteiden kosteudet olivat kaikilla energiapuutavaralajeilla sekä kirjallisuudessa esitettyjä kosteusarvoja että CEN-standardin mukaisen näytteenoton antamaa kosteusarvoa huomattavasti alhaisemmat. Kuljettajien käyttämä kosteusnäytteen otantamenetelmä oli virheellinen, mistä aiheutui systemaattista virhettä. Kuljettajat ottivat hakenäytteet usein hakekasan pinnalta, jossa hake oli kuivempaa, mikä aiheutti kosteuspitoisuuden aliarviointia. Tutkimuksessa mitatuilla kosteuksilla virheellinen näytteenottomenetelmä toi vuositasolla jopa yli 200 000 euron ylimääräisen kustannuserän voimalaitokselle. Polttoaineen laadun systemaattisen yliarvion aiheuttamat lisäkustannukset voidaan käsittää laatukustannuksiksi.

Energiapuun- ja metsähakkeen kosteus vaikuttaa kaukokuljetuskustannuksiin. Puuaineen kosteuspitoisuus vaikuttaa suoraan kuorman massaun, jolloin kostean energiapuun tai -hakkeen kaukokuljetuskustannukset ovat korkeammat kuin kuivan energiapuun. Frilanderin ja Tiihosen (2001) tekemissä kuormantäyttökokeissa laskettiin kostealla hakkuutähdehakkeella kuormatussa täysperävaunuyhdistelmässä olevan energiaa noin 85 MWh. Lisäksi kuormatila jää vajaaksi, koska märkä hake on painavaa ja täysperävaunuyhdistelmän n. 35 tonnin kantavuus määrittelee kuorman suuruuden. Kuivemmalla hakkeella kuormatun yhdistelmän kuorman energiapitoisuus oli kuormaustavasta riippuen 110–124 MWh. Kesän jälkeen, kun hakkeen kosteus on n. 40 %,



Kuva 9. Polttoaineen kulutuksesta saatavat kustannussäästöt eri kosteusprosentteilla tuoreen (55 %) energiapuun kuljetukseen verrattuna, kun auton kuormakoko on 48 m³ ja kantavuus 37 000 kg (Hakonen & Laurila 2011).

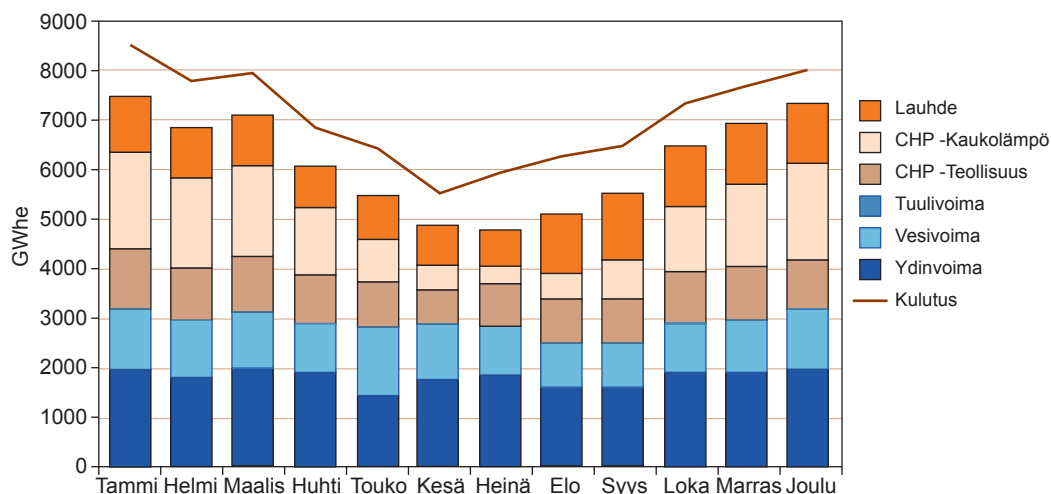
täysperävaunuyhdistelmän kuorman energiasisältö on n. 114 MWh. Tällöin saadaan myös täysperävaunuyhdistelmän kuormatila hyödynnettyä lähes kokonaan (Koistinen 2010).

Kuorman massa vaikuttaa myös kuljetuskustannuksiin nostamalla polttoaineen kulutusta. Kuvasa 9 on esitetty kustannussäästöt eri ajokilometreillä ja kosteusprosentteilla verrattuna tuoreen (55 %) hakkeen ajoon (Hakonen & Laurila 2011).

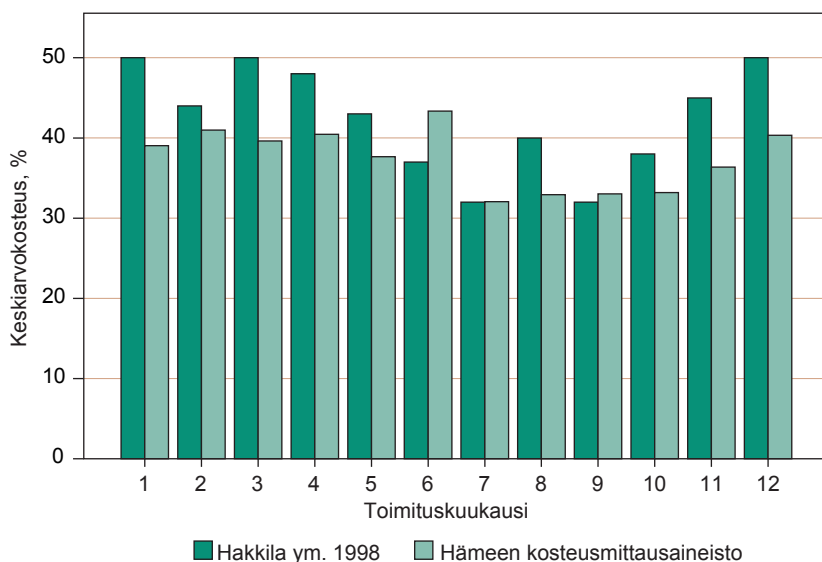
4.4 Varastointi vaikuttaa energiapuun laatuun

Kaatotuore puu on yleensä liian kosteaa energiakäyttöä ajatellen ja energiantuotantoon ohjautuvaa puuta kuivatetaan sekä palstalla, että tienvarsivarastoissa. Kaatotuoreen puun kosteus vaihtelee mm. puulajin, puun eri osien ja korjuuajankohdan mukaan. Yleisesti ottaen tuorekosteus on havupuilla hieman korkeampi kuin lehtipuilla, mutta lehtipuiden tuorekosteus vaihtelee enemmän korjuuajankohdan mukaan. Mänty on kotimaisista puulajeista kosteinta, mäntyharvennusenergiapuun tuorekosteus on noin 50–55 %. Kuusen tuorekosteus on hieman mäntyä alempi ja koivun tuorekosteus on 38–50 % (Hakkila 1962). Latvusmassan tuorekosteus on 44–60 % (mm. Kärkkäinen 1976, Verkasalo 1987, Hakkila ym. 1995, Nurmi 1999, Lehtikangas 2001, Ronkainen 2010, Jahkonen ym. 2012 b) ja kantopuun tuorekosteus on 41–53 % (mm. Laurila & Lauhanen 2010, Anerud & Jirjis 2011, Erkkilä ym. 2011). Kantopuun tuorekosteuteen vaikuttaa puulajin lisäksi kohteen päätehakkuun ja kantojen noston välinen aika sekä maaperän vesiolosuhteet.

Tuorekosteuden tavoin eri puulajien kuivumiskäyttäytyminen vaihtelee. Polttoainetta tarvitaan yleensä eniten talvikuukausina, jolloin lämmitys- ja sähköntuottotarve ovat suurimmillaan. Voimalaitoksen kannalta edullisinta olisi, jos talvikuukausina saatavilla olisi kuivempaa polttoainetta (kuva 10). Käytännössä ulkona varastoidun energiapuun toimituskosteus on kuitenkin talviaikaan korkeampi kuin kesällä, sillä ulkona varastoidun puun kosteus muuttuu sateiden lisäksi ilmankosteuden mukaan.



Kuva 10. Vuotuisen lämmitysenergian kysynnän ja tarjonnan vaihtelu on suurta Suomessa (Pöyry 2011).



Kuva 11. Hämeen kosteusmittausaineiston oksa- ja latvusmassan keskimääräinen kosteus haketuskuukausittain ja hakkuutähdehakkeen kosteus neljän toimittajan keskiarvona Hakkilan ym. (1998) ja Jähkosen ym. (2012 b) mukaan.

Kuvassa 11 on esitetty hakkuutähdehakkeen keskimääräinen toimituskosteus kahdessa eri aineistossa. Hakkuutähdehakkeen kosteusprosentti on molemmissa aineistoissa ollut korkein talvikuukausina, jolloin polttoaineen tarve laitoksilla on suurin, ja vastaavasti alhaisin kesällä, jolloin polttoaineen tarve laitoksilla on vähäisin. Syksyllä energiapuuvarastojen kosteus kohoaa sekä korkean ilman kosteuden että runsaiden sateiden vuoksi. Jähkosen ym. (2012 b) aineistossa toimituskosteudet ovat olleet pääosin alhaisempia kuin Hakkilan ym. (1998) aineistossa johtuen hakkuutähdehakkeen pitkistä varastointiajoista.

Lämpö- tai voimalaitokselle toimitettaessa energiapuujaakeita yleensä varastoidaan muutamista viikoista jopa muutamiin vuosiin tienvarsivarastoissa. Varastoinnin aikana puupolttoaineen kosteutta voidaan alentaa jopa 20–30 prosenttiin (mm. Jirjis 1995, Nurmi 1999, Nurmi & Lehtimäki 2011), mutta Suomen ilmastossa alhaisen kosteusprosentin säilyttäminen yli talven on kenttäolo-



Kuva 12. Kasaan pidättyvän sadeveden sekä lumen määrää voidaan vähentää kasan peittämisellä (Vapo 2012).

suhteissa hankalaa, ja käytännössä energiapuuvarastot kasvavat uudelleen syksyn ja talven aikana. Peittämisellä voidaan vähentää puuvarastoon pidättyvän sadeveden (tai lumen) määrää (kuva 12).

Peittämisen merkitys on hakkuutähteillä suurempi kuin energiarangalla, koska hakkuutähteessä on huomattavasti enemmän pinta-alaa tilavuusyksikköä kohden kuin rankapuulla. Rankapuulla peittämisen on raportoitu alentavan kosteutta 3–6 % (Nurmi & Hillebrand 2007) ja hakkuutähteellä jopa 10–15 % (Hillebrand & Nurmi 2001).

Varastoinnin aikana puuhun sitoutunut kosteus voi aiheuttaa myös homehtumista ja lahoamista, joka alentaa puupolttoaineen laatua ja kuiva-ainepitoisuutta. Kostean hakkeen pitkäaikainen varastointi varastoauomoissa voi niin ikään huonontaa hakkeen laatua ja aiheuttaa kuiva-ainetappioita sekä nostaa hakkeen itsesyttymisriskiä lämpötilan noustessa kasan sisällä etenkin hakkuutähteellä ja korkeissa varastokasoissa. Thörnqvistin (1985) mukaan hakkuutähteiden varastointi haketettomana 6–9 kuukauden ajan ei huononna lämpöarvoa merkittävästi, mutta haketetun hakkuutähteen energiahävikki vastaavan pituisena varastointiaikana oli 7–21 %.

4.5 Epäpuhtaudet ja vääränlainen palakoko aiheuttavat ongelmia energiantuotannossa

Metsähakkeen epäpuhtaudet kuten maa-aines, kivet, jää- ja lumi, muovi ja metalliromu ovat merkittäviä metsäenergian laatu- ja kustannustekijöitä (kuva 13). Päättyessään lämpölaitokselle epäpuhtaudet aiheuttavat kustannuksia sekä suoraan että välillisesti. Maa-ainesta kulkeutuu varastoon esimerkiksi kasattaessa palstalle kourakasoihin unohtunutta tai maahan muuten jäätynyttä energiapuuta (kuva 13). Tienvarsivarasto altistuu puolestaan tien avaruudessa lentävälle lumelle,



Kuva 13. Laitoksen pihaan kuljetettu hakekasa, joka sisältää enemmän likaantunutta lunta ja maa-ainesta kuin haketta (Tanja Ikonen, Metsäntutkimuslaitos 2013).

jonka mukana kasaan joutuu myös hiekkaa ja muuta tiellä olevaa roskaa (Lepistö (toim.) 2010). Kantomurskeen tuotannossa maa-aineksen erottaminen polttoaineesta korjuu- ja kuljetusketjun aikana on keskeinen haaste sekä operatiivisessa toiminnassa että menetelmien ja laitteiden kehitystyössä. Hakkeen palakokoon puolestaan vaikuttavat sekä haketettava materiaali että hakkuri.

Hakepalan keskimääräinen tavoitepituus on tavallisesti 30–40 mm. Pitkät tikut aiheuttavat käsittelylaitteissa holvaantumista ja tukkeutumista (Alakangas 2000). Arinakattiloissa pieni palakoko ja hienoaines saattavat tukkia arinoiden ilma-aukkoja kun taas leijupetikattilassa hienoaines palaa ilmassa eikä hiekkapedillä. Pahimmillaan epäpuhtaudet, kuten kivet tai raudan kappaleet sekä suuret jääpalat eli kamit voivat rikkoa lämpölaitoksen hakkeen syöttökanavia tai kattilan rakenteita (kuva 14). Leijupetikattiloissa maa-aines heikentää petihiekan laatua ja lisää petihiekan vaihtotarvetta. Lisäksi lunta tai jäätä sisältävää haketta on vaikeampi käsitellä, koska jätynyt polttoaine saattaa tuk-

kia kuljettimia tai rikkoa laitteita. Epäpuhtaudet päätyvät yleensä tuhkaan ja epäpuhtauksien määrän kasvaessa tuhkapitoisuus nousee. Tuhkapitoisuuden kohoaminen kertoo myös huonommasta lämpöarvosta (Jahkonen ym. 2012 a).



Kuva 14. Suuret jääpalat rikkovat kuljettimia ja laitosten rakenteita (Miina Jahkonen, Metsäntutkimuslaitos, 2013).

Kannoilla suurin epäpuhtauksiin liittyvä ongelma on kantoihin kiinnittynyt maa-aines, jonka määrä riippuu mm. kantojen muodosta, maalajista, kantojen nostomenetelmästä sekä varastoinnista (Jahkonen ym. 2012 a). Pitkään varastoidun kantopuun keskimääräinen tuhkapitoisuus oli Laurilan ja Lauhasen (2010) tutkimuksessa 1,7 prosenttia, mutta enimmillään maapartikkeleiden kiinnittyminen kantopuuhun saattaa nostaa tuhkapitoisuuden jopa 14 prosenttiin (Alakangas 2000). Ylimääräisiä kustannuksia aiheutuu myös murskauksessa irtoavan maa-aineksen kuljettamisesta käyttöpaikalle. Lämpö- ja voimalaitokselle kulkeutunut maa-aines joudutaan kuljettamaan pois laitokselta ja toisinaan maksamaan loppusijoituksesta myös kaatopaikkamaksu.

4.6 Energiapuun ja metsähakkeen kemiallisen koostumuksen vaikutus energiantuotannossa

Myös hakkeen kemiallinen koostumus ja ravinnepitoisuus vaikuttavat polttoaineen laatuun ja energiantuotantoprosessiin. Korkea ravinnepitoisuus alentaa hakkuutähdehakkeen tuhkan sulamislämpötilaa. Ravinnepitoisuuden alentaminen vaatii hakkuutähdehakkeen kuivattamista ja neulasten varisemista (Alakangas 2000).

Ravinneaineisiin kuuluu myös kloori, joka esiintyy polttoaineessa pääasiassa natriumkloridina. Klooria tarvitaan yhteyttämisessä, minkä takia klooria on etenkin puiden lehdistä ja neulasissa (kuva 15). Kloori poistuu poltossa kaasuna (happoina) ja aiheuttaa kuumakorroosiota höyrykattiloiden tulistimissa, kun höyryn lämpötila nousee yli 480 °C:n (Alakangas 2000). Polton kannalta olisi eduksi, jos metsäbiomassan neulas- ja lehtiaines saataisiin irtoamaan kuivattamisen aikana ennen haketusta jolloin kloori- tai kaliumpitoisuudet laskevat murto-osaan paljon viherainetta sisältävään hakkeeseen verrattuna (Antikainen 1998). Polttamalla metsähakkeen seassa esimerkiksi turvetta kloorista muodostuu suolahappokaasua, joka ei tiivisty tulistimien lämmönsiirtopin-



Kuva 15. Etenkin tuoreet neulas- ja lehdet sisältävät runsaasti polttolaitteille haitallista klooria. Varastoinnin aikana klooria poistuu sekä neulasten varisemisen että kuivumisen kautta, jolloin myös polttoaineen klooripitoisuus laskee. Kuvan varastokasassa oleva hakkuutähde on liian tuoretta polttoon (Miina Jahkonen, Metsäntutkimuslaitos 2013).

noille. Myös runsas alkalipitoisuus (esim. natrium ja kalium) alentaa hakkeen laatua, sillä alkalit reagoivat kloorin kanssa ja muodostavat suoloja, jotka kertyvät tulistimien pinnalle aiheuttaen kuumakorroosiota (Alakangas 2000).

4.7 Raaka-aineen alkuperä, RES-direktiivi ja kansallinen lainsäädäntö

Metsien sertifiointilla pyritään takaamaan, että talousmetsien hoito on taloudellisesti, ekologisesti ja sosiaalisesti kestävällä pohjalla ja että metsistä tuleva puu täyttää kestävyydelle asetetut vaatimukset. Suomessa yleisimmät käytössä olevat sertifiointijärjestelmät ovat PEFC ja FSC ja lähes kaikki talouskäytössä olevat metsämme on sertifioitu. Metsäbiomassan energiakäytön myötä metsäraaka-aineen kestävyydelle ja alkuperän todentamiselle on kuitenkin asetettu uusia vaatimuksia, joita sertifiointijärjestelmät eivät kaikilta osin täytä tai kestävyysvaatimuksia ei voida yksiselitteisesti todentaa niiden avulla. Erityisesti maankäyttöön ja maankäytön muutoksiin liittyvät kysymykset ovat nousseet esille bioenergian tuotannon kestävyyttä arvioitaessa, sillä useita bioenergian tuotantoon käytettäviä kasveja voidaan käyttää myös ruokakasveina, ja niiden viljelyaloja siten myös ruuantuotantoon. Toinen keskeinen maankäyttöön liittyvä asia on runsashiilisten maa-alueiden, kuten metsien, toimiminen hiilinieluinä ilmaston muutoksen hillinnässä.

Euroopan unionin ja neuvoston direktiivi 2009/28/EY uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistämisestä, ns. RES-direktiivi, asettaa kansalliset sitovat tavoitteet uusiutuvan energian tuotannolle ja määrittää kestävyyskriteerit *nestemäisille biopolttoaineille ja bionesteille* sekä kriteerien todentamista koskevat vaatimukset. EU:n komissio on ilmoittanut antavansa vuoden 2013 kuluessa esityksen kestävyyskriteerien laajentamisesta myös kiinteiden ja kaasumaisten biomassojen käyttöön energiantuotannossa (TEM 2013).

Metsäbiomassan ja siitä tuotetun metsähakkeen osalta kestävyyskriteerit koskevat nestemäisten biopolttoaineen ja bionesteen kasvihuonekaasupäästövähennystä, raaka-aineen tuotantoalan (eli metsän) biologista monimuotoisuutta, maankäytön muutosta sekä turvemaiden kuivattamista. Todentaminen eli kestävyyskriteerien mukaisuus on osoitettava joko jäsenvaltion kansallisen järjestelmän, EU:n komission hyväksymän vapaaehtoisen (sertifiointi)järjestelmän tai EU:n kolmansien maiden kanssa tekemän kahden- tai monenvälisen sopimuksen mukaisesti. Toistaiseksi EU:n hyväksymien vapaaehtoisten järjestelmien listalla ei ole esimerkiksi PEFC tai FSC metsäsertifiointijärjestelmää.

Direktiivin pohjalta on laadittu laki biopolttoaineista ja bionesteistä (Suomen säädöskokoelma 393/2013), joka astui voimaan 1. heinäkuuta 2013. Laissa implementoidaan direktiivissä asetetut kestävyyskriteerit ja niiden todentamista koskevat säädökset osaksi kansallista lainsäädäntöä. Metsäbiomassan osalta keskeisiä ovat lain pykälät 6–9, joissa säädetään kestävyyskriteereistä ja 12§, jossa määritetään toiminnanharjoittajan kestävyysjärjestelmän vaatimukset (Liite 4).

Lain mukaan toiminnanharjoittajilta vaaditaan kestävyysjärjestelmä, jonka perusteella voidaan osoittaa biopolttoaineiden ja bionesteiden tuotantoon käytettyjen raaka-aineiden kestävyys. Lakia ja todentamista tulee valvomaan Energiamarkkinavirasto. Vaikka todentamisvelvoite koskeekin ainoastaan toiminnanharjoittajaa eli biopolttoaineiden ja bionesteiden tuottajaa, on ilmeistä, että toiminnanharjoittajat tulevat vaatimaan raaka-aineen tuottajilta entistä enemmän tietoa metsähakkeen alkuperästä todentamisen mahdollistamiseksi. Lainsäädäntö kestävyyskriteereistä koskee tällä hetkellä ainoastaan raaka-ainetta, joka käytetään nestemäisten biopolttoaineiden ja bionesteiden tuotantoon. On kuitenkin todennäköistä, että kestävyyskriteerit laajenevat koskemaan

myös kiinteitä biopolttoaineita. Metsähakkeen osalta ko. muutos olisi merkittävä, sillä silloin myös lämpölaitosten ja yhdistettyjen lämmön- ja sähköntuotantolaitosten (CHP) olisi huomioitava kestävyyskriteerit ja niiden todentamisen velvoitteet tuotannossaan.

Metsähakkeen alkuperä ja RES-direktiivin mukaisten kestävyyskriteerien täyttyminen voidaan nähdä yhtenä keskeisenä metsähakkeen laatutekijänä. Mikäli metsähake ei täytä direktiivin ja kansallisen lainsäädännön vaatimuksia kestävyydestä, tai raaka-aineen alkuperää tai kestävyyskriteereitä ei voida todentaa, rinnastetaan kyseinen metsähake-erä suoraan fossiilisiin polttoaineisiin. Raaka-aine-erää ei tällöin voida lukea hyväksi uusiutuvan energian tuotantovelvoitteiden laskennassa eikä se ole myöskään tukikelpoista.

Kotimaisen metsähakkeen osalta kestävyyskriteerien mukaisuus ei muodosta pääsääntöisesti ongelmia. Metsähaketta tuotetaan talousmetsien harvennusten ja päätehakkuiden yhteydessä. Suomessa suojelualueet sekä muut metsälain piirissä olevat arvokkaat elinympäristöt on rajattu talouskäytön ulkopuolelle ja biologista monimuotoisuutta pyritään suojelemaan alueilla, jotka ovat luontoarvoltaan talousmetsistä poikkeavia. Maankäytön muutosten sekä turvemaiden kuivattamiseen liittyvien kestävyyskriteerien osalta merkittävä asia on direktiivissä annettu vertailuajan kohta (tammikuu 2008). Vertailuajankohta määrittää, että ko. ajankohdan jälkeen tapahtuneet maankäyttömuodon muutokset, kuten metsien muuttaminen pelloksi, estää kyseisellä kasvupaikalla tuotetun raaka-aineen kestävyyskriteerin mukaisen luokittelun. Tällä pyritään esimerkiksi estämään energiakasvien viljelyn takia tehtävät runsashiilisten maa-alueiden maankäyttömuutokset. Samoin turvemailla kasvanut puu on käyttökelvotonta kestävyysnäkökulmasta, mikäli turvmaa on kuivatettu vertailuajankohdan jälkeen. Aiemmin ojitetuilta turvmailta voidaan edelleen korjata puuta metsähakkeen käyttöä varten ja kunnostusojitukset ovat edelleen sallittuja. Mikäli raaka-ainetta korjataan talouskäytössä olevasta metsästä voimassaolevia lakeja ja korjuuohjeita noudattaen ja huolehditaan metsän uudistamisvelvoitteesta, voidaan olla varmoja siitä, että metsäbiomassa on kestävyyskriteerit täyttävää raaka-ainetta myös biopolttoaineiden ja bionesteiden tuotantoon.

RES-direktiivi ja kansallinen lainsäädäntö vaikuttavat huomattavasti metsähakkeen käyttäjiin. Huolimatta siitä, että tuotantoon käytetty metsähake täyttäisi laissa määrätyt kestävyyskriteerit, toiminnanharjoittajien on pystyttävä osoittamaan kestävyyskriteerien mukaisuus kestävyysjärjestelmän määrittämällä tavalla. Tämä tarkoittaa sitä, että periaatteessa kaikkien metsähake-erien alkuperä pitää pystyä jäljittämään raaka-aineen syntysijoille ainakin jossain vaiheessa toimitusketjua siten, että voidaan luotettavasti osoittaa, minkä verran tuotteesta on tuotettu kestävästi. On ilmeistä, että kestävyysjärjestelmien kehittäminen ja ylläpito muodostavat toiminnanharjoittajille lisäkustannuksia. Lisäkustannukset ja metsäenergian käytön vaikeutuminen heikentävät metsäbiomassan ja muun bioenergian kilpailukykyä fossiilisiin polttoaineisiin verrattuna (TEM 2013)

5 Johtopäätökset

Metsähakkeen tuotannon kasvun ja suurten toimitusmäärien vuoksi metsähakkeen laatuun tullaan kiinnittämään tulevaisuudessa yhä enemmän huomiota. Metsähakkeen osuus voimalaitosten energiantuotannossa on kasvanut, mikä on edelleen lisännyt hyvä- ja tasalaatuisen raaka-aineen merkitystä. Teknisistä laatutekijöistä kosteus, palakoko ja epäpuhtaudet ovat merkittävimmät,

mutta myös toimitusvarmuus ja toimitusten oikea-aikaisuus ovat laatutekijöitä, jotka vaikuttavat suoraan metsähakkeen käyttäjien toimintaan ja kustannuksiin.

Yhtenä keskeisenä laadun parantamisen toimenpiteenä voidaan nähdä laatutietoisuuden lisääminen. Metsähakkeen tekniset laatutekijät tunnistetaan hakkeen käyttöpaikoilla hyvin, mutta raaka-aineen alkuperä ja toimitusketjussa tapahtuvien toimien vaikutus metsähakkeen laatuun tunnetaan heikosti. Vastaavasti raaka-aineen tuottajat eivät ole riittävän tietoisia metsähakkeen laatutekijöiden merkityksestä ja vaikutuksista energian tuotantolaitosten prosesseihin.

Kilpailukyvyyn ja laadun takaamiseksi metsäenergian hankinnassa tulisi pyrkiä suhteellisen pitkiin toimitussopimuksiin, jolloin myös toimitusketjussa toimivalla yrittäjällä olisi paremmat mahdollisuudet kehittää omaa toimintaansa ja reagoida asiakkaansa muuttuviin tarpeisiin. Laatuun sidotut taksat tai bonukset kannustaisivat kiinnittämään entistä enemmän huomiota laatuun ja mahdollistaisivat vastuun jakamisen laadunhallinnasta koko toimitusketjulle. Lisäksi laadun parantamisesta tulevaa korvausta olisi mahdollista jakaa osa-taksoituksen myötä myös toimitusketjussa alaspäin (Pelli 2010).

Tämä työraportti on osa 'Metsähakkeen tuotannon laadunhallinta (LAATU)' -hankkeen julkaisuja. LAATU-hankkeen keskeinen tavoite on parantaa toimitusketjun toimijoiden kokonaisnäkemystä ja tietoisuutta metsähakkeen laatutekijöistä kattaen kaikki toimitusketjun vaiheet metsästä hakkeen polttoon.

LÄHTEET

- Alakangas, E. 2000. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. VTT Tiedotteita 2045. 172 s. + liitteet.
- 2010. Eurooppalaiset hakestandardit (EN 14961-1 ja EN 14961-4). Seminaarimateriaali. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Jyväskylä. Saatavilla: http://www.woodheatsolutions.eu/documents/Alakangas_Hakestandardit_30092010_kalvot%20Fin.pdf
- 2012 a. Yleistä tietoa standardeista. SolidStandards-projekti. 15 s.
- 2012 b. Koulutusraportti: general information. Enhancing the implementation of quality and sustainability standards and certification schemes for solid biofuels (EIE/11/218). SolidStandards-project. 13 s.
- Anerud, E. & Jirjis, R. 2011. Fuel quality of Norway spruce stumps - influence of harvesting technique and storage method. Scandinavian Journal of Forest Research 26: 257–266.
- Antikainen, J. 1998. Biopolttoaineiden monipuolistuminen - haaste kattilavalmistajille. Puuenergia 3/98. Teoksessa: Alakangas, E. 2000. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. VTT Tiedotteita 2045. 172 s. + liitteet.
- Autio, H. 2009. Osaamistarpeet keski-suomalaisessa metsäenergian hankintaketjussa. Opinnäytetyö. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Saatavilla: http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/17630/jamk_1242194586_4.pdf?sequence=3
- Erkkilä, A., Hillebrand, K., Raitila, J., Virkkunen, M., Heikkinen, A., Tiihonen, I. & Kaipainen, H. 2011. Kokopuun ja mäntykantojen korjuuketjun sekä varastoinnin kehittäminen. Tutkimusraportti, VTT. 52 s.
- Frilander, P. & Tiihonen, I. 2001. Hakkuutähdehakkeella tehdyt kuormantäyttökokeet. VTT Energian raportteja 36/2001. 22 s.
- Hakkila, P. & Fredriksson T. 1996. Metsämme bioenergian lähteenä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 613. 92 s.
- 1962. Polttohakepuun kuivuminen metsässä. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 54(4). 82 s.
- , Kalaja, H. & Saranpää, P. 1995. Etelä-Suomen ensiharvennusmänniköt kuitu- ja energialähteenä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 582. 99 s.
- , Nurmi, J. & Kalaja, H. 1998. Metsänuudistusalojen hakkuutähde energialähteenä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 684. 68 s.
- Hakonen, T. & Laurila, J. 2011. Metsähakkeen kosteuden vaikutus polton ja kaukokuljetuksen kannattavuuteen. Seinäjoen ammattikorkeakoulun julkaisusarja B, Raportteja ja selvityksiä 55. 31 s.
- Hallituksen esitys eduskunnalle laiksi biopolttoaineiden ja bionesteiden kestävydestä ja eräksi siihen liittyviksi laiksi. 2012. HE-luonnos 10/2012. Saatavilla: http://www.tem.fi/files/34402/KestavyysHE-luonnos_1.10.2012_ALo.pdf
- Heikkilä, E. 2001. Maatilojen kokemukset ja odotukset laatuasioista. Maa- ja metsätalousministeriö. Galup Elintarvike-tieto. 18 s.
- Helynen, S. & Flyktman, M. 2004. Hyötysuhteiden määrittäminen päästökaupan alkujakoa varten. VTT tutkimusselostus PRO2/0071T/03. VTT prosessit. Jyväskylä. 26 s.
- Hillebrand, K. & Nurmi, J. 2001. Hakkuutähteen laadunhallinta. Teoksessa: Alakangas, E. (toim.). Puuenergian teknologiaohjelman vuosikirja 2001. Puuenergian teknologiaohjelman vuosiseminaari, Jyväskylä, 5.–6.9.2001. VTT Symposium 216: 285–295.
- Huttunen, M. 2011. Kotimaisten polttopuunmarkkinoiden nykytilanteen tutkimus; case: Yritysverkoston luominen. Opinnäytetyö. Seinäjoen ammattikorkeakoulu, Liiketalouden, yrittäjyyden ja ravitsemuksen yksikkö, Kauhava. 54 s.
- Hämäläinen, J. 2013. Fortum Power and Heat Oy. Suullinen tiedonanto.
- Impola, R. 1998. Puupolttoaineiden laatuohje”. FINBION julkaisu nro 5. 1998. Jyväskylä. 33 s.
- Jahkonen, M., Jouhiahio, A., Lindblad, J., Rieppo, K. & Mutikainen, A. 2012 a. Kantoharalla ja kantoharvesterilla korjatun kantopuun lämpöarvo ja tuhkapitoisuus. Metsäntutkimuslaitoksen työraportteja 239. 20 s.
- , Lindblad, J., Sirkiä, S. & Laurén, A. 2012 b. Energiapuun kosteuden ennustaminen. Metsäntutkimuslaitoksen työraportteja 241. 35 s.

- Jauhiainen, H. 2012. Korjuuvaurioita yhä runsaasti. Metsälehti. 19/2012.
- Jirjis, R. 1995. Storage and drying of wood fuel. Biomass and Bioenergy, vol. 9: 181–190.
- Jokipii, P. 2000. Laatu työllä tuloksiin. Keuruu. Maaseutukeskusten Liitto. 89 s.
- Järvinen, J. & Kokkila, T. 2005. Bioenergia-alan koneyritysten liiketoiminnan markkinoinnillisen suunnittelun työkalut. Opinnäytetyö. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. 109 s.
- Kiema, M., Pasanen, K., & Parviainen, J. 2005. Bioenergian logistiikka. Environment -Biolog -loppuraportti. Kuopion yliopisto. Saatavilla: http://envi.uku.fi/ienvi2/files/iEnvi2_BIOLOG_loppuraportti.pdf
- Kilponen, M. 2007. Puunkorjuuyrittäjän laatu- ja ympäristöjärjestelmät. Opinnäytetyö. Tampereen ammattikorkeakoulu. Metsätalouden koulutusohjelma. 30 s. + liitteet.
- Koistinen, T. 2010. Metsähakkeen määrä- ja laatumittausten virheiden tarkastelu logistisessa ketjussa sekä niiden vaikutus hakkeen toimitus- ja hankintakustannuksiin. Itä-Suomen yliopisto, luonnontieteiden ja metsätieteiden tiedekunta, metsätieteiden osasto, metsätieteen pro gradu, metsäekonomian ja -politiikan erikoistumisala. 58 s.
- Kärkkäinen, M. 1976. Puun ja kuoren tiheys ja kosteus sekä kuoren osuus koivun, kuusen ja männyn oksissa. Silva Fennica 10(3): 212–236.
- Laasasenaho, H. 2008. Metsänhoitoyhdistys Keski-Uusimaan laatu järjestelmän kehittäminen. Opinnäytetyö. Tampereen ammattikorkeakoulu. Metsätalouden koulutusohjelma. 26 s. + liitteet.
- Laurila, J. & Lauhanen, R. 2010 Moisture Content of Norway Spruce Stump Wood at Clear Cutting Areas and Roadside Storage Sites. Silva Fennica 44(3): 427–434.
- Lecklin, O. 2006. Laatu yrityksen menestystekijänä. Talentum. Helsinki.
- Lehtikangas, P. 2001. Quality properties of pelletized sawdust, logging residues and bark. Biomass and Bioenergy 20: 351–360.
- Lepistö, T. (toim.). 2010. Lauluhakkeen tuotanto -opas. 2. uudistettu painos. Metsäkeskukset. Saatavilla: http://www.puulakeus.net/docs/109-DCV-lauluhakeopas_2._painosNET.pdf
- Leskinen, L. & Maier, J. 2010. Metsäenergian taustalla vahvat verkostot. Teoksessa: Rieppo, K. (toim.). Kasvun eväät metsä- ja puualan pienyrityksille. TTS:n julkaisuja 406. 18 s.
- , Lähtinen, K., Tanskanen, J., Sikanen, L. & Asikainen, A. 2010. Koneyrittäjät tunnistavat metsäenergiayrittämisessä liiketoiminnan kehittämismahdollisuuksia. s. 47–52.
- Lillrank, P. 1998. Laatuajattelu. 1. painos. Helsinki: Otava.
- Nurmi, J. 1999. Hakkuutähteen ominaisuuksia. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 722. 32 s.
- & Hillebrand, K. 2007. The characteristics of whole-tree fuel stocks from silvicultural cleanings and thinnings. Biomass and Bioenergy 31: 381–392
- & Lehtimäki, J. 2011. Debarking and drying of downy birch (*Betula pubescens*) and Scots pine (*Pinus sylvestris*) fuelwood in conjunction with multi-tree harvesting. Biomass and Bioenergy 35:3376–3382.
- Pelli, P. 2010. Kiinteisiin biomassapolttoaineisiin liittyvä liiketoiminta Keski-Suomessa. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 59/2010. Saatavilla: http://www.tem.fi/files/27826/TEM_59_2010_netti.pdf
- Piirainen, A. 2005. Kuinka homma hoidetaan käytännössä. Bioenergialogistiikan haasteita ja ratkaisuja koneyritysten näkökulmasta. Koneyrittäjien liitto. Saatavilla: http://www.kainuu.fi/UserFiles/kylatee-maohjelma/File/5%20A_%20Piirainen.pdf
- Pöyry Consulting. 2011. Kaukolämmön asema Suomen energiajärjestelmässä tulevaisuudessa. 2011 Lopputraportti 2011. Saatavilla: http://energia.fi/sites/default/files/kaukolammon_asema_suomen_energiajarjestelmassa_tulevaisuudessa_poyrypdf.pdf
- Ranta, T. 2003. Suurimittaisen metsähakkeen tuotanto. Teoksessa: Knuuttila, K. (toim.). Puuenergia, Jyväskylä. Gummerus Kirjapaino Oy.
- Rieppo, K. 2010. Yleiskatsaus toimialaan. Teoksessa: Rieppo, K. (toim.). Kasvun eväät metsä- ja puualan pienyrityksille. TTS:n julkaisuja 406. s. 29–33.
- Ronkainen, P. 2010. Latvusmassan kosteuden määrittäminen metsäkuljetuksen yhteydessä. Metsä- ja puuteknologian pro gradu – tutkielma. Itä-Suomen yliopisto, Luonnontieteiden ja metsätieteiden tiedekunta. 60 s.
- Savolainen, T. 2010. Kilpailukyvyyn johtaminen. Luentomateriaali. Itä-Suomen yliopisto. Kauppatieteellinen tiedekunta.

- SFS EN 14961-1. Kiinteät biopolttoaineet: Polttoaineen laatuvaatimukset ja –luokat. Osa 1: Yleiset vaatimukset. 2010. 1.painos.
- SFS EN-15234-1. Kiinteät biopolttoaineet. Polttoaineen laadun varmistus. Osa 1: Yleiset vaatimukset. 2011. 1. painos.
- Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. 2011. Johdanto laadunhallintaan ja ISO 9000 –standardeihin. Kalvosarja oppilaitoksille. 139 s.
- Taguchi, Genichi. 1986. Introduction to quality engineering, designing quality into products and processes. Tokyo, Asian Productivity Organization. 191 s.
- Thörnqvist, T. 1985. Drying and Storage of Forest Residues for Energy Production. Biomass 7: 125–134.
- Torvelainen, J. 2009. Pientalojen polttopuun käyttö 2007/2008. Metsätilastotiedote (SVT Maa-, metsä- ja kalatalous) 26/2009. 3 s
- Työ- ja elinkeinoministeriö. 2013. Kansallinen energia- ja ilmastostrategia. Selonteko eduskunnalle 20. päivänä maaliskuuta 2013. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 8/2013. Saatavilla: http://www.tem.fi/files/36266/Energia_ja_ilmastostrategia_netijulkaisu_SUOMENKIELINEN.pdf
- Vanhatalo, T. 2010. ISO 9001:2008 –laadunhallintajärjestelmä pk-yritykseen. Opinnäytetyö. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. 49 s. + liitteet. Saatavilla: http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/14476/Opinnaytetyo_Tuomas_Vanhatalo.pdf?sequence=1
- Verkasalo, E. 1987. Metsähakkeen kosteuden ja kuivamassan mittausta kuormaotantamenetelmällä. Folia Forestalia 694. 35 s.
- Vickers, B. 1990. A fighting change. TGM magazine. 10/1990. Teoksessa: Vihtonen, T. 2004. Laatuja järjestelmien taloudelliset vaikutukset ja toimivuus maatalous- ja elintarvikealojen pienissä ja keskisuurissa yrityksissä. MTT:n selvityksiä 58. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. Helsinki.
- Vihtonen, T. 2004. Laatuja järjestelmien taloudelliset vaikutukset ja toimivuus maatalous- ja elintarvikealojen pienissä ja keskisuurissa yrityksissä. MTT:n selvityksiä 58. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. Helsinki. 84 s. + liitteet .
- Ylä-Mattila, A. 2011. Laatu käsikirja hakelämpöyrittäjille. Opinnäytetyö. Tampereen ammattikorkeakoulu. Metsätalouden koulutusohjelma. 29 s.

Liite 1. Laki biopolttoaineista ja bionesteistä (Suomen säädöskokoelma 393/2013). 6–9§, 12§

6 § Kasvihuonekaasupäästövähennys

Biopolttoaineen tai bionesteen elinkaaren aikaisten kasvihuonekaasupäästöjen verrattuina korvaavan fossiilisen polttoaineen kasvihuonekaasupäästöihin on oltava:

- 1) vähintään 35 prosenttia pienemmät ja 1 päivästä tammikuuta 2017 vähintään 50 prosenttia pienemmät;*
- 2) 1 päivästä tammikuuta 2018 vähintään 60 prosenttia pienemmät, jos biopolttoaine- tai bioneste-erä tuotetaan 1 päivänä tammikuuta 2017 tai sen jälkeen toimintansa aloittaneessa laitoksessa.*

7 § Biologinen monimuotoisuus

Raaka-aine ei saa olla peräisin alueelta, joka tammikuussa vuonna 2008 tai sen jälkeen oli:

- 1) aarniometsä tai muu puustoinen maa, jossa ei näy selviä merkkejä ihmisen toiminnasta ja jossa ekologiset prosessit eivät ole merkittävästi häiriintyneet;*
- 2) luonnonsuojelualue, jollei esitetä näyttöä siitä, että raaka-aineen tuotanto ei haittaa alueen suojelutarkoitusta; tai*
- 3) biologisesti erityisen monimuotoinen ruohoalue.*

8 § Maankäytön muutos

Raaka-aine ei saa olla peräisin alueelta, jonka maankäyttömuoto on muuttunut pysyvästi vuoden 2008 tammikuun jälkeen, jos alue oli:

- 1) kosteikko;*
- 2) pysyvästi metsän peittämä alue; tai*
- 3) metsä, jolla latvuspeittävyys on 10–30 prosenttia, jollei esitetä näyttöä siitä, että 6 §:ssä säädetty kasvihuonekaasupäästövähennys toteutuu maankäyttömuodon muutoksesta aiheutuvasta hiilivarannon muutoksesta huolimatta.*

9 § Turvemaiden kuivattaminen

Raaka-aine ei saa olla peräisin aiemmin kuivattamattomalta turvemaalta, jonka kuivatus on tapahtunut vuoden 2008 tammikuun jälkeen.

12 § Toiminnanharjoittajan kestävyysjärjestelmää koskevat vaatimukset

Toiminnanharjoittajalla on oltava kestävyyskriteerien noudattamista koskeva järjestelmä (toiminnanharjoittajan kestävyysjärjestelmä), jollei kestävyyskriteerien täyttymistä osoiteta 24 §:ssä tarkoitetulla tavalla.

Toiminnanharjoittajan kestävyysjärjestelmän perusteella:

- 1) lasketaan biopolttoaine- tai bioneste-erän kasvihuonekaasupäästövähennys ja selvitetään, että erä täyttää 6 §:ssä säädetyn kestävyyskriteerin, tai lasketaan raaka-aine-erän kasvihuonekaasupäästö;*
- 2) selvitetään, että raaka-aineiden alkuperä täyttää 7—9 §:ssä säädetyt kestävyyskriteerit;*
- 3) saadaan 10 §:ssä tarkoitetun raaka-aineen tuottajalta viipymättä tieto, jos toimivaltainen valvontaviranomainen toteaa mainitussa pykälässä tarkoitettujen vaatimusten noudattamisessa puutteita, ja ryhdytään tarvittaviin toimenpiteisiin erän kestävyyskriteerien täyttymisen varmistamiseksi taikka, jos raaka-aine ei kuulu mainitussa pykälässä tarkoitettuja suoria tukia koskevan valvonnan piiriin, selvitetään, että raaka-aineiden alkuperä täyttää mainitussa pykälässä säädetyn kestävyyskriteerin. Toiminnanharjoittajan kestävyysjärjestelmään sisältyy ainetase, johon kirjataan seoksesta poistettuja ja siihen lisättyjä kestävyyskriteerien soveltamiseen vaikuttavilta ominaisuuksiltaan (kestävyysominaisuuksiltaan) toisistaan poikkeavia biopolttoaine- tai bioneste-eriä taikka raaka-aine-eriä koskevat tiedot. Ainetaseessa seoksesta poistettujen ja siihen lisättyjen erien kestävyysominaisuuksien ja määrien on vastattava toisiaan.*

Edellä 2 momentissa tarkoitettujen menettelyjen ja 3 momentissa tarkoitetun ainetaseen on oltava tarkkoja, luotettavia ja väärinkäytöksiltä suojattuja.

Tarkempia säännöksiä toiminnanharjoittajan kestävyysjärjestelmässä noudatettavista menettelyistä ja ainetaseesta voidaan antaa valtioneuvoston asetuksella.

Liite 2. Toimintakäsikirja (malli).

1 Yrityksen kuvaus ja laatupolitiikka

Tässä kappaleessa kuvataan yrityksen toimintaa ja tavoitteita (kannattavuus, laatutaso).

Motti & Tukki Oy (Y-TUNNUS) on Joensuussa toimiva metsäbioenergian korjuuseen erikoistunut yritys. Yrityksemme työllistää 15 työntekijää.

Tavoitteenamme on ylläpitää kannattavaa yritystoimintaa. Olemme toiminnassamme sitoutuneet myös noudattamaan yleisiä lakeja ja määräyksiä sekä asiakkaidemme ja metsänomistajien asettamia laatutavoitteita. Yrityksellämme on käytössä toimintajärjestelmä, joka koostuu toimintaperiaatteista ja ohjeista laatu-, työsuojelu- ja ympäristöasioissa.

2 Yrityksen toimintajärjestelmä

Tässä kappaleessa kuvataan yrityksessä käytössä oleva toimintajärjestelmä:

- Toimintajärjestelmän osat
- Toimintajärjestelmän käyttö ja vastuualueet
- Toimintajärjestelmän päivittäminen

Yrityksellämme on käytössä toimintajärjestelmä, jota tukemaan käytetään toimintakäsikirjaa. Toimintakäsikirja sisältää yleisen toimintaa kuvaavan osan ja sitä täydentävät liitteet (Liitteet 1–x). Toimintakäsikirjan sisältämät asiakirjat säilytetään paperisessa/sähköisessä muodossa toimistolla. Liitteenä olevat työohjeet jaetaan työntekijöiden käyttöön.

Yrityksen toimintajärjestelmä ja toimintakäsikirja arvioidaan kerran vuodessa, esimerkiksi tammiukuussa. Toimintajärjestelmän arvioinnissa käytetään asiakasreklamaatioiden määrää ja –laatua sekä yrityksen toiminnan kehittymistä tarkastelukauden aikana. Toiminnan kehittymistä arvioidaan liikevaihdon ja pääoman kehityksen kautta. Lisäksi arvioidaan mahdolliset rekrytointi- ja koulutustarpeet tulevalle kaudelle.

Toimintakäsikirjan vastuuhenkilöt ovat Matti Motti ja Touko Tukki. Vastuuhenkilöillä on oikeus ja velvollisuus toimintakäsikirjan päivittämiseen. Toimintakäsikirjan uusi, päivitetty versio merkitään päivämäärällä ja päivittäjän nimikirjaimilla dokumentin ylätunnisteseen.

Työntekijämme tuntevat yrityksessämme käytössä olevat toiminta- ja laatuperiaatteet ja noudattavat niitä käytännön työssään. Työntekijöillä on aina käytössään ajantasaiset toiminta- ja työohjeet. Vanhentuneet ohjeet ja asiakirjat poistetaan käytöstä päivityksen jälkeen.

3 Toimintaan liittyvät vastuut ja riskit

Tässä kappaleessa kuvataan keskeiset riskit ja vastuualueet, jotka liittyvät yrityksen toimintaan ja vaikuttavat kannattavuuteen, toiminnan ja lopputuotteen laatuun tai esimerkiksi työntekijöiden työturvallisuuteen.

Otamme toiminnassamme huomioon asiakkaidemme ja metsänomistajien asettamat laatuvaatimukset. Huomioimme toiminnassamme myös metsäluonnon arvokkaat elinympäristöt ja monimuotoisuuden. Tiedostamme toiminnastamme aiheutuvat mahdolliset ympäristö- ja terveysriskit ja sitoudumme noudattamaan toimintaamme koskevia työsuojeluohjeita ja – lakeja.

Toimintaamme liittyviä suurimpia riskejä ovat:

1. Metsäluonnon arvokkaiden elinympäristöjen huomioiminen
2. Korjuuvauriot energiapuuleimikoilla
3. Koneiden huoltaminen maastossa, öljyn/polttoaineen käsittely

Pyrimme minimoimaan ja ennakkoimaan riskejä uusien työntekijöiden perehdytyksellä ja työtekijöiden säännöllisillä koulutuksilla.

Yrityksen omistajat [Matti Motti & Touko Tukki](#) vastaavat yrityksen toiminnasta, henkilöstöhallinnosta, toimintajärjestelmän kehittämisestä ja laadunhallinnasta sekä työmaatarkastuksista. Yrityksen johto vastaa siitä, että työntekijöillä on käytössään turvalliset ja asianmukaiset resurssit laadukkaan työn toteuttamiseen. Lisäksi yrityksen johto on vastuussa, että yritykseen rekrytoitavat työntekijät ovat ammattitaitoisia ja että heillä on saatavillaan ajantasainen tieto. Yrityksen kirjanpidosta ja taloushallinnosta vastaa [Tilitoimisto Oy](#).

Yrityksen työsuojeluvastaavana toimii [Valtteri Watti](#). Yrityksen työntekijät ovat vastuussa työturvallisuus- ja ympäristölakien noudattamisesta omassa työtehtävissään ja ovat velvollisia ilmoittamaan vaaratilanteista ja ennaltaehkäisemään mahdollisia vahinkoja. Toimintakäsikirjassa ovat liitteet toimintaohjeet ympäristö- ja työtapaturmatilanteisiin.

Työntekijät noudattavat yrityksessä voimassa olevia toiminta- ja laatuohjeita jokapäiväisessä työssään. Työntekijät vastaavat yrityksen laadunvalvonnasta ja mittaavat laatua asiakkailta saatujen laatu- ja työohjeiden mukaisesti.

Mikäli toiminnassa havaitaan poikkeamia tai virheitä, tulee vahinko tai virhe pyrkiä minimoimaan. Virheellisestä toiminnasta on ilmoitettava lähiesimiehelle tai asiakkaan edustajalle mahdollisimman pian. Työntekijän tulee omassa toiminnassaan varmistua aina siitä, ettei sama virhe toistuisi. Yrityksen johto vastaa asiakkaalta saatua palautteeseen tai reklamaatioon aina mahdollisimman nopeasti. Saadusta palautteesta pyritään oppimaan ja toimintoja kehittämään saadun palautteen kautta.

4 Yrityksen toimintapolitiikka

Tässä kappaleessa kuvataan tarkemmin yrityksen toimintapolitiikka:

- Kannattavuustavoitteet, investoinnit
- Yrityksen käytössä olevat resurssit
- Henkilöstöpolitiikka, rekrytointi, koulutuspolitiikka, henkilöstön kehittäminen
- Yrityksen keskeiset toiminnot ja prosessit, laatu- ja ympäristöpolitiikka, käytettävät laatuohjeet, laadunvalvonta

4.1 Kannattavuuden arviointi (Liite 1)

Tavoitteenamme on ylläpitää kannattavaa yritystoimintaa. [Lyhyellä aikavälillä tavoitteenamme on parantaa toiminnan tuottavuutta ja pitää koneiden käyttöaste mahdollisimman korkeana. Pitkällä aikavälillä tavoittelemme noin 5 %:n kasvua.](#) Olemme jatkuvasti tietoisia toimintamme kannattavuuden tasosta ja kehitämme toimintaamme arvioimalla edellisen kauden tuloksia asettamiimme kannattavuustavoitteisiin.

Uusinwestointien kohdalla tehdään huolellinen tarvearviointi ja noudatetaan varovaisuusperiaatetta. Investointeja suunniteltaessa huomioidaan laatu-, hinta- ja toimitusvarmuustekijät sekä investointien poistoaika.

Kannattavuuden arviointia kuvaavat tunnusluvut on esitetty liitteessä 1.

4.2 Resurssit (Liite 2)

Yrityksellämme on käytössä asianmukainen, asiakasvaatimukset ja työntekijöiden odotukset täyttävä [kalusto](#). Yrityksellämme on lisäksi käytössä [lämmin huoltohalli ja varasto](#). Yrityksemme käytössä oleva kalusto on luetteloitu ja luettelo pidetään ajantasaisena (liite 2).

Yrityksen työntekijät ovat vastuussa kaluston päivittäisestä huollosta ja kunnossapidosta oman työvuoronsa aikana. He vastaavat siitä, että kalustoa käytetään asianmukaisesti ja turvallisesti. Työntekijöiden tulee ilmoittaa mahdollisista vioista läheltäpiti tilanteista ja vaaratilanteista viipymättä lähiesimiehelleen.

Kalustolle suoritetaan valmistajien suosittelemat määräaikaishuollot ja lisäksi kalustoa huolletaan tarpeen mukaan. Määräaikaishuollot kirjataan koneesta löytyvään huoltovihkoon. Suuret huollot ja korjaustoimenpiteet kirjataan huoltohallista löytyvään huoltovihkoon. Lisäksi jokaisessa työkonessa on koneen ajo/[käyttöpäiväkirja](#), [oma huolto-ohje](#), [perustyökalut](#), [ensisammutusvälineet](#) ja [ensiapulaukku](#).

Ohjelmistojen päivitykset ja mittalaitteiden kalibroinnit suoritetaan kaluston valmistajilta tai asiakailta saatujen ohjeiden mukaan. Kalibroitarkkuutta tarkastetaan säännöllisillä otantamittauksilla. Tiedot tehdyistä kalibroinneista tulee tallettaa koneen muistiin, että ne voidaan tarvittaessa tulostaa asiakkaan käyttöön.

4.3 Henkilöstöpolitiikka (Liite 3–4)

Henkilöstömme kautta toteutamme kannattavaa ja laadukasta liiketoimintaa ja pyrimme noudattamaan toiminnassamme kestävästä henkilöstöpolitiikan periaatteita. Noudatamme yrityksessämme työehtosopimusten mukaisia yleisiä palkka- ja sopimusehtoja. [Tarjoamme yrityksemme työntekijöille työterveyshuollon palveluita Terveyskeskus Oy:n kautta.](#) Lisäksi työntekijämme saavat käyttää tunnin viikossa työaikaansa liikunnan harrastamiseen.

Rekrytoimme yrityksemme palvelukseen henkilöitä, joiden ammattitaito vastaa asiakkaan meille asettamia vaatimuksia. Uudet työntekijät perehdytetään työtehtäviinsä.

Kehitämme työntekijöidemme ammattitaitoa tarjoamalla heille heidän ammattitaitoaan täydentävää ja työturvallisuutta parantavaa koulutusta. Työntekijöiden koulutukset merkitään koulutusrekisteriin (Liite 3).

Toimintakäsikirjan loppuun lisätään liitteet, jotka voivat olla

- toiminta- tai työohjeita
- laatuohjeita, standardeja
- kalustoluetteloita
- ym.

Yrityksen omistajat, toimitusjohtaja ja jokainen työntekijä ovat vastuussa työpaikan ja työyhteisön kehittämisestä ja työilmapiiristä. Uusien aloitteiden tekeminen, kuten koulutustoiveiden esiintuominen on suotavaa. Ne voi jättää nimettömänä ja käsitellään myöhemmin yrityksen hallituksen kokouksissa sekä yhteisissä palaverissa. Saapuneet ehdotukset kirjataan toimintakäsikirjan liitteeksi (Liite 4). Työpaikkakiusaaminen on Motti ja Tukki Oy:ssä kielletty.

4.4 Laadunhallinta metsäenergian korjuussa ja kuljetuksessa (Liitteet 5 –)

Yrityksemme tavoitteena on palvella asiakkaitaan mahdollisimman hyvin toimittamalla mahdollisimman korkealaatuista metsäenergiapuuta. Motti ja Tukki Oy toiminnassa laatuun keskeisesti vaikuttavia avainprosesseja ovat [puunkorjuu ja metsäkuljetus, joista lopputuotteena syntyy joko karsittua energiapuuta tai karsimatonta energiapuuta, latvusmassaa tai kantoja tienvarsivarastolle](#). Asiakkaat ovat asettaneet tuotettaville korjattaville energiapuukohteille ja lopputuotteille laatutavoitteet ja – vaatimukset, joita yrityksessämme seurataan. Lisäksi energiapuun korjuussa valvotaan toiminnan laatua korjuujälki-inventoinnilla. Paikallinen metsäkeskus toteuttaa korjuujälki-inventointeja pistokokeina alueellisesti.

Laatutavoitteet koskevat tuotettavan [lopputuotteen kosteuspitoisuutta, varastointia ja toimitusaikaa](#). Lopputuotetta koskevat laatuvaatimukset ja toimitus- ja korjuuaika määritellään asiakkaan taholta. Asiakkaan toimittamat laatu- ja työohjeet on liitetty toimintakäsikirjan liitteeksi (Liite 6–).

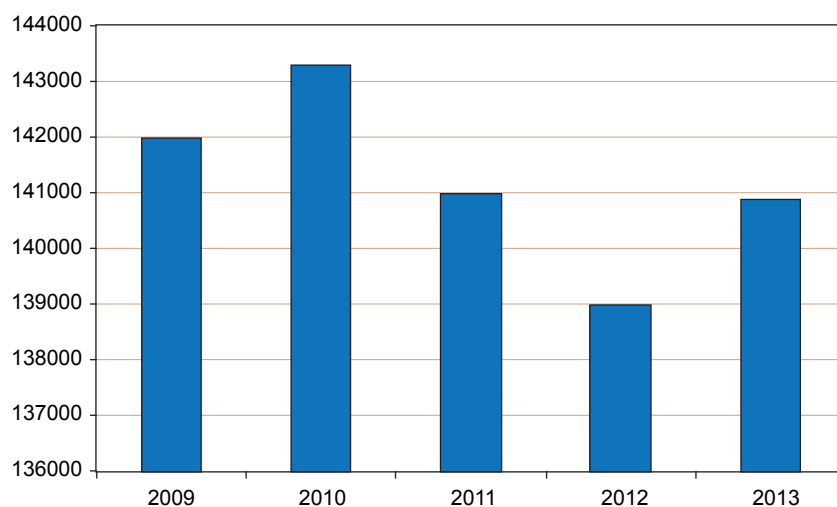
Motti ja Tukki Oy:n työntekijät noudattavat yrityksessä voimassa olevia laatu- ja työohjeita jokapäiväisessä työssään sekä vastaavat yrityksen laadunvalvonnasta asiakkailta saatujen laatu- ja työohjeiden mukaisesti.

Motti ja Tukki Oy:ssä käytetään metsäenergian korjuun laatuohjeena Tapion julkaisemia Hyvän metsänhoidon suosituksia soveltuvien osien. Hyvän metsänhoidon suosituksista energiapuunkorjuuseen ja kasvatukseen huomioidaan ohjeet ajouravälistä, korjuujäljestä, jäljelle jäävän puuston määrästä ja ennakkoiraivauksesta (Liite 5)

5 Toimintaohjeet (Liitteet)

Toimintakäsikirjan liitteeksi on lisätty liitteet jotka ohjaavat laadunhallintaa Motti & Tukki Oy:ssä. Toimintakäsikirjan liitteitä päivitetään tarpeen mukaan.

Toimintakäsikirjan liite 1. Kannattavuuden arviointi.



Kuva 1. Liikevaihdon kehittyminen Motti & Tukki Oy:ssä viimeisen viiden vuoden kuluessa (esimerkkilaskelma)

Kannattavuuden kehittyminen lyhyellä ja keskipitkällä aikavälillä

Toteutunut (2011–2012)	Toteutunut (2012–2013)	Tavoite (2013–2014)	Tavoite (2012–2017)
- 1,42 %	+ 1,37 %	+ 0,7 %	+ 5 %

Toimintakäsikirjan liite 2. Kalustoluettelo

Motti & Tukki Oy (Y-TUNNUS)
 Kalustoluettelo
 Päivitetty: 20/06/2013/TI

Konetyyppi	Merkki	Malli	Vuosimalli	Rek.nro	Lisävarusteet
Harvesteri	Ponsse	Fox	2011		Joukkokäsittely
Harvesteri	Ponsse	Wisent	2010		Joukkokäsittely
Kuormatraktori	John Deere	810E	2009		Kuormainvaaka
Kuormatraktori	John Deere	1010E	2010	.	Kuormainvaaka

Toimintakäsikirjan liite 3. Työntekijä- ja koulutusrekisteri

Motti & Tukki Oy (Y-TUNNUS) Työntekijä- ja koulutusrekisteri Päivitetty: 20/06/2013/TI							
Nimi	HeTu	Työtehtävä	Työsuhde alkoi	Työsuhde päättyi	Peruskoulutus	Kurssi/ Lisäkoulutus, pvm	Uusinta
Tukki Tero	123456-AAA	Harvesterinkuljettaja	04.05. 2012		Am-matti koulu	EA1, 16.6.2012, Työturvallisuuskortti, 01.09.2017	
Motti Manu	123456-AAA	Harvesterinkuljettaja	03.02. 2010		Am-matti koulu	Luonnonhoitotutkin-to, 15.06.2011	
Watti Valtteri	123456-AAA	Ajokone-kuljettaja	01.06. 2007		Am-matti koulu		
Kuusi Kiia	123456-AAA	Ajokone-kuljettaja	15.10. 2010		Am-matti koulu	EA1, 16.6.2012	

Toimintakäsikirjan liite 4. Työntekijöiden tekemät aloitteet

Aihe	Milloin jätetty
Liikuntasetelien käyttöönotto	Elokuu 2012
Uusien turvajalkineiden hankinta	Lokakuu 2012

Toimintakäsikirjan liite 5. Hyvän metsänhoidon suositukset energiapuun korjuuseen ja kasvatukseen.

Hyvän metsänhoidon suositukset energiapuun korjuuseen ja kasvatukseen määrittelee suositellut toimenpiteet laadukkaaseen energiapuun korjaamiseen. Motti & Tukki Oy käyttää näitä ohjeita soveltuvin osin.

Hyvän metsänhoidon suositukset löytyvät osoitteesta:

http://www.tapio.fi/files/tapio/Aineistopankki/Energiapuusuositukset_verkkoon.pdf

Aineistoa ei linkitetä tähän suoraan eikä sitä päivitetä laatukäsikirjan päivittämisen yhteydessä.

Toimintakäsikirjan liite 6–x.

Tähän liitteeksi asiakkaan määrittelemät laatukriteerit toimitusten ja lopputuotteen laadun suhteen.