

# HYVÄLAATUISEN POLTTOHAKKEEN MARKKINAT

Otto Manninen

Opinnäytetyö  
Marraskuu 2014

Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma  
Luonnonvara- ja ympäristöala



JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU  
JAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Tekijä(t) Manninen, Otto	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 17.11.2014
	Sivumäärä 32	Julkaisun kieli suomi
	Luottamuksellisuus ( ) saakka	Verkkajulkaisulupa myönnetty ( X )
Työn nimi HYVÄLAATUISEN POLTTOHAKKEEN MARKKINAT		
Koulutusohjelma Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) Vesisenaho, Tero		
Toimeksiantaja(t) Biolämpö-hanke		
Tiivistelmä <p>Määritelmä hyvälaatuiselle polttohakkeelle tiedetään. Polttohakkeen käyttäjissä ja käyttökohteissa on eroja, joten eroavaisten käyttäjien mielipiteet ”hyvästä” hakelaadusta voivat poiketa. Pienemmissä laitoksissa polttohakkeen laadun merkitys kasvaa. Laadukkaalla polttohakkeella käytävä hakekauppa halutaan tavoittavan myös pienemmät laitoskoot.</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteina oli selvittää hyvälaatuisen polttohakkeen mieltymykset sitä käyttävillä, tai sen kanssa tekemisissä olevilla tahoilla, eli millaista on hyvälaatuinen polttohake ja kartoittaa polttohakkeen markkinoita Keski-Suomen alueella, alle 1 MW laitoskoossa. Tutkimus toteutettiin Metsäkeskuksen verkkosivuilla julkaistulla hakkeen käyttäjä-kyselyllä, jota välitettiin myös sähköpostitse hyödyntäen Metsäkeskuksen yhteystieto-arkistoja polttohaketta käyttävistä tahoista. Kyselyn vastauksiin perustuivat johtopäätökset polttohakkeen hyvästä laadusta ja hakemarkkinoista. Suurin osa vastaajista oli maataloja. Vastausprosenttia ei yleisestä kyselystä voi laskea. Opinnäytetyön tilaajana toimi Biolämpöliiketoiminnan laatu- ja kannattavuushanke. Kyselyllä saatiin monitoiminen ja kattava kuva halutusta polttohakelaadusta ja sen sisältämisestä ominaisuuksista. Kaikkiin olennaisiin ominaisuuksiin saatiin varteenotettava ja hyödynnettävä mielipide. Mielipiteet ja kokemukset hakemarkkinoita kohtaan olivat hyödyllisiä, vaikka suurin osa vastaajista käytti omaa, eikä ostohaketta.</p> <p>Työstä saa näkökulmaltaan monipuolisen kuvan loppukäyttäjien haluamasta hakelaadusta ja poltettavaksi käytettävän hakkeen halutuista ominaisuuksista. Maatila-painotteisen vastaajakunnan mieltymykset koskien hakemarkkinoita antavat kattavan kuvan siitä, miten polttohakkeeseen liittyvä kaupankäyminen halutaan hoitaa.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Hake, metsähake, laatu		
Muut tiedot Kyselyn tulokset liitteenä (11 sivua)		



Author(s) Manninen, Otto	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 17.11.2014
	Pages 32	Language Finnish
	Confidential <input type="checkbox"/> Until	Permission for web publication <input checked="" type="checkbox"/>
Title MARKETS FOR GOOD-QUALITY FUELCHIPS		
Degree Programme Agriculture and Rural Industries		
Tutor(s) Vesisenaho, Tero		
Assigned by Biolämpö-project		
Abstract <p>The definition for good-quality fuelchips is well known. There are many differences between wood-chip users and applications. Therefore, different users may have different opinions about "good"-quality in fuelchips. When the size of the facility diminishes, the signification of the fuel quality grows. High-quality fuelchips can be sold to the smaller size of facilities.</p> <p>The goal of the thesis was to study the opinions about good-quality fuelchips among users, and people who are into this subject. In other words, what is the good-quality fuelchip made of? The other goal was to map the fuelchip-markets in Central-Finland and in facilities below 1 MW. The study was executed as a public-questionnaire in the web-pages of The Finnish Forest Centre. The questionnaire was also forwarded by e-mail utilizing The Finnish Forest Centre's archives of fuelchip-users. The results about fuelchip-quality and fuelchip-markets were based on the results of the questionnaire. Most of the answerers were farmers. The answering-percent was not calculable as the questionnaire was public. The thesis was commissioned by the Biolämpö-project. The questionnaire produced a diverse and inclusive picture of about the most wanted fuelchip-quality. A considerable and deployable opinion was found to all qualities. Opinions and experiences about fuelchip-markets were helpful despite the great amount of answerers used own, not purchased, fuelchips as a primarily-fuel.</p>		
Keywords Woodchip, chip, quality		
Miscellaneous Questionnaire results in Annex 1 (11 pages)		

## Sisältö

<b>1</b>	<b>Hyvän laadun jäljillä .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Hyvälaatuinen hake loppukäyttäjällä .....</b>	<b>3</b>
2.1	Polttohakkeen ominaisuudet .....	3
2.2	Laatua karsitusta rankapuusta .....	5
2.3	Tarkastelukohteet, ongelmat ja tavoitteet.....	7
2.4	Polttohake Suomessa .....	8
<b>3</b>	<b>Kyselytutkimus.....</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>Vastauksien analysointi – pohdinta.....</b>	<b>10</b>
4.1	Taustatiedot.....	10
4.2	Polttohakkeen hyvälaatuisuus käyttäjillä .....	13
4.3	Ostohakkeen markkinat.....	15
<b>5</b>	<b>Työn analysointi ja arviointi.....</b>	<b>17</b>
	<b>Lähteet .....</b>	<b>20</b>
	<b>Liitteet .....</b>	<b>21</b>
	Liite 1. Kyselyn tulokset.....	21

## KUVIOT

Kuvio 1. Vastaaajien paikkakunnat .....	11
Kuvio 2 Kyselyyn vastanneiden laitosten teholuokka .....	12

## 1 Hyvän laadun jäljillä

Puuhakkeen käyttö lämmöntuotantoon on varsin yleistä. Metsätalouden vahva asema ja suuri metsän yksityisomistuksen muoto antavat hyvät olosuhteet metsän paikalliselle energiakäytölle, etenkin puuhakkeen muodossa. Puuhakkeen käyttö lämmöntuotannossa jakautuu moniin erityyppisiin käyttäjiin ja erilaisiin käyttökohteisiin. Erityyppisten kohteiden tarpeet vaihtelevat ja näin ollen polttihakkeen laatua tulisi lokeroida käyttäjälähtöisesti, jotta saataisiin räätälöityä mahdollisimman monelle laistotyypille käypää haketta polttoaineeksi.

Tämä opinnäytetyö pohjautuu perimmiltään eräänlaiseen laadun lokerointiin. Tarkoituksena oli selvittää polttihakkeen eri laatutekijöiden merkitystä loppukäyttäjällä, eli lämpölaitoksessa. Tietyntyyppisen hakelaadun soveltuvuus käytettäväksi erilaisissa lämpölaitoksissa voi olla haastavaa. Näin ollen eri laatutekijöiden, kuten kosteuden, rakenteen ja esimerkiksi hakkeen raaka-aineen, odotukset erityyppisillä käyttäjillä voivat poiketa. Lähtökohtaisesti ns. ”hyvä”-laatu polttihakkeessa tiedetään (Alakan-gas & Impola, 2013), mutta raja-arvojen hakeminen ”hyvälaatuisuudelle” oli tämän työn yhtenä pääasiallisena tavoitteena. Nimenomaan erilaisten käyttökohteiden tarpeet huomioiden, tulisi hakelaadun olla parasta mahdollista kaikentyyppisille lämpölaitoksille. Se ei välttämättä aina ole yksiselitteistä, että parasta hakelaatua olisi aina tarjolla riippumatta siitä, onko hake hankittu ostettuna vai onko haketta valmistettu täysin, tai osittain, loppukäyttäjän toimesta. Niinpä polttoainetta valmistava taho pyrkii täyttämään tietyt laatuodotukset polttoaineen suhteen huolimatta siitä, jalostetaanko polttoainetta omaan vai myynti-käyttöön.

Erityyppisten hakkeen polttajien mielteet ja kokemukset hakkeen laadusta huomioiden ottamalla voidaan piirtää luonnos mahdollisista hakemarkkinoista. Työn tarkoituksena olikin selvittää mahdolliset markkinat ostohakkeelle, eli millaiset laatuominaisuudet omaavalle hakkeelle on kysyntää. Mahdollisimman monelle lämpölaitos- ja käyttäjätyypille ihanteellisella hakelaadulla olisi parhaimmat markkinat. Eri laatuominaisuuksien kipurajojen selvittämisellä saataisiin selkoa minkälaista haketta mahdolliset asiakkaat haluavat polttaa laitoksissaan. Ostohaketta valmistettaessa tulisi ottaa

erityyppiset asiakkaat mahdollisimman hyvin huomioon, mikäli tietyissä laatuominaisuuksissa on asiakaskohtaisia odotuksia. Selvittämällä ”hyvä” hakelaatu ja ”hyvän” hakkeen ominaisuudet, voidaan markkinatilannetta kartoittaa mahdollisten ostohaketta käyttävien lämpölaitosten osalta. Tavoite on löytää mahdollisimman monelle taholle kelpaava hakelaatu ja sen ominaisuudet. Tässä työssä hake-sanalla tarkoitetaan lämmöntuotantoon käytettävää poltettavaa puuhaketta.

Opinnäytetyö on toteutettu osana Metsäkeskuksen Biolämpöliiketoiminnan laatu- ja kannattavuushanketta. Tutkimuksen suunnitteluun pyydettiin asiantuntijaksi Elias Laitinen OK-Yhtiöt Oy:stä, koska hänellä on kokemusta vastaavasta toiminnasta. OK-Yhtiöt Oy on metsäenergiayhtiö, joka hankkii ja toimittaa biopolttoaineita energialaitoksille ja maatiloille.

## **2 Hyvälaatuinen hake loppukäyttäjällä**

### **2.1 Polttihakkeen ominaisuudet**

Polttihakkeen ominaisuuksien vaikutukset näkyvät loppukäyttäjällä. Hakkeen eri ominaisuudet vaikuttavat hakkeen käyttäytymiseen poltossa. Kullakin haketta polttoaineena käytävällä taholla on laitteista ja käyttöasteesta riippuvaiset odotukset tiettyille ominaisuuksille, jotka vaikuttavat poltettavan hakkeen toimivuuteen tietyn tyyppisessä lämpölaitoksessa. Hakkeen poltokohteet ovat erilaisia. Lähes kaikissa lämpölaitoksissa on jossain määrin erilaiset ja sovelletut laiteratkaisut. Pääpiirteittäin laitteistot ovat samantyyppisiä, mutta pienet eroavaisuudet vaikuttavat lämpölaitoksen käyttöön ja toiminnan ylläpitämiseen. Laitoksessa käytettävällä polttoaineella vaikutetaan laitoksen toimivuuteen. Hyvään hyötysuhteeseen pyrittäessä lämpölaitos edellyttää hyvälaatuista polttoainetta, eli hyvälaatuista haketta. Näin ollen laitoksen käyttäjistä ja laitoksesta riippuen tiettyjen hakkeen ominaisuuksien tulisi vastata laitoksen tarpeita, jotta laitos toimisi tehokkaasti.

Puun ominaisuudet lämmöntuotannon polttoaineena ovat erinomaiset. Hake on yksi puun polttoaineena käyttämisen muodoista. Hake soveltuu erityyppisiin käyttökoh-teisiin lämpölaitoksen teholuokasta riippumatta, niin seospolttoaineena kuin pää-polttoaineenakin. Puu voidaan hakettaa/murskata kannosta latvaan, puulajista riip-pumatta. Tämä ominaisuus tekee puusta oivan materian polttoaineen tuotantoon. Metsästä saatavaa metsähaketta syntyy sivutuotteena metsäteollisuuden käyttäessä puuta raaka-aineenaan. Raakapuun valmistuksen ohessa syntyy monenlaisia hake-raaka-ainelaatuja. Hakkuutähde, eli oksa- ja latvusmassa sekä raakit ja lumpit, hake-tetaan ja syntyy metsätähdehaketta. Kuusen kantoja käytetään murskattuina pääasi-assa suuremmissa aluelämpölaitoksissa. Lisäksi metsänhoidon yhteydessä syntyvää pienpuuta käytetään raaka-aineena. Tässä julkaisussa pääasiallinen tarkastelun pai-nopiste on juurikin pienpuusta, karsitusta rangasta, valmistetussa polttohakkeessa. Karsitusta rangasta valmistetussa hakkeessa on yleisesti parhaat edellytykset tavoitel-taessa hyvälaatuista haketta. Etenkin hakkeen kaupallisessa toiminnassa tavoitel-laan laadukasta polttoainetta, jolloin ranka-hakkeen käytöllä pystytään vastaamaan laatuodotuksiin parhaiten.

Polttihakkeen laatuun vaikuttavat monet tekijät. Laatuominaisuuksista tärkeimmät ovat kosteus, irtotiheys ( $\text{kg/m}^3$ ), tehollinen lämpöarvo ( $\text{MJ/kg}$ ,  $\text{kWh/kg}$ ) sekä pala-koko. Olennaisin laatuominaisuus on kosteus. Kosteus vaikuttaa hakkeen irtotihey-teen ja teholliseen lämpöarvoon. Hakkeen irtotiheys luonnollisesti nousee kosteuden kasvaessa. Tehollinen lämpöarvo, eli toimituskostealle hakkeelle laskettu lämpöarvo, pienenee kosteuden kasvaessa. Veden haihduttamiseen kuluu poltossa energiaa, joka on pois hakkeesta saatavasta energiahyödystä. Näin ollen polttoaineesta saa-daan vähemmän energiaa hyötykäyttöön kosteuden kasvaessa. Palakoon merkitys ja hakemassan tasalaatuisuus korostuu pienempien lämpölaitosten polttoaineen an-nostelussa ja syötön toimivuudessa. Hienoaines ja massasta poikkeavat palaset ai-heuttavat häiriöitä syötettäessä haketta kattilaan. Tasalaatuisella palakoolla on vai-kutusta polttoaineen annosteluun tarvittavan tehon tarpeen mukaan. Lämmityste-hon tarpeeseen reagoiminen tarkentuu, kun hake on palakooltaan tasalaatuista ja halutun kokoista laitteisto huomioiden. Yleisesti tavoiteltu hakkeen palakoko on 30-40 mm (Alakangas 2000, 48).

Polttohakkeen kaupallisessa käytössä sovelletaan tiettyjä pelisääntöjä hakkeen laadusta. Yhtenäiset laatuluokat lokeroivat eri ominaisuudet omaavat hakelaadut erilleen. Hakkeen vaihtaessa omistajaa miellyttävää varmuutta luo yhteiset pelisäännöt hakkeen laatutekijöiden suhteen. Laatuluokittelu toimii apuvälineenä polttoaineen kaupankäynnissä ja laadun määrittämisessä. Erityisesti pienille käyttäjille, kuten kotitalouksiin ja pieniin teollisuuskiinteistöihin on laadittu eurooppalainen standardi, SFS-EN 14961-4, apuvälineeksi polttoaineen laatuominaisuuksien suhteen ja polttoaineen kaupankäynnin selkeyttämiseksi. Standardi määrittää ei-teollisuuskäyttöön tulevan polttoaineen laatuvaatimukset ja luokat puuhakkeelle (SFS 2011). Puupolttoaineen tuottajille, käyttäjille ja toimittajille on laadittu ”Puupolttoaineiden laatuohje (VTT-M-07608-13)” ohjeeksi puupolttoaineiden laadun luokittelussa ja määrittämisessä. Laatuohje pohjautuu eurooppalaisiin kiinteiden biopolttoaineiden standardeihin ja VTT:n laatimaan SolidStandards- projektin hakestandardien oppaaseen (Alakangas & Impola 2013). Laatuohjeeseen on sisällytetty laadun määrittämisen periaatteet ja toimenpiteet näytteenoton ja ominaisuuksien määrittämisen suhteen.

## **2.2 Laatu karsitusta rankapuusta**

Laadukkaan polttohakkeen reseptiin vaikuttaa monet tekijät. Raaka-aineella, eli milaista puuta haketetaan, on ensisijainen vaikutus lopputuotteeseen, polttovalmiiseen hakkeeseen. Raaka-aineen käsittelyllä ennen haketusta asetetaan lähtökohdat kuivalle ja puhtaalle hake-polttoaineelle. Ennen kuin energiapuuta aletaan jalostamaan hakkeeksi on se korjattu metsästä, joko päätehakkuun yhteydessä hakkuutähteenä tai harvennuksen yhteydessä pienpuuna, rankana. Kuusikoiden päätehakkuiden jälkeen nostettavat kannot ja niistä murskaamalla valmistettava kantomurska liittyy myös aiheeseen, mutta se ei liity tämän tutkimuksen aihepiiriin.

Yleisesti metsästä korjattu energiapuunaines kuivuu tienvarteen välivarastoituna vuodesta kahteen. Hakkeen kuivaamista harrastetaan myös jossain määrin, mutta pääasiassa kuivaaminen toteutetaan välivarastoinnilla. Kosteuden haihtumiseen vaikuttaa olennaisesti kasan ilmavuus, eli kasa on koottu siten, että ilma pääsee kiertämään kasassa, jolloin ilmaan sitoutuu kosteutta puuaineksesta. Energiapuukasan peittämi-



sellä estetään sadeveden ja lumen läsnäolo ja näin vältetään veden sitoutumista puuainekseen (Niemelä n.d.). Tuuliselle paikalle sijoitetusta, peitetystä, energiapuukastasta saadaan parhaat lähtökohdat hyvälle hakkeelle. Energiapuun korjaamiseen ja varastointiin löytyy paljon ohjeistavaa materiaalia verkosta, esimerkiksi bioenergi-aneuvoja.fi- verkkosivustolta.

Neulas- ja vihermassaa halutaan pois palamisprosessista, koska ne aiheuttavat korroosiota kattilassa. Hakkuutähteen suhteen vihermassan määrä on varsin suuri verrattuna energiarankaan. Neulasissa ja lehdissä on runsaasti ravinteita, josta johtuu hakkuutähdehakkeen tuhkan sulamislämpötilan aleneminen. Tuhkan sulamislämpötilaan vaikuttavat tuhkan sisältämät eri ravinnepitoisuudet. Tuhkan pehmetessä voi tuhkahiukkasten yhteentarttumista ilmentyä pehmenemislämpötilaa alemmissa lämpötiloissa (Alakangas 2000, 57). Hiukkasten yhteentarttumisen seurauksena kattila karstoittuu, mikä heikentää kattilan tehokasta toimivuutta. Palstakuivatuksella neulaset pyritään jättämään metsään, mutta variseminen ei kuitenkaan ole perusteellista, jolloin neulasten joutuminen valmiiseen polttoaineeseen on väistämätöntä. Karsitusta energiarangasta oksamassat neulasineen ja lehtineen jäävät metsään, jossa ne ovat ravinteikkautensa vuoksi oikeassa paikassa. Puun karsinnalla edistetään merkittävästi myös kosteuden haihduntaa rikkomalla puun kuorta, jolloin puu pääsee hengittämään paremmin.

Karsitulla rangalla tarkoitetaan pieniläpimittaista energiakäyttöön korjattua, karsittua harvennuspuuta, joka ei täytä ainespuulle asetettuja laatuvaatimuksia. Pääasiassa energiarankaa saadaan metsistä, joiden ensiharvennus on myöhästynyt. Harvennusta ja taimikonhoitoa voidaan lykätä tarkoituksella esimerkiksi männiköissä, kun tavoitellaan hyvälaatuista tukkipuuta (Tapion taskukirja 2008). Tällöin harvennuksen lykkääntymisen seurauksena syntyy riukumaista ja pieniläpimittaista rankapuuta. Tiheässä metsässä puuston pituuskasvu on voimakasta puun tavoitellessa auringonvaloa, jolloin paksuuskasvu heikentyy. Energiapuuta edistävässä harvennuksen lykkäämisessä myrskytuhojen riski on läsnä puuston riukuuntumisen seurauksena. Energiapuuharvennuksen suosimisella on kuitenkin positiivinen vaikutus tavoiteltaessa oksatonta tukkipuuta ja taloudellisesti tuottavampaa metsää.

### 2.3 Tarkastelukohteet, ongelmat ja tavoitteet

Polttohakkeen ominaisuudet vaihtelevat. Täsmälleen samat ominaisuudet omaavaa haketta ei niinkään ole, vaan ominaisuuksissa on pieniä eroja. Halutut tavoitteet ominaisuuksien suhteen ovat kuitenkin lähes aina saavutettavissa. Tämä tutkimus pohjautuu hakkeen laatutekijöiden raja-arvojen hakemiseen siten, että erityyppisten loppukäyttäjien mielipiteet hakkeen ominaisuuksien kipurajoista antaisivat lähtökohdat hyvälaatuiselle polttohakkeelle. Se vaihe, missä kunkin laatuominaisuuden arvo määrittelee hakkeen hyvälaatuiseksi, haluttiin kysyä sitä käyttäviltä tai hakkeen kanssa tekemisissä olevilta tahoilta. Hakkeen kaupalliseen toimintaan saadaan tästä laatutekijöiden kartoituksesta käsitystä. Hakemarkkinoihin haluttiin tiettyjä suuntaviivoja ja hyvän hakelaadun selvittäminen pohjustaa millaista polttohaketta halutaan kaupattavaksi.

Kiteytetysti tavoitteena oli selvittää hyvälaatuisen polttohakkeen markkinatilannetta ja haketta käyttävien tahojen mielteitä hakkeen laadusta. Rajauksia tehtiin paikallisuuden ja laitokseen suhteen. Pääasiallisesti haluttiin tavoittaa Keski-Suomessa toimivia lämpölaitoksia ja hakkeen kanssa tekemisissä olevia, joiden laitos on teholtaan alle 1 MW. Tämä siksi, koska laitokseen pienetessä polttoaineen laatu on merkittävämpää ja myös hakemarkkinoista pienempien käyttäjien keskuudessa haluttiin tietoa. Tehokkaampien laitosten rajaamisella tutkimuksen ulkopuolelle asettaa ns. yksityisen sektorin lämmittäjät valokeilaan, jolloin lähtökohtaisesti parempaa hakelaatua edellyttävien käyttäjien mielipiteet saadaan julki. Maatilojen, asuin- ja teollisuuskiinteistöjen sekä lämpöyrittäjien tavoittamisella ja näiden mieltymysten keräämisellä saadaan pienille käyttäjille halutusta hakelaadusta mielipide ja ominaisuuksien raja-arvot, joilla hahmotetaan millaiselle hakkeelle on käyttäjäkuntaa. Tutkimus rajattiin koskemaan Keski-Suomen aluetta, koska Keski-Suomi on vahvaa hakelämmitysalueita. Keski-Suomessa poltettiin maakunnista eniten metsähaketta vuonna 2012 (Metsäntutkimuslaitos 2013).

Lähdin ratkaisemaan ongelmaa kyselyllä. Kyselyllä oli tarkoitus tavoittaa pääasiassa puuhaketta polttoaineena käyttäviä tahoja, mutta myös muussa yhteydessä puusta

valmistetun polttohakkeen kanssa tekemisissä olevia. Tarkoituksena oli peilata kyselyyn vastanneiden kokemuksia ja mietteitä polttohakkeen laadusta vastanneiden taustatietoihin. Taustatiedot kertovat, minkä tyyppinen kohde on kyseessä polttohakkeen käytön näkökulmasta. Ostohakkeeseen liittyvillä kysymyksillä tiedusteltiin ostohakkeen markkinatilannetta ja markkinointimenetelmiä.

## 2.4 Polttohake Suomessa

Metsäenergialla on merkittävä jalansija kotimaan lämmön ja sähkön tuotannossa. Puu energianlähteenä toimii uusiutuvana vaihtoehtona korvattaessa uusiutumattomia energianlähteitä, kuten öljyä ja kivihiiltä. Kivihiili on suurempien kaukolämpö- ja lauhdevoimalaitosten polttoaine. Pienempiä lämpölaitoskokoja tarkasteltaessa on öljyllä osuutensa lämmöntuotannossa, joskin öljyn käyttö pienikiinteistöjen energianlähteenä on vähenemään päin. Suurin osa lämpö- ja voimalaitoksissa käytettävästä puupolttoaineesta koostuu metsähakkeesta. Vuonna 2012 energiaksi poltetusta 17,8 miljoonasta kuutiometristä puuta peräti 7,6 miljoonaa kuutiometriä oli metsähaketta. Metsähakkeen käyttö kasvoi edellisestä vuodesta peräti 11%. Lämpö- ja voimalaitosten käyttämän metsähakkeen pääasiallisena raaka-aineena käytettiin 3,6 miljoonaa kuutiometriä harvennushakkuista peräisin olevaa pienpuuta, eli rankaa ja pienpuuta sekä kuitupuuta (Metsäntutkimuslaitos 2013, 274). Keski-Suomen lämpö- ja voimalaitosten käyttämästä miljoonasta metsähakekuutiosta 0,44 miljoonan kuutiosta raaka-aineena käytettiin pienpuuta, eli karsittua rankaa, karsimatonta pienpuuta ja kuitupuuta (Metsäntutkimuslaitos 2013, 289). Pienpuusta valmistettu polttohake on käyttömääriltään merkittävä koko maassa. Vahvinta pienpuun hakekäyttö-alueita on Keski-Suomi ja Pohjois-Pohjanmaa. Laadukkaalle hakepolttoaineelle on siis käyttäjiä laitospokoon katsomatta. Pienpuusta valmistetun hakkeen käyttö vahvistuu pienempien laitosten ja kiinteistöjen lämmitystoiminnassa.

### 3 Kyselytutkimus

Keräsin tietoa polttohaketta käyttäviltä tahoilta yleisellä kyselyllä. Webropol-ohjelmistolla laadittu kysely julkaistiin avoimena URL-osoitteena Metsäkeskuksen verkkosivuilla, ”Uutiset”-osiossa. Kyselyllä tavoiteltava kohderyhmä oli puuhakkeella lämmittävät toimijat sekä puuhakkeen kanssa muuten tekemisissä olevat tahot. Metsäkeskuksen verkkosivut toimivat karkeana suodattimena, kun tarkoituksena oli saada nimenomaan asiayhteyteen liittyviltä tahoilta vastauksia. Kysely nimettiin ”Hakkeen käyttäjäkyselyksi”, jotta pääpainopiste saataisiin pidettyä nimenomaan haketta polttoaineenaan käyttävissä lämmittäjissä. Valtaosin vastaajat olivat hakelämmittäjiä, muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. Kyselyn olemassaolosta tiedotettiin myös sähköpostitse hyödyntämällä Metsäkeskuksen hakelämmittäjien yhteystietorekisteriä. Muistutusviesti kyselyn aukiolosta tehtiin kahden viikon jälkeen kyselylinkin avaamisesta. Kysely oli avoinna 21. huhtikuuta – 2. kesäkuuta, eli 6 viikkoa. Vastausprosentin määrittäminen yleiselle kyselylle ei onnistu (ks. liite 1).

Pääpiirteittäin kysely koostui kolmesta eri osiosta. Ensimmäisenä kerättiin vastaajan taustatiedot. Taustatietoja kysyttiin mm. lämmityslaitteistoon, sijaintiin ja laitoksessa käytettävään polttoaineeseen liittyen. Taustatiedoilla saatiin karkea kuva siitä, minkä tyyppinen hakkeen käyttäjä on kyseessä. Näitä kysymyksiä seuraavien kysymysten vastauksia peilaamalla vastaajan taustatietoihin sai muodostettua kuvan siitä, millainen taho on mitäkin mieltä. Peilaamalla vastauksia vastaajien antamiin taustatietoihin voidaan tehdä johtopäätökset hakkeen laadun ja ostohakemarkkinoiden suhteen. Kysymykset 15- 18 käsittelivät vastaajan kokemuksia ja mielipiteitä polttohakkeesta. Kysymyksillä oli tarkoitus rajata käyttäjän kriteerejä ”hyvälaatuiselle” polttohakkeelle ja sitä, millaisilla ominaisuuksilla on eniten painoarvoa laatua määritettäessä. Hakemarkkinoita koskevat kysymykset, 19- 25, kartoittivat, millaiselle polttohakkeelle olisi mahdollisia ostajaehdokkaita. Eli millaisilla laatutekijöillä varustettua polttohaketta lämpölaitoksiin halutaan ostaa. Kyselyn lopuksi annettiin mahdollisuus vapaalle sanalle aiheeseen liittyen kysymyksellä 26. Viimeinen, 27., kysymys oli yhteystietolomake koskien vastanneiden kesken suoritettavaa palkinnonarvontaa. Arvottavana oli

kaksi kappaletta kahden hengen kesäteatterilippuja Jyvässeudun kesäteatterinäytöksiin.

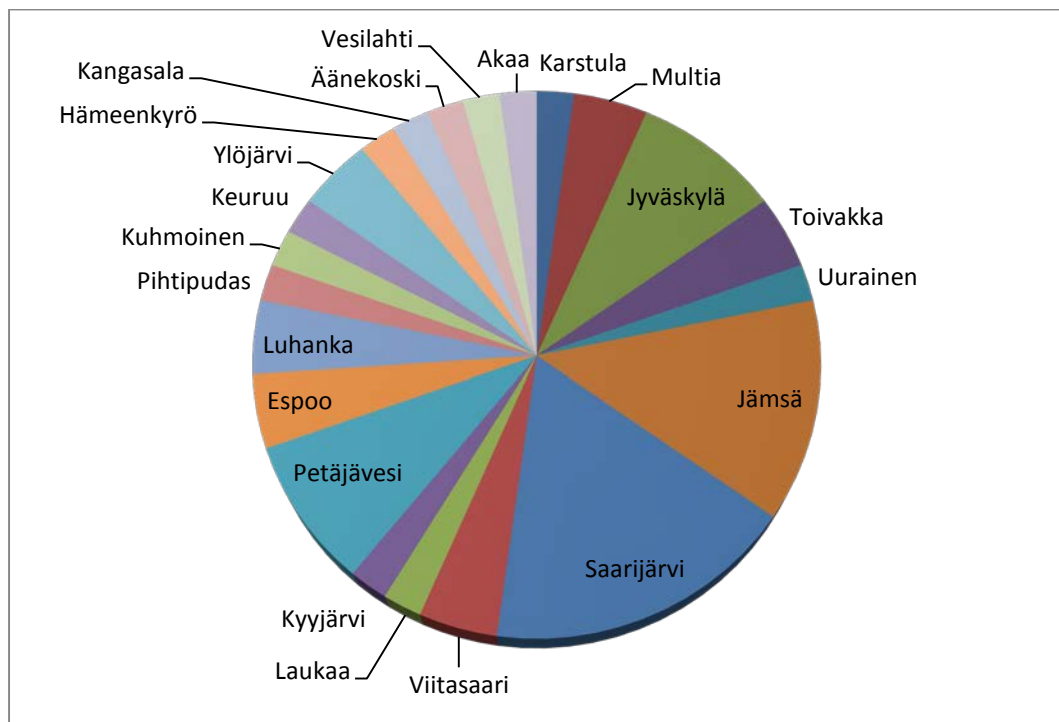
Vastauksia kysely keräsi yhteensä 47 kappaletta. Kuten aiemmin jo mainittiin, vastausprosenttia ei voi kyselylle määrittää. Varsinaisia odotuksia vastausmääristä ei asetettu. Tavoitteena oli kuitenkin saada riittävä joukko vastauksia, jotta vastaajien välinen vertailu olisi mahdollista. Tällä vastausmäärällä se onnistui. Vastauksia tuli kirjavasti erityyppisiltä tahoilta. Ahkerimpia vastaajia olivat kuitenkin maatilat, sekä yleisesti lämpölaitokset tehohaarukassa 30-60 kW, eli maatilat ja pienkiinteistöt kokuokkassaan. Kyselyn toteutusalueeksi rajattiin Keski-Suomen alue. Tämä siksi, että haluttiin paikallista tietoa aiheesta, mutta muiden sijaintien vastaukset olivat kuitenkin tervetulleita, eikä niitä rajattu pois tarkastelusta. Lämpölaitoksien teholuokka rajattiin alle 1 MW:n laitoksiin. Teholuokan rajauksen takana oli tarve kartoittaa pienempien ja enemmänkin yksityiskäytössä olevien lämpölaitosten mielteitä polttohakelaadusta sekä ostohakkeen markkinoiden tilanteesta tässä kokuokkassa. OK Yhtiöt Oy:llä oli erityistä kiinnostusta ns. säkkitavaran ostajia kohtaan, eli pienissä erissä ostohaketta haluavien tahojen tavoittamiseen.

## **4 Vastauksien analysointi – pohdinta**

### **4.1 Taustatiedot**

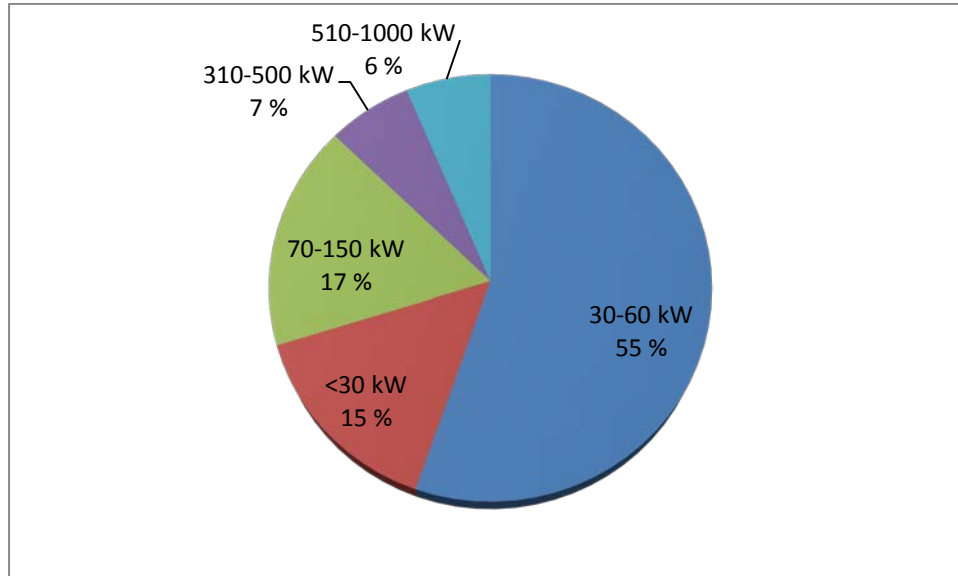
Tutkimuksessa tarpeeksi kattavien taustatietojen kokoamisella oli merkittävä rooli laadittaessa kuvaa hakkeen laadusta loppukäyttäjällä. Tarpeeksi kattavalla taustatietojen keräämisellä tarkoitetaan vastaajan lähtökohtia riittävän hyvin kuvaavaa tietopohjaa, jotta vastaajia voitaisiin ryhmitellä ja vertailla keskenään. Käyttäjien lähtökohdat ja ennakoasetelmat voitiin peilata kyselyssä esitettyihin jatkokysymyksiin hakelaadusta ja hakemarkkinoista. Käyttäjien mielteet hyvälaatuisesta hakkeesta ja hakemarkkinoihin liittyvät kysymykset ristiintaulukoiden saatiin monenlaisia tulosityhdistelmiä kasaan. Kysymysten suhteellisen suuri määrä, 26 kappaletta, antoi monipuoliset mahdollisuudet kysymysten ristiintaulukointiin ja keskinäiseen vertailuun.

Ensimmäisenä haettiin vastausta vastaajan sijaintiin. Sijainniltaan eniten vastauksia kertyi Saarijärven ja Jämsän suunnalta. Kyselyyn vastattiin yhteensä 22 eri paikkakunnalta aina Espoota, Akaata ja Hämeenkyröä myöten. Sikäli kaikilta sijainneilta tulleet vastaukset ovat tulkinnan arvoisia, mutta kyselyn pääasialliseksi tarkastelun kohteeksi oli valittu Keski-Suomen alue. Keski-Suomesta vastauksia kertyi 40 kappaletta.



Kuvio 1. Vastaajien paikkakunnat

Ylivoimaisesti suurin kyselyyn vastannut kiinteistötyyppi oli maatilat, 28 kappaletta. Tämä heijastuu myös kyselyyn vastanneiden lämpölaitoksien teholuokkaan, josta peräti 55% oli teholuokassa 30-60 kW.



Kuvio 2. Kyselyyn vastanneiden laitosten teholuokka

Polttoaineenaan vastaajat käyttivät suurilta osin omaa, karsitusta rangasta valmistettua sekapuuhaketta. Ainoastaan ostettavalla polttoaineella toimi vain seitsemän kappaletta vastaajista. Vastaajien suuri omavaraisuusaste polttoaineen suhteen selittyy sillä, että suurin osa kyselyyn vastanneista on maataloja. Maatiloilla polttoaineraaka-aine löytyy monesti tilan omista metsistä, joten se on olennaista hyödyntää tilan omaan lämmöntuotantoon. Lämmitykseen käytettävän polttoaineen kosteuksien suhteen oli havaittavissa lievää kirjavuutta. Suurin osa, 38%, käytti kosteudeltaan alle 25%:sta polttoainetta ja 26-35%:sta polttoainetta käytti 34% vastaajista. Kosteusenäytys käytettävän polttoaineen suhteen oli 41-45%, jota käytti yksi vastaajista. Peräti kahdeksan vastaajista ei osannut sanoa käytössä olevan polttoaineensa kosteutta vaikka kyseessä oli oma, tai joissain tapauksissa osittain ostettu polttoaine.

Käytössä olevat lämmityslaitteistot olivat pääasiallisesti, 51%, iältään 3-10 vuotta vanhoja. Yli 30-vuotiaita laitteistoja löytyi niitäkin kaksi kappaletta, joskaan niissä ei käytetty haketta polttoaineena vaan polttopuuta. Lämpölaitoksissa esiintyviä häiriöitä kysyttäessä vastausjoukko oli kirjava. Eniten häiriöitä aiheutti kuitenkin polttoaineen holvaantuminen polttoainevarastoon. Muutamilla hakkuutähdettä hakkeen

raaka-aineena käytävillä tahoilla oli ongelmia kattilatehon riittävyyden kanssa kovalla lämmitystarpeella. Jonkin verran häiriöitä kertyi myös inhimillisistä syistä, eli polttoaine oli loppunut. Tämä johtui monesti kesäaikaisesta pienestä lämmityksen, eli polttoaineen tarpeesta.

## 4.2 Polttohakkeen hyvälaatuisuus käyttäjillä

Kyselyvastausten perusteella polttohake määritellään hyvälaatuiseksi, kun...

- Sen kosteus on alle 25%
- Sen valmistusraaka-aineena on karsittua rankaa sekapuuna
- Hakettaessa on käytetty 30 mm tahoista seulaa

Näihin ominaisuuksiin rajoittui keskimääräisesti hyvälaatuiseksi luettava polttohake kyselyyn vastanneiden mielestä. Vastauksissa oli kuitenkin melko suurta hajontaa. Tähän vaikuttavana seikkana lienee osittain se, että kysymyksissä kysyttiin mielipidettä. Mieli-piteillä on kuitenkin tässä tapauksessa vankka perusta ja näin ollen ne rajaavat tarkat raamit hakelaadun suhteen. Eri ominaisuuksien vaikutus hakelaatuun koettiin eriarvoisesti vastaajien kesken. Kosteuden painoarvo laatuun koettiin merkittävämmäksi. Ominaisuuksien arvottamista koskevasta kysymyksestä jätin pois suoran rivin, eli 1-2-3-4-5-6 –järjestyksessä, olleet vastaukset. Näin vältettiin mahdollisesta turhautumisesta johtuneet vastaukset, koska kysymys vaati paljon keskittymistä ja aikaa verrattuna muihin kysymyksiin. Pisteytin ominaisuuksille kertyneet vastaukset käänteisesti niiden sijoituksen suhteen, eli 1. sija oli kuuden pisteen, 2. sija viiden pisteen ja niin edelleen, arvoinen. Ominaisuuksien merkityksellisyys selvisi summamalla pisteet yhteen.

Vastaajista 47,5% piti kosteutta merkittävämpänä laatuun vaikuttavana tekijänä.

Tämä ei yllättänyt, sillä kosteudella on olennainen merkitys polttoaineen teholliseen



lämpöarvoon ja kattilan hyötysuhteeseen. Vesi hankaloittaa palamisprosessia ja näin ollen pienentää hyötysuhdetta. Hakkeen palamisprosessin saamiseksi mahdollisimman tehokkaaksi, tulisi haihdutettavan veden osuuden olla mahdollisimman pieni suhteessa polttoaineen kuiva-aineeseen. Polttoaineen sisältämän veden haihduttamiseen kulutettu energia vähentää polttoaineesta hyötykäyttöön saatavaa energiaa ja pienentää näin polttoaineen tehollista lämpöarvoa. Veden höyrystymiseen kuluva energia otetaan puun kuiva-aineen poltossa vapautuvasta lämmöstä (Härkönen 2012, 12). Kosteus oli ainoa ominaisuus, joka erottui selkeästi vastaajien arvostuksen perusteella. Yksikään vastaajista ei arvioinut kosteudelle vähäisintä merkittävyyttä hakkeen laadussa.

Muiden arvioitavien ominaisuuksien, eli hinnan, palakoon, raaka-aineen, puhtauden ja lämpöarvon arvostuksen suhteen oli suurempaa hajontaa. Toisella sijalla merkittävyyden suhteen oli palakoko. Palakoolla tarkoitetaan hakkeen partikkelien kokoa, eli lähinnä sitä, minkä kokoisella seulalla hake on haketettu. Palakoon merkitys korostuu, kun tarkastellaan pienempiä lämpölaitoksia. Tasalaatuisella ja palakooltaan halutulla hakkeella on merkitystä polttoaineen syöttöhäiriöihin. Palakoko vaikuttaa polttoaineen palamisaikaan palopäässä. Tasalaatuinen hake on myös palamisprosessin kannalta tarkempi, eli sillä pystytään reagoimaan joustavammin lämmitystehon tarpeen mukaan.

Loput ominaisuudet, raaka-aine, puhtaus, hinta ja lämpöarvo, olivat tasavertaisia arvostuksen suhteen toistensa kanssa. Kolmannelle sijalle yhden pisteen erolla sijoittui kuitenkin raaka-aine. Hakkeen raaka-aineella on olennainen vaikutus polttoaineen kosteuteen. Hyvälaatuisen hakkeen raaka-aineeksi enemmistö vastaajista valitsi karsitun rangan sekapuuna. Pieni läpimitta ja karsinnasta johtuva kuoren rikkoutuminen edistävät puun kuivumista ja näin ollen ranka kuivaa hyvin, jolloin hakkeen kosteus jää vähäiseksi.

Ominaisuuksien arvostukseen vaikuttaa merkittävästi vastaajien maatilapainotteisuus. Maatilan ajankäyttö muihin töihin on suuri eikä lämmitykseen haluta uhrata ai-

kaa. Kuivalla, pieni-palakokoisella (haluttu hakkurin seulan silmäkoko 30mm) ja tasalaatuisella hakkeella lämpölaitos on vähätöinen. Raaka-aineena käytettäessä karsittua rankaa saadaan kuivaa ja tasalaatuista haketta. Lisäksi haketettavaksi ihanteellista rankapuuta harvennetaan monesti tilan omista metsistä mikä lisää hakelämmityksen kannattavuutta.

Hyvälaatuisuuden rajaviivan piirtäminen on hankalaa. Eri käyttäjien mielipiteet hyvästä hakelaadusta poikkeavat, joskin sisältävät tietyt yhteiset suuntaviivat tiettyjen ominaisuuksien suhteen. Pelivaraa kuitenkin on ja hyvä laatu on eritavoin määriteltävissä erityyppisillä hakkeen käyttäjillä. Hyvälaatuisuutta kartoittaessa alle 1 MW laitoille laadun merkitys on suurempi verrattuna suurempiin lämpölaitoksiin, jolloin laatuksien raja-arvot hälvenevät. Tämä tarkoittaa sitä, että suuremmat laitokset voivat käyttää laatutekijöiltään huonompaa haketta polttoaineena. Pienillä, usein yksityisillä laitoilla laitoshuolto on monesti kiinteistön käyttäjän varassa ja näin ollen hakelaadulla on merkitystä lämpölaitoksen työllistävyyteen. Vähätöinen lämpölaitos on jokaisen lämmittäjän mieleen ja polttoaineen laadulla on sen saavuttamisen kannalta suuret odotukset.

### **4.3 Ostohakkeen markkinat**

Käyttäjien mieleen olevan, hyvälaatuisen hakkeen, löydyttyä tarkastelun kohteeksi asetetaan hyvään hakelaatuun perustuva kauppa. Ostohakkeen markkinoita kartoittaessa oltiin kyselyssä ns. hypoteettisella linjalla, eli haluttiin myös omaa, tai osittain omaa, polttoainetta käyttävien tahojen mielipiteet ostohakkeeseen liittyvien kysymysten osalta. Jossittelevilla kysymyksillä saatiin myös omaa, tai muuta kuin haketta polttoaineenaan käyttävät vastaajat ostajaosapuolen asemaan ja heidänkin mielipiteensä näkyville. Mielipiteiden tärkeys korostuu myös hakemarkkinoita maalaillessa. Etenkin erityyppisien lämmittäjien eriävät ja myötäilevät mielipiteet tietystä ominaisuudesta hakkeessa kertovat paljon siitä, minkälaista polttoainetta lämpölaitokseen halutaan.

Polttoaineen hinnoittelusta voidaan olla montaa mieltä. Hinnoittelulla ei tulisi olla niinkään vaikutusta lämpölaitoksen ja lämmöntuotannon kannattavuuteen, vaan hinnoitteluperusteen tulisi olla mahdollisimman oikeuden mukainen kaikilla hinnoittelumenetelmillä. Kyselyssä tuotiin esille hakkeen hinnoitteluperuste watti-, tonni-, kuutiometrisällön mukaan sekä säkkitavarana saatava hake. Mielipide sopivimmasta hinnoitteluperusteesta oli varsin monitahoinen ja yksilöllinen. Megawattituntiin (MWh), kuutiometriin ( $m^3$ ) ja tonniin (tn) perustuvat hakkeen hinnoitteluperusteet koettiin mieluisimmiksi. Säkkeihin perustuvaan hinnoitteluun ei koettu kovin suurta mielekkyyttä joitakin käyttäjiä lukuun ottamatta. Mieluisampana hinnoitteluperusteena vastaajat kuitenkin kokevat tilavuuteen perustuvan hinnoittelumenetelmän, eli kuutiotaksan ( $\text{€}/m^3$ ). Seuraavaksi mieluisin hinnoitteluperuste on energiasältöön perustuva hinnoittelu, eli hakkeesta saatavien megawattituntien mukainen taksa ( $\text{€}/\text{MWh}$ ). Säkkitaksan suosio jäi tämän kyselyn osalta varsin pieneksi, eikä säkeittäin maksua haluvia ollut ainuttakaan. Vastaajien suuren maatala-taustan vuoksi irtotavaran käytännöllisyys ajaa säkkien edelle. Säkkitaksan suosioita lähtisin hakemaan hakelämmitteisistä asuinkiinteistöistä. Kysyttäessä ostohakkeen haluttua eräkokoja sitä ostettaessa säkkitavaran suosio keskittyy juuri pienempiin asuinkiinteistöihin. Toimitettua tai itse noudettua säkkitavaraa olisi vastaajista halukkaita ostamaan viisi käyttäjää, joista neljä ilmoitti kiinteistön tyypikseen asuinkiinteistön ja yksi maatalan. Säkkien siistin käsiteltävyyden ansiosta ne soveltuvat hyvin asuinkiinteistöjen käyttöön. Lämpökeskuksen hakesäiliö on täytettävissä ilman irtotavaran tuomaa epäsiisteyttä, eli esimerkiksi välivarastosta siirrettäessä hake siirtyy siististi lämpökeskuskelle säkeittäin, jolloin siivottavaa on vähemmän.

Yleisesti halutuin eräkoko ostettaessa haketta on kuorma-autokuorma (30-40 irtom<sup>3</sup>), 43% vastaajista, sekä yhdistelmäkuorma (100-120 irtom<sup>3</sup>), 36% vastaajista. Vastaajien polttoainevarastojen koot heijastuvat kausittaista toimitusväliä kysyttäessä. Tiheämmälle hakevirralle lämpölaitokselle ei niinkään ole tarvetta edes talvikaudelle (joului-helmikuu), yksittäisiä poikkeuksia lukuun ottamatta. Tiheämpää toimitusväliä edellyttävät vastaajat olivat suurempia asuinkiinteistöjä. Kesän vähäinen lämmön-tarve näkyy halutuissa toimitusväleissä, eikä kesän hakkeen toimitukselle ole tarvetta juurikaan muutamia tahoja lukuun ottamatta. Yleisesti kerran kaudessa (kevät, kesä,

syksy, talvi) ja kuukaudessa tapahtuva hake-erän toimitus on välttävä, johtuen varmasti vastaajien suurista hakkeen välivarastoista. Ostohakkeen suhteen toimitusajat haketta tilattaessa lämpölaitokselle mielletäisiin varsin pieniksi. Suurin osa, 53% vastaajista, tyytyi viikon toimitusaikaan, mutta jotkin tahot, 19% vastaajista, edellyttivät 2-4:n vuorokautta tilauksen ja toimituksen väliin jääväksi ajaksi.

Ostohakkeeseen liittyvä informaation jakaminen ja saaminen haluttiin suurilta osin Internetin ja sähköpostin välityksellä sekä ostajan itse ottaessa myyjään yhteyttä. Ostohakemarkkinoiden varsin pienet ja kohderyhmältään suppeat markkinat edellyttävät kontaktitonta markkinointia, jolloin ostaja ottaa tarpeen tullen yhteyttä myyjään. Kyselyn vapaan sanan osiossa tähän otettiin kantaa. Eräs toive oli jonkin tahon toteuttamasta tietopankista, pitäen sisällään ostohakkeeseen liittyvien toimijoiden, kuten urakoitsijoiden ja myyjien yhteystietoja ja polttohakkeen myyntihintoja. Esimerkkinä pidettiin Metsäkeskuksen ylläpitämää, halkoliiteri.com-sivustoa, joka on poltto- puukauppaan (klapi) liittyvä sivusto. Hyvänä esimerkkinä ja ratkaisuna vastaavaan ongelmaan on bioenergiapörssi.fi- verkkosivusto, joka toimii puuenergian kauppapaikkana. Sivuston toiminta on kuitenkin keskittynyt suurilta osin Pohjois-Pohjanmaalle. Vastaavanlaiselle verkkosivustolle ja kauppakanavalle löytyisikin käyttäjiä myös muista maakunnista.

## 5 Työn analysointi ja arviointi

Lähtökohdat ja tavoitteet opinnäytetyöhön olivat selkeät. Hakelaadun selvittämisen suhteen tulosodotukset olivat jokseenkin varmistelevia. Hyvälle polttohakkeelle annettavat kriteerit ovat tiedossa, joten tietynlainen mielikuva tutkimuksen tuomista tuloksista oli olemassa. Kyselyvastauksien poikkeamien hakeminen olikin toivottavaa. Valtavirrasta, eli yleisesti hyvän hakkeen määritelmästä, poikkeavat mielipiteet haluttiinkin valokeilaan. Hakelaadun suhteen jyrkkiä ja eriäviä mielipiteitä odotetusta ei niinkään esiintynyt. Hakelaadun suhteen ominaisuuksista suurimmassa merkityksessä olevan kosteuden suhteen silmäänpistäväksi seikaksi kohdentui epä tietoisuus

käytössä olevan polttoaineen kosteudesta. Seitsemän vastaajaa ilmoitti olevansa epätietoinen poltettavana olevan hakkeen kosteudesta. Taustalla lienee odotus polttoaineen pienestä kosteudesta vastaajien käyttäessä raaka-aineenaan pääsääntöisesti karsittua rankaa, sekä omasta takaa löytyvän polttoaineen suuri osuus. Oma polttoaine mielletään monesti edulliseksi ja näin ollen laatutekijät voivat jäädä toissijaiseksi. Hyvälaatuisuus sai kohderyhmää nähden odotettavan määritelmän. Maatila-painotteinen vastaajajoukko halusi odotetusti varsin kuivaa ja palakooltaan pientä haketta poltettavaksi. Tämä näkyi karsitun rangan suosiossa hakkeen raaka-aineena, joka antaa hyvät lähtökohdat tavoiteltaessa vastaajien edellyttämää hakkeen laatua. Pienempiin lämpölaitoksiin halutaan yleisesti parempilaatuista haketta poltettavaksi.

Ostohakemarkkinoita kartoittaessa odotukset olivat varsin avoimet. Mielipiteisiin painottuvilla kysymyksillä selvitettiin vastaajien henkilökohtaisia odotuksia ostohakkeen markkinoita kohtaan. Vastaajien edellyttämään hakelaatuun kytköksissä olevat ostohakkeeseen liittyvät kysymykset antoivat pääpiirteisen kuvan miten hakemarkkinat koetaan vastaajien kesken ja miten hakkeeseen liittyvä kaupankäynti halutaan sitä käyttävien tahojen kesken hoitaa. Käyttäjien haluamaa hakelaatua voidaan soveltaa hakemarkkinoita kartoittaessa, koska tiedetään millaiselle tuotteelle löytyy kysyntää erityyppiset käyttäjät huomioiden. Vaikka vastaajista suurin osa ilmoitti käyttävänsä omaa polttoainetta, saatiin omaa haketta käyttävienkin mielipide ostohakemarkkinoista julki. Ostohakkeeseen liittyvien kysymysten ollessa jossittelevia kytkökset vastaajien omaan hakkeen hankintamuotoon katkesivat ja mielipiteet saatiin hyödynnettäviksi. Ostohakkeeseen liittyvien kysymysten myötä selkiytyi miten käyttäjät haluavat hakkeeseen liittyvän kaupankäynnin hoitaa ja mahdolliset kehitysoiveet ja ehdotukset tulivat julki vapaan sanan osiossa. Merkittävimpänä kehitysehdotuksena esiin nousi jonkin tahon ylläpitämä hakkeeseen liittyvä verkkosivusto, jonka kautta saisi mahdollista tietoa ja apua hakkeen tuotantoon liittyen. Paikallisten urakoitsijoiden ja hakekauppaa tekevien tahojen kiinnisaaminen ja kokoaminen yhdelle sivustolle oli kyseisessä kehitysehdotuksessa pääasiallisena tavoitteena. Toinen verkkosivusto-ehdotus oli hakkeen ja ylipäättään puuenergian kauppapaikka, josta löytäisi hakekauppaa harjoittavia toimijoita.

Tutkimus antoi vastaukset haluttuihin kysymyksiin ja vastaajien määrä (47 kpl) täytti halutut odotukset. Suurempi vastauksien määrä olisi ollut toivottavaa, mutta saaduista vastauksista välittyi olennainen ja kertyi varteenotettava aineisto analysoitavaksi. OK-Yhtiöt Oy:n asettamat tavoitteet säkkitavaran käyttäjien tavoittamiseksi ja heidän mielipiteiden esiintuomiseksi jäivät jokseenkin suppeaksi. Tosin aiheeseen liittyen olisi jatkotutkimustarpeita asettamalla pienet hakelämmitteiset asuinkiinteistöt suurennuslasin alle. Näiden kattavammaksi tavoittamiseksi olisi tämän tutkimuksen kysely tullut suorittaa käyttämällä jotakin vaihtoehtoista kanavaa, kuin Metsäkeskuksen verkkosivustoa. Tämän tutkimuksen myötä esiin tulleiden säkkitavarasta kiinnostuneiden vastaukset antavat osviittaa pienkiinteistöille halutusta hakelaadusta ja hakemarkkinoiden toteutustavasta. Tutkimuksen myötä selkiytyi myös merkittävin kohderyhmä säkeittäin myytävälle hakkeelle.

Tämän tutkimuksen aihepiiriin liittyvät jatkoselvitykset ja -tutkimukset näkisin liittyvän hakemarkkinoihin ja niiden kehittämiseen. Hakkeen markkinapaikan suunnitelmallisesta työstä voisi olla hyötyä kartoittaessa palvelun haluttuja ominaisuuksia ja mahdollisia käyttäjämääriä. Aihekokonaisuuden rajaamisessa hakkeen markkinapaidassa tulisi tulevan käyttäjäkunnan aatteet ja mielipiteet asiasta ottaa huomioon. Onko esimerkiksi yhdistetylle tieto- ja kauppapaikalle tarvetta, vai voivatko ne olla toteutettuna erillisinä kokonaisuuksina. Tämyntyyppisellä selvityksellä voitaisiin tavoittaa haketta, ja puuenergiaa pienemmässä kokoluokassa käyttäviä käyttäjiä ja helpottaa näiden polttoaineen hankintaa.

## Lähteet

Alakangas, E. 2000. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. Espoo: VTT. Viitattu 14.11.2014 <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2000/T2045.pdf>

Alakangas, E. & Impola, R. 2013. Puupolttoaineiden laatuohje (VTT-M-07608-13). Viitattu 14.11.2014 [http://energia.fi/sites/default/files/puupolttoaineiden\\_laatuohje\\_12122013.pdf](http://energia.fi/sites/default/files/puupolttoaineiden_laatuohje_12122013.pdf)

Härkönen, M. 2012. Puun polttoainekäyttö pienissä aluelämpölaitoksissa. Opinnäyte-työ. Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulu. Viitattu 14.11.2014

Metsäntutkimuslaitos. 2013. Metsätilastollinen vuosikirja 2013. s.274. Sastamala: Vammalan kirjapaino Oy. Viitattu 14.11.2014 <http://www.metla.fi/julkaisut/metsatilastollinen/tilastovsk-sisalto.htm>

Niemelä, H. n.d.. Hakkeen laatu ja energiapuun varastointi. [http://www.motiva.fi/files/8274/Hakkeen\\_laatu\\_ja\\_energiapuun\\_varastointi.pdf](http://www.motiva.fi/files/8274/Hakkeen_laatu_ja_energiapuun_varastointi.pdf) . motiva.fi-verkkosivusto.

SFS EN-14961-4:2011. 2011. Kiiteät biopolttoaineet. Polttoaineen laatuvaatimukset ja luokat. Osa 4: Puuhake ei-teollisuuskäyttöön. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS

Tapion taskukirja, 25. uudistettu painos. 2008. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino.

## Liitteet

### Liite 1. Kyselyn tulokset

#### 1. Sijaintikuntanne?

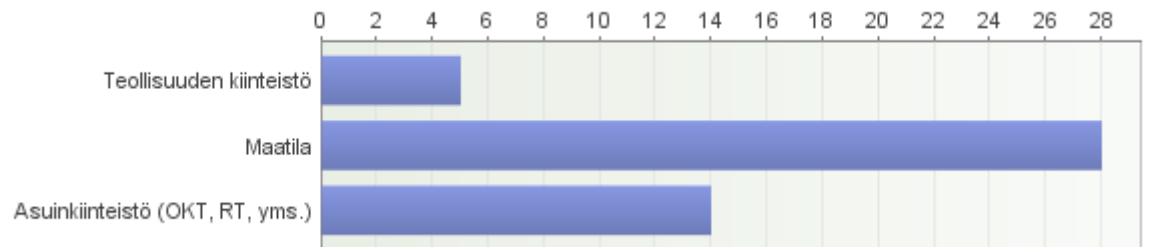
Vastaajien määrä: 47

- 1
- Karstula
- Multia
- Jyväskylä
- ylöjärvi
- Toivakka
- Uurainen
- Jämsä
- Saarijärvi
- Saarijärvi
- Jämsä
- viitasaari
- Laukaa
- Saarijärvi
- Jyväskylä
- kyyjärvi
- Petäjävesi
- Saarijärvi
  
- Jämsä
- Espoo
- Jämsä
- Petäjävesi
- Luhanka
- pihtipudas
- Saarijärvi
- jyväskylä
- Kuhmoinen
- KEURUU
- JÄMSÄ
- Toivakka
- Saarijärvi
- Ylöjärvi
- viitasaari
- Hämeenkyrö
- Luhanka
- Jämsä
- Petäjävesi
- Espoo
- Kangasala
- Äänekoski
- Petäjävesi
- Saarijärvi
- Saarijärvi
- Multia
- vesilahti
- Akaa
- Jyväskylä



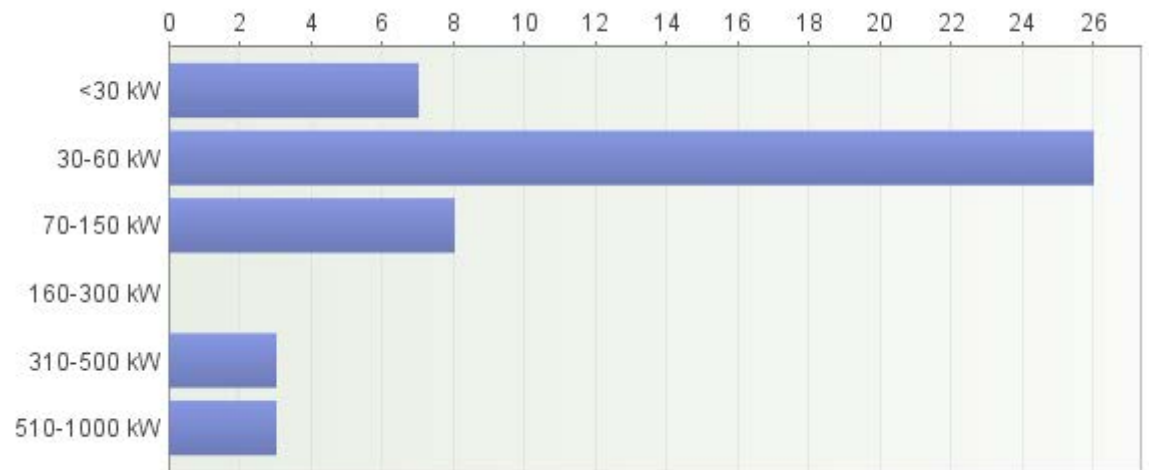
## 2. Lämmitettävän kiinteistönne tyyppi?

Vastaajien määrä: 47



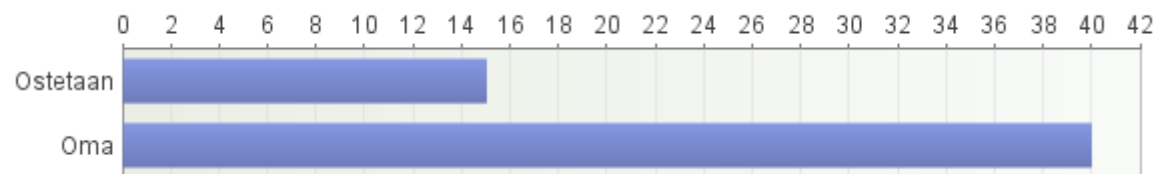
## 3. Lämmityskattilanne teholuokka?

Vastaajien määrä: 47



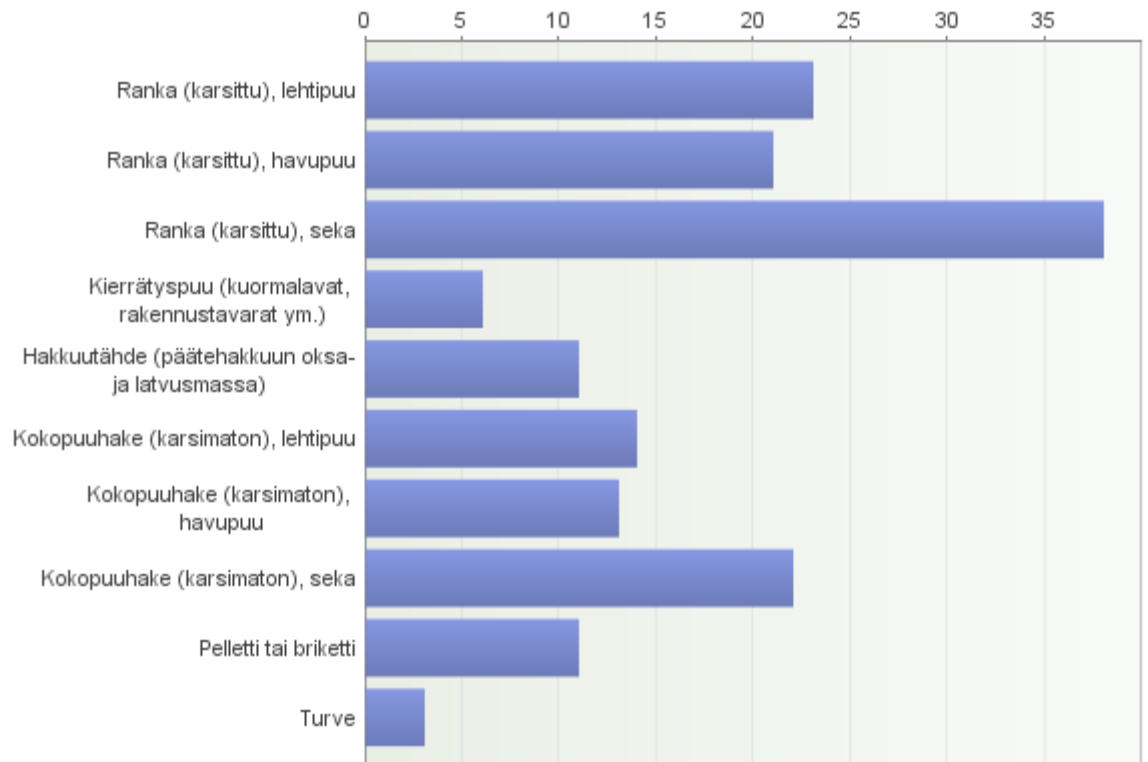
## 4. Kiinteistössä käytettävän polttoaineen alkuperä? Voit valita myös molemmat!

Vastaajien määrä: 47



### 5. Käytettävän polttoaineen raaka-aine? Voit valita useammankin.

Vastaajien määrä: 47



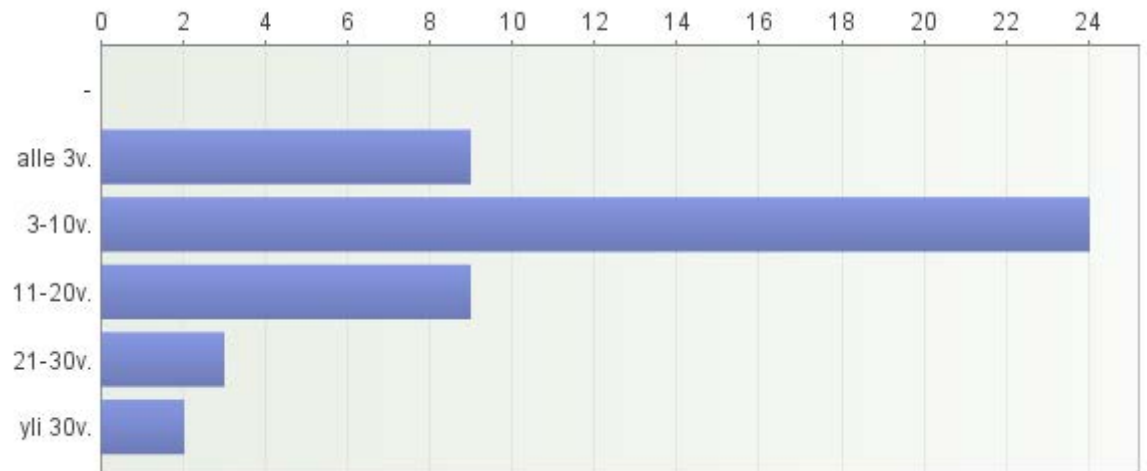
### 6. Käytössä olevan valmiin polttoaineen keskimääräinen kosteus?

Vastaajien määrä: 47

	25% tai pie- nempi	26- 35%	36- 40%	41- 45%	46- 50%	50% tai suu- rempi	En osaa sanoa	Yhteensä	Keskiarvo
%	18	16	4	1	0	0	8	47	2,6

## 7. Lämmityslaitteistonne ikä?

Vastaajien määrä: 47



## 8. Lämmityslaitteidenne valmistaja?

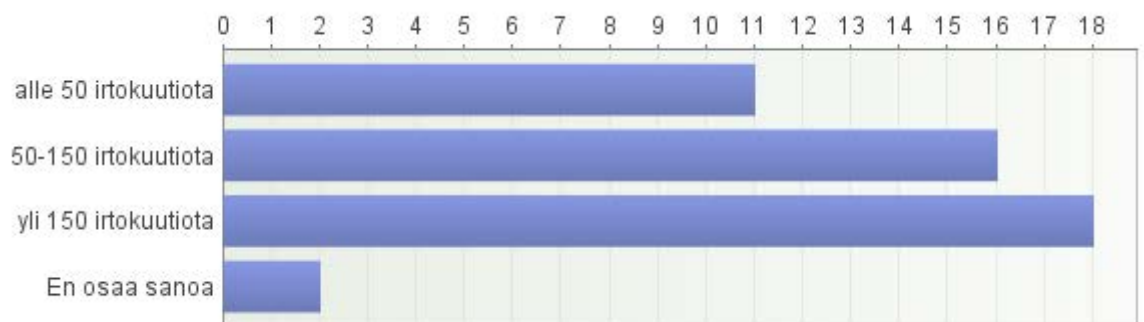
Vastaajien määrä: 46

- a
- Ala-talkkari
- Ariterm kattila, Ala-Talkkarin stokeri
- TP-stokeri/Arimax (entinen Högfors-lämpö)
- kastor
- Högfors biokattila 80 kw, valm vuosi 1995
- Arimax 340 bio 30 kw, valm vuosi 2004
- Säättötuli ja HTEnerco (Tulimax)
- Gilles
- Ala-Talkkari
- Thermia
- Biofire
- ariterm/ala-talkkari
- Ala-Talkkari
- Ala-Talkkari
- Säättötuli
- gilles
- Ariterm
- Hakesysteemi Alatalakkari. Kattila Aritermia
- TP-Stokeri
- Ei tietoa
- Säättötuli
- Tekniikka ja palopää Säättötuli ja kattila Arimax
- arimax
- Ariterm
- SÄÄTÖTULI
- ala-talkkari
- Hesesteel Oy
- HT ENERGO

- Säätötuli
- Ala-Talkkari
- AlaTalkkari
- ala-talkkari
- Oma
- yli 100 v vanhoja uuneja 3 kpl, 10 v leivinuuni-takka, 5 v. takkauuni, 10 v. sähkö/puu -kias. 20 v vanha keittiöhella
- Säätötuli
- Ariterm
- Ei tietoa
- Hese Steel/ Laka
- Ariterm/Tulostekniika
- Säätötuli ja arimax
- Ariterm
- Ariterm Oy
- TP-Stokeri
  
- HP-Laaser
- Säätötuli
- Ariterm
- TP-stokeri/Arimax

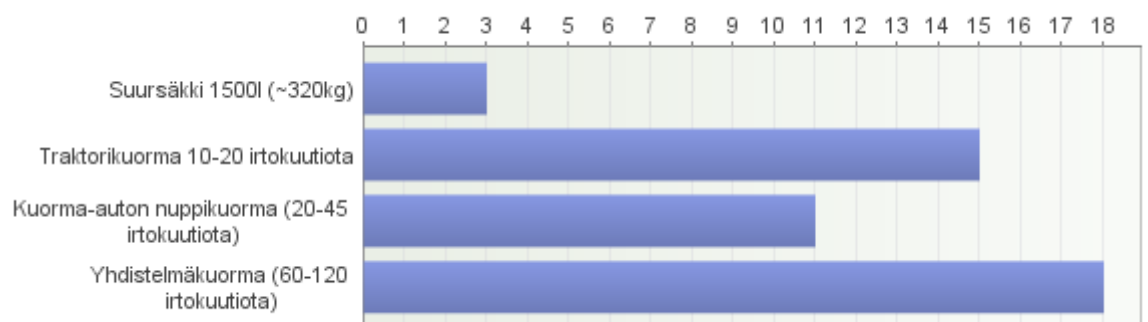
### 9. Kuinka paljon polttoainetta, esim. haketta, mahtuu varastoonne?

Vastaajien määrä: 47



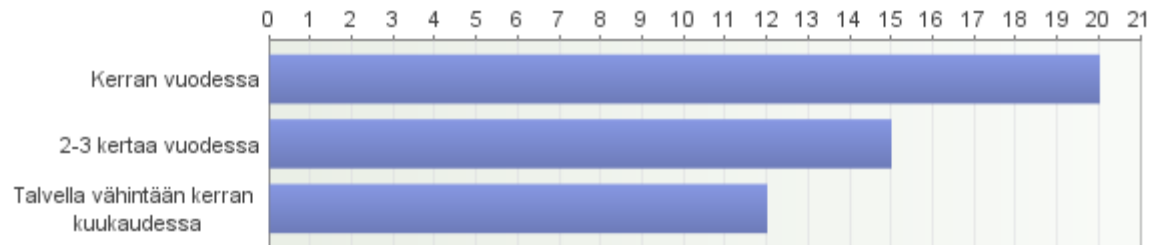
### 10. Lämpökeskuksellenne hankittavan polttoaineen eräkoko/toimituserä?

Vastaajien määrä: 47



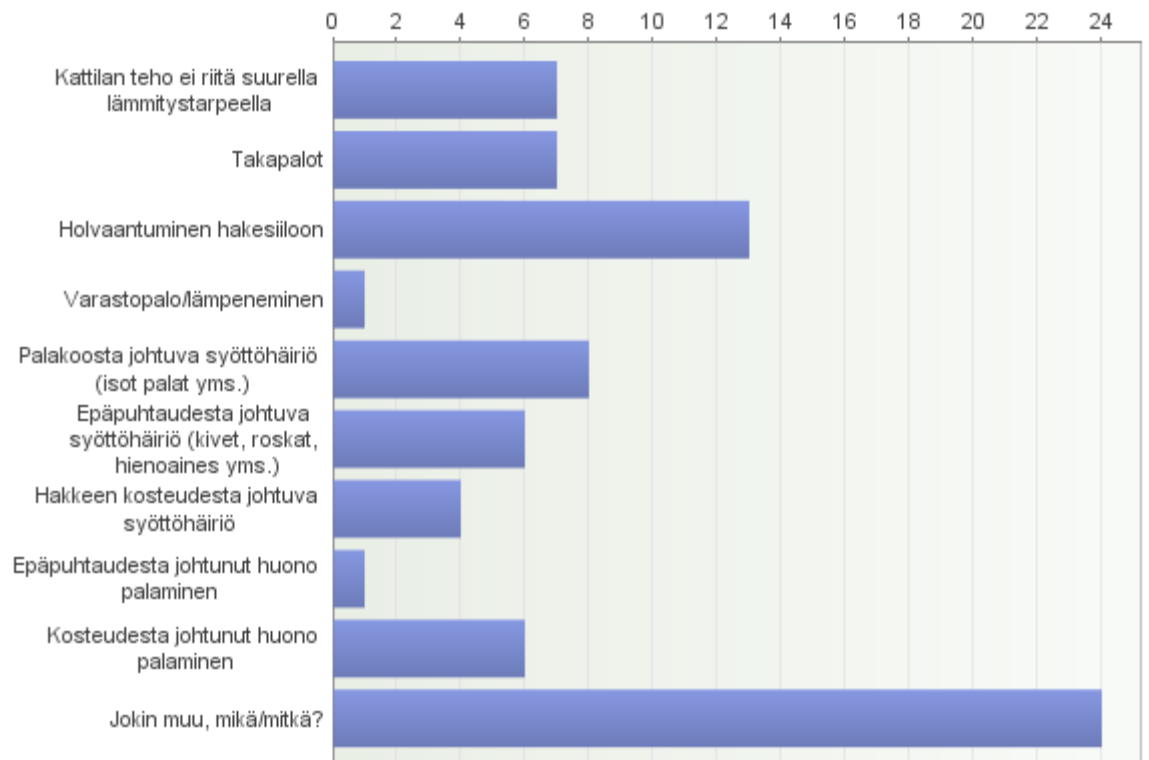
## 11. Polttoaineen toimitusväli varastoonne?

Vastaajien määrä: 47



## 12. Polttoaineesta johtuvat toimintahäiriöt lämpölaitoksellanne?

Vastaajien määrä: 47



### Avoimet vastaukset: Jokin muu, mikä/mitkä?

- hake loppuu stokerista, jos ei muista täyttää säiliötä; kesäaikana lämmöntarve niin pieni, ettei voi hakelämmitystä käyttää, vaan käytetään sähkövastusta lämpimän veden tuottamiseen
- Ylläpitotulen säätö kun hakkeen laatu vaihtelee
- Polttoaineen loppuminen siilosta, omaa huolimattomuuttani
- pelletin syöttöruuvin ala-arvoinen toimivuus ja alimitoitus
- arinan tukkeutuminen pienellä teholla (lämpimällä säällä)
- muistihäiriö siitä milloin on viimeksi täytetty eli hake loppunut totaalisesti
- ei häiriöitä
- Kesällä liian pieni tehontarve 30 kW:n kattilalle

- toimii, jos holvaa säiliö jos sattuu olemaa kosteaa haketta
- En tiedä. Fortum hoitaa.
- ei ole ollut ongelmia holvaantumisen kanssa, kun tuunattiin syöttö
- Sähkökatkot
- ei mitään ongelmaa
- ei häiriötä vielä
- LAAKERI VAURIOT
- Joskus liian pitkä seisokki
- kaikki toii kuin junan vessa
- Ei häiriötä
- Pieni tehontarve aiheuttaa ongelmia
- Ei tiedossa häiriötä. Maakaasu toimii...
- Satunnaiset syyt pintavahtien edessä
- polttoaineen loppuminen

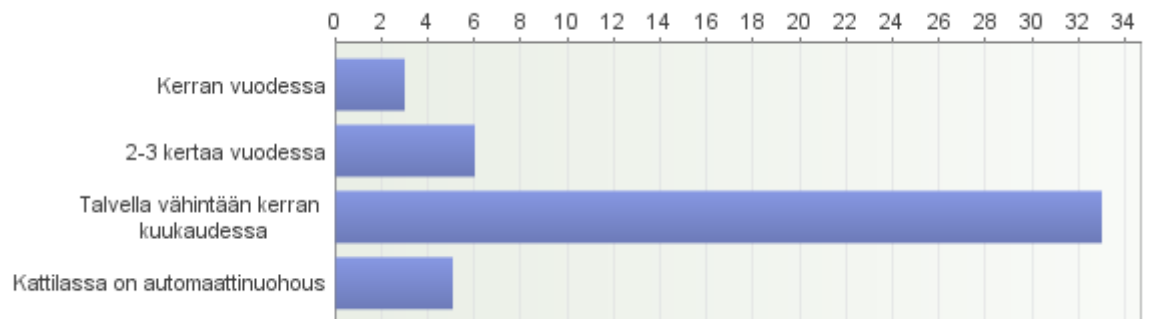
13. Keskimääräinen lämmityshäiriöiden esiintyminen kausittain? Valitse vaihtoehto kullekin ajanjaksolle.

Vastaajien määrä: 46

	Päivittäin	Viikottain	Kuukausittain	Satunnaisesti	Ei häiriötä	En osaa sanoa	Yhteensä	Keskiarvo
Kesä (touko-elokuu)	0	4	1	19	20	2	46	4,33
Syysy (syys-marraskuu)	0	2	3	19	19	3	46	4,39
Talvi (joulu-helmikuu)	0	3	8	16	17	2	46	4,15
Kevät (maalis-huhtikuu)	0	3	3	22	16	2	46	4,24
Yhteensä	0	12	15	76	72	9	184	4,28

14. Kuinka monesti nuohotte kattilanne?

Vastaajien määrä: 47



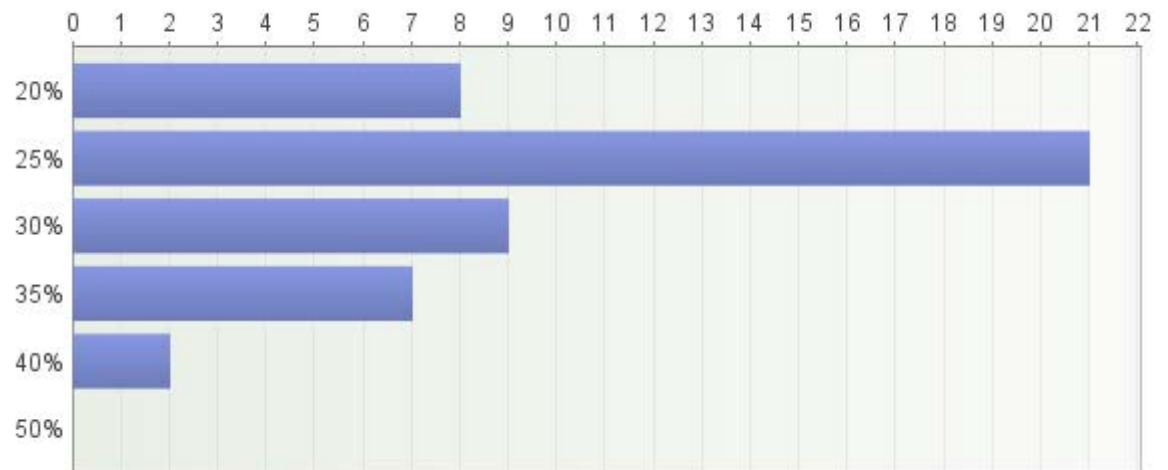
15. Mikä ominaisuus vaikuttaa mielestänne eniten hakkeen laatuun? Laita järjestykseen merkityksen mukaan Nro 1 merkityksellisin

Vastaajien määrä: 47

	1	2	3	4	5	6	Yhteensä	Keskiarvo
Kosteus	26	7	6	5	3	0	47	1,98
Palakoko	4	16	11	8	6	2	47	3,04
Hakkeen raaka-aine (esim. puulaji, karsittu/karsimaton ym.)	6	3	18	4	5	11	47	3,68
Puhtaus	3	4	4	18	9	9	47	4,13
Hinta	3	9	5	7	14	9	47	4
Lämpöarvo (kWh/m3 tai kwh/tn)	5	8	3	5	10	16	47	4,17
Yhteensä	47	47	47	47	47	47	282	3,5

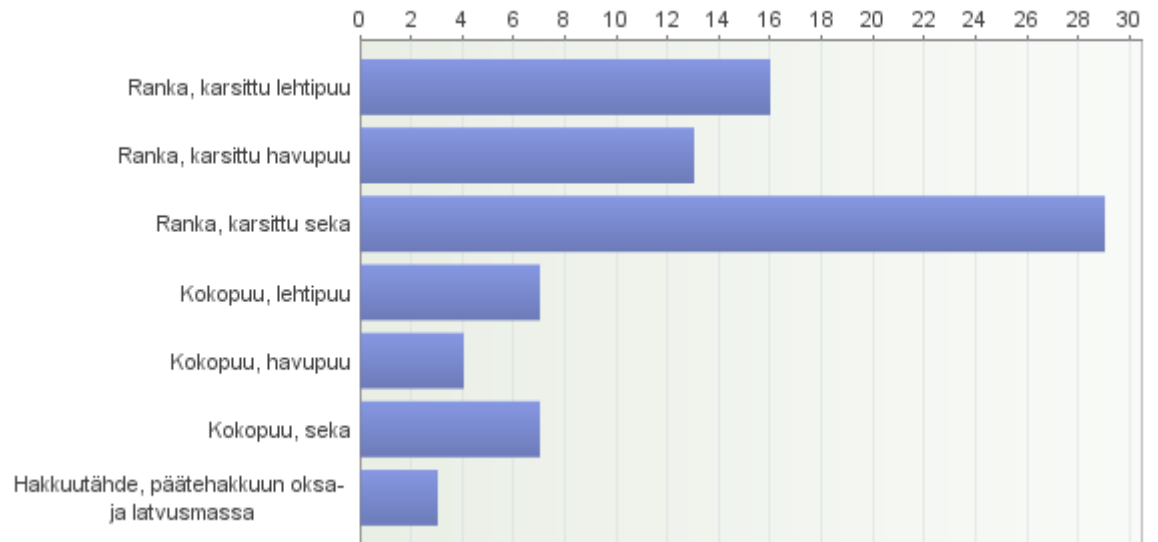
16. Mikä on mielestänne hyvälaatuiselle hakkeelle suurin sallittu kosteus?

Vastaajien määrä: 47



### 17. Mistä raaka-aineesta hyvälaatuinen hake on mielestänne tehty?

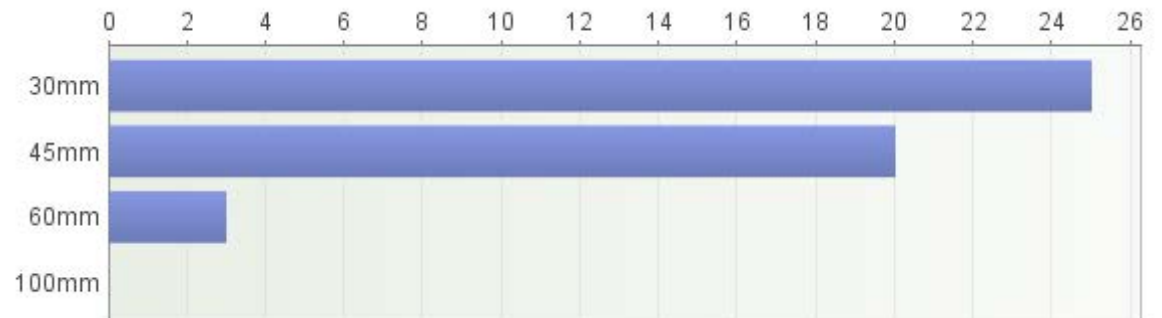
Vastaajien määrä: 47



### 18. Mikä olisi mielestänne hyvälaatuisen hakkeen seulan silmäkoko haketettaessa?

Lukemat tarkoittavat neljän muotoisen silmän sivun pituutta.

Vastaajien määrä: 47





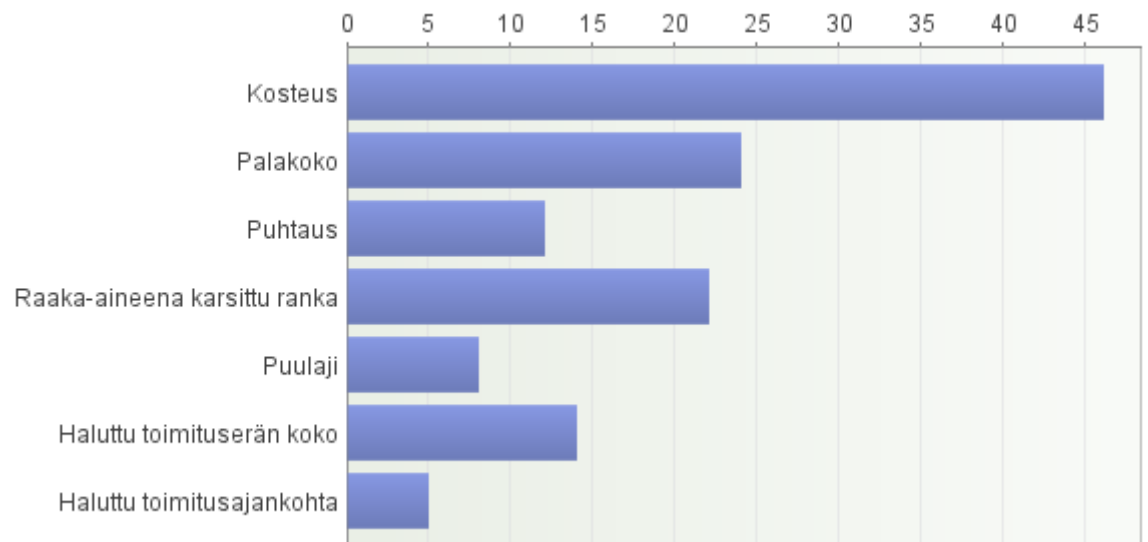
19. Jos ostaisitte haketta, miten haluaisitte, että ostohake hinnoteltaisiin? Laita järjestykseen, paras vaihtoehto ensimmäiseksi

Vastaajien määrä: 47

	€/MWh	€/tonni	€/kuutio- metri	€/säkki	Yhteensä	Keskiarvo
1	19	7	21	0	47	2,04
2	10	24	10	3	47	2,13
3	14	14	16	3	47	2,17
4	4	2	0	41	47	3,66
Yhteensä	47	47	47	47	188	2,5

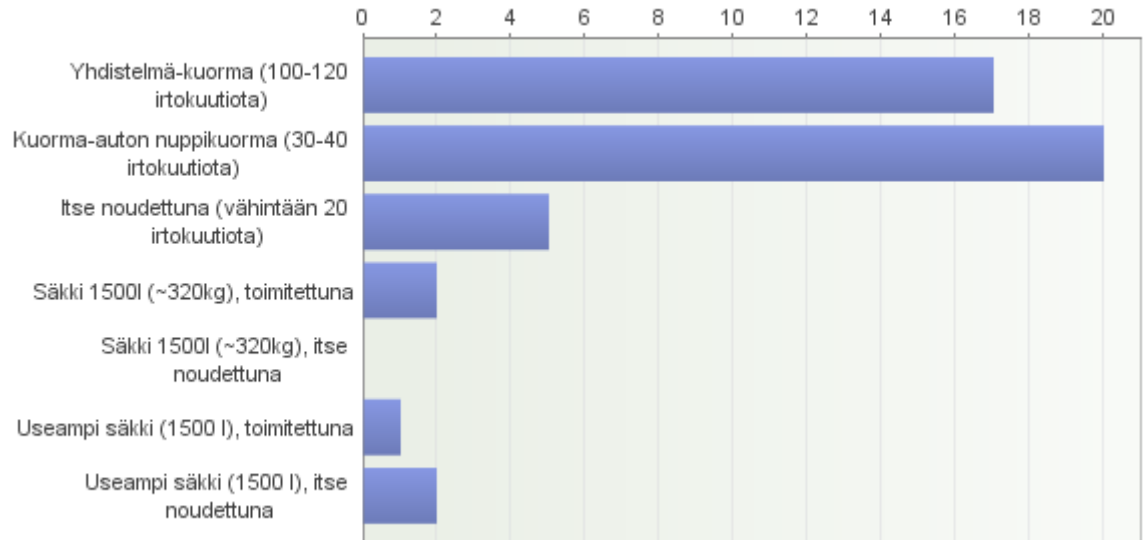
20. Jos ostaisitte haketta, mikä ominaisuus saa vaikuttaa hakkeen hintaan? Valitse 1-3 ominaisuutta

Vastaajien määrä: 47



## 21. Mikäli ostaisitte haketta, mikä olisi sopivin eräkkö?

Vastaajien määrä: 47



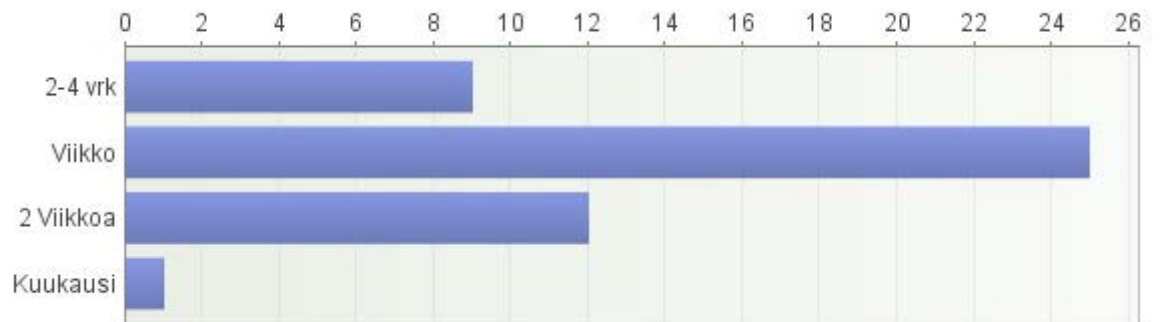
## 22. Jos ostaisitte haketta, mikä olisi tarvittava hakkeen kausittainen toimitusväli? Valitse vaihtoehto kullekin ajanjaksolle

Vastaajien määrä: 47

	Viikoittain	Joka toinen viikko	Kuukausittain	Kerran tällä ajanjaksolla	Ei tarvita yhteisellä ajanjaksolla	Yhteensä	Keskiarvo
Kesä (touko-elokuu)	0	3	4	18	20	45	4,22
Syksy (syys-marraskuu)	0	5	5	24	7	41	3,8
Talvi (joulu-helmikuu)	5	1	12	14	7	39	3,44
Kevät (maalis-huhtikuu)	2	3	7	23	7	42	3,71
Yhteensä	7	12	28	79	41	167	3,79

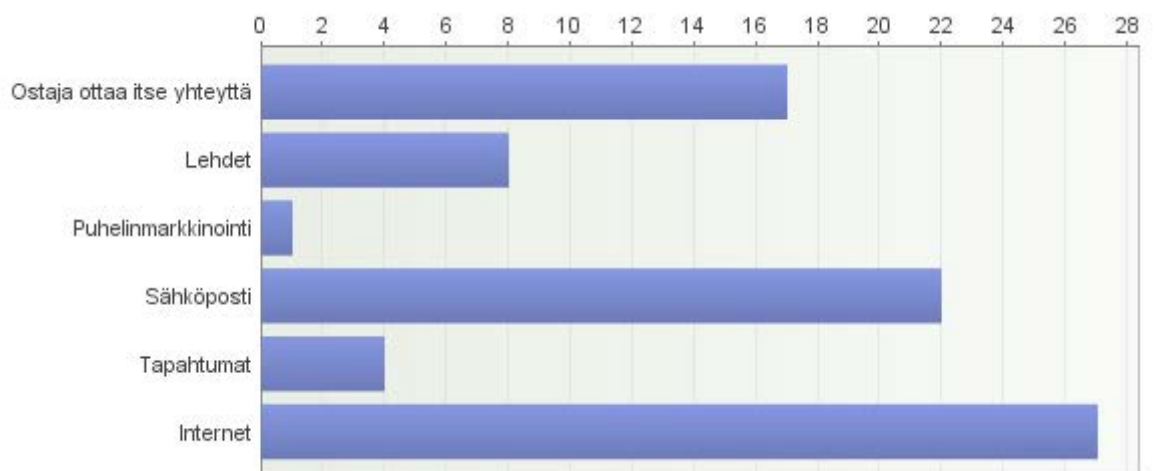
23. Mikä on toivottu toimitusaika, jos ostaisitte haketta? Eli tilauspäivän ja toivotun toimituspäivän välinen aika.

Vastaajien määrä: 47



24. Mitä kautta haluaisitte tietoa ostohakkeesta, sen saatavuudesta ominaisuuksista, hinnasta yms.?

Vastaajien määrä: 47



25. Jos ostaisitte haketta, miten haluaisitte tehdä tilauksen?

Vastaajien määrä: 47

