

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Metsätalouden koulutus

Janne Hakulinen  
Sami Ronkainen

STORA ENSO METSÄN ULKOISTEN ENERGIALAITOSTEN  
ASIAKASTYYTYVÄISYYS PUUPOLTTOAINETOIMITUKSIIN

Opinnäytetyö  
Marraskuu 2018



**OPINNÄYTETYÖ**  
**Marraskuu 2018**  
**Metsätalouden koulutus**

Karjalankatu 3  
80200 JOENSUU  
013 260 600

**Tekijät**

Janne Hakulinen, Sami Ronkainen

**Nimeke**

Stora Enso Metsän ulkoisten energialaitosten asiakastyytyväisyys puupolttoainetoimituksiin

**Toimeksiantaja**

Stora Enso Metsä

**Tiivistelmä**

Stora Enso Metsä toimittaa puupolttoainetta omille sekä ulkoisille energialaitoksille. Stora Enso Metsän metsäenergiaprosessin tavoitteena oli selvittää energialaitosasiakkaiden tyytyväisyystilanne toimitetun puupolttoaineen laatuun ja toimituksiin. Tutkimuksen alueellinen ulottuvuus kattoi valtakunnallisesti useita energialaitoksia.

Tutkimuksessa käytettiin sekä kvantitatiivisen että kvalitatiivisen tutkimuksen tutkimusmenetelmiä. Energialaitosten edustajia haastateltiin ja tuloksista muodostettiin tyytyväisyysindeksit sekä teemoiteltiin laadulliset yhteenvedot. Toimeksiantajalle laadittiin valmis kyselylomake- ja tulosten taulukointipohja jatkuvaan asiakastyytyväisyyden mittaamiseen.

Stora Enso Metsän puupolttoainetoimituksiin oltiin varsin tyytyväisiä. Toimitusvarmuutta ja yhteistyön toimivuutta kehuttiin valtakunnallisesti. Sen sijaan kulunut talvi osoittautui toimittajille puupolttoaineen kosteuden hallinnan kannalta haastavaksi. Tutkimuksen tuloksista saatiin toimeksiantajalle ajankohtaista palautetta tulevia toimituskausia ajatellen.

**Kieli**  
suomi

Sivuja 45  
Liitteet 1  
Liitesivumäärä 5

**Asiasanat**

puupolttoaineet, metsäenergia, asiakastyytyväisyys



**THESIS**  
**November 2018**  
**Degree Programme in Forestry**

Karjalankatu 3  
80200 JOENSUU  
FINLAND  
Tel. 013 260 600

**Authors**

Janne Hakulinen, Sami Ronkainen

**Title**

Customer Satisfaction of Stora Enso Forest External Power Plants on Deliveries of Wood-Based Biomass

**Commissioned by**

Stora Enso Forest

**Abstract**

Stora Enso Forest delivers biofuels to their own as well as to the external power plants. The goal of Stora Enso Forest wood-based biomass process was to find out how satisfied the power plant customers were with the quality of the delivered biofuels. The regional dimension of the study included several power plants nationwide.

The study was both quantitative and qualitative. The representatives of power plants were interviewed and a satisfaction index was made from the results and classified qualitative summaries were drawn up. A completed questionnaire and result chart were made to the client for continuing measurement of customer satisfaction.

The customers were quite satisfied with the biofuel deliveries of Stora Enso Forest. The reliability of the deliveries was praised nationally, but the past winter proved to be challenging to the suppliers regarding the moisture control of biofuels. Current information was obtained from the results of the study considering the upcoming delivery seasons.

**Language**

Finnish

Pages 45

Appendices 1

Pages of Appendices 5

**Keywords**

biofuels, wood-based biomass, customer satisfaction

## Sisältö

1	Johdanto .....	5
2	Stora Enso Metsä .....	6
2.1	Puunhankinta.....	6
2.2	Energialaitosasiakkaat.....	7
3	Energiapuun korjuu ja toimitus.....	8
3.1	Hakkuutähteiden korjuuprosessi.....	8
3.2	Varastointi.....	9
3.3	Logistiikka .....	11
4	Hakkeen laadun vaikutukset energialaitoksilla.....	13
4.1	Metsähakkeen laatuominaisuudet .....	13
4.2	Laatuongelmat ja niiden vaikutukset.....	15
4.3	Hakenäytteenotto.....	16
5	Hakkeen polttotekniikat.....	18
6	Opinnäytetyön tavoite .....	19
7	Opinnäytetyön aineisto ja menetelmät.....	20
7.1	Tutkimusmenetelmät .....	20
7.2	Aineiston keruu ja haastattelut.....	21
7.3	Aineiston analysointi .....	22
8	Tulokset .....	24
8.1	Energialaitosten taustatiedot.....	24
8.2	NPS-analyysi .....	26
8.3	Biopolttoaineiden tulevaisuuden näkymät.....	32
8.4	Toimitukset ja puupolttoaineen laatu .....	33
8.5	Yhteistyön toimivuus.....	35
8.6	Kehittämiskohteet .....	36
8.7	Missä Stora Enso Metsä oli onnistunut? .....	37
9	Johtopäätökset .....	37
9.1	Puupolttoainetoimitusten yhteenveto .....	37
9.2	Vertailu biomassan markkinoiden kehittymisestä .....	39
10	Pohdinta.....	40
10.1	Luotettavuus ja haasteet.....	40
10.2	Tutkimuksen jatkuvuus ja kehittämiskohteet.....	41
11	Lopuksi .....	42
	Lähteet.....	43

Liite 1      Saatekirje ja kyselylomake

## 1 Johdanto

Suomen kokonaisenergiankulutuksesta puupolttoaineet kattavat noin neljänneksen, ja ne ovat Suomen tärkein uusiutuva energialähde. Metsähakkeen kokonaismäärästä noin 90 % käytetään energialaitoksissa ja loput pienkiinteistöissä. (Luonnonvarakeskus 2018.) Suurin osa puupolttoaineista saadaan saha- ja seluteollisuuden sivutuotteena ja metsien hakkuiden yhteydessä kerätystä metsäenergiasta. Metsäenergia eli metsästä saatava puupohjainen raaka-aine koostuu pääasiassa hakkuiden sivutuotteena syntyneistä hakkuutähteistä eli oksista, ran-goista ja kannoista. (Koistinen, Luiro & Vanhatalo 2016, 13.)

Stora Enso Metsä vastaa kotimaan puutavarahankinnoista sellu- ja sahateollisuudelle. Ainespuun ohessa Stora Enso Metsä hankkii myös metsäenergiaa. Metsäenergian korjuun tavoitteina on tuottaa mahdollisia lisätuloja metsänomistajalle ja toimittaa puhtaampaa lähien energiaa voimalaitoksille. Lisäksi metsäenergian korjuu luo paikallisille korjuu- ja kuljetusyrityksille lisätömahdollisuuksia. Yhtiön tavoitteena on hyödyntää raaka-aineeksi jalostettu puu mahdollisimman hyvin ohjaamalla metsäteollisuudelle kelpaamaton ainespuun osuus energiaksi. (Kaukoaho 2017.)

Opinnäytetyön aihe saatiin toimeksiantona Stora Enso Metsältä. Toimeksiantajayritys halusi reaaliaikaista tietoa puupolttoainetoimituksistaan sekä toimitetun puupolttoaineen laadusta energialaitosasiakkaidensa näkökulmasta. Opinnäytetyön päällimmäisenä tavoitteena oli kartoittaa valtakunnallisesti Stora Enso Metsän energialaitosasiakkaiden asiakastyytyväisyyttä metsäenergian toimituksista ja laadusta sekä yhteistyön toimivuudesta.

## 2 Stora Enso Metsä

### 2.1 Puunhankinta

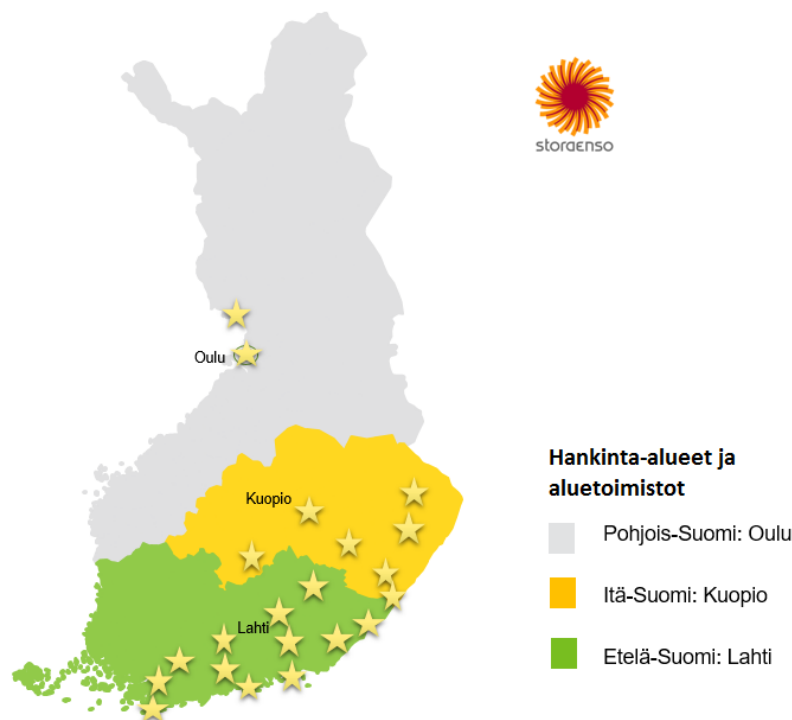
Stora Enso Metsä jakautuu Suomessa kolmeen hankinta-alueeseen: Etelä-Suomen, Itä-Suomen ja Pohjois-Suomen hankinta-alueeseen. Hankinta-alue koostuu vuorostaan neljästä alueellisesta hankintatiimistä. Stora Enso Metsän Suomen puunhankinnassa työskentelee noin 550 vakinaista henkilöä ja 400 kone- ja autoyrittäjää alihankkijoina (Stora Enso Metsä 2018a). Yrityksen toimitteisiin kuuluvat muun muassa puuraaka-aineen ja metsäenergian osto ja korjuu, kuljetusoperaatioiden valmistelu sekä metsäpalveluiden myynti ja toteutus.

Stora Enso Metsä hankkii Suomessa puutavaraa raaka-aineeksi yhtiön sellu-, kartonki- ja paperitehtaille sekä sahoille. Toimitusmäärä omille ja ulkoisille laitoksille on yhteensä noin 22 miljoonaa kuutiometriä vuodessa. Suurin osa puusta hankitaan yksityisiltä metsänomistajilta. Muita merkittäviä puunhankintalähteitä yritykselle ovat osittain Stora Enson omistama Tornator Oyj sekä tuontipuu. (Stora Enso Metsä 2018b.)

Vuosittainen metsäenergian korjuumäärä Stora Enso Metsällä on noin miljoona kiintokuutiota. Yhtiö toimittaa puupolttoainetta omien energialaitostensa lisäksi valtakunnallisesti ulkoisille energialaitoksille, jotka tuottavat lämpö- ja sähköenergiaa. Stora Enso Metsä toimittaa noin 2 TWh energiaa vuodessa. Vuotuisista puupolttoainetoimituksista reilu 1 TWh on metsäpolttoainetta, josta 80 % koostuu metsätähdehakkeesta ja 20 % runkopuuhakkeesta. Kuorta ja purua sisältävien sivujaetoimitusten osuus kokonaistoimitusmäärästä on hieman alle 1 TWh. (Kaukoaho 2017.)

## 2.2 Energialaitosasiakkaat

Stora Enso Metsä toimittaa metsäenergiasta jalostettua puupolttoainetta valtakunnallisesti sekä yrityksen omiin että ulkoisiin energialaitoksiin. Asiakaskunnasta 35 % on yhtiön omia ja 65 % suuria, lähinnä kunnallisia, mutta myös muita kapasiteetiltaan erikokoisia energialaitoksia. Ulkoiset energialaitokset jakautuvat pääosin Itä-Suomen ja Etelä-Suomen hankinta-alueille (kuva 1).



Kuva 1. Stora Enso Metsän metsäenergia-asiakkaat ja hankinta-alueet (Kaukoaho 2017).

Ulkoisten energialaitosten osalta Stora Enso Metsän asiakkaat koostuvat erisuuruisista lämpölaitoksista tai lämmön ja sähkön yhteistuotanto- eli CHP (Combined Heat and Power) -laitoksista. Lämmöntuotto ja -jakelu toteutetaan tavallisesti kaukolämpönä. Energialaitokset ovat pääosin suuria paikallisia voimalaitoksia, pienvoimalaitoksia ja yksityisiä energiayrittäjiä sekä muita metsäteollisuuden voimalaitoksia. Useimmat laitokset käyttävät puuperäisen pääpolttoaineen lisäksi myös muita polttoaineita, kuten turvetta. (Kaukoaho 2017.)

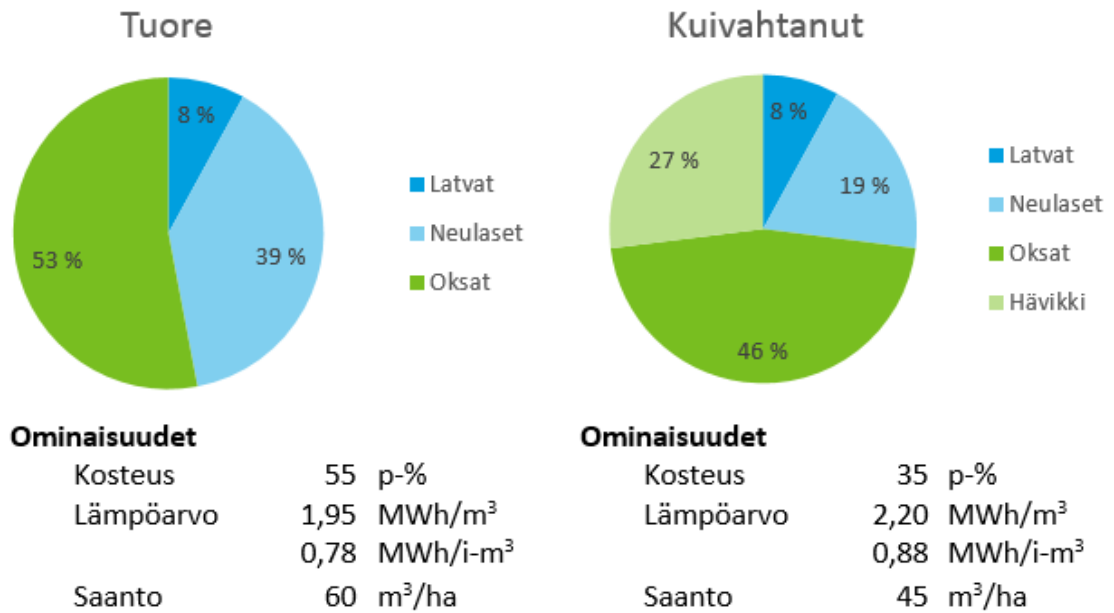
## 3 Energiapuun korjuu ja toimitus

### 3.1 Hakkuutähteiden korjuuprosessi

Hakkuutähteiden korjuusta sovitaan metsänomistajan kanssa puukaupan yhteydessä. Hakkuutähteistä maksettava hinta metsänomistajalle vaihtelee energiapuun tarpeen ja kysynnän mukaan. Hintaan vaikuttavat myös puukaupan koko eli arvioitu poistuma sekä leimikon sijainti. Stora Enso Metsä ostaa hakkuutähdettä puukaupoilta, joiden poistuma ainespuun osalta on vähintään 250 m<sup>3</sup>, jolloin oletettu hakkuutähteen kertymä on 50 m<sup>3</sup>. Ainespuun ja hakkuutähteen kertymän välinen suhde on havupuuvaltaisilla leimikoilla tavallisesti 5:1. Hakkuutähteiden kerääminen sopii parhaiten kantavapohjaisille kuusivaltaisille päätehakkuleimikoille, joissa metsäkuljetusmatka on alle 300 metriä. (Hiltunen, Manninen & Sahlman 2016.) Metsäkuljetusmatkan pituus vaikuttaa merkittävästi hakkuutähteiden korjaamisen kannattavuuteen, koska esimerkiksi metsäkuljetusmatkan puolittaminen 150 metriin on tutkittu parantavan tuottavuutta 18–23 % (Asikainen ym. 2010, 96). Suurikokoiset leimikot ja niiden keskeinen sijainti parantavat energiapuun korjuun toiminnan kannattavuutta.

Hakkuutähteitä hakataan kasoille ympäri vuoden ja metsäkuljetetaan 4 kk:n ajan toukokuun alusta elokuun loppuun saakka. Ennen metsäkuljetusta hakkuutähteiden annetaan kuivua palstalla 3–4 viikkoa. Palstakuivauksen yhteydessä ravinnepitoiset neulaset ja lehdet varisevat hakkuutähteistä, jolloin suurin osa ravinteista jää hakkuualueelle, ja maaperän ravinnetalous säilyy tasapainossa. Hakkuutähteiden kuivattamisella saavutetaan huomattava kosteusprosentin lasku ja sitä kautta lämpöarvon parannus (kuva 2). Hakkuutähteen keruussa on vältettävä maa-aineksen kertymistä hakkuutähdekuormaan. (Sahlman 2018.)





Kuva 2. Kuusihakkuutähteen koostumus tuoreena ja kuivahtaneena (Alakan-gas ym. 2016, 71).

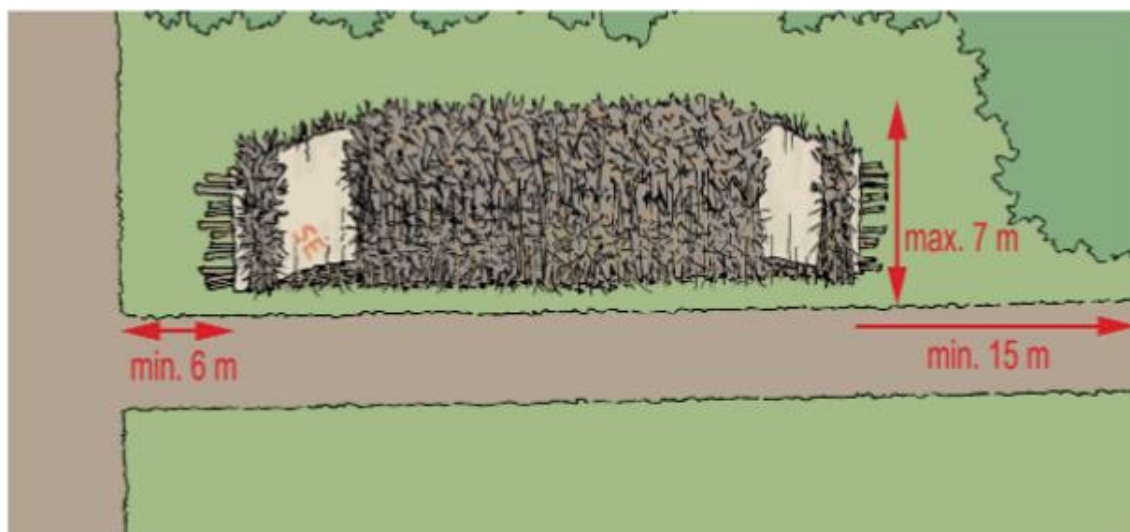
Metsäkuljetuksen yhteydessä hakkuutähteet punnitaan metsätraktorin kuormain-vaa'alla ja hakkuutähteen paino muunnetaan tilavuudeksi käyttämällä tuoreti-heyslukua. Tuoretiheys on puuaineen tuoremassan ja tuoreena mitatun tilavuuden suhde. Kuormainvaa'alla mittaustuloksen virhemarginaali asettuu tavallisesti  $\pm 4$  %:n sisäpuolelle vuodenajasta riippumatta (Melkas & Petty 2013). Toissijai-sena mittausten menetelmänä voidaan käyttää pinomittausta, jota sovelletaan ener-giapuun kiintotilavuuden mittauksessa varastossa tai kuormassa. Pinomittausta käytetään paljon, mutta se on hyvin epätarkka mittausten menetelmä, koska kiintoti-lavuusprosentin määrittäminen perustuu arvioon. (Koistinen, Lindblad & Äijälä 2013, 20.)

### 3.2 Varastointi

Hakkuutähteen varastopaikan sijainti on syytä suunnitella huolella, sillä varas-toinnilla on merkittävä vaikutus hakkeen laatuun. Varastopaikan tulee olla tar-peeksi tilava ja sijainniltaan avoimella ja tuulettuvalla paikalla. Lisäksi hakkuutäh-dekasa tulisi rakentaa kivettömälle ja kuivalle alustalle mahdollisimman korkeaksi siten, että kasa on tukeva ja sortumariskiä ei ole. (Koistinen ym. 2016, 49–51.)

Hyvässä hakkuutähdekasassa latvukset ovat samaan suuntaan ja tyvet tielle päin. Kunnolliset aluspuut ja hakkuutähdekasaa päälle levitettävä suojapeite varmistavat tähteiden pysymisen suojassa kosteudelta, lumelta ja jäältä. Aluspuilla ehkäistään ilmankosteuttakin haitallisemmän maakosteuden haittavaikutus hakkuutähteiden kuivumisprosessissa. Hakkuutähdekasojen peittämisellä saavutetaan jopa 10–15 prosenttia kuivempaa raaka-ainetta ja peittämiskustannukset tulevat katetuksi vaikutuksen ollessa vähintään 6–8 prosenttia (Lepistö 2011). Suojapeite levitetään kasan päälle metsäkuljetuksen jälkeen metsätraktorin kouraan kiinnitetyllä rullatelineellä. (Koistinen ym. 2016, 50.)

Varastopaikan sijoittamisessa tulee ottaa huomioon työskentelytilat haketus- ja kuljetuskalustolle sekä riittävä etäisyys mahdollisiin sähkölinjoihin, rakennuksiin ja pääteihin. Energiapuun haketus- ja kuljetuskalusto vaativat metsäkuljetukseen ja kääntöpaikalle enemmän tilaa kuin ainespuun kuljetuskalusto. (Koistinen ym. 2016, 48). Varasto pyritään tekemään mahdollisimman vähäliikenteiselle tielle, koska haketusvaihe voi tukkia liikennettä ja roskata tietä. Varasto- tai haketuspaikka eivät voi sijaita kaksinumeroisten valtateiden tai kantateiden varsilla. (Stora Enso 2010.)



Kuva 3. Varastopinon sijainti ja leveys (Koistinen ym. 2016, 50).

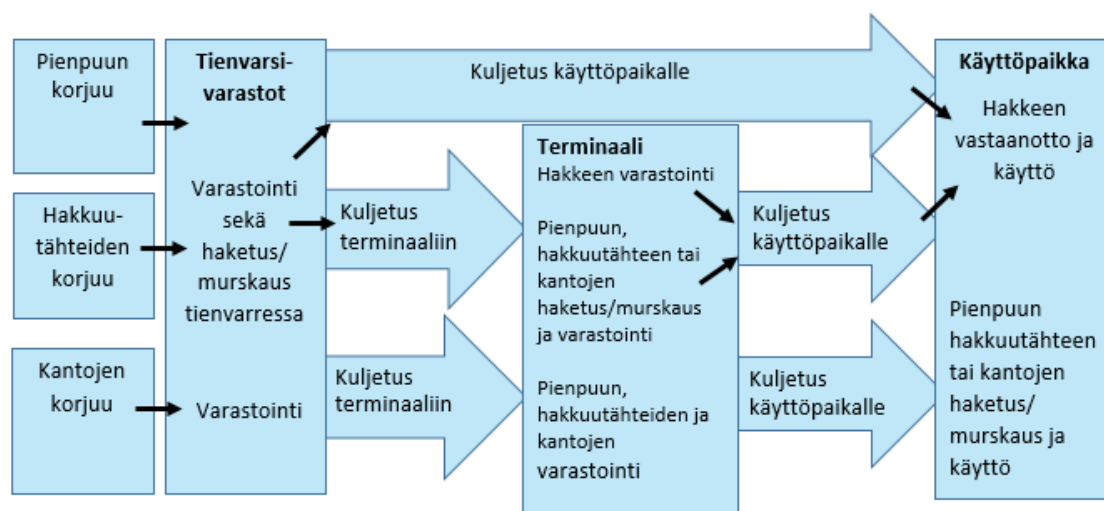
Tienvarsivarastossa hakkuutähteet haketetaan hakkurilla, minkä jälkeen valmis hake toimitetaan kaukokuljetuksena energialaitokselle. Joissakin tapauksissa hakkuutähde kuljetetaan autoilla suoraan energialaitokselle, jolloin haketus tapahtuu terminaalihaketuksena. Terminaalihaketusta käytetään, mikäli haketusta ei voida suorittaa varastopaikalla, esimerkiksi pölyhaitan, melun tai haketusprosessin sotkuisuuden takia (Kärhä 2008). Haketuksessa hakkuutähteiden määrä kiintokuutioina ( $m^3$ ) muunnetaan valmistuneen metsähakkeen yhteydessä irtokuutioiksi ( $i\text{-}m^3$ ) käyttämällä kerrointa 2,5 ( $100 i\text{-}m^3$  vastaa noin  $40 m^3$ ). Irtokuutio metsähaketta sisältää keskimäärin 0,7–0,9 MWh (700–900 kWh) energiaa hake-lajista riippuen (Airaksinen, Alakangas, Alanen, Kainulainen, Puhakka, Siponen & Soini 2001, 7). Taulukossa 1 on esitetty tarkemmin myös muiden hakelajien ominaisuuksia sekä keskimääräisiä tilavuusmuuntokertoimia.

Taulukko 1. Hakelajien tilavuusmuuntokertoimet (Airaksinen ym. 2001, 7).

Hakelaji	Kuiva-aineen irtotiheys $kg/i\text{-}m^3$	Muuntokerroin $m^3/i\text{-}m^3$	Kosteus %	Lämpöarvo $kWh/i\text{-}m^3$
Metsähake	175	0,43	40	848
runkopuuhake	170	0,39	40	835
kokopuuhake	170	0,42	40	834
hakkuutähdehake	175	0,45	40	895
Sahanhake	175	0,45	50	784
Kantohake	180	0,42	35	928

### 3.3 Logistiikka

Metsäenergiajakeet toimitetaan hakeautoilla leimikoilta asiakkaiden käyttöpaikoille tai vaihtoehtoisesti väliterminaaleihin. Hakeautokalusto koostuu pääasiassa täysperävaunuyhdistelmistä ja vaihtolava-autoyhdistelmistä (Asikainen ym. 2001, 107). Hakettamattomat hakkuutähteet voidaan toimittaa tavallisilla puutavara-autoilla, mikäli haketus ei tapahdu tienvarsivarastolla. Tienvarsivarastolla hakettu valmis metsähake toimitetaan hakeautoilla suunnitelluiden energialaitosten käyttöpaikkojen kenttävarastoihin tai siloihin. Kuvassa 4 on esitetty koko hankintaketju korjuusta käyttöpaikalle.



Kuva 4. Metsäenergian hankintaketju (Koistinen ym. 2016, 18).

Lopulliset toimitusmäärien suoritteet ilmoitetaan irtokuutioiden lisäksi haketoimituskuormien massana eli kilogrammoina. Energialaitokset maksavat Stora Enso Metsälle toimitetun energiamäärän (MWh) mukaan. Energialaitoksilla hakkeesta mitataan saapumistilainen kosteus-%, määrä irtokuutioina sekä kuutiopaino. Näiden suureiden avulla suoritetaan kuorman kuutiointi sekä hakkeen näytteen analysointi. Yksittäisnäytteitä otetaan vähintään 2 kpl jokaista 50 i-m<sup>3</sup> kohden, mikäli näytteenotto tapahtuu puupolttoainekuormittain (Alakangas & Impola 2014, 45).

Hakeautojen suurin sallittu kokonaismassa ei saa ylittyä, jolloin maksimaaliset kuormakoot määräytyvät hakkeen kosteuden mukaan. Kuormakoot vaihtelevat puoliperävaunujen 100 i-m<sup>3</sup>:n ja täysperävaunujen 115–150 i-m<sup>3</sup>:n välillä. Keskimääräisissä kuormako'oissa on vaihtelua Stora Enso Metsän hankinta-alueiden välillä. Itä-Suomen hankinta-alueella täysperävaunulliset kuormakoot ovat keskimäärin suurempia muihin hankinta-alueisiin nähden, mikä selittyy pidemmällä toimitusmatkoilla laitoksien sijaintien hajonnasta johtuen. Toimitusmatkojen kasvaessa toimitus sykli harvenee, jolloin suuremmat kuormakoot parantavat toiminnan kannattavuutta. (Kaukoaho & Sahlman 2018.) Taulukossa 2 on laskettu hakeauton koon vaikutus hyötykuorman tilavuuteen.

Taulukko 2. HCT-hakeyhdistelmien hyötykuorman (tonneissa) ja kuormatilan (kuutioissa) kasvu pituuden kasvuun verrattuna (vertailukohteena 76-tonninen yhdistelmä) (Venäläinen 2018, 8).

Kokonaispituus m	Hyötykuorma t	Kokonaispaino t	Kuormatila m <sup>3</sup>	Pituuden kasvu %	Hyötykuorman kasvu %	Kuormatilan kasvu %
27,5 m	56	84	155	8,9 %	12,0 %	0,0 %
29 m	62	91	168	14,9 %	24,0 %	8,4 %
33,97 m	53,3	85	206	34,5 %	6,6 %	32,9 %
33,97 m	63,5	100	220	34,5 %	27,0 %	41,9 %
25,25	50	76	155			

Leimikot, joista hakkuutähdettä kerätään, pyritään suunnittelemaan siten, että toimitusmatkat energialaitoksille eivät ylittäisi 100 km. Tavoitteellinen toimitusmatka pyritään pitämään 70 km:n säteellä. Kuormien toimitusrytmi muodostuu energialaitosten raaka-aineen tarpeen mukaan. Kaukolämpöä tuottavissa energialaitoksissa hakkeen tarve vaihtelee vuodenajoittain. Talvella haketoimituksia tarvitaan tiheämmin, sillä hakkeen kulutus on tuolloin korkeimmillaan. Sellu- ja lämpölaitosten kokonaisuuksissa hakkeen tarve on myös kesäisin säännöllistä, koska lämpöenergiaa tarvitaan jakelun lisäksi paperin tuotantoon ympäri vuoden. Yhden täysperävaunun kuorman energiasisältö on keskimäärin talvella 100 MWh ja kesällä 120 MWh. Poikkeuksellisen kosteina talvina yhden kuorman energiasisältö voi jäädä alle 80 MWh:n. (Kaukoaho & Sahlman 2018.)

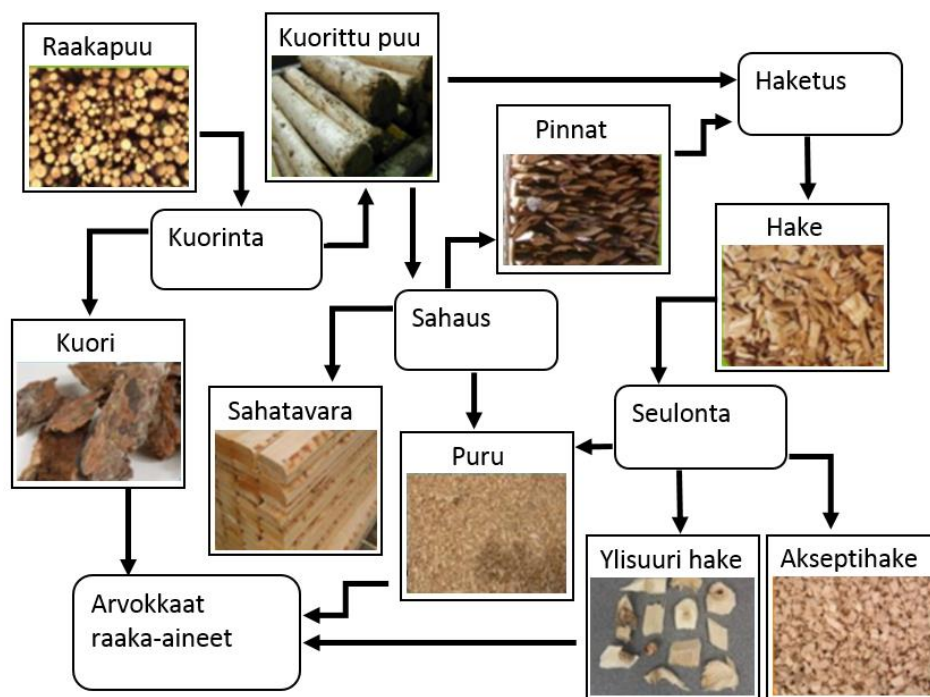
## 4 Hakkeen laadun vaikutukset energialaitoksilla

### 4.1 Metsähakkeen laatuominaisuudet

Hakkuutähdihakkeen keskeisimmät käyttötekniset laatuominaisuudet ovat irto-kuutiometrin kuivamassa eli tiheys, kosteus, puhtaus, palakokojakauma ja tehollinen lämpöarvo (Alakangas ym. 2016, 71). Lisäksi hakkeen toimitusvarmuus ja alkuperä ovat oleellisia toimitusketjun laatutekijöitä. Loppukäyttäjä tai ostaja voi luottaa hakkeen laatuun, jos alkuperä ja toimitusketju ovat jäljitettävissä. Energialaitoksilla on määritelty laatuluokituksien perusteena oleville puupolttoaineen ominaisuuksille halutut raja-arvot. Energialaitosten polttoaineen vastaanotto-

kuljetin- ja polttolaitteet sekä polttotekniikka voivat poiketa toisistaan. Tästä syystä energialaitokset asettavat hakkeelle tiettyjä laatuvaatimuksia. (Alakangas ym. 2016, 73.)

Heikkolaatuinen metsähake voi aiheuttaa energialaitoksille ylimääräisiä kustannuksia sähkön- ja lämmöntuotannossa. Puutteet hakkeen laadussa voivat lisätä energialaitosten polttoaine-, huolto- ja ylläpitokustannuksia sekä aiheuttaa tuotantoon ylimääräisiä keskeytyksiä. (Ikonen & Jahkonen 2014.) Hakkeen laatuominaisuuksiin vaikuttavat valmistusmenetelmän myötä muodostuva jakeen rakenne. Metsähakkeen lisäksi haketta valmistetaan myös saha- ja selluteollisuuden sivutuotteita hyödyntäen. Kuvassa 5 on eritelty yleisimmät sivutuotteet kuori ja puru, sekä luokiteltu haketuksesta, sahauksesta, kuorinnasta ja seulonnasta jalostetut sivujakeet.



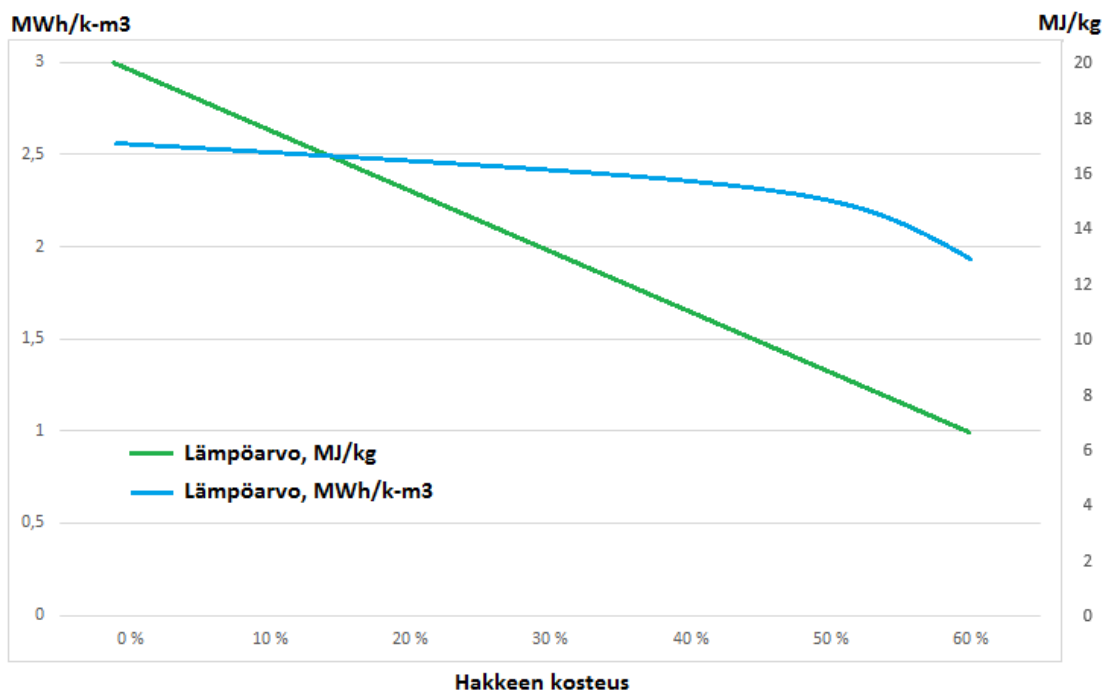
Kuva 5. Sellu- ja sahateollisuuden energiaksi hyödynnettäviä sivutuotteita (Korpinen 2015).

## 4.2 Laatuongelmat ja niiden vaikutukset

Tarpeettoman suuri hakkeen palakoko, esimerkiksi pitkät tikut, voivat aiheuttaa kuljettimien ja syöttölaitteiden tukkiutumista (Alakangas ym. 2016, 73). Lisäksi suurijakeinen hake voi palaa liian kuumana vaikeuttaen polton hallintaa lämpötilan noustessa yli polttokattilan sallitun raja-arvon. Liian pieni palakoko ja ylimääräinen hienoaines vuorostaan voivat hidastaa hakkeen kuivumista energialaitoksen varastopaikalla, sillä ilma ei pääse kiertämään vapaasti tukkiutuneissa ilma-aukoissa. Sen lisäksi runsas hienopöly voi aiheuttaa käyttöpaikalla pölyräjähdysvaaran. (Ikonen & Jahkonen 2014.)

Ylimääräiset epäpuhtaudet hakkeen seassa, kuten kivet, maa-aines ja metallit, eivät ole toivottavia käyttöpaikoilla. Epäpuhtaudet voivat kuluttaa hakkurin teriä sekä syöttö- ja kuljetuslaitteita. Lisäksi ne ovat ylimääräistä massaa kuljettimissa. Polttovaiheessa kivet, maa-aines ja metallit voivat sotkea leijupetiä ja lisätä petiehiekan vaihtotarvetta leijukerroskattiloissa. Ne aiheuttavat myös tuhkan määrän lisääntymistä. (Ikonen & Jahkonen 2014.)

Metsähakkeen kosteudella on tärkeä asema energialaitoksien sähkön- ja lämmöntuotannossa. Tavoitteellinen kosteus metsähakkeelle on alle 25–30 % (vrt. kaatotuoreen puun kosteus 45–60 %) (Hilli ym. 2016). Korkea hakkeen kosteuspitoisuus lisää polttoaineen kulutusta. Kosteudella on suora vaikutus hakkeen lämpöarvoon, sillä tehollinen lämpöarvo laskee kosteus-%:n noustessa (kuva 6). Palamisessa veden höyrystyminen kuluttaa energiaa, jolloin hakkeen lämpöarvo jää alhaisemmaksi. Vaihtoehtoisesti liian kuiva metsähake voi palaa liian kuumasti ja pahimmillaan kattila vaurioituu. Sekä liian kostea että liian kuiva metsähake vaikeuttavat poltonhallintaa ja sotkevat polttokattilan toimintaa. (Ikonen & Jahkonen 2014.)



Kuva 6. Kosteuden vaikutus hakkuutähdehakkeen teholliseen lämpöarvoon (MWh/m<sup>3</sup> tai MJ/kg) (Alakangas ym. 2016, 71).

Hakkeen vaihteleva laatu aiheuttaa polttoprosessissa äkillisiä lämpötilan muutoksia hakkeen epätasaisen palamisen johdosta (Ikonen & Jahkonen 2014). Metsähakkeen seassa ei toivota myöskään vihreitä neulasia, koska niiden korkea klooripitoisuus aiheuttaa polttokattilan korroosiota. Kloorin (Cl) ohella vihreiden neulasien sisältämä natrium (Na) ja kalium (K) likaavat polttokattiloita sekä vaikuttavat tuhkan sulamisominaisuuksiin. (Alakangas 2014, 25.)

### 4.3 Hakenäytteenotto

Energialaitoksilla suoritettavalla näytteenotolla pyritään määrittelemään toimitetun hake-erän ominaisuuksia. Ennen varsinaista näytteenottoa laaditaan näytteenottosuunnitelma. Suunnitelman tavoitteena on saada mahdollisimman edustava näyte toimitetusta hake-erästä. Näytteenottosuunnitelma on energialaitoskohtainen, ja se sovitaan asiakkaan ja toimittajan kanssa yhdessä. Lisäksi se voi olla osana polttoainekaupan toimitussopimusta. Näytteenottovaiheeseen tulee kiinnittää huomiota, sillä se aiheuttaa eniten epätarkkuuksia lopullisen näytteen



analysoimisessa. Näytteenottomenetelmiä ovat koneellinen ja manuaalinen näytteenotto. Koneellisella näytteenotolla päästään tarkempiin tuloksiin, koska näyte otetaan jatkuvasta puupolttovirrasta hakekuljettimen hihnalta. Manuaalinen näyte otetaan systemaattisesti hakekasasta kuorman purkamisen yhteydessä la-piomallisella näytteenottimella. (Alakangas 2014, 28–33.)

Hakenäytteistä tehdään perusanalyysi, palakokoanalyysi sekä kosteuden ja irtotiheyden määrittäminen. Perusanalyysi sisältää hakkeen tuhka-, hiili-, rikki-, vety-, ja typpipitoisuuksien sekä lämpöarvon (Q) määrittäksen (taulukko 3). Hakkeen kosteus (M) määritetään suhteuttamalla saapumistilainen märkätaino sen kuivapainoon (Alakangas 2014, 50):

$$m_{ar} = (m_2 - m_3) / m_2 * 100$$

*m<sub>ar</sub>, kosteus saapumistilassa, p-%*  
*m<sub>2</sub>, näytteen paino ennen kuivausta, g*  
*m<sub>3</sub>, näytteen paino kuivauksen jälkeen, g*

Hakkeen palakoko (P) määritetään seulomalla. Tavallisimmat standardien mukaiset seulakoot ovat 3,15–100 mm:n välillä, joiden läpi hakejakeet saadaan eroteltua kahdeksaan palakokoluokkaan. Hakepalan tavoitekoko on tavallisesti 30–40 mm. Hakkeen irtotiheys (BD, kg/m<sup>3</sup>) saapumistilassa saadaan jakamalla kuorman punnittu paino kuorman tilavuudella (Alakangas ym. 2016, 33). Hakkeen saapumistilainen irtotiheys vaihtelee hakkeen raaka-aineen ja vuodenajan mukaan, esimerkiksi sivutuotehakkeen saapumistilainen irtotiheys vaihtelee keskimäärin 230–350 kg/i-m<sup>3</sup> välillä (Venäläinen 2018, 8).

Taulukko 3. Näytemäärät tyypillisiin analyyseihin (Alakangas 2014, 37).

Analyytit	Näytemäärä
<b>Perusanalyysit</b> lämpöarvo; Q, tuhka; A, rikki S, hiili; C, vety; H ja typpi; N	Noin 2 litraa (näytteestä voidaan tehdä myös kosteusanalyysi)
<b>Kosteus; M</b>	Vähintään 300 g kosteaa näytettä eli noin 2 litraa
<b>Irtotiheys; BD</b>	Noin 70 litraa, kun palakoko määritetään 50 litran astialla
<b>Palakokoanalyysi; P</b>	Vähintään 8 litraa

## 5 Hakkeen polttotekniikat

Puun polttotekniikoita on kehitetty kokoluokaltaan ja tyybiltään erilaisten polttolaitosten tarpeita vastaaviksi. Polttotekniikat voidaan jakaa karkeasti kolmeen ryhmään: arinapoltto, leijukerrospoltto ja kaasutuspoltto. Polttolaitoksen koko ja tyyppi vaikuttavat siihen, kuinka kosteaa tai rakenteeltaan vaihtelevaa haketta siinä voidaan polttaa (Flyktman ym. 2002, 44). Hakkeen polttojärjestelmä koostuu kattilasta, polttoaineensyöttölaitteistosta, polttoainevarastoista sekä tarvittavista automaatiikoista (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2018, 7).

Pienissä energialaitoksissa käytettävistä polttotekniikoista arinapoltto on kaikkein yleisin. Se soveltuu parhaiten laitoksille, joiden polttoaineteho on alle 10 MW. Arinatyyppit jakautuvat kiinteisiin ja mekaanisiin arinoihin. Haastavaa arinapoltoissa on polttoaineen tasainen jakautuminen arinalle (Keitel 2013). Määriä säädetään joko painovoiman tai säätöruuvien avulla. Vahvuuksia arinapolttotekniikassa ovat helppokäyttöisyys sekä muita polttotekniikoita suurempi sallittu palakoko. Tyypillisesti energialaitoksissa käytetään mekaanista arinaa, koska siinä polttoaineen kulkua voidaan säädellä ja pystytään polttamaan myös huonolaatuisempia puupolttoaineita. Kiinteät arinat on tarkoitettu lähinnä pienempien energialaitosten käyttöön. (Flyktman ym. 2002, 39–40.)

Leijukerrospoltto on nykyisissä energialaitoksissa yksi tärkeimmistä kiinteiden polttoaineiden polttotekniikoista. Sitä käytetään tavallisesti yli 5 MW:n laitoksissa. Leijukerroskattiloissa tulipesän läpi puhalletaan esilämmitettyä leijukaasua suurella nopeudella, mikä saa aikaan palamattoman petimateriaalin ja syötetyn polttoaineen leijuvaan tilaan. Petimateriaalina käytetään normaalisti hiekkaa. Leijupoltossa palamisessa tarvittavan ilman ja polttoaineen sekoittuminen on tehokasta, jolloin se vähentää häkä-, hiilivety- ja typenoksidipäästöjä. Lisäksi leijukerrospoltoissa lämmönsiirto tulipesästä on erityisen tehokasta. Leijukerrostekniikka sallii polttoaineen laadun vaihtelut arinakattilaa paremmin, sillä siinä on mahdollista käyttää esimerkiksi kosteampia matalamman lämpöarvon polttoaineita. Lei-

jupoltto voidaan toteuttaa kerrosleiju- tai kierto-leijutekniikalla, joista kerros-poltossa peti kestää tulipesässä selkeästi kerroksina, kun taas kiertopedissä sel-vää kerrostumaa ei voida havaita. (Kuuppo 2016, 18.)

Puupolttoaineiden kaasutuspolttota käytetään tyypillisesti sähkön ja lämmön yh-teistuotantolaitoksissa. Kaasutuspolttossa polttoaineen kosteus ei saisi nousta yli 50 %:n, koska kaasun lämpöarvo jää tällöin alhaiseksi. Perinteinen kaasutuspolttotekniikka sallii polttoaineeksi ainoastaan palamaisia raaka-aineita, kuten ha-ketta ja palaturvetta. (Flyktman ym. 2002, 44–47.) Polttotekniikkana kaasutus on ympäristöystävällinen, koska se ei aiheuta ollenkaan ympäristölle haitallisia päästöjä. Kaasutusprosessin kontrolloimisen ja prosessin puhtauden takia se ei ole kovinkaan yleistynyt polttotekniikka energialaitoksissa. Lisäksi kaasutuspolttoon soveltuvan hakkeen laadussa etenkin kosteuspitoisuus asettaa tiukkoja vaa-timuksia puupolttoaineelle. (Gasek 2018.)

## 6 Opinnäytetyön tavoite

Stora Enso Metsän taholta esitettiin toivomus vastaavalle tutkimukselle, koska yhtiölle ei ole tehty metsäenergiaprosessissa yhtä laajaa valtakunnallista tutki-musta. Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää energialaitosten tyytyväisyysti-lanne toimitetun puupolttoaineen laatuun ja toimituksiin. Tutkimuksen ohessa kartoitettiin puupolttoaineiden käytön tulevaisuuden näkymiä ja mahdollisia uusia käyttötarkoituksia. Tarkoituksena oli ottaa huomioon energialaitosten tarpeet niin nykyhetkellä kuin tulevaisuudessa.

Tutkimuksen tavoitteena oli kerätä aineistoa toimeksiantajayrityksen käyttöön, sekä luoda valmis pohja toimeksiantajayritykselle jatkossa tehtäviä vastaavanlai-sia tutkimuksia varten. Tutkimuksen alueellinen ulottuvuus kattoi valtakunnalli-sesti useita Stora Enso Metsän ulkoisia energialaitoksia ympäri Suomen. Lisäksi tavoitteena oli kehittää toimeksiantajayrityksen ja energialaitosten yhteistyön toi-mivuutta tulevaisuutta ajatellen.

Tutkimuksen avulla selvitettiin myös loppuasiakkaiden laatuvaatimuksia metsä-energialle raaka-aineena. Laatuvaatimuksia määritettäessä hyödynnettiin VTT:n tekemään puupolttoaineiden laatuohjetta. Puupolttoaineiden laatuohje (VTT-M-07608-13) on luotu ohjeeksi puupolttoaineiden tuottajille, toimittajille ja käyttäjille siihen, miten puupolttoaineiden laatu luokitellaan ja määritetään (Alakangas & Impola 2014, 5). Tutkimuksen yhtenä tavoitteista oli selvittää, mitä laatukriteereitä Stora Enso Metsän asiakkaat haluavat painottaa puupolttoaineissaan.

## **7 Opinnäytetyön aineisto ja menetelmät**

### **7.1 Tutkimusmenetelmät**

Tutkimuksessa käytettiin sekä kvantitatiivista että kvalitatiivista tutkimusmenetelmää, jolloin myös tulosten analysointimenetelmiä oli useita. Kvantitatiivinen eli määrällinen tutkimus vastaa esimerkiksi kysymyksiin mikä, missä ja kuinka paljon. Havaintojen tekeminen aineiston pohjalta perustuu aineiston analysoimiseen tilastojen ja numeroiden avulla. (Jyväskylän yliopisto 2014.) Tulosten keskiarvoilla voitiin havainnollistaa haastattelututkimuksen kaikkien arvosanojen asettumista keskimääräisesti laitos- ja kysymyskohtaisesti. Keskiarvojen lisäksi aineistosta haluttiin nostaa esiin keskimääräisistä arvosanoista poikkeavat arvosanat ja tarkastella niihin johtaneita perusteluja.

Kvalitatiivisella eli laadullisella tutkimuksella pyritään ymmärtämään aineiston laatua, ominaisuuksia ja merkityksiä kokonaisvaltaisesti (Jyväskylän yliopisto 2014). Kvalitatiivista tutkimusta käytettiin yhdessä kvantitatiivisen tutkimustavan kanssa osiossa, jossa määrällisiin vastauksiin kerättiin laadullinen perustelu. Laadullinen tarkastelu suoritettiin teemoittelemalla ja etsimällä yhtenäisiä seikkoja aineistosta tulkintaa, pohdintaa ja johtopäätöksiä harjoittamalla (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006). Tutkimuksessa käytettiin pääosin puolistrukturoitua teemahaastattelua, joka sisälsi myös strukturoidun lomakehaastattelun piirteitä. Kysely on haastattelun tapaan menetelmänä toimiva, koska tutkittava voi

esittää tarkentavia kysymyksiä ja pystyy kertomaan enemmän tutkimuksen tarkoituksesta haastattelun edetessä (Valli 2018, 100).

Haastatteluiden yhtenä tutkimusmenetelmänä käytettiin NPS (Net Promoter Score) -menetelmää. NPS-analyysin tyyppinen asiakastyytyväisyyttä mittaava menetelmä sopii myös raaka-aineen toimittajan ja loppukäyttäjän, eli kahden yhtiön välisen tyytyväisyysindeksin mittaamiseen. NPS-menetelmän avulla mitataan asiakkaan halukkuutta suositella yritystä tai sen toimintaa. On olemassa myös muita NPS-menetelmän kaltaisia asiakastyytyväisyysmittareita, mutta menetelmänä NPS on suosittu toteutuksen yksinkertaisuuden ja asteikon yksiselitteisyyden johdosta. Lisäksi kyselyyn vastaaminen ei vaadi asiakkaalta suurta vaikeaa, koska menetelmässä tiedustellaan vain suositelua. NPS-tutkimuksen avulla yritys saa parhaiten tietoa arvostelijoista sekä saatuun arvosanaan vaikuttavista tekijöistä. Tämän tiedon pohjalta voidaan suorittaa helposti korjausliikkeitä toiminnan jatkokehittämiseen. (Nironen 2015, 31–33.) Stora Enso Metsä käyttää laajasti NPS-menetelmää esimerkiksi puukauppojen yhteydessä.

## **7.2 Aineiston keruu ja haastattelut**

Aineiston keruu, analysoiminen ja lopullisen raportin laatiminen toteutettiin syyskuun ja marraskuun 2018 välisenä aikana. Opinnäytetyöstä aiheutuneet kulut koostuivat aineiston keruun yhteydessä energialaitosvierailuiden matkakustannuksista. Opinnäytetyön toteutus laadittiin parityönä, jolloin aineiston keruu ja analysointi jaettiin kahteen yhtiö suureen kokonaisuuteen alueellisella rajauksella.

Aineisto kerättiin haastattelemalla energialaitosten edustajia joko paikan päällä kasvotusten tai vaihtoehtoisesti puhelimen välityksellä. Kyselytutkimukseen osallistui yhteensä 14 Stora Enso Metsän ulkoisista energialaitosasiakasta. Haastatteluaika oli keskimäärin 20–30 minuuttia. Kaikki haastattelut nauhoitettiin ja litteoitiin loppuanalyysia varten. Nauhoittamiseen kysyttiin haastateltavien suostumus. Haastatteluiden alkuun kysyttiin haastateltavan nimi, tehtävänimike, yhtiö ja toimipisteen sijainti. Kyseisiä tietoja hyödynnettiin ainoastaan omaan käyttöön eli

niitä ei käsitelty tuloksissa. Lähtökohtaisesti laitoksilla pyrittiin vierailemaan mahdollisimman laajalti, mutta lopulta haastatteluista toteutui kasvatusten vain kuusi kappaletta joko energialaitoksella tai laitoksen edustajan toimipisteellä. Puhelimitse haastateltiin kuusi edustajaa ja Skype-yhteydellä yksi. Lisäksi yhden asiakkaan vastaukset saatiin sähköpostitse.

Energialaitoksille lähetettiin saatekirje ennen varsinaisia haastatteluja, jossa avattiin hieman tutkimuksen taustoja, sekä liitettiin kyselylomake etukäteen tutustuttavaksi. Haastattelurungon sisältö laadittiin osittain yhteistyössä toimeksiantajayrityksen kanssa, jolla varmistettiin, että saataisiin mahdollisimman paljon yritykselle toivottuja ja hyödyllisiä tuloksia Stora Enson toiminnan jatkokehittämiseen. Ensimmäiset haastattelut suoritettiin parityönä, jolloin saatiin yhdenmukainen linja loppuihin haastatteluihin. Loput energialaitokset jaettiin tasaisesti molempien tutkimuksen tekijöiden kesken haastatteluiden nopeuttamiseksi.

### **7.3 Aineiston analysointi**

Kyselylomakkeen haastattelurunko jakautui kolmeen eri osa-alueeseen, joita olivat taustakysymykset, järjestysasteikkoiset tyytyväisyyttä mittaavat kysymykset ja avoimet kysymykset. Jokaista kyselylomakkeen osa-aluetta analysoitiin omana kokonaisuutenaan. Energialaitokset 1–14 esiteltiin tutkimuksen tuloksissa nimettömänä kirjaimin A–N satunnaisessa järjestyksessä.

Kyselylomakkeen taustakysymysten (1–7) tulokset purettiin Excel taulukkoon, jonka pohjalta energialaitokset jaoteltiin haluttuihin kategorioihin. Taulukoinnin jälkeen laitokset luokiteltiin tuotantomuotojen, polttotekniikoiden, kokoluokkien, alueellisten sijaintien sekä toimitusmatkojen mukaan. Tuotantomuotojen perusteella laitokset luokiteltiin kolmeen luokkaan, joita olivat lämpö, sähkö ja yhteistuotanto. Polttotekniikoissa luokittelukategorioiksi asetettiin arina-, leijukerros- tai vaihtoehtoisesti jokin muu polttotekniikka. Tuotantomuodoissa luokitteluväliksi asetettiin 50 megawattia. Pienimmäksi kokoluokaksi laitosten tehoa tarkastellessa asetettiin 50 MW tai alle ja suurimmaksi 150 MW tai yli. Alueellisen sijainnin

luokittelun pohjana käytettiin Stora Enso Metsän hankinta-alueiden maantieteellistä rajausta. Toimitusmatkojen luokitteluväliksi valittiin 25 km, pienimmän luokan ollessa 50 km tai alle ja suurimman 100 km tai yli. Taustatiedoista saatiin selittäviä muuttujia vastausten analysoinnin ja vertailun tueksi.

Tyytyväisyysmittarina kyselylomakkeen toisessa osiossa käytettiin NPS-menetelmää, josta saadut arvosanat taulukoitiin energialaitoksittain Exceliin. NPS-menetelmässä asiakkaiden antamat arvosanat luokitellaan seuraavasti: 0–6 = arvostelijat, 7–8 = passiiviset ja 9–10 = suosittelijat. Saatujen arvosanojen tueksi pyydettiin avoin perustelu, joista tiivistettiin taulukkoon lyhyet kommentit. NPS-menetelmän esimerkki ja suositteluindeksin muodostaminen ohessa:

Millä arvosanalla suosittelisit Stora Enso Metsää puupolttoaineen toimittajana asteikolla 0–10?

- Jos vastaa 0–6, niin kysytään, mikä meni pieleen?
- Jos vastaa 7–8, niin kysytään, miten voisimme parantaa esimerkiksi palvelua/laatua?
- Jos vastaa 9–10, niin kysytään, mikä on parasta esimerkiksi palvelussa/yhteistyössä/toimituksissa?

Laskukaava NPS (suositteluindeksi):  $NPS\text{-luku} = (9\text{--}10\text{ vastausten } \%) - (0\text{--}6\text{ vastausten } \%)$ . (Simonen 2018.)

Seuraavaksi muodostettiin NPS-luku vähentämällä arvostelijoiden määrä suosittelijoiden määrästä. Jos esimerkiksi vastaajista 45 % on suosittelijoita, 40 % passiivisia ja 15 % arvostelijoita, tällöin NPS-luku on  $45\% - 15\% = 30$ . NPS-luvuissa ei huomioida passiivisia arvosanoja 7–8, jolloin ainoastaan ääripäät vaikuttavat lukuun. Tällöin kiitettävät 9–10 ja passiivisia arvosanoja heikommat 0–6 muodostavat NPS-luvun mitaten tehokkaammin suositteluindeksiä. NPS-luku sijoittuu välille -100–100, eli se voi jäädä myös negatiiviseksi. Yleisesti NPS-luku 50 tai korkeampi mielletään erinomaisena tuloksena. (Toivonen 2016.) NPS-lukujen lisäksi arvosanoista laskettiin keskiarvot, joiden tarkastelu tapahtui sekä kysymys- että laitoskohtaisesti. Laskettujen keskiarvojen ja NPS-lukujen mukaan laadittiin pylväsdiagrammit havainnollistamaan tuloksia.

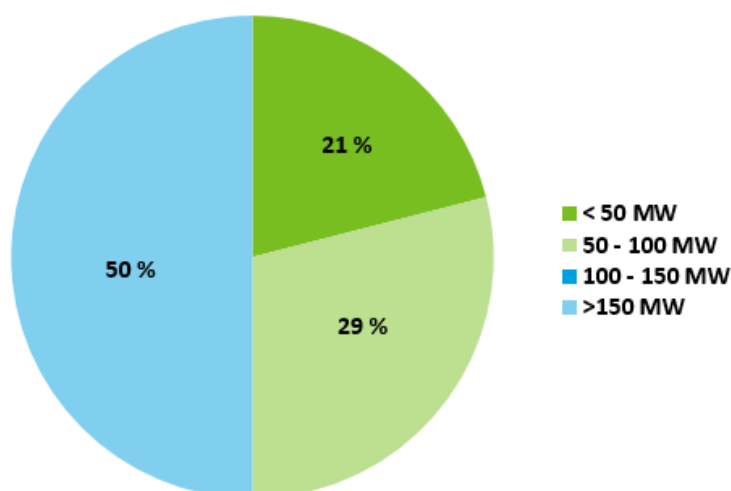
Viimeinen osuus kyselylomakkeesta muodostui viidestä avoimesta kysymyksestä, jotka koostuivat sisällöltään erilaisista teemoista. Litteroiduista vastauk-

sista poimittiin kysymykohtaisesti pääkohdat ja muodostettiin niiden pohjalta yhteenvedot. Avoimien haastattelukysymysten aihealueet jaettiin teemoihin ja analysoitiin laadullisena tarkasteluna.

## 8 Tulokset

### 8.1 Energialaitosten taustatiedot

Kyselyn taustatietojen vastaukset jakoivat energialaitoksia useisiin luokkiin. Taustatietojen ensimmäisellä kysymyksellä saatiin näkemys yhteistyösuhteiden keskimääräisestä kestoista. Energialaitokset olivat olleet Stora Enso Metsän asiakkaana keskimäärin alle 10 vuotta vastausten keskiarvon ollessa 7,5 vuotta. Kaikki asiakkaat eivät osanneet määrittellä tarkkaan kuluneen yhteistyön kestoa. Energialaitosten tuotantomuodot jakautuivat seuraavasti: laitoksista 78 % tuotti lämmön ja sähkön yhteistuotantoa (CHP) ja 22 % ainoastaan lämpöä. Kokoluokkiin energialaitokset voitiin jakaa karkeasti tehon (MW) mukaan (kuvio 1). Tutkimuksen laitoksista puolet olivat sähkö- ja lämpöteho yhteenlaskettuna yli 150 MW. Suurissa energialaitoksissa kokonaisteho muodostui usean lämpökattilan summasta.



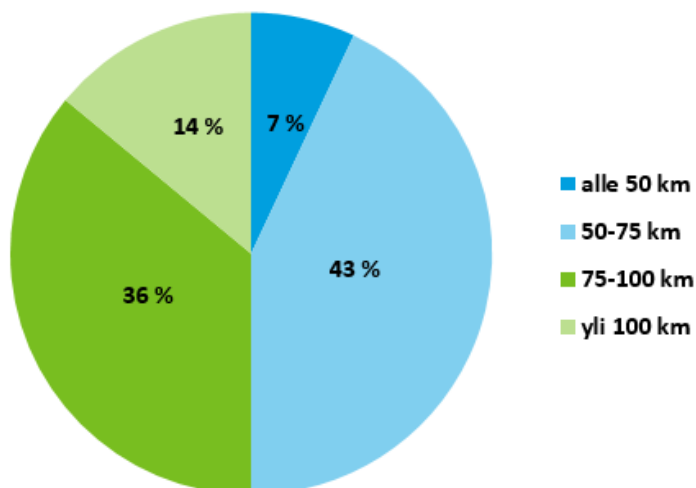
Kuvio 1. Energialaitosten jakautuminen kokoluokkiin tehon (MW) mukaan.



Polttotekniikoista selkeästi yleisimpiä olivat leijukerroskattilat 86 %:n osuudella. Leijukerrospolttotekniikkaa käytettiin yleisesti, koska se mahdollistaa suuremmat biopolttoaineiden laadun vaihtelut, sekä sopii teollisuuden sivutuotteiden ja turpeen polttamiseen. Arinapolttotekniikan osuus tutkimuksessa oli 14 %. Arinakattilaa käyttävissä laitoksissa poltettiin puhtaasti puuperäisiä polttoaineita. Yksittäisissä energialaitoksissa saatettiin käyttää myös molempia, sekä arina- että leijukerrospolttotekniikoita. Näiden laitosten osuus tutkimuksessa oli 8 %. Kaasutuspolttotekniikkaa ei käytetty yhdessäkään tutkimukseen osallistuneessa energialaitoksessa.

Maantieteelliseltä sijainniltaan kaikki tutkimuksen laitokset jakautuivat Etelä-Suomen ja Itä-Suomen hankinta-alueisiin. Pohjois-Suomen hankinta-alueelta tutkimukseen ei osallistunut energialaitoksia. Stora Enso Metsän Etelä-Suomen hankinta-alueella toimivien energialaitosten osuus oli 64 % ja Itä-Suomen hankinta-alueella 36 %. Laitoksien jakautuminen suurimmalta osin Etelä-Suomen hankinta-alueelle selittyy osittain pääkaupunkiseudun ja Etelä-Suomen suurten kaupunkien kaukolämpöverkoston myötä.

Puupolttotekniikoiden yleisin hankintasäde asettui luokkaan 50–75 km 43 % osuudella (kuviot 1 ja 2). Tavoitteellinen alle 100 km:n hankintasäde toteutui myös melko hyvin, sillä 75–100 km:n hankintasäteen osuus oli 36 %. Vain 14 % keskimääräisistä toimitusmatkoista ylitti ei toivotun 100 km:n rajan. Hankintasäteen jäädessä alle 50 km:n (7 %) energialaitokset sijaitsivat tyypillisesti metsäteollisuuslaitosten läheisyydessä, josta laitos hankkii pääosan puupolttotekniikastaan.



Kuvio 2. Puupolttoaineen keskimääräisten toimitusmatkojen jakautuminen.

Suurimmassa osassa tutkimukseen osallistuneista energialaitoksista käytettiin biopolttoaineen ohessa muitakin polttoaineita, esimerkiksi turvetta. Energialaitoksista 21 % käytti tuotannossaan puhtaasti biopolttoaineita, jotka koostuivat metsähakkeesta, teollisuuden sivutuotteista ja kierrätyspuusta. Loput 79 % laitoksista turvautui biopolttoaineen lisäksi turpeen, maakaasun, öljyn tai yhtiön itsensä kehittämän polttoaineen käyttöön.

## 8.2 NPS-analyysi

Kyselylomakkeen NPS-osiolla mitattiin energialaitosten suositteluindeksiä erinäisissä teemoissa. NPS-osio koostui yhteensä seitsemästä kysymyksestä, jotka käsittelivät puupolttoainetoimituksia, puupolttoaineiden laatua, viestintää ja reagoitakykyä sekä yhteistyön toimivuutta. Esitettyihin kysymyksiin vastattiin arvosanoilla 1–10 sekä lyhyillä perusteluilla. Saatujen arvosanojen pohjalta laskettiin keskiarvot ja NPS-luvut kysymys- sekä energialaitoskohtaisesti.

Haastateltaville esitetyt NPS-osion kysymykset:

8. Kuinka hyvin Stora Enso Metsä on pystynyt vastaamaan sille annettuihin toimitusvaatimuksiin? (toimitusvarmuus, toimitusmäärät jne.)
9. Puupolttoaineen palakokojakauman vaihtelu ja mahdolliset epäpuhtaudet ovat hyväksyttävällä tasolla.
10. Puupolttoaineen saapumistilainen kosteus ja kosteuden vaihtelu ovat hyväksyttävällä tasolla.
11. Kuinka viestintä ja tiedottaminen sujuu Stora Enso Metsän ja energialaitoksen välillä? (viestintäkanavien käyttö, reagointikyky jne.)
12. Energialaitoksen on helppo olla yhteydessä Stora Enso Metsän toimituksista vastaavaan henkilöön? (yhteydenotto ja tavoitettavuus)
13. Kuinka yhteistyö ja suunnittelu Stora Enso Metsän kanssa on toiminut? (vrt. muut polttoaineen toimittajat)
14. Millä arvosanalla suosittelet Stora Enso Metsää puupolttoaineen toimittajana?

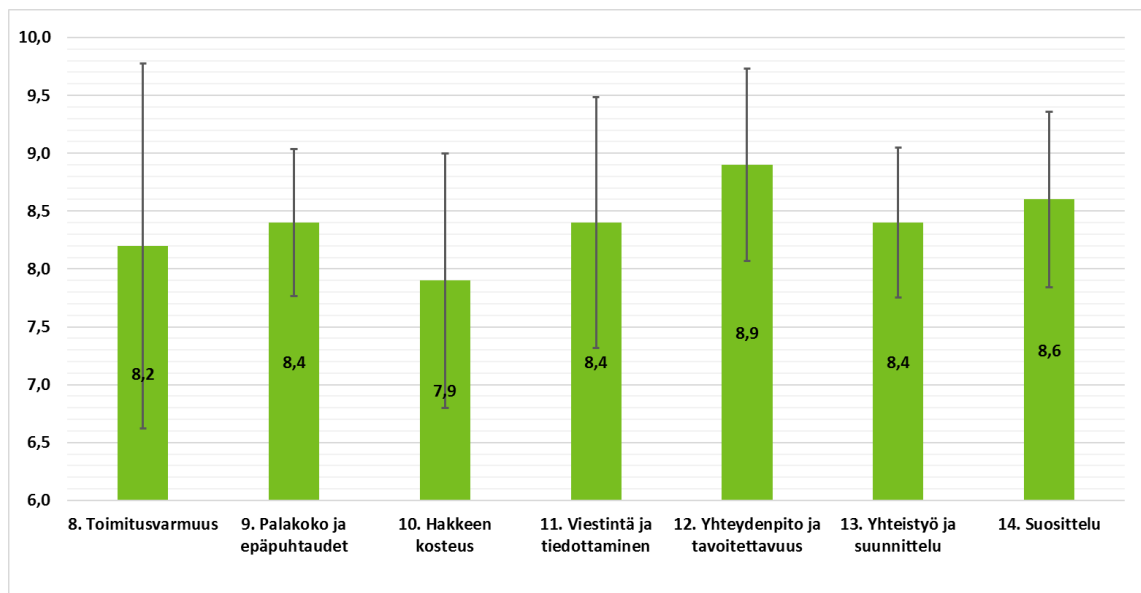
Vastausten arvosanat taulukoitiin (taulukko 4) ja niiden keskiarvoista sekä arvosanojen NPS-luvuista laadittiin kuvaajat (kuviot 3 & 4). Taulukossa 5 on esitetty arvosanajakauma.

Taulukko 4. Energialaitosten (A–N) arvosanat kysymyksittäin.

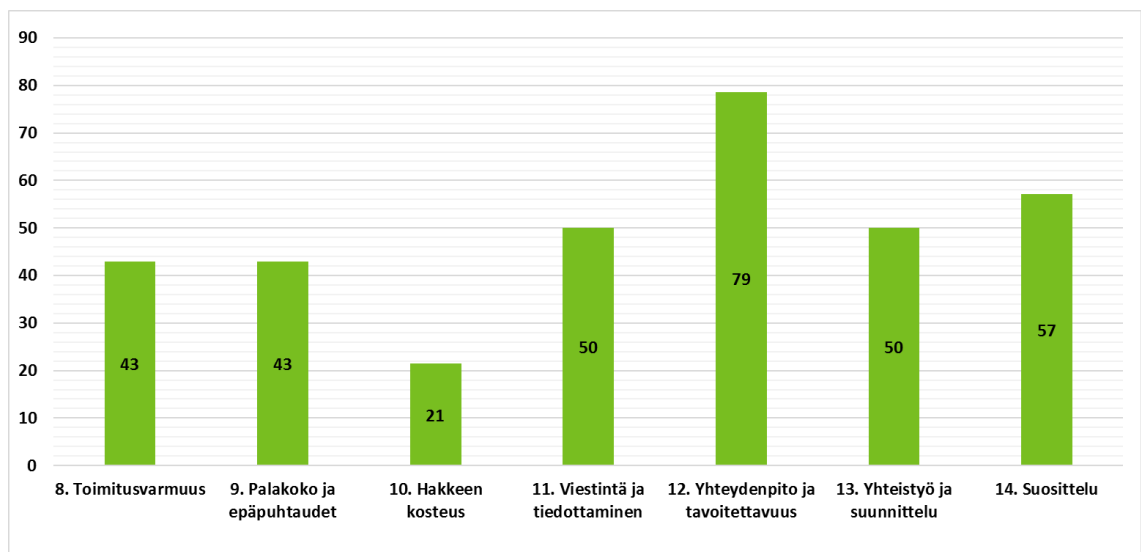
Laitokset	Kysymykset							KA
	8	9	10	11	12	13	14	
A	9	8	9	8	10	9	8	8,7
B	7	7	8	6	9	8	9	7,7
C	5	8	8	7	9	9	8	7,7
D	8	8	8	9	9	7	8	8,1
E	9	9	7	9	9	8	10	8,7
F	10	8	7	9	9	9	9	8,7
G	5	8	8	8	8	8	8	7,6
H	10	8	9	10	10	9	9	9,3
I	9	9	9	9	9	9	9	9,0
J	8	9	9	9	10	9	9	9,0
K	9	8	8	9	9	8	9	8,6
L	8	9	5	7	8	8	7	7,4
M	9	9	7	9	9	9	9	8,7
N	9	9	8	8	7	8	8	8,1
KA	8,2	8,4	7,9	8,4	8,9	8,4	8,6	

Taulukko 5. Arvosanojen jakauma.

Arvosana	Lukumäärä (n)
10	7
9	45
8	32
7	10
6	1
5	3
yhteensä	98



Kuvio 3. Kysymysten 8–14 arvosanojen keskiarvot ja keskihajonnat.



Kuvio 4. Kysymysten 8–14 arvosanojen NPS-luvut.

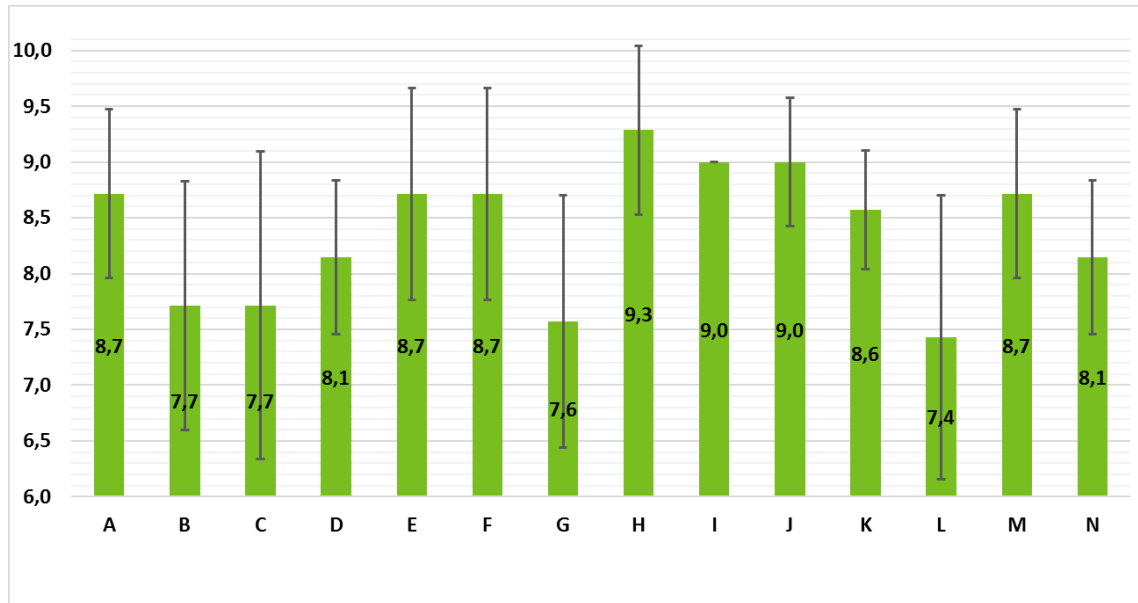
Kuvaajista voidaan havaita, että kysymyksen 10 arvosanat jäivät keskitasoa heikomiksi (NPS-luku 21), kun taas kysymyksen 12 arvosanat olivat keskitasoa korkeammalla (NPS-luku 79). Muiden kysymysten NPS-luvut asettuivat 45–55 tuntumaan.

Energialaitokset olivat suurimmalta osin tyytyväisiä Stora Enso Metsän toimitusvarmuuteen ja sovittujen kausitavoitteiden täyttymiseen (kysymys 8). Erityisesti esille nostettiin toimituksien täsmällisyys, jotta energialaitosten ei tarvitsisi turvautua välivarastojen käyttöön. Toimitusvarmuuden lisäksi esille nostettiin Stora Enso Metsän kyky joustaa toimitusmäärissä. Lisätilauksiin oli pystytty kuluneen toimituskauden aikana vastaamaan resurssien puitteissa hyvin. Toimitusvarmuutta käsittelevän kysymyksen arvosanojen hajonta oli muihin kysymyksiin verraten suuri (kuvio 3). Toimitusvarmuuteen oltiin joko erittäin tyytyväisiä, tai sitten siihen oli todettu selkeästi parantamisen varaa. Arvosanoja 6 tai sen alle perusteltiin siten, että toimituksia oli jäänyt toisinaan saapumatta tai hakeyrittäjän ja laitoksen välinen tiedottaminen ei toiminut.

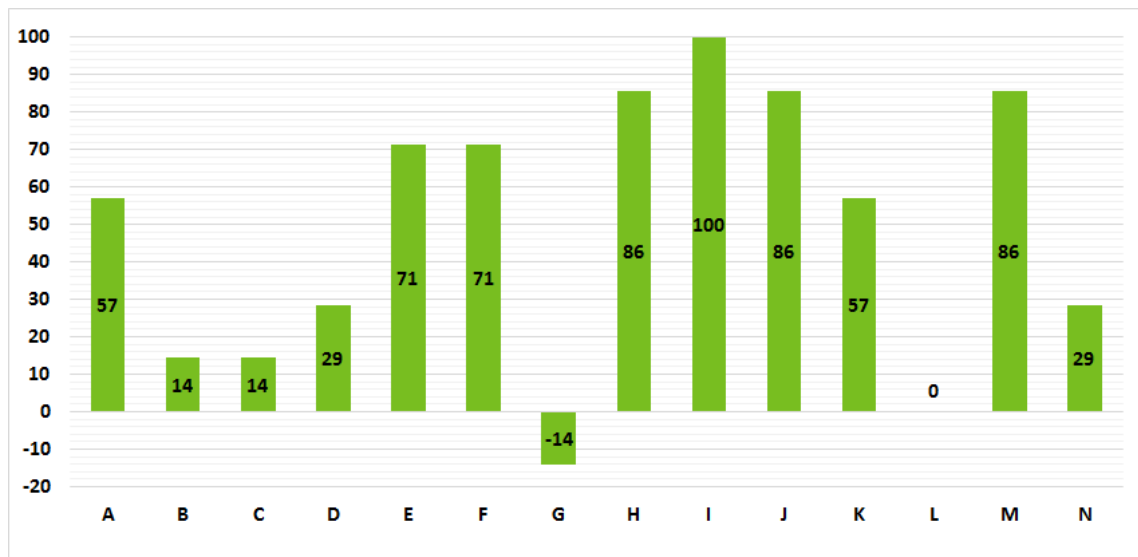
Puupolttoaineiden laatuun liittyvissä kysymyksissä hakkeen palakokojakauman vaihtelut olivat poikkeuksetta hyväksyttävällä tasolla, eli energialaitoskohtaisesti sallituissa raja-arvoissa (kysymys 9). Epäpuhtauksiin puututtiin ainoastaan yksittäistapauksissa, joissa kuormaan oli joutunut esimerkiksi kiviä. Hakkeen kosteus ja kosteuden vaihtelut (kysymys 10) todettiin suurimmaksi laatuongelmaksi. Ongelmia ilmeni jossain määrin etenkin kuoren kosteuden osalta. Pääosin kuoren liian korkea kosteuspitoisuus koettiin laitoksilla ongelmaksi lukuun ottamatta muutamia laitoksia, joissa poikkeuksellisesti toivottiin kesällä kosteampaa kuorta esimerkiksi kuivan kierrätyspuun tasapainoksi. Lisäksi talvella toimitetun hakkeen korkea kosteuspitoisuus selittyi liiallisella lunta, jäätä tai erittäin märkää metsätähdettä sisältävillä kuormilla. Yhtenä syynä tähän ilmeni muun muassa haketerminaalin huolimaton puhdistaminen lumesta. Kulunut syksy ja talvi olivat sääolosuhteiltaan poikkeuksellisen haastavia metsäenergian korjuuseen, mikä selittää toimitusten kosteutta käsittelevän kysymyksen keskimääräistä alhaisemman NPS-luvun (kuvio 4).

Viestintä ja yhteydenpito energialaitosten ja Stora Enso Metsän välillä toimii saatujen tulosten perusteella hyvin (kysymykset 11–12). Stora Enso Metsällä on jokaista laitosta kohden yksi toimituksista vastaava henkilö, jolloin energialaitosten on helppo olla yhteydessä puupolttoaineen toimittajaan. Kysymyksen 12 arvostajien NPS-luku nousi tutkimuksen korkeimmaksi, mistä voidaan päätellä yhteishenkilöiden välisen yhteydenpidon ja tavoitettavuuden olevan vaivatonta. Viestinnän ohessa reagoitukyky oli hyvällä tasolla, minkä mahdollistaa tavoitettavuuden sujuvuus. Stora Enso Metsä oli pystynyt tarvittaessa reagoimaan lyhyelläkin varoitusaikalla hetkellisiin toimitusmäärien muutoksiin. Stora Enson ja laitosten välisen yhteistyön ja toimituskausien suunnittelun todettiin toimivan moitteettomasti (kysymys 13), vaikka laitosten operatiivisten vastuuhenkilöiden yhteydenpito alihankintaketjuun aiheutti yksittäisissä tapauksissa haasteita. Erityisen hyvää palautetta Stora Enso Metsä sai joustavuudesta ja ripeästä suoraviivaisesta toiminnasta.

Viimeisen NPS-kysymyksen (kysymys 14) avulla mitattiin suosittelisiko energialaitos Stora Enso Metsää puupolttoaineen toimittajana. Saatujen tulosten pohjalta kysymyksen keskiarvoksi muodostui 8,6 ja NPS-luvuksi 57, mistä voidaan päätellä, että energialaitokset suosittelevat Stora Enso Metsää mahdollisesti myös omille yhteistyökumppaneilleen (kuviot 3 & 4). Tästä kategoriasta saatua tulosta pidettiin erityisen tärkeänä mittarina toimeksiantajalle myös Ruotsissa. Suosittelemista mitaaminen nostettiin tutkimukseen mukaan Stora Enson Ruotsin mallin pohjalta, minkä tueksi perehdyttiin Ruotsalaiseen Sales Academy -tutkimukseen asiakaskäyttämiseen liittyen. Sales Academy -materiaalit saatiin Ruotsin metsäenergiaprosessin edustajalta, joka laatii Ruotsissa vastaavanlaisia energialaitosten asiakastytyväisyyskyselyjä. (Wetterberg 2018.)



Kuvio 5. Energialaitosten A–N keskiarvot ja keskihajonnat.



Kuvio 6. Energialaitosten A - N NPS-luvut.

Suositteluindeksin jakautuminen energialaitoksittain (kuvio 6) kertoo, millaisen kuvan energialaitokset ovat saaneet kokonaisuutena Stora Enso Metsän metsäenergiaprosessista. Arvosanat eivät perustuneet yksittäisiin tapahtumiin vaan vuosia kestäneeseen yhteistyöhön. Tulosta voitiin pitää erinomaisena suositteluindeksin ollessa 50 tai yli. Tämä toteutui laitoksista 57 %:n kohdalla. Tutkimuksessa saatiin suuri määrä passiivisia (7–8) arvosanoja, jolloin yksittäisten suositteluvien (9–10) tai arvosteluvien (0–6) arvosanojen merkitys nousi NPS-lukua muodostaessa suureksi.

Kuvion 6 tulosten hajonta on kuviota 5 selkeämmin havaittavissa. Suosittelevien keskiarvojen ollessa näin ollen keskiarvoja tehokkaampi mittari. Laitoksella I kaikkien arvosanojen ollessa suosittelevia muodostui sille NPS-luvuksi maksimitulos 100. Laitoksissa B, C, G ja L NPS-luvut jäivät nollan tuntumaan, joista kahdessa NPS-luku oli nolla tai alle. Suosittelevien arvosanojen määrän ollessa arvostelevia alhaisempi saatiin laitoksen G arvoksi negatiivinen lukema. Siitä huolimatta annettujen arvosanojen keskiarvon perusteella laitoksen G tulos oli kohtalainen (7,6). Stora Enso Metsän metsäenergiaprosessin kokonaisvaltaiseksi NPS-luvuksi laskettiin 49, kun kaikki ulkoiset energialaitokset oli otettu huomioon.

### **8.3 Biopolttoaineiden tulevaisuuden näkymät**

Energialaitosten edustajille esitettiin kyselyn viimeisessä osiossa 5 avointa kysymystä. Ensimmäisenä kysyttiin energialaitoksen biopolttoaineiden käytön tulevaisuuden näkymistä (kysymys 15), jonka ohessa tiedusteltiin laitosten lähivuosien mahdollisia käyttömäärien ja polttoainesuhteiden muutoksia sekä laatuvaatimusten kehittymistä. Suurin osa energialaitosten edustajista ennusti polttoaineiden kokonaiskäyttömäärien pysyvän ennallaan, mistä voidaan päätellä, että suuria investointeja ei ole laajennusmielessä suunnitteilla. Laatuvaatimukseen vuorostaan oli laitoskohtaisesti tarkoituksena kiinnittää jatkossa yhä enemmän huomiota esimerkiksi kiristämällä laadunvalvontaa, jota voidaan kontrolloida hakenäytteiden keruun ja analysoinnin yhteydessä.

Yleisin ennustettu tai suunniteltu toimenpide liittyen polttoaineiden käyttösuhteisiin oli turpeen käytön vähentäminen. Kyselyn laitoksista 71 % käytti turvetta josain määrin polttoaineena, ja useimmat heistä ennustivat laitoksen turpeen käytösuuden laskevan lähitulevaisuudessa. Syyksi siihen nousivat päästöoikeuksien ja verotuksen kiristyminen. Näin ollen energialaitoksissa pyrittäisiin korvaamaan turpeen osuutta puuperäisillä polttoaineilla, kuten teollisuuden sivutuotteilla.



Energialaitoksien eräänä tavoitteista kävi ilmi myös hyötysuhteiden kehittäminen. Laitosten hyötysuhteisiin tavoiteltiin parannuksia esimerkiksi savukaasun lämpöenergian talteenottoa hyödyntäen. Lisäksi energiatehokkuustoimien kautta kokonaispolttoaineen kulutusta voitaisiin tarvittaessa vähentää. Ennusteena olikin, että infrastruktuurin kehittyessä kaupunkiseuduilla, etenkin Etelä-Suomessa, kaukolämmön tarve ja lämmöntuotannon hyötysuhteiden kehittyminen on tärkeässä asemassa.

Yksittäiset energialaitosten edustajat mainitsivat omia näkemyksiään yleisesti biopolttoaineiden käytön tulevaisuuden näkymistä. Esimerkiksi kannon palauttamista puupolttoaineiden repertuaariin pidettiin todennäköisenä muiden polttoaineiden niukkuuden vallitessa. Nykyisin kantoa haketetaan hyvin vähäisissä määrin, mikä on seurausta kantojen juurakoiden maa-aineksen puhdistamisvaikeuksista sekä muista kannattavuusongelmista. Kokonaisuudessaan energialaitoksien edustajien linja oli melko yhtenäinen niiltä osin, kun aiheesta nousi keskustelua; biopolttoaineiden käytön ei pitäisi olla ainakaan vähenemään päin.

#### **8.4 Toimitukset ja puupolttoaineen laatu**

Tutkimuksessa oli tarkoituksena selvittää tärkeimpiä metsähake ja sivujaetoimitusten laatuksia energialaitosasiakkaiden näkökulmasta (kysymys 16). Tärkeimpänä lähtökohtana yhteistyölle nousi hakkeen kilpailukykyinen hinta, jotta sopimukseen toimituksista ylipäättään päästäisiin. Hinnan ja laadun suhteen tulee löytää tasapaino siten, että hintataso vastaa hakkeen laatua ja laadun tasaisuutta. Tärkeimpinä kriteereinä tutkimuksessa tarkasteltiin toimituksia sekä hakkeen laatua toisistaan poikkeavista näkökulmista.

Polttoaineen toimitusvarmuus nostettiin selkeästi yhdeksi tärkeimmistä kriteereistä. Useissa laitoksissa välivarastot oli pyritty pitämään pienikokoisina. Välivarastojen kapasiteetilla laitokset pystyivät ylläpitämään toimintaansa ilman polttoainetoimituksia muutamasta tunnista muutamaan vuorokauteen riippuen sääolosuhteista. Pahimmassa tapauksessa energialaitokset joutuvat turvautumaan

puskurivarastoihinsa, jotka eivät tyypillisesti sijaitse aivan laitosten läheisyydessä, jolloin polttoaineen siirtämiseen kuluisi merkittävästi aikaa. Kyseisiin tilanteisiin ei välttämättä ehditä reagoimaan riittävän ajoissa, jotta energialaitos pystyisi ylläpitämään toimintaansa ilman ylimääräisiä käyttökatkoja, eikä tarvitsisi turvautua varapolttoaineiden, kuten turpeen tai kivihiilen käyttöön. Tästä syystä polttoainetoimituksien säännöllisyyttä pidettiin tärkeänä.

Toimitusvarmuuden ohessa puupolttoaineiden oleelliseksi kriteeriksi nostettiin toimitetun hakkeen laatu. Energialaitoksilla toivottiin korkealaatuisempaa haketta polttoaineen tarpeen ollessa talvisaikaan suurimmillaan. Kesäisin ja syksyisin hakkeen ei tarvitse vastata talvisin toimitetun hakkeen laatua lämmitystarpeen ollessa alhaisempi. Laadullisesti tärkeimmäksi tekijäksi todettiin hakkeen kosteus. Suuret kosteuden vaihtelut aiheuttivat useilla energialaitoksilla ongelmia etenkin kuluneen talven aikana, jolloin raaka-aineen kosteuden vaihtelut olivat lähes poikkeuksetta runsaita. Toimituksien kosteudesta aiheutuvat ongelmat olivat kuitenkin harmittomampia kuin esimerkiksi epäpuhtauksien joutuminen polttolaitteistoon ja sen myötä polttolaitteiden hajoaminen.

Useissa laitoksissa oli otettu tai tullaan ottamaan käyttöön savukaasupesureita, joiden avulla veden höyrystyessä lämpö saadaan kerättyä talteen laitoksen hyötysuhteen parantamiseksi. Saaduista vastauksista olikin havaittavissa, että kuoren käytön osuutta tullaan kasvattamaan energialaitoksissa, joissa halutaan tietoisesti nostaa polttoaineen kokonaiskosteutta savukaasupesureille suotuisiksi. Savukaasupesureiden yleistyminen edesauttaa energialaitoksia pysymään niille asetetuissa päästötavoitteissa. Savukaasupesureiden tuoma taloudellinen hyöty laitoksille on merkittävä, koska lämpöenergia saadaan kerättyä tehokkaasti talteen kaukolämpöverkkoon siirrettäväksi.

## 8.5 Yhteistyön toimivuus

Kolmantena avoimena kysymyksenä tiedusteltiin Stora Enso Metsän ja energialaitosasiakkaan välisen yhteistyön kehittymisestä kokonaisuutena viimeisen viiden vuoden aikana (kysymys 17). Kaikki energialaitokset tai laitosten vastuuhenkilöt eivät olleet tehneet viittä kokonaista vuotta yhteistyötä Stora Enson Metsän kanssa, jolloin he esittivät näkemyksensä lyhyemmän ajan kokemuksiin perustuen. Useimmat vastaajat kokivat yhteistyön kehittyneen tai pysyneen vähintään ennallaan kyseisen ajanjakson aikana. Mainintaa yhteistyön toimivuuden säännöllisestä heikkenemisestä ei käynyt ilmi yksittäisestä kevään ja kesän mittaisesta neuvotteluerimielisyydestä huolimatta, mikä oli mahdollisesti hidastanut kyseisen asiakkaan kohdalla nousujohteista yhteistyön kehittymistä.

Yhteistyön positiivista kehittymistä perusteltiin yhteyshenkilöiden vuosien myötä kehittyneen henkilötuntemuksen kautta. Tutustumisen myötä keskinäisiin keskusteluihin oli saatu molemmin puolin avoimuutta ja yhteistyön todettiin tiivistyneen. Osilla laitoksien yhteyshenkilöistä ilmenikin varsin säännöllisiä yhteisiä keskusteluja ja tapaamisia Stora Enson vastuuhenkilön kanssa.

Stora Enso Metsän energialaitosasiakkaista osa on toisten suurten metsäalan toimijoiden alaisia laitoksia, joihin suurin osa puupolttoaineista toimitetaan heidän oman puunhankinnan tai omien teollisuuslaitoksien kautta. Kyseisten asiakkaiden kanssa on sovittu toimituksien vaihtosopimus, jossa raaka-ainetta toimitetaan joko suoraan tai välillisesti vieraalle energialaitokselle. Vaihdossa vieras puupolttoaineen toimittaja vuorostaan toimittaa raaka-ainetta Stora Enson energialaitoksille. Metsäosastojen välisestä yhteistyöstä saatiin vaihtoon liittyen positiivista palautetta. Lisäksi kävi ilmi, että vaihtopareja oli supistettu yhteen energialaitospariin usean vaihtoparin sijaan. Tällöin kyseisen asiakkaan välinen toimituksien kokonaisvolyymi oli pienentynyt, mutta tehokas yhteistyö oli pysynyt ennallaan.

## 8.6 Kehittämiskohteet

Stora Enso Metsä pyrkii kehittämään toimintaansa asiakkaiden tarpeiden mukaan. Energialaitosasiakkailta kysyttiin heidän näkemyksiään ajankohtaisista kehittämiskohteista (kysymys 18). Yleisimpänä kehittämisehdotuksena esille nousi toive järjestää entistä enemmän yhteisiä palavereita ja tilannekatsaustapaamisia. Toimittajan ja asiakkaan välisiä yhteisiä palavereita ei ollut joko ollenkaan tai sitten niiden järjestäminen oli hyvin vähäistä. Palavereita järjestettiin useimmiten vain ennen uuden toimituskauden alkua. Teemoiksi mahdollisesti järjestettävillä palavereilla ehdotettiin Stora Enso Metsän henkilöstön ja hakeyrittäjien keskinäisiä esittelyjä, sillä useat asiakkaista kokivat henkilöstön vaihtuvan tiiviiseen tahtiin, jolloin ei välttämättä olla riittävän tietoisia toimituksista vastaavista henkilöistä. Lisäksi palavereissa käytäisiin tulevaan lämmityskauteen liittyvät lähtökohdat perusteellisesti läpi. Yksittäisiltä energialaitoksilta esitettiin toiveita aktiivisempaan asiakassuhteiden ylläpitämiseen myös toimituskauden aikana.

Toiseksi ajoittain ilmenneeksi kehittämiskohteeksi nostettiin hakeyrittäjien työturvallisuus. Stora Enso Metsä painottaa työturvallisuutta ensisijaisen tärkeänä asiana ja pyrkii huolehtimaan myös yrittäjiensä työturvallisuudesta. Valitettavia tapauksia nousi ilmi, joissa asiakkaiden toimesta oli jouduttu tekemään turvallisuushavaintoja yrittäjien huolimattomasta toiminnasta johtuen. Vaarantavia tilanteita olivat aiheuttaneet esimerkiksi tarvittavien suoja-asujen puutteellisuus. Työturvallisuuden kertaaminen yrittäjille ja heidän työntekijöilleen ennen toimituskauden aloitusta olisi tärkeää ottaa kausisuunnitelmiin mukaan, mikäli näin ei ole aiemmin toimittu.

Parantamisen varaa todettiin myös viestinnässä Stora Enso Metsän ja hake- sekä kuljetusyrittäjien välillä. Ajoittain toimitusten myöhästyminen tai niiden kokonaan pois jääminen aiheuttavat luonnollisesti energialaitoksilla ongelmia. Lisäksi yksittäinen asiakas ei ollut nimeämättömästä syystä tyytyväinen hakeyrittäjän toimintaan, mutta annettuun palautteeseen oli reagoitu hyvin ja kehitystä kyseisen yrittäjän kohdalla oli tapahtunut. Mahdollisia reklamaatioita toivottiin kirjattavan järjestelmään käsiteltäväksi siten, että tulevia reklamaatioon johtaneita syitä voitaisiin ehkäistä tehokkaasti.

## 8.7 Missä Stora Enso Metsä oli onnistunut?

Lopuksi selvitettiin, missä Stora Enso Metsä oli onnistunut erityisen hyvin asiakkaan näkökulmasta (kysymys 19). Toimituksien täsmällisyyttä keuhuttiin valtakunnallisesti, mikä näkyi toimitusvarmuutta käsittelevän NPS-kysymyksen korkeissa arvosanoissa. Toimituksien suurimmaksi vahvuudeksi todettiin joustavuus, sillä sopimuksien toimitusmääriin oli pystytty tarvittaessa tekemään lyhyelläkin varoitusaajalla muutoksia. Toimitusmäärien äkilliset vaihtelut kesken toimituskauden olivat useiden asiakkaiden mielestä nopeaa ja reagointikyky vallitsevien olosuhteiden muutoksiin kiitettävää. Lisäksi Stora Enso Metsän oli tarvittaessa pystynyt toimittamaan energialaitoksille juuri heidän käyttöönsä laadullisesti räätälöityä haketta. Uutena innovaationa oli kokeiltu esikuivattua haketta haasteellisten olosuhteiden vallitessa. Vaikka kyseinen kokeilu ei täysin vaikeissa olosuhteissa onnistunut, innovaatioiden syntymistä pidettiin positiivisena asiana. Ideana esitettiin myös suurten toimijoiden yhteisen terminaalin perustamista.

Stora Enso Metsää pidettiin luotettavana yhteistyökumppanina, joka pitää kiinni sovituista asioista ja tarvittaessa pystyy löytämään joustavasti ratkaisuja ongelmatilanteisiin. Mikäli toimitusongelmia oli ilmaantunut, Stora Enso Metsä oli pystynyt paikkaamaan ne ripeästi ilman energialaitokselle aiheutuvia ylimääräisiä toimenpiteitä. Lisäksi kyseisistä toimitusongelmista oli muistettu tiedottaa asiakkaalle heti, kun niitä oli havaittu. Kyky paikata asiakkaasta riippumattomia toimitusvaikeuksia on kivijalka hyvälle asiakaslähtöiselle palvelulle. Haakeyrittäjien ammattitaito, toimiva kalusto ja vastuualuejako saivat myös kehuja.

## 9 Johtopäätökset

### 9.1 Puupolttoainetoimitusten yhteenveto

Sähkön ja lämmön tuotannossa puupolttoaineilla pyritään vähitellen korvaamaan uusiutumattomien polttoaineiden käyttöä raaka-aineena. Päästöoikeuksien hinta

on kolminkertaistunut vuodentakaisesta, mikä parantaa metsäenergian kilpailukykyä fossiilisten polttoaineiden käyttökustannusten noustessa (Häyrynen 2018). Tästä syystä odotusarvo on, että puupolttoaineita tullaan tulevaisuudessa hyödyntämään yhä enemmän energialaitoksissa, ja se näkyi myös kyselyn tuloksissa. Energiapuumarkkinoilla metsäenergian ylitarjonta on muuttunut kysynnän puolelle kuluneen vuoden aikana. Näin ollen Stora Enso Metsä tulee olemaan merkittävä metsäenergian toimittaja myös jatkossa.

Kyselytutkimuksen tärkeimmät tulokset voitiin jakaa NPS-osiossa saatuihin perusteluihin ja avointen kysymysten laadulliseen palautteeseen. Tuloksista muodostettiin tiivistetty yhteenveto taulukossa 6. Palautteiden päällimmäiset perustellut esitettiin opinnäytetyön tuloksissa. Yhteenvedoissa painotettiin usein esille nostettuja kehittämiskohteita sekä vahvuuksia muihin puupolttoaineen toimittajiin verraten. Myös yksittäisiä, mutta merkittäviä palautteita haluttiin nostaa koosteesseen. Yksittäiseltä energialaitokselta saadun kokonaisuudesta poikkeavan arvosanan lyhyt perustelu voi olla toimeksiantajalle arvokas tieto kyseisen osa-alueen kehittämiseksi.

Taulukko 6. Kootut johtopäätökset puupolttoainetoimituksista.

Kehittämiskohteet	Vahvuudet
Hakkeen kosteuden hallinta <ul style="list-style-type: none"> <li>– haasteellisen talven vaikutus metsäenergian korjuuseen</li> <li>– kuoritoimitusten kosteus</li> </ul>	Toimitusvarmuus ja sovittujen toimitusmäärien toteutuminen <ul style="list-style-type: none"> <li>– vähäiset toimituskatkot</li> </ul>
Viestintä energialaitosten ja hake/kuljetusyrittäjien välillä <ul style="list-style-type: none"> <li>– tiedottamiskatkokset</li> </ul>	Viestintä Stora Enso Metsän ja energialaitosten välillä <ul style="list-style-type: none"> <li>– vastuuhenkilöiden yhteydenpito</li> </ul>
Palaverien ja tilannekatsausten puute ennen toimituskautta ja sen aikana <ul style="list-style-type: none"> <li>– tutustuminen uuteen henkilöstöön</li> <li>– asiakassuhteen ylläpito</li> </ul>	Toiminnan joustavuus <ul style="list-style-type: none"> <li>– toimitusmäärien säätely vallitsevan tilanteen mukaan</li> </ul>
Hakeyrittäjien työturvallisuus <ul style="list-style-type: none"> <li>– turvallisuushavainnot</li> </ul>	Yrittäjien ammattitaito, alueellinen jako ja riittävä kalusto
Reklamaatioiden käsittely <ul style="list-style-type: none"> <li>– selvitys energialaitoksille</li> </ul>	Nopea reagointikyky ja ongelmatilanteiden ratkaisu
Terminaalien puhdistus talvella <ul style="list-style-type: none"> <li>– ei lunta, jäätä tai epäpuhtauksia hakekuormiin</li> </ul>	Uusien innovaatioiden esitys ja kokeilu <ul style="list-style-type: none"> <li>– yhteisterminaalit</li> <li>– esikuivattu hake</li> </ul>

## 9.2 Vertailu biomassan markkinoiden kehittämisestä

Tutkimuksen tuloksia verrattiin suurten valtakunnallisten energialaitosten biomassan markkinoihin kohdistuneeseen tutkimukseen (Suhonen 2009). Teemaltaan yhdenmukainen tutkimus oli rajattu metsähakkeeseen ja sen käyttöön energiantuotannossa. Lisäksi tutkimuksessa selvitettiin potentiaalisten loppuasiakkaiden laatuvaatimuksia metsähakkeelle sekä biomassan käytön tilanne ja tulevaisuuden näkymät. Suhosen tutkimuksessa haastateltiin nimellisteholtaan vastaavan kokoisia energialaitoksia kuin tässä tutkimuksessa.

Päivittäisten toimitusten takaaminen vuoden ympäri oli merkittävä kilpailuedun tuoja biomassan markkinoilla vuoden 2009 tutkimuksessa. Kummassakin tutkimuksessa painotettiin toimitusvarmuuden tärkeyttä raaka-aineen laadun ohessa. Tietoisuus raaka-aineen koostumuksesta oli metsäenergian hankintavastaavilla varsin vähäistä aiemmassa kyselyssä (Suhonen 2009, 34). Tähän tutkimukseen osallistuneet Stora Enso Metsän energialaitosasiakkaat olivat poikkeuksetta hyvin tietoisia käyttämänsä puupolttoaineen koostumuksesta ja käyttösuhteista. Johtopäätöksenä energialaitosten metsäenergia-tuntemuksen todettiin kehittyneen kuluneen 9 vuoden aikana puuperäisten polttoaineiden yleistyessä.

Suhosen tutkimuksessa ennustettiin kantojen käytön yleistyvän, mutta esimerkiksi Stora Enso Metsä toimittaa tällä hetkellä kantohaketta vain vähäisissä määrin tai ei ollenkaan. Tutkimuksessa jokainen energialaitos arvioi käyttävänsä vuonna 2015 prosentuaalisesti enemmän metsähaketta kuin vuonna 2008 (Suhonen 2009, 34). Useat Stora Enso Metsän metsäenergia-asiakkaat kokivat metsähakkeen suhteellisen käytön nousevan vuoden 2018 käyttömääristä turpeen vähentämisen myötä.

## 10 Pohdinta

### 10.1 Luotettavuus ja haasteet

Tutkimuksesta saatiin haluttuja tuloksia kohtalaisen kattavasti. Salassapitovelvollisuudet rajoittivat tutkimuksen tulosten julkaisua, sillä tarkkoja toimitusmääriä tai Stora Enso Metsän energialaitosasiakkaita ei voitu nimetä. Tutkimuksen suorittamisen hetkellä kaikille Stora Enso Metsän energialaitosasiakkaille ei toimitettu puupolttoainetta, joten tutkimusalue rajautui laitoksiin, joihin puupolttoainetta tutkimushetkellä toimitettiin. Siksi jokaista ulkoista energialaitosasiakasta ei tutkimusnäytteeseen haastateltu, mutta sen sijaan kaikki aktiiviset Stora Enson toimituksia vastaanottavat laitokset olivat mukana. Tällöin tuloksista saatiin hyödyllistä, luotettavaa ja ajankohtaista palautetta jo tulevaa toimituskautta ajatellen.

Tutkimuksen haasteena voitiin pitää laitosten edustajien omien näkemysten ja mielipiteiden vaikutusta haastatteluiden vastauksiin. Päivän mieliala, suhtautuminen haastattelijaan tai ennakkosuhtautuminen haastattelijan edustamaan yhtiöön voivat tällöin näkyä yksittäisen lyhytkestoisen haastattelun tuloksissa. Haastatteluilla pyrittiin kartoittamaan energialaitoksien asiakastyytyväisyyttä Stora Enso Metsän puupolttainetoimituksiin kokonaisuutena, ja tällöin yksittäisen henkilön vastaukset voivat vaikuttaa tulosten luotettavuuteen. Oletuksena kuitenkin oli, että energialaitoksen vastuuhenkilö on ajan tasalla ja kykenee edustamaan vastauksissaan koko yhtiötä. Lisäksi kyselytutkimuksen mahdollinen vuosittainen jatkumo ja tulevat tulokset voivat olla hyvinkin vertailukelpoisia, varsinkin jos haastatellaan samaa laitoksen edustajaa jatkossakin.

Haastattelutapaamisten järjestäminen ja yhteensovittaminen sekä niihin liittyvä matkustaminen ilmeni kohtalaisen työlääksi. Energialaitosten vastuuhenkilöiden ollessa jo entuudestaan tuttuja Stora Enso Metsän henkilöstölle, voi kyselyn suorittaminen kokonaan puhelimitse tai sähköisesti olla jatkossa suotuisampi vaihtoehto. Tavoitteena oli saada aikaiseksi moniulotteista keskustelua kyselyn aiheista



esittämällä kysymykset suullisesti, ja siinä myös onnistuttiin. Sähköisen kyselylomakkeen heikkoutena on keskustelun puute ja laadullisissa kysymyksissä riski ylimalkaisiin tai epätarkkoihin vastauksiin.

## 10.2 Tutkimuksen jatkuvuus ja kehittämiskohteet

Tutkimuksen tarkoituksena oli luoda toimeksiantajayritykselle valmis toimintamalli asiakastyytyväisyyden ja toimituksien laadun säännölliseen mittaamiseen. Kyselylomakkeen toimivuudesta tehtiin havaintoja haastatteluiden edetessä. Lomake oli ensimmäistä kertaa käytössä, ja vastaavanlaisesta tutkimuksesta ei ollut aiempaa tietoa. Saimme hyvää palautetta ja kehittämisehdotuksia myös haastateltavilta kysymysten sisältöön ja muotoiluun liittyen.

Kyselylomakkeen taustatiedoissa Stora Enso Metsän toimituksia käsittelevien kysymysten todettiin olevan suurin kehittämisen kohde, sillä erityisesti ongelmia aiheuttivat energialaitosasiakkaiden puutteellinen tietämys Stora Enso Metsän maantieteellisistä hankinta-aluejaoista. Toimitusmatkan arviointi oli haastateltavilla usein vaikeaa, koska ulkoisten yrittäjien toimintatavoista ei ollut riittävästi ennakkotietoa. Jatkossa toimituksien aluejakoa ja matkoja tulisikin tiedustella Stora Enso Metsän sisäisiltä laitosvastaavilta, jotka ovat ajan tasalla esimerkiksi metsäpään hakevarastojen sijainneista. Loppujen lopuksi edellä mainitut alueelliset kysymykset eivät olleet asiakastyytyväisyyskyselyn kannalta välttämättömiä, joten kysymysten karsiminen tulevista kyselytutkimuksista on varteenotettava vaihtoehto.

Kyselylomakkeen NPS-osion kysymykset voitaisiin halkaista Ruotsin mallin mukaisesti useaan täsmälliseen kysymykseen, jolloin saataisiin kohdistettua arvosanat tarkemmin tiettyihin kategorioihin. Ongelmana siinä voi ilmetä kysymysten samankaltaisuus ja itsensä toistaminen, jolloin arvosanoilla ei olisi sisällöltään niin suurta informatiivista arvoa. Mikäli kysymysten rakennetta tai määriä muutettaisiin radikaalisti, menettäisi se vertailukelpoisuuttaan tulevien vuosien vastaavan kyselyn tuloksiin.

Opinnäytetyön tärkein tutkimuskysymys oli, kuinka tyytyväisiä energialaitosasiakkaat ovat Stora Enso Metsän puupolttoainetoimituksiin. Metsäenergiaprosessille saatu palaute oli kaiken kaikkiaan positiivista. Opinnäytetyön avulla toimeksiantajayritykselle saatiin reaaliaikainen tilannekatsaus energialaitosten ja Stora Enso Metsän välisen yhteistyön toimivuudesta sekä rakentavaa palautetta toiminnan jatkokehittämiseen. Tutkimus tulisi toistaa säännöllisin väliajoin, jolloin voidaan seurata asiakastyytyväisyyden ja yhteistyön kehittymistä. Toimeksiantajayritys oli aktiivisesti tukemassa opinnäytetyön etenemistä, ja yhtiön toimihenkilöt loivat omalla osaamisellaan ja taustatuellaan hyvät edellytykset onnistuneen tutkimuksen toteuttamiseksi. Lisäksi yhteistyö Stora Enso Metsän Ruotsin yksikön kanssa antoi tutkimukselle kansainvälistä näkökulmaa ja osaamista.

## **11 Lopuksi**

Haluamme kiittää Stora Enso Metsää opettavaisesta, mielenkiintoisesta ja ajankohtaisesta opinnäytetyön aiheesta. Ohessa pääsimme näkemään energialaitoksia ja kuulemaan alan toimijoita sekä saimme uusia näkökulmia ja tietoa energiantuotannosta valtakunnallisesti. Taustatuesta haluamme kiittää Jorma Kaukohoaa, Joel Sahlmania ja Juha Kerästä sekä Erik Wetterbergiä vinkeistä ja materiaaleista, joiden avulla saimme muodostettua toimivan NPS-pohjan. Lisäksi kiitos opinnäytetyömme ohjaajalle asiantuntevista neuvoista, jotka edesauttoivat opinnäytetyömme etenemistä. Energialaitoksia kiitämme tutkimukseen osallistumisesta.

## Lähteet

- Airaksinen, L., Alakangas, E., Alanen, V.-M., Kainulainen, S., Puhakka, A., Siiponen, T. & Soini, R. 2001. Hakelämmitysopas. Helsinki: Motiva.
- Alakangas, E., Hurskainen, M., Korhonen, J. & Laatikainen-Luntama, J. 2016. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. <https://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2016/T258.pdf>. 9.11.2018.
- Alakangas, E. & Impola, R. 2014. Puupolttoaineiden laatuohje. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. [https://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2014/VTT-M-07608-13\\_2014\\_%20update.pdf](https://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2014/VTT-M-07608-13_2014_%20update.pdf). 17.9.2018.
- Asikainen, A., Flyktman, M., Laitila, J., Leinonen, A. & Virkkunen, M. 2010. Metsähakkeen hankinta- ja toimituslogistiikan haasteet ja kehittämistarpeet. Helsinki: Edita Prima Oy. <https://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2010/T2564.pdf>. 15.9.2018.
- Asikainen, A., Ranta, T., Laitila, J. & Hämäläinen, J. 2001. Hakkuutähdehakkeen kustannustekijät ja suurimittakaavainen hankinta. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 131.
- Flyktman, M., Helynen, S., Mäkinen, T., Sipilä, K. & Vesterinen, P. 2002. Bioenergian mahdollisuudet kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä. VTT Tiedotteita. Helsinki: Edita Prima Oy. <https://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2002/T2145.pdf>. 24.11.2018.
- Gasek. 2018. Puun kaasutus. <http://www.gasek.fi/technology/wood-gasification/> <http://www.bioenergianeuvoja.fi/biolampolaitos/kayttajakokemuksia/pien-chp/>. 11.11.2018.
- Hilli, A., Kylmänen, E., Härkönen, M. & Uutela T. 2016. Hake pelletin korvaajana keskuslämmityskattilassa. <http://www.oamk.fi/epooki/2016/hake-pelletin-korvaajana-keskuslammityskattilassa/>. 12.11.2018
- Hiltunen, J., Manninen, T. & Sahlman, J. 2016. Metsäenergia Mexissä. Stora Enso Metsä.
- Häyrynen, M. 2018. Energiapuun menekki myötätuulessa. <https://www.metsalehti.fi/artikkelit/energiapuun-menekki-myotatuulella/>. 13.10.2018
- Ikonen, T. & Jahkonen, M. 2014. Laadunhallinta energiapuun korjuussa & keskeiset metsähakkeen laatutekijät. Metsäntutkimuslaitos. Joensuu.
- Jyväskylän yliopisto. 2014. Tutkimusstrategiat. <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategiat>. 15.8.2018.
- Kaukoaho, J. 2017. Metsäenergia. Stora Enso Metsä.
- Kaukoaho, J. & Sahlman, J. 2018. Metsäenergiapäällikkö & Metsäenergiaesimies. Stora Enso Metsä. Haastattelu. 14.9.2018.
- Keitel, H. 2013. Arinapoltto. Energiatalous. <http://energiatalous.blogspot.com/2013/03/arinapoltto.html>. 11.10.2018.
- Koistinen, A., Lindblad, J. & Äijälä, O. 2013. Energiapuun mittaus. Metla. <http://www.metla.fi/julkaisut/isbn/978-952-5694-28-4/energiapuun-mittausopas-2013.pdf>. 14.9.2018.

- Koistinen, A., Luiro, J.-P. & Vanhatalo, K. (toim.) 2016. Metsänhoidon suositukset energiapuun korjuuseen, työopas. Tapion julkaisuja. [http://tapio.fi/wp-content/uploads/2015/06/MHS-Energiapuun-korjuun-suositukset\\_verkkojulkaisu2.pdf](http://tapio.fi/wp-content/uploads/2015/06/MHS-Energiapuun-korjuun-suositukset_verkkojulkaisu2.pdf). 14.9.2018.
- Korpinen, R. 2015. Uusiutuvien ja kestävien raaka-aineiden kokonaisvaltainen hyötykäyttö. <http://www.metla.fi/tapahtumat/2015/biokokkola/Korpinen.pdf>. 10.11.2018.
- Kuuppo, M. 2016. Leijukerroskattila K3:n minimikuorma. Oulun Ammattikorkeakoulu. Energiatekniikka. Opinnäytetyö.
- Kärhä, K. 2008. Metsätehon tulosalvosarja 3/2008. Metsähakkeen tuotantoprosessikuvaukset. Metsäteho. [http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/02/Tuloskalvosarja\\_2008\\_03\\_Metsahakkeen\\_tuotantoprosessi\\_kk.pdf](http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/02/Tuloskalvosarja_2008_03_Metsahakkeen_tuotantoprosessi_kk.pdf). 14.9.2018.
- Lepistö, T. 2011. Energiapuun korjuusuositukset. Metsäkeskus Pohjois-Pohjanmaa. [https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/energiapuun\\_korjuu\\_suositukset.pdf](https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/energiapuun_korjuu_suositukset.pdf). 17.9.2018.
- Luonnonvarakeskus. 2018. Puun energiakäyttö 2017. [https://stat.luke.fi/puun-energiak%3%a4ytt%3%b6-2017\\_fi](https://stat.luke.fi/puun-energiak%3%a4ytt%3%b6-2017_fi). 24.11.2018.
- Melkas, T. & Petty, A. 2013. Kuormainvaakojen punnitustarkkuus. Metsäteho. [http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/02/Tuloskalvosarja\\_2013\\_06a\\_Kuormainvaakojen\\_punnitustarkkuus\\_apetty\\_tm.pdf](http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/02/Tuloskalvosarja_2013_06a_Kuormainvaakojen_punnitustarkkuus_apetty_tm.pdf). 27.9.2018.
- Nironen, K. 2015. Asiakaskokemus ja sen johtaminen NPS:n avulla. Lahden Ammattikorkeakoulu. Yrittäjyyden ja liiketoimintaosaamisen koulutusohjelma. Opinnäytetyö.
- Saaranen-Kauppinen, A & Puusniekka, A. 2006. KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto [verkkojulkaisu]. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto [ylläpitäjä ja tuottaja]. <<http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/>>. 9.11.2018.
- Sahlman, J. 2018. Metsäenergiaesimies. Stora Enso Metsä. Haastattelu. 4.9.2018.
- Simonen, M. 2018. Materiaalia haastatteluihin. sami.ronkainen@storaenso.com & janne.hakulinen@storaenso.com. 17.8.2018.
- Stora Enso Oyj. 2010. Metsäenergia.
- Stora Enso Oyj. 2018a. Stora Enso Metsä. <https://www.storaensometsa.fi/tietoa-meista/>. 28.9.2018.
- Stora Enso Oyj. 2018b. Stora Enso Metsä 2018.
- Suhonen, A. 2009. Metsäbiomassan markkinat suurissa energialaitoksissa Suomessa. Kymenlaakson Ammattikorkeakoulu. Puutekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.
- Toivonen, M. 2016. NPS eli Net Promoter Score – “Kuinka todennäköisesti suosittelet tätä yritystä ystävällesi tai työtoverillesi?” <https://finnchat.com/nps-eli-net-promoter-score-kuinka-todennakoisesti-suosittelet-tata-yritysta-ystavallesi-tai-tyotoverillesi/>. 10.11.2018.
- Turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukes. 2018. Kiinteän polttoaineen lämmityskattiloiden turvallisuus. <https://tukes.fi/documents/5470659/6424402/Kiinte%C3%A4n%20polttoaineen%20l%C3%A4mmityskattiloiden%20turvallisuus/7eca5da3-fb9c-46c7-a1e7-03586057152c>. 23.1.2018.
- Valli, R. 2018. Ikkunoita tutkimusmetodeihin 1. Helsinki: Otavan kirjapaino.

- Venäläinen, P. 2018. Puutavara- ja hakeautojen pidentämisen vaikutukset. Metsäteho. [http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Metsatehon\\_raportti\\_246\\_Puutavara\\_ja\\_hakeajoneuvojen\\_pidentamisen\\_vaikutukset.pdf](http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Metsatehon_raportti_246_Puutavara_ja_hakeajoneuvojen_pidentamisen_vaikutukset.pdf). 27.9.2018.
- Wetterberg, E. 2018. Regional försäljningsansvarig Svealand och södra Norrland. Stora Enso Bioenergi. Haastattelu 8.10.2018.



## Asiakastyytyväisyyskysely

Stora Enso Metsä toteuttaa loka-marraskuun aikana asiakastyytyväisyyskyselyn yhdessä Karelia-ammattikorkeakoulun kanssa. Kysely lähetetään Stora Enso Metsän energialaitosasiakkaille.

Haastatteluihin pohjautuvan kyselytutkimuksen tavoitteena on selvittää energialaitosten tyytyväisyystilanne toimitetun puupolttoaineen laatuun ja toimituksiin. Tutkimuksen ohessa kartoitetaan puupolttoaineiden tulevaisuuden näkymiä sekä mahdollisia uusia käyttötarkoituksia.

Tulemme mielellämme suorittamaan haastatteluja paikan päälle, tai vaihtoehtoisesti puhelimitse. Haastattelun kesto on noin 30 minuuttia. Toivomme, että voisimme katsoa yhdessä sopivan ajankohdan haastattelulle mahdollisimman pian. Saatu palaute on arvokasta Stora Enso Metsän ja energialaitosten yhteistyön kehittämisen kannalta.

Liitteenä kyselylomakepohja, josta voitte perehtyä kysymyksiin etukäteen. Otamme teihin yhteyttä lähipäivinä.

Ystävällisin terveisin,

**Janne Hakulinen**

Metsätalousinsinööri-opiskelija  
Karelia-ammattikorkeakoulu  
[janne.hakulinen@storaenso.com](mailto:janne.hakulinen@storaenso.com)  
puh. 0504138257

**Sami Ronkainen**

Metsätalousinsinööri-opiskelija  
Karelia-ammattikorkeakoulu  
[sami.ronkainen@storaenso.com](mailto:sami.ronkainen@storaenso.com)  
puh.0504670295



Nimi:  
Tehtävänimike:  
Edustamasi yhtiö:  
Toimipisteen sijainti:

## Taustatiedot

1. Kauanko energialaitos on ollut Stora Enso Metsän asiakkaana?
2. Energialaitoksen tuotantomuoto
  - a. sähkö
  - b. lämpö
  - c. yhteistuotanto (CHP)
3. Energialaitoksen kokoluokka (teho, MW)
  - a. < 50
  - b. 50 - 100
  - c. 100 - 150
  - d. > 150
4. Energialaitoksen polttotekniikka
  - a. arinapoltto
  - b. leijukerros poltto
  - c. kaasutuspoltto
  - d. muu, mikä?
5. Millä Stora Enso Metsän hankinta-alueella energialaitos pääsääntöisesti toimii?  
(puupolttoaineen hankinta-alue)
  - a. Etelä-Suomi
  - b. Itä-Suomi
  - c. Pohjois-Suomi
6. Puupolttoaineen hankintasäde keskimäärin (km)
  - a. < 50
  - b. 50 - 75
  - c. 75 - 100
  - d. > 100
7. Energialaitoksen polttoaineiden % -osuudet (metsähake, sivujakeet, muut polttoaineet)

**Vastaa asteikolla 1-10 perusteluineen**

(1 = paljon kehitettävää, 10 = erittäin hyvällä tasolla)

8. Kuinka hyvin Stora Enso Metsä on pystynyt vastaamaan sille annettuihin toimitusvaatimukseen? (toimitusvarmuus, toimitusmäärät jne.)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

9. Puupolttoaineen palakokojakauman vaihtelu ja mahdolliset epäpuhtaudet ovat hyväksyttävällä tasolla.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

10. Puupolttoaineen saapumistilainen kosteus ja kosteuden vaihtelu ovat hyväksyttävällä tasolla.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

11. Kuinka viestintä ja tiedottaminen sujuu Stora Enso Metsän ja energialaitoksen välillä? (viestintäkanavien käyttö, reagointikyky jne.)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

12. Energialaitoksen on helppo olla yhteydessä Stora Enso Metsän toimituksista vastaavaan henkilöön? (yhteydenotto ja tavoitettavuus)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----





13. Kuinka yhteistyö ja suunnittelu Stora Enso Metsän kanssa on toiminut? (vrt. muut polttoaineen toimittajat)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

14. Millä arvosanalla suosittelisit Stora Enso Metsää puupolttoaineen toimittajana?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----



## Avoimet kysymykset

15. Biopolttoaineiden käytön tulevaisuuden näkymät energialaitoksessa?  
(käyttömäärien muutos, laatuvaatimusten kehittyminen jne.)

16. Mitä metsähake- ja/tai sivujaetoimitusten ominaisuutta tai laatukriteeriä painotatte tärkeimpänä? (esimerkiksi toimitusvarmuus, kausitavoitteiden täytyminen, hakkeen laatu jne.)

17. Mihin suuntaan yhteistyö Stora Enso Metsän kanssa on kehittynyt kokonaisuutena viimeisen viiden (5) vuoden aikana?

18. Mitä muita kehittämiskohteita haluat tuoda esiin liittyen yhteistyöhön Stora Enso Metsän kanssa?

19. Missä Stora Enso Metsä on onnistunut erityisen hyvin?